



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM



**PEMENUHAN SEBAGIAN KEBUTUHAN PEMBANGUNAN BANDARA
VVIP (SISI LANDASAN UDARA) : PAKET KONSTRUKSI FISIK**



2023



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT

DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA

Jalan Pattimura Nomor 20, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan 12110, Telepon (021)-7203165, Faksimili (021) 7393938

Jakarta, 27 September 2023

Nomor : BM 01-Db/1254.4
Sifat : Biasa
Lampiran : Satu Berkas
Hal : Persetujuan Penggunaan Spesifikasi Khusus
Interim tentang Pemenuhan Sebagian Kebutuhan
Pembangunan Bandara VVIP (Sisi Landasan
Udara) : Paket Konstruksi Fisik

Yth.

1. Sekretaris Direktorat Jenderal Bina Marga
2. Para Direktur di Direktorat Jenderal Bina Marga
3. Para Kepala Balai Besar/Balai Pelaksanaan Jalan Nasional
4. Para Kepala Satuan Kerja di Direktorat Jenderal Bina Marga

di-

Tempat

1. Bersama ini disampaikan Dokumen Spesifikasi Khusus Interim untuk Pekerjaan Pemenuhan Sebagian Kebutuhan Pembangunan Bandara VVIP (Sisi Landasan Udara) : Paket Konstruksi Fisik), yang terdiri atas:

No.	Kode Spesifikasi Khusus Interim	Nama Dokumen
1.	SKh.1.3.25	Pekerjaan Timbunan <i>Subgrade Runway, Taxiway</i> , dan Apron
2.	SKh.1.3.26	Pekerjaan Drainase Pasir Horizontal (<i>Horizontal Sand Drain</i>)
3.	SKh.1.3.27	Pekerjaan Proteksi Terhadap Galian Batu atau Lempung Bermasalah di Bawah Lapisan Perkerasan (Kombinasi Geomembran dan Geotekstil)
4.	SKh.1.3.28	<i>Rigid Inclusion</i>
5.	SKh.1.3.29	<i>Deep Soil Mixing</i>
6.	SKh.1.3.30	Pekerjaan Penyalir Vertikal Pra-Fabrikasi (<i>Prefabricated Vertical Drain</i>)
7.	SKh.1.3.31	Pekerjaan Instrumentasi Geoteknik
8.	SKh.1.3.32	Pekerjaan <i>Geocell</i> untuk Pendukung Vegetasi
9.	SKh.1.5.17	<i>Improvement</i> atau <i>Capping Layer</i>
10.	SKh.1.5.18	P-154 <i>Subbase Course</i>
11.	SKh.1.5.19	P-209 <i>Base Course</i>
12.	SKh.1.5.20	<i>Drainage Layer</i>
13.	SKh.1.5.21	P-306 Beton Kurus (<i>Lean Concrete</i>)
14.	SKh.1.5.22	Perkerasan Kaku Sisi Udara
15.	SKh.1.5.23	Pekerjaan Sirtu <i>Graded</i> dan <i>Runway End Safety Area</i> (RESA)
16.	SKh.1.6.31	P-403 Lapis Pondasi Stabilisasi (<i>AC-Base</i>)
17.	SKh.1.6.32	P-401 Aspal <i>Hotmix</i>
18.	SKh.1.6.33	P-602 <i>Prime Coat</i>
19.	SKh.1.6.34	P-603 <i>Tack Coat</i>
20.	SKh.1.9.13	Pekerjaan Gebalan Rumput Termasuk Tanah Humus Untuk Area Sisi Udara dan Lereng Timbunan
21.	SKh.1.9.14	Marka

22.	SKh.1.9.15	Pemasangan Pagar dan Gerbang <i>British Reinforced Concrete</i> (BRC)
23.	SKh.1.9.16	<i>Airfield Ground Lighting</i>
24.	SKh.1.9.17	Pengujian <i>Heavy Weight Deflectometer</i> (HWD)

2. Spesifikasi Khusus Interim tersebut telah disetujui untuk dipergunakan menjadi acuan bagi para pemangku kepentingan di Direktorat Jenderal Bina Marga dalam pelaksanaan pekerjaan terkait dengan pekerjaan Pemenuhan Sebagian Kebutuhan Pembangunan Bandara VVIP (Sisi Landasan Udara) : Paket Konstruksi Fisik.

Demikian disampaikan, untuk dapat dipergunakan dengan penuh tanggung jawab.

Direktur Jenderal Bina Marga,



Hedy Rahadian

NIP 19640314 199003 1 002

Tembusan:

1. Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat;
2. Sekretaris Jenderal, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat;
3. Inspektur Jenderal, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat;
4. Direktur Jenderal Bina Konstruksi, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

DAFTAR ISI

		Hal
DIVISI 3	PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK	3
SKh.1.3.25	Pekerjaan Timbunan <i>Subgrade Runway, Taxiway, dan Apron</i>	4
SKh.1.3.26	Pekerjaan Drainase Pasir Horizontal (<i>Horizontal Sand Drain</i>)	7
SKh.1.3.27	Pekerjaan Proteksi Terhadap Galian Batu atau Lempung Bermasalah di Bawah Lapisan Perkerasan (Kombinasi Geomembran dan Geotekstil)	8
SKh.1.3.28	<i>Rigid Inclusion</i>	10
SKh.1.3.29	<i>Deep Soil Mixing</i>	17
SKh.1.3.30	Pekerjaan Penyalir Vertikal Pra-Fabrikasi (<i>Prefabricated Vertical Drain</i>)	24
SKh.1.3.31	Pekerjaan Instrumentasi Geoteknik	28
SKh.1.3.32	Pekerjaan <i>Geocell</i> untuk Pendukung Vegetasi	31
DIVISI 5	PERKERASAN BERBUTIR DAN PERKERASAN BETON SEMEN	36
SKh.1.5.17	<i>Improvement</i> atau <i>Capping Layer</i>	37
SKh.1.5.18	P-154 <i>Subbase Course</i>	45
SKh.1.5.19	P-209 <i>Base Course</i>	53
SKh.1.5.20	<i>Drainage Layer</i>	61
SKh.1.5.21	P-306 Beton Kurus (<i>Lean Concrete</i>)	67
SKh.1.5.22	Perkerasan Kaku Sisi Udara	77
SKh.1.5.23	Pekerjaan Sirtu <i>Graded</i> dan <i>Runway End Safety Area (RESA)</i>	128
DIVISI 6	PEKERJAAN ASPAL	133
SKh.1.6.31	P-403 Lapis Fondasi Stabilisasi (<i>AC-Base</i>)	134
SKh.1.6.32	P-401 Aspal <i>Hotmix</i>	157
SKh.1.6.33	P-602 <i>Prime Coat</i>	183
SKh.1.6.34	P-603 <i>Tack Coat</i>	187
DIVISI 9	PEKERJAAN HARIAN DAN PEKERJAAN LAIN-LAIN	191
SKh.1.9.13	Pekerjaan Gebalan Rumput Termasuk Tanah Humus Untuk Area Sisi Udara dan Lereng Timbunan	192
SKh.1.9.14	Marka	193
SKh.1.9.15	Pemasangan Pagar dan Gerbang <i>British Reinforced Concrete (BRC)</i>	198
SKh.1.9.16	<i>Airfield Ground Lighting</i>	205
SKh.1.9.17	Pengujian <i>Heavy Weight Deflectometer (HWD)</i>	250

**DIVISI 3
PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK**

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SKh.1.3.25

PEKERJAAN TIMBUNAN *SUBGRADE* RUNWAY, TAXIWAY, DAN APRON

Spesifikasi Khusus Interim ini harus dibaca bersamaan dengan Seksi 3.2 Timbunan dari Spesifikasi Umum dengan modifikasi berikut di bawah ini:

SKh.1.3.25.1 UMUM

1) Uraian

Ketentuan dalam Pasal 3.2.1.1) dari Spesifikasi Umum harus berlaku, dengan penambahan:

- j) Perkerasan sisi udara merupakan struktur perkerasan pada area *Runway*, *Taxiway*, dan *Apron*.
- k) Timbunan *Subgrade* merupakan pekerjaan timbunan khusus untuk kedalaman 1,5 m dari dasar *capping layer* perkerasan sisi udara, baik untuk area timbunan ataupun galian. Material timbunan *subgrade* harus menggunakan material timbunan yang diambil dari luar area proyek (material dari sumber galian) dan memenuhi persyaratan timbunan biasa atau timbunan pilihan dalam Pasal 3.2.2.2) dan Pasal 3.2.2.3) dari Spesifikasi Umum.

2) Pekerjaan Spesifikasi Khusus Lain dan Seksi Lain dalam Spesifikasi Umum yang Berkaitan dengan Spesifikasi Khusus Ini

Ketentuan yang tercantum dalam Pasal 3.2.1.2) dari Spesifikasi Umum harus berlaku, dengan penambahan:

- n) Timbunan : Seksi 3.2
- o) Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi : SKh-1.1.22

4) Standar Rujukan

Ketentuan yang tercantum dalam Pasal 3.2.1.4) dari Spesifikasi Umum harus berlaku, dengan penambahan:

Standar Nasional Indonesia (SNI)

SNI 1738:2011 : Cara Uji CBR lapangan

American Society for Testing and Materials (ASTM)

ASTM D1557 : *Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort*

Keputusan Direktur Jenderal : Spesifikasi Teknis Pekerjaan Fasilitas Sisi Udara
Perhubungan Udara Nomor 14 Bandar Udara
Tahun 2021

5) Pengajuan Kesiapan Kerja

Ketentuan yang tercantum dalam Pasal 3.2.1.5) dari Spesifikasi Umum harus berlaku, dengan penambahan:

- d) Bahan timbunan dari sumber yang telah terbukti memenuhi persyaratan untuk material timbunan harus ditempatkan pada area *stockpile* terpisah dan dilindungi dari pengaruh cuaca sebelum digunakan.

SKh.1.3.25.2 JAMINAN MUTU

2) Ketentuan Kepadatan untuk Timbunan

Ketentuan yang tercantum dalam Pasal 3.2.4.2) b) dari Spesifikasi Umum harus dipenuhi, dengan penyesuaian dalam Pasal 3.2.4.2) a), c):

- a) Tebal lapisan *subgrade* untuk perkerasan sisi udara yang melayani pesawat *Code Letter D, E dan F* adalah minimum 150 cm dari dasar *capping layer* dengan ketentuan CBR minimal 6% dan pemadatan minimal 98% MDD. Sehubungan dengan pekerjaan pemadatan, maka:
- Seluruh timbunan pada pekerjaan area perkerasan sisi udara harus memenuhi persyaratan kepadatan timbunan sesuai dengan penjelasan di atas.
 - Yang dimaksud dengan kepadatan maksimum adalah kepadatan yang diperoleh dari uji pemadatan berdasarkan ASTM D 1557.
 - Material 150 cm di bawah perkerasan sisi udara harus berasal dari sumber galian dari luar yang telah memenuhi persyaratan.
- c) Penyedia Jasa harus melakukan pengujian yang ditampilkan pada Tabel SKh.1.3.25.1) untuk penjaminan mutu dan menyerahkan hasil uji untuk mendapatkan persetujuan Pengawas Pekerjaan.

Tabel SKh.1.3.25.1) Persyaratan Pengendalian Lapangan

Tes Pengendalian	Prosedur
Pengujian kepadatan timbunan padat di lapangan (Tes Kerucut Pasir) (SNI 2828:2011)	<ul style="list-style-type: none">Menentukan hubungan kepadatan dan kadar air pemasangan.Harus dilaksanakan setiap <i>layer/lapis</i> 30 cm dan untuk setiap 1.000 m² bahan timbunan sampai kedalaman penuh.Untuk timbunan kembali di sekeliling struktur atau di dalam parit gorong-gorong, paling sedikit satu tes untuk setiap bagian timbunan kembali selesai dipasang.

Tes Pengendalian	Prosedur
Penentuan CBR lapangan timbunan padat (SNI 1738:2011)	<ul style="list-style-type: none">• Dengan menggunakan alat CBR lapangan, di lokasi yang diminta oleh Pengawas Pekerjaan dan dilakukan setiap 1.000 m².• Uji CBR lapangan dilakukan pada tanah timbunan mulai dari dasar <i>capping layer</i> hingga kedalaman 1,5 m di bawahnya.
Pengujian permukaan (<i>Surface Test</i>)	<ul style="list-style-type: none">• Permukaan harus diuji untuk kerataan serta ketepatan kemiringan. Jika perlu bagian yang kurang rata maupun kemiringan atau ketinggian kurang tepat maka tanahnya harus dibuang, ditimbun kembali, dipadatkan lagi, sampai diperoleh kerataan, kemiringan dan ketinggian yang diperlukan.• Permukaan yang sudah selesai tidak boleh selisih lebih dari 12 mm jika dites dengan tongkat lurus panjang 3 m yang dilaksanakan sejajar tegak lurus dengan garis tengah.

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM
SKh.1.3.26

PEKERJAAN DRAINASE PASIR HORIZONTAL (*HORIZONTAL SAND DRAIN*)

Spesifikasi Khusus Interim ini harus dibaca bersamaan dengan Spesifikasi Umum Seksi 3.2 Timbunan dan Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.21 Drainase Pasir Horizontal (*Horizontal Sand Drain*) dengan penambahan berikut di bawah ini:

SKh.1.3.26.1 UMUM

- 2) Pekerjaan Spesifikasi Khusus Lain dan Seksi Lain dalam Spesifikasi Umum yang Berkaitan dengan Spesifikasi Khusus Ini

Ketentuan yang tercantum dalam Pasal SKh-1.3.21.1.2) dari Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.21 harus berlaku, dengan penambahan:

- o) Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi : SKh-1.1.22
p) Drainase Pasir Horizontal (*Horizontal Sand Drain*) : SKh-1.3.21

SKh.1.3.26.2 PELAKSANAAN

- 2) Pelaksanaan

Ketentuan yang tercantum dalam Pasal SKh-1.3.21.3.2) dari Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.21 harus berlaku, dengan penambahan:

- e) Pekerjaan pemadatan harus dilakukan sesuai ketentuan dalam Pasal 3.2.3.3) dari Spesifikasi Umum dengan target pemadatan 90% dari kepadatan kering maksimum (*maximum dry density*).
f) Drainase pasir horizontal setebal 30 cm harus dikerjakan pada 2 (dua) tahap, dengan ketebalan padat 15 cm per tahap pada lokasi sesuai dengan Gambar Kerja. Setelah lapis pertama selesai dipadatkan, dilakukan Pekerjaan *Prefabricated Horizontal Drain* sesuai spesifikasi khusus Penyalir *Horizontal* Pra-Fabrikasi.
g) Setelah Pekerjaan *Prefabricated Horizontal Drain* selesai, dapat dilakukan Pekerjaan lapisan drainase pasir horizontal kedua dengan tebal padat 15 cm.

- 3) Penjaminan Mutu

- a) Pengujian gradasi material harus dilakukan setiap 1.000 m³ dari material pasir dengan minimum 3 (tiga) pengujian untuk setiap sumber pasir dan hasil dari pengujian harus disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.
b) Pengujian kepadatan timbunan padat di lapangan (Tes Kerucut Pasir) harus dilaksanakan setiap *layer*/lapis 15 cm dan untuk setiap 1.000 m² bahan timbunan sampai kedalaman penuh.

SKh.1.3.26.3 PEMBAYARAN

Ketentuan yang tercantum dalam Pasal SKh-1.3.21.4.2) dari Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.21 Drainase Pasir Horizontal (*Horizontal Sand Drain*) harus berlaku.

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SKh.1.3.27

**PEKERJAAN PROTEKSI TERHADAP GALIAN BATU ATAU LEMPUNG BERMASALAH
DI BAWAH LAPISAN PERKERASAN (KOMBINASI GEOMEMBRAN DAN GEOTEKSTIL)**

Spesifikasi Khusus ini harus dibaca bersamaan dengan Seksi 3.5 Geotekstil dari Spesifikasi Umum berlaku dan Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.8 Geomembran dengan penambahan berikut di bawah ini:

SKh.1.3.27.1 UMUM

1) Uraian

Ketentuan yang tercantum dalam Pasal SKh-1.3.8.1.1) dari Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.8 Geomembran harus berlaku, dengan penambahan:

- e) Penyedia Jasa melakukan pekerjaan proteksi galian pada kedalaman 1,5 m dari dasar *capping layer* area perkerasan sisi udara sesuai dengan ketentuan pada spesifikasi dan Gambar Kerja.
- f) Proteksi Galian terdiri dari 3 (tiga) lapis geosintetik, yaitu:
 - i Geotekstil Non-Woven pada lapis dasar;
 - ii Geomembran pada lapis tengah; dan
 - iii Geotekstil Non-Woven pada lapis atas.
- g) Pekerjaan harus diselesaikan dalam rentang waktu 1 jam sejak lapisan batu atau lempung bermasalah terekspos;

2) Pekerjaan Spesifikasi Khusus Lain dan Seksi Lain dalam Spesifikasi Umum yang Berkaitan dengan Spesifikasi Khusus Ini

Ketentuan yang tercantum dalam Pasal SKh-1.3.8.1.2) dari Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.8 Geomembran harus berlaku, dengan penambahan:

- h) Geotekstil : Seksi 3.5
- i) Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi : SKh-1.1.22
- j) Geomembran : SKh-1.3.8

SKh.1.3.27.2 BAHAN

2) Persyaratan Geomembran

a) Persyaratan Fisik, Mekanis, dan Kimiawi Geomembran

Ketentuan yang tercantum dalam Pasal SKh-1.3.8.2) 2) a) dari Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.8 Geomembran harus berlaku, dengan penambahan:

- vi) Geomembran yang digunakan pada pekerjaan harus terbuat dari *High-Density Polyethylene* (HDPE), memiliki tebal 1,5 mm dan memenuhi kriteria pada Pasal SKh-1.3.8.2)2)a)i) dari Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.8 Geomembran harus berlaku.

2) Persyaratan Geotekstil

Ketentuan yang tercantum dalam Pasal 3.5.2.2) dari Spesifikasi Umum harus berlaku, dengan penambahan:

- e) Persyaratan Geotekstil *Non-Woven* untuk proteksi Galian Batu dan Lempung Bermasalah

Geotekstil *non-woven* untuk proteksi galian batu dan lempung bermasalah harus terbuat dari *poly propylene* dan memenuhi persyaratan pada Tabel SKh.1.3.27.1).

Tabel SKh.1.3.27.1) Spesifikasi Geotekstil

Spesifikasi	Metode Uji	Nilai	Satuan
Kuat Tarik	ISO 10319	40	kN/m
Elongasi Tarik (MD/CD)	ISO 10319	80/50	%
Kuat Tusuk CBR	ISO 12236	6200	N
<i>Thickness</i>	ISO 9863	4,5	mm
<i>Massa Nominal</i>	ISO 9864	600	g/m ²

SKh.1.3.27.3 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

Ketentuan yang tercantum dalam Pasal 3.5.5 dari Spesifikasi Umum harus berlaku dan Pasal SKh-1.3.8.4) dari Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.8 Geomembran harus berlaku, dengan penambahan:

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
SKh.1.3.27.(1)	Pekerjaan Proteksi Terhadap Galian Batu atau Lempung Bermasalah di Bawah Area Perkerasan Sisi Udara (Kombinasi Geomembran dan Geotekstil)	Meter Persegi

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SKh.1.3.28

RIGID INCLUSION

SKh.1.3.28.1 UMUM

1) Uraian

- a) Pekerjaan ini meliputi penyediaan material, penyediaan peralatan, tenaga kerja yang tepat dan memadai serta pelaksanaan pekerjaan perbaikan tanah dengan *rigid inclusion* yang selanjutnya disingkat RI.
- b) RI merupakan metode perbaikan tanah menggunakan kolom modulus deformasi tinggi yang dibangun melalui tanah kompresibel untuk mengurangi penurunan dan meningkatkan daya dukung.
- c) Penyedia Jasa wajib menyediakan instrumentasi yang diperlukan untuk memantau dan merekam pelaksanaan pekerjaan perbaikan tanah.
- d) Perencanaan perbaikan tanah dengan RI dimaksudkan untuk membatasi penurunan vertikal maksimum 100 mm selama 10 (sepuluh) tahun pada struktur perkerasan.
- e) Penyedia Jasa harus bertanggung jawab atas pelaksanaan pekerjaan dan hasil dari pekerjaan yang mana harus memenuhi tolak ukur keberhasilan (*performance criteria*) yang telah ditentukan.
- f) Perlu diperhatikan bahwa volume pekerjaan RI yang ditunjukkan pada dokumen BoQ merupakan estimasi yang dibuat berdasarkan hasil penyelidikan tanah dengan jumlah titik penyelidikan tanah yang sangat terbatas sehingga terdapat kemungkinan volume pekerjaan RI aktual (yang dipasang hingga kedalaman *refusal*) berbeda dengan volume yang tertulis dalam dokumen BoQ.

2) Pekerjaan Spesifikasi Khusus Lain dan Seksi Lain dalam Spesifikasi Umum yang Berkaitan dengan Spesifikasi Khusus Ini

- | | |
|--|--------------|
| a) Mobilisasi | : Seksi 1.2 |
| b) Transportasi dan Penanganan | : Seksi 1.5 |
| c) Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas | : Seksi 1.8 |
| d) Kajian Teknis Lapangan (<i>Field Engineering</i>) | : Seksi 1.9 |
| e) Keselamatan dan Kesehatan Kerja | : Seksi 1.19 |
| f) Galian | : Seksi 3.1 |
| g) Timbunan | : Seksi 3.2 |
| h) Beton dan Beton Kinerja Tinggi | : Seksi 7.1 |
| i) Baja Tulangan | : Seksi 7.3 |
| j) Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi | : SKh-1.1.22 |
| k) Instrumentasi Geoteknik | : SKh-1.3.7 |

3) Standar Rujukan

Asiri National Project

“Asiri National Project, Recommendations for The Design, Construction and Control of Rigid Inclusion Ground Improvement – Chapter 7-8”, 2012

Federal Highway Administration Design Manual (FHWA)

FHWA-NHI-16-028 : *Geotechnical Engineering Circular No.13
Ground Modification Methods – Reference
Manual Volume II – Chapter 6 (Column-
Supported Embankment)*

American Society for Testing and Materials (ASTM)

ASTM C230/C230M-21 : *Standard Specification for Flow Table for Use in
Tests of Hydraulic Cement*
ASTM D1194 : *Standard Test Method for Bearing Capacity of
Soil for Static Load and Spread Footings*

Standar Nasional Indonesia (SNI)

SNI 03-2834-2000 : *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton
Normal*
SNI 1974:2011 : *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji
Silinder Yang Dicetak*
SNI 2493:2011 : *Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji
Beton di Laboratorium*
SNI 2049-2015 : *Semen Portland*
SNI 4433:2016 : *Spesifikasi Beton Segar Siap Pakai (ASTM
C94/C94M-14, IDT)*
SNI 2458:2018 : *Tata Cara Pengambilan Contoh untuk Campuran
Beton Segar (ASTM C172/C172M-17, IDT)*
SNI 4810:2018 : *Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Spesimen
Uji Beton di Lapangan (ASTM C31/C31M-17)*

4) Pengajuan Kesiapan Kerja dan Pencatatan

- a) Penyedia Jasa harus memiliki kualifikasi yang sesuai dengan kompetensi dengan pengalaman paling sedikit menangani 2 (dua) proyek sejenis dalam 10 (sepuluh) tahun terakhir dengan metode RI di Indonesia.
- b) Penyedia Jasa harus memiliki tenaga ahli geoteknik yang kompeten dan berpengalaman serta memiliki kemampuan untuk:
 - i Merencanakan pelaksanaan dan pemantauan pekerjaan; dan
 - ii Mampu menganalisis data pekerjaan dan pemantauan yang diperoleh.
- c) Sebelum pekerjaan dimulai, Penyedia Jasa harus melakukan *trial mix* yang bertujuan mendapatkan *job mix design grout* dengan kuat tekan yang ditargetkan. Penyedia Jasa wajib memberikan *job mix design* yang akan digunakan kepada Pengawas Pekerjaan dan mendapat persetujuan sebelum *job mix design* tersebut digunakan pada pelaksanaan pekerjaan.

- d) Sebelum pekerjaan dimulai, untuk setiap pekerjaan Penyedia Jasa harus menyerahkan kepada Pengawas Pekerjaan berupa Gambar Kerja, lokasi titik-titik dan elevasi dimana RI akan dipasang sesuai Gambar Kerja.
- e) Penyedia Jasa harus melengkapi dokumen teknis berikut:
 - i Metodologi kerja detail termasuk metode *Plate Loading Test* dan instrumentasi;
 - ii *Inspection Test Plan* (ITP);
 - iii Detail rencana pengendalian mutu;
 - iv Rencana K3 meliputi Prosedur Tanggap Darurat dan *Contractor Safety Management Systems* (CSMS);
 - v Detail jadwal pekerjaan meliputi jumlah alat dan pekerjaan;
 - vi Dokumen yang menyatakan jumlah *rig* yang tersedia dan kapasitas produksi untuk menyelesaikan pekerjaan RI sesuai dengan jadwal rencana;
 - vii Dokumen yang menyatakan ketersediaan *Auger* dan *sparepart* vital di lokasi pekerjaan dan histori perawatan *pile rig*; dan
 - viii Daftar tenaga kerja di lokasi pekerjaan meliputi:
 - (1) *Project manager*;
 - (2) *Site manager*;
 - (3) *Operator rig*;
 - (4) Mekanik/teknisi;
 - (5) Petugas K3; dan
 - (6) *Technical backup/engineer*.

5) Perbaikan Terhadap Pekerjaan yang Tidak Memenuhi Ketentuan

Penyedia Jasa bertanggung jawab penuh atas tercapainya kualitas pekerjaan sesuai yang telah ditetapkan di dalam dokumen kontrak dan spesifikasi ini. Apabila terdapat pekerjaan yang kualitasnya kurang dari yang telah ditetapkan di dalam dokumen kontrak, Penyedia Jasa wajib memperbaikinya dan/atau membuatnya lagi sampai memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam dokumen kontrak dan spesifikasi ini, tanpa ada penambahan biaya maupun perpanjangan waktu kontrak.

SKh.1.3.28.2 BAHAN

1) Persyaratan Bahan

a) *Material Grout*

- i Untuk semua pekerjaan, semen yang digunakan adalah jenis *portland cement* normal *type I*, sesuai dengan standar SNI 2049:2015.
- ii Penggunaan bahan tambahan dan semen jenis lain misalnya yang dapat cepat mengeras, harus mendapat persetujuan dari Pengawas Pekerjaan.
- iii Kriteria kemampuan untuk bisa dikerjakan (*workability*) : Setelah 4 jam, *test flow-table* harus menunjukkan angka $62,5 \pm 2,5$ cm.
- iv Mengingat jarak, kondisi lalu lintas, dan lokasi *batching plant*, angka *flow-table* ini harus dijaga pada *range* tersebut untuk memastikan kemampuan pemompaan *grout* (*pumpability*) pada saat proses injeksi *grout* dengan menggunakan tekanan rendah (< 5 bar) dapat dilakukan.

- v Kriteria Kekuatan : Kuat tekan material *grout* (f_c') harus mencapai minimal 20 MPa setelah 28 (dua puluh delapan) hari. Pengujian dilakukan dengan sampel silinder sesuai dengan standar yang berlaku. Pengujian kuat tekan harus dilakukan dengan peralatan yang bisa mencatat tegangan dan regangan sampai terjadi keruntuhan sehingga didapatkan kuat tekan dan nilai modulus elastisitas.
- b) Baja Tulangan
Ketentuan yang tercantum dalam Seksi 7.3 dari Spesifikasi Umum harus berlaku.
- c) Pekerjaan Pelat Beton di atas RI
Ketentuan yang tercantum dalam Seksi 7.1 dari Spesifikasi Umum harus berlaku.

2) Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah *pile rig*, dengan kualifikasi sebagai berikut:

- a) Usia *pile rig* maksimum 10 (sepuluh) tahun;
- b) Mampu memasang kolom RI dengan diameter 42 cm hingga kedalaman 20 m;
- c) Mampu menembus lapisan tanah hingga N-SPT 25 dan lensa setebal 1 m;
- d) Mampu merekam data-data teknis pekerjaan kolom RI secara *real-time* dan menghasilkan *digital installation log*; dan
- e) Mampu mencapai kedalaman *refusal* (bukan lapisan lensa) dengan penetrasi minimal pada kedalaman *refusal* sebesar 50 cm.

Data rekaman (*digital output* dari *rig* RI) setiap kolom RI wajib diberikan kepada Pengawas Pekerjaan sebagai *opname* volume aktual yang terpasang di lapangan.

SKh.1.3.28.3 PELAKSANAAN

1) Pekerjaan Persiapan

Sebelum pekerjaan dimulai, Penyedia Jasa harus memastikan bahwa:

- a) Penyedia Jasa harus membuat *platform* kerja dengan elevasi puncak mengikuti Gambar Kerja.
- b) *Platform* harus dalam keadaan kering, tidak terpengaruh terhadap kondisi pasang surut sungai sekitar, memiliki sistem drainase yang baik untuk mengantisipasi kondisi hujan dan mampu memikul *pile rig*.

2) Pelaksanaan RI

- a) Konstruksi RI dilakukan sesuai dengan denah dan pola instalasi pada Gambar Kerja.
- b) Pelaksanaan RI dilakukan dengan teknik *in-situ reinforcement* menggunakan alat pengeboran yang dapat sekaligus memadatkan dinding lubang bor (*full/semi augering displacement*) serta sebagai sarana pengisian material *grout* ke dalam lubang bor.
- c) Pelaksanaan pengeboran dan penguatan harus dilaksanakan sekaligus dalam 1 (satu) tahap yang bersamaan. Pengisian material *grout* harus dilaksanakan pada saat proses pencabutan mata bor (*auger*) berlangsung.
- d) Diameter lubang bor yang dihasilkan harus sama dengan diameter RI yang dimasukkan ke dalam lubang bor.

- e) Pekerjaan dengan teknik tumbukan atau getaran (*vibrasi*) melalui pemasangan *casing*, *water jet* dan tekanan udara tidak diperkenankan.
- f) Penyedia jasa harus meminimalisir limbah dan debu yang ditimbulkan dan kerusakan struktur di sekitar lokasi pekerjaan.
- g) Toleran pergeseran posisi kolom RI dari Gambar Kerja adalah 10 cm. Toleransi pergeseran berlaku untuk kondisi awal instalasi, sesaat setelah instalasi, 28 (dua puluh delapan) hari setelah instalasi dan sesaat sebelum konstruksi pelat beton. Jika deviasi pergeseran lebih dari 10 cm, maka Penyedia Jasa wajib melakukan pemasangan tambahan RI di lokasi yang terdampak. Data pengukuran posisi RI yang dimaksud di atas harus diserahkan kepada Pengawas Pekerjaan.
- h) Instalasi masing-masing RI dilakukan hingga kedalaman penetrasi *refusal* 50 cm tercapai dengan dua kriteria *refusal* yang harus tercapai secara bersamaan selama sekurang-kurangnya 10 detik, yaitu:
 - i) Torsi mencapai 100% kapasitas maksimal alat; dan
 - ii) *Push force* tinggi yang terindikasi dengan *rig* terangkat
- i) Beberapa kolom RI memiliki tulangan baja yang harus dipasang dengan cara didorong ke dalam kolom RI sesaat setelah kolom RI dikerjakan. Jumlah tulangan longitudinal, konfigurasi sengkang dan posisi kolom RI yang akan diperkuat tulangan mengacu pada Gambar Kerja terkait.
- j) Tepat di atas kepala kolom RI akan dikonstruksi pelat beton bertulang dengan mutu, dimensi, konfigurasi tulangan longitudinal dan sengkang mengacu pada Gambar Kerja.

3) Pencatatan Hasil Kerja

Catatan/*record* harus berisi minimal informasi sebagai berikut:

- a) Koordinat kolom terpasang (*as-built*) yang diambil menggunakan survei topografi;
- b) Tanggal pemasangan kolom;
- c) Waktu pelaksanaan;
- d) *Torque resistance*;
- e) *Drilling pressure*;
- f) Kecepatan (*speed*);
- g) Panjang dan kedalaman;
- h) Profil/bentuk kolom yang dihasilkan; dan
- i) Nilai f_c' dan modulus elastisitas *grout* sesuai dengan *batch* produksi *grout*.

4) Hal-hal yang Perlu Diperhatikan

Tindakan-tindakan pencegahan perlu dilakukan untuk menghindari kerusakan kolom dan kepala RI, baik selama proses pemasangan maupun setelah pemasangan RI.

Risiko kerusakan pada bagian atas RI dapat muncul dalam kasus berikut:

- a) Sirkulasi alat berat konstruksi baik langsung di atas atau di sekitar kepala RI;
- b) Kapasitas daya dukung *platform* yang tidak memadai sehubungan dengan sirkulasi alat berat konstruksi;
- c) Pemasangan saluran utilitas (air, gas, listrik, dan lain-lain) baik diantara atau sejajar dengan *grid* spasi RI;
- d) Pekerjaan tanah yang melibatkan proses penggalian pada lokasi atau di sekitar RI;

- e) Pemulihan *platform* kerja setelah pekerjaan RI seperti pengangkutan dan pembersihan *spoil* dengan alat berat;
- f) Pemadatan *platform* kerja pada tahapan selanjutnya menggunakan energi yang terlalu besar;
- g) Pemotongan kepala RI dengan metode yang tidak sesuai dan dapat merusak integritas kolom seperti menggunakan alat berat (*excavator*); dan
- h) Proses pemasangan pelat beton di atas kepala RI yang terlaksana tidak dengan hati-hati.

Jumlah minimum waktu untuk mendapatkan kekuatan yang cukup, harus disediakan dengan memberikan jarak antara produksi RI dan tahap pekerjaan tanah selanjutnya. Periode ini harus divalidasi dengan pengujian pada sampel, bergantung kepada waktu *setting* dan peningkatan kekuatan material *grout* yang digunakan untuk pekerjaan RI. Waktu tunggu ini perlu disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

SKh.1.3.28.4 PENGENDALIAN MUTU

1) Jaminan

Penyedia Jasa bertanggung jawab sepenuhnya atas hasil kerjanya sesuai tolak ukur keberhasilan yang ditentukan dan berkewajiban memberikan jaminan apabila terjadi kegagalan dalam pelaksanaan pekerjaan. Jaminan tersebut ditujukan kepada Pengawas Pekerjaan dan boleh dalam bentuk jaminan korporasi (*corporate guarantee*) tertulis dan berlaku minimal selama 10 (sepuluh) tahun terhitung dari tanggal serah terima pekerjaan perbaikan tanah. Jaminan Korporasi tersebut harus dikeluarkan oleh kantor pusat perusahaan Penyedia Jasa perbaikan tanah dan diserahkan kepada Pengawas Pekerjaan sebelum pelaksanaan pekerjaan dimulai.

2) Pengujian Material Grout

a) Tes pra konstruksi

Unconfined compressive strength dilakukan untuk umur *grout* 7, 14, dan 28 (dua puluh delapan) hari guna mengecek ketepatan *mix design* terhadap kekuatan yang digunakan dalam *design* dan modulus elastisitas.

b) Tes kolom di lapangan

Minimal 2 (dua) kolom percobaan (*unused*) pada setiap zona harus dibuat dan *core sample* atas kolom-kolom tersebut diambil dengan minimal pada 2 (dua) kedalaman untuk dilakukan tes kuat tekan (*unconfined compressive strength test*).

c) Tes pada saat konstruksi

Untuk setiap pengiriman *grout* harus dilakukan tes *flow-table* guna memastikan bahwa angka *flow-table* yang dicapai sesuai dengan *design*. Untuk setiap 110 m³ beton/*grout* semen yang dikirim ke lapangan harus diambil sedikitnya 9 (sembilan) sampel guna dilakukan tes kuat tekan di laboratorium pada 7, 14 dan 28 hari.

3) Pengujian Mutu Terhadap Pekerjaan RI

- a) Pekerjaan RI diuji dengan menggunakan *Plate Loading Test* berdasarkan ASTM D1194 dan “*Asiri National Project, Recommendations for The Design*,

Construction and Control of Rigid Inclusion Ground Improvement – Chapter 7-8”
2012.

- b) Pengujian dilakukan secara acak untuk setiap luasan area pekerjaan 2.500 m², dengan total jumlah pengujian pada setiap zona dibulatkan ke atas.
- c) Pembebanan dilakukan dengan beban sebesar 150% dari beban rencana yang diterima 1 (satu) unit *cell*. Penurunan maksimal yang diizinkan terjadi saat 100% beban rencana adalah 100 mm.
- d) Pembacaan beban dan penurunan dilakukan menggunakan *load cell* dan *transducer* yang terkalibrasi dalam 1 (satu) tahun terakhir. Sertifikat kalibrasi *load cell* dan *transducer* yang digunakan harus diserahkan kepada Pengawas Pekerjaan.

4) Pengamatan Penurunan pada Area RI

Pengamatan penurunan pada area RI diperlukan untuk mengevaluasi performa dari sistem RI yang telah terpasang. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan *Settlement Plate* yang dipasang di atas pelat beton. Lokasi titik *settlement plate* dipasang sesuai dengan Gambar Rencana. Pelaksanaan pengukuran penurunan dengan *Settlement Plate* sesuai dengan Spesifikasi Khusus Instrumentasi Geoteknik.

SKh.1.3.28.5 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

1) Pengukuran

- a) Pengukuran pekerjaan perbaikan tanah menggunakan *Rigid Inclusion* diukur dan dibayar sejumlah panjang kolom (meter) pekerjaan sesuai spesifikasi.
- b) Pengukuran pengujian *Plate Loading Test* dihitung berdasarkan laporan hasil pengujian (jumlah titik uji).

2) Pembayaran

- a) Pembayaran dilakukan berdasarkan panjang RI yang terpasang aktual di lapangan hingga kedalaman *refusal* (dibuktikan dari *digital installation log rig* RI) dan memiliki mutu sesuai dengan persyaratan yang tercantum dalam spesifikasi ini.
- b) Pembayaran harus dilakukan dengan Harga Satuan Kontrak. Harga ini sudah termasuk pengangkutan material, bahan, tenaga kerja, perkakas, peralatan, penjaminan mutu dan biaya tak terduga lainnya yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan sesuai dengan spesifikasi ini dan Gambar Kerja yang telah ditentukan.

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
SKh.1.3.28.(1)	<i>Rigid Inclusion</i>	Meter Panjang
SKh.1.3.28.(2)	<i>Plate Loading Test</i>	Titik

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SKh.1.3.29

DEEP SOIL MIXING

SKh.1.3.29.1 UMUM

1) Uraian

- a) Pekerjaan ini meliputi pengadaan material, peralatan, tenaga kerja yang tepat dan memadai serta pelaksanaan pekerjaan perbaikan tanah dengan *Deep Soil Mixing* yang selanjutnya disingkat DSM.
- b) DSM adalah metode perbaikan tanah *in-situ* dengan cara pencampuran tanah asli dengan material semen dan/atau bahan tambahan lainnya. Hasil dari campuran ini adalah material komposit yang memiliki kekuatan lebih tinggi, permeabilitas lebih rendah dan kompresibilitas yang lebih rendah dibandingkan dengan tanah asli.
- c) Penyedia Jasa harus menyediakan instrumentasi yang diperlukan untuk mengawasi dan merekam pelaksanaan pekerjaan perbaikan tanah.
- d) Penyedia Jasa melakukan pekerjaan DSM sesuai dengan konfigurasi yang ditentukan pada Gambar Kerja baik untuk area *wall*, drainase, proteksi lereng, jalan perimeter dan jalan relokasi.
- e) Penyedia Jasa harus bertanggung jawab dalam pelaksanaan pekerjaan dan hasil dari pekerjaan yang mana harus memenuhi tolak ukur keberhasilan (*performance criteria*) yang telah ditentukan.
- f) Penyedia Jasa wajib memastikan bahwa campuran semen yang digunakan memenuhi persyaratan *Unconfined Compressive Strength* (UCS) minimum, yaitu 1,2 MPa.
- g) Perlu diperhatikan bahwa volume pekerjaan DSM yang ditunjukkan pada dokumen BoQ merupakan estimasi yang dibuat berdasarkan hasil penyelidikan tanah dengan jumlah titik penyelidikan tanah yang sangat terbatas sehingga terdapat kemungkinan volume pekerjaan DSM aktual (yang dipasang hingga kedalaman *refusal*) berbeda dengan volume yang tertulis dalam dokumen BoQ.

2) Pekerjaan Spesifikasi Khusus Lain dan Seksi Lain dalam Spesifikasi Umum yang Berkaitan dengan Spesifikasi Khusus ini

- | | |
|--|--------------|
| a) Mobilisasi | : Seksi 1.2 |
| b) Transportasi dan Penanganan | : Seksi 1.5 |
| c) Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas | : Seksi 1.8 |
| d) Kajian Teknis Lapangan (<i>Field Engineering</i>) | : Seksi 1.9 |
| e) Keselamatan dan Kesehatan Kerja | : Seksi 1.19 |
| f) Galian | : Seksi 3.1 |
| g) Timbunan | : Seksi 3.2 |
| h) Beton dan Beton Kinerja Tinggi | : Seksi 7.1 |

- i) Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi : SKh-1.1.22
- j) Instrumentasi Geoteknik : SKh-1.3.7

3) Standar Rujukan

Standar Nasional Indonesia (SNI)

- SNI 2049-2015 : Semen portland
- SNI 8460-2017 : Persyaratan perancangan geoteknik

American Society for Testing and Materials (ASTM)

- ASTM C150 : Standard Specification for Portland Cement
- ASTM C192 : Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory
- ASTM C821-09 : Standard Specification for Lime for Use with Pozzolans
- ASTM C989-09 : Standard Specification for Slag Cement for Use in Concrete and Mortars
- ASTM D2166 : Standard Specification for Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil
- ASTM D4380 : Standard Test Method for Density of Bentonitic Slurries

Federal Highway Administration Design Manual (FHWA)

- FHWA-HRT-13-046 : Deep Mixing for Embankment and Foundation Support

4) Pengajuan Kesiapan Kerja dan Pencatatan

- a) Penyedia Jasa harus memiliki kualifikasi yang memadai dan telah memiliki pengalaman mengerjakan pekerjaan minimal 2 (dua) proyek sejenis dalam 10 (sepuluh) tahun terakhir dengan metode DSM di Indonesia.
- b) Penyedia Jasa harus memiliki tenaga ahli geoteknik yang kompeten dan berpengalaman dan memiliki kemampuan untuk:
 - i Merencanakan pelaksanaan dan pemantauan pekerjaan; dan
 - ii Mampu menganalisis data pekerjaan dan pemantauan yang diperoleh.
- c) Sebelum pekerjaan dimulai, Penyedia Jasa harus melakukan *trial mix* yang bertujuan untuk mendapatkan rasio semen-tanah yang optimal. Percobaan campuran ini dilakukan di laboratorium dengan melakukan uji tekan UCS menggunakan sampel tanah *in-situ*. Pengujian UCS harus dilakukan dengan peralatan yang bisa mencatat tegangan dan regangan sampai terjadi keruntuhan sehingga didapatkan kuat tekan dan nilai modulus elastisitas. Penyedia Jasa wajib memberikan *mix design* yang akan digunakan kepada Pengawas Pekerjaan dan mendapat persetujuan sebelum *mix design* tersebut digunakan pada pelaksanaan pekerjaan.
- d) Sebelum pekerjaan dimulai, untuk setiap pekerjaan Penyedia Jasa harus menyerahkan kepada Pengawas Pekerjaan berupa Gambar Kerja, lokasi titik-titik dan elevasi kolom DSM akan dipasang sesuai Gambar Kerja.

- e) Penyedia Jasa harus melengkapi dokumen teknis berikut:
- i Metodologi Kerja detail;
 - ii ITP (*Inspection Test Plan*);
 - iii Detail Rencana pengendalian mutu;
 - iv Rencana K3 meliputi Prosedur Tanggap Darurat dan CSMS (*Contractor Safety Management Systems*);
 - v Detail jadwal pekerjaan meliputi jumlah alat dan pekerjaan;
 - vi Dokumen yang menyatakan jumlah *Rig* yang tersedia dan kapasitas produksi untuk menyelesaikan pekerjaan DSM sesuai dengan jadwal rencana;
 - vii Dokumen yang menyatakan ketersediaan *sparepart* vital di lokasi pekerjaan dan histori perawatan DSM *rig*; dan
 - viii Daftar tenaga kerja di lokasi pekerjaan meliputi:
 - (1) *Project Manager*;
 - (2) *Site Manager*;
 - (3) *Operator rig*;
 - (4) Mekanik/teknisi;
 - (5) Petugas K3; dan
 - (6) *Technical Backup/Engineer*.

5) Perbaikan Terhadap Pekerjaan yang Tidak Memenuhi Ketentuan

Penyedia Jasa bertanggung jawab penuh atas tercapainya kualitas pekerjaan sesuai yang telah ditetapkan di dalam dokumen kontrak dan spesifikasi ini. Apabila terdapat pekerjaan yang kualitasnya kurang dari yang telah ditetapkan di dalam dokumen kontrak, Penyedia Jasa wajib memperbaikinya dan/atau membuatnya lagi sampai memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam dokumen kontrak dan spesifikasi ini, tanpa ada penambahan biaya maupun perpanjangan waktu kontrak.

SKh.1.3.29.2 BAHAN

1) Persyaratan Bahan

- a) Untuk semua pekerjaan, semen yang digunakan adalah jenis *Portland Cement* normal *type I*, sesuai dengan standar SNI 2049:2015.
- b) Material Semen yang akan digunakan harus diajukan kepada Pengawas Pekerjaan dan mendapat persetujuan sebelum pekerjaan DSM dilakukan.
- c) Jika ada perubahan jenis dan/atau produk Semen yang digunakan, Penyedia Jasa wajib menginformasikan dan meminta persetujuan kepada Pengawas Pekerjaan sebelum material tersebut digunakan.
- d) Bahan tambahan seperti *water reducer*, *plasticizer*, *accelerator*, campuran dan aditif lainnya dapat ditambahkan ke campuran air atau semen dengan diketahui dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.
- e) Air yang digunakan untuk pencampuran harus bersih, tidak berwarna dan terbebas dari kandungan material yang dapat merusak dan mempengaruhi kekuatan serta sifat pencampuran. Penyedia Jasa harus membuktikan bahwa air yang digunakan tidak memiliki kandungan komponen yang dapat mengganggu pencapaian mutu DSM.

- f) Penyedia Jasa harus memperhitungkan dampak keberadaan lumpur atau material lain terhadap kualitas DSM.
- g) Campuran air-semen (*slurry*) merupakan campuran yang harus homogen, stabil, dan telah mendapatkan persetujuan dari Pengawas Pekerjaan. Perubahan dalam rasio komponen campuran air-semen dapat diajukan oleh Penyedia Jasa, tetapi tidak boleh dilaksanakan tanpa peninjauan dan persetujuan dari Pengawas Pekerjaan. Validasi melalui uji laboratorium atau lapangan diperlukan jika terjadi perubahan lebih dari 10% dari desain komposisi campuran yang telah disetujui sebelumnya.
- h) Setiap pengiriman material harus disertai dengan pengiriman sertifikat yang menunjukkan bahwa material tersebut telah diuji dan dianalisis komposisi kimiawinya dan bahwa uji dan analisa tersebut sesuai dengan persyaratan-persyaratan yang umum berlaku di Indonesia.
- i) Setiap pengiriman material, yang dikirim ke *site* harus diuji dan dianalisis memenuhi persyaratan yang berlaku. Pengawas Pekerjaan dapat menolak material yang didatangkan/sudah ada, berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, meskipun material tersebut telah mendapat sertifikat. Semua material yang telah ditolak harus segera dikeluarkan dari lokasi pekerjaan dengan biaya Penyedia Jasa. Penyedia Jasa tidak akan mendapat biaya tambahan untuk mengganti material yang tidak dipakai tersebut.

2) Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah DSM *rig*, dengan kualifikasi sebagai berikut:

- a) Usia DSM *rig* maksimum 10 (sepuluh) tahun;
- b) Mampu memasang kolom DSM dengan diameter rencana sampai kedalaman 18 m;
- c) Mampu menembus lapisan tanah hingga N-SPT 15 dan lensa setebal 1 m;
- d) Mampu merekam data-data teknis pekerjaan kolom DSM secara *real-time* termasuk *amperage*, kecepatan pencampuran *slurry* per menit, total waktu pencampuran dan total volume *slurry* yang digunakan, serta menghasilkan *digital installation log*; dan
- e) Mampu mencapai kedalaman *refusal* (bukan lapisan lensa) dengan penetrasi minimal pada kedalaman *refusal* sebesar 50 cm.

Data rekaman (*digital output* dari *rig* DSM) setiap kolom DSM wajib diberikan kepada Pengawas Pekerjaan sebagai *opname* volume aktual yang terpasang di lapangan.

SKh.1.3.29.3 PELAKSANAAN

1) Pekerjaan Persiapan

Sebelum pekerjaan dimulai, Penyedia Jasa harus memastikan bahwa:

- a) Penyedia Jasa harus membuat rantai kerja dengan elevasi puncak mengikuti Gambar Kerja; dan
- b) Rantai kerja harus dalam keadaan kering, tidak terpengaruh terhadap kondisi pasang surut sungai sekitar, memiliki sistem drainase yang baik untuk mengantisipasi kondisi hujan dan mampu memikul DSM *rig*.

2) Pola Instalasi DSM

Konstruksi DSM dilakukan sesuai dengan denah dan pola instalasi pada Gambar Kerja.

3) Pelaksanaan DSM

- a) Sebelum menggunakan *shaft* pencampur semen, semua pipa harus dibersihkan dengan air bertekanan dan diperiksa untuk memastikan tidak ada penyumbatan di dalam pipa.
- b) Instalasi DSM pada setiap kolom harus dilakukan secara menerus. Jika terjadi gangguan yang menyebabkan pekerjaan terhenti selama lebih dari 1 jam, maka pengerjaan kolom DSM harus dicampur ulang saat material pencampur diinjeksikan hingga keseluruhan kedalaman kolom DSM tanpa biaya tambahan.
- c) Laju injeksi campuran air-semen (*slurry*) atau volume campuran *slurry* semen yang diinjeksikan harus dicatat dalam laporan produksi harian untuk setiap 1 m (diukur secara vertikal) campuran air-semen yang diinjeksikan. Jika volume yang diinjeksikan kurang dari jumlah yang diperlukan untuk memenuhi persyaratan *volume ratio* yang direncanakan, maka perlu dilakukan pencampuran ulang dan injeksi material pengikat tambahan harus dilakukan hingga minimum 1 m di bawah bagian yang kekurangan. Pekerjaan tersebut harus diketahui dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.
- d) Pelaksanaan DSM harus dilakukan hingga mencapai kedalaman *refusal* yang dibuktikan dengan pencatatan *amperage* pada *digital installation log*.

4) Pencatatan Hasil Kerja

Catatan/*record* harus berisi minimal informasi sebagai berikut:

- a) Koordinat kolom terpasang (*as-built*) yang diambil menggunakan survei topografi;
- b) *Verticality*;
- c) Elevasi *top* dan *bottom* setiap kolom;
- d) Waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan setiap kolom;
- e) Volume material kolom yang digunakan;
- f) Kecepatan penetrasi;
- g) Perlindungan yang dilakukan selama proses *curing*;
- h) Kedalaman *refusal*;
- i) *Amperage*; dan
- j) Homogenitas kolom DSM.

Semua hasil pencatatan tersebut harus dilaporkan sebagai pencatatan hasil kerja/catatan pelaksanaan DSM. Pencatatan tersebut dapat menjadi acuan *progress* pekerjaan dan sebagai bukti pelaksanaan DSM.

SKh.1.3.29.4 PENGENDALIAN MUTU

1) Jaminan

Penyedia Jasa bertanggung jawab sepenuhnya atas hasil kerjanya sesuai tolak ukur keberhasilan yang ditentukan dan berkewajiban memberikan jaminan apabila terjadi kegagalan dalam pelaksanaan pekerjaan. Jaminan tersebut ditujukan kepada Pengawas Pekerjaan dan boleh dalam bentuk jaminan korporasi (*corporate guarantee*) tertulis dan berlaku minimal selama 10 (sepuluh) tahun terhitung dari tanggal serah terima pekerjaan perbaikan tanah. Jaminan Korporasi tersebut harus dikeluarkan oleh kantor

pusat perusahaan Penyedia Jasa perbaikan tanah dan diserahkan kepada Pengawas Pekerjaan sebelum pelaksanaan pekerjaan dimulai.

2) Kriteria Penerimaan Pekerjaan DSM

- a) Pergeseran posisi kolom DSM maksimum adalah 100 mm secara horizontal.
- b) *Verticality* (kesejajaran vertikal) alat *rig* DSM harus dipantau sebelum pemasangan dan selama pemasangan, baik dalam arah memanjang maupun melintang. Maksimum kemiringan terhadap sumbu vertikal 1% dalam setiap arah.
- c) Diameter kolom DSM yang terpasang harus lebih besar atau sama dengan diameter kolom yang direncanakan.
- d) Hasil uji UCS pada sampel *coring* minimum 1,2 MPa dengan ketentuan sesuai pasal pengendalian mutu.
- e) Kedalaman kolom DSM harus mencapai kedalaman *refusal* yang dibuktikan dengan pencatatan *amperage* pada *digital installation log*.

3) Pengujian Mutu Terhadap Pekerjaan DSM

- a) Pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas DSM harus dilakukan oleh laboratorium pengujian yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.
- b) Spesimen yang diuji adalah sampel *coring* di lapangan pada hari ke-28 setelah pemasangan DSM.
- c) Jumlah titik pengambilan *core* minimum adalah 2% dari jumlah titik DSM pada setiap area yang akan diperbaiki. Titik-titik pengambilan *core* harus tersebar secara merata dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.
- d) *Core* harus diambil secara menerus dari atas hingga bawah kolom DSM. Setiap *core* dari tanah yang diperbaiki harus memiliki panjang 1 m hingga 1,5 m dengan diameter minimum 64 mm.
- e) Lubang yang dihasilkan akibat pengambilan *core* harus ditutup kembali menggunakan *slurry* yang memiliki kuat tekan sama dengan atau lebih besar dari kuat tekan 28 (dua puluh delapan) hari dari tanah yang diperbaiki.
- f) Minimum 5 (lima) spesimen untuk pengujian UCS harus diperoleh dari setiap *core* yang diambil. Spesimen pengujian harus mempunyai rasio panjang terhadap diameter sebesar 2 atau lebih.
- g) Pengujian kuat tekan harus dilakukan sesuai dengan ASTM D2166, kecuali pembebanan harus dilanjutkan hingga spesimen pecah untuk dilakukan pemeriksaan bagian dalam spesimen.
- h) Spesimen yang rusak saat pengujian harus didokumentasikan, khususnya pada segregasi, lensa dan celah yang terlihat pada spesimen.
- i) Apabila kuat tekan spesimen tidak memenuhi kriteria yang telah ditentukan karena tidak mewakili tanah yang diperbaiki, dapat dilakukan pengujian ulang untuk spesimen dari *core* yang sama atas persetujuan Pengawas Pekerjaan. Pengujian ulang hanya diperbolehkan satu kali untuk setiap *core*.
- j) Dari 5 (lima) spesimen yang diuji dari setiap *core*, minimum 80% spesimen harus memenuhi kriteria kuat tekan yang ditentukan.
- k) Dari seluruh pengujian yang dilakukan di lapangan, minimum 90% hasil pengujian memenuhi kriteria kuat tekan yang disyaratkan.

SKh.1.3.29.5 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

1) Pengukuran

Kuantitas pekerjaan DSM akan diukur dalam meter kubik (m³) yang terpasang aktual di lapangan, mencapai kedalaman *refusal* (dibuktikan dari *digital installation log rig* DSM) dan memiliki mutu sesuai dengan persyaratan yang tercantum dalam Spesifikasi ini.

2) Pembayaran

Pembayaran harus dilakukan dengan Harga Satuan Kontrak. Harga ini sudah termasuk pengangkutan material, bahan, tenaga kerja, perkakas, peralatan, *quality control* dan biaya tak terduga lainnya yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan sesuai dengan Spesifikasi dan Gambar Kerja yang telah ditentukan.

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
SKh.1.3.29.(1)	<i>Deep Soil Mixing</i>	Meter Kubik

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SKh.1.3.30

**PEKERJAAN PENYALIR VERTIKAL PRA-FABRIKASI
(*PREFABRICATED VERTICAL DRAIN*)**

Spesifikasi Khusus Interim ini harus dibaca bersamaan dengan Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.22 Penyalir Vertikal Pra-Fabrikasi dengan modifikasi berikut di bawah ini:

SKh.1.3.30.1 UMUM

1) Uraian

Ketentuan yang tercantum dalam Pasal SKh-1.3.22.1.1) dari Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.22 Penyalir Vertikal Pra-Fabrikasi harus berlaku, dengan penambahan:

- p. Pekerjaan PVD bertujuan mempercepat proses konsolidasi sehingga derajat konsolidasi primer minimum 90% tercapai pada akhir masa konstruksi.
- q. Volume pekerjaan PVD yang ditunjukkan pada dokumen *Bill of Quantity* (BoQ) merupakan estimasi yang dibuat berdasarkan hasil penyelidikan tanah dengan jumlah titik penyelidikan tanah yang sangat terbatas sehingga terdapat kemungkinan volume pekerjaan PVD aktual (yang dipasang hingga kedalaman *refusal*) berbeda dengan volume yang tertulis dalam dokumen BoQ.

2) Pekerjaan Spesifikasi Khusus Lain dan Seksi Lain dalam Spesifikasi Umum yang Berkaitan dengan Spesifikasi Khusus Ini

Ketentuan dalam Pasal SKh-1.3.22.1.2 dari Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.22 Penyalir Vertikal Pra-Fabrikasi harus berlaku, dengan penambahan:

- q) Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi : SKh-1.1.22
- r) Penyalir Vertikal Pra-Fabrikasi : SKh-1.3.22

4. Pengajuan Kesiapan Kerja dan Pencatatan

Ketentuan yang tercantum dalam Pasal SKh-1.3.22.1.4 dari Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.22 Penyalir Vertikal Pra-Fabrikasi harus berlaku, dengan penambahan:

- c) Penyedia Jasa harus memiliki kualifikasi yang sesuai dengan kompetensi dengan pengalaman paling sedikit menangani 2 (dua) proyek sejenis dalam 10 (sepuluh) tahun terakhir dengan metode PVD di Indonesia.
- d) Penyedia Jasa harus memiliki tenaga ahli geoteknik yang kompeten dan berpengalaman dan memiliki kemampuan untuk:
 - i. Merencanakan pelaksanaan dan pemantauan pekerjaan; dan
 - ii. Mampu menganalisis data pekerjaan dan pemantauan yang diperoleh.
- e) Penyedia Jasa harus melengkapi dokumen teknis berikut:
 - i. Metodologi kerja detail termasuk instrumentasi;
 - ii. *Inspection Test Plan* (ITP);
 - iii. Detail rencana pengendalian mutu;

- iv. Rencana K3 meliputi prosedur tanggap darurat dan *Contractor Safety Management Systems* (CSMS);
- v. Detail jadwal pekerjaan meliputi jumlah alat dan pekerjaan;
- vi. Dokumen yang menyatakan jumlah *rig* yang tersedia dan kapasitas produksi untuk menyelesaikan pekerjaan sesuai dengan jadwal rencana;
- vii. Dokumen yang menyatakan ketersediaan *sparepart* vital di lokasi pekerjaan dan histori perawatan *rig*; dan
- viii. Daftar tenaga kerja di lokasi pekerjaan meliputi:
 - (1) *Project Manager*;
 - (2) *Site Manager*;
 - (3) *Operator Rig*;
 - (4) Mekanik/Teknisi;
 - (5) Petugas K3; dan
 - (6) *Technical Backup/Engineer*.

SKh.1.3.30.2 PERSYARATAN BAHAN

1) Bahan

Ketentuan yang tercantum dalam Pasal SKh-1.3.22.2.1 dari Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.22 Penyalir Vertikal Pra-Fabrikasi harus berlaku, dengan penambahan:

- f) Penyedia Jasa harus melakukan *Predelivery Checking* sebelum pengiriman PVD ke lokasi pekerjaan. *Predelivery Checking* bertujuan memastikan bahwa spesifikasi material PVD yang akan dikirim ke lokasi pekerjaan sesuai dengan yang disyaratkan pada spesifikasi ini. *Predelivery Checking* harus diketahui dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

2) Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah *PVD rig*, dengan kualifikasi sebagai berikut:

- a) Usia *PVD rig* maksimum 10 (sepuluh) tahun;
- b) Memiliki *Mandrel* yang mampu memasang PVD hingga kedalaman 15 m;
- c) Mampu menembus lapisan tanah hingga N-SPT 12 dan lensa setebal 1 m;
- d) Mampu merekam data-data teknis pekerjaan PVD secara *real-time*, dan menghasilkan *digital installation log*; dan
- e) Mampu mencapai kedalaman *refusal* (bukan lapisan lensa) yang dibuktikan dengan tekanan maksimum yang terbaca pada alat.

Data rekaman (*digital output* dari *rig* PVD) setiap PVD wajib diberikan kepada Pengawas Pekerjaan sebagai *opname* volume aktual yang terpasang di lapangan.

SKh.1.3.30.3 PELAKSANAAN

1) Pekerjaan Persiapan

Ketentuan yang tercantum dalam Pasal SKh-1.3.22.3.1 dari Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.22 Penyalir Vertikal Pra-Fabrikasi harus berlaku, dengan penambahan:

- e) Penyedia Jasa harus membuat rantai kerja dengan elevasi puncak mengikuti Gambar Kerja; dan

- f) Lantai kerja harus dalam keadaan kering, tidak terpengaruh terhadap kondisi pasang surut sungai sekitar, memiliki sistem drainase yang baik untuk mengantisipasi kondisi hujan dan mampu memikul PVD *rig*.

2) Pelaksanaan Pemasangan

Ketentuan yang tercantum dalam Pasal SKh-1.3.22.3.2).c), d), e), f), g), h), i) dari Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.22 Penyalir Vertikal Pra-Fabrikasi harus berlaku, dengan penyesuaian dalam pasal SKh-1.3.22.3.2).a), b), j) , dan penambahan:

- a) PVD harus *ditempatkan*, diberi nomor dan dipasang dengan menggunakan *baseline* dan *benchmark* sesuai Gambar Kerja. Penyedia Jasa harus mengambil langkah pencegahan untuk melindungi PVD yang terpasang dan bertanggung jawab atas setiap pemasangan ulang yang diperlukan. Titik pemasangan PVD tidak boleh bervariasi lebih dari 5 cm dari titik rencana yang ditentukan pada Gambar Kerja.
- b) PVD yang terletak lebih dari 5 cm terhadap titik rencana atau rusak atau tidak terpasang sebagaimana mestinya, akan ditolak dan ditinggalkan di tempat.
- j) PVD yang telah terpasang harus dipotong dengan rapi 50 cm di atas lantai kerja.
- k) Penyedia Jasa harus memperhatikan bahwa kedalaman tanah lunak memiliki variasi yang tinggi pada lokasi pekerjaan disebabkan oleh kondisi topografi yang relatif ekstrem (berbukit dan rawa).
- l) Kedalaman instalasi dilakukan sampai kedalaman *refusal*. Penyedia Jasa wajib memastikan bahwa kedalaman PVD yang terpasang pada kedalaman *refusal* bukan pada lapisan lensa (*false refusal*) dengan dibuktikan oleh tekanan maksimum yang terbaca pada alat dan *digital installation log* pada setiap titik.

3) Penyambungan

Ketentuan yang tercantum dalam Pasal SKh-1.3.22.3.4).a), b) dari Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.22 Penyalir Vertikal Pra-Fabrikasi harus berlaku, dengan penyesuaian dalam pasal SKh-1.3.22.3.4).c):

- c) Selimut dan inti PVD harusambung-susup (*overlapping*) sepanjang minimum 30 cm pada setiap sambungan.

4) Pencatatan Hasil Kerja

Digital Installation Log harus berisi minimal informasi sebagai berikut:

- a) Waktu penetrasi yang diperlukan untuk mencapai kedalaman *refusal*;
- b) Kedalaman instalasi PVD;
- c) Tanggal instalasi;
- d) Titik referensi PVD;
- e) Halangan dan keterlambatan selama pekerjaan; dan
- f) *Levels* (RL) yang merujuk ke *datum* lokal, pada atas dan ujung PVD.
- g) Tekanan penetrasi untuk pembuktian kedalaman *refusal*.

Data hasil bacaan tersebut wajib diserahkan untuk keperluan pengecekan lebih lanjut terhadap kualitas pemasangan yang telah diselesaikan dan opname volume pekerjaan.

SKh.1.3.30.4 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

1) Pengukuran

Ketentuan yang tercantum dalam Pasal SKh-1.3.22.5.1).a), c) dari Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.22 Penyalir Vertikal Pra-Fabrikasi harus berlaku, dengan penyesuaian dalam pasal SKh-1.3.22.5.1).b) dan penambahan pada Pasal SKh-1.3.22.5.1).d) sebagai berikut:

- b) PVD harus diukur dengan meter linier dari ujung bawah kedalaman *refusal* sampai permukaan sesuai pekerjaan yang terpasang. Panjang PVD yang dibayar harus sepanjang ujung tembusan pemasangan *mandrel* di bawah area yang dipekerjakan, ditambah dengan panjang yang dikerat di atas area yang dikerjakan. Pengawas Pekerjaan tidak akan membayar PVD yang dipasang namun tidak sampai kedalaman *refusal* dan/atau PVD tidak berfungsi dengan baik untuk mempercepat proses konsolidasi berdasarkan hasil *monitoring piezometer*.
- d) PVD yang dipasang lebih panjang dari yang ditunjukkan pada estimasi kedalaman di dalam gambar rencana tidak akan dibayar.

2) Pembayaran

Ketentuan yang tercantum dalam Pasal SKh-1.3.22.5.2).a) dari Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.22 Penyalir Vertikal Pra-Fabrikasi harus berlaku.

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SKh.1.3.31

PEKERJAAN INSTRUMENTASI GEOTEKNIK

Spesifikasi Khusus Interim ini harus dibaca bersamaan dengan Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.7 Instrumentasi Geoteknik dengan modifikasi berikut di bawah ini:

SKh.1.3.31.1 UMUM

1) Uraian

Ketentuan dalam Pasal SKh-1.3.7.1.1) b), c), d) dari Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.7 Instrumentasi Geoteknik harus berlaku, dengan penyesuaian dalam Pasal SKh-1.3.7.1.1) a):

a) Spesifikasi ini dimaksudkan untuk menjelaskan dan mengatur persyaratan penggunaan Instrumentasi pada pekerjaan galian, timbunan dan perbaikan tanah dengan metode *Prefabricated Vertical Drain* dan *Rigid Inclusion*.

2) Pekerjaan Spesifikasi Khusus Lain dan Seksi Lain dalam Spesifikasi Umum yang Berkaitan dengan Spesifikasi Khusus Ini

Ketentuan dalam Pasal SKh-1.3.7.1.2) dari Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.7 Instrumentasi Geoteknik harus berlaku, dengan penambahan:

a) Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) : SKh-1.1.22

b) Instrumentasi Geoteknik : SKh-1.3.7

3) Standar Rujukan

Ketentuan dalam Pasal SKh-1.3.7.1.3) dari Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.7 Instrumentasi Geoteknik harus berlaku, dengan penambahan:

SNI 6374:2012 : Tata cara pemasangan dan pembacaan sel tekanan total *pneumatik*

SKh.1.3.31.2 BAHAN

1) Persyaratan Fisik Instrumentasi

Ketentuan dalam Pasal SKh-1.3.7.2.1 dari Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.7 Instrumentasi Geoteknik harus berlaku, dengan penambahan:

e) Pelat Penurunan Tanah terdiri dari suatu pipa baja berdiameter 25 mm yang dapat diperpanjang hingga elevasi final timbunan dan dilakukan pengelasan pada pelat baja berukuran 600 mm × 600 mm × 10 mm. Jika diperlukan, pipa PVC berdiameter 75 mm dapat dipasang sebagai pelindung.

f) Inklinometer yang harus memenuhi kriteria pada SNI 3404:2008.

- g) *Piezometer* yang digunakan harus memenuhi kriteria:
 - i Mampu mencatat tekanan air pori secara menerus dan bereaksi cepat terhadap perubahan tekanan air pori;
 - ii Memiliki ukuran pori ujung filter berkisar antara 60 hingga 70 mikron yang terbuat dari *polietilena*; dan
 - iii Memenuhi kriteria pada SNI 6461:2012.

SKh.1.3.31.3 PELAKSANAAN

1) Pemasangan

Ketentuan dalam Pasal SKh-1.3.7.3.1) dari Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.7 Instrumentasi Geoteknik harus berlaku, dengan penambahan:

- g) Pemasangan instrumentasi harus dilakukan sesuai koordinat pada Gambar Kerja dengan toleransi pergeseran horizontal sebesar 1 m. Bila posisi instrumentasi melebihi toleransi pergeseran izin maka Penyedia Jasa harus memasang instrumentasi baru sesuai dengan Gambar Kerja tanpa penambahan biaya.
- h) Pengamatan penurunan dan pergerakan horizontal harus mengacu pada titik acuan yang tidak terpengaruh oleh pergerakan tanah.
- i) Pelat penurunan tanah harus dipasang pada elevasi perbaikan tanah sesuai Gambar Kerja (PVD dan *Rigid Inclusion*).

2) Pelat Penurunan

Ketentuan dalam Pasal SKh-1.3.7.3.4) dari Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.7 Instrumentasi Geoteknik disesuaikan sebagai berikut:

- a) Ketinggian dasar pelat dan ujung batang harus dicatat sebagai bacaan awal. Ketinggian awal ujung batang harus diganti saat batang diperpanjang.
- b) Pelat penurunan harus dipasang sebelum penimbunan dilaksanakan dan agar pelat tidak bergerak sewaktu ditimbun maka dasar pelat harus diratakan dengan pasir.

3) Pengukuran Penimbunan

Ketentuan dalam Pasal SKh-1.3.7.3.5) dari Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.7 Instrumentasi Geoteknik harus berlaku dengan penambahan:

(5) Pemasangan Inklinometer

- i) Lubang bor dibuat sesuai diameter tabung akses dan kedalaman pengamatan sesuai Gambar Kerja.
- ii) Jika pengeboran melebihi kedalaman rencana, maka kedalaman berlebih harus segera diisi dengan pasir.
- iii) Setelah pengeboran, lubang bor harus dibersihkan.
- iv) Tabung akses dihubungkan dengan *coupling* sampai kedalaman pengamatan sesuai Gambar Kerja menggunakan material sambungan. Material sambungan harus dapat mencegah kebocoran ke dalam tabung akses yang telah dipasang.
- v) Setelah tabung akses dipasang ke dalam lubang bor hingga ujung atas tabung akses berada 50 cm di atas permukaan tanah, dilakukan pencabutan *temporary*

casing dan *grouting* dengan bentonit untuk mengisi ruang antara dinding bor dan dinding luar tabung akses.

- vi) Untuk perlindungan tabung akses, dipasang *casing cover*.
- vii) Pembacaan data dilakukan setiap interval kedalaman 50 cm.

4) Pemantauan Lapangan

Ketentuan yang tercantum dalam Pasal SKh-1.3.7.3.6) dari Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.7 Instrumentasi Geoteknik harus berlaku dengan penambahan:

- a) Pemantauan pelat penurunan, *piezometer* dan inklinometer harus dilakukan dengan frekuensi pengamatan sebagai berikut:
 - i Selama pekerjaan timbunan sebanyak satu kali sehari; dan
 - ii Setelah elevasi final timbunan tercapai, satu kali sehari dalam 2 (dua) minggu pertama, lalu 2 (dua) hari sekali sampai 6 (enam) minggu selanjutnya dan bacaan sudah tidak ada perubahan signifikan. Selanjutnya, bacaan bisa dilakukan seminggu sekali atau sesuai petunjuk Pengawas Pekerjaan.
- b) Pemantauan awal Inklinometer dilakukan 4 (empat) hari setelah pengecoran atau setelah lubang tabung dianggap aman dari panas hidrasi.
- c) Kriteria pergerakan lereng dan level peringatan
Hasil pengamatan Inklinometer digunakan untuk mengetahui tingkat pergerakan lereng. Kriteria Pergerakan lereng dan level peringatan mengacu pada pergerakan yang direkomendasikan *Japanese Public Works Research Institute/PWRI* (2007), sesuai Tabel SKh.1.3.31.1):

Tabel SKh.1.3.31.1) Kriteria Peringatan

Pergerakan Lereng (mm/jam)	Level Peringatan
0,4	Warning
>4,0	Evakuasi

- d) Derajat Konsolidasi
 - i) Target derajat konsolidasi primer minimum adalah 90%.
 - ii) Penyedia Jasa harus mengestimasi derajat konsolidasi primer pada area perbaikan tanah dengan menggunakan dua data lapangan, yaitu:
 - (1). Data pelat penurunan dengan Metode Asaoka; atau
 - (2). Data *piezometer* dengan metode Chu dan Yan (2005).
 - iii) Secara umum, derajat konsolidasi yang dihitung menggunakan data pelat penurunan lebih tinggi dibandingkan dengan perhitungan berdasarkan tekanan air pori. Oleh karena itu, derajat konsolidasi yang dihitung dengan tekanan pori dapat digunakan untuk memverifikasi hasil kalkulasi dari pelat penurunan.

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SKh-1.3.32

PEKERJAAN GEOCELL UNTUK PENDUKUNG VEGETASI

Spesifikasi Khusus Interim ini harus dibaca bersamaan dengan Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.23 *Geocell* untuk Pendukung Vegetasi dengan modifikasi berikut di bawah ini:

SKh-1.3.32.1 UMUM

1) Uraian Pekerjaan

Ketentuan yang tercantum dalam Pasal SKh-1.3.23.1.1) b), e) pada Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.23 *Geocell* untuk Pendukung Vegetasi harus berlaku, dengan penyesuaian pada Pasal SKh-1.3.23.1.1) a), c), d) dan penambahan pada Pasal SKh-1.3.23.1.1) f) sebagai berikut:

- a) Spesifikasi Khusus ini meliputi persyaratan teknis untuk material, pengiriman dan penyimpanan, pengujian, dan pemasangan *geocell* jenis *High Density Poly Ethylene* (HDPE) untuk pendukung vegetasi pada permukaan lereng galian dengan kemiringan 1V:4H (14°). Semua bahan *geocell* harus memenuhi persyaratan dalam Spesifikasi Khusus ini, dan semua pekerjaan dilakukan sesuai dengan prosedur yang diberikan dalam Spesifikasi Khusus ini.
- c) Pada pekerjaan *geocell*, item pekerjaan *geobag*, *shotcrete* dan *geogrid* tidak digunakan.
- d) Pekerjaan yang diuraikan pada spesifikasi ini termasuk penyediaan, pengangkutan dan pemasangan *geocell* termasuk kunci penyambung antar unit *geocell* dan pengikatnya.
- f) Sebagai penutup *geocell*, vegetasi yang digunakan dapat berupa vegetasi yang sudah tumbuh atau dalam bentuk biji. Jenis vegetasi yang tercakup dalam spesifikasi ini adalah jenis rumput dan *Legume Cover Crops* (LCC).

2) Pekerjaan Spesifikasi Khusus Lain dan Seksi Lain dalam Spesifikasi Umum yang Berkaitan dengan Spesifikasi Khusus Ini

Ketentuan yang tercantum dalam Pasal SKh-1.3.23.1.2) pada Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.23 *Geocell* untuk Pendukung Vegetasi harus berlaku, dengan penambahan:

- q) *Geocell* untuk Pendukung Vegetasi : SKh-1.3.23

SKh-1.3.32.2 BAHAN

2) Persyaratan Kualitas *Geocell*

Ketentuan yang tercantum dalam Pasal SKh-1.3.23.2.2 pada Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.23 *Geocell* untuk Pendukung Vegetasi harus berlaku, dengan penambahan:

- e) Penyedia Jasa wajib melakukan *predelivery checking* sebelum pengiriman *geocell* ke lokasi pekerjaan. *Predelivery checking* bertujuan memastikan bahwa spesifikasi material *geocell* yang akan dikirim ke lokasi pekerjaan sesuai dengan yang disyaratkan pada spesifikasi ini. *Predelivery checking* harus diketahui dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

SKh-1.3.32.3 PELAKSANAAN

Ketentuan yang tercantum dalam Pasal SKh-1.3.23.3. 2), 5) pada Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.3.23 *Geocell* untuk Pendukung Vegetasi harus berlaku, dengan penyesuaian pada Pasal SKh-1.3.23.3. 1), 3), 4).

1) Persiapan Pemasangan

- a) Lokasi pemasangan *geocell* harus rata, bebas dari objek yang dapat merusak *geocell*, dan elevasi harus sudah sesuai dengan Gambar Kerja.
- b) Semua peralatan yang digunakan untuk menghampar *geocell* harus mencegah adanya kemungkinan *geocell* tertarik atau terlipat.
- c) Pada puncak lereng dilakukan pekerjaan galian parit sedalam 0,5 m dan lebar 0,5 m sebagai tempat pengangkuran *geocell* pada sisi atas lereng. *Bouwplank* dari benang atau tali dipasang pada bidang permukaan lereng dengan ukuran dan luasan ideal pada kondisi terbuka untuk setiap unit *geocell*. Gambar galian pengangkuran tepi atas pemasangan *geocell* dapat dilihat pada Gambar Kerja.

3) Pemasangan *Geocell*

- a) Panel *Geocell* dimulai dari puncak lereng dengan pengangkuran tepi atas unit *geocell* yang paling atas dimasukkan ke dalam galian parit lalu ditimbun kembali dan dipadatkan.
- b) Sistem pengangkuran agar mengacu pada Lampiran Gambar Spesifikasi Khusus 1.3.32.1) terkait detail sistem penjangkaran bergantung pada ukuran *Geocell*.
- c) Angkur harus terpancang hingga rata dengan bagian atas panel *geocell*. Jarak dan kedalaman angkur harus dirancang supaya *geocell* stabil.
- d) Buka dan tarik *geocell* hingga mencapai dimensi yang direncanakan (perluasan penuh menghasilkan pemasangan yang lebih seragam).
- e) *Geocell* harus diperluas ke bawah lereng seperti ditunjukkan pada Lampiran Gambar Spesifikasi Khusus 1.3.32.2). Hal ini bertujuan untuk meminimalisir beban pada sambungan *geocell*.

4) Penyambungan

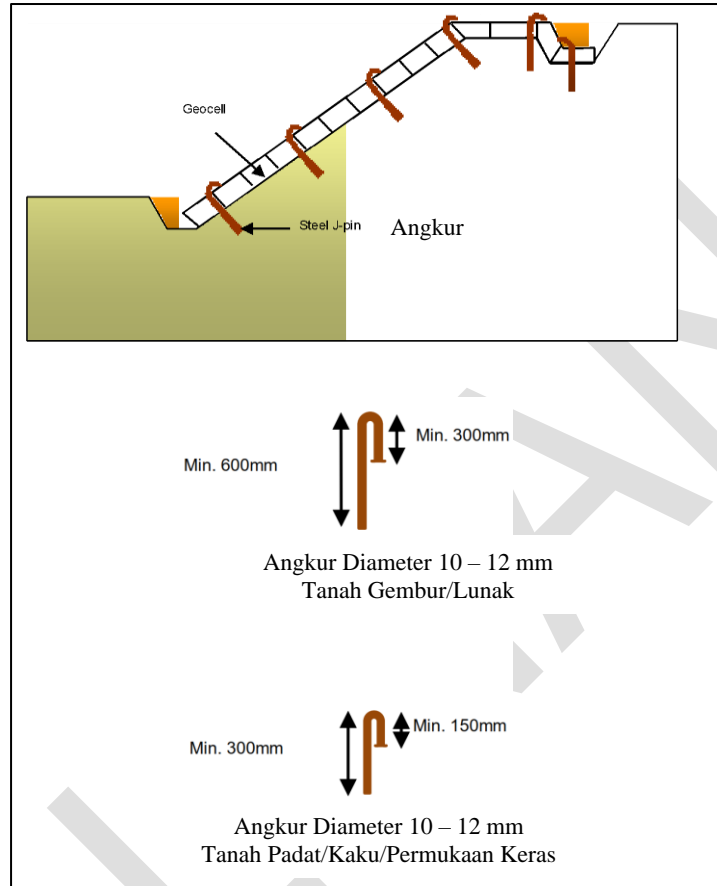
- a) Permukaan *geocell* yang akan disambung harus bebas dari kotoran dan tidak lembab.
- b) Penyambungan dapat dilakukan dengan menggunakan *stapler pneumatik* (misalkan *stapler pneumatik* Stanley-Bostich P50-10B) atau *cable ties*.
- c) Proses penyambungan dapat dilakukan sebelum ekspansi panel untuk kemudahan pemasangan seperti pada Lampiran Gambar SKh.1.3.32.3). Jika panjang lereng

lebih besar dari 1 (satu) panel *geocell* yang terbuka sepenuhnya, maka angkur baru perlu *ditempatkan* di bawah bagian yang diperluas sebelum melanjutkan dengan bagian baru, sesuai dengan panel pertama.

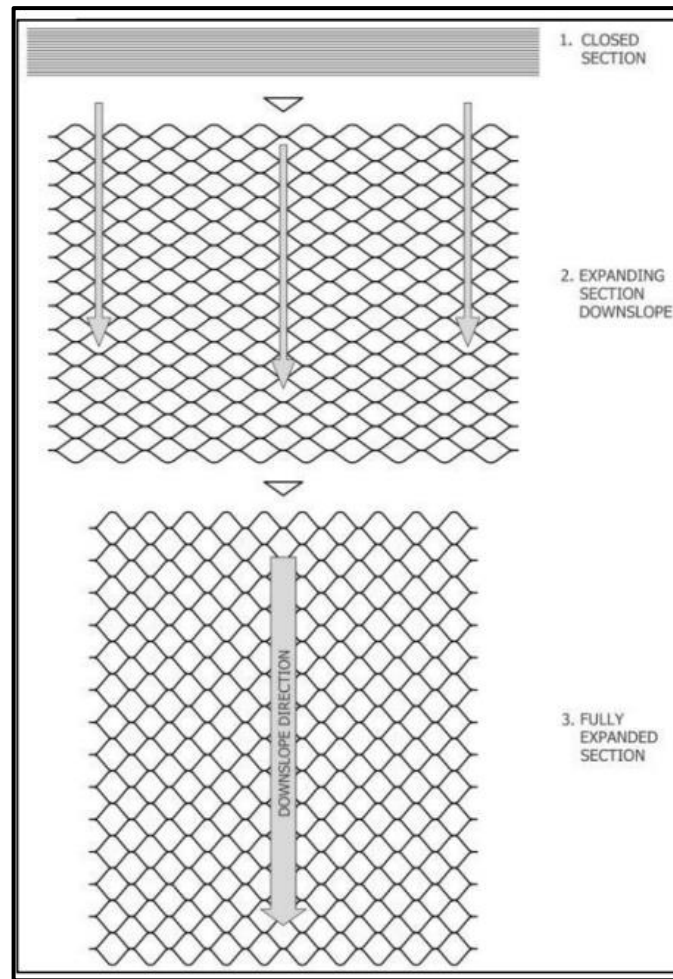
SALINAN

LAMPIRAN
SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM
SKh-1.3.32

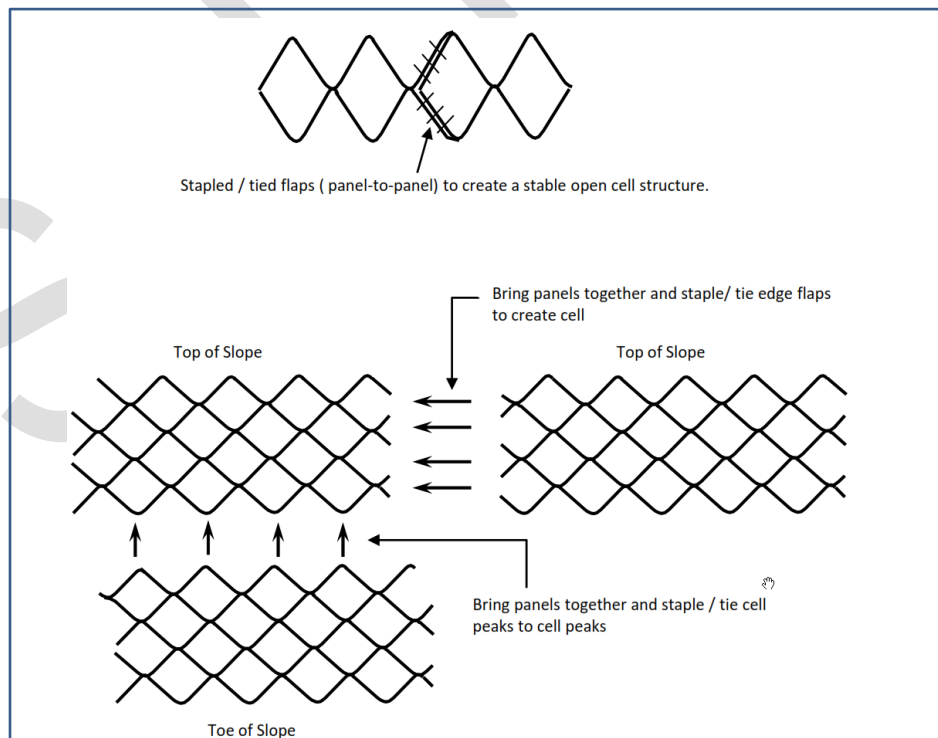
PEKERJAAN GEOCELL UNTUK PENDUKUNG VEGETASI



Gambar SKh.1.3.32.1) Pengangkuran Geocell



Gambar SKh.1.3.32.2) Ilustrasi Perluasan *Geocell*



Gambar SKh.1.3.32.3) Ilustrasi Alinyemen dan Penyambungan Antar Panel *Geocell*

DIVISI 5
PERKERASAN BERBUTIR DAN PERKERASAN BETON SEMEN

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SALINAN

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SKh.1.5.17

IMPROVEMENT ATAU CAPPING LAYER

SKh.1.5.17.1 UMUM

1) Uraian

Spesifikasi ini meliputi pekerjaan penyediaan bahan, penghamparan, pemadatan, dan pengujian *improvement* dan *capping layer*.

Improvement atau *capping layer* tersusun atas material berbutir, yang dibangun di atas tanah dasar/*subgrade*. *Improvement* atau *capping layer* bukan merupakan lapis struktural. Lapis ini harus dikerjakan sesuai dengan persyaratan yang diuraikan dalam Spesifikasi dan Gambar Kerja.

2) Pekerjaan Spesifikasi Khusus Lain dan Seksi Lain dalam Spesifikasi Umum yang Berkaitan dengan Spesifikasi Khusus Ini

- | | |
|--|--------------|
| a) Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas | : Seksi 1.8 |
| b) Kajian Teknis Lapangan (<i>Field Engineering</i>) | : Seksi 1.9 |
| c) Bahan dan Penyimpanan | : Seksi 1.11 |
| d) Pengamanan Lingkungan Hidup | : Seksi 1.17 |
| e) Manajemen Mutu | : Seksi 1.21 |
| f) Keselamatan dan Kesehatan Kerja | : Seksi 1.19 |
| g) Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) | : SKh-1.1.22 |

3) Toleransi Dimensi dan Elevasi

- Level akhir permukaan *improvement* atau *capping layer* pada area *runway*, *taxiway*, dan apron tidak boleh menyimpang lebih dari 15 mm dari level yang ditentukan ketika diukur pada interval pengukuran per 15 m sejajar dengan sumbu perkerasan.
- Batas toleransi ketebalan padat *improvement* atau *capping layer* pada area *runway*, *taxiway*, dan apron tidak boleh menyimpang lebih dari 12 mm.
- Permukaan akhir *improvement* atau *capping layer* pada area *runway*, *taxiway*, dan apron harus rata dan tidak boleh menyimpang lebih dari 12 mm dari mistar *straight edge* panjang 3,7 m yang diletakkan di permukaan *subbase* secara paralel dan melintang sumbu perkerasan. Pengukuran dilakukan dengan memindahkan mistar *straight edge* pada jarak 1,5 m dalam *grid area* 15 m kali 15 m.

4) Standar Rujukan

Standar Nasional Indonesia (SNI)

- | | |
|---------------|---|
| SNI 1966:2008 | : Cara uji penentuan batas plastis dan indeks plastisitas tanah |
| SNI 1967:2008 | : Cara uji penentuan batas cair tanah |

SNI 1743:2008	: Cara uji kepadatan berat untuk tanah
SNI 2417:2008	: Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi <i>Los Angeles</i>
SNI 1744:2012	: Metode uji CBR laboratorium
SNI 7619:2012	: Metode uji penentuan persentase butir pecah pada agregat kasar
SNI 6889:2014	: Tata cara pengambilan contoh uji agregat (ASTM D75/D75M-09, IDT)
SNI 4141:2015	: Metode uji gumpalan lempung dan butiran mudah pecah dalam agregat (ASTM C142-04, IDT)
Pd 03-2016-B	: Metoda uji lendutan menggunakan <i>Light Weight Deflectometer</i> (LWD)

American Society for Testing and Materials (ASTM)

ASTM C29	: <i>Standard Test Method for Bulk density (“Unit Weight”) and Voids in Agregate</i>
ASTM C88	: <i>Standard Test Method for Soundness of Agregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate</i>
ASTM C117	: <i>Standard Test Method for Materials Finer than 75-μm (No. 200) Sieve in Mineral Agregates by Washing</i>
ASTM C136	: <i>Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Agregates</i>
ASTM D698	: <i>Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12,400 ft-lbf/ft³ (600 kN.m/m³))</i>
ASTM D1556	: <i>Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method</i>
ASTM D1557	: <i>Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³ (2,700 kN-m/m³))</i>
ASTM D2167	: <i>Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Rubber Balloon Method</i>
ASTM D2419	: <i>Standard Test Method for Sand equivalent Value of Soils and Fine Agregate</i>
ASTM D3665	: <i>Standard Practice for Random Sampling of Construction Materials</i>
ASTM D4318	: <i>Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils</i>
ASTM D4643	: <i>Standard Test Method for Determination of Water Content of Soil and Rock by Microwave Oven Heating</i>
ASTM D4791	: <i>Standard Test Method for Flat Particles, Elongated Particles, or Flat and Elongated Particles in Coarse Aggregate</i>
ASTM D5821	: <i>Standard Test Method for Determining the Percentage of Fractured Particles in Coarse Agregate</i>

ASTM D2487	: <i>Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)</i>
ASTM D4253	: <i>Standard Test Methods for Maximum Index Density and Unit Weight of Soils Using a Vibratory Table</i>
ASTM D4759	: <i>Practice for Determining the Specification Conformance of Geosynthetics</i>
ASTM D6938	: <i>Standard Test Method for In-Place Density and Water Content of Soil and Soil-Aggregate by Nuclear Methods (Shallow Depth)</i>
ASTM D7928	: <i>Standard Test Method for Particle-Size Distribution (Gradation) of Fine-Grained Soils Using the Sedimentation (Hydrometer)</i>

5) Perbaikan Terhadap *Improvement* atau *Capping Layer* yang Tidak Memenuhi Ketentuan

Jika kekurangan tebal lebih dari 12 mm terhadap tebal desain, Penyedia Jasa harus memperbaiki area tersebut tanpa biaya tambahan dengan menggaru hingga kedalaman minimal 75 mm, menambahkan material baru dengan gradasi yang tepat dan material harus dicampur dan dipadatkan kembali. Tidak ada pembayaran tambahan yang akan dilakukan untuk pekerjaan tambahan, kuantitas tambahan maupun pengujian yang diperlukan oleh perbaikan ini.

6) Pengembalian Bentuk Pekerjaan Setelah Pengujian

Semua pekerjaan yang menyangkut pembersihan dan pengupasan *pit* serta penanganan material yang tidak sesuai, harus dilakukan oleh Penyedia Jasa atas biaya sendiri. Bahan *improvement* atau *capping layer* harus diperoleh dari *pit* atau sumber yang telah disetujui. Bahan di dalam lubang galian/*pit* harus digali dan ditangani sedemikian rupa sehingga diperoleh suatu hasil yang seragam dan memuaskan.

SKh.1.5.17.2 BAHAN

1) Sifat-sifat Bahan yang Disyaratkan

Material *improvement layer* terdiri dari partikel keras yang tahan lama atau batu pecah. Material ini akan dicampur dengan pasir halus, lempung, abu batu, dan bahan pengikat lainnya atau *filler* yang berasal dari sumber yang telah disetujui.

Campuran ini harus seragam dan harus memenuhi persyaratan spesifikasi seperti gradasi, konstanta tanah, serta mampu dipadatkan dan stabil. Material harus bersih dari humus, lumpur, lempung yang berlebih, serta bahan organik lainnya. Bahan dari *pit* dapat digunakan, jika telah memenuhi persyaratan yang ditentukan. Gradasi dari campuran agregat kering harus memenuhi persyaratan Tabel SKh.1.5.17.1).

Tabel SKh.1.5.17.1) Gradasi Material *Improvement/Capping Layer*

Saringan ASTM	Persentase <i>Passing</i> Bobot Kering	Toleransi Gradasi Pelaksanaan di Lapangan (%)
3" (75 mm)	100	0
3/4" (19,0 mm)	70 - 100	±10
No. 10 (2 mm)	20 - 100	±10
No. 40 (0,45 mm)	5 - 60	±5
No. 200 (0,075 mm)	0 - 15	±5
Tebal Padat (cm)	10 - 15	

Gradasi pada Tabel SKh.1.5.17.1) menggambarkan batas-batas yang akan menentukan apakah suatu agregat bisa dipakai atau tidak. Sedangkan untuk kualitas bahan *improvement* atau *capping layer* bisa dilihat pada Tabel SKh.1.5.17.2).

Tabel SKh.1.5.17.2) Sifat-sifat *Improvement/Capping layer*

No.	Sifat-sifat	Batas Tes
1	Material yang lolos saringan No. 40 (0,045 mm), harus memiliki nilai: (uji berdasarkan ASTM D 4318) - Batas Cair - Indeks Plastisitas	Maksimum 25% Maksimum 6%
2	Jumlah fraksi agregat yang lewat saringan No. 200 tidak boleh lebih dari ½ jumlah fraksi agregat yang lewat saringan No. 40	
3	Kehilangan berat karena abrasi (500 putaran)	Maksimum 40%
4	CBR terendam	Minimum 15%
5	Material yang lolos saringan No. 4 (4,75 mm), harus memiliki nilai Ekuivalensi Pasir	Minimum 95%
6	Campuran lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat	Maksimum 5%
7	Perbandingan % lolos No. 200 dan No. 4	Maksimum 5%
8	Material yang lebih halus dari 0,02 mm	Maksimum 3%

2) Pencampuran Bahan untuk *Improvement* atau *Capping Layer*

Jika material yang digunakan berasal dari beberapa sumber, maka pencampuran harus dilakukan di pusat pencampur (*central mixing plant*). Penyedia Jasa harus menjamin campuran yang merata pada kadar air optimum. Setelah proses pencampuran selesai, material dibawa ke area penghamparan serta dihampar tanpa adanya kehilangan kadar air yang mempengaruhi kualitas dari bahan.

SKh.1.5.17.3 PENGHAMPARAN DAN PEMADATAN *IMPROVEMENT LAYER*

1) Syarat Bahan

Bahan *improvement* atau *capping layer* dapat dihampar jika telah memenuhi persyaratan termasuk kadar air. Bahan *improvement* atau *capping layer* dapat diperoleh dari beberapa sumber diantaranya dari sumber alam (tambang pasir/kerikil) maupun melalui proses pemecahan menggunakan *crusher*. *Improvement* atau *capping layer* yang digunakan harus memenuhi syarat gradasi, kualitas dan konsistensi. Bahan *improvement* atau *capping layer* mengandung kadar air yang menghasilkan kepadatan maksimum. Penyedia Jasa harus menjamin ketercapaian kadar air optimum di lapangan serta kondisi permukaan yang rata sesuai dengan target elevasi dan kemiringan.

2) Penyiapan Formasi untuk *Improvement* atau *Capping Layer*

- a) *Improvement* atau *capping layer* harus ditempatkan sesuai dengan ketentuan dalam Gambar atau seperti yang ditunjukkan oleh Pengawas Pekerjaan. Material harus dibentuk dan dipadatkan secara menyeluruh berdasarkan toleransi yang telah ditentukan.
- b) *Improvement* atau *capping layer* yang tidak cukup kuat dan stabil tanpa gerakan peralatan konstruksi, harus distabilisasikan secara mekanis sampai pada titik kedalaman yang diperlukan untuk memberikan kestabilan tertentu menurut petunjuk Pengawas Pekerjaan. Stabilisasi secara mekanis pada prinsipnya mencakup penambahan butiran-butiran halus untuk mengikat bahan *improvement* atau *capping layer* guna meningkatkan daya dukung, sehingga lapisan tidak akan mengalami deformasi akibat pergerakan peralatan konstruksi. Tambahan pengikat untuk bahan *improvement* atau *capping layer* ini tidak boleh menyimpang dari batas-batas persyaratan yang telah ditentukan oleh Pengawas Pekerjaan.
- c) Sebelum bahan *improvement* atau *capping layer* dihamparkan, maka lapisan tanah dasar (*subgrade*) harus disiapkan serta diperbaiki sesuai ketentuan.
- d) Lapisan di bawah *improvement* atau *capping layer* harus diperiksa dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan sebelum penghamparan *improvement* atau *capping layer* dimulai. Untuk melindungi lapis di bawah *improvement* atau *capping layer* dan memastikan drainase yang tepat, penghamparan *improvement* atau *capping layer* harus dimulai dari garis tengah perkerasan atau di sisi perkerasan yang tertinggi dengan kemiringan satu arah.
- e) Sebelum dilaksanakan pekerjaan, Penyedia Jasa harus melakukan uji pemadatan di luar area yang akan dikerjakan dengan persetujuan Pengawas Pekerjaan. Uji pemadatan dimaksudkan untuk mengetahui jumlah lintasan optimum sehingga tercapai nilai kepadatan dan CBR sesuai dengan yang disyaratkan. Luas area untuk uji pemadatan minimal 3 m x 30 m yang dibagi menjadi 3 (tiga) segmen, dimana perbedaan tiap segmen adalah pada jumlah lintasan pemadatan. Selanjutnya dari hasil uji pemadatan tersebut, apabila sudah memenuhi persyaratan, maka akan dijadikan dasar dalam pelaksanaan. Namun apabila hasil uji pemadatan tidak memenuhi persyaratan, maka uji pemadatan harus diulang kembali. Biaya yang timbul pada pekerjaan *trial compaction* menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa.

3) Penghamparan

- a) Jika dibutuhkan, lapis *improvement* atau *capping layer* dihampar dalam beberapa lapisan. Tebal lapis padat tidak boleh kurang dari 100 mm dan tidak boleh lebih dari 150 mm. Bahan *improvement* atau *capping layer* dihamparkan sedemikian rupa sehingga diperoleh lebar dan ketebalan yang seragam. Pada proses penghamparan tidak diperkenankan adanya tempat-tempat yang mengalami segregasi. Lapis *improvement* atau *capping layer* tidak boleh dihampar lebih dari 2.000 m² sebelum digilas/dipadatkan, kecuali dinyatakan lain oleh Pengawas Pekerjaan. Material *improvement* atau *capping layer* tidak boleh dihamparkan di batas permukaan yang lunak.
- b) Jika dibutuhkan lebih dari satu lapis hamparan, ketentuan di atas berlaku untuk tiap lapis. Dalam proses penghamparan, Penyedia Jasa harus menjamin agar material *improvement layer* tidak tercampur dengan material lainnya.

4) Pemadatan

- a) Setelah proses penghamparan atau pencampuran, material lapisan *improvement* atau *capping layer* harus dipadatkan dengan menggilas kemudian disiram dengan air jika diperlukan. Sejumlah *roller* yang cukup harus disiapkan untuk mengakomodasi hamparan bahan *improvement* atau *capping layer*.
- b) Penggilasan harus dilakukan tahap demi tahap dari dan ke arah jalur yang sedang disusun, dan tiap jalur dengan arah longitudinal harus digilas *overlapping*, paling sedikit setengah lebar dari unit penggilas.
- c) Banyaknya gilasan/jumlah lintasan yang diperlukan sesuai dengan hasil dari *trial compaction* yang telah disetujui, sehingga lapisan *improvement* atau *capping layer* memiliki nilai CBR minimal 15%.
- d) Kepadatan lapangan (*field density*) harus memenuhi paling sedikit 100% dari kepadatan maksimum laboratorium dari sampel material *improvement* atau *capping layer* yang digunakan di area pekerjaan. Spesimen laboratorium tersebut harus dipadatkan dan diuji berdasarkan ASTM D 698, ASTM D 1557, ASTM D 4718, AASHTO T 99, atau T180. Parameter *in-place field density* harus ditentukan berdasarkan ASTM D 1556 atau ASTM 6938. Nilai kadar air material pada awal proses pemadatan harus tidak boleh lebih dari 2% di atas nilai kadar air optimum.
- e) Jika pengujian *nuclear density gauges* digunakan untuk penentuan nilai kepadatan, uji yang digunakan harus mengacu pada ASTM D 6938.
- f) Lapisan *improvement* atau *capping layer* tidak boleh digilas jika lapisan yang berada di bawahnya termasuk lunak atau jika gilasan menyebabkan undulasi pada lapisan *improvement layer*. Jika gilasan mengakibatkan ketidakrataan yang melebihi 12 mm (jika di uji dengan mistar 3 m), maka permukaan yang tidak teratur tersebut harus dibongkar dan diisi kembali dengan material yang sama kemudian digilas kembali.
- g) Untuk area yang tidak dapat digilas, material *improvement* atau *capping layer* harus dipadatkan sepenuhnya menggunakan alat mekanik atau *stamper*.
- h) Jika dibutuhkan, penyiraman saat penggilasan harus dilakukan dengan jumlah dan perlengkapan yang telah disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Air tidak boleh ditambahkan secara berlebihan yang mengakibatkan air tersebut meresap hingga lapisan bawah dan melunakkan lapisan tersebut.

5) Pengujian

a) Material Agregat

Penyedia Jasa harus mengambil sampel sesuai dengan ASTM D75 untuk persyaratan agregat dan gradasi. Material harus memenuhi persyaratan dalam Pasal SKh.1.5.17.2. Penyedia Jasa harus memberikan sertifikat hasil pengujian yang menunjukkan bahwa agregat tersebut memenuhi persyaratan kepada Pengawas Pekerjaan. Pengujian harus mewakili material yang akan digunakan untuk pekerjaan.

b) Persyaratan gradasi

Penyedia Jasa harus mengambil setidaknya satu sampel agregat *improvement* atau *capping layer* per hari di hadapan Pengawas Pekerjaan untuk memeriksa gradasi akhir. Sampel berupa material lepas, diambil dari lokasi *quarry* dengan titik *sampling* ditentukan oleh Pengawas Pekerjaan secara acak sesuai dengan ASTM D3665. Pengambilan sampel sesuai ASTM D75 dan pengujian sesuai ASTM C136 dan ASTM C117. Hasil pengujian harus diserahkan kepada Pengawas Pekerjaan oleh Penyedia Jasa setiap hari selama masa konstruksi. Material harus memenuhi persyaratan dalam Pasal SKh.1.5.17.2.

c) Tes Pengendalian lapangan berikut ini harus dilaksanakan untuk memenuhi persyaratan spesifikasi ini. Galian untuk lubang uji dan penimbunan kembali dengan bahan *improvement* atau *capping layer* dipadatkan dengan sempurna, harus dikerjakan oleh Penyedia Jasa di bawah pengawasan Pengawas Pekerjaan. Untuk Laporan hasil uji kepadatan lapangan, harus memuat tentang titik koordinat dan elevasi hasil pengujian tersebut.

Tabel SKh.1.5.17.3) Persyaratan Pengendalian Lapangan

Tes Pengendalian	Prosedur
Ketebalan dan keseragaman <i>Improvement</i> atau <i>capping layer</i>	Pemeriksaan visual dan pengukuran ketebalan setiap hari. Dilakukan untuk setiap 500 m ² lapisan <i>Improvement layer</i> yang terpasang.
Tes kepadatan, lapis <i>improvement layer</i> (tes <i>sand cone</i>) AASHTO T 191, PB0103-76	Harus dilakukan untuk setiap 1.000 m ² untuk menentukan kepadatan dengan membandingkan terhadap tes kepadatan laboratorium untuk kepadatan kering maksimum.
Penentuan <i>field</i> CBR lapis <i>improvement layer</i>	Dengan menggunakan <i>field</i> CBR dan dilaksanakan minimum setiap 1.000 m ² .
Pengujian permukaan/ <i>surface test</i>	Permukaan yang sudah selesai tidak boleh selisih lebih dari 12 mm jika dites dengan tongkat lurus dari 3 m yang dilaksanakan sejajar serta tegak lurus dengan garis sumbu.
Toleransi ketebalan	± 12 mm terhadap tebal desain.
Pemeriksaan kemiringan atau <i>finished grade</i>	Diukur setiap 15 m <i>grid</i> .

- d) Biaya yang timbul untuk pengambilan sampel material dan pengujian menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa.

SKh.1.5.17.4 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

1) Pengukuran

Lapisan *improvement* atau *capping layer* yang harus dibayar adalah banyaknya meter kubik (m^3) dari material *improvement* atau *capping layer* yang sudah dihamparkan, dipadatkan dan disetujui pada bahan yang telah diselesaikan.

Kuantitas *improvement* atau *capping layer* harus diukur pada kondisi akhir berdasarkan tes *pit* atau *core* yang diambil sesuai arahan Pengawas Pekerjaan, atau pada 1 (satu) uji tes *pit* untuk setiap $500 m^2$ lapis *improvement* atau *capping layer*, atau rata-rata luasan akhir pada pekerjaan yang sudah selesai dihitung dari elevasi dengan keakuratan mendekati 3 mm.

2) Pembayaran

Pembayaran harus dilakukan dengan Harga Satuan Kontrak. Harga ini sudah termasuk persiapan, pengangkutan, penghamparan, dan pengujian dari bahan-bahan *improvement* atau *capping layer* serta untuk semua tenaga kerja, peralatan, perkakas, dan hal-hal insidental yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
SKh.1.5.17.(1)	<i>Improvement</i> atau <i>Capping Layer</i>	Meter Kubik

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SKh.1.5.18

P-154 SUBBASE COURSE

SKh.1.5.18.1 UMUM

1) Uraian

Spesifikasi ini meliputi pekerjaan penyediaan bahan, penhamparan, pemadatan, dan pengujian *subbase course*.

Subbase course tersusun atas material berbutir, dibangun di atas *improvement* atau *capping layer* seperti dijelaskan dalam Spesifikasi Khusus ini dan ukuran yang sesuai dengan Gambar Kerja.

2) Pekerjaan Spesifikasi Khusus Lain dan Seksi Lain dalam Spesifikasi Umum yang Berkaitan dengan Spesifikasi Khusus Ini

- | | |
|--|--------------|
| a) Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas | : Seksi 1.8 |
| b) Kajian Teknis Lapangan (<i>Field Engineering</i>) | : Seksi 1.9 |
| c) Bahan dan Penyimpanan | : Seksi 1.11 |
| d) Pengamanan Lingkungan Hidup | : Seksi 1.17 |
| e) Keselamatan dan Kesehatan Kerja | : Seksi 1.19 |
| f) Manajemen Mutu | : Seksi 1.21 |
| g) Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) | : SKh-1.1.22 |

3) Toleransi Dimensi dan Elevasi

- a) Level akhir permukaan P-154 *subbase course* pada area *runway*, *taxiway*, dan *apron* tidak boleh menyimpang lebih dari 15 mm dari level yang ditentukan ketika diukur pada interval pengukuran per 15 m sejajar dengan sumbu perkerasan.
- b) Batas toleransi ketebalan padat P-154 *subbase course* pada area *runway*, *taxiway*, dan *apron* tidak boleh menyimpang lebih dari 12 mm.
- c) Permukaan akhir P-154 *subbase course* pada area *runway*, *taxiway*, dan *apron* harus rata dan tidak boleh menyimpang lebih dari 12 mm dari mistar *straight edge* panjang 3,7 m yang diletakkan di permukaan *subbase* secara paralel dan melintang sumbu perkerasan. Pengukuran dilakukan dengan memindahkan mistar *straight edge* pada jarak 1,5 m dalam *grid* area 15 m kali 15 m.

4) Standar Rujukan

Standar Nasional Indonesia (SNI)

- | | |
|---------------|---|
| SNI 1966:2008 | : Cara uji penentuan batas plastis dan indeks plastisitas tanah |
| SNI 1967:2008 | : Cara uji penentuan batas cair tanah |
| SNI 1743:2008 | : Cara uji kepadatan berat untuk tanah |
| SNI 2417:2008 | : Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi <i>Los Angeles</i> |
| SNI 1744:2012 | : Metode uji CBR laboratorium |

SNI 7619:2012	: Metode uji penentuan persentase butir pecah pada agregat kasar
SNI 6889:2014	: Tata cara pengambilan contoh uji agregat (ASTM D75/D75M-09, IDT)
SNI 4141:2015	: Metode uji gumpalan lempung dan butiran mudah pecah dalam agregat (ASTM C142-04, IDT)
Pd 03-2016-B	: Metoda uji lendutan menggunakan <i>Light Weight Deflectometer</i> (LWD)

American Standard of Testing and Materials (ASTM)

ASTM C29	: <i>Standard Test Method for Bulk density (“Unit Weight”) and Voids in Agregate</i>
ASTM C88	: <i>Standard Test Method for Soundness of Agregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate</i>
ASTM C117	: <i>Standard Test Method for Materials Finer than 75-μm (No. 200) Sieve in Mineral Agregates by Washing</i>
ASTM C136	: <i>Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Agregates</i>
ASTM D698	: <i>Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12,400 ft-lbf/ft³ (600 kN-m/m³))</i>
ASTM D1556	: <i>Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method</i>
ASTM D1557	: <i>Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³ (2,700 kN-m/m³))</i>
ASTM D2167	: <i>Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Rubber Balloon Method</i>
ASTM D2419	: <i>Standard Test Method for Sand equivalent Value of Soils and Fine Agregate</i>
ASTM D3665	: <i>Standard Practice for Random Sampling of Construction Materials</i>
ASTM D4318	: <i>Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils</i>
ASTM D4643	: <i>Standard Test Method for Determination of Water Content of Soil and Rock by Microwave Oven Heating</i>
ASTM D4791	: <i>Standard Test Method for Flat Particles, Elongated Particles, or Flat and Elongated Particles in Coarse Agregate</i>
ASTM D5821	: <i>Standard Test Method for Determining the Percentage of Fractured Particles in Coarse Agregate</i>
ASTM D2487	: <i>Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)</i>
ASTM D4253	: <i>Standard Test Methods for Maximum Index Density and Unit Weight of Soils Using a Vibratory Table</i>
ASTM D4759	: <i>Practice for Determining the Specification Conformance of Geosynthetics</i>

- ASTM D6938 : *Standard Test Method for In-Place Density and Water Content of Soil and Soil-Aggregate by Nuclear Methods (Shallow Depth)*
- ASTM D7928 : *Standard Test Method for Particle-Size Distribution (Gradation) of Fine-Grained Soils Using the Sedimentation (Hydrometer)*

5) Perbaikan Terhadap P-154 Subbase Course yang Tidak Memenuhi Ketentuan

Jika kekurangan tebal lebih dari 12 mm terhadap tebal desain, Penyedia Jasa harus memperbaiki area tersebut tanpa biaya tambahan dengan menggaru hingga kedalaman minimal 75 mm, menambahkan material baru dengan gradasi yang tepat dan material harus dicampur dan dipadatkan kembali. Tidak ada pembayaran tambahan yang akan dilakukan untuk pekerjaan tambahan, kuantitas tambahan maupun pengujian yang diperlukan oleh perbaikan ini.

6) Pengembalian Bentuk Pekerjaan Setelah Pengujian

Semua pekerjaan yang menyangkut pembersihan dan pengupasan *pit* serta penanganan material yang tidak sesuai, harus dilakukan oleh Penyedia Jasa atas biaya sendiri. Bahan *subbase* harus diperoleh dari *pit* atau sumber yang telah disetujui. Bahan di dalam lubang galian/*pit* harus digali dan ditangani sedemikian rupa sehingga diperoleh suatu hasil yang seragam dan memuaskan.

SKh.1.5.18.2 BAHAN

1) Sifat-sifat Bahan yang Disyaratkan

Material *subbase* terdiri dari partikel keras yang tahan lama atau batu pecah. Material ini akan dicampur dengan pasir halus, lempung, abu batu, bahan pengikat lainnya atau *filler* yang berasal dari sumber yang telah disetujui.

Campuran ini harus seragam dan harus memenuhi persyaratan spesifikasi seperti gradasi, konstanta tanah, serta mampu dipadatkan dan stabil. Material harus bersih dari humus, lumpur, lempung yang berlebih, serta bahan organik lainnya. Bahan dari *pit* dapat digunakan, jika telah memenuhi persyaratan yang ditentukan. Gradasi dari campuran agregat kering harus memenuhi ketentuan Tabel SKh.1.5.18.1).

Tabel SKh.1.5.18.1) Gradasi Material Subbase

Saringan ASTM	Persentase <i>Passing</i> Bobot Kering	Toleransi Gradasi Pelaksanaan di Lapangan (%)
3" (75 mm)	100	0
3/4" (19,0 mm)	70 - 100	±10
No. 10 (2 mm)	20 - 100	±10
No. 40 (0,45 mm)	5 - 60	±5
No. 200 (0,075 mm)	0 - 15	±5
Tebal Padat (cm)	10 - 15	

Gradasi pada Tabel SKh.1.5.18.1) menggambarkan batas-batas yang akan menentukan apakah suatu agregat bisa dipakai atau tidak. Sedangkan untuk kualitas bahan *subbase course* bisa dilihat pada Tabel SKh.1.5.18.2).

Tabel SKh.1.5.18.2) Sifat-sifat Subbase Course

No.	Sifat-Sifat	Batas Tes
1	Material yang lolos saringan No.40 (0,045 mm), harus memiliki nilai: (uji berdasarkan ASTM D 4318) - Batas Cair - Indeks Plastisitas	Maksimum 25% Maksimum 6%
2	Jumlah fraksi agregat yang lewat saringan No.200 tidak boleh lebih dari ½ jumlah fraksi agregat yang lewat saringan No.40	
3	Kehilangan berat karena abrasi (500 putaran)	Maksimum 40%
4	CBR terendam	Minimum 30%
5	Material yang lolos saringan No.4 (4,75 mm), harus memiliki nilai ekuivalensi pasir	Minimum 95%
6	Campuran lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat	Maksimum 5%
7	Perbandingan % lolos No.200 dan No.4	Maksimum 5%
8	Material yang lebih halus dari 0,02 mm	Maksimum 3%

2) Pencampuran Bahan untuk P-154 Subbase Course

Jika material yang digunakan berasal dari beberapa sumber, maka pencampuran harus dilakukan di pusat pencampur (*central mixing plant*). Penyedia Jasa harus menjamin campuran yang merata pada kadar air optimum. Setelah proses pencampuran selesai, material dibawa ke area penghamparan serta dihampar tanpa adanya kehilangan kadar air yang mempengaruhi kualitas dari bahan.

SKh.1.5.18.3 PENGHAMPARAN DAN PEMADATAN P-154 SUBBASE COURSE

1) Syarat Bahan

Bahan P-154 *subbase course* dapat dihampar jika telah memenuhi persyaratan termasuk kadar air. Bahan P-154 *subbase course* dapat diperoleh dari beberapa sumber diantaranya dari sumber alam (tambang pasir/kerikil) maupun melalui proses pemecahan menggunakan *crusher*. P-154 *subbase course* yang digunakan harus memenuhi syarat gradasi, kualitas dan konsistensi. Bahan P-154 *subbase course* mengandung kadar air yang menghasilkan kepadatan maksimum. Penyedia Jasa harus menjamin ketercapaian kadar air optimum di lapangan serta kondisi permukaan yang rata sesuai dengan target elevasi dan kemiringan.

2) Penyiapan Formasi Untuk P-154 Subbase Course

- a) P-154 Subbase course harus ditempatkan sesuai dengan ketentuan dalam Gambar atau seperti yang ditunjukkan oleh Pengawas Pekerjaan. Material harus dibentuk dan dipadatkan secara menyeluruh berdasarkan toleransi yang telah ditentukan.
- b) P-154 Subbase course yang tidak cukup kuat dan stabil tanpa gerakan peralatan konstruksi, harus distabilisasikan secara mekanis sampai pada titik kedalaman yang diperlukan untuk memberikan kestabilan tertentu menurut petunjuk Pengawas Pekerjaan. Stabilisasi secara mekanis pada prinsipnya mencakup penambahan butiran-butiran halus untuk mengikat bahan subbase guna meningkatkan daya dukung, sehingga lapisan tidak akan mengalami deformasi akibat pergerakan peralatan konstruksi. Tambahan pengikat untuk bahan subbase ini tidak boleh menyimpang dari pada batas-batas persyaratan yang telah ditentukan oleh Pengawas Pekerjaan.
- c) Sebelum dilaksanakan pekerjaan, Penyedia Jasa harus melakukan uji pemadatan di luar area yang akan dikerjakan dengan persetujuan Pengawas Pekerjaan. Uji pemadatan dimaksudkan untuk mengetahui jumlah lintasan optimum sehingga tercapai nilai kepadatan dan CBR sesuai dengan yang disyaratkan. Luas area untuk uji pemadatan minimal 3 m x 30 m yang dibagi menjadi 3 segmen, dimana perbedaan tiap segmen adalah pada jumlah lintasan pemadatan. Selanjutnya dari hasil uji pemadatan tersebut, apabila sudah memenuhi persyaratan, maka akan dijadikan dasar dalam pelaksanaan. Namun apabila hasil uji pemadatan tidak memenuhi persyaratan, maka uji pemadatan harus diulang kembali. Biaya yang timbul pada pekerjaan *trial compaction* menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa.
- d) Sebelum bahan P-154 subbase course dihamparkan, maka lapisan tanah dasar (*subgrade*) dan *improvement layer* harus disiapkan serta diperbaiki sesuai ketentuan.
- e) Lapisan di bawah P-154 subbase course harus diperiksa dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan sebelum penghamparan P-154 subbase course dimulai. Untuk melindungi lapis di bawah subbase dan memastikan drainase yang tepat, penghamparan P-154 subbase course harus dimulai dari garis tengah perkerasan atau di sisi perkerasan yang tertinggi dengan kemiringan satu arah.

3) Penghamparan

- a) P-154 Subbase course dihampar dalam beberapa lapisan. Tebal lapis padat tidak boleh kurang dari 100 mm dan tidak boleh lebih dari 150 mm. Bahan subbase dihamparkan sedemikian rupa sehingga diperoleh lebar dan ketebalan yang seragam. Pada proses penghamparan tidak diperkenankan adanya tempat-tempat yang mengalami segregasi. P-154 Subbase course tidak boleh dihampar lebih dari 2.000 m² sebelum digilas/dipadatkan, kecuali dinyatakan lain oleh Pengawas Pekerjaan. Material P-154 subbase course tidak boleh dihamparkan di atas permukaan yang lunak.
- b) Jika dibutuhkan lebih dari satu kali lapis hamparan, ketentuan di atas berlaku untuk tiap lapis. Dalam proses penghamparan, Penyedia Jasa harus menjamin agar material P-154 subbase course tidak tercampur dengan material lainnya.

4) Pemadatan

- a) Setelah proses penghamparan atau pencampuran, material P-154 *subbase course* harus dipadatkan dengan menggilas dan disiram dengan air jika diperlukan. Sejumlah *roller* yang cukup harus disiapkan untuk mengakomodasi hamparan bahan *subbase course* (P-154).
- b) Penggilasan harus dilakukan tahap demi tahap dari dan ke arah jalur yang sedang disusun, dan tiap jalur dengan arah longitudinal harus digilas *overlapping*, paling sedikit setengah lebar dari unit penggilas.
- c) Banyaknya gilasan/jumlah lintasan yang diperlukan sesuai dengan hasil dari *trial compaction* yang telah disetujui, sehingga lapisan *subbase course* memiliki nilai CBR minimal 30%.
- d) Kepadatan lapangan (*field density*) harus memenuhi paling sedikit 100% dari kepadatan maksimum laboratorium dari sampel material P-154 *subbase course* yang digunakan di area pekerjaan. Spesimen laboratorium tersebut harus dipadatkan dan diuji berdasarkan ASTM D 698, ASTM D 1557, ASTM D 4718, AASHTO T 99 atau T180. Parameter *in-place field density* harus ditentukan berdasarkan ASTM D 1556 atau ASTM 6938. Nilai kadar air material pada awal proses pemadatan harus tidak boleh lebih dari 2% di atas nilai kadar air optimum.
- e) Jika pengujian *nuclear density gauges* digunakan untuk penentuan nilai kepadatan, uji yang digunakan harus mengacu pada ASTM D 6938.
- f) Lapisan *subbase* tidak boleh digilas jika lapisan yang berada di bawahnya termasuk lunak atau jika gilasan menyebabkan *undulasi* pada P-154 *subbase course*. Jika gilasan mengakibatkan ketidakrataan yang melebihi 12 mm (jika di uji dengan mistar 3 m), permukaan yang tidak teratur tersebut harus dibongkar dan diisi kembali dengan material yang sama kemudian digilas kembali.
- g) Untuk area yang tidak dapat digilas, material P-154 *subbase course* harus dipadatkan sepenuhnya menggunakan alat mekanik atau *stamper*.
- h) Jika dibutuhkan, penyiraman saat penggilasan harus dilakukan dengan jumlah dan perlengkapan yang telah disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Air tidak boleh ditambahkan secara berlebihan yang mengakibatkan air tersebut meresap hingga lapisan bawah dan melunakkan lapisan tersebut.

5) Pengujian

- a) **Material Agregat**
Penyedia Jasa harus mengambil sampel sesuai dengan ASTM D75 untuk persyaratan agregat dan gradasi. Material harus memenuhi persyaratan dalam Pasal SKh.1.5.18.2. Penyedia Jasa harus memberikan sertifikat hasil pengujian yang menunjukkan bahwa agregat tersebut memenuhi persyaratan kepada Pengawas Pekerjaan. Pengujian harus mewakili material yang akan digunakan untuk pekerjaan.
- b) **Persyaratan gradasi**
Penyedia Jasa harus mengambil setidaknya satu sampel agregat P-154 *subbase course* per hari di hadapan Pengawas Pekerjaan untuk memeriksa gradasi akhir. Sampel berupa material lepas, diambil dari lokasi *quarry* dengan titik sampling ditentukan oleh Pengawas Pekerjaan secara acak sesuai dengan ASTM D3665. Pengambilan sampel sesuai ASTM D75 dan pengujian sesuai ASTM C136 serta

ASTM C117. Hasil pengujian harus diserahkan kepada Pengawas Pekerjaan oleh Penyedia Jasa setiap hari selama masa konstruksi. Material harus memenuhi persyaratan dalam Pasal SKh.1.5.18.2.

- c) Tes Pengendalian lapangan berikut ini harus dilaksanakan untuk memenuhi persyaratan spesifikasi. Galian untuk lubang uji dan penimbunan kembali dengan bahan P-154 *subbase course* dipadatkan dengan sempurna, harus dikerjakan oleh Penyedia Jasa di bawah pengawasan Pengawas Pekerjaan. Untuk Laporan hasil uji kepadatan lapangan, harus memuat tentang titik koordinat dan elevasi hasil pengujian tersebut.

Tabel SKh.1.5.18.3) Persyaratan Pengendalian Lapangan

Tes Pengendalian	Prosedur
Ketebalan dan keseragaman <i>subbase course</i>	Pemeriksaan visual dan pengukuran ketebalan setiap hari. Dilakukan untuk setiap 500 m ² <i>subbase course</i> (P-154) yang terpasang.
Tes kepadatan, lapis <i>subbase course</i> (tes <i>sand cone</i>) AASHTO T 191, PB0103-76	Harus dilakukan untuk setiap 1.000 m ² untuk menentukan kepadatan dengan membandingkan terhadap tes kepadatan laboratorium untuk kepadatan kering maksimum.
Penentuan <i>field</i> CBR lapis <i>subbase course</i>	Dengan menggunakan <i>field</i> CBR dan dilaksanakan minimum setiap 1.000 m ² .
Pengujian permukaan/ <i>surface test</i>	Permukaan yang sudah selesai tidak boleh selisih lebih dari 12 mm jika dites dengan tongkat lurus dari 3 m yang dilaksanakan sejajar serta tegak lurus dengan garis sumbu.
Toleransi ketebalan	± 12 mm terhadap tebal desain.
Pemeriksaan kemiringan atau <i>finished grade</i>	Diukur setiap 15 m <i>grid</i> .

- d) Biaya yang timbul untuk pengambilan sampel dan pengujian menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa.

SKh.1.5.18.4 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

1) Pengukuran

P-154 *Subbase course* yang harus dibayar adalah banyaknya meter kubik (m³) dari material *subbase* yang sudah dihamparkan, dipadatkan dan disetujui pada bahan yang telah diselesaikan.

Kuantitas P-154 *subbase course* harus diukur pada kondisi akhir berdasarkan tes *pit* atau *core* yang diambil sesuai arahan Pengawas Pekerjaan, atau pada 1 uji tes *pit* untuk setiap 500 m² P-154 *subbase course*, atau rata-rata luasan akhir pada pekerjaan yang sudah selesai dihitung dari elevasi dengan keakuratan mendekati 3 mm.

2) Pembayaran

Pembayaran harus dilakukan dengan Harga Satuan Kontrak. Harga ini sudah termasuk persiapan, pengangkutan, penghamparan, dan pengujian dari bahan-bahan P-154 *subbase course* serta untuk semua tenaga kerja, peralatan, perkakas, dan hal-hal insidental yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
SKh.1.5.18.(1)	P-154 <i>Subbase Course</i>	Meter Kubik

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SKh.1.5.19

P-209 BASE COURSE

SKh.1.5.19.1 UMUM

1) Uraian

Spesifikasi ini meliputi pekerjaan penyediaan bahan, penghamparan, pemadatan, dan pengujian *subbase course*.

P-209 *base course* terdiri dari agregat pecah, yang dibangun di atas lapisan yang telah disiapkan sesuai dengan spesifikasi khusus ini dan dimensi seperti yang ditunjukkan pada Gambar Kerja.

2) Pekerjaan Spesifikasi Khusus Lain dan Seksi Lain dalam Spesifikasi Umum yang Berkaitan dengan Spesifikasi Khusus Ini

- | | |
|--|--------------|
| a) Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas | : Seksi 1.8 |
| b) Kajian Teknis Lapangan (<i>Field Engineering</i>) | : Seksi 1.9 |
| c) Bahan dan Penyimpanan | : Seksi 1.11 |
| d) Pengamanan Lingkungan Hidup | : Seksi 1.17 |
| e) Manajemen Mutu | : Seksi 1.21 |
| f) Keselamatan dan Kesehatan Kerja | : Seksi 1.19 |
| g) Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) | : SKh-1.1.22 |

3) Toleransi Dimensi dan Elevasi

- Level akhir permukaan P-209 *base course* pada area *runway*, *taxiway*, dan apron tidak boleh menyimpang lebih dari 15 mm dari level yang ditentukan ketika diukur pada interval pengukuran per 15 m sejajar dengan sumbu perkerasan.
- Batas toleransi ketebalan padat P-209 *base course* pada area *runway*, *taxiway*, dan apron tidak boleh menyimpang lebih dari 12 mm.
- Permukaan akhir P-209 *base course* pada area *runway*, *taxiway*, dan apron harus rata dan tidak boleh menyimpang lebih dari 12 mm dari mistar *straight edge* panjang 3,7 m yang diletakkan di permukaan *subbase* secara paralel dan melintang sumbu perkerasan. Pengukuran dilakukan dengan memindahkan mistar *straight edge* pada jarak 1,5 m dalam *grid area* 15 m kali 15 m.

4) Standar Rujukan

Standar Nasional Indonesia (SNI)

- | | |
|---------------|---|
| SNI 1966:2008 | : Cara uji penentuan batas plastis dan indeks plastisitas tanah |
| SNI 1967:2008 | : Cara uji penentuan batas cair tanah |
| SNI 1743:2008 | : Cara uji kepadatan berat untuk tanah |
| SNI 2417:2008 | : Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi <i>Los Angeles</i> |

SNI 1744:2012	: Metode uji CBR laboratorium
SNI 7619:2012	: Metode uji penentuan persentase butir pecah pada agregat kasar
SNI 6889:2014	: Tata cara pengambilan contoh uji agregat (ASTM D75/D75M-09, IDT)
SNI 4141:2015	: Metode uji gumpalan lempung dan butiran mudah pecah dalam agregat (ASTM C142-04, IDT)
Pd 03-2016-B	: Metoda uji lendutan menggunakan <i>Light Weight Deflectometer</i> (LWD)

American Standard of Testing and Materials (ASTM)

ASTM C29	: <i>Standard Test Method for Bulk density (“Unit Weight”) and Voids in Agregate</i>
ASTM C88	: <i>Standard Test Method for Soundness of Agregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate</i>
ASTM C117	: <i>Standard Test Method for Materials Finer than 75-μm (No. 200) Sieve in Mineral Agregates by Washing</i>
ASTM C131	: <i>Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Agregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine</i>
ASTM C136	: <i>Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Agregates</i>
ASTM C142	: <i>Standard Test Method for Clay lumps and friable particles in Agregates</i>
ASTM D75	: <i>Standard Practice for Sampling Agregates</i>
ASTM D698	: <i>Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12,400 ft-lbf/ft³ (600 kN-m/m³))</i>
ASTM D1556	: <i>Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method</i>
ASTM D1557	: <i>Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³ (2,700 kN-m/m³))</i>
ASTM D2167	: <i>Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Rubber Balloon Method</i>
ASTM D2419	: <i>Standard Test Method for Sand equivalent Value of Soils and Fine Agregate</i>
ASTM D3665	: <i>Standard Practice for Random Sampling of Construction Materials</i>
ASTM D4318	: <i>Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils</i>
ASTM D4643	: <i>Standard Test Method for Determination of Water Content of Soil and Rock by Microwave Oven Heating</i>
ASTM D4791	: <i>Standard Test Method for Flat Particles, Elongated Particles, or Flat and Elongated Particles in Coarse Agregate</i>

ASTM D5821	: <i>Standard Test Method for Determining the Percentage of Fractured Particles in Coarse Agregate</i>
ASTM D2487	: <i>Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)</i>
ASTM D4253	: <i>Standard Test Methods for Maximum Index Density and Unit Weight of Soils Using a Vibratory Table</i>
ASTM D4759	: <i>Practice for Determining the Specification Conformance of Geosynthetics</i>
ASTM D6938	: <i>Standard Test Method for In-Place Density and Water Content of Soil and Soil-Aggregate by Nuclear Methods (Shallow Depth)</i>
ASTM D7928	: <i>Standard Test Method for Particle-Size Distribution (Gradation) of Fine-Grained Soils Using the Sedimentation (Hydrometer)</i>

5) Cuaca yang Diizinkan untuk Bekerja

P-209 *base course* tidak diperkenankan untuk dilakukan penghamparan atau pemadatan ketika lapisan di bawahnya dalam keadaan basah atau tergenang air.

6) Perbaikan Terhadap P-209 Base Course yang Tidak Memenuhi Ketentuan

- a) Dalam kondisi apapun tidak diperkenankan menambah lapis tipis material untuk mencapai elevasi rencana. Jika ketebalan terpasang adalah lebih kecil atau sama dengan 12 mm di bawah tebal rencana, lapisan tersebut harus diperbaiki dengan kedalaman minimal 100 mm, ditambahkan material baru, dan lapisan harus dicampur dan dipadatkan ulang untuk mencapai elevasi rencana. Jika permukaan akhir berada di atas elevasi rencana, maka permukaan tersebut harus dikupas dan dipadatkan kembali.
- b) Areal yang tidak memenuhi ketentuan *smoothness* dan *grade* agar dilakukan penyesuaian. Kedalaman penggusuran minimum 100 mm, dan dilakukan pembentukan permukaan kembali dan dipadatkan.
- c) Biaya-biaya yang timbul untuk perbaikan ini menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa.

7) Pengembalian Bentuk Pekerjaan Setelah Pengujian

Semua pekerjaan yang menyangkut pembersihan dan pengupasan *pit* serta penanganan material yang tidak sesuai, harus dilakukan oleh Penyedia Jasa atas biaya sendiri. Bahan P-209 *base course* harus diperoleh dari *pit* atau sumber yang telah disetujui. Bahan di dalam lubang galian/*pit* harus digali dan ditangani sedemikian rupa sehingga diperoleh suatu hasil yang seragam dan memuaskan.

SKh.1.5.19.2 BAHAN

1) Sifat-sifat Bahan yang Disyaratkan

Agregat harus terdiri dari partikel batu pecah yang bersih, baik, dan tahan lama serta harus terbebas dari lempung, lumpur, humus, dan bahan lainnya yang tidak sesuai serta tidak mengandung butiran lempung. Agregat halus yang lolos saringan No.4 (4,75 mm) harus terdiri dari bahan halus dari pemecahan agregat kasar.

Jika perlu, agregat halus dapat ditambahkan untuk menghasilkan gradasi yang sesuai. Agregat halus harus dihasilkan dari material batu, atau kerikil yang memenuhi persyaratan keausan yang ditentukan untuk agregat kasar.

Persentase agregat kasar yang didefinisikan sebagai bahan yang tertahan pada saringan No.4 (4,75 mm) dan lebih besar. Persentase agregat pipih atau lonjong tersebut tidak boleh melebihi 10% dari total beratnya sebagaimana yang telah ditentukan dalam ASTM D693 dan harus memiliki sekurang-kurangnya 90% berat partikel yang memiliki setidaknya dua bidang pecah dan 98% setidaknya satu bidang pecah. Area setiap bidang harus minimal 75% dari luas bagian tengah terkecil dari potongan. Jika terdapat dua bidang pecah yang berdekatan, sudut antara bidang kerusakan harus setidaknya 30° untuk dihitung sebagai dua bidang pecah.

Persentase keausan tidak boleh lebih dari 40% ketika diuji berdasarkan ASTM C 131. Uji pelapukan agregat (*soundness test*) menggunakan *Sodium Sulfat* tidak boleh melebihi 10% atau 12% dengan *Magnesium Sulfat*, setelah 5 (lima) siklus ketika diuji sesuai dengan ASTM C 88. Fraksi lolos saringan No.40 (0,42 mm) harus memiliki batas cair tidak lebih besar dari 25% dan indeks plastisitas tidak lebih dari 4% ketika diuji berdasarkan ASTM D 4318.

Resume kualitas untuk bahan *Base Course* dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel SKh.1.5.19.1) Kualitas untuk Bahan P-209 Base Course

Item Pengujian	Persyaratan	Standar
Agregat Kasar		
Kehilangan berat karena abrasi (500 putaran)	Maksimum 40%	ASTM C 131
<i>Soundness test</i>	Kehilangan setelah 5 putaran: Maksimum 10% (menggunakan <i>Sodium Sulphate</i>) Maksimum 12% (menggunakan <i>Magnesium Sulphate</i>)	ASTM C 88
CBR terendam	Minimum 95%	ASTM D 1883-73
Campuran lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat	Maksimum 3%	SNI 03-4141-1996/ ASTM C142
<i>Percentage of fractured particles</i>	Minimum 90% berat partikel yang memiliki setidaknya dua bidang pecah dan 100% setidaknya satu bidang pecah	ASTM D 5821

Item Pengujian	Persyaratan	Standar
Persentase agregat pipih, lonjong, pipih dan lonjong	Maksimum 10%	ASTM D 4791
Agregat Halus		
<i>Liquid limit</i>	Maksimum 25%	ASTM D 4318
<i>Plasticity index</i>	Maksimum 4%	ASTM D 4318

Tabel SKh.1.5.19.2) Gradasi Gabungan

Ukuran Saringan	Persentase Lolos Berdasarkan Berat	Persentase Toleransi <i>Job Mix</i> ¹
2 in (50 mm)	100	0
1-0,5 in (37,5 mm)	95 - 100	+/- 5
1 in (25 mm)	70 - 95	+/- 8
0,75 in (19 mm)	55 - 85	+/- 8
No.4 (4,75 mm)	30 - 60	+/- 8
No. 40 ² (425 µm)	10 - 30	+/- 5
No. 200 ² (75 µm)	0 - 10	+/- 3

¹ Persentase *Toleransi Job Mix* pada tabel diaplikasikan untuk Gradasi Final Penyedia Jasa untuk dijadikan kontrol nilai gradasi.

² Fraksi material lolos saringan No.200 (75 µm) tidak boleh melebihi 2/3 fraksi material lolos saringan No.40 (425 µm).

2) Pencampuran Bahan untuk P-209 Base Course

Agregat harus tercampur secara merata selama proses pemecahan atau selama proses pencampuran di lokasi pencampuran. Lokasi pencampuran harus menghasilkan material sesuai dengan spesifikasi serta kadar air yang tepat pada saat pemadatan. Agregat harus dicampur secara seragam baik gradasi maupun kadar air. Material yang telah disetujui langsung dibawa dan dihampar di lokasi pekerjaan.

SKh.1.5.19.3 PENGHAMPARAN DAN PEMADATAN P-209 BASE COURSE

1) Penyiapan Formasi Untuk P-209 Base Course

- a) Sebelum dilaksanakan pekerjaan Penyedia Jasa harus melakukan uji pemadatan di luar area yang akan dikerjakan dengan persetujuan Pengawas Pekerjaan. Uji pemadatan dimaksudkan untuk mengetahui jumlah lintasan optimum sehingga tercapai nilai kepadatan dan CBR sesuai dengan yang disyaratkan. Luas area untuk

uji pemadatan minimal 3 m x 30 m yang dibagi menjadi 3 (tiga) segmen, dimana perbedaan tiap segmen adalah jumlah lintasan pemadatan. Selanjutnya dari hasil uji pemadatan tersebut, apabila sudah memenuhi persyaratan, maka akan dijadikan dasar dalam pelaksanaan. Namun apabila hasil uji pemadatan tidak memenuhi persyaratan, maka uji pemadatan harus diulang kembali. Biaya yang timbul pada pekerjaan *trial compaction* menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa.

- b) Sebelum dilakukan penghamparan lapisan P-209 *base course*, Penyedia Jasa harus memastikan lapisan dimana P-209 *base course* akan dihampar telah sesuai dan memenuhi persyaratan bahan, kekuatan, *smoothness* dan *grade*. *Proof rolling* ulang harus dilakukan untuk memastikan lapisan dimana *base course* akan dihampar memenuhi kriteria kepadatan yang seragam. Selain itu, harus dipastikan juga permukaan lapisan tersebut terbebas dari vegetasi, akar tumbuh-tumbuhan, tanah, atau material lain yang mengganggu.
- c) Lapis dibawahnya harus diuji dan diterima baik oleh Pengawas Pekerjaan sebelum kegiatan penempatan dan penghamparan material *base course* dimulai. Untuk melindungi P-209 *base course* dan untuk mendapatkan kondisi drainase yang baik, penghamparan material *base* akan dimulai dari as atau pada bagian tertinggi dengan kemiringan satu arah.

2) Penghamparan

- a) Material agregat pecah harus ditempatkan pada area atau tanah dengan ketebalan seragam menggunakan alat penghampar mekanis.
- b) Tebal lapis padat tidak boleh kurang dari 100 mm dan tidak boleh lebih dari 150 mm. Jika ketebalan total lapisan yang dipadatkan lebih dari 150 mm, maka harus dikerjakan dengan beberapa lapisan.

3) Pemadatan

- a) Setelah proses penghamparan selesai, material *base* harus dipadatkan seluruhnya. Jumlah, tipe, spesifikasi, serta berat alat *rollers* harus mampu mengakomodasi proses pemadatan material agar mampu mencapai tingkat kepadatan yang ditentukan.
- b) Nilai kadar air material selama proses penghamparan tidak boleh kurang atau lebih dari 2% dari nilai kadar air optimum.

4) Pengujian

- a) Material Agregat
Penyedia Jasa harus mengambil sampel sesuai ASTM D75 untuk persyaratan agregat dan gradasi. Material harus memenuhi persyaratan dalam Pasal SKh.1.5.19.2. Pengambilan sampel dan pengujian ini akan menjadi dasar untuk persetujuan persyaratan kualitas *agregat base*.
- b) Persyaratan gradasi
Penyedia Jasa harus mengambil setidaknya dua sampel *agregat base* per hari di hadapan Pengawas Pekerjaan untuk memeriksa gradasi akhir. Sampel berupa material lepas, diambil dari lokasi *quarry* dengan titik *sampling* ditentukan oleh

Pengawas Pekerjaan secara acak sesuai dengan ASTM D3665. Pengambilan sampel sesuai dengan ASTM D75. Material harus memenuhi persyaratan seperti pada Pasal SKh.1.5.19.2.

- c) Pengujian kepadatan laboratorium diuji berdasarkan ASTM D1557 dan D698. Pengujian kepadatan lapangan dilakukan mengikuti ASTM D155 atau ASTM D6938 menggunakan Prosedur A, “*the direct transmission method*” dan ASTM D6938 untuk kadar air. Peralatan uji tersebut harus terkalibrasi mengacu pada ASTM D6938. Ketika material tertahan saringan 0,75 inci (19,05 mm) lebih dari 30%, digunakan metode ASTM D698 dan ASTM D1557 serta prosedur dalam AASHTO T180 untuk menentukan koreksi *maximum dry density* dan *optimum moisture content*.
- d) Uji Pengendalian lapangan harus dilaksanakan untuk memenuhi persyaratan spesifikasi dikerjakan oleh Penyedia Jasa di bawah pengawasan Pengawas Pekerjaan. Penentuan titik pengujian dilakukan secara *random* (acak) mengikuti ketentuan dalam ASTM D3665.
- Frekuensi pengendalian kualitas di lapangan dapat dilihat pada Tabel SKh.1.5.19.3) Laporan hasil uji kepadatan lapangan harus memuat titik koordinat dan elevasi hasil pengujian tersebut.

Tabel SKh1.5.19.3) Frekuensi Uji Lapangan

Tes Pengendalian	Prosedur
Ketebalan dan keseragaman <i>Base Course</i>	Pemeriksaan visual dan pengukuran ketebalan setiap hari dilakukan untuk setiap 250 m ² lapisan <i>Base Course</i> yang dipasang.
Tes kepadatan lapis <i>base course</i> (tes kerucut pasir) AASHTO T 191, PB0103-76	Harus dilakukan untuk setiap 1.000 m ² lapisan <i>Base Course</i> yang dipasang.
Penentuan <i>field</i> CBR di lapisan <i>base course</i>	Dengan menggunakan <i>field</i> CBR dan dilaksanakan minimum setiap 1.000 m ² pada setiap penghamparan lapis/layer material.
Pengujian permukaan/ <i>surface test</i>	Permukaan yang sudah selesai tidak boleh selisih lebih dari 12 mm jika dites dengan tongkat lurus dari 3 m yang dilaksanakan sejajar serta tegak lurus dengan garis tengah.
Toleransi ketebalan	± 12 mm terhadap tebal desain.

- e) Biaya yang timbul untuk pengambilan sampel dan pengujian menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa.

5) Pemeliharaan

Lapisan *base course* yang telah dihamparkan dan dipadatkan harus dijaga kondisinya hingga seluruh susunan material perkerasan selesai dikonstruksi. Permukaan harus

bersih dan bebas dari material yang mengganggu serta harus terdrainase dengan baik. Pemeliharaan termasuk perbaikan sesegera mungkin dilakukan jika ditemukan kerusakan pada permukaan lapisan.

Ketika lapisan *base course* dalam kondisi basah, terendam air atau dilintasi kendaraan maka harus diverifikasi ulang dan bila ditemukan adanya kerusakan atau penurunan kualitas menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa untuk memperbaiki kembali atas biaya Penyedia Jasa.

SKh.1.5.19.4 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

1) Pengukuran

Kuantitas material dibayar berdasarkan perhitungan volume dalam meter kubik (m^3) yang secara aktual terpasang di lapangan sesuai dengan spesifikasi dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

2) Pembayaran

Pembayaran harus dilakukan dengan Harga Satuan Kontrak. Harga sudah termasuk kompensasi penuh atas konstruksi material yang meliputi persiapan, penghamparan, pemadatan, upah pekerja dan alat, serta hal-hal insidental yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan.

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
SKh.1.5.19.(1)	P-209 <i>Base Course</i>	Meter Kubik

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SKh.1.5.20

DRAINAGE LAYER

SKh.1.5.20.1 UMUM

1) Uraian

Spesifikasi ini meliputi pekerjaan penyediaan bahan, pengangkutan bahan, penghamparan, pemadatan, perlindungan *drainage layer* dari kontaminasi, dan pengujian *drainage layer*.

Drainage layer tersusun atas material berbutir, dibangun di atas P-209 *base course* dengan dimensi dan lokasi yang sesuai dengan Gambar Kerja.

2) Pekerjaan Spesifikasi Khusus Lain dan Seksi Lain dalam Spesifikasi Umum yang Berkaitan dengan Spesifikasi Khusus Ini

- | | |
|--|---------------|
| a) Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas | : Seksi 1.8 |
| b) Kajian Teknis Lapangan (<i>Field Engineering</i>) | : Seksi 1.9 |
| c) Bahan dan Penyimpanan | : Seksi 1.11 |
| d) Pengamanan Lingkungan Hidup | : Seksi 1.17 |
| e) Manajemen Mutu | : Seksi 1.21 |
| f) Keselamatan dan Kesehatan Kerja | : Seksi 1.19 |
| g) Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) | : SKh- 1.1.22 |

3) Standar Rujukan

American Standard of Testing and Materials (ASTM)

- | | |
|------------|---|
| ASTM C131 | : <i>Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Agregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine</i> |
| ASTM D75 | : <i>Standard Practice for Sampling Aggregates</i> |
| ASTM C117 | : <i>Standard Test Method for Materials Finer than 75-μm (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing</i> |
| ASTM C136 | : <i>Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates</i> |
| ASTM D2434 | : <i>Standard Test Methods for Measurement of Hydraulic Conductivity of Coarse-Grained Soils</i> |
| ASTM D3665 | : <i>Standard Practice for Random Sampling of Construction Materials</i> |
| ASTM D5821 | : <i>Standard Test Method for Determining the Percentage of Fractured Particles in Coarse Aggregate</i> |

4) Toleransi Dimensi dan Elevasi

Batas toleransi ketebalan padat lapisan *drainage layer* adalah 12 mm. Ketika perbedaan tebal lebih dari 12 mm, maka Penyedia Jasa harus melakukan pemotongan minimum sedalam 75 mm dan kemudian ditambal dan dipadatkan kembali dengan material tambahan dan usaha pemadatan yang sama sehingga material tambalan memenuhi persyaratan kepadatan.

5) Perbaikan Terhadap *Drainage Layer* yang Tidak Memenuhi Ketentuan

Jika kekurangan tebal lebih dari 12 mm terhadap tebal desain, Penyedia Jasa harus memperbaiki area tersebut tanpa biaya tambahan dengan menggaru hingga kedalaman minimal 75 mm, menambahkan material baru dengan gradasi yang tepat dan material harus dicampur dan dipadatkan kembali. Tidak ada pembayaran tambahan yang akan dilakukan untuk pekerjaan tambahan, kuantitas tambahan maupun pengujian yang diperlukan oleh perbaikan ini.

6) Pengembalian Bentuk Pekerjaan Setelah Pengujian

Semua pekerjaan yang menyangkut pembersihan dan pengupasan *pit* serta penanganan material yang tidak sesuai, harus dilakukan oleh Penyedia Jasa atas biaya sendiri. Bahan *drainage layer* harus diperoleh dari *pit* atau sumber yang telah disetujui. Bahan di dalam lubang galian/*pit* harus digali dan ditangani sedemikian rupa sehingga diperoleh suatu hasil yang seragam dan memuaskan.

SKh.1.5.20.2 BAHAN

1) Sifat-sifat Bahan yang Disyaratkan

- a) Material *drainage layer* terdiri dari batu pecah yang keras dan tahan lama untuk menahan degradasi selama lalu lintas masa konstruksi maupun lalu lintas masa layan. Material drainase harus memiliki permeabilitas minimal 300 m/hari. Campuran ini harus seragam dan harus memenuhi persyaratan spesifikasi seperti gradasi serta mampu dipadatkan dan stabil. Material harus bersih dari humus, lumpur, lempung yang berlebih, serta bahan organik lainnya. Bahan dari *pit* dapat digunakan, jika telah memenuhi persyaratan yang ditentukan. Gradasi dari campuran agregat kering harus memenuhi persyaratan pada Tabel SKh.1.5.20.1).
- b) Bahan *drainage layer* dapat dihampar jika telah memenuhi persyaratan. Bahan *drainage layer* dapat diperoleh dari beberapa sumber diantaranya dari sumber alam (tambang pasir/kerikil) maupun melalui proses pemecahan menggunakan *crusher*. *Drainage layer* yang digunakan harus memenuhi syarat gradasi, kualitas dan konsistensi.

Tabel SKh.1.5.20.1) Gradasi *Drainage Layer*

Saringan ASTM	Gradasi #1		Gradasi #2	
	% <i>passing</i>	Toleransi	% <i>passing</i>	Toleransi
1½" (38 mm)				
1" (25 mm)			100	-5
¾" (19 mm)	100	-5	85	±8
½" (12,5 mm)	78	±8	65	±8
⅜" (9,5 mm)	63	±8	53	±8
No. 4 (4,75 mm)	38	±8	32	±6
No. 8 (2,4 mm)	19	±6	16	±6
No. 16 (1,2 mm)	2	±2	2	±2

Gradasi pada Tabel SKh.1.5.20.1) menggambarkan batas-batas yang akan menentukan batas-batas gradasi agregat yang digunakan. Sedangkan untuk kualitas bahan *drainage layer* bisa dilihat pada Tabel SKh.1.5.20.2).

Tabel SKh.1.5.20.2) Kualitas Untuk Bahan *Drainage Layer*

No.	Uraian	Nilai	Standar
1	Permeabilitas (m/hari)	Min. 300	ASTM D2434
2	Persentase muka bidang pecah (metode <i>Corps of Engineers</i>)	90% untuk CBR 80 75% untuk CBR 50	ASTM D5821
3	Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i>	Maksimum 40	ASTM C131

2) Pencampuran Bahan untuk *Drainage Layer*

Jika material yang digunakan berasal dari beberapa sumber, maka pencampuran harus dilakukan di pusat pencampur (*central mixing plant*). Setelah proses pencampuran selesai, material dibawa ke area penghamparan serta dihampar tanpa adanya kehilangan kadar air yang mempengaruhi kualitas dari bahan.

SKh.1.5.20.3 PELAKSANAAN

1) Pekerjaan Persiapan

Penyiapan Formasi Untuk *Drainage Layer*

- Drainage layer* harus ditempatkan sesuai dengan ketentuan dalam Gambar atau seperti yang ditunjukkan oleh Pengawas Pekerjaan. Material harus dibentuk dan dipadatkan secara menyeluruh berdasarkan toleransi yang telah ditentukan.
- Sebelum bahan *drainage layer* dihamparkan, maka lapisan *base course* harus disiapkan serta diperbaiki sesuai ketentuan pada SKh.1.5.19 *base course*.
- Base course* harus diperiksa dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan sebelum penghamparan *drainage layer* dimulai. Untuk melindungi *base course* dan memastikan drainase yang tepat, penghamparan *drainage layer* harus dimulai dari sisi perkerasan yang tertinggi dengan kemiringan 1 (satu) arah.

2) Pekerjaan Pelaksanaan

a) Penghamparan

Material *drainage layer* harus ditempatkan untuk mencegah segregasi dan untuk mendapatkan lapisan dengan tebal seragam. Material *drainage layer* memerlukan perhatian khusus pada proses *stockpiling* dan *handling*. Penghamparan material sebaiknya menggunakan *asphalt finisher*. Untuk memastikan pemadatan yang baik, ketebalan maksimum penghamparan tidak boleh lebih dari 150 mm.

b) Pemadatan

i *Quality Control* pemadatan yang biasa digunakan pada konstruksi perkerasan kurang sesuai digunakan pada pelaksanaan pemadatan *drainage layer*. Oleh karena itu penting untuk menggunakan teknik dan perlakuan khusus untuk mendapatkan hasil akhir produk yang baik. Penting untuk menghamparkan material *drainage layer* tidak lebih dari 150 mm untuk mendapatkan fondasi yang kuat di bawah *drainage layer*. Metode yang direkomendasikan untuk menentukan usaha pemadatan adalah dengan melakukan percobaan uji pemadatan dan pengawasan pada agregat saat dipadatkan untuk menentukan akhir pemadatan apabila agregat sudah mulai pecah. Umumnya, pemadatan dibutuhkan sebanyak tidak lebih dari 6 (enam) kali *passing* menggunakan *vibratory roller* (10 ton). Material yang tidak distabilisasi dengan aspal maupun semen harus dijaga kadar airnya selama pemadatan.

ii Setelah pemadatan, *drainage layer* harus dilindungi dari kontaminasi oleh material halus akibat lalu lintas konstruksi dan akibat aliran air permukaan. Lapis pembatas berupa plastik cor dan lapis perkerasan di atas *drainage layer* harus langsung dipasang secepatnya setelah pemasangan *drainage layer*. Upaya pencegahan untuk perlindungan kerusakan *drainage layer* oleh peralatan konstruksi perlu dilaksanakan. Hanya *tracked asphalt finisher* yang diperbolehkan untuk menghampar material yang tidak distabilisasi. Operator alat yang beroperasi di atas *drainage layer* tidak diperbolehkan untuk melakukan akselerasi dan pengereman mendadak, maupun berbelok tajam pada *drainage layer* yang telah terpasang.

SKh.1.5.20.4 PENGENDALIAN MUTU

1) Penerimaan Bahan

Penyedia Jasa harus mengambil sampel sesuai dengan ASTM D75 untuk persyaratan agregat dan gradasi. Material harus memenuhi persyaratan dalam Pasal SKh.1.5.20.2. Penyedia Jasa harus memberikan sertifikat hasil pengujian yang menunjukkan bahwa agregat tersebut memenuhi persyaratan kepada Pengawas Pekerjaan. Sertifikat tersebut didapatkan dari Laboratorium independen. Pengujian harus mewakili material yang akan digunakan untuk pekerjaan.

2) Penerimaan Pekerjaan

Penyedia Jasa harus mengambil setidaknya satu sampel agregat *drainage layer* per hari di hadapan Pengawas Pekerjaan untuk memeriksa gradasi akhir. Sampel berupa

material lepas, diambil dari lokasi *quarry* dengan titik sampling ditentukan oleh Pengawas Pekerjaan secara acak sesuai dengan ASTM D3665. Pengambilan sampel sesuai ASTM D75 dan pengujian sesuai ASTM C136 dan ASTM C117. Hasil pengujian harus diserahkan kepada Pengawas Pekerjaan oleh Penyedia Jasa setiap hari selama masa konstruksi. Material harus memenuhi persyaratan dalam Pasal SKh.1.5.20.2.

Pengujian dan Kriteria Penerimaan lapangan berikut ini harus dilaksanakan untuk memenuhi persyaratan spesifikasi.

Tabel 1.5.20.3) Frekuensi Uji Lapangan

Tes Pengendalian	Prosedur
Ketebalan dan keseragaman <i>drainage layer</i>	Pemeriksaan visual dan pengukuran ketebalan setiap hari. Dilakukan untuk setiap 500 m ² lapisan <i>drainage layer</i> yang terpasang.
Penentuan <i>field CBR drainage layer</i>	Dengan menggunakan <i>field CBR</i> dan dilaksanakan minimum setiap 1.000 m ² .
Pengujian permukaan/ <i>surface test</i>	Permukaan yang sudah selesai tidak boleh selisih lebih dari 12 mm jika dites dengan tongkat lurus dari 3 m yang dilaksanakan sejajar serta tegak lurus dengan garis sumbu.
Toleransi ketebalan	± 12 mm terhadap tebal desain.
Pemeriksaan kemiringan atau <i>finished grade</i>	Diukur setiap 15 m <i>grid</i> .

Biaya yang timbul untuk pengambilan sampel dan pengujian menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa.

SKh.1.5.20.5 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

1) Pengukuran

Kuantitas pekerjaan *drainage layer* harus diukur sebagai jumlah meter kubik (m³) dari bahan yang telah dicampur, dihampar dan dipadatkan di lokasi yang ditunjukkan dalam Gambar Kerja atau yang ditentukan dan dinyatakan memenuhi semua persyaratan oleh Pengawas Pekerjaan. Volume yang diukur harus didasarkan atas penampang/potongan melintang yang ditunjukkan pada Gambar Kerja.

2) Pembayaran

Pembayaran harus dilakukan dengan Harga Satuan Kontrak. Harga ini sudah termasuk persiapan, pengangkutan, penghamparan, pemadatan, perlindungan setelah pemadatan dari bahan-bahan *drainage layer*, pengujian, serta untuk semua tenaga kerja, peralatan, perkakas, dan hal-hal insidental yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.

*Divisi 5 – Perkerasan Berbutir dan Perkerasan Beton Semen
Spesifikasi Khusus Interim*

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
SKh.1.5.20.(1)	<i>Drainage Layer</i>	Meter Kubik

SALINAN

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SKh.1.5.21

P-306 BETON KURUS (*LEAN CONCRETE*)

SKh.1.5.21.1 UMUM

1) Uraian

Spesifikasi ini meliputi pekerjaan penyediaan bahan, pencampuran, penghamparan, pemadatan, dan pengujian material P-306 beton kurus (*lean concrete*).

Beton kurus (*lean concrete*) terdiri atas agregat dan semen yang diaduk secara merata dengan air. Material lapis ini juga mencakup penggunaan bahan aditif baik berupa *fly ash* atau *slag*, bahan tambah yang bersifat kimiawi dan penggunaan plastik cor di bawah lapis beton kurus (*lean concrete*). Material campuran beton kurus yang dijelaskan dalam spesifikasi ini harus dihamparkan, dibentuk dan dipadatkan sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan dan mengikuti dimensi, kemiringan yang diperlihatkan dalam Gambar. Mutu beton kurus (*lean concrete*) yang digunakan yaitu mutu beton minimal $f_c' 10$ MPa.

2) Pekerjaan Spesifikasi Khusus Lain dan Seksi Lain dalam Spesifikasi Umum yang Berkaitan dengan Spesifikasi Khusus Ini

- | | |
|--|--------------|
| a) Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas | : Seksi 1.8 |
| b) Kajian Teknis Lapangan (<i>Field Engineering</i>) | : Seksi 1.9 |
| c) Bahan dan Penyimpanan | : Seksi 1.11 |
| d) Pengamanan Lingkungan Hidup | : Seksi 1.17 |
| e) Manajemen Mutu | : Seksi 1.21 |
| f) Keselamatan dan Kesehatan Kerja | : Seksi 1.19 |
| g) Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi | : SKh-1.1.22 |

3) Standar Rujukan

ASTM International (ASTM)

- | | |
|-----------|---|
| ASTM C88 | : <i>Standard Test Method for Soundness of Agregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate</i> |
| ASTM C131 | : <i>Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Agregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine</i> |
| ASTM C142 | : <i>Standard Test Method for Clay Lumps and Friable Particles in Aggregates</i> |
| ASTM C150 | : <i>Standard Specification for Portland Cement</i> |
| ASTM C260 | : <i>Standard Specification for Air-Entraining Admixtures for Concrete</i> |
| ASTM C309 | : <i>Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds for Curing Concrete</i> |
| ASTM C494 | : <i>Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete</i> |
| ASTM D75 | : <i>Standard Practice for Sampling Aggregates</i> |

ASTM D4791 : *Standard Test Method for Flat Particles, Elongated Particles, or Flat and Elongated Particles in Coarse Agregate*

American Concrete Institute (ACI)

ACI 305R : *Guide to Hot Weather Concreting*

4) Cuaca yang Diizinkan untuk Bekerja

Penyedia Jasa harus mengikuti metode konstruksi yang direkomendasikan dalam ACI 305R. Suhu beton kurus dari pencampuran awal hingga perawatan akhir tidak boleh melebihi 32°C. Ketika suhu udara harian maksimum melebihi 30°C, *bekisting* dan lapisan di bawahnya harus disiram air sebelum *lean concrete* dihampar di atasnya. Penyedia Jasa harus menghentikan operasi sebelum dan selama hujan memberikan waktu untuk menutupi dan melindungi beton kurus plastis. Area yang rusak karena hujan harus diperbaiki atau diganti dengan biaya Penyedia Jasa.

SKh.1.5.21.2 PERSYARATAN BAHAN

1) Bahan

a) Agregat

Fraksi agregat kasar yang digunakan dalam campuran beton kurus dapat berupa batu pecah, kerikil, *slag*, maupun pecahan daur ulang beton. Fraksi agregat halus yang digunakan dapat bersumber dari tambang alam yang ditambahkan saat pencampuran. Agregat yang digunakan harus memenuhi persyaratan dan gradasi sebagai berikut.

Tabel SKh.1.5.21.1) Persyaratan Material Agregat

Material	Persyaratan	Standar
Agregat Kasar (tertahan saringan No.4)		
Abrasi	Loss: maksimum 40%	ASTM C131
Soundness	Setelah 5 (lima) siklus: Maksimum 10% (menggunakan <i>sodium sulfate</i>) Maksimum 15% (menggunakan <i>magnesium sulfate</i>)	ASTM C88
Partikel pipih, lonjong, dan partikel pipih lonjong ¹⁾	Maksimum 10%	ASTM D4791
Gumpalan tanah lempung, dan partikel rapuh	≤ 3%	ASTM C142
Agregat Halus (lolos saringan No.4)		
Gumpalan tanah lempung, dan partikel rapuh	≤ 3%	ASTM C142

Material	Persyaratan	Standar
<i>Soundness</i>	Setelah 5 (lima) siklus: Maksimum 10% (menggunakan <i>sodium sulfate</i>) Maksimum 15% (menggunakan <i>magnesium sulfate</i>)	ASTM C88

- 1) Partikel pipih adalah yang memiliki rasio lebar/ketebalan lebih dari 5, partikel lonjong adalah yang memiliki rasio panjang/lebar lebih dari 5.

Penyedia Jasa harus memilih gradasi yang digunakan dari tabel berikut. Jika memutuskan gradasi agregat yang digunakan, Penyedia Jasa harus mempertimbangkan ketersediaan agregat di lokasi pekerjaan.

Tabel SKh.1.5.21.2) Gradasi Agregat Untuk *Lean Concrete*

Ukuran Saringan	Persentase Lolos Saringan	
	Gradasi A	Gradasi B
1-1/2 in (37,5 mm)	100	-
1 in (25,0 mm)	70 – 95	100
3/4 in (19,0 mm)	55 – 85	70 – 100
No. 4 (4,75 mm)	30 – 60	35 – 65
No. 40 (425 µm)	10 – 30	15 – 30
No. 200 (75 µm)	0 – 15	0 – 15

- b) Pengambilan Sampel dan Pengujian
Penyedia Jasa melakukan sampel uji agregat dari *stockpile* mengikuti kaidah yang ditentukan dalam ASTM D75 untuk memverifikasi pemenuhan terhadap persyaratan karakteristik material dan gradasi. Material harus memenuhi persyaratan yang dijelaskan dalam Pasal SKh.1.5.21.2. Sampel dan hasil pengujian akan dijadikan dasar untuk menentukan penerimaan pekerjaan dari material ini.
- c) Semen
Material semen yang digunakan harus memenuhi persyaratan yang ditentukan dalam ASTM C150 Tipe I.
- d) Bahan Tambah Kimiawi
Penyedia Jasa harus menyerahkan dokumen sertifikasi yang mengindikasikan pemenuhan terhadap persyaratan yang ditentukan dalam pasal ini. Selain itu, Pengawas Pekerjaan dapat meminta Penyedia Jasa untuk menyerahkan data hasil uji lengkap yang menunjukkan bahwa material yang diusulkan untuk digunakan memenuhi semua persyaratan yang ditentukan dalam spesifikasi sebagai berikut:
- i Bahan tambah *air-entraining* harus memenuhi persyaratan yang ditentukan dalam ASTM C260.
 - ii Bahan tambah *water reducing* serta *set-controlling* (penyesuaian waktu *setting*) harus memenuhi persyaratan dalam ASTM C494 tipe A, D, E, F, atau G. Bahan tambah *water reducing* harus digunakan sesuai dengan prosedur yang direkomendasikan oleh pabrik.
 - iii Bahan *retarder* harus memenuhi persyaratan yang ditentukan dalam ASTM C494, tipe B atau D.

- iv Akselerator harus memenuhi persyaratan yang ditentukan dalam ASTM C494, tipe C.
- e) Air
Air yang digunakan harus memenuhi kualitas yang ditentukan dalam ASTM C1602.
- f) Material *Curing*
Untuk *curing* material beton kurus (*lean concrete*), digunakan material yang memenuhi persyaratan yang ditentukan dalam ASTM C309 untuk tipe 2, kelas B, dan tipe 1-D.

2) Peralatan

Semua peralatan yang digunakan untuk mencampur, mengangkut, menghampar, memadatkan, dan menyelesaikan pekerjaan lapis beton kurus harus disediakan oleh Penyedia Jasa serta tunduk pada inspeksi dan persetujuan dari Pengawas Pekerjaan. Penyedia Jasa harus menyerahkan sertifikasi dari semua peralatan yang memenuhi persyaratan yang ditentukan dalam ASTM C94.

- a) Bekisting
Bekisting yang digunakan terbuat dari besi. Panjang lempengan bekisting tidak boleh kurang dari 3 m. Bekisting harus memiliki kedalaman yang sama dengan rencana tebal perkerasan. Bekisting yang fleksibel atau berbentuk kurva dengan radius tertentu dapat digunakan untuk penghamparan lapis beton kurus pada area dengan radius lengkung maksimum 30 m. Penyedia Jasa harus menjamin bekisting yang digunakan pada saat pelaksanaan mampu berdiri tegak tanpa mengalami pergeseran. Bekisting yang rusak tidak boleh digunakan. Bekisting yang sudah digunakan tidak dapat digunakan kembali, kecuali disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Bekisting harus dilengkapi alat pengunci pada setiap ujung lempengan bekisting untuk menjamin pasangan bekisting tidak terlepas. Bekisting kayu dapat digunakan dalam kondisi tertentu saat diperbolehkan oleh Pengawas Pekerjaan.
- b) *Concrete Paver*
Fixed form atau *slip-form* dapat digunakan untuk menghamparkan beton kurus. *Paver* harus digerakkan oleh mesin sendiri dan mampu menghamparkan, memadatkan dan membentuk lapis beton kurus, sesuai dengan kemiringan, toleransi, dan penampang melintang. *Paver* harus memiliki berat dan tenaga yang cukup untuk menghamparkan beton selebar lajur hampar maksimum yang ditentukan, kecepatan yang memadai dan tidak mengalami perpindahan baik *secara transversal, longitudinal* atau *vertikal*. *Slip-form paver* harus dilengkapi dengan alat kendali horizontal-vertikal elektronik atau hidrolik. *Bridge deck paver* disetujui sebagai mesin *finishing paver* untuk beton kurus, asalkan mampu menangani jumlah beton ramping yang dibutuhkan untuk lebar jalur penuh yang ditentukan, dan mampu menghamparkan, memadatkan dan menyelesaikan bahan beton kurus, sesuai dengan kemiringan, toleransi, dan penampang melintang.
- c) *Vibrator*
Vibrator, untuk menggetarkan seluruh lebar perkerasan beton, dapat berupa jenis “*surface pan*” atau jenis “*internal*” dengan tabung celup (*immersed tube*) atau “*multiple spuds*”. *Vibrator* dapat dipasang pada mesin penghampar atau mesin pembentuk, atau dapat juga dipasang pada kendaraan (peralatan) khusus.

Untuk konstruksi *slip-form, paver* harus dikerjakan dengan *vibrator* internal untuk lebar penuh dan kedalaman perkerasan yang dihamparkan. Jumlah, jarak, frekuensi dan bobot eksentrik dari *vibrator* harus disediakan untuk mencapai konsolidasi yang dapat diterima tanpa segregasi dan kualitas *finishing*. *Vibrator* internal dapat ditambah dengan *vibrating screed* yang beroperasi pada permukaan beton kurus. *Vibrator dan screed* harus secara otomatis berhenti ketika *paver* berhenti. Tombol *override* harus tersedia. *Vibrator* manual dapat digunakan pada area yang tidak beraturan.

d) Joint Saw

Penyedia Jasa harus menyediakan gergaji yang cukup dengan tenaga yang memadai untuk memotong sambungan kontraksi atau konstruksi sesuai dimensi yang ditunjukkan pada Gambar Kerja. Penyedia Jasa harus menyediakan satu gergaji cadangan dalam keadaan baik.

SKh.1.5.21.3 KOMPOSISI CAMPURAN

1) Perencanaan Campuran

Campuran lapis beton kurus (*lean concrete*) harus direncanakan berdasarkan pada hasil percobaan campuran (*trial mix*) yang dilakukan di laboratorium. Lapis beton kurus harus memenuhi persyaratan yang ditentukan dalam spesifikasi ini.

Kuat tekan 7 (tujuh) hari tidak boleh kurang dari 3.445 kPa atau lebih dari 5.516 kPa. Kuat tekan ditentukan melalui rata-rata uji dua sampel (untuk setiap *sublot*). *Specimen* uji kuat tekan dipersiapkan dan diuji masing-masing dengan prosedur yang ditentukan dalam ASTM C192 dan ASTM C39.

Persentase *air entrainment* berada dalam rentang $6\% \pm \frac{1}{2}\%$. Kandungan udara ditentukan melalui prosedur yang ditentukan dalam ASTM C231 untuk agregat kasar dan kerikil, dan ASTM C173 untuk jenis agregat *slag* dan material berpori lainnya.

Jika terdapat perubahan terhadap sumber agregat, semen, maupun material bahan tambah yang digunakan maka Penyedia Jasa harus menyerahkan rencana campuran yang baru.

2) Penyerahan Dokumen

Paling lama 30 (tiga puluh) hari sebelum penghamparan material lapis beton kurus yang digunakan pada konstruksi, Penyedia Jasa harus menyerahkan laporan hasil uji material yang tersertifikasi ke Pengawas Pekerjaan termasuk informasi mengenai rencana campuran. Sertifikasi harus memuat informasi spesifikasi dan acuan standar pengujian, nama laboratorium, tanggal pengujian, dan pernyataan bahwa material yang digunakan telah memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Hasil uji yang lebih dari 6 (enam) bulan dinyatakan tidak berlaku. Dokumen yang diserahkan mencakup sebagai berikut:

- a) Sumber material termasuk agregat, semen, bahan tambah, dan *curing*.
- b) Karakteristik fisik dari agregat, semen, bahan tambah, dan *curing*.
- c) Rencana campuran (*mix design*):
 - i Penomoran campuran;
 - ii Berat SSD (agregat kasar dan halus);
 - iii Gradasi agregat gabungan;

- iv Faktor semen;
- v Kadar air;
- vi Rasio W/C;
- vii Volume bahan tambah untuk 1 m³ campuran lapis beton kurus;
- viii Hasil uji laboratorium;
- ix *Slump*;
- x Berat jenis;
- xi Kandungan udara;
- xii Kuat tekan pada 3, 7, dan 28 (dua puluh delapan) hari (rata-rata dari dua sampel); dan
- xiii Jika diperlukan, Penyedia Jasa harus menyerahkan rencana sambungan *transversal* pada lapis beton kurus ke Pengawas Pekerjaan.

Saat produksi lapis beton kurus, Penyedia Jasa harus menyerahkan tiket untuk setiap muatan yang dikirimkan.

SKh.1.5.21.4 PELAKSANAAN

1) Strip Kontrol

Setengah hari pertama konstruksi harus dianggap sebagai *strip* kontrol. Penyedia Jasa harus mendemonstrasikan di hadapan Pengawas Pekerjaan, bahwa material, peralatan, dan proses konstruksi sesuai dengan persyaratan. *Strip* kontrol yang tidak memenuhi spesifikasi persyaratan harus dibongkar dan diganti atas biaya Penyedia Jasa. Pelaksanaan tidak dapat dilanjutkan sebelum *strip* kontrol diterima oleh Pengawas Pekerjaan. Setelah *strip* kontrol diterima oleh Pengawas Pekerjaan, Penyedia Jasa harus menggunakan peralatan, bahan dan metode konstruksi yang sama kecuali terdapat penyesuaian yang dibuat oleh Penyedia Jasa yang telah disetujui sebelumnya oleh Pengawas Pekerjaan.

2) Pemeliharaan

Penyedia Jasa harus melindungi beton kurus dari kerusakan akibat lingkungan atau mekanis. Lalu lintas tidak diperbolehkan lewat di atas perkerasan sampai spesimen uji yang dibuat sesuai ASTM C31 mencapai kekuatan tekan 3.445 kPa saat diuji berdasarkan ASTM C39. Penyedia Jasa harus menjaga kesinambungan metode *curing* yang diterapkan untuk seluruh periode *curing*.

3) Pemasangan Bekisting

Bagian bekisting harus dikunci rapat dan harus bebas dari gerakan pada arah manapun. Bekisting tidak boleh menyimpang dari posisi yang direncanakan lebih dari 6 mm pada seluruh sambungan. Permukaan atas bekisting tidak boleh berbeda dari bidang acuan lebih dari 3 mm dalam 10 kaki (3 m), dan kaki tegak tidak boleh berbeda lebih dari 6 mm. Bekisting harus dibersihkan dan diolesi dengan minyak sebelum penempatan beton kurus.

4) Persiapan Lapisan Di Bawah *Lean Concrete*

Underlying course harus diperiksa dan diterima oleh Pengawas Pekerjaan sebelum penghamparan dimulai. Sebelum penghamparan material, kemiringan harus sesuai dengan rencana, lembab, dan bebas dari embun beku. Penggunaan bahan kimia untuk menghilangkan embun beku tidak diizinkan. *Underlying course* harus dibasahi terlebih dahulu sebelum dihamparkan fondasi beton kurus.

5) Kontrol Kemiringan

Kontrol kemiringan diperlukan untuk membangun lapisan ke profil dan penampang sesuai dengan gambar rencana.

6) Pencampuran

Lokasi *batching plant*, tata letak, peralatan, dan ketentuan untuk mengangkut material harus menjamin pasokan material yang berkelanjutan untuk pekerjaan. Tumpukan harus dibangun sedemikian rupa mencegah segregasi dan zat pengganggu.

Semua beton kurus harus dicampur dan dikirim ke lokasi sesuai persyaratan ASTM C94. Waktu pencampuran harus cukup untuk menghasilkan beton kurus yang penampilannya seragam, dengan semua bahan merata. Waktu pencampuran harus diukur dari saat semua bahan dikosongkan ke dalam drum dan berlanjut sampai saat saluran pembuangan dibuka untuk menghasilkan beton kurus.

Jika pencampuran dilakukan di *batching plant*, waktu pencampuran tidak boleh kurang dari 50 atau lebih dari 90 detik. Jika pencampuran dilakukan di dalam *truck mixer*, waktu pencampuran harus memenuhi batas 70 hingga 125 putaran *truck mixer* pada interval kecepatan pencampuran 6 sampai 18 putaran truk-drum per menit.

Waktu yang dibutuhkan dari penambahan material semen ke dalam campuran sampai beton ringan diendapkan di lokasi pekerjaan tidak boleh melebihi 45 menit ketika beton diangkut dengan truk non-agitasi, atau 90 menit saat diangkut dengan *truck mixer* atau truk *agitator*.

Pencampuran kembali beton kurus tidak diperbolehkan, kecuali jika dikirim dengan *truck mixer*. Dengan *truck mixer*, penambahan air dapat dilakukan dalam rentang waktu 45 menit setelah mulainya pencampuran dan tidak melebihi *water/cement ratio* yang disyaratkan.

7) Penghamparan

Bahan beton kurus harus ditempatkan secara kontinu pada laju hampar yang seragam di atas lapisan yang mendasari meminimalkan segregasi dan penanganan campuran. Garu tidak diperbolehkan untuk meratakan beton kurus.

8) Finishing

Lapis permukaan beton kurus dibentuk sedemikian rupa sehingga sesuai dengan garis, kemiringan, dan potongan melintang yang direncanakan. Pembentukan manual dengan tangan tidak diperbolehkan kecuali pada area di mana *finisher* mekanik tidak bisa

beroperasi.

9) Batasan Konstruksi

Semua operasi penghamparan dan pembentukan beton kurus harus diselesaikan dalam waktu 2 jam sejak pencampuran dimulai. Bahan yang tidak diselesaikan dalam batas waktu 2 jam harus dibongkar dan diganti atas biaya Penyedia Jasa.

Pada akhir konstruksi setiap hari dan/atau jika operasi terhenti selama lebih dari 30 menit, maka Penyedia Jasa harus membuat sambungan konstruksi melintang dengan memotong bagian ujung penghamparan serta dipadatkan sehingga membentuk bidang vertikal.

Bagian yang sudah selesai dapat dibuka untuk lalu lintas ringan bila telah mencapai kekuatan 7 (tujuh) hari dan *curing* tidak rusak.

10) Sambungan

Sambungan longitudinal dan transversal masing-masing harus berada dalam jarak 150 mm dan 75 mm dari sambungan lapis beton di atasnya. Sambungan dapat dibentuk segera setelah lapis beton kurus dapat menahan beban alat pemotong tanpa adanya kerusakan. Sambungan dapat dibentuk dengan menggergaji beton kurus yang sudah keras dengan kedalaman setidaknya 1/3 dari ketebalan lapis beton kurus atau 1/5 kedalaman lapis beton kurus ketika menggunakan pemotongan dini.

11) Curing

Segera setelah lapis beton kurus selesai dibentuk dan 2 jam setelah penghamparan, seluruh permukaan dan tepi beton kurus harus disemprot secara seragam dengan *white pigmented, liquid membrane forming curing compound conforming to ASTM C309* untuk *Type 2, Class B or clear or translucent Type 1-D, Class B with white fugitive dye* sesuai dengan pasal SKh.1.5.21.2. Lapisan harus dijaga kelembabannya menggunakan penutup atau menggunakan air sampai bahan pengawet diterapkan. Kompon pengawet tidak boleh diterapkan selama hujan.

Penundaan terhadap pengerjaan *curing* dapat menyebabkan retak susut yang tidak terkontrol, yang dapat menerus sampai ke permukaan perkerasan apabila dilakukan *overlay*.

Bahan *curing* harus diaplikasikan pada area maksimum 5,0 m²/l menggunakan penyemprot mekanis bertekanan. Peralatan penyemprotan harus jenis atomisasi yang dilengkapi dengan tangki agitator. Pada saat penggunaan, *curing compound* di dalam tangki seluruhnya harus tercampur merata dengan pigmen. Selama aplikasi, *curing compound* harus diaduk secara kontinu dengan alat mekanis. Ujung dari lapisan beton kurus harus disemprot dengan *curing compound* sesegera mungkin ketika *slip-form* atau *side form* dilepas. Penyemprotan tangan diperbolehkan pada area yang tidak beraturan dan permukaan beton kurus yang terekspos pada saat bekisting dilepas. Suhu beton kurus selama proses *curing* harus sesuai dengan pasal SKh.1.5.21.1.

Jika bahan *curing* rusak karena sebab apa pun, termasuk operasi penggergajian, selama masa *curing* 7 (tujuh) hari atau sampai lapisan atasnya dibangun, Penyedia Jasa harus segera memperbaiki area yang rusak dengan penggunaan senyawa *curing* tambahan atau cara lain yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

12) Toleransi Permukaan

Penyedia Jasa harus memeriksa kehalusan dan kemiringan setiap hari. Area manapun yang tidak memenuhi kehalusan dan kemiringan harus dikoreksi oleh Penyedia Jasa atas biaya Penyedia Jasa. Penyedia Jasa harus melaporkan data kehalusan dan kemiringan ke Pengawas Pekerjaan setiap hari.

a) Kehalusan

Permukaan akhir tidak boleh menyimpang dari ± 9 mm saat diuji dengan mistar tegak lurus sepanjang 3,7 m yang dipasang sejajar dengan sudut siku-siku terhadap garis tengah dan terus maju sampai dengan jarak 15 m. Penyedia Jasa harus memperbaiki setiap *spot* yang memiliki tinggi lebih dari 9 mm setiap 3,7 m dengan mesin *grinding* atau membongkar dan mengganti material dengan biaya Penyedia Jasa. Setiap area yang telah di-*grinding* harus diterapkan kembali *curing compound*.

b) Grade/kemiringan

Kemiringan harus diukur pada *grid* berukuran 15 m dengan toleransi ± 15 mm dari kemiringan yang ditentukan. Jika permukaan lebih dari 12 mm di atas kemiringan yang ditunjukkan dalam Gambar Kerja, permukaan harus diperbaiki dengan biaya Penyedia Jasa sesuai elevasi yang berada dalam toleransi 6 mm.

SKh.1.5.21.5 PENGENDALIAN MUTU

1) Pengambilan Sampel dan Pengujian

Pengambilan sampel dan pengujian penerimaan untuk menentukan kesesuaian dengan persyaratan akan dilakukan oleh Pengawas Pekerjaan untuk setiap 1.000 m². Lokasi pengambilan sampel akan ditentukan oleh Pengawas Pekerjaan secara acak berdasarkan ASTM D3665.

a) Kuat Tekan

Dua sampel beton kurus harus diuji untuk setiap 1.000 m² sesuai dengan ASTM C172 dan uji kadar udara sesuai dengan ASTM C231. 2 (dua) sampel beton tersebut akan dibuat dan di-*curing* sesuai dengan ASTM C31 dan masing-masing diuji kuat tekan umur 28 (dua puluh delapan) hari sesuai dengan ASTM C39. Kuat tekan akan dihitung dengan mengambil nilai rata-rata dari 2 (dua) sampel tersebut. Penyedia Jasa harus melakukan *curing* awal sampel sesuai dengan ASTM C31 selama 24 jam setelah pencetakan.

b) Ketebalan

Penyedia Jasa harus melakukan *coredrill* pada 2 (dua) titik sampel dengan lokasi yang berbeda untuk mengukur ketebalan setiap 1.000 meter persegi. Ketebalan diperoleh dengan cara menghitung rata-rata hasil pengukuran kedalaman lubang *core* dari dua lokasi tersebut. Penyedia Jasa harus mengisi kembali lubang *core* dengan beton kurus atau nat yang tidak menyusut.

2) Penerimaan Hasil Pekerjaan

Penerimaan hasil pekerjaan didasarkan pada karakteristik lapis perkerasan berupa

kekuatan dan ketebalan yang dapat dilihat dalam Tabel SKh.1.5.21.3).

Tabel SKh.1.5.21.3) Kriteria Penerimaan Pekerjaan *Lean Concrete*

<i>Item</i>	Kriteria
Kuat Tekan	Minimal f_c' 10 Mpa
Tebal	Toleransi maksimum -12 mm

SKh.1.5.21.6 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

1) Pengukuran

Volume beton kurus ditentukan berdasarkan meter kubik (m^3) terpasang dan diterima oleh Pengawas Pekerjaan sesuai dengan Gambar Kerja dan spesifikasi.

2) Pembayaran

Pembayaran harus dilakukan dengan Harga Satuan Kontrak. Harga ini sudah termasuk material, persiapan, pencampuran, penghamparan, pemadatan, dan pengujian material-material tersebut dan untuk semua tenaga kerja, peralatan, perkakas, dan insidental yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
SKh.1.5.21.(1)	P-306 Beton Kurus (<i>Lean Concrete</i>)	Meter Kubik

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SKh.1.5.22

PERKERASAN KAKU SISI UDARA

SKh.1.5.22.1 UMUM

1) Uraian

- a) Pekerjaan ini meliputi pekerjaan beton PCC (P-501), baja tulangan, *joint sealant*, *joint filler*, *grooving*, dan *wiremesh*, yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan seperti yang ditentukan pada spesifikasi ini dan pada Gambar Kerja yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.
- b) Pada Bandar Udara (Bandara) harus disediakan fasilitas yang dibutuhkan khususnya yang terkait dengan keselamatan penerbangan yang dipersyaratkan (*mandatory*) oleh badan penerbangan internasional yaitu *International Civil Aviation Organization* (ICAO) maupun peraturan dalam negeri yang dikeluarkan oleh Pemerintah Republik Indonesia.
- c) Spesifikasi ini digunakan untuk konstruksi lapis permukaan berupa perkerasan kaku pada fasilitas sisi udara bandar udara. Pekerjaan yang termasuk dalam lingkup spesifikasi ini mencakup konstruksi lapis perkerasan beton yang dihampar di atas lapis pondasi yang telah disiapkan sebelumnya. Pekerjaan dilaksanakan harus mengikuti garis, kemiringan, ketebalan, dan potongan melintang tipikal yang tertera dalam dokumen Gambar Kerja.
- d) Baja tulangan meliputi pengadaan dan pemasangan baja tulangan sesuai dengan detail yang ditunjukkan dalam Gambar.
- e) Sambungan harus dibuat dengan tipe, ukuran dan ditempatkan seperti yang ditentukan dalam Gambar. Semua sambungan harus dilindungi agar tidak terisi material yang tidak dikehendaki sebelum ditutup dengan bahan pengisi (*filler*).
- f) Semua sambungan harus dibangun tegak lurus terhadap permukaan perkerasan seperti yang ditunjukkan pada Gambar. Sambungan tidak boleh berbeda lebih dari 12 mm dari rencana dan setiap 3 m tidak boleh menyimpang lebih dari 6 mm.
- g) Permukaan di sepanjang sambungan harus diuji dengan batang kayu atau mistar sepanjang 3 m dan setiap penyimpangan yang melebihi 6 mm harus diperbaiki sebelum beton mengeras. Semua sambungan harus disiapkan, diselesaikan, atau dipotong untuk memberikan alur dengan lebar dan kedalaman yang seragam seperti yang ditunjukkan pada Gambar Kerja.

2) Gambar Kerja

Sebelum memulai pekerjaan, Penyedia Jasa harus menyiapkan dan menyerahkan Gambar Kerja daftar penulangan (*bar schedule*) beton untuk mendapat persetujuan dari Pengawas Pekerjaan.

3) Pekerjaan Spesifikasi Khusus Lain dan Seksi Lain dalam Spesifikasi Umum yang Berkaitan dengan Spesifikasi Khusus Ini

- | | | |
|----|---|--------------|
| a) | Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas | : Seksi 1.8 |
| b) | Kajian Teknis Lapangan (<i>Field Engineering</i>) | : Seksi 1.9 |
| c) | Bahan dan Penyimpanan | : Seksi 1.11 |
| d) | Pengamanan Lingkungan Hidup | : Seksi 1.17 |
| e) | Manajemen Mutu | : Seksi 1.21 |
| f) | Keselamatan dan Kesehatan Kerja | : Seksi 1.19 |
| g) | Perkerasan Beton Semen | : Seksi 5.3 |
| h) | Beton dan Beton Kinerja Tinggi | : Seksi 7.1 |
| i) | Baja Tulangan | : Seksi 7.3 |
| j) | Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) | : SKh-1.1.22 |

4) Standar Rujukan

Standar Nasional Indonesia (SNI)

- | | |
|------------------|--|
| SNI 03-4432-1997 | : Spesifikasi karet spon sebagai bahan pengisi siar muai pada perkerasan beton dan konstruksi bangunan |
| SNI 03-4815-1998 | : Spesifikasi pengisi siar muai siap pakai untuk perkerasan dan bangunan beton |

American Standard Testing and Material (ASTM)

- | | |
|------------|--|
| ASTM A116 | : <i>Standard Specification for Metallic-Coated, Steel Woven Wire Fence Fabric</i> |
| ASTM A121 | : <i>Standard Specification for Metallic-Coated Carbon Steel Barbed Wire</i> |
| ASTM A615 | : <i>Standard Specification for Deformed and Plain Carbon-Steel Bars for Concrete Reinforcement</i> |
| ASTM A1078 | : <i>Standard Specification for Epoxy-Coated Steel Dowels for Concrete Pavement</i> |
| ASTM C33 | : <i>Standard Specification for Concrete Aggregates</i> |
| ASTM C88 | : <i>Standard Test Method for Soundness of Aggregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate</i> |
| ASTM C131 | : <i>Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine</i> |
| ASTM C142 | : <i>Standard Test Method for Clay Lumps and Friable Particles in Aggregates</i> |
| ASTM C150 | : <i>Standard Specification for Portland Cement</i> |
| ASTM C260 | : <i>Standard Specification for Air-Entraining Admixtures for Concrete</i> |
| ASTM C309 | : <i>Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds for Curing Concrete</i> |
| ASTM C494 | : <i>Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete</i> |
| ASTM C1260 | : <i>Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of</i> |

	<i>Aggregates (Mortar-Bar Method)</i>
ASTM C1567	: <i>Standard Test Method for Determining the Potential Alkali-Silica Reactivity of Combinations of Cementitious Materials and Aggregate (Accelerated Mortar-Bar Method)</i>
ASTM C1602	: <i>Standard Specification for Mixing Water Used in the Production of Hydraulic Cement Concrete</i>
ASTM D75	: <i>Standard Practice for Sampling Aggregates</i>
ASTM D4791	: <i>Standard Test Method for Flat Particles, Elongated Particles, or Flat and Elongated Particles in Coarse Aggregate</i>
ASTM D5249	: <i>Standard Specification for Backer Material for Use with Cold- and Hot-Applied Joint Sealants in Portland Cement Concrete and Asphalt Joints</i>

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)

AASHTO M 153 – 84	: <i>Standard Specification for Preformed Sponge Rubber, Cork, and Recycled Rubber Expansion Joint Fillers for Concrete Paving and Structural Construction</i>
AASHTO M 213 - 81	: <i>Standard Specification for Preformed Expansion Joint Fillers for Concrete Paving and Structural Construction (Nonextruding and Resilient Bituminous Types)</i>

American Concrete Institute (ACI)

ACI 305R	: <i>Guide to Hot Weather Concreting</i>
----------	--

American Welding Society (AWS)

AWPA U1	: <i>Use Category System: User Specification for Treated Wood</i>
---------	---

Federal Aviation Administration (FAA)

FAA AC 150/5370-10H	: <i>Standards for Specifying Construction of Airports</i>
---------------------	--

SKh.1.5.22.2 BAHAN

1) Beton PCC (P-501)

a) Semen

Penyedia Jasa harus menggunakan 1 (satu) jenis/tipe semen dari 1 (satu) merek dengan mutu yang sama untuk satu proyek. Semen yang digunakan pada pekerjaan beton adalah semen *Portland* (OPC (*Ordinary Portland Cement*)), tidak diperkenankan menggunakan semen tipe *pozzolan* atau komposit), kecuali bila ada petunjuk lain dalam Gambar Kerja atau dari Pengawas Pekerjaan. Semen harus memenuhi persyaratan SII 0013 - 77 "Semen *Portland*" atau JIS R 5210 "*Portland Cement*" atau AASHTO M85 (*Type I*).

b) Air

Air yang dipergunakan untuk beton harus disetujui oleh Pengawas Pekerjaan dan memenuhi persyaratan yang tertera dalam ASTM C1602. Air yang digunakan untuk mencampur atau *curing* harus dapat diminum dan bebas dari minyak, garam,

asam, alkali, gula, tumbuhan, atau zat lain yang merusak hasil pekerjaan. Bila diminta oleh Pengawas Pekerjaan, air harus diuji dan dibandingkan dengan kualitas air suling.

c) Agregat

i Reaktivitas

Penyedia Jasa harus menguji reaktivitas Agregat Halus dan Kasar terhadap alkali yang akan digunakan dalam PCC pada pekerjaan ini sesuai dengan ASTM C1260 dan ASTM C1567. Pengujian harus dilakukan pada material agregat yang mewakili sumber agregat yang akan digunakan sebagai material konstruksi. Tes ASTM C1260 dan ASTM C1567 dapat dijalankan secara bersamaan.

- (1). Agregat kasar dan agregat halus harus diuji secara terpisah sesuai dengan ASTM C1260.
- (2). Campuran gabungan agregat kasar dan agregat halus diuji sesuai dengan ASTM C1567. Proporsi tiap agregat disamakan dengan proporsi yang nantinya digunakan untuk membuat campuran beton. Disyaratkan ekspansi $< 0,1\%$ setelah 28 (dua puluh delapan) hari.

Hasil pengujian reaktivitas paling lambat telah diserahkan kepada Pengawas Pekerjaan sebelum hasil perencanaan campuran diserahkan.

ii Agregat Halus

Gradasi agregat halus yang dikirimkan ke *mixer*, harus sesuai dengan persyaratan ASTM C33 dan parameter yang diidentifikasi dalam persyaratan material agregat halus di bawah ini. Agregat halus harus bergradasi merata dan harus memenuhi ketentuan gradasi seperti pada Tabel SKh.1.5.22.1).

Tabel SKh.1.5.22.1) Persyaratan Gradasi Agregat Halus

<i>Sieve (Specification)</i>	<i>Percent Passing</i>
9,5 mm (1/2 in)	100
4,75 mm (No. 4)	85 – 100
2,36 mm (No. 8)	80 – 100
1,18 mm (No.16)	50 – 65
600 mm (No. 30)	25 – 60
300 mm (No. 50)	5 – 30
150 mm (No. 100)	0 – 10
75 mm (No. 200)	0 – 3 ^{A,B}

^A Untuk beton yang tidak mengalami abrasi, batas material lebih halus dari 75 μ m (No.200) saringan harus maksimal 5,0%.

^B Untuk agregat halus yang diproduksi, jika bahannya lebih halus dari 75 μ m (No.200) saringan terdiri dari debu pecahan, pada dasarnya bebas dari tanah liat atau serpih, batas ini harus Maksimum 5,0% untuk beton yang terkena abrasi, dan maksimum 7,0% untuk beton tidak terkena abrasi.

Tabel SKh.1.5.22.2) Persyaratan Agregat Halus dan Batas Zat Pengganggu

Persyaratan Agregat Halus		
<i>Soundness</i>	<i>Loss after 5th cycles:</i> Maksimum 10% jika menggunakan <i>sodium sulfat</i> Maksimum 15% jika menggunakan <i>magnesium sulfat</i>	ASTM C88
<i>Sand Equivalent</i>	45 minimum	ASTM D2419
<i>Fineness Modulus</i> (FM)	$2,50 \leq FM \leq 3,40$	ASTM C136
Batas Zat Pengganggu dalam Agregat Halus		
Gumpalan tanah lempung, dan partikel rapuh	Maksimum 1,0%	ASTM C142
<i>Coal</i> dan <i>lignite</i> (batu bara)	0,5% menggunakan medium dengan kepadatan Sp. Gr. 2,0	ASTM C123
Total partikel/zat pengganggu	Maksimum 1,0%	

iii Agregat Kasar

Perencanaan gradasi agregat kasar mengikuti ASTM C33 Seperti pada Tabel SKh.1.5.22.3). Ukuran maksimum agregat kasar harus 1-1,5 inci; 1 inci; $\frac{3}{4}$ inci. Agregat yang dikirim ke *mixer* harus bersih, keras, tidak terlapis yang terdiri dari batu pecah, kerikil yang dihancurkan atau tidak dihancurkan, atau kombinasi. Penggunaan terak tanur sembur baja tidak diizinkan. Persyaratan material agregat kasar dan batas zat pengganggu ditunjukkan pada tabel di bawah. Pencucian mungkin diperlukan untuk memenuhi persyaratan agregat.

Tabel SKh.1.5.22.3) Persyaratan Gradasi Agregat Kasar

Ukuran saringan	Ukuran nominal Saringan	Jumlah Persentase Lolos Saringan													
		100 mm (4 in.)	90 mm (3 1/2 in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2 1/2 in.)	50 mm (2 in.)	37,5 mm (1 1/2 in.)	25,0 mm (1 in.)	19,0 mm (3/4 in.)	12,5 mm (1/2 in.)	9,5 mm (3/8 in.)	4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)	1,18 mm (No. 16)	300 µm (No. 50)
1	90 – 37,5 mm (3 1/2 - 1 1/2 in.)	100	90 - 100		25 - 60		0 - 15		0 - 5						
2	63 – 37,5 mm (2 1/2 - 1 1/2 in.)			100	90 - 100	35 - 70	0 - 15		0 - 5						
3	50 – 25,0 mm (2 - 1 in.)				100	90 - 100	35 - 70	0 - 15		0 - 5					
357	50 – 4,75 mm (2 in. - No. 4)				100	95 - 100		35 - 70		10 - 30		0 - 5			
4	37,5 – 19,0 mm (1 1/2 - 3/4 in.)					100	90 - 100	20 - 55	0 - 15		0 - 5				
467	37,5 – 4,75 mm (1 1/2 in. - No. 4)					100	95 - 100		35 - 70		10 - 30	0 - 5			
5	25,0 – 12,5 mm (1 - 1/2 in.)						100	90 - 100	20 - 55	0 - 10	0 - 5				
56	25,0 – 9,5 mm (1 - 3/8 in.)						100	90 - 100	40 - 85	10 - 40	0 - 15	0 - 5			
57	25,0 – 4,75 mm (1 in. - No. 4)						100	95 - 100		25 - 60		0 - 10	0 - 5		
6	19,0 – 9,5 mm (3/4 - 3/8 in.)							100	90 - 100	20 - 55	0 - 15	0 - 5			
67	19,0 – 4,75 mm (3/4 in. - No. 4)							100	90 - 100		20 - 55	0 - 10	0 - 5		
7	12,5 – 4,75 mm (1/2 in. - No. 4)								100	90 - 100	40 - 70	0 - 15	0 - 5		
8	9,5 – 2,36 mm (3/8 in. - No. 8)									100	85 - 100	10 - 30	0 - 10	0 - 5	
89	9,5 – 1,18 mm (3/8 in. - No. 16)									100	90 - 100	20 - 55	5 - 30	0 - 10	0 - 5
9	4,75 – 1,18 mm (No. 4 - No. 16)										100	85 - 100	10 - 40	0 - 10	0 - 5

Tabel SKh.1.5.22.4) Persyaratan Material Agregat Kasar

<i>Material Test</i>	<i>Requirement</i>	<i>Standard</i>
Ketahanan terhadap degradasi (abrasi)	Kehilangan berat maksimum 25%	ASTM C131
<i>Soundness</i>	Kehilangan setelah 5 (lima) siklus uji: maks. 12% (jika menggunakan <i>sodium sulfat</i>); maks. 18% (jika menggunakan <i>magnesium sulfat</i>)	ASTM C88
Partikel pipih, lonjong, atau pipih dan lonjong	Maksimum 8%	ASTM D4791

Jumlah bahan zat pengganggu dalam agregat kasar tidak boleh melebihi batas berikut.

Tabel SKh.1.5.22.5) Batas Zat Pengganggu

Zat Pengganggu	ASTM	Persentase Terhadap Massa Maksimum
Gumpalan lempung (ASTM C142)	ASTM C142	1,0%
Material yang lebih halus dari saringan 0,075 mm	ASTM C117	1,0%
Material yang mengapung dalam cairan	ASTM C123 dengan SG. 2.0	0,5%

iv Gradasi Agregat Gabungan

Dasar penilaian agregat pada kombinasi dari semua agregat (kasar dan halus) yang akan digunakan untuk proporsi campuran. Tiga ukuran agregat mungkin diperlukan untuk mencapai gradasi gabungan yang dioptimalkan yang akan menghasilkan campuran beton yang bisa dikerjakan untuk penggunaan yang diinginkan. Gunakan gradasi agregat yang menghasilkan campuran beton dengan kombinasi agregat yang bergradasi baik (*well-graded*) atau dioptimalkan. Penyedia Jasa harus menyerahkan informasi lengkap mengenai campuran yang diperlukan untuk menghitung komponen volumetrik dari campuran tersebut.

Gradasi agregat gabungan direncanakan sedemikian rupa menghasilkan campuran dengan gradasi menerus (*well-graded*) atau gradasi yang optimum dan menghasilkan campuran dengan kuat lentur 28 (dua puluh delapan) hari minimal 4,3 MPa.

d) Campuran Tambahan (*Admixture*)

Admixture tidak boleh digunakan tanpa persetujuan tertulis dari Pengawas Pekerjaan. Penyedia Jasa harus menyerahkan contoh *admixture* kepada Pengawas Pekerjaan paling lambat 28 (dua puluh delapan) hari sebelum tanggal dimulainya pekerjaan struktur tertentu atau bagian dari struktur yang harus memakai material *admixture* itu.

Jika digunakan, *Admixture* harus memenuhi spesifikasi berikut:

i *Air-entraining admixture*

Air-entraining admixture harus memenuhi persyaratan ASTM C260 dan harus secara konsisten memasukkan kadar udara dalam rentang yang

- ditentukan pada kondisi lapangan. *Air entraining agent* dan *water reducer admixture* harus kompatibel.
- ii *Water-reducing admixtures*
Water-reducing admixture harus memenuhi persyaratan ASTM C494 untuk Tipe A, B, atau D.
 - iii *Admixture lain*
Penggunaan *set-retarding* dan *set-accelerating admixtures* harus disetujui oleh Pengawas Pekerjaan sebelum membuat campuran beton. *Retarding admixture* harus memenuhi persyaratan ASTM C494 untuk Tipe A, B, atau D dan *set-accelerating admixture* harus memenuhi persyaratan ASTM C494 untuk Tipe C. Kalsium klorida dan *admixture* yang mengandung kalsium klorida tidak boleh digunakan.
 - iv *Lithium Nitrat*
Admixture lithium harus berupa larutan nominal 30% dari *Lithium Nitrat*, dengan kepadatan 10 pon/galon (1,2 kg/L), dan harus memiliki bentuk kimia yang mendekati seperti yang ditunjukkan di bawah ini.

Tabel SKh-1. 5.22.6) Lithium Admixture

<i>Constituent</i>	<i>Limit (Percentage by Mass)</i>
LiNO ₃ (<i>Lithium Nitrate</i>)	30 ±0,5
SO ₄ (<i>Sulfate Ion</i>)	0,1 (maks)
Cl (<i>Chloride Ion</i>)	0,2 (maks)
Na (<i>Sodium Ion</i>)	0,1 (maks)
K (<i>Potassium Ion</i>)	0,1 (maks)

Operasi pengeluaran dan pencampuran campuran litium nitrat harus diverifikasi dan disertifikasi oleh produsen.

- e) Penyimpanan Material
 - i). Penyimpanan semen
Semen harus disimpan di gudang anti lembab dengan ketinggian lantai sekurang-kurangnya 30 cm dari tanah, sedemikian rupa mudah untuk diperiksa dan digunakan. Semen karung tidak boleh ditumpuk lebih dari 13 zak. Semen yang menjadi basah atau keadaannya tidak memadai tidak boleh digunakan. Semen yang disimpan oleh Penyedia Jasa lebih dari 60 hari harus disetujui dulu oleh Pengawas Pekerjaan, bila harus digunakan. Semen dari karung bekas tidak boleh digunakan.
 - ii). Penyimpanan agregat
Agregat halus dan agregat kasar harus disimpan terpisah agar tidak tercampuri material asing satu sama lain. Agregat harus disimpan sedemikian rupa agar kadar air tidak berubah signifikan. Agregat dari sumber yang berbeda tidak boleh disimpan dalam tempat yang sama tanpa izin dari Pengawas Pekerjaan.
- f) Bahan Perawatan (*Curing*)
Bahan untuk perawatan berupa lembaran tahan air yang memenuhi syarat dalam ASTM C171 atau sesuai dengan petunjuk Pengawas Pekerjaan. Bahan *curing* harus sesuai dengan salah satu spesifikasi berikut:
 - i). Senyawa pembentuk membran cair untuk *curing* beton harus sesuai dengan persyaratan ASTM C309 untuk Tipe 2, Kelas A, atau Kelas B.

- ii). *White polyethylene film* untuk *curing* beton harus sesuai dengan persyaratan ASTM C171.
- iii). *White burlap-polyethylene* untuk *curing* beton harus sesuai dengan persyaratan ASTM C171.
- iv). Kertas tahan air untuk *curing* beton harus sesuai dengan persyaratan ASTM C171.

2) Sambungan (Joint)

a) Bahan Pengisi Sambungan (*Joint Filler*)

Bahan pengisi sambungan harus dari jenis kenyal yang sesuai dengan ketentuan AASHTO M 153 - 84, AASHTO M 213 - 81, SNI 03-4432-1997 atau SNI 03-4815-1998.

Pekerjaan ini terdiri dari penyediaan dan pemasangan material *joint filler* yang memiliki ketahanan dan daya rekat untuk menutup sambungan dan retakan pada perkerasan.

b) Bahan Penutup Sambungan (*Joint Sealant*)

Pekerjaan ini terdiri dari penyediaan dan pemasangan material *joint sealant* yang memiliki ketahanan dan daya lekat yang efektif menutup sambungan pada perkerasan; sambungan antara jenis perkerasan yang berbeda; dan retak pada perkerasan eksisting.

c) Material

i *Joint Sealant*

Setiap *lot* atau *batch sealers* harus dikirim ke lokasi kerja dalam wadah yang tersegel asli dari pabrikan. Setiap wadah harus dilengkapi dengan identitas nama pabrikan, nomor *batch* atau *lot*, suhu pemanasan yang aman, dan harus disertai dengan sertifikasi pabrikan yang menyatakan bahwa *sealant* memenuhi persyaratan spesifikasi ini.

ii *Backer Rod*

Material yang digunakan harus merupakan bahan yang dapat dimampatkan, tidak menyusut, tidak memiliki noda, dan tidak menyerap yang non-reaktif dengan *joint sealant* sesuai dengan ASTM D5249. Material *backer rod* memiliki diameter lebih besar $25\% \pm 5\%$ dari lebar nominal sambungan.

3) Baja Tulangan

Dowel

Dowel merupakan baja polos dengan diameter dan panjang sesuai dengan Gambar Kerja.

- a) Pemotongan *dowel* harus rapi dan menghasilkan ujung permukaan *dowel* berbentuk lingkaran.
- b) *Dowel bars* harus dari baja dengan Grade minimum 40 (*Yield Strength* 280 MPa) yang ditunjukkan dengan sertifikat pabrik.
- c) *Dowel* tidak diizinkan disambung atau di las.
- d) Sebelum *dowel* dikirim ke lokasi pekerjaan, masing-masing *dowel* harus dilapisi *epoxy* sesuai dengan ASTM A1078.

- e) Setiap batang *dowel* harus dilapisi dengan *grease* (pelumas/gemuk) atau *sleeve* (non PVC) dengan panjang 60 - 70% dari panjang *dowel* atau yang direkomendasikan oleh pabrik.
- f) Dudukan *dowel* boleh berupa baja tulangan polos yang mampu mendukung *dowel* sampai pengecoran selesai.

SKh.1.5.22.3 PERENCANAAN CAMPURAN (*MIX DESIGN*)

1) Umum

Beton tidak boleh dihamparkan sebelum perencanaan campuran beton diterima oleh Pengawas Pekerjaan untuk dikaji dan diambil tindakan yang tepat. Perubahan yang diusulkan oleh Pengawas Pekerjaan terhadap perencanaan campuran beton tidak menghilangkan tanggung jawab Penyedia Jasa akan hasil akhir campuran beton yang dihamparkan.

2) Laboratorium Perencanaan Campuran Beton

Laboratorium yang digunakan dalam proses perencanaan campuran harus terakreditasi oleh pihak otoritas atau lembaga terkait mengikuti persyaratan dan kaidah yang tertera dalam ASTM C1077. Akreditasi laboratorium harus masih berlaku. Semua metode pengujian yang dibutuhkan dalam proses perencanaan campuran harus tertera dalam akreditasi laboratorium. Salinan akreditasi laboratorium dan alat metode pengujian yang terbaru harus diserahkan ke Pengawas Pekerjaan sebelum pelaksanaan dimulai.

3) Proporsi Campuran Beton

Campuran beton direncanakan menggunakan prosedur yang dipublikasikan oleh *Portland Cement Association (PCA)*, "*Design and Control of Concrete Mixture*". Campuran beton dirancang sehingga memiliki kekuatan lentur (*flexural strength*) pada umur 28 (dua puluh delapan) hari minimal sebesar 4,3 MPa berdasarkan hasil pengujian yang mengacu pada ASTM C78. Kadar semen minimum ditentukan dengan mempertimbangkan aspek kemudahan pengerjaan (*workable*) serta menghasilkan campuran yang *durable*.

Spesimen uji kuat lentur harus disiapkan sesuai dengan ASTM C192 dan diuji sesuai dengan ASTM C78. Pada awal pekerjaan, Penyedia Jasa harus menentukan *slump* sesuai dengan ASTM C143 tidak melebihi nilai *slump* sebagai berikut:

- a) *Slip-form placement*: maks. 50 mm
- b) *Fixed-form placement*: maks. 75 mm
- c) *Hand placement*: maks. 100 mm (tidak diperbolehkan pada pekerjaan ini)

Hasil campuran beton harus mencakup pernyataan yang memberikan informasi ukuran agregat kasar nominal maksimum dan berat serta volume setiap bahan yang proporsional per satu meter kubik. Kuantitas agregat harus didasarkan pada massa dalam kondisi kering permukaan jenuh.

Jika terjadi perubahan sumber material, terdapat penambahan atau pengurangan *admixture*, campuran beton baru harus diserahkan ke Pengawas Pekerjaan untuk mendapatkan persetujuan.

Pengawas Pekerjaan dapat meminta sampel uji sebelum dan selama produksi, untuk

memverifikasi kualitas bahan dan memastikan kesesuaian dengan spesifikasi yang berlaku.

4) Penyerahan Hasil Perencanaan Campuran

Penyedia Jasa menyerahkan hasil perencanaan campuran beton (*mix design*) kepada Pengawas Pekerjaan paling lambat 30 (tiga puluh) hari sebelum pekerjaan dimulai. Rencana campuran beton yang diserahkan tidak boleh berumur lebih dari 180 (seratus delapan puluh) hari dan harus menggunakan material yang nantinya digunakan untuk pekerjaan. Produksi campuran beton tidak boleh dimulai sebelum mendapat persetujuan tertulis dari Pengawas Pekerjaan. Setiap campuran yang diserahkan ke Pengawas Pekerjaan minimum harus disertai dengan informasi berikut:

- a) Laporan hasil uji material yang tersertifikasi. Laporan minimum berisi daftar pengujian yang disyaratkan, hasil uji, metode pengujian dan kriteria pengujian (nilai batas hasil uji).
- b) Gradasi agregat gabungan dan analisisnya, termasuk plot nilai modulus kehalusan (*fineness modulus*) dari agregat halus.
- c) Hasil uji reaktivitas agregat.
- d) Hasil uji kualitas agregat kasar, termasuk kandungan zat pengganggu.
- e) Hasil uji kualitas agregat halus, termasuk kandungan zat pengganggu.
- f) Sertifikat pabrik (*mill certificates*) material semen dan material tambahan semen.
- g) Hasil uji tersertifikasi dari material tambahan, *admixture* (jika digunakan).
- h) Nilai spesifikasi/syarat kuat lentur, *slump*, dan kandungan udara.
- i) Rekomendasi proporsi/volume campuran dan nilai *trial* rasio air-semen termasuk nilai *slump* dan kandungan udara.
- j) Rangkuman nilai kuat lentur untuk setiap spesimen.
- k) Rekaman historis nilai standar deviasi dari hasil uji (jika diperlukan).

5) Komposisi Admixture

Penggunaan bahan tambah (*admixtures*) harus mendapat persetujuan dari Pengawas Pekerjaan. Penggunaan bahan tambah (termasuk proporsi, metode pencampuran, dan sebagainya) harus sesuai dengan petunjuk dan arahan dari pihak manufaktur/produsen.

6) Ketentuan Kekuatan Lentur Campuran Beton

- a) *Persiapan spesimen*
Sampel uji kuat lentur dipersiapkan sesuai dengan ASTM C192.
- b) *Kuat lentur*
Pada pekerjaan Beton PCC, diperlukan pengujian kuat lentur dengan ketentuan kekuatan lentur (*Flexural Strength*) sebesar minimum 4,3 MPa pada umur 28 (dua puluh delapan) hari dan diuji sesuai dengan ASTM C78.
Bila ternyata hasil uji contoh tersebut tidak memenuhi syarat, maka beton yang diproduksi pada saat pengambilan contoh tersebut dianggap tidak memenuhi syarat. Pengawas Pekerjaan akan mengizinkan campuran beton untuk digunakan di lokasi pekerjaan setelah Penyedia Jasa mampu memperbaiki kekuatan campuran beton.
- c) *Pemeliharaan contoh beton*

Biaya membuat contoh beton dan mengadakan pengujian, termasuk biaya pembuatan tempat contoh beton yang kuat dan biaya pengiriman atau pengangkutan contoh beton uji dari lokasi ke laboratorium, sudah termasuk pada harga satuan beton semen *portland*. Penyedia Jasa harus bertanggung jawab untuk mencegah kerusakan pada contoh uji selama pembuatan dan pengangkutannya.

d) **Dokumen hasil pengujian**

Dokumen hasil pengujian harus disimpan oleh Pengawas Pekerjaan, tetapi selalu terbuka untuk Penyedia Jasa. Penyedia Jasa bertanggung jawab untuk membuat penyesuaian seperlunya untuk membuat beton sesuai ketentuan Spesifikasi. Dokumen hasil uji harus mencakup kesesuaian mutu beton.

7) **Contoh Beton**

Penyedia Jasa harus menyiapkan spesimen contoh campuran beton setiap kali produksi campuran beton dilakukan.

Untuk menilai kesesuaian mutu beton saat pelaksanaan kerja, Penyedia Jasa harus menyediakan contoh (spesimen) beton untuk diuji pada umur 7 (tujuh) dan 28 (dua puluh delapan) hari sesuai petunjuk Pengawas Pekerjaan, atau dengan interval lainnya sesuai dengan kebutuhan, untuk menentukan kekuatan beton. Setiap 16 m³ dibuat minimum 2 (dua) benda uji dan dicek nilai *slump*-nya. 2 (dua) benda uji tersebut dilakukan pengujian kuat lentur umur beton 7 (tujuh) dan 28 (dua puluh delapan) hari. Pemeriksaan dan pengujian beton merupakan wewenang Pengawas Pekerjaan. Pengawas Pekerjaan berwenang untuk menaikkan ketentuan nilai kekuatan dan persyaratan beton bila diperlukan untuk proyek.

Contoh beton untuk pengujian harus diuji oleh Penyedia Jasa di laboratorium lapangan atau di laboratorium yang letak dan kelengkapannya memadai.

Penyedia Jasa harus bertanggung jawab untuk menjaga dan mencegah kerusakan contoh beton untuk pengujian, selama penanganan, pengangkutan dan penyimpanannya.

SKh.1.5.22.4 PENGAMBILAN SAMPEL DI LAPANGAN

- 1) Prosedur pada pasal ini mencakup pembuatan dan perawatan spesimen silinder serta balok dari beton segar.
- 2) Sampel beton yang digunakan harus diambil setelah dilakukan penyesuaian di lokasi terhadap proporsi campuran, termasuk penambahan air campuran dan bahan tambahan.
- 3) Prosedur ini tidak cocok untuk sampel beton yang tidak memiliki *slump* yang terukur.
- 4) Peralatan yang diperlukan adalah:
 - a) Cetakan yang digunakan harus terbuat dari baja, besi cor, atau bahan lain yang tidak menyerap air dan tidak bereaksi dengan beton yang mengandung semen *portland* atau semen hidraulis lainnya. Cetakan harus cukup kaku untuk menjaga dimensi dan bentuk dalam semua kondisi penggunaan. Cetakan harus kedap air selama penggunaan, seperti yang dapat dinilai dari kemampuan mereka untuk menahan air yang dituangkan ke dalamnya. Bahan penyegel yang cocok harus digunakan jika diperlukan untuk mencegah kebocoran pada cetakan. Cetakan yang dapat digunakan kembali harus dilapisi dengan pelapis non reaktif.
 - b) Permukaan dalam cetakan harus halus. Sisi, dasar dan ujungnya harus saling tegak lurus, lurus, dan bebas dari lengkungan. Nominal variasi maksimum dari bagian

melintang tidak boleh melebihi 3 mm untuk cetakan dengan kedalaman atau lebar 150 mm atau lebih. Cetakan harus menghasilkan spesimen setidaknya sepanjang tetapi tidak lebih dari 2 mm lebih pendek dari panjang yang diperlukan dalam Tabel SKh.1.5.22.7)

Tabel SKh.1.5.22.7) Persyaratan Diameter *Tamping Rod*

<i>Diameter of Cylinder or Width of Beam</i> mm [in]	<i>Diameter of Rod</i> mm [in]
<150 [6]	10 ± 2 [$3/8 \pm 1/16$]
≥150 [6]	16 ± 2 [$5/8 \pm 1/16$]

c) *Tamping Rod*

Sebuah batang baja yang bulat, halus, lurus, dengan diameter sesuai dengan persyaratan dalam Tabel SKh.1.5.22.7) di atas. Panjang batang minimum 100 mm lebih panjang dari kedalaman cetakan dimana pemadatan dilakukan, tetapi tidak lebih dari 600 mm secara keseluruhan. Batang harus memiliki ujung pemadatan atau kedua ujungnya dibulatkan menjadi ujung *hemisfera* dengan diameter yang sama dengan batang itu sendiri.

d) *Vibrator*

Frekuensi getaran harus setidaknya 150 Hz ketika getaran sedang beroperasi dalam beton. Diameter getaran bulat tidak boleh lebih dari seperempat diameter cetakan silinder atau seperempat lebar cetakan balok. Getaran dengan bentuk lain harus memiliki keliling yang setara dengan keliling getaran bulat yang sesuai. Panjang gabungan poros getaran dan elemen getar harus melebihi kedalaman bagian yang sedang divibrasikan setidaknya 75 mm. Frekuensi getaran harus diperiksa secara berkala.

e) *Palu*

Sebuah palu dengan kepala yang terbuat dari karet atau kulit yang memiliki berat 0,6 kg.

f) *Alat lain yang digunakan meliputi alat untuk memasukkan beton seperti sekop atau sendok beton, trowel, dan lain-lain.*

5) Ketentuan dimensi untuk sampel silinder adalah sebagai berikut:

- Spesimen harus dicetak dan dibiarkan mengeras dalam posisi tegak.
- Jumlah dan ukuran silinder yang dicetak harus sesuai dengan petunjuk yang diberikan oleh pemberi spesifikasi pengujian.
- Panjang silinder harus dua kali diameter dan diameter silinder harus setidaknya 3 (tiga) kali ukuran maksimum nominal dari agregat kasar.
- Jika ukuran maksimum nominal dari agregat kasar melebihi 50 mm, sampel beton harus diolah dengan proses penyaringan basah melalui saringan 50 mm. Secara umum silinder harus berukuran 150 x 300 mm atau 100 x 200 mm.

6) Ketentuan dimensi untuk sampel balok adalah sebagai berikut:

- Spesimen kekuatan lentur harus berbentuk balok beton yang dicetak dan mengeras dalam posisi horizontal.
- Panjangnya minimum 50 mm lebih besar dari tiga kali kedalamannya. Rasio lebar terhadap kedalaman saat dicetak tidak boleh melebihi 1,5.

- c) Dimensi potongan lintang minimum dari balok harus sesuai dengan yang disebutkan dalam Tabel SKh.1.5.22.8) Kecuali ditentukan lain oleh pemberi spesifikasi pengujian, balok standar harus memiliki potongan lintang 150 x 150 mm.

Tabel SKh.1.5.22.8) Minimum Cross-Sectional Dimension of Beams

<i>Nominal Maximum Aggregate Size (NMAS)</i>	<i>Minimum Cross-Sectional Dimension</i>
# 25 mm [1 in.]	100 by 100 mm [4 by 4 in.]
25 mm [1 in.] < NMAS #50 mm [2 in.]	150 by 150 mm [6 by 6 in.]

- d) Ketika ukuran maksimum nominal agregat kasar melebihi 50 mm, sampel beton harus diolah dengan proses penyaringan basah melalui saringan 50 mm.
- e) Pemberi spesifikasi pengujian harus menentukan ukuran spesimen dan jumlah spesimen yang akan diuji untuk mendapatkan hasil pengujian rata-rata.
- 7) Pencetakan *specimen* beton harus memenuhi kriteria berikut:
- Cetak spesimen dengan segera pada permukaan yang datar, kokoh, bebas getaran, dan gangguan lainnya, ditempat sesegera mungkin yang berdekatan dengan lokasi dimana mereka akan disimpan.
 - Pada saat *specimen* dicetak, pastikan beton terdistribusi secara merata untuk meminimalisir segregasi. Pada lapis terakhir, tambahkan sejumlah beton supaya pada saat beton terpadatkan cetakan tetap terisi penuh.
 - Padatkan beton pada setiap lapisan dengan menggunakan *tamping rod* atau *vibrator* sesuai dengan ketentuan pada tabel berikut:

Tabel SKh.1.5.22.9) Method of Consolidation Requirements

<i>Slump, mm [in.]</i>	<i>Method of Consolidation</i>
\$25 [1]	<i>Rodding or Vibration</i>
<25 [1]	<i>Vibration</i>

Tabel SKh.1.5.22.10) Molding Requirements by Rodding

<i>Specimen Type and Size</i>	<i>Number of Layers of Approximately Equal Depth</i>	<i>Number of Roddings per Layer</i>
<i>Cylinders:</i> Diameter, mm [in.]		
100 [4]	2	25
150 [6]	3	25
225 [9]	4	50
<i>Beams:</i> Width, mm [in.]		
100 [4] to 200 [8]	2	ASTM C31
>200 [8]	3 or more depth, each not to exceed 150 mm [6 in.]	ASTM C31

Tabel SKh.1.5.22.11) Molding Requirements by Vibration

<i>Specimen Type and Size</i>	<i>Number of Layers</i>	<i>Number of Roddings per Layer</i>	<i>Approximate Depth of Layer, mm [in.]</i>
<i>Cylinders:</i> <i>Diameter, mm [in.]</i>			
100 [4]	2	1	<i>One-half depth of specimen</i>
150 [6]	2	2	<i>One-half depth of specimen</i>
225 [9]	2	4	<i>One-half depth of specimen</i>
<i>Beams:</i> <i>Width, mm [in.]</i>			
100 [4] to 200 [8]	1	ASTM C31	<i>Depth of specimen</i>
>200 [8]	2 or more	ASTM C31	200 [8] as near as practicable

- d) Metode pemadatan dengan menggunakan tongkat pemadat adalah sebagai berikut:
- Tempatkan beton dalam cetakan dalam jumlah lapisan yang diperlukan dengan volume yang kurang lebih sama.
 - Pemadatan dilakukan pada setiap lapisan dengan meratakan seluruh penampang melintang dengan ujung bulat dari batang pemadatan, dengan jumlah tumbukan yang diperlukan.
 - Lapisan bawah harus dipadatkan hingga dasar.
 - Untuk setiap lapisan di atasnya, biarkan batang pemadatan menembus lapisan yang sedang dipadatkan dan masuk ke lapisan di bawahnya sekitar 25 mm.
 - Setelah setiap lapisan dipadatkan, ketuk ringan sisi luar cetakan sebanyak 10 (sepuluh) hingga 15 (lima belas) kali dengan palu untuk menutup lubang yang tersisa akibat pemadatan dan untuk melepaskan udara yang terperangkap.
 - Gunakan tangan terbuka untuk menepuk cetakan silinder yang rentan terhadap denting atau distorsi permanen lainnya jika ditampar dengan palu.
 - Setelah menepuk, ratakan setiap lapisan beton di sepanjang sisi dan ujung cetakan balok dengan *trowel* atau alat yang sesuai lainnya.
 - Cetakan yang terlalu sedikit diisi harus disesuaikan dengan beton yang mewakili selama konsolidasi lapisan atas. Cetakan yang terlalu banyak diisi harus memiliki beton berlebih yang dihilangkan.
- e) Metode pemadatan dengan *vibrator* adalah sebagai berikut:
- Durasi getaran yang diperlukan bergantung pada *workability* beton dan efektivitas getaran.
 - Secara umum, bila beton telah menerima getaran yang cukup maka permukaan beton akan menjadi relatif halus dan gelembung udara besar berhenti muncul ke permukaan.
 - Lanjutkan getaran hanya selama yang diperlukan untuk mencapai konsolidasi beton yang tepat, secara umum durasi vibrasi tidak lebih dari 5 detik untuk setiap vibrasi.
 - Isi cetakan dan getarkan dalam jumlah lapisan yang kurang lebih sama.
 - Isi sampel beton untuk setiap lapisan dalam cetakan sebelum memulai getaran pada lapisan tersebut.

- vi Saat mengkompaksi spesimen, masukkan getaran secara perlahan dan jangan biarkan getaran berhenti di bagian bawah atau sisi cetakan.
- vii Tarik *vibrator* secara perlahan sehingga tidak ada kantong udara besar yang tertinggal dalam spesimen. Saat menempatkan lapisan terakhir, hindari pengisian berlebihan lebih dari 6 mm.
- f) Lakukan pekerjaan *finishing* untuk menghasilkan permukaan yang rata, sejajar dengan pinggiran atau tepi cetakan, dan tidak memiliki depresi atau tonjolan lebih besar dari 3,3 mm.
- g) Tandai beton dengan metode yang tidak merubah permukaan atas beton.
- 8) Metode untuk *curing standard* sampel beton harus memenuhi kriteria berikut:
 - a) Permukaan tempat spesimen disimpan harus sejajar dengan kemiringan maksimum 20 mm/m. Jika spesimen tidak dicetak di lokasi tempat mereka akan menerima *curing* awal, pastikan bahwa spesimen telah dipindahkan ke lokasi *curing* awal paling lambat 15 menit setelah pengecoran selesai. Jika permukaan atas spesimen terganggu selama perpindahan ke tempat penyimpanan awal, maka pekerjaan *finishing* permukaan harus diulang.
 - b) Untuk *specimen* beton dengan f_c' kurang dari 40 MPa, temperatur *curing* awal harus dipertahankan pada rentang 16-27°C. Untuk beton dengan f_c' lebih dari atau sama dengan 40 MPa, temperatur *curing* awal harus dipertahankan pada rentang 20-26°C. Spesimen beton harus terlindung dari sinar matahari secara langsung.
 - c) Spesimen beton harus disimpan pada lingkungan dengan kelembapan yang dapat dikendalikan, dengan cara:
 - i Merendam Spesimen dalam Air dengan Tutup Plastik.
 - ii Menyimpan Spesimen dalam Wadah atau Penutup.
 - iii Menempatkan Spesimen di Lubang Pasir Basah.
 - iv Menutupi Spesimen dengan Tutup Plastik.
 - v Menempatkan Spesimen dalam Kantong Plastik.
 - vi Menutupi Spesimen dengan Kain Basah.
 - d) Untuk tahap *curing* akhir, setelah cetakan dilepas dari spesimen, masukkan spesimen ke dalam tangki air dengan temperatur $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.
- 9) Metode *curing* lapangan dapat dilakukan dengan kriteria sebagai berikut:
 - a) Sampel Silinder
 - i Simpan silinder di dalam atau di atas struktur sejauh mungkin dekat dengan titik pengecoran beton yang diwakili.
 - ii Tempatkan silinder pada lingkungan dengan temperatur dan kelembapan yang sama seperti pekerjaan struktural.
 - iii Uji spesimen dalam kondisi kelembapan yang dihasilkan dari *curing* yang sama dengan *curing* pada struktur yang dicor.
 - iv Spesimen yang dibuat untuk menentukan kapan sebuah struktur dapat digunakan harus dikeluarkan dari cetakan bersamaan dengan pelepasan bekisting.
 - b) Sampel Balok
 - i Sebisa mungkin, lakukan perawatan terhadap balok dengan cara yang sama seperti beton dalam struktur.
 - ii 48 ± 4 jam sejak pencetakan, bawa spesimen yang telah dicetak ke lokasi penyimpanan dan keluarkan dari cetakan.
 - iii Simpan spesimen yang mewakili jalan atau plat beton di tanah sebagaimana dicetak, dengan permukaan atas menghadap ke atas. Tahan sisi dan ujung

- spesimen dengan tanah atau pasir yang harus tetap lembab, dengan meninggalkan permukaan atas terbuka untuk *curing* yang telah ditentukan.
- iv Simpan spesimen yang mewakili beton struktur sesuai dengan titik dalam struktur yang mereka wakili sebisa mungkin, dan berikan perlindungan temperatur dan kelembaban yang sama seperti struktur.
 - v Setelah berakhirnya periode *curing*, biarkan spesimen tetap di tempatnya dan terpapar cuaca dengan cara yang sama seperti struktur.
 - vi Keluarkan semua spesimen balok dari penyimpanan lapangan dan simpan dalam air yang jenuh dengan kalsium hidroksida pada suhu $23,0 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$ selama 24 ± 4 jam segera sebelum waktu pengujian untuk memastikan kondisi kelembaban yang seragam dari spesimen ke spesimen.
- 10) Sebelum dimobilisasi, lakukan *curing* dan perlindungan spesimen sesuai ketentuan pada pasal *curing*. Spesimen tidak boleh diangkat hingga setidaknya 8 jam setelah pengerasan. Selama mobilisasi, lindungi spesimen dengan bahan penahan yang sesuai untuk mencegah kerusakan akibat guncangan. Cegah kehilangan kelembaban selama pengangkutan dengan membungkus spesimen dalam plastik, burlap basah, dengan mengelilingi mereka dengan pasir basah, atau tutup plastik yang ketat pada cetakan plastik. Waktu pengangkutan tidak boleh melebihi 4 jam.

SKh.1.5.22.5 PELAKSANAAN

- 1) Beton PCC (P-501)
 - a) Umum
 - i Sebelum mulai pekerjaan beton semua pekerjaan lapis pondasi harus sudah selesai dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.
 - ii Survei elevasi harus dilakukan pada lapis pondasi dan setiap lokasi yang lebih tinggi 5 mm dari elevasi rancangan harus diperbaiki sebelum dilakukannya setiap pekerjaan berikutnya.
 - iii Semua material untuk campuran harus ditakar perbandingannya berbasis berat.
 - b) Acuan dan Alat Pengendali Elevasi
 - i Acuan dan alat pengendali elevasi (jenis kawat atau lainnya) harus dipasang sesuai dengan kebutuhan di muka bagian perkerasan yang sedang dilaksanakan agar diperoleh kinerja dan persetujuan atas semua kegiatan yang diperlukan.
 - ii Alinyemen dan elevasi kelayakan acuan harus diperiksa dan bila perlu diperbaiki oleh Penyedia Jasa segera sebelum beton dihampar. Bilamana acuan berubah posisinya atau kelayakannya tidak stabil, maka harus diperbaiki dan diperiksa ulang.
 - c) Lajur Percobaan
 - i Penyedia Jasa harus menyediakan instalasi, peralatan dan menunjukkan metode pelaksanaan pekerjaan dengan melakukan penghamparan percobaan dengan panjang tidak kurang dari 30 m di luar lokasi kegiatan pekerjaan, kecuali jika terdapat keterbatasan lokasi atau sebab lainnya maka atas izin Pengawas Pekerjaan dapat dilakukan penghamparan percobaan di dalam lokasi kegiatan pekerjaan. Percobaan tambahan dapat diperintahkan oleh

- Pengawas Pekerjaan, bilamana percobaan pertama dinilai tidak memenuhi ketentuan.
- ii Bilamana Pengawas Pekerjaan menerima penghamparan percobaan ini sebagai bagian dari pekerjaan, maka penghamparan percobaan ini akan diukur dan dibayar sebagai bagian dari Pekerjaan. Tidak ada pembayaran untuk penghamparan percobaan.
 - iii Penyedia Jasa harus memastikan peralatan yang digunakan pada saat pekerjaan sama dengan pada lajur percobaan yang sudah diterima.
 - iv Penyedia Jasa harus menyerahkan kepada Pengawas Pekerjaan, uraian terinci tentang instalasi, peralatan dan metode pelaksanaan pekerjaan paling lambat satu bulan sebelum tanggal pelaksanaan percobaan pertama. Perubahan pada instalasi tidak diperkenankan baik selama penghamparan percobaan ini atau bila perkerasan beton sedang dihampar di daerah kerja permanen.
 - v Penyedia Jasa tidak boleh melanjutkan menghamparkan perkerasan beton sebagai pekerjaan permanen sebelum mendapat persetujuan terhadap hasil percobaan dari Pengawas Pekerjaan. Agar penghamparan percobaan lanjutan disetujui, maka harus memenuhi Spesifikasi tanpa ada pekerjaan perbaikan.
- d) Peralatan
- Penyedia Jasa bertanggung jawab atas pengoperasian dan pemeliharaan dari semua peralatan yang diperlukan untuk menangani material dan melakukan semua pekerjaan untuk memenuhi spesifikasi ini.
- i *Batching plant* dan peralatannya
 - (1). *Batching plant* dan *mixing equipment* harus memenuhi persyaratan ASTM C94 dan atau ASTM C685.
 - (2). Setiap *truck mixer* harus dilengkapi label atau pelat yang menunjukkan kapasitas drum dalam hal volume beton campuran dan kecepatan rotasi drum atau bilah pencampur.
 - (3). *Truck mixer* harus diperiksa setiap hari untuk mengetahui perubahan kondisi akibat akumulasi beton yang mengeras atau mortar atau keausan bilah.
 - (4). *Pickup blades* dan *throwover blades* harus diganti jika telah mengalami keausan sebesar 19 mm atau lebih.
 - (5). Penyedia Jasa harus memiliki salinan desain pabrikan yang menunjukkan dimensi dan susunan bilah mengacu pada tinggi dan kedalaman aslinya.
 - (6). Peralatan untuk memindahkan dan menghamparkan beton dari peralatan pengangkut ke perkerasan di depan peralatan *finishing* harus disediakan.
 - (7). Peralatan harus dibuat secara pabrikan, peralatan *transfer self-propelled* yang akan menerima beton di luar lajur perkerasan dan akan menghamparkannya secara merata ke seluruh perkerasan di depan *paver* dan meratakan permukaan hingga kedalaman yang memungkinkan *paver* beroperasi secara efisien.
 - ii Alat Penghampar dan Pembentuk
 - (1). Pada pekerjaan ini, alat penghampar menggunakan *slip form*. Metode standar untuk pelaksanaan perkerasan beton adalah dengan menggunakan alat penghampar *slip-form* yang dirancang mampu menghampar, mengkonsolidasi, dan meratakan material campuran beton dalam satu *passing* sehingga diperoleh hasil hamparan yang tidak

- mengalami segregasi, padat, homogen serta dapat dicapai dengan penggunaan *hand finishing* yang minimum.
- (2). Alat *paver-finisher* yang digunakan merupakan alat berat yang dirancang untuk menghampar dan meratakan perkerasan beton kualitas tinggi.
- iii *Vibrator*
- (1). *Vibrator* harus merupakan tipe internal. Laju getaran harus cukup untuk mengkonsolidasikan perkerasan tanpa segregasi atau rongga.
 - (2). Jumlah, jarak, dan frekuensi harus sesuai untuk menghasilkan perkerasan yang padat dan homogen serta memenuhi rekomendasi ACI 309R.
 - (3). Tenaga yang memadai untuk mengoperasikan semua *vibrator* harus tersedia di *paver*.
 - (4). *Vibrator* harus dikontrol secara otomatis sehingga harus dihentikan saat gerakan maju berhenti.
 - (5). Penyedia Jasa harus menyediakan sarana elektronik atau mekanis untuk memantau status *vibrator*.
 - (6). Pemeriksaan status *vibrator* harus dilakukan minimal dua kali sehari atau jika diminta oleh Pengawas Pekerjaan.
 - (7). *Vibrator* genggam hanya dapat digunakan di area yang tidak beraturan dan harus memenuhi rekomendasi ACI 309R, Panduan Konsolidasi Beton.
- iv Gergaji beton
- (1). Penyedia Jasa harus menyediakan peralatan penggergajian yang memadai dalam jumlah unit dan tenaga yang cukup untuk menyelesaikan penggergajian hingga ukuran yang dibutuhkan.
 - (2). Penyedia Jasa harus menyediakan setidaknya satu gergaji cadangan dalam kondisi baik dan persediaan mata gergaji di lokasi pekerjaan setiap saat selama operasi penggergajian.
- e) Persiapan Lapis Pondasi di Bawah Lapis Campuran Beton
- i Penyedia Jasa harus memastikan kondisi *base*, *subbase* dan tanah dasar yang telah disiapkan harus memenuhi kriteria sebelum penghamparan beton.
 - ii Permukaan di bawahnya harus sepenuhnya bebas dari zat pengganggu. Lapisan yang disiapkan harus dibasahi dengan air, tanpa jenuh, segera sebelum pemasangan beton untuk mencegah hilangnya kelembaban dengan cepat dari beton.
 - iii Penyedia Jasa harus memastikan gambar yang menunjukkan lapisan *base*, *subbase* dan tanah dasar memiliki lebar yang cukup untuk menopang *concrete paver* tanpa menyebabkan *displacement* pada *paver*.
 - iv Lebar tipikal hingga 1 m diperlukan untuk mendukung jalur dari *concrete paver*.
- f) Penanganan, Pengukuran, dan Penakaran Material
- i Agregat harus ditumpuk dan ditempatkan sedemikian rupa sehingga mencegah terjadinya segregasi dan tercampurnya zat pengganggu.
 - ii Agregat dari sumber yang berbeda harus ditumpuk, ditimbang dan ditakar secara terpisah di *batching plant* beton.
 - iii Agregat yang telah mengalami segregasi atau bercampur dengan tanah atau bahan pengganggu lainnya tidak boleh digunakan.

- iv Semua agregat yang diproduksi dengan metode hidraulik, dan telah dicuci, harus dikeringkan minimal 12 jam. Simpan dan pertahankan semua agregat pada kadar air yang seragam sebelum digunakan.
 - v Pasokan material harus disediakan selama pekerjaan berlangsung untuk memastikan kontinuitas pekerjaan.
- g) Pencampuran Beton
- i Beton harus dicampur di *central mix plant*. Tipe dan kapasitas alat pencampuran yang digunakan harus mendapat persetujuan dari Pengawas Pekerjaan.
 - ii Penyedia Jasa harus mempertimbangkan waktu mulai dari pencampuran material ke dalam drum hingga campuran beton dihampar di lokasi pekerjaan.
 - iii Campuran beton dibawa menuju lokasi pekerjaan dengan truk pengaduk (*truck mixer*). Semua beton harus dicampur dan dikirim ke lokasi pekerjaan sesuai dengan persyaratan ASTM C94.
 - iv Mengaduk kembali beton yang telah mengeras tidak boleh dilakukan. Melunakkan kembali campuran beton dengan menambahkan air atau cara lain tidak diizinkan.
 - v Seluruh isi *mixer* harus dikeluarkan dari drum sebelum material campuran berikutnya dimasukkan.
 - vi Bila pengadukan dihentikan untuk waktu yang cukup lama, *mixer* harus bersih. Bila pengadukan dimulai lagi, material campuran yang pertama dimasukkan ke dalam *mixer* harus memiliki kadar air, pasir, dan semen yang cukup untuk menutupi permukaan dalam dari drum tanpa mengurangi jumlah bahan adukan yang ditentukan.
- h) Batasan Cuaca Pada Pencampuran dan Penghamparan
- Beton tidak boleh dicampur, dihamparkan, atau diselesaikan ketika cahaya alami tidak mencukupi, kecuali sistem pencahayaan buatan yang memadai dan disetujui untuk dioperasikan.
- i Cuaca Panas
 - (1). Selama periode cuaca panas ketika suhu udara harian maksimum melebihi 30°C, tindakan pencegahan berikut harus dilakukan.
 - (2). Permukaan dasar harus segera disiram dengan air sebelum beton dipasang.
 - (3). Beton harus dihamparkan pada suhu maksimal 32°C. Agregat dan air pencampur harus didinginkan seperlunya untuk menjaga suhu beton atau tidak lebih dari maksimum yang ditentukan.
 - (4). Penghamparan beton harus dilindungi dari laju penguapan yang melebihi 0,98 kg/m² per jam.
 - (5). Ketika mengalami retakan plastis, Penyedia Jasa harus segera mengambil tindakan tambahan yang diperlukan untuk melindungi permukaan beton.
 - (6). Jika tindakan Penyedia Jasa tidak efektif dalam mencegah keretakan plastis, pekerjaan perkerasan harus segera dihentikan.
 - (7). Beton harus dirawat kelembaban terus menerus untuk seluruh periode pengeringan dan harus dimulai segera setelah permukaan selesai dan berlanjut selama setidaknya 24 jam. Namun, jika pengeringan kelembaban tidak dapat dilakukan melebihi 24 jam, permukaan beton

harus dilindungi dari pengeringan dengan aplikasi senyawa pengawet pembentuk membran cair sedangkan permukaannya masih lembab.

(8). Metode *curing* lainnya mungkin disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

ii Program Manajemen Suhu

Sebelum dimulainya pekerjaan perkerasan, Penyedia Jasa harus menyediakan Program Manajemen Suhu kepada Pengawas Pekerjaan untuk beton yang akan dipasang guna memastikan bahwa retakan yang tidak terkendali dapat dihindari. Minimal, program tersebut harus membahas hal-hal berikut:

- (1). Kondisi cuaca yang diantisipasi seperti suhu lingkungan, kecepatan angin, dan kelembaban relatif; dan laju penguapan yang diantisipasi menggunakan Gambar 19-9, PCA, *Design and Control of Concrete Mixtures*.
- (2). Waktu pelaksanaan penggergajian awal sambungan.
- (3). Jumlah dan jenis gergaji yang digunakan.

iii Hujan

- (1). Penyedia Jasa harus memiliki bahan yang cukup untuk melindungi beton selama cuaca buruk.
- (2). Bahan pelindung tersebut harus terdiri dari lembaran polietilen yang digulung dengan ketebalan minimal 0,1 mm dengan panjang dan lebar yang cukup untuk menutupi *slab* dan setiap tepinya.
- (3). Terpal dapat dipasang pada *paver* atau jembatan terpisah yang dapat digerakkan sehingga dapat dibuka tanpa menyeret permukaan beton plastis.
- (4). Ketika hujan akan turun, semua pekerjaan perkerasan harus dihentikan dan semua personel yang ada harus mulai menutupi permukaan beton yang tidak diperkeras dengan penutup pelindung.

i) Penghamparan Beton

- i Pada titik mana pun dalam pengangkutan beton, penurunan vertikal bebas beton dari satu titik ke titik lain atau ke permukaan di bawahnya tidak boleh melebihi 1 m.
- ii Produk beton jadi harus padat dan homogen, tanpa segregasi serta sesuai dengan standar dalam spesifikasi ini.
- iii *Backhoe* dan peralatan *grading* tidak boleh digunakan untuk mendistribusikan beton di depan *paver*. *Front end loader* tidak dapat digunakan.
- iv Semua beton harus dikonsolidasikan tanpa rongga atau segregasi, termasuk di bawah dan di sekitar semua perangkat pemindah beban, unit perakitan bersama, dan fitur lain yang tertanam di perkerasan.
- v Peralatan angkut atau peralatan mekanis lainnya diizinkan melewati perkerasan yang telah selesai dibangun saat kekuatan beton mencapai kuat lentur 550 psi (3,8 MPa) atau kuat tekan 3.100 psi (21,4 MPa), berdasarkan rata-rata empat spesimen yang di *curing* di lapangan per 1.530 m³ beton yang ditempatkan.
- vi Penyedia Jasa harus menentukan bahwa kekuatan minimum di atas cukup untuk melindungi perkerasan dari beban berlebih karena peralatan konstruksi yang diusulkan untuk proyek tersebut.
- vii Kekuatan yang dibutuhkan untuk lalu lintas konstruksi tergantung pada beban yang akan ditimbulkannya. Kekuatan yang dibutuhkan untuk

perkerasan tipis mungkin lebih besar dari yang dibutuhkan untuk perkerasan tebal.

- viii Penyedia Jasa harus menentukan kekuatan yang diperlukan untuk mengakomodasi beban konstruksi (misalnya pengangkutan, penempatan, dan lain-lain) tanpa merusak perkerasan untuk setiap proyek. Kekuatan yang dibutuhkan dapat disesuaikan selama konstruksi jika Penyedia Jasa memberikan perhitungan teknis rinci yang mendukung beban konstruksi sebenarnya.
- ix Penyedia Jasa harus memiliki bahan yang tersedia untuk melindungi beton selama cuaca dingin, panas dan/atau buruk sesuai dengan Pasal 5.6.5.8).
- j) Penempatan Tulangan dan Pemasangan *Wiremesh*
 - i Setelah beton dituangkan, beton harus dibentuk agar memenuhi penampang melintang yang ditunjukkan dalam Gambar Kerja.
 - ii Bilamana perkerasan beton dihampar dalam dua lapis, lapis bawah harus digetar dan dipadatkan sampai panjang dan kedalaman tertentu sehingga anyaman kawat baja atau hamparan baja tulangan (*wiremesh*) dapat diletakkan di atas beton dengan tepat.
 - iii Baja tulangan harus langsung diletakkan di atas hamparan beton tersebut, sebelum lapisan atasnya dituangkan, digetar, dan dihampar.
 - iv Pemasangan antar *wiremesh* harus dilakukan *overlap* sebesar 15 cm.
 - v Lapis bawah beton yang sudah dituang lebih dari 30 menit tanpa diikuti penghamparan lapis atas harus dibongkar dan diganti dengan beton yang baru atas biaya Penyedia Jasa.
 - vi Bilamana perkerasan beton dibuat langsung dalam satu lapisan, baja tulangan harus diletakkan dengan kaku sebelum pengecoran beton, atau dapat dihampar pada kedalaman sesuai dengan yang ditunjukkan dalam Gambar Kerja pada beton yang masih dalam tahap plastis, setelah terhampar, dengan memakai peralatan mekanik atau *vibrator*.
 - vii Baja tulangan (*wiremesh*) harus bebas dari kotoran, minyak, cat, lemak, dan karat yang akan mengganggu kelekatan baja dengan beton.
 - viii Penempatan tulangan *dowel* dan sambungan harus dipasang sesuai dengan tipe, ukuran seperti yang dijelaskan pada SKh.1.5.22 Perkerasan Kaku Sisi Udara.
- k) *Finishing*

Operasi *finishing* harus menjadi bagian berkelanjutan dari keseluruhan operasi dimulai tepat di belakang alat *concrete paver*. Penyelesaian awal harus disediakan oleh *screed* melintang atau pelat ekstrusi. Urutan operasi mulai dari penyelesaian arah melintang, mesin *floating longitudinal* jika digunakan, *finishing* garis lurus, tepi sambungan, dan kemudian membuat tekstur. Penyelesaian harus dilakukan oleh menggunakan mesin.

Metode tangan digunakan hanya pada *slab* dengan bentuk tidak beraturan dan bila terjadi kerusakan pada peralatan *finishing* mekanis. Semaksimal mungkin menggunakan peralatan manual. Semua operasi penyelesaian dengan mesin yang membutuhkan *finishing* tangan, segera dihentikan dan dilakukan penyesuaian yang tepat. Peralatan, campuran, dan/atau prosedur yang menghasilkan lebih dari 6 mm permukaan beton harus segera diperbaiki atau operasi akan dihentikan. Kompensasi harus diberikan untuk lonjakan di belakang *screed* atau pelat ekstrusi dan penurunan selama proses mengeras dan perawatan harus dilakukan untuk

memastikan agar mesin *paving* dan *finishing* sesuai dengan benar sehingga permukaan beton jadi (bukan hanya tepi tajam dari *screed*) akan berada pada garis dan kemiringan yang diperlukan. Peralatan *finishing* dan perlengkapannya harus dijaga bersih dan dalam kondisi yang disetujui. Air tidak boleh ditambahkan ke permukaan pelat dengan peralatan atau perlengkapan *finishing*, atau dengan cara lain apa pun. Semprotan kabut (*mist*) atau alat bantu *finishing* permukaan lainnya yang dilakukan untuk mencegah retak susut plastik, harus disetujui oleh pengawas pekerjaan, dapat digunakan sesuai dengan persyaratan pabrik.

i Mesin *finishing* dengan *slipform paver*

- (1). *Paver slipform* harus dioperasikan sedemikian rupa sehingga seminimum mungkin pekerjaan *finishing* tambahan lainnya diperlukan untuk menghasilkan permukaan perkerasan dan pertemuan tepi yang sesuai spesifikasi.
- (2). Peralatan atau prosedur yang gagal memenuhi persyaratan harus segera dibongkar atau dimodifikasi seperlunya.
- (3). Pipa *float non-rotating* dapat digunakan saat beton masih berupa plastis, untuk menghilangkan kerusakan minor dan bercak-bercak.
- (4). Hanya satu *pass* pipa *float* yang diizinkan. Peralatan, campuran, dan/atau prosedur yang menghasilkan lebih dari 6 mm dari permukaan beton mortar harus segera diperbaiki secukupnya atau operasi akan dihentikan.
- (5). Hilangkan debu yang berlebihan dari permukaan dengan pemotongan dan bersihkan tepi. Setiap debu yang mengalir di tepi vertikal harus segera dihilangkan dengan tangan, menggunakan kuas atau pengikis kaku.
- (6). Tidak ada *slurry*, beton atau mortar beton yang boleh digunakan untuk membangun di sepanjang tepi perkerasan untuk mengkompensasi *slump* tepi yang berlebihan, baik saat beton pada kondisi plastis atau setelah mengeras.

ii Mesin *finishing* dengan *fixed form*

- (1). Mesin harus didesain untuk mengangkangi *fixed form* dan dapat dioperasikan untuk meratakan dan mengkonsolidasikan beton. Mesin yang menyebabkan kerusakan *fixed form* tidak boleh digunakan. Mesin hanya akan membuat satu lintasan di setiap area perkerasan.
- (2). Jika peralatan dan prosedur tidak menghasilkan permukaan yang seragam, sesuai dengan kemiringannya, dalam satu lintasan, pelaksanaan pekerjaan harus segera dihentikan.
- (3). Peralatan, campuran, dan prosedur pelaksanaan harus disesuaikan agar kualitas pekerjaan memenuhi ketentuan yang ditetapkan.

iii Jenis peralatan *finishing* lainnya

- (1). *Clary screed*, *rotating tube floats*, atau *bridge deck finishers* pelapis tidak boleh digunakan pada proses pengerjaan perkerasan utama, tetapi boleh digunakan pada pelat yang berbentuk tidak beraturan, dan dekat gedung atau saluran pembuangan, sesuai dengan persetujuan Pengawas Pekerjaan.
- (2). *Bridge deck finishers* harus memiliki berat operasi minimum 3.400 kg dan harus memiliki alat penampung *transversal* yang berisi *auger knock-down* dan minimal dua *immersion vibrators*.

- (3). *Vibrating screeds* hanya boleh digunakan untuk pengerjaan pelat terisolasi atau mendapatkan persetujuan secara khusus dari Pengawas Pekerjaan.
- iv *Hand Finishing*
Hand finishing tidak boleh dilakukan kecuali pada kondisi:
 - (1). Jika pada saat pekerjaan di lapangan terjadi kerusakan peralatan mekanis, *hand finishing* dapat digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan beton yang sudah dihamparkan di atas permukaan tanah atas persetujuan Pengawas Pekerjaan.
 - (2). Pada area yang sempit atau memiliki dimensi yang tidak beraturan.
- v Pengujian dengan mistar dan koreksi permukaan.
 - (1). Setelah perkerasan selesai dihamparkan dan Beton masih dalam fase plastis, hasil pekerjaan harus diuji dengan menggunakan mistar 3,7 m yang diayunkan dari pegangan dan mampu menjangkau setidaknya setengah dari lebar pelat.
 - (2). Mistar harus berada pada posisi kontak sejajar dengan *centerline*. Pekerjaan harus dilakukan secara bertahap dengan jarak tidak lebih dari setengah panjang mistar.
 - (3). Setiap kelebihan air dan terdapat lapisan permukaan yang cacat (*laitance*) terakumulasi setebal 3 mm atau lebih harus dihilangkan harus dibuang dari permukaan perkerasan. Setiap penurunan yang terjadi harus segera diisi dengan beton yang baru.
 - (4). Apabila terdapat permukaan akhir yang lebih tinggi dari rencana, permukaan tersebut harus diratakan.
 - (5). Penyedia Jasa harus memastikan bahwa permukaan yang melintasi sambungan bertemu dapat memenuhi persyaratan kerataan/kehalusan.
 - (6). Pengujian dengan mistar dan koreksi permukaan harus dilanjutkan sampai seluruh permukaan sesuai dengan Gambar Kerja.
 - (7). Penggunaan *handled wood floats* hanya diperbolehkan pada saat darurat dan di area yang tidak dapat diakses oleh peralatan *finishing*.
- l) Tekstur Permukaan
 - i Permukaan perkerasan harus di-*finishing* untuk semua perkerasan beton yang baru dibangun. Peralatan *texturing* yang digunakan tidak boleh merusak permukaan yang sedang dikerjakan robek selama pekerjaan. Tekstur permukaan harus seragam dan memiliki kedalaman sekitar 2 mm. Setiap kerusakan yang diakibatkan dari pekerjaan *texturing* harus diperbaiki sesuai arahan oleh Pengawas Pekerjaan.
 - ii *Artificial turf finish* dilakukan dengan cara menyeret permukaan perkerasan jalan searah penempatan beton dengan *artificial turf*. Tepi melintang terdepan dari *artificial turf drag* akan diikat dengan aman ke *lightweight pole*. Minimal 60 cm dari *artificial turf* harus bersentuhan dengan permukaan beton selama proses *dragging*. Hasil pekerjaan dari *artificial turf* hanya akan diterima setelah Penyedia Jasa selesai mengerjakan pekerjaan *texturing* dengan persyaratan yang ditentukan.
- m) Perawatan (*Curing*)
 Segera setelah pekerjaan *finishing* selesai dan air buangan hilang dari permukaan, semua permukaan terbuka dari beton yang baru dihamparkan harus di-*curing* minimal selama 7 (tujuh) hari menggunakan metode berikut:

- i Pekerjaan penghamparan beton harus dihentikan apabila Penyedia Jasa tidak dapat menyediakan bahan penutup atau air yang cukup. Beton tidak boleh dibiarkan terbuka selama periode *curing* lebih dari 1/2 jam selama periode pengeringan.
- ii Penyedia Jasa harus mempertimbangkan metode perawatan saat konstruksi sambungan.
- iii Mempertimbangkan *aircraft jet blast*, Penyedia Jasa harus memilih metode *curing* yang tepat. Penggunaan bahan semen tambahan (misalnya, *fly ash*, *slag cement*) atau campuran *set-retarding* dapat menunda terjadinya air limpasan.
- iv Metode *impervious membrane*. *Curing* dengan senyawa membran cair tidak boleh dilakukan sampai kelembapan permukaan telah hilang. Semua permukaan perkerasan harus disemprot seragam dengan senyawa *pigmented curing* setelah *finishing* permukaan dan sebelum beton *setting*. *Curing compound* tidak boleh digunakan selama hujan.
- v *Curing compound* harus disemprotkan menggunakan penyemprot mekanis. Peralatan penyemprotan harus dari tipe *fully* atau *atomizing* yang dilengkapi dengan tangki *agitator*. Pada saat penggunaan, *compound* harus dicampur secara merata dengan kondisi pigmen yang tersebar secara merata pada alat tersebut. Selama proses penyemprotan, *Compound* harus diaduk secara menerus dengan alat mekanis. *Hand spraying* diperbolehkan apabila terdapat area yang tidak beraturan atau sempit. Jika metode *hand spraying* disetujui oleh Pengawas Pekerjaan, *double application rate* harus dilakukan agar pekerjaan dapat diselesaikan dengan baik. Jika lapisan mengalami kerusakan dalam periode *curing* yang disyaratkan, bagian yang rusak tersebut harus segera diperbaiki dengan *compound* tambahan atau cara lain yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Setelah *side form* dilepas, sisi pelat yang terbuka harus segera ditutup dan dilindungi untuk memberikan perlakuan *curing* yang sama dengan bagian permukaan.
- vi *White burlap-polyethylene sheets*. Permukaan perkerasan harus ditutup seluruhnya dengan terpal. Terpal yang digunakan harus memiliki panjang atau lebar sedikit 2 (dua) kali tebal dari perkerasan di tepi pelat. Terpal harus dihamparkan sehingga seluruh permukaan dan kedua tepi pelat tertutup seluruhnya. Terpal harus diletakkan dan diberi bobot agar tetap mengalami kontak dengan permukaan yang tertutup, dan penutup harus dipertahankan dalam keadaan yang jenuh selama 7 (tujuh) hari setelah beton *setting*.
- vii Metode air. Seluruh area harus ditutup dengan kain goni atau bahan penyerap air lainnya. Material tersebut harus memiliki ketebalan yang cukup agar proses *curing* berlangsung dengan baik. Bahan tersebut harus tetap basah sepanjang waktu dan dipelihara selama 7 (tujuh) hari. Jika *forms* dilepas, dinding vertikal harus tetap dalam kondisi lembab. Penyedia Jasa harus memastikan genangan air dari proses *curing* tidak terjadi pada *subbase*.
- viii Perlindungan beton untuk cuaca panas. Beton harus berada pada kondisi *continuous moisture* selama periode *curing*. Namun jika kondisi *moisture curing* tidak dapat dipertahankan selama 24 jam, permukaan beton harus dilindungi dari penguapan berlebih dengan penambahan *liquid membrane-forming curing compound*. Ketika permukaan masih dalam kondisi lembab.

Metode *curing* lainnya dapat dilakukan apabila disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

n) Pembuatan Sambungan (*Joint*)

i Deskripsi

Sambungan harus dibuat dengan tipe, ukuran dan ditempatkan seperti yang ditentukan dalam Gambar. Semua sambungan harus dilindungi agar tidak terisi material yang tidak dikehendaki sebelum ditutup dengan bahan pengisi (*filler*).

Semua sambungan harus dibangun tegak lurus terhadap permukaan perkerasan seperti yang ditunjukkan pada Gambar. Sambungan tidak boleh berbeda lebih dari 12 mm dari rencana dan setiap 3 m tidak boleh menyimpang lebih dari 6 mm.

Permukaan di sepanjang sambungan harus diuji dengan batang kayu atau mistar sepanjang 3 m dan setiap penyimpangan yang melebihi 6 mm harus diperbaiki sebelum beton mengeras. Semua sambungan harus disiapkan, diselesaikan, atau dipotong untuk memberikan alur dengan lebar dan kedalaman yang seragam seperti yang ditunjukkan pada Gambar.

ii Tipe Sambungan

(1) Sambungan Isolasi (*Expansion Joints*)

Sambungan isolasi harus dipasang seperti yang ditunjukkan pada Gambar Kerja. Ketebalan *filler premolded* seperti yang ditunjukkan pada Gambar, harus diteruskan hingga kedalaman penuh dan lebar sambungan pada *slab*. *Filler* harus seragam di sepanjang permukaan sambungan tanpa terjadi tekuk atau serpihan antara *filler* dan antarmuka beton, termasuk *filler* sementara untuk *reservoir sealant* di atas *slab*. Tepi sambungan harus diselesaikan dan diberi perkakas saat beton masih plastis.

Sambungan isolasi terutama digunakan untuk memisahkan struktur dengan fondasi berbeda dan perkerasan dengan pola sambungan berbeda. Sambungan ini tidak ditujukan untuk ekspansi dengan material *compressing*, tetapi lebih untuk membiarkan sambungannya *slip*.

(2) Sambungan Konstruksi (*Construction Joints*)

Sambungan konstruksi melintang dan memanjang harus dipasang di akhir setiap operasi penghamparan pada hari yang sama dan di titik-titik lain dalam jalur ketika penghamparan beton terputus selama lebih dari 30 menit atau beton menunjukkan setting awal sebelum beton segar lainnya tiba. Pemasangan sambungan konstruksi harus ditempatkan pada sambungan kontraksi atau ekspansi yang direncanakan. Jika penghamparan beton dihentikan, maka Penyedia Jasa harus memindahkan beton berlebih kembali ke sambungan yang direncanakan sebelumnya.

(3) Sambungan Kontraksi (*Contraction Joint*)

Sambungan kontraksi harus dipasang di lokasi dan jarak seperti yang ditunjukkan pada gambar rencana. Sambungan kontraksi dipasang sesuai dimensi dengan membentuk alur atau celah di bagian atas *slab* saat beton masih dalam kondisi plastis atau dengan cara menggergaji permukaan beton setelah beton mengeras. Ketika alur dibentuk pada saat kondisi beton plastis, sisi-sisi alur harus dibuat rata dan halus. Jika bahan sisipan

digunakan, pemasangan dan pelapis tepi harus sesuai dengan instruksi pabrikan. Alur harus dipotong sampai bersih sehingga *spalling* dapat dihindari pada pertemuan dengan sambungan lainnya.

iii Alur Pada Sambungan

Alur-alur di permukaan beton pada sambungan-sambungan harus dibentuk dengan cara yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Alur-alur tersebut dapat dibentuk pada waktu beton masih dalam keadaan plastis atau digergaji setelah beton mengeras. Bagian alur yang akan ditutup/disegel harus mempunyai sisi yang benar-benar vertikal dan sejajar, kecuali jika cetakan-cetakan khusus digunakan pada waktu beton dalam keadaan plastis, untuk ini garis sumbu cetakan harus vertikal.

Jika alur-alur tersebut dibuat dengan digergaji, maka Penyedia Jasa harus membentuknya sebagai berikut:

(1) Sambungan kontraksi

Celah-celah harus digergaji sampai kedalaman yang disyaratkan dan harus mempunyai lebar 10 mm.

(2) Sambungan ekspansi

Celah-celah harus digergaji sampai kedalaman dan lebar penuh yang diperlukan untuk segel seperti diperlihatkan dalam Gambar, atau penggergajian awal harus diselesaikan secepat mungkin dan selalu dalam batas waktu 18 jam setelah pemadatan akhir beton.

Alur-alur sambungan ekspansi dan sambungan konstruksi yang lebih lebar dari 5 mm harus disegel permanen atau sementara sebelum lalu lintas menggunakan perkerasan yang bersangkutan. Celah-celah yang kurang lebar harus digergaji sampai lebar dan kedalaman penuh yang disyaratkan dan segera dipasang segel permanen.

Bila alur dibentuk/dicetak, Penyedia Jasa harus memperagakan hingga memuaskan Pengawas Lapangan bahwa permukaan akhir yang melalui sambungan tersebut dapat diperoleh dalam batas toleransi yang bersangkutan.

o) *Saw Cut Grooving*

i Deskripsi

Item ini terdiri dari pembuatan *saw-cut grooves* untuk meminimalkan *hydroplaning* selama musim hujan, termasuk menyediakan *skid resistance surface* sesuai yang diarahkan oleh Pengawas Pekerjaan dan pada lokasi yang ditunjukkan Gambar Kerja.

ii Metode Konstruksi

(1) Prosedur

Penyedia Jasa harus menyerahkan kepada Pengawas Pekerjaan rencana metode pekerjaan *grooving* dan penempatan garis panduan untuk mengontrol pelaksanaan proses *grooving*. *Transverse grooves saw-cut* pada area perkerasan harus memiliki konfigurasi *center-to-center* dengan lebar 6 mm (+2 mm, -0 mm), lebar kali 6 mm (± 2 mm), kedalaman 38 mm (-3 mm, +0 mm)].

Saw-cut grooves harus memenuhi toleransi berikut. Toleransi berlaku untuk produksi setiap hari dan untuk setiap bagian peralatan *grooving* yang digunakan untuk produksi. Penyedia Jasa bertanggung jawab atas semua kontrol dan penyesuaian proses yang diperlukan untuk memenuhi

toleransi ini. Penyedia Jasa harus secara rutin memeriksa dan memastikan pemenuhan persyaratan setiap kali peralatan sejajar untuk *grooving pass*.

(a) Toleransi *alignment*

Alignment dari setiap *groove* tidak boleh bervariasi lebih dari ± 38 mm untuk 75 kaki (23 m) di sepanjang landasan, agar memungkinkan proses *realignment* setiap 500 kaki (150 m) di sepanjang landasan pacu.

(b) Toleransi *groove*

Kedalaman standar *groove* adalah 6 mm. Ketentuan yang harus dipenuhi adalah:

- i) minimal 90% dari total *groove* harus berukuran minimal 5 mm,
- ii) minimal 60% dari total *groove* harus berukuran minimal 6 mm, dan
- iii) maksimal 10% dari total *groove* diperbolehkan mencapai ukuran 8 mm.

(c) Lebar

Lebar standar *groove* adalah 6 mm. Ketentuan yang harus dipenuhi adalah:

- i) minimal 90% dari total *groove* harus berukuran minimal 5 mm,
- ii) minimal 60% dari total *groove* harus berukuran minimal 6 mm, dan
- iii) maksimal 10% dari total *groove* diperbolehkan mencapai ukuran 8 mm.

Jarak standar *center-to-center* setiap *groove* adalah 38 mm. Jarak minimum adalah 34 mm dan jarak maksimum sebesar 38 mm.

Jarak *saw-cut grooves* dari *transverse joint* pada perkerasan beton harus memenuhi nilai batas 8 cm – 23 cm. Selain itu, jarak *grooves* tersebut dari perlengkapan lampu di jalan aspal juga harus memenuhi nilai batas antara 150 mm – 0,5 m. *Grooves* dapat dilanjutkan melalui sambungan konstruksi longitudinal. Jika *neoprene compression seal* telah dipasang dan *compression seal* cukup tersembunyi untuk mencegah kerusakan dari operasi pembuatan *groove*, alur dapat dilanjutkan hingga *longitudinal joint*. Jika *neoprene compression seal* telah dipasang dan segel kompresi tidak cukup tersembunyi untuk mencegah kerusakan dari operasi pembuatan *groove*, jarak *groove* tersebut dari *longitudinal joint* tidak boleh lebih kecil dari 8 cm atau lebih dari 125. Jika kabel penerangan dipasang, proses *grooving* melalui goresan gergaji longitudinal atau diagonal tidak diperbolehkan.

Ruang yang cukup untuk peralatan operasi perlu disiapkan dengan jarak 10 kaki (3 m) dari tepi perkerasan. Proses *grooving* dalam jarak satu atau dua kaki (0,3 hingga 0,6 m) dari tepi perkerasan dapat dilakukan bila terdapat area *paved shoulder* yang memadai. Koordinasikan batas proses *grooving* dengan pihak Operator Bandar Udara dan pihak lain yang terkait ketika proses pengerjaan memungkinkan terjadinya gangguan pada aktivitas operasional bandar udara. Penyedia Jasa harus melaporkan proses pemeliharaan

alat yang digunakan kepada Pengawas Pekerjaan secara tertulis. Variabilitas permukaan mungkin memerlukan lebih banyak pengujian daripada tiga buah pengujian per hari per mesin *grooving*.

(2) Persyaratan Lingkungan

Pelaksanaan proses *grooving* tidak akan diizinkan pembuangan puing dan/atau pengaliran air secara langsung dari area *grooving*. Pembuangan limbah yang dihasilkan oleh proses *grooving* ini menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa.

(3) *Control Strip*

Control strip harus dibuat area perkerasan di luar *trafficked area*, seperti yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Panjang dan lebar Area ditentukan oleh Pengawas Pekerjaan. Penyedia Jasa harus menyerahkan rencana metode *setup* dan *alignment*, pelaksanaan *grooving*, dan pembuangan material limbah.

(4) Perkerasan Eksisting

Bumps, depressed area, sambungan yang rusak, dan area yang retak dan/atau terkelupas di perkerasan tidak boleh lakukan proses *grooving* sampai area tersebut diperbaiki atau diganti sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan.

(5) Perkerasan Baru

Perkerasan aspal dan beton yang baru harus melalui proses *curing* selama minimal 30 hari sebelum pelaksanaan *grooving* untuk memungkinkan material menjadi cukup stabil dan mencegah penutupan *groove* dalam penggunaan normal. Jika dapat dibuktikan bahwa alur stabil dan dapat dipasang tanpa terjadinya *spalling*, sobek, atau *raveling* pada bagian tepi *groove*, proses *grooving* dapat dilaksanakan lebih cepat dari 30 hari dengan persetujuan Pengawas Pekerjaan. Semua proses perbaikan kemiringan harus diselesaikan sebelum proses *grooving* dilakukan. Bagian tepi *groove* tidak boleh berada pada kondisi terkelupas atau robek. Apabila hal ini terjadi, Penyedia Jasa bertanggung jawab untuk memperbaiki kerusakan tersebut sebelum hasil pekerjaan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

Jika Penyedia Jasa dapat menunjukkan bahwa *groove* stabil tanpa adanya *spalling*, robek, atau *raveling* pada bagian tepinya, maka proses *grooving* yang lebih cepat dari 30 hari dapat dilakukan berdasarkan persetujuan Pengawas Pekerjaan.

(6) Mesin *Grooving*

Mesin *grooving* yang digunakan pada pekerjaan ini harus *power driven, self-propelled*, yang dirancang dan diproduksi khusus untuk proses *grooving* pada perkerasan dan memiliki sistem *slurry vacuum* secara terintegrasi sebagai metode utama untuk membuang lumpur limbah yang dihasilkan dari proses *grooving*.

Mesin harus dilengkapi dengan mata pisau yang terbuat dari berlian, dan mampu membuat beberapa *parallel grooves* dengan lebar minimal 0,5 m dalam satu kali lintasan mesin. Ketebalan bilah pemotong harus mampu menghasilkan lebar dan kedalaman *groove* yang diperlukan dalam satu kali lintasan mesin. *Cutting head* tidak boleh mengandung pisau bekas

atau pisau dengan diameter yang tidak sama. Tipe dan konfigurasi *blade* yang digunakan harus disesuaikan dengan tingkat kekerasan perkerasan eksisting. Roda pada mesin *grooving* harus memiliki desain yang tidak merusak perkerasan. Sediakan alat berat dengan perkakas yang dapat digunakan untuk mengontrol kedalaman alur dan *alignment*.

(7) Pasokan Air

Air untuk operasi *grooving* harus disediakan oleh Penyedia Jasa.

(8) Pembersihan

Selama dan setelah pemasangan *saw-cut groove*, Penyedia Jasa harus membuang semua puing, limbah, dan produk sampingan yang dihasilkan sesuai dengan arahan dari Pengawas Pekerjaan. Pembersihan bahan limbah harus dilakukan secara terus menerus selama operasi pembuatan alur. *Flush debris* yang dihasilkan harus segera dibersihkan dengan baik. Lapisan debu yang tersisa dapat diambil dan dibilas ke tepi area bahu jika akumulasi yang dihasilkan tidak merusak sistem perkerasan, vegetasi, atau sistem drainase yang ada. Selesaikan semua operasi pembilasan dengan metode yang dapat mencegah erosi di area bahu atau kerusakan vegetasi. Bahan limbah harus dibuang dengan cara yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Bahan limbah tidak boleh masuk ke sistem saluran pembuangan air kotor bandara. Penyedia Jasa harus membuang limbah ini dengan mematuhi semua undang-undang dan peraturan lingkungan yang berlaku.

(9) Perbaikan Perkerasan yang Rusak

Pembuatan *groove* harus dihentikan dan perkerasan jalan yang rusak diperbaiki atas biaya Penyedia Jasa jika diinstruksikan oleh Pengawas Pekerjaan berdasarkan pertimbangan kondisi aktual di lokasi pekerjaan.

iii Penerimaan

Groove akan diterima berdasarkan hasil pengujian zona *groove* yang telah dilaksanakan. Semua metode *acceptance test* yang diperlukan untuk menentukan kualitas pekerjaan ini akan dilakukan oleh Pengawas Pekerjaan.

Ketelitian instrumen yang digunakan untuk mengukur lebar dan kedalaman *groove* harus dapat membaca hasil pekerjaan dengan kriteria minimal 12 mm dengan resolusi minimal 0,13 mm.

Pengawas Pekerjaan akan mengukur *groove* di 5 (lima) zona pada area lebar perkerasan. Pengukuran akan dilakukan minimal tiga kali selama produksi setiap hari. Pengukuran di semua zona akan dilakukan untuk setiap *cutting head* pada setiap peralatan *grooving* yang digunakan untuk produksi setiap hari.

p) Perlindungan Area Perkerasan

i Penyedia Jasa harus melindungi seluruh area perkerasan akibat kendaraan proyek sampai diterima oleh Pengawas Pekerjaan. Hal ini termasuk menyediakan penjaga untuk mengarahkan lalu lintas dan penyediaan rambu peringatan, lampu, jembatan perkerasan, penyeberangan, dan perlindungan sambungan yang tidak di-*sealing*. Kerusakan pada perkerasan yang terjadi sebelum penerimaan akhir harus diperbaiki dan diganti atas biaya Penyedia Jasa.

ii Agregat atau bahan konstruksi lain tidak boleh dihamparkan di perkerasan. Perkerasan baru harus dilengkapi dengan barikade dan rambu sampai umur

- beton minimal 7 (tujuh) hari atau untuk jangka waktu yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.
- iii Pengoperasian alat angkut dan alat perkerasan jalan diperbolehkan melewati area perkerasan baru setelah perkerasan lama telah di-*curing* selama 7 (tujuh) hari sambungan terlindungi, beton telah mencapai *field cured flexural strength* 450 psi (3.100 kPa) dan tepi pelat dilindungi.
 - iv Semua perkerasan baru dan lama yang digunakan sebagai jalur lalu lintas peralatan konstruksi harus dijaga agar tetap bersih. Tumpahan beton dan bahan pengotor lainnya harus segera dibersihkan.
 - v Perkerasan yang rusak harus dibongkar dan diganti atas biaya Penyedia Jasa. Lapisan perkerasan tersebut harus dibongkar hingga kedalaman, lebar, dan panjang keseluruhan pelat.
- q) Pembukaan Terhadap Lalu Lintas Konstruksi
- i Perkerasan tidak boleh dibuka untuk lalu lintas atau dioperasikan sampai pengujian spesimen yang dibentuk dan di-*curing* sesuai dengan ASTM C31 telah mencapai kuat lentur 3.100 kPa saat diuji sesuai dengan ASTM C78.
 - ii Jika pengujian tersebut tidak dilakukan, perkerasan tidak boleh dibuka untuk lalu lintas sampai 14 (empat belas) hari setelah beton dipasang.
 - iii Sebelum membuka perkerasan untuk lalu lintas konstruksi, semua sambungan harus ditutup dengan baik agar *intrusi* benda asing ke dalam sambungan tidak terjadi. Minimal *backer rood* atau *tape* dapat digunakan untuk melindungi *joint* dari intrusi benda asing.
- r) Perbaikan, Pembongkaran, dan Penggantian Pelat Beton
- i *Slab* perkerasan baru yang rusak atau mengalami retak dan tidak dapat diterima berdasarkan Pasal SKh.1.5.22.7 Perkerasan Kaku Sisi Udara, harus dibongkar dan diperbaiki, sesuai arahan dari Pengawas Pekerjaan atas biaya Penyedia Jasa.
 - ii *Spalling* yang terjadi sepanjang sambungan harus diperbaiki seperti yang ditentukan. Pembongkaran pelat secara parsial tidak dapat diizinkan.
 - iii Pembongkaran dan penggantian pelat harus dilakukan pada keseluruhan kedalaman.
 - iv Pengawas Pekerjaan akan menentukan apakah *coredrill* diperlukan untuk mengetahui kedalaman retakan pada perkerasan.
 - v Sampel *coredrill* tersebut harus memiliki diameter (50 mm) sampai (100 mm). Penyedia Jasa harus mengisi kembali lubang *coredrill* dengan prosedur dan material yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.
 - vi Pelaksanaan *coredrill* dan pengisian kembali lubang tersebut dilakukan atas biaya Penyedia Jasa.
 - vii Perbaikan retakan tidak boleh dilakukan apabila Pengawas Pekerjaan menilai perbaikan tersebut tidak akan membuat perkerasan mampu mencapai kualitas yang diinginkan.

SKh.1.5.22.6 PENGENDALIAN MUTU

1) P-510 Beton PCC

- a) Penyedia Jasa harus menyediakan Program Pengendalian Mutu (QC). Program tersebut meliputi elemen-elemen yang berpengaruh terhadap mutu beton yang

diantaranya adalah rancangan campuran (*mix design*), gradasi agregat, kualitas material, manajemen material, proporsi pencampuran dan transportasi, pengecoran, pemeliharaan, tenaga kerja, dan rencana pengecoran. Penyedia Jasa melaksanakan pengendalian mutu melalui pengujian dan inspeksi selama tahap pekerjaan dan harus menunjukkan hasil yang sesuai dengan persyaratan kontrak, dengan jumlah pengujian minimum. Penyedia Jasa harus menunjukkan kepada Pengawas Pekerjaan bahwa semua peralatan yang digunakan sudah dikalibrasi dan akan memenuhi prosedur yang ditentukan dalam spesifikasi pengujian. Pengujian lapangan harus dilaksanakan untuk memenuhi persyaratan spesifikasi dan dikerjakan oleh Penyedia Jasa di bawah pengawasan Pengawas Pekerjaan.

- b) Pengawas Pekerjaan memiliki hak penuh untuk mengakses fasilitas QC dan mengawasi secara langsung aktifitas QC. Pengawas Pekerjaan dapat memberikan advis teknis kepada Penyedia Jasa jika terdapat catatan (defisiensi) pada fasilitas, alat, suplai material, personel, dan prosedur QC. Jika catatan dianggap sangat serius dan dapat mengganggu tercapainya kualitas pekerjaan, maka penggunaan alat atau material tersebut harus segera dihentikan hingga kecacatan yang ditemui telah diperbaiki. Tabel SKh.1.5.22.12) memperlihatkan *item* QC minimal yang harus tersedia.

Tabel SKh.1.5.22.12) Pengendalian Mutu

<i>Item</i> QC	Pengujian	Jumlah/Keterangan
Agregat Halus dan Agregat Kasar	Gradasi (ASTM C136)	Analisis saringan harus dilakukan minimal 2 (dua) kali setiap hari; material diambil secara random dari pintu pelepasan material bin penyimpanan atau dari <i>conveyor belt</i> .
	Kadar air (ASTM C70 atau ASTM C566)	Jika menggunakan alat <i>electric moisture meter</i> , minimal 2 (dua) kali pengukuran langsung kadar air harus dilakukan setiap minggu untuk memeriksa kalibrasinya. Jika pengukuran langsung dilakukan sebagai pengganti penggunaan alat <i>electric moisture meter</i> , 2 (dua) kali pengujian harus dilakukan per hari.
	Zat pengganggu	Agregat yang akan dibawa menuju <i>mixer</i> harus diuji kadar zat pengganggu sesuai dengan SKh.1.5.22.2. Pengujian dilakukan sebelum produksi campuran beton dilakukan dan minimum setiap 30 (tiga puluh) hari selama masa produksi campuran beton atau sesering mungkin jika dirasa perlu.
	Abrasi agregat (ASTM C131)	Dilakukan per 1.000 m ³ atau sesuai dengan arahan Pengawas Pekerjaan.
Campuran Beton	<i>Slump</i> (ASTM C143)	Satu tes per 16 m ³ ; sampel diambil dari truk atau truk <i>ready mix</i> di lokasi penghamparan sesuai dengan ASTM C172.
<i>Finishing</i>	Kerataan	Pengukuran tiap pelaksanaan penghamparan;

<i>Item QC</i>	Pengujian	Jumlah/Keterangan
	(ASTM E2133)	pengukuran <i>transversal</i> dilakukan dengan interval 15 m atau sesuai arahan Pengawas Pekerjaan; pengukuran <i>longitudinal</i> dilakukan pada garis as lajur hamparan dengan interval sesuai arahan Pengawas Pekerjaan.
	Kemiringan	Pengukuran tiap Pengawas Pekerjaan pelaksanaan penghamparan; elevasi permukaan final tidak boleh berbeda lebih dari 12 mm secara vertikal dan 30 mm secara lateral dari gambar rencana.

2) Sambungan (*Joint*)

a) Waktu Pengaplikasian

Sambungan harus ditutup segera setelah selesainya proses *curing* dan sebelum perkerasan dibuka untuk lalu lintas, termasuk lalu lintas peralatan konstruksi. *Joint sealant* tidak boleh diaplikasikan pada sambungan yang lembab.

b) Peralatan

Mesin, perkakas, dan perlengkapan yang digunakan harus disetujui sebelum pekerjaan dimulai serta dalam kondisi yang baik. Penyedia Jasa harus menyiapkan daftar peralatan yang diusulkan untuk digunakan dalam pekerjaan termasuk deskripsi peralatan tersebut, sebelum digunakan pada pekerjaan.

c) Persiapan Sambungan

Sambungan perkerasan harus dalam kondisi kering, bersih dari semua kerak, kotoran, debu, *curing compound*, dan benda asing lainnya. Penyedia Jasa harus menunjukkan kepada Pengawas Pekerjaan bahwa metode ini mampu membersihkan dan tidak merusak sambungan.

i Penggergajian

Semua sambungan harus digergaji sesuai dengan Spesifikasi dan Gambar rencana. Segera setelah menggergaji sambungan, *slurry* yang dihasilkan harus dihilangkan seluruhnya dari sambungan dan area yang berdekatan dengan cara disiram menggunakan air dan menggunakan perkakas lain yang diperlukan.

ii *Sealing*

Segera sebelum proses *sealing* dilakukan, sambungan harus dibersihkan secara menyeluruh dari semua sisa penggergajian, *Curing compound*, *filler*, tonjolan beton, *sealant* lama, dan bahan asing lainnya dari sisi dan tepi atas dari spasi sambungan yang akan di-*sealing*. Pembersihan harus dilakukan dengan peralatan sebagaimana ditentukan dalam Pasal b). Setelah pembersihan akhir dan segera sebelum proses *sealing*, semprot sambungan dengan *compressor* sampai bebas dari kotoran dan air. Permukaan sambungan harus kering permukaan saat pemasangan *joint sealants*.

iii *Backer Rod*

Jika sambungan lebih dalam dari yang direncanakan, letakkan atau tutup bagian bawah dari sambungan menggunakan *backer rod* sesuai dengan Pasal

- b) untuk mencegah masuknya *sealant* di bawah kedalaman yang ditentukan. *Backer rod* harus dipasang dengan hati-hati untuk memastikan tidak meregang atau terpuntir selama pemasangan.
- d) **Pemasangan *Sealant***
Sambungan harus diperiksa untuk memperoleh lebar, kedalaman, kesejajaran, dan persiapan yang sesuai, dan harus disetujui oleh Pengawas Pekerjaan sebelum proses *sealing* dilakukan. *Sealant* harus dipasang sesuai dengan persyaratan berikut:
Pembersihan dengan kompresor udara dilakukan dengan jarak tidak lebih dari 15 m sebelum pemasangan *joint sealant*. Isi sambungan dari bawah ke atas hingga mencapai 6 mm di bawah permukaan perkerasan; atau bagian bawah *grooving* perkerasan. Buang dan hapus *sealant* berlebih atau tumpah pada perkerasan dengan metode yang disetujui. Pasang *sealant* sedemikian rupa untuk mencegah terbentuknya rongga dan udara yang terperangkap. Metode gravitasi atau pot tuang tidak boleh digunakan untuk memasang bahan *sealant*. Lalu lintas tidak akan diizinkan melewati area *sealant* yang baru dipasang sampai diizinkan oleh Pengawas Pekerjaan. Periksa sambungan sesering mungkin untuk memastikan bahwa *sealant* yang baru dipasang sudah dalam kondisi bebas lengket dalam waktu yang ditentukan.
- e) **Inspeksi**
Penyedia Jasa harus memeriksa *sealant* sambungan untuk mengetahui tingkat *Curing* dan pemasangan yang tepat, pengikatan ke dinding sambungan, pemisahan kohesif di dalam *sealant*, pengembalian ke cairan, udara yang terperangkap, dan rongga. *Sealant* yang menunjukkan salah satu kekurangan ini setiap saat sebelum penerimaan akhir proyek harus dikeluarkan dari sambungan, dibuang, dan diganti sebagaimana ditentukan tanpa adanya biaya tambahan.
- f) **Pembersihan**
Setelah pekerjaan selesai, singkirkan semua material yang tidak digunakan dari lokasi dan biarkan perkerasan dalam kondisi bersih.

3) Baja Tulangan

- a) **Pembuatan Pabrikasi**
- Batang-batang tulangan harus dibuat akurat menurut bentuk dan ukuran dalam Gambar dan pengerjaannya jangan sampai merusak material baja terutama pada ujung dari batang *dowel*. Penyedia Jasa harus memastikan semua ujung batang *dowel* yang digunakan di lokasi proyek harus lurus/tidak bengkok.
 - Pemotongan batang tulangan harus disediakan pekerja yang ahli dan alat-alat memadai.
 - Penyedia Jasa harus menguji mutu batang tulangan menurut ketentuan Pengawas Pekerjaan dengan tanggungan biaya sendiri.
- b) **Kriteria Sambungan**
- Batang *dowel* harus ditempatkan pada arah sambungan melintang dan memanjang, dengan posisi horizontal dan vertikal yang tepat seperti yang ditunjukkan pada Gambar Kerja. *Dowel* harus dilapisi dengan *bond-breaker* atau pelumas lainnya yang direkomendasikan oleh pabrikan dan disetujui

Pengawas Pekerjaan.

- ii Jarak horizontal *Dowel* harus berada dalam toleransi ± 19 mm. Posisi vertikal terhadap muka pelat harus berada dalam toleransi ± 12 mm. Pemasangan *dowel* harus memastikan arah horizontal dan vertikal tidak lebih besar dari 6 mm per 0,3 m, kecuali pada area *crown* atau perubahan kemiringan pada sambungan. *Dowel* pada *crown* dan sambungan lainnya pada perubahan kemiringan harus diukur ke permukaan yang rata.
 - iii Alinyemen horizontal harus diperiksa tegak lurus dengan tepi sambungan. *Dowel* yang dimaksudkan untuk bergerak di dalam beton atau *expansion cap* harus dilap bersih dan dilapisi dengan tipis dan rata dari lapisan minyak pelumas atau minyak ringan sebelum beton dipasang.
 - iv Sambungan kontraksi. Posisi *dowel* dalam arah memanjang dan melintang dalam jalur perkerasan harus ditahan dengan aman pada tempatnya dengan menggunakan *frame* baja dari tipe yang disetujui. Rakitan keranjang harus dipegang dengan aman di lokasi yang tepat oleh sarana pin atau jangkar yang sesuai. Kabel pengikat *dowel* tidak boleh dipotong atau ditekuk.
 - v Atas pilihan Penyedia Jasa, *dowel* pada sambungan kontraksi dapat disisipkan dalam beton plastik dengan menggunakan peralatan dan prosedur yang disetujui sesuai dengan produsen pembuat *paver*. Persetujuan metode pemasangan akan didasarkan pada hasil *control strip* yang menunjukkan bahwa *dowel* masih dalam toleransi yang diinginkan dan diverifikasi dengan *core* atau peralatan non-destruktif seperti *rebar scanning* yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.
 - vi Sambungan konstruksi. *Dowel* dipasang dengan metode *cast-in-place* atau metode bor. Pemasangan dalam lubang *preformed* tidak diizinkan. *Dowel* harus disiapkan dan ditempatkan pada sambungan yang diindikasikan terdapat perbaikan alinyemen pada posisi horizontal dan vertikal yang tepat selama operasi penghamparan dan *finishing*, dengan mengikat pada *forms* (*bekisting*).
 - vii Sambungan pada beton keras. Pemasangan *dowel* pada beton yang telah mengeras yaitu dengan cara memberikan *bonding* pada *dowel* yang dimasukkan ke dalam lubang bor. Beton harus melewati masa *curing* minimal tujuh 7 (tujuh) hari atau mencapai minimum kuat tekan 3.100 psi (21,4 MPa) atau kekuatan lentur 450 psi (3,1 MPa) sebelum pengeboran dimulai. Lubang yang 3 mm lebih besar dibandingkan diameter *dowel* harus dibor ke dalam beton keras menggunakan *bor rotary-core*. *Drill rotary-percussion* dapat digunakan, asalkan tidak terjadi *spalling* yang berlebihan. *Spalling* di luar batas dari *ring* akan membutuhkan modifikasi peralatan dan pengoperasian. Kedalaman lubang *dowel* harus berada dalam toleransi ± 12 mm dari dimensi yang ditunjukkan pada Gambar. Dalam penyelesaian operasi pengeboran, lubang *dowel* harus disemprot dengan *compressor*. *Dowel* harus diikat di lubang yang dibor menggunakan *epoxy resin*. *Epoxy resin* harus diinjeksikan di bagian belakang lubang sebelum memasang *dowel* dan diekstrusi ke *collar* selama penyisipan *dowel* agar benar-benar mengisi rongga di sekitar *dowel*. Aplikasi dengan mengolesi *dowel* tidak diizinkan. *Dowel* harus ditahan sejajar dengan lubang menggunakan cincin penahan berbahan logam atau plastik yang sesuai dengan ukuran *dowel*.
- c) Pemasangan

- i Sebelum dipasang, batang tulangan harus dibersihkan dari karat, kotoran, lumpur, serpihan yang mudah lepas, dari cat minyak, atau bahan asing lainnya yang dapat merusak ikatan.
- ii Penyedia Jasa harus memastikan tulangan *dowel* yang terpasang di lapangan harus lurus secara horizontal.
- iii Batang-batang tulangan harus ditempatkan pada kedudukan semestinya sehingga tetap kokoh pada waktu beton dicor. Batang tulangan yang dibutuhkan untuk keperluan sehubungan dengan cara pelaksanaan struktur, bila perlu, harus digunakan.
- iv Batang tulangan harus diikat pada setiap titik pertemuan dengan kawat besi yang diperkuat dengan diameter 0,9 mm atau lebih, atau dengan jepitan yang sesuai.
- v Jarak batang-batang tulangan dari cetakan harus dijaga agar tidak berubah dengan gantungan logam (*metal hanger*), balok adukan penopang dari logam, atau penopang lainnya yang disetujui Pengawas Pekerjaan.
- vi Setelah ditempatkan, batang-batang tulangan harus diperiksa oleh Pengawas Pekerjaan bila batang tulangan terlalu lama terpasang, harus dibersihkan dan diperiksa lagi oleh Pengawas Pekerjaan sebelum dilakukan pengecoran beton.
- vii Setelah beton telah cukup mengeras untuk memungkinkan pemotongan tanpa terjadi *chipping*, *spalling*, atau terlepas dan sebelum keretakan susut perkerasan terjadi dan akan berlanjut tanpa henti sampai semua sambungan yang ada telah digergaji. Semua debu dan serpihan yang dihasilkan saat menggergaji sambungan harus dihilangkan dengan menyedot dan menyiram debu. *Curing compound* atau sistem harus diterapkan kembali pada pemotongan gergaji awal dan dipelihara untuk masa *curing* yang tersisa. Sambungan harus dipotong seperti yang ditunjukkan pada Gambar. Potongan sambungan awal minimal 3 mm lebar dan kedalaman yang ditunjukkan pada Gambar. Lebar sambungan (*construction*, *contraction* dan *expansion joint*) sesuai dengan Gambar Kerja. Sebelum penempatan *joint sealant*, bagian atas sambungan harus dilebarkan dengan penggergajian seperti yang ditunjukkan pada Gambar.

SKh.1.5.22.7 JAMINAN MUTU

1) Laboratorium Jaminan Mutu (*Quality Assurance*)

Laboratorium yang digunakan dalam proses jaminan mutu harus terakreditasi oleh pihak otoritas atau lembaga terkait mengikuti persyaratan dan kaidah yang tertera dalam ASTM C1077. Semua metode pengujian yang dibutuhkan dalam proses perencanaan campuran harus tertera dalam akreditasi laboratorium. Salinan akreditasi laboratorium dan alat metode pengujian yang terbaru harus diserahkan ke Pengawas Pekerjaan sebelum pelaksanaan dimulai.

2) Jumlah Sampel dan Pengujian

- a) Pengambilan Sampel Laboratorium
 - i. Umum

Spesifikasi ini memberi persyaratan terkait persiapan bahan, pencampuran beton, pembuatan dan *curing* contoh uji beton dalam kondisi laboratorium. Jika persiapan spesimen dikendalikan sesuai dengan spesifikasi ini, spesimen tersebut dapat digunakan untuk mendapatkan informasi yang bertujuan:

- (1) Menentukan *job mix design* untuk beton proyek;
- (2) Evaluasi *job mix* dan bahan yang berbeda;
- (3) Korelasi dengan uji nondestruktif; dan
- (4) Menyediakan spesimen untuk tujuan penelitian.

ii. Peralatan

(1) Cetakan

- (a) Cetakan untuk spesimen beton harus terbuat dari baja, besi cor, atau bahan non-absorben lain yang tidak bereaksi dengan beton dengan kandungan semen *portland* atau semen hidrolis lainnya. Cetakan harus sesuai dengan dimensi dan toleransi yang ditentukan dalam metode yang disyaratkan. Cetakan harus mampu mempertahankan memiliki dimensi dan bentuk yang dalam semua kondisi penggunaan.
- (b) Cetakan harus kedap air jika diperlukan bahan penyegel yang sesuai harus digunakan jika diperlukan untuk mencegah kebocoran melalui sambungan.
- (c) Cetakan yang dapat digunakan kembali harus dilapisi dengan sedikit minyak mineral atau bahan pelepas yang sesuai sebelum digunakan.
- (d) Cetakan Balok harus berbentuk persegi panjang (kecuali ditentukan lain) dan memiliki dimensi yang diperlukan untuk menghasilkan ukuran spesimen yang diinginkan. Permukaan dalam cetakan harus halus dan bebas dari indentasi. Sisi-sisi, bagian bawah, dan ujungnya harus membentuk sudut siku satu sama lain dan harus lurus serta bebas dari pergeseran. Variasi maksimum dari penampang lintang nominal tidak boleh melebihi 3 mm untuk cetakan dengan kedalaman atau lebar 150 mm atau lebih, atau 2 mm untuk cetakan dengan kedalaman atau lebar yang lebih kecil. Kecuali untuk spesimen lentur, cetakan tidak boleh memiliki panjang yang berbeda lebih dari 2 mm dari panjang nominalnya. Cetakan lentur tidak boleh lebih pendek dari 2 mm dari panjang yang dibutuhkan, tetapi boleh lebih panjang daripada jumlah tersebut.

(2) Batang Pemasat

- (a) Batang pemasat harus berbentuk bulat dengan ujung penyangga setidaknya dibulatkan menjadi ujung setengah bola dengan diameter yang sama dengan diameter batang.
- (b) Batang pemasat dapat dibuat berukuran besar dengan diameter 16 mm dan panjang 600 mm, atau kecil dengan diameter 10 mm dan panjang 300 mm.

(3) Palu terbuat dari karet atau kulit mentah, beratnya 0.6 ± 0.20 kilogram harus digunakan.

(4) *Vibrator*

- (a) *Vibrator Internal*

Frekuensi getarannya harus setidaknya 115 Hz ketika *vibrator* digunakan dalam beton. *Vibrator* harus berbentuk bulat dan memiliki diameter tidak lebih dari seperempat diameter cetakan silinder atau seperempat lebar cetakan balok atau prisma. *Vibrator* berbentuk lain harus memiliki keliling yang setara dengan keliling *Vibrator* berbentuk bulat yang sesuai. Panjang gabungan poros *Vibrator* dan elemen getar harus melebihi kedalaman bagian yang sedang digetarkan minimum 75 mm.

(b) *Vibrator Eksternal*

Dua jenis *Vibrator* eksternal yang diizinkan adalah tipe meja atau papan. Frekuensi *Vibrator* eksternal harus minimum 60 Hz.

Harus disediakan peralatan khusus untuk mengencangkan cetakan pada kedua jenis *Vibrator*.

- (5) Alat bantu seperti sekop, ember, kape, kayu pelicin, kape tumpul, siku lurus, pengukur ketebalan, pengambilan sampel, penggaris, sarung tangan karet, dan mangkuk pencampuran logam harus disediakan.
- (6) Alat untuk pemeriksaan kadar udara, temperatur dan *slump* juga harus disediakan.
- (7) Wadah pengambilan sampel dan pencampuran harus memiliki dasar datar dan terbuat dari logam yang tebal, kedap air, berkedalaman cukup, dan memiliki kapasitas yang cukup untuk memungkinkan pencampuran seluruh *specimen* beton dengan mudah atau jika pencampuran dilakukan dengan mesin, untuk menerima seluruh *batch* saat mesin mengeluarkannya dan memungkinkan pencampuran ulang dalam wadah tersebut dengan kape atau sekop.
- (8) Timbangan untuk menentukan massa bahan dan beton harus akurat dalam batas 0,3% dari beban uji di setiap titik dalam rentang penggunaan.
- (9) *Mixer* beton yang didorong oleh tenaga harus berupa drum berputar yang mampu mencampur beton secara merata dengan ukuran yang telah ditentukan pada *slump* yang diperlukan.

iii. Spesimen

(1) Spesimen Silindris

Silinder untuk pengujian kekuatan tekan, modulus elastisitas *young*, rangkai dan kekuatan tarik retak dapat memiliki berbagai ukuran dengan diameter minimum 50 mm dan panjang minimum 100 mm. Jika korelasi atau perbandingan dengan silinder yang dibuat di lapangan sesuai ASTM C 31 diinginkan, maka silinder harus memiliki ukuran 150 x 300 mm.

(2) Spesimen Balok

Balok untuk uji kekuatan lentur, prisma untuk pengujian pembekuan dan pencairan, ikatan, perubahan panjang, perubahan volume, dan lainnya harus dibentuk dengan sumbu panjangnya horizontal, kecuali jika diperlukan sebaliknya oleh metode pengujian yang bersangkutan, dan harus sesuai dalam dimensi dengan persyaratan metode pengujian tertentu.

(3) Spesimen dengan bentuk lain

Bentuk dan ukuran lain dari spesimen untuk pengujian tertentu dapat

dicetak sesuai keinginan dengan mengikuti prosedur umum yang dijelaskan dalam praktik ini.

(4) Syarat Ukuran Agregat

Diameter dari spesimen silinder atau dimensi potongan melintang minimum dari suatu bagian persegi harus minimum tiga kali ukuran maksimum nominal agregat kasar dalam beton. Partikel agregat yang kadang-kadang terlalu besar (dengan ukuran yang tidak biasa ditemukan dalam gradasi agregat rata-rata) harus dihapus dengan memilih secara manual selama pembentukan spesimen. Ketika beton mengandung agregat yang lebih besar dari yang sesuai untuk ukuran cetakan atau peralatan yang akan digunakan, maka saringlah sampel tersebut.

(5) Jumlah Spesimen

Secara umum, minimum tiga spesimen dicetak untuk setiap usia pengujian dan kondisi pengujian, kecuali jika dinyatakan lain. Usia pengujian yang sering digunakan adalah 7 dan 28 hari untuk pengujian kekuatan tekan, atau 14 dan 28 hari untuk pengujian kekuatan lentur. Spesimen yang melibatkan variabel tertentu harus dibuat dari 3 (tiga) *batch* terpisah yang dicampur pada hari yang berbeda. Jumlah spesimen yang sama untuk setiap variabel harus dibuat pada hari tertentu. Ketika tidak mungkin membuat setidaknya satu spesimen untuk setiap variabel dalam satu hari tertentu, pencampuran seluruh seri spesimen harus diselesaikan dalam waktu sesingkat mungkin, dan salah satu campuran harus diulangi setiap hari sebagai standar perbandingan.

iv. Persiapan Material

(1) Sebelum mencampur beton, pastikan bahwa bahan-bahan beton berada pada suhu ruangan dalam rentang 20 hingga 30°C, kecuali jika suhu beton telah ditentukan. Ketika suhu beton telah ditentukan, maka metode yang diusulkan untuk mencapai suhu beton tersebut perlu mendapatkan persetujuan dari Pengawas Pekerjaan.

(2) Semen harus disimpan di tempat yang kering, dalam wadah tahan kelembaban dan sebaiknya terbuat dari logam. Semen harus dicampur secara menyeluruh supaya seragam. Semen harus disaring melalui saringan berukuran 850 μm (No.20) atau lebih halus untuk menghilangkan semua gumpalan, dicampur ulang pada lembaran plastik, dan dikembalikan ke wadah sampel.

(3) Agregat

Untuk mencegah terjadinya segregasi agregat kasar, pisahkan menjadi fraksi-fraksi ukuran individual dan untuk setiap *batch*, gabungkan kembali dalam proporsi yang tepat untuk menghasilkan gradasi yang diinginkan.

Kecuali jika agregat halus dipisahkan menjadi fraksi-fraksi ukuran individual, pertahankan dalam kondisi lembab atau kembalikan ke kondisi lembab hingga digunakan, untuk mencegah segregasi, kecuali jika material yang bergradasi seragam dibagi menjadi banyak ukuran *batch* dengan menggunakan pembagi sampel dengan bukaan ukuran yang sesuai.

Sebelum mencampurkan ke dalam beton, persiapkan agregat untuk memastikan kondisi kelembaban yang pasti dan seragam. Tentukan berat

agregat yang akan digunakan dalam *batch* dengan salah satu dari prosedur berikut:

- (a) Tentukan massa agregat dengan daya serap rendah (daya serap kurang dari 1,0%) dalam kondisi kering ruangan dengan memperhitungkan jumlah air yang akan diserap dari beton yang belum mengeras. Prosedur ini sangat berguna untuk agregat kasar yang harus dicampurkan sebagai ukuran individual; karena risiko segregasi, ini hanya dapat digunakan untuk agregat halus jika agregat halusnya dipisahkan menjadi fraksi-fraksi ukuran individual.
 - (b) Fraksi-fraksi ukuran individu dari agregat dapat ditimbang secara terpisah, kemudian digabungkan ke dalam wadah dalam jumlah yang dibutuhkan untuk *batch*, dan direndam dalam air selama 24 jam sebelum digunakan. Setelah direndam, air berlebih akan dituangkan dan berat gabungan agregat dan air pencampuran ditentukan. Perlu diperhitungkan jumlah air yang diserap oleh agregat.
 - (c) Agregat dapat dibawa dan dipertahankan dalam kondisi jenuh, dengan kelembaban permukaan dalam jumlah yang cukup kecil sehingga tidak ada kehilangan karena pengeringan, setidaknya 24 jam sebelum digunakan. Ketika metode ini digunakan, kadar kelembaban dari agregat harus ditentukan untuk memungkinkan perhitungan jumlah agregat yang lembab dengan benar. Jumlah kelembaban permukaan yang ada harus dihitung sebagai bagian dari jumlah air pencampuran yang diperlukan.
 - (d) Agregat, baik halus maupun kasar, dapat dibawa dan dipertahankan dalam kondisi kering permukaan yang jenuh hingga dicampurkan untuk digunakan. Metode ini digunakan terutama untuk menyiapkan material untuk *batch* yang tidak melebihi 0,007 m³ volume. Perlu diambil langkah-langkah untuk mencegah pengeringan selama penimbangan dan penggunaan.
- (4) Agregat Ringan
- Prosedur untuk berat jenis spesifik, absorpsi, dan persiapan agregat yang disebutkan dalam praktik ini berlaku untuk bahan dengan nilai absorpsi normal. Agregat ringan, *slag* yang didinginkan udara, dan beberapa jenis agregat alami yang sangat poros atau *vesikular* dapat memiliki daya serap yang tinggi sehingga sulit diperlakukan seperti yang dijelaskan. Kandungan kelembaban agregat ringan pada saat pencampuran dapat memiliki efek penting pada sifat-sifat beton segar dan beton yang sudah mengeras, seperti penurunan *slump*, kekuatan tekan, dan ketahanan terhadap pembekuan dan pencairan.
- (5) *Admixture*
- Admixture* yang berbentuk bubuk yang sepenuhnya atau sebagian besar tidak larut, yang tidak mengandung garam yang higroskopis dan akan ditambahkan dalam jumlah kecil, harus dicampur dengan sebagian dari semen sebelum dimasukkan ke dalam *batch* dalam *mixer* untuk memastikan distribusi yang merata dalam beton. Bahan yang tidak larut dan digunakan dalam jumlah lebih dari 10% berat semen, seperti

pozzolan, harus ditangani dan ditambahkan ke *batch* dengan cara yang sama seperti semen. *Admix* dalam bentuk bubuk yang sebagian besar tidak larut tetapi mengandung garam yang higroskopis dapat menyebabkan penggumpalan semen dan sebaiknya dicampur dengan pasir. *Admix* yang larut dalam air dan berbentuk cair harus ditambahkan ke dalam *mixer* dalam bentuk larutan dalam air pencampuran. Jumlah larutan yang digunakan harus dimasukkan dalam perhitungan jumlah air dalam beton. *Admix* yang tidak kompatibel dalam bentuk yang pekat, seperti larutan klorida kalsium dan beberapa *admix* yang digunakan untuk menghasilkan udara dan yang memperlambat pengerasan, sebaiknya tidak dicampur sebelum ditambahkan ke dalam beton. Waktu, urutan, dan metode penambahan beberapa *admix* ke dalam *batch* beton dapat memiliki efek penting pada sifat-sifat beton seperti waktu pengerasan dan kandungan udara. Metode yang dipilih harus tetap tidak berubah dari *batch* ke *batch*.

v. Prosedur Pencampuran Beton

- (1) Campur beton dalam *mixer* yang sesuai atau secara manual dalam *batch* dengan ukuran yang cukup sehingga masih tersisa sekitar 10% kelebihan setelah pembuatan spesimen uji. Prosedur pencampuran manual tidak berlaku untuk beton yang telah diatur udara atau beton tanpa penurunan yang dapat diukur. Pencampuran manual sebaiknya dibatasi hanya untuk *batch* dengan volume 0.007 m³ atau kurang. Penting untuk tidak mengubah urutan dan prosedur pencampuran dari *batch* ke *batch* kecuali jika efek variasi tersebut sedang dalam studi.
- (2) Pencampuran mesin sebelum memulai putaran *mixer*, tambahkan agregat kasar, sebagian air pencampuran, dan larutan *admix*, jika diperlukan. Bila memungkinkan, sebar *admix* dalam air pencampuran sebelum ditambahkan. Mulai *mixer*, lalu tambahkan agregat halus, semen, dan air sambil *mixer* berjalan. Jika tidak praktis untuk *mixer* tertentu atau untuk pengujian tertentu untuk menambahkan agregat halus, semen, dan air saat *mixer* berjalan, komponen-komponen ini dapat ditambahkan ke *mixer* yang sudah berhenti setelah mengizinkannya untuk berputar beberapa kali setelah diisi dengan agregat kasar dan sebagian air. Campur beton, setelah semua bahan berada di *mixer*, selama 3 menit diikuti dengan istirahat 3 menit, diikuti dengan pencampuran akhir selama 2 menit. Tutup ujung terbuka atau bagian atas *mixer* untuk mencegah penguapan selama periode istirahat. Ambil langkah-langkah pencegahan untuk mengkompensasi mortar yang tertahan oleh *mixer* sehingga *batch* yang dikeluarkan, saat digunakan, akan memiliki proporsi yang benar. Untuk menghilangkan segregasi, depositkan beton yang dicampur mesin ke dalam panci pencampuran yang bersih dan lembab, lalu campur ulang dengan sekop atau *trowel* hingga terlihat seragam.
- (3) Pencampuran Manual
Campur *batch* dalam wadah logam yang kedap air, bersih, lembab, dengan *trowel* tukang batu yang ujungnya sudah tumpul, menggunakan prosedur berikut:

- (a) Campur semen, *admix* tidak larut berbentuk bubuk jika digunakan, dan agregat halus tanpa penambahan air hingga tercampur dengan baik.
- (b) Tambahkan agregat kasar dan campur seluruh *batch* tanpa penambahan air hingga agregat kasar terdistribusi merata dalam *batch*.
- (c) Tambahkan air, dan larutan *admix* jika digunakan, dan campur massa hingga beton homogen secara tampilan dan memiliki konsistensi yang diinginkan. Jika pencampuran yang berkepanjangan diperlukan karena penambahan air secara bertahap saat menyesuaikan konsistensi, buang *batch* tersebut dan buat *batch* baru dimana pencampuran tidak terputus untuk melakukan pengujian konsistensi percobaan.
- (d) Beton yang Telah Dicampur
Pilih bagian dari *batch* beton yang telah dicampur yang akan digunakan dalam pengujian pembuatan spesimen agar mewakili proporsi sebenarnya dan kondisi beton. Ketika beton tidak sedang dicampur ulang atau diambil sampel, tutup beton tersebut untuk mencegah penguapan.

vi. Pembuatan Spesimen

(1) Tempat Pembentukan

Bentuk spesimen sesegera mungkin di tempat dimana mereka akan disimpan selama 24 jam pertama. Jika tidak mungkin untuk membentuk spesimen di tempat penyimpanan, pindahkan mereka ke tempat penyimpanan segera setelah pembentukan selesai. Letakkan cetakan pada permukaan yang kokoh dan bebas dari getaran serta gangguan lainnya. Hindari mengguncang, memukul, membungkuk, atau mencoret permukaan spesimen saat memindahkannya ke tempat penyimpanan.

(2) Penempatan

Letakkan beton ke dalam cetakan menggunakan sendok, *trowel* yang ujungnya sudah tumpul, atau sekop. Pilih setiap sendok, *trowel*, atau sekop beton dari panci pencampuran untuk memastikan bahwa itu mewakili *batch* secara merata. Mungkin perlu mencampur ulang beton dalam panci pencampuran dengan *trowel* atau sekop untuk mencegah segregasi saat pembentukan spesimen. Gerakkan sendok atau *trowel* sepanjang tepi atas cetakan saat beton dikeluarkan untuk memastikan distribusi beton yang simetris dan meminimalkan segregasi agregat kasar dalam cetakan. Selanjutnya, distribusikan beton dengan menggunakan batang pemadatan sebelum dimulainya konsolidasi. Saat menempatkan lapisan terakhir, operator harus mencoba menambahkan jumlah beton yang akan mengisi cetakan secara tepat setelah dikompaksi. Jangan menambahkan sampel beton yang tidak mewakili ke dalam cetakan yang belum terisi penuh. Buat spesimen dalam lapisan sebagaimana yang ditunjukkan dalam tabel berikut.

Tabel SKh.1.5.22.13) Number of Layers Required for Specimens

<i>Specimen Type and Size</i>	<i>Mode of Consolidation</i>	<i>Number of Layers of Approximate Equal Depth</i>
<i>Cylinders:</i> <i>Diameter, in [mm]</i>		
3 or 4 [75 to 100]	<i>rodding</i>	2
6 inci [150 mm]	<i>rodding</i>	3
9 [225]	<i>rodding</i>	4
Up to 9 [225]	<i>vibration</i>	2
<i>Prism and horizontal creep</i> <i>Cylinders:</i> <i>Diameter, in [mm]</i>		
up to 8 [200]	<i>rodding</i>	2
over 8 [200]	<i>rodding</i>	3 or more
up to 8 [200]	<i>vibration</i>	1
over 8 [200]	<i>vibration</i>	2 or more

(3) Konsolidasi

(a) Metode Konsolidasi

Persiapkan spesimen yang memadai memerlukan metode konsolidasi yang berbeda. Metode-metode konsolidasi tersebut meliputi penggunaan batang pemadatan, getaran internal, atau getaran eksternal. Pilih metode konsolidasi berdasarkan *slump*, kecuali jika metode tersebut telah ditentukan dalam spesifikasi di bawah mana pekerjaan tersebut dilakukan. Gunakan batang pemadatan atau getaran untuk beton dengan *slump* lebih besar atau sama dengan 25 mm. Gunakan getaran untuk beton dengan *slump* kurang dari 25 mm. Jangan gunakan getaran internal untuk silinder dengan diameter kurang dari 100 mm, dan untuk balok atau prisma dengan lebar atau kedalaman kurang dari 100 mm.

(b) Batang Pemadat

Letakkan beton dalam cetakan dalam jumlah lapisan yang diperlukan dengan volume yang kurang lebih sama. Padatkan setiap lapisan dengan ujung yang membulat dari batang dengan menggunakan jumlah tekanan dan ukuran batang yang spesifik sesuai dengan Tabel SKh.1.5.22.14). Padatkan lapisan terbawah hingga kedalaman penuhnya. Distribusikan tekanan secara merata di seluruh penampang cetakan dan untuk setiap lapisan atas, biarkan batang menembus lapisan yang sedang dipadatkan dan masuk ke lapisan di bawahnya kurang lebih 25 mm. Setelah setiap lapisan dipadatkan, ketuk bagian luar cetakan dengan ringan sebanyak 10 (sepuluh) hingga 15 (lima belas) kali dengan *mallet* untuk menutupi lubang-lubang yang ditinggalkan oleh pemadatan dan melepaskan gelembung udara besar yang mungkin terperangkap. Gunakan tangan terbuka untuk mengetuk cetakan tipis sekali pakai yang sensitif terhadap kerusakan jika ditumbuk dengan *mallet*. Setelah mengetuk, ratakan beton sepanjang sisi dan ujung cetakan balok dan

prisma dengan *trowel* atau alat lain yang sesuai.

Tabel SKh.1.5.22.14) Diameter of Rod and Number of Roddings to be Used in Molding Test Specimens

Cylinders		
Diameter of Cylinder, in [mm]	Diameter of Rod, in [mm]	Number of Strokes/Layer
2 [50] to < 6 [150]	3/8 [10]	25
6 [150]	5/8 [16]	25
8 [200]	5/8 [16]	50
10 [250]	5/8 [16]	75
Beams and Prisms		
Top Surface Area of Specimen, in² [mm²]	Diameter of Rod, in [mm]	Number of Roddings/Layer
25 [160] or less	3/8 [10]	25
26 to 49 [165 to 310]	3/8 [10]	One for each 1 in ² [7 cm ²] of surface
50 [320] or more	5/8 [16]	One for each 2 in ² [14 cm ²] of surface
Horizontal Creep Cylinders		
Diameter of Cylinder, in [mm]	Diameter of Rod, in [mm]	Number of Roddings/Layer
6 [150]	5/8 [16]	50 total, 25 along both sides of axis

(c) *Vibrator*

Pertahankan durasi getaran yang seragam untuk jenis beton, *vibrator*, dan cetakan spesimen tertentu yang terlibat. Durasi getaran yang diperlukan akan tergantung pada kecekatan beton dan efektivitas *vibrator*. Biasanya, getaran yang cukup telah diterapkan begitu permukaan beton menjadi relatif halus dan gelembung udara besar berhenti muncul melalui permukaan atas. Lanjutkan getaran hanya cukup lama untuk mencapai konsolidasi beton yang tepat. Getaran berlebihan dapat menyebabkan segregasi. Isi cetakan dan getarkan dalam jumlah lapisan yang diperlukan yang kurang lebih sama. Letakkan seluruh beton untuk setiap lapisan dalam cetakan sebelum memulai getaran lapisan tersebut. Saat menempatkan lapisan terakhir, hindari mengisi berlebihan lebih dari 6 mm. Ketika penyelesaian diterapkan setelah getaran, tambahkan hanya cukup beton dengan *trowel* untuk mengisi lebih dari cetakan sekitar 3 mm, ratakan ke permukaan, dan kemudian ratakan.

(d) *Getaran Internal*

Dalam proses pemadatan spesimen, masukkan *vibrator* secara

perlahan dan jangan biarkan *vibrator* beristirahat di atau menyentuh dasar atau sisi cetakan atau menyentuh benda tertanam seperti meteran regangan. Tarik *vibrator* secara perlahan sehingga tidak ada kantong udara besar yang tertinggal di dalam spesimen.

(e) Cetakan Silinder

Jumlah penyetelan *vibrator* diberikan dalam Tabel berikut.

Tabel 1.5.22.15) Number of Vibrator Insertions per Layer

<i>Specimen Type and Size</i>	<i>Number of Insertions per Layer</i>
<i>Cylinder: Diameter, in. [mm]</i>	
4 in [100 mm]	1
6 in [150 mm]	2
9 in [225 mm]	4

Ketika diperlukan lebih dari satu penyetelan per lapisan, sebarakan penyetelan secara merata di dalam setiap lapisan. Biarkan *Vibrator* menembus ke dalam lapisan di bawahnya kurang lebih 25 mm. Setelah setiap lapisan dipadatkan dengan getaran, ketuk bagian luar cetakan setidaknya sebanyak 10 kali dengan *mallet* untuk menutupi lubang yang masih ada dan melepaskan gelembung udara yang terperangkap. Gunakan tangan terbuka untuk mengetuk cetakan karton atau logam sekali pakai yang sensitif terhadap kerusakan jika ditumbuk dengan *mallet*.

(f) Balok, Prisma, dan Silinder Kerut Horizontal

Masukkan *vibrator* dengan jarak tidak melebihi 150 mm sepanjang garis tengah dimensi panjang spesimen, atau sepanjang kedua sisi tetapi tidak bersentuhan dengan gage regangan dalam kasus silinder kerut. Untuk spesimen yang lebih lebar dari 150 mm, gunakan penyetelan bergantian sepanjang dua garis. Biarkan batang *vibrator* menembus ke dalam lapisan bawah kurang lebih 25 mm. Setelah setiap lapisan dipadatkan dengan getaran, ketuk bagian luar cetakan dengan keras setidaknya sebanyak 10 kali dengan *mallet* untuk menutupi lubang yang ditinggalkan oleh getaran dan melepaskan gelembung udara yang terperangkap.

(g) Getaran Eksternal

Saat menggunakan getaran eksternal, pastikan bahwa cetakan terpasang dengan kokoh atau dipegang dengan aman pada elemen getaran atau permukaan getaran.

(4) *Finishing*

Setelah konsolidasi dengan salah satu metode, ratakan permukaan beton, dan ratakan atau ratakan sesuai dengan metode yang berlaku. Jika tidak ada penyelesaian yang dijelaskan, ratakan permukaan dengan alat rata kayu atau magnesium. Lakukan semua penyelesaian dengan manipulasi minimum yang diperlukan untuk menghasilkan permukaan datar yang rata dan sejajar dengan pinggiran atau tepi cetakan dan yang tidak memiliki depresi atau proyeksi lebih besar dari 3 mm.

vii. *Curing*

- (1) *Curing* Awal - Untuk mencegah penguapan air dari beton yang belum mengeras, segera tutupi benda uji setelah penyelesaian, lebih baik dengan menggunakan pelat non-absorpsi dan non-reaktif atau selembat plastik tahan lama yang tidak dapat menyerap air. Benda uji harus disimpan segera setelah penyelesaian hingga pencetakan cetakan dapat dihapus untuk mencegah kehilangan kelembaban dari benda uji. Pilihlah prosedur atau kombinasi prosedur yang sesuai yang akan mencegah kehilangan kelembaban dan tidak menyerap serta tidak bereaksi dengan beton. Jika digunakan kain burlap yang basah untuk penutupan, pastikan bahwa kain burlap tidak bersentuhan dengan permukaan beton segar dan usahakan untuk menjaga kain burlap tetap basah hingga benda uji diangkat dari cetakan. Meletakkan lembaran plastik di atas kain burlap akan memudahkan menjaga kelembabannya. Untuk mencegah kerusakan pada benda uji, lindungi bagian luar cetakan karton dari kontak dengan kain burlap yang basah atau sumber air lainnya hingga cetakan dihapus. Catat suhu lingkungan maksimum dan minimum selama perawatan awal.
- (2) Penghapusan dari Cetakan - Angkat benda uji dari cetakan 24 ± 8 jam setelah pengecoran. Untuk beton dengan waktu pengerasan yang lama, cetakan tidak boleh dihapus sampai 20 ± 4 jam setelah pengerasan akhir.
- (3) *Curing* Lingkungan - Kecuali dinyatakan lain, semua benda uji harus dirawat dengan kelembaban pada suhu $23,0 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$ mulai dari saat pengecoran hingga saat pengujian. Penyimpanan selama 48 jam pertama perawatan harus dilakukan dalam lingkungan bebas getaran. Terkait dengan perlakuan terhadap benda uji yang telah dicetak, perawatan dengan kelembaban berarti bahwa benda uji harus memiliki air bebas yang dipertahankan pada seluruh permukaan sepanjang waktu. Kondisi ini dapat dipenuhi dengan menggunakan tangki penyimpanan air atau ruangan lembab sesuai dengan ASTM C 511. Perawatan silinder beton ringan struktural harus dilakukan sesuai dengan ASTM C 330.
- (4) Benda Uji Kekuatan Lentur – Benda uji harus di-*Curing* dengan 20 jam sebelum pengujian, benda uji harus direndam dalam air yang jenuh dengan kalsium hidroksida pada suhu $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Pada akhir periode *curing*, antara saat benda uji diambil dari perawatan hingga pengujian selesai, pengeringan permukaan harus dicegah.

b) Temperatur Beton

- i Pengujian yang dilakukan pada saat beton baru saja dicampur tidak dapat dijadikan acuan temperatur beton pada waktu lain.
- ii Beton dengan ukuran agregat lebih dari 75 mm, akan memerlukan waktu sampai 20 menit untuk proses transfer panas dari agregat ke mortar.
- iii Wadah yang digunakan harus mampu membentuk sampel beton dengan dimensi minimum 75 mm di segala arah, di sekitar sensor alat pengukur temperatur. Tebal *cover* beton minimum tiga kali ukuran agregat kasar terbesar.
- iv Alat pengukur temperatur harus mampu mengukur temperatur beton dengan tingkat ketelitian $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, dengan rentang 0°C sampai 50°C . Desain alat pengukur harus memungkinkan dilakukannya penetrasi ke dalam sampel beton minimum 75 mm selama pengukuran. Alat pengukur temperatur referensi harus mampu mengukur

temperatur beton dengan tingkat ketelitian $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$. Ketelitian ini harus dibuktikan dengan sertifikat dan diverifikasi setiap 12 (dua belas) bulan.

- v Alat pengukur temperatur harus dikalibrasi setiap 12 (dua belas) bulan atau ketika akurasi alat pengukur dipertanyakan. Proses kalibrasi dilakukan dengan membandingkan dua alat pengukur temperatur pada dua temperatur berbeda yang memiliki selisih minimum 15°C . Objek yang digunakan sebagai benda uji kalibrasi bisa berupa minyak atau objek lain dengan ketentuan sebagai berikut:
 - (1) Memiliki berat volume seragam.
 - (2) Temperatur benda uji harus dipertahankan pada rentang $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ selama kalibrasi.
 - (3) Kedua alat pengukur temperatur harus dimasukkan ke dalam benda uji selama minimum 5 menit sebelum dilakukan pembacaan temperatur.
- vi Pengukuran beton yang baru di campur dapat dilakukan di peralatan pengangkutan maupun di dalam cetakan setelah dikeluarkan. Jika peralatan pengangkutan atau cetakan tidak digunakan sebagai wadah pengujian, maka perlu disiapkan sampel dengan ketentuan sebagai berikut:
 - (1) Sebelum dilakukan sampling beton, lembabkan wadah dengan air.
 - (2) Buat sampel sesuai ketentuan pada Pasal 5.6.4. Beton komposit tidak diperlukan bila jika tujuan sampling hanya untuk mengukur temperatur.
 - (3) Masukkan sampel ke dalam wadah yang sudah disiapkan.
- vii Prosedur pengukuran temperatur adalah sebagai berikut:
 - (1) Posisikan alat pengukur temperatur sehingga ujung alat pengukur temperatur tenggelam sedalam minimum 75 mm ke dalam sampel. Tutup rongga yang timbul akibat proses penetrasi dengan menekan sampel beton di sekitar alat pengukur temperatur secara perlahan untuk mencegah adanya pengaruh temperatur udara.
 - (2) Diamkan alat pengukur temperatur dalam sampel beton selama 2 - 5 menit.
 - (3) Baca temperatur pada alat pengukur pada temperatur $0,5^{\circ}\text{C}$ terdekat tanpa mengeluarkan alat pengukur dari beton.
- c) Pengukuran *Slump*
 - i Metode pengukuran *slump* ini dapat diaplikasikan pada beton plastis dengan ukuran agregat kasar maksimum 37,5 mm. Jika digunakan agregat kasar dengan ukuran maksimum lebih besar dari 37,5 mm maka harus sampel beton harus disaring dengan saringan 37,5 mm dan agregat yang lebih besar dari 37,5 mm dipisahkan sesuai ASTM C 172.
 - ii Metode uji *Slump* tidak dapat diaplikasikan pada beton non plastis (*slump* kurang dari 15 mm) dan non kohesif (*slump* lebih dari 230 mm).
 - iii Cetakan atau wadah pengujian harus memenuhi kriteria berikut:
 - (1) Terbuat dari logam atau plastik yang tahan terhadap campuran beton.
 - (2) Memiliki kekakuan yang cukup untuk mempertahankan bentuk dan dimensinya, mampu menahan beban impuls, dan tidak menyerap air.
 - (3) Untuk cetakan logam memiliki tebal minimum 1,5 mm dan untuk plastik ABS memiliki tebal minimum 3 mm.
 - (4) Cetakan harus memiliki bentuk dan dimensi seperti ditunjukkan pada Gambar SKh.1.5.22.1 dalam Lampiran.
 - (5) Dasar dan bagian atas cetakan harus terbuka dan sejajar satu sama lain serta tegak lurus terhadap sumbu kerucut. Cetakan harus dilengkapi dengan bagian kaki dan pegangan seperti ditunjukkan pada gambar di atas.

- (6) Cetakan harus dibuat tanpa sambungan.
- (7) Permukaan dalam cetakan harus relatif halus dan bebas dari tonjolan, penyok, deformasi, dan sisa endapan mortar.
- (8) Kondisi dan dimensi cetakan harus dicek setiap tahun.
- iv *Tamping rod* yang digunakan harus memenuhi kriteria berikut.
 - (1) Bulat, permukaan halus, lurus, dan terbuat dari baja.
 - (2) Diameter 16 mm \pm 2 mm.
 - (3) Panjang minimum 100 mm dan lebih panjang dari kedalaman cetakan yang digunakan, tapi tidak lebih dari 600 mm.
 - (4) Batang ini harus memiliki salah satu atau kedua ujung padat yang dibulatkan menjadi ujung *hemisfera* dengan diameter yang sama dengan batang itu sendiri.
- v Pengukuran *slump* dilakukan dengan penggaris baja atau pengukur lain yang *rigid* atau semi *rigid*. Alat pengukur harus memiliki tanda pengukur dengan inkremen 5 mm, dan panjang alat pengukur minimum 300 mm.
- vi Prosedur pengukuran *slump* adalah sebagai berikut:
 - (1) Basahi cetakan dan letakkan di atas permukaan yang kokoh, datar, rata, lembab, tidak menyerap air, bebas dari getaran, dan cukup luas untuk menampung seluruh beton yang akan diukur. Cetakan harus dipegang dengan erat selama proses pengisian dan pembersihan perimeter cetakan oleh operator yang berdiri di atas dua bagian kaki atau dengan menggunakan klem.
 - (2) Dari sampel beton yang diperoleh, segera isi cetakan dalam tiga lapisan, masing-masing sekitar sepertiga volume cetakan. Aduk campuran beton dengan sendok sepanjang perimeter topi untuk memastikan distribusi beton yang merata dengan segregasi minimal.
 - (3) Padatkan setiap lapis dengan menggunakan ujung *tamping rod* sebanyak 25 tumbukan pada tiap lapisan secara merata. Untuk lapisan bawah, *tamping rod* harus sedikit dimiringkan dan lakukan sekitar setengah dari pemadatan di dekat tepi, kemudian lanjutkan dengan gerakan vertikal secara spiral menuju tengah. Padatkan lapisan bawah hingga seluruh kedalamannya. Untuk setiap lapisan di atasnya, biarkan batang menembus lapisan yang sedang dipadatkan dan masuk ke lapisan di bawahnya sekitar 25 mm.
 - (4) Saat mengisi dan memadatkan lapisan atas, tumpuk beton di atas cetakan sebelum memulai pemadatan. Jika proses pemadatan menyebabkan penurunan beton di bawah tepi atas cetakan, tambahkan beton tambahan untuk menjaga kelebihan beton di atas cetakan sepanjang waktu.
 - (5) Setelah lapisan atas telah dipadatkan, ratakan permukaan beton dengan menggunakan gerakan pemadatan dan penggulangan dengan *tamping rod*. Pegang cetakan dengan erat dan hilangkan beton dari area di sekitar dasar cetakan untuk mencegah gangguan pada pergerakan beton. Segera angkat cetakan dari beton dengan hati-hati dalam arah vertikal. Angkat cetakan sejauh 300 mm dalam 3 sampai 7 detik dengan dorongan naik yang stabil tanpa gerakan lateral atau torsi.
 - (6) Prosedur pengujian mulai dari pengisian hingga pengangkatan cetakan harus dilakukan tanpa interupsi dan diselesaikan dalam waktu 2,5 menit.
 - (7) Secara segera, ukur tingkat kejatuhan (*slump*) dengan menentukan perbedaan vertikal antara bagian atas cetakan dan pusat permukaan atas sampel beton yang telah terdorong.

(8) Jika terjadi penurunan yang signifikan atau terlepasnya beton dari satu sisi atau bagian tertentu dari massa beton lakukan pengujian baru pada bagian lain dari sampel. Jika setelah dilakukan pengulangan tetap terjadi hal yang sama, maka kemungkinan beton tersebut non plastis atau non kohesif.

d) Kuat Lentur

- i Jumlah sampel ditentukan pada Pasal SKh.1.5.22.3.2) . Lokasi pengambilan sampel ditentukan oleh Pengawas Pekerjaan sesuai dengan prosedur pengambilan sampel secara acak sesuai dengan ASTM D3665. Pengambilan sampel beton sesuai dengan ASTM C172.
- ii Persiapan spesimen beton di lapangan dilakukan oleh Pengawas Pekerjaan sesuai dengan prosedur yang tertera dalam ASTM C31.
- iii Kuat lentur tiap spesimen ditentukan sesuai dengan prosedur yang tertera dalam ASTM C78.
- iv Penerimaan perkerasan untuk kuat lentur akan ditentukan oleh Pengawas Pekerjaan sesuai dengan Pasal SKh.1.5.22.7.3.

e) Tebal Perkerasan

- i Satu sampel *coring* akan diambil dari setiap 750 m² oleh Pengawas Pekerjaan secara acak berdasarkan ASTM D3665. Sampel *coring* tidak diambil pada area sambungan isolasi dengan tipe penebalan (*thickened edge*).
- ii Sampel *coring* memiliki diameter minimum 100 mm. Penyedia jasa akan menyiapkan segala alat dan bahan untuk mengambil sampel dan mengisi kembali lubang *coring*. Material pengisi yang digunakan harus disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.
- iii Tiap sampel *coring* diukur tebalnya sesuai dengan ASTM C174. Setiap sampel harus difoto dan disertakan dengan laporan pengujian.
- iv Penerimaan perkerasan untuk ketebalan akan ditentukan oleh Pengawas Pekerjaan sesuai dengan Pasal SKh.1.5.22.7.3) Kriteria Penerimaan.

3) Penerimaan Hasil Pekerjaan

Penerimaan hasil pekerjaan akan didasarkan pada karakteristik perkerasan sebagai berupa kekuatan, tebal, dan *grade*/kemiringan.

Tabel SKh.1.5.22.16) Kriteria Penerimaan Pekerjaan Beton

<i>Item</i>	Kriteria
Kuat Lentur	Minimal 4,3 MPa
Tebal	Toleransi maksimum -12 mm
<i>Grade</i> /kemiringan	Maksimum deviasi dari elevasi rencana 12 mm (vertikal), 30 mm (lateral)

SKh.1.5.22.8 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

1) Pengukuran

Perkerasan kaku sisi udara harus diukur dengan jumlah meter kubik yang terpasang di lapangan, sudah selesai, dan sudah diterima sesuai spesifikasi.

Pengukuran untuk pekerjaan perkerasan kaku sisi udara yang diperbaiki:

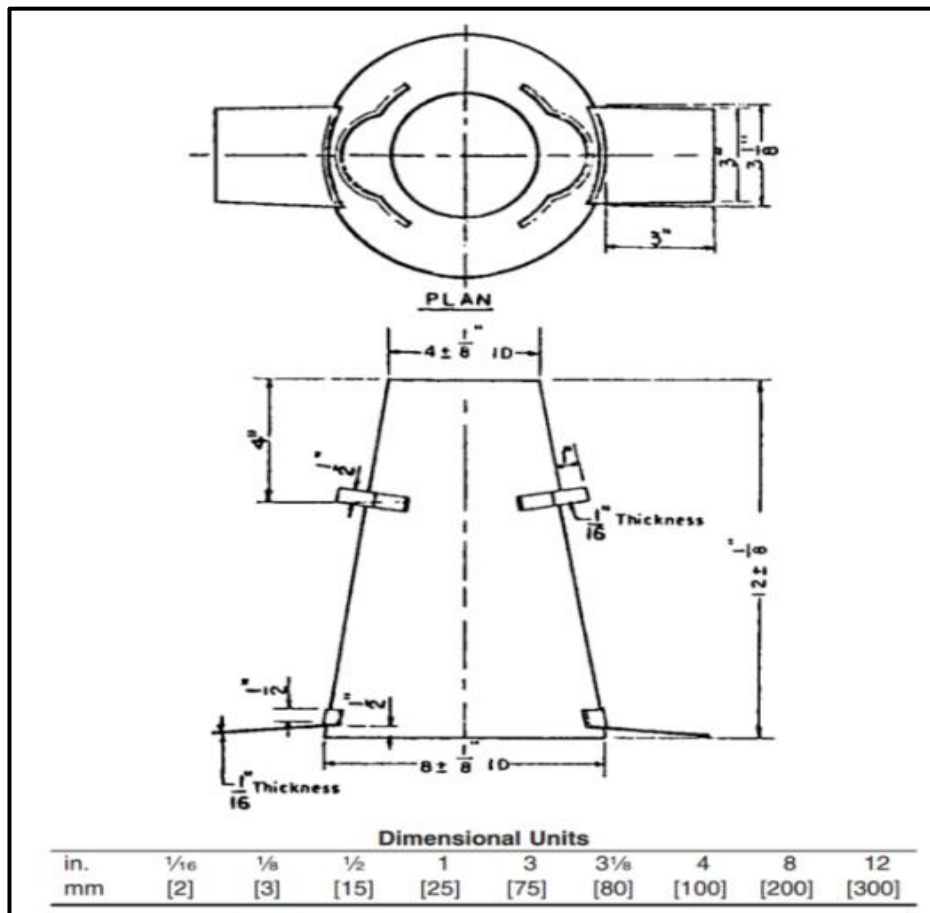
- a) Bilamana pekerjaan telah diperbaiki, kuantitas yang akan diukur untuk pembayaran haruslah sejumlah yang harus dibayar bilamana pekerjaan semula telah memenuhi ketentuan.
- b) Tidak ada pembayaran tambahan akan dilakukan untuk tiap peningkatan kadar semen atau setiap bahan tambah (aditif), juga tidak untuk tiap pengujian atau pekerjaan tambahan atau bahan pelengkap lainnya yang diperlukan untuk mencapai mutu yang disyaratkan untuk pekerjaan beton.

2) Pembayaran

Pembayaran harus dilakukan dengan Harga Satuan Kontrak. Pembayaran adalah kompensasi penuh untuk semua tenaga kerja, beton, baja tulangan, *joint sealant*, *joint filler*, *grooving*, *wiremesh*, perkakas, perlengkapan, dan biaya tak terduga yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan seperti yang ditentukan pada spesifikasi ini dan pada Gambar. Pembayaran harus dilakukan dengan satuan meter kubik.

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
SKh.1.5.22.(1)	Perkerasan Kaku Sisi Udara	Meter Kubik

LAMPIRAN
SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM
SKh.1.5.22
PERKERASAN KAKU SISI UDARA



Gambar SKh.1.5.22.1) Cetakan *Slump*

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SKh.1.5.23

PEKERJAAN SIRTU *GRADED* DAN *RUNWAY END SAFETY AREA* (RESA)

SKh.1.5.23.1 UMUM

1) Uraian

- a) Spesifikasi ini meliputi penyediaan material, penyediaan peralatan, pengangkutan, tenaga kerja yang tepat dan memadai serta pelaksanaan pekerjaan sirtu *graded* dan RESA.
- b) *Runway End Safety Area* (RESA) adalah sebuah daerah simetris di perpanjangan sumbu *runway* dan menyambung dengan akhir dari jalur primer diperuntukkan untuk mengurangi risiko kerusakan pada pesawat yang terlalu dini masuk atau melewati *runway*.
- c) *Graded Area* dan RESA disediakan untuk mengurangi *hazard* pada pesawat udara yang bergerak di *runway*, bagian itu harus diberi perlakuan sedemikian rupa agar mampu untuk mencegah rusaknya *nose landing gear* pesawat udara. Permukaan itu juga harus dipersiapkan sedemikian rupa agar mampu menyediakan daya pengereman bagi sebuah pesawat udara dan di bawah permukaan mampu memiliki daya dukung yang cukup untuk menghindari kerusakan terjadi pada pesawat udara, dimana kedalaman maksimum sebesar 15 cm ketika *nose landing gear* terperosok tanpa harus rusak.
- d) Secara umum material urugan pada *graded* dan RESA adalah material yang memiliki sifat teknis yang layak dan memenuhi dari Spesifikasi ini.

2) Toleransi Dimensi dan Elevasi

- a) Level akhir permukaan sirtu *graded* dan RESA tidak boleh menyimpang lebih dari 15 mm dari level yang ditentukan ketika diukur pada interval pengukuran per 15 m.
- b) Batas toleransi maksimum ketebalan padat sirtu *graded* dan RESA -12 mm.
- c) Permukaan akhir sirtu *graded* dan RESA harus rata dan tidak boleh menyimpang lebih dari 12 mm dari mistar *straight edge* panjang 3,7 m yang diletakkan di permukaan secara paralel dan melintang. Pengukuran dilakukan dengan memindahkan mistar *straight edge* pada jarak 1,5 m dalam *grid area* 15 m x 15 m.

3) Pekerjaan Spesifikasi Khusus Lain dan Seksi Lain dalam Spesifikasi Umum yang Berkaitan dengan Spesifikasi Khusus ini

- | | |
|--|--------------|
| a) Mobilisasi | : Seksi 1.2 |
| b) Transportasi dan Penanganan | : Seksi 1.5 |
| c) Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas | : Seksi 1.8 |
| d) Kajian Teknis Lapangan (<i>Field Engineering</i>) | : Seksi 1.9 |
| e) Keselamatan dan Kesehatan Kerja | : Seksi 1.19 |

- f) Galian : Seksi 3.1
- g) Timbunan : Seksi 3.2
- h) Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) : SKh-1.1.22

4) Standar Rujukan

Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor 14 Tahun 2021 tentang Spesifikasi Teknis Pekerjaan Fasilitas Sisi Udara Bandar Udara

International Civil Aviation Organization (ICAO)

Doc 9157 : *Aerodrome Design Manual Part 3 – Pavements Third Edition 2022*

5) Perbaikan Terhadap Pekerjaan yang Tidak Memenuhi Ketentuan

Penyedia Jasa bertanggung jawab penuh atas tercapainya kualitas pekerjaan sesuai yang telah ditetapkan di dalam dokumen kontrak dan spesifikasi ini. Apabila terdapat pekerjaan yang kualitasnya kurang dari yang telah ditetapkan di dalam dokumen kontrak, Penyedia Jasa wajib memperbaikinya dan/atau membuatnya lagi sampai memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam dokumen kontrak dan spesifikasi ini, tanpa ada penambahan biaya maupun perpanjangan waktu kontrak.

SKh.1.5.23.2 PERSYARATAN BAHAN

Bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a) Kerikil yang mengandung sedikit lanau atau lempung (*gravels with fine*).
- b) Persentasi material halus yaitu yang lolos saringan No.200 dibatasi maksimum 35%.
- c) Diameter maksimum 20 mm.
- d) Batas cair kurang dari 40% dengan indeks plastisitas kurang dari 10%.
- e) CBR terendam minimum 20%.
- f) Material yang harus dihindari adalah sebagai berikut:
 - i Material pasir halus homogen 100% atau material pasir yang apabila berada di bawah muka air tanah (kondisi jenuh) dapat mengalami likuifaksi pada saat terjadi gempa.
 - ii Material yang tersusun dari bahan organik seperti tanah gambut.
 - iii Material yang memiliki kandungan mineral dominan Na-Montmorillonite.

SKh.1.5.23.3 PELAKSANAAN

1) Pekerjaan Persiapan

- a) Sirtu *graded* dan RESA harus ditempatkan sesuai dengan ketentuan dalam Gambar Kerja atau seperti yang ditunjukkan oleh Pengawas Pekerjaan. Material harus dibentuk dan dipadatkan secara menyeluruh berdasarkan toleransi yang telah ditentukan.

- b) Sebelum dilaksanakan pelaksanaan pekerjaan, Penyedia Jasa harus melakukan uji pemadatan di luar area yang akan dikerjakan dengan persetujuan Pengawas Pekerjaan. Uji pemadatan dimaksudkan untuk mengetahui jumlah lintasan optimum sehingga tercapai nilai CBR sesuai dengan yang disyaratkan. Luas area untuk uji pemadatan minimal 3 m x 30 m yang dibagi menjadi 3 (tiga) segmen, dimana perbedaan tiap segmen adalah pada jumlah lintasan pemadatan. Selanjutnya dari hasil uji pemadatan tersebut, apabila sudah memenuhi persyaratan, maka akan dijadikan dasar dalam pelaksanaan. Namun apabila hasil uji pemadatan tidak memenuhi persyaratan, maka uji pemadatan harus diulang kembali. Biaya yang timbul pada pekerjaan *trial compaction* menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa.
- c) Sebelum bahan sirtu *graded* dan RESA dihamparkan, lapisan tanah dasar (*subgrade*) harus disiapkan serta diperbaiki sesuai Gambar Kerja.
- d) Lapisan di bawah sirtu *graded* dan RESA harus diperiksa dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan sebelum penghamparan dimulai.

2) Penghamparan

- a) Sirtu *graded* dan RESA dihampar dalam beberapa lapisan. Tebal lapis padat tidak boleh kurang dari 100 mm dan tidak boleh lebih dari 150 mm. Bahan sirtu *graded* dan RESA dihamparkan sedemikian rupa sehingga diperoleh lebar dan ketebalan yang seragam. Pada proses penghamparan tidak diperkenankan adanya tempat-tempat yang mengalami segregasi. Sirtu *graded* dan RESA, kecuali dinyatakan lain oleh Pengawas Pekerjaan, tidak boleh dihampar lebih dari 2.000 m² sebelum digilas/dipadatkan. Material sirtu *graded* dan RESA tidak boleh dihamparkan di atas permukaan yang lunak.
- b) Jika dibutuhkan lebih dari 1 (satu) kali lapis hamparan, ketentuan diatas berlaku untuk tiap lapis. Dalam proses pengambaran, Penyedia Jasa harus menjamin agar material sirtu *graded* dan RESA tidak tercampur dengan material lainnya.

3) Pemadatan

- a) Setelah proses penghamparan atau pencampuran, material sirtu *graded* dan RESA harus dipadatkan dengan menggilas dan disiram dengan air jika diperlukan. Sejumlah *roller* yang cukup harus disiapkan untuk mengakomodasi hamparan bahan sirtu *graded* dan RESA.
- b) Penggilasan harus dilakukan tahap demi tahap dari dan kearah jalur yang sedang disusun, dan tiap jalur dengan arah longitudinal harus digilas *overlapping*, paling sedikit setengah lebar dari unit penggilas.
- c) Banyaknya gilasan/jumlah lintasan yang diperlukan sesuai dengan hasil dari *trial compaction* yang telah disetujui, sehingga lapisan sirtu *graded* dan RESA memiliki nilai CBR minimal 20%.
- d) Lapisan sirtu *graded* dan RESA tidak boleh digilas jika lapisan yang berada di bawahnya termasuk lunak atau jika gilasan menyebabkan undulasi pada sirtu *graded* dan RESA. Jika gilasan mengakibatkan ketidakrataan yang melebihi 12 mm (jika di uji dengan mistar 3 m), permukaan yang tidak teratur tersebut harus dibongkar dan diisi kembali dengan material yang sama kemudian digilas kembali.

- e) Untuk area yang tidak dapat digilas, material sirtu *graded* dan RESA harus dipadatkan sepenuhnya menggunakan alat mekanik atau *stamper*.
- f) Jika dibutuhkan, penyiraman saat penggilasan harus dilakukan dengan jumlah dan perlengkapan yang telah disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Air tidak boleh ditambahkan secara berlebihan yang mengakibatkan air tersebut meresap hingga lapisan bawah dan melunakkan lapisan tersebut.

4) Pengujian

Material Agregat

Penyedia Jasa harus mengambil sampel dan melakukan pengujian setiap 1.000 m³ untuk persyaratan agregat. Material harus memenuhi persyaratan dalam spesifikasi ini. Penyedia Jasa harus memberikan sertifikat hasil pengujian yang menunjukkan bahwa agregat tersebut memenuhi persyaratan kepada Pengawas Pekerjaan.

SKh.1.5.23.4 PENGENDALIAN MUTU

Pengendalian mutu ini harus dilaksanakan untuk memenuhi persyaratan spesifikasi. Galian untuk lubang uji dan penimbunan kembali dengan bahan sirtu *graded* dan RESA dipadatkan dengan sempurna, harus dikerjakan oleh Penyedia Jasa dibawah pengawasan Pengawas Pekerjaan.

Tabel SKh.1.5.23.1) Persyaratan Pengendalian Mutu

Tes Pengendalian	Prosedur
Ketebalan dan keseragaman sirtu <i>graded</i> dan RESA	Pemeriksaan visual dan pengukuran ketebalan setiap hari. Dilakukan untuk setiap 500 m ² sirtu <i>graded</i> dan RESA yang terpasang.
Penentuan <i>field</i> CBR lapis sirtu <i>graded</i> dan RESA	Dengan menggunakan <i>field</i> CBR dan dilaksanakan minimum setiap 1.000 m ² .
Pengujian permukaan/ <i>surface test</i>	Permukaan yang sudah selesai tidak boleh selisih lebih dari 12 mm jika dites dengan tongkat lurus dari 3 m yang dilaksanakan sejajar serta tegak lurus dengan garis sumbu.
Toleransi ketebalan	± 12 mm terhadap tebal desain.
Pemeriksaan kemiringan atau <i>finished grade</i>	Diukur setiap 15 m <i>grid</i> .

SKh.1.5.23.5 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

1) Pengukuran

Sirtu *graded* dan RESA yang harus dibayar adalah banyaknya meter kubik (m³) dari material sirtu *graded* dan RESA yang sudah dipadatkan dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

2) Pembayaran

Pembayaran harus dilakukan dengan Harga Satuan Kontrak. Harga ini sudah termasuk persiapan, pengangkutan, penghamparan, penjaminan mutu dan untuk semua tenaga kerja, peralatan, perkakas, dan insidental yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
SKh.1.5.23.(1)	Sirtu <i>Graded</i> dan RESA	Meter Kubik

DIVISI 6
PERKERASAN ASPAL

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SALINAN

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SKh.1.6.31

P-403 LAPIS FONDASI STABILISASI (AC-BASE)

SKh.1.6.31.1 UMUM

1) Uraian

- a) Spesifikasi ini meliputi penyediaan material, pencampuran, penghamparan, pemadatan, dan pengujian material dalam rangka pelaksanaan pekerjaan P-403 lapis fondasi stabilisasi (*AC-Base*).
- b) Bagian ini meliputi pekerjaan lapisan *base course* yang distabilisasi menggunakan aspal (*Asphalt Concrete Base*). Lapisan tersebut selanjutnya disebut sebagai lapisan *AC-Base*. Lapisan *AC-Base* tersusun dari bahan agregat dengan gradasi tertentu dicampur dengan aspal menggunakan mesin pencampur *Asphalt Mixing Plant* (AMP) dan dihampar pada lokasi yang sudah disiapkan dan dinyatakan telah memenuhi spesifikasi. Setiap lapisan harus dilaksanakan sesuai dengan rencana elevasi, kemiringan, tebal, dan tingkat kepadatan.
- c) Lapisan *AC-Base* digunakan sebagai lapisan fondasi yang distabilisasi (*stabilized base*) pada perkerasan yang melayani pesawat dengan berat minimum 100.000 lbs (45.359 kg).

2) Pekerjaan Spesifikasi Khusus Lain dan Seksi Lain dalam Spesifikasi Umum yang Berkaitan dengan Spesifikasi Khusus Ini

- | | |
|--|--------------|
| a) Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas | : Seksi 1.8 |
| b) Kajian Teknis Lapangan (<i>Field Engineering</i>) | : Seksi 1.9 |
| c) Bahan dan Penyimpanan | : Seksi 1.11 |
| d) Pengamanan Lingkungan Hidup | : Seksi 1.17 |
| e) Manajemen Mutu | : Seksi 1.21 |
| f) Keselamatan dan Kesehatan Kerja | : Seksi 1.19 |
| g) Penyiapan Badan Jalan | : Seksi 3.3 |
| h) Lapis Fondasi Agregat | : Seksi 5.1 |
| i) Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) | :SKh-1.1.22 |

3) Standar Rujukan

Standar Nasional Indonesia (SNI)

SNI 03-3639-2002 : Penentuan kadar parafin lilin dalam aspal

American Society for Testing and Materials (ASTM)

ASTM C88	: Standard Test Method for Soundness of Agregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate
ASTM C131	: Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Agregate by Abrasion and Impact in the

	<i>Los Angeles Machine</i>
ASTM C142	: <i>Standard Test Method for Clay Lumps and Friable Particles in Aggregates</i>
ASTM D5	: <i>Standard Test Method for Penetration of Bituminous Materials</i>
ASTM D6	: <i>Standard Test Method for Loss on Heating of Oil and Asphaltic Compounds</i>
ASTM D36	: <i>Standard Test Method for Softening Point of Bitumen (Ring-and-Ball Apparatus)</i>
ASTM D38	: <i>Standard Test Methods for Sampling Wood Preservatives Prior to Testing</i>
ASTM D92	: <i>Standard Test Method for Flash and Fire Points by Cleveland Open Cup Tester</i>
ASTM D70	: <i>Standard Test Method for Density of Semi-Solid Asphalt Binder (Pycnometer Method)</i>
ASTM D113	: <i>Standard Test Method for Ductility of Asphalt Materials</i>
ASTM D2042	: <i>Standard Test Method for Solubility of Asphalt Materials in Trichloroethylene or Toluene</i>
ASTM D2419	: <i>Standard Test Method for Sand Equivalent Value of Soils and Fine Aggregate</i>
ASTM D2872	: <i>Standard Test Method for Effect of Heat and Air on a Moving Film of Asphalt Binder (Rolling Thin-Film Oven Test)</i>
ASTM D4318	: <i>Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils</i>
ASTM D4402	: <i>Standard Test Method for Viscosity Determination of Asphalt at Elevated Temperatures Using a Rotational Viscometer</i>
ASTM D4791	: <i>Standard Test Method for Flat Particles, Elongated Particles, or Flat and Elongated Particles in Coarse Agregate</i>
ASTM D5821	: <i>Standard Test Method for Determining the Percentage of Fractured Particles in Coarse Agregate</i>
ASTM D7175	: <i>Standard Test Method for Determining the Rheological Properties of Asphalt Binder Using a Dynamic Shear Rheometer</i>
ASTM D6084	: <i>Standard Test Method for Elastic Recovery of Bituminous Materials by Ductilometer</i>
<i>American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)</i>	
AASHTO T182	: <i>Standard Method of Test for Coating and Stripping of Bitumen-Aggregate Mixtures</i>

4) Cuaca yang Diizinkan untuk Bekerja

Campuran AC-Base tidak boleh dihampar pada permukaan yang basah. Penyedia Jasa harus melakukan pengujian apabila menurut Pengawas Pekerjaan terdapat bagian yang tidak konsisten.

5) Hal-hal yang Wajib Diperhatikan (Mandatory)

- a) Penyedia Jasa diwajibkan berlangganan prediksi cuaca minimal di 2 (dua) sumber yang berbeda.
- b) Penyedia Jasa wajib membangun laboratorium lapangan untuk pengujian aspal, agregat dan campuran beraspal.
- c) Aspal yang digunakan adalah aspal Pen.60/70 (aspal kualitas impor setara *shell, esso*) dalam kemasan drum.
- d) Untuk mengejar waktu konstruksi yang sangat singkat, Penyedia Jasa wajib menyediakan *Asphalt Mixing Plant* (AMP) kapasitas 240 ton/jam. Jika tidak memungkinkan, Penyedia Jasa dapat menggunakan AMP dengan kapasitas lebih kecil (minimal kapasitas 100 ton/jam) dan Penyedia Jasa harus meyakinkan Pengawas Pekerjaan dengan membuat zonasi perkerasan pada penggunaan AMP yang berbeda agar dapat dijamin homogenitas dari campuran beraspal yang dihasilkan.
- e) Penyedia Jasa harus merencanakan tahapan pelaksanaan penghamparan lapisan beraspal dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.
- f) Jika AMP digunakan lebih dari 10 jam, maka Penyedia Jasa wajib melakukan pengecekan hasil *mixing*.

SKh.1.6.31.2 PERSYARATAN BAHAN

1) Agregat

Agregat terdiri dari batu atau kerikil pecah, abu batu, dan *filler*. Agregat harus terbebas dari bahan lain yang dapat menyebabkan kerusakan perkerasan dan tidak menempelnya marka pada permukaan perkerasan. Bagian yang tertahan saringan No.4 (4.75 mm) didefinisikan sebagai agregat kasar dan material yang lolos saringan No.4 (4.75 mm) didefinisikan sebagai agregat halus.

a) Agregat Kasar

Agregat kasar terdiri dari bahan yang tahan cuaca, keras, awet, terbebas dari bahan yang dapat mengurangi daya rekat terhadap aspal, bebas dari bahan organik, dan bahan lain yang tidak dikehendaki. Agregat kasar harus memenuhi kriteria sebagaimana tercantum dalam Tabel SKh 1.6.31.1).

Tabel SKh 1.6.31.1) Persyaratan Agregat Kasar

Pengujian	Persyaratan	Standar Pengujian
Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i>	Maksimum 30%	ASTM C131
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan (<i>Soundness</i>)	Kehilangan setelah 5 putaran: Maks. 12% jika menggunakan <i>Sodium sulfat</i> atau Maks. 18% jika menggunakan <i>magnesium sulfat</i>	ASTM C88

Pengujian	Persyaratan	Standar Pengujian
Gumpalan lempung, bahan organik dan bahan mudah pecah dalam agregat (<i>Clay lumps and friable particles</i>)	Maksimum 0,3%	ASTM C142
Butir pecah pada agregat kasar (<i>Percentage of Fractured Particles</i>)	Minimum 75% agregat memiliki bidang pecah dua atau lebih dan 85% <i>aggregate</i> memiliki bidang pecah satu atau lebih	ASTM D5821
Partikel pipih dan lonjong	Maks. 8% maksimum, dengan perbandingan 5:1	ASTM D4791

b) Agregat Halus

Agregat halus terdiri dari bahan yang bersih, tanah cuaca, keras, awet, bersudut (hasil produksi *stone crusher*) yang memenuhi persyaratan sebagai agregat halus. Agregat halus harus terbebas dari tanah lempung, lumpur, dan bahan lain yang tidak dikehendaki serta tidak diperkenankan menggunakan pasir alam. Persyaratan agregat halus ditampilkan dalam Tabel SKh.1.6.31.2).

Tabel SKh.1.6.31.2) Persyaratan Material Agregat Halus

Pengujian	Persyaratan	Standar Pengujian
Batas cair	Maks. 25%	ASTM D4318
Indeks plastisitas	Maks. 4%	ASTM D4318
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan (<i>soundness</i>)	Kehilangan setelah 5 putaran: Maks. 10% jika menggunakan <i>Sodium sulfate</i> atau Maks. 15% jika menggunakan <i>magnesium sulfate</i>	ASTM C88
Kandungan lempung, material organik dan bahan mudah pecah/rapuh dalam agregat (<i>clay lumps and friable particles</i>)	Maksimum 1,0%	ASTM C142
Nilai setara pasir (<i>sand equivalent</i>)	Minimum 45	ASTM D2419
<i>Fine aggregate angularity</i>	Menyesuaikan Bina Marga	

- c) Pengujian contoh agregat
Pengujian contoh agregat kasar dan halus berdasarkan ASTM D75.

2) Bahan Pengisi (*Mineral Filler*)

Pada kondisi tertentu diperlukan penambahan *mineral filler (baghouse fines)*. *Mineral filler* harus memenuhi persyaratan pada ASTM D242. *Material filler* dapat berupa abu batu, semen, atau debu batu kapur (*limestone dust*). Pemilihan *material filler* atas persetujuan Pengawas Pekerjaan. Persyaratan material harus sesuai dengan ketentuan yang ditampilkan dalam Tabel SKh.1.6.31.3).

Tabel SKh.1.6.31.3) Persyaratan *Material Filler*

Pengujian	Persyaratan	Standar
Indeks Plastisitas	Maks. 4	ASTM D4318

3) Asphalt Binder

Asphalt binder yang digunakan untuk *AC-Base* ditentukan dalam desain oleh Perencana, menggunakan aspal kualitas impor (setara Shell, Esso), minimum penetrasi 60/70.

- a) Aspal Penetrasi
Persyaratan Aspal penetrasi 60-70 disajikan dalam Tabel SKh.1.6.31.4).

Tabel SKh.1.6.31.4) Persyaratan Aspal Penetrasi 60 - 70

Pengujian	Persyaratan	Standar Pengujian
Penetrasi pada 25°, 100g, 5 detik	60-70 (dmm)	ASTM D5
Titik lembek	Min. 48 (°C)	ASTM D36
Titik nyala (COC)	Min. 232 (°C)	ASTM D92
Daktilitas pada 25 °C, 5 cm/menit	Min. 100 cm	ASTM D113
Berat jenis	1,01 – 1,06	ASTM D70
Kelarutan dalam C ₂ HCl ₃	Min. 99 %	ASTM D2042
Kehilangan berat (TFOT)	Maks. 0,2%	ASTM D1754
Penetrasi setelah TFOT	Min. 80%	ASTM D5
Daktilitas setelah TFOT	Min. 100 cm	ASTM D113
Kadar parafin	0 - 2%	SNI 03-3639

SKh.1.6.31.3 PERALATAN

1) Asphalt Mixing Plant

a) Pemeriksaan *plant*

Pengawas Pekerjaan harus mendapat akses ke semua area dan semua fasilitas dalam rangka pemeriksaan terkait kecukupan peralatan, material, operasi *plant*, timbangan, komposisi dan *properties* material dan pemeriksaan suhu campuran.

b) Timbangan truk

Beton Aspal harus ditimbang pada timbangan yang telah dikalibrasi dan disertifikasi oleh instansi yang berwenang. Timbangan harus selalu diperiksa dan berpenutup untuk menjamin keakuratannya. Timbangan *hotmix* harus berupa sistem penimbangan elektronik (*electronic weighing system*) yang dilengkapi dengan printer otomatis, atau dengan manual.

c) Fasilitas pengujian

Penyedia Jasa memastikan ketersediaan fasilitas laboratorium dengan peralatan dan sumber daya penguji yang memadai di lokasi AMP. Laboratorium harus memiliki ruangan yang cukup dan peralatan yang baik sehingga dapat beroperasi secara efisien. Laboratorium harus lengkap sesuai persyaratan ASTM D3666 termasuk semua peralatan yang diperlukan, material, kalibrasi, referensi standar terkini, dan peralatan *core drill*.

Lokasi laboratorium harus terletak di lokasi AMP dengan pandangan tidak terhalang ke truk saat sedang memuat material. Fasilitas minimum harus memiliki pencahayaan yang cukup, daya listrik yang cukup, alat pemadam api, bangku pengujian, meja dan lemari kerja, toilet, *exhaust fan*, *sink* dengan saluran air.

d) Tempat Penyimpanan dan Tempat Pembuangan

Campuran aspal yang disimpan di dalam tempat penyimpanan dan/atau tempat pembuangan harus memenuhi persyaratan yang sama seperti campuran aspal yang dimuat langsung ke truk. Campuran aspal tidak boleh disimpan dalam penyimpanan dan/atau tempat pembuangan selama lebih dari 12 jam. Jika Pengawas Pekerjaan menganggap adanya kehilangan panas yang berlebihan, pemisahan atau oksidasi campuran aspal karena penyimpanan sementara, penyimpanan sementara tersebut tidak boleh digunakan.

e) Tangki Penyimpan Aspal

Untuk campuran beraspal yang dimodifikasi, sekurang-kurangnya sebuah tangki penyimpan aspal tambahan dengan kapasitas yang tidak kurang dari 20 ton harus disediakan, dipanaskan tidak langsung dengan kumparan minyak atau pemanas listrik dan dilengkapi dengan pengendali temperatur termostatik yang mampu mempertahankan temperatur sebesar 175°C. Tangki ini harus disediakan untuk penyimpanan aspal modifikasi selama periode di mana aspal tersebut diperlukan untuk kegiatan. Tangki penyimpan aspal modifikasi tidak boleh dicampur atau tercampur dengan aspal lainnya.

Semua tangki penyimpan aspal untuk aspal modifikasi lainnya, harus dilengkapi dengan pengaduk mekanis (*agitator*) yang dirancang sedemikian hingga setiap saat dapat mempertahankan bahan mineral di dalam bahan pengikat sebagai *suspense*. Apabila menggunakan aspal dalam kemasan drum, maka tangki penyimpan aspal dilengkapi juga dengan *Bitumen Decanter* yang terhubung dengan tangki aspal untuk mencairkan aspal dari drum dan memindahkan ke tangki penyimpan aspal.

2) Stockpile

Timbunan agregat di lokasi *plant* diatur sedemikian rupa sehingga tumpukan agregat dengan gradasi tertentu tidak tercampur dengan agregat atau material lain. Agregat dari sumber yang berbeda harus dipisahkan. Agregat yang sudah tercampur dengan tanah atau material lain tidak boleh digunakan.

Material yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan, harus sudah tersedia di lokasi *plant*. Atau apabila tidak memungkinkan, pasokan material harus kontinu selama pekerjaan untuk memastikan kecukupan material alat angkut.

Mengangkut campuran *AC-Base* dari lokasi *plant* ke tempat pelaksanaan pekerjaan harus menggunakan truk yang baknya dari metal, kokoh, bersih dan tidak terdapat bahan lainnya. Setiap kali diberi muatan harus ditutup dengan kanvas atau semacamnya yang cukup ukuran dan tebalnya untuk menghindari debu ataupun pengaruh cuaca. Jumlah truk untuk mengangkut campuran *AC-Base* harus cukup dan dikelola sedemikian rupa sehingga peralatan penghampar dapat beroperasi menerus dengan kecepatan yang disetujui. Suhu campuran beraspal di atas truk dipertahankan agar saat penghamparan sesuai dengan temperatur pada batas toleransi yang diizinkan dalam *Job Mix Formula* (JMF) yang telah disetujui.

3) Pengangkut Aspal

Truk yang digunakan untuk mengangkut campuran aspal harus memiliki bak dari lapisan logam yang rapat, bersih dan halus. Untuk mencegah aspal menempel di bak truk maka bak truk harus dilapisi dengan minyak parafin, larutan kapur, atau bahan lain yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Produk *petroleum* tidak boleh digunakan untuk melapisi bak truk. Setiap bak truk harus dilengkapi dengan penutup yang dapat melindungi campuran dari gangguan cuaca. Jika diperlukan, untuk menjamin suhu campuran sampai lokasi pekerjaan sesuai spesifikasi, bak truk harus ditutup.

4) Asphalt Sprayer

Alat penghampar harus mempunyai tenaga penggerak sendiri dan dilengkapi dengan *screed* atau *strike off* dan *automatic level*. Bilamana perlu dilengkapi juga dengan alat pemanas. Alat ini harus dapat menghampar dan meratakan lapisan *hotmix* sesuai tebal, kemiringan dan kerataan yang ditentukan. *Screed* pada alat tersebut harus memiliki sistem penggetar (*vibrator*) dan *temper*.

Alat tersebut harus mempunyai *hopper* yang dapat menampung kapasitas cukup sehingga dapat menghasilkan penghamparan yang merata (homogen). *Hopper* harus dilengkapi dengan sistim distribusi untuk mengatur adukan yang merata dimuka *screed*. Pemasangan *screed* atau *strike off* sedemikian rupa sehingga dapat menghasilkan secara efektif pekerjaan yang sempurna (tidak *tearing*, *shoving*, *pouging*). *Asphalt finisher* harus mampu berjalan dengan lancar sambil menghamparkan *hotmix* dengan hasil yang memenuhi persyaratan.

Jika *Asphalt Finisher* yang digunakan meninggalkan jejak atau noda lain di perkerasan, penggunaan peralatan tersebut harus dihentikan. *Asphalt Finisher* harus mampu menghamparkan aspal dengan lebar minimum yang ditentukan dalam Pasal SKh.1.6.31.6.

5) Rollers

Jumlah, tipe dan berat dari *rollers* harus cukup untuk memadatkan aspal *hotmix* sampai pada kepadatan yang disyaratkan selama campuran masih dalam keadaan dapat dikerjakan. *Rollers* harus dalam keadaan baik, dapat bergerak ke depan dan ke belakang dengan kecepatan yang dapat diatur agar adukan aspal *hotmix* tidak bergerak.

Semua *Rollers* harus dirancang khusus untuk memadatkan beton aspal dan harus digunakan dengan baik. *Rollers* yang mengakibatkan pecahnya agregat secara berlebihan tidak boleh digunakan.

Alat pemadat yang dapat digunakan adalah alat pemadat roda baja (*steel wheel*) dan roda karet (*pneumatic tire roller*). Depresi atau penurunan pada permukaan perkerasan yang disebabkan oleh operasi *roller* harus diperbaiki oleh Penyedia Jasa dengan biaya sendiri.

6) Alat Uji Pemadatan

Penyedia Jasa harus menyiapkan set perlengkapan pengujian kepadatan selama pekerjaan pengaspalan untuk mengontrol jumlah lintasan optimum, jenis alat, dan frekuensi pemadatan. Penyedia Jasa juga harus menyiapkan tenaga/teknisi untuk pengujian kepadatan. Hasil pengujian kepadatan dilaporkan kepada Pengawas Pekerjaan

SKh.1.6.31.4 KOMPOSISI

1) Komposisi Campuran

Komposisi campuran *AC-Base* harus terdiri dari agregat yang bergradasi rapat (*dense graded*), mineral *filler*, *Anti-strip agent* jika dibutuhkan, dan bahan perekat aspal. Beberapa fraksi agregat harus disaring, dipisahkan sesuai gradasinya, dan dicampur dengan proporsi yang membentuk campuran agregat yang memenuhi persyaratan *Job Mix formula (JMF)*.

2) Laboratorium *Job Mix Formula* (JMF)

Laboratorium yang digunakan untuk menyusun JMF harus terakreditasi dan seluruh peralatan di laboratorium telah dikalibrasi oleh instansi yang berwenang. Salinan akreditasi atau hasil kalibrasi peralatan agar disampaikan kepada Pengawas Pekerjaan.

3) *Job Mix Formula* (JMF)

JMF dirancang dengan menggunakan metode *Marshall*. *AC-Base* harus dirancang mengikuti prosedur yang terdapat pada *Asphalt Institute MS-2 Mix Design Manual, 7th Edition 2014*. Persiapan benda uji/contoh *Marshall* merujuk kepada ASTM D6926 dan pengujian stabilitas dan kelelahan *Marshall* merujuk kepada ASTM D6927.

JMF harus diajukan oleh Penyedia Jasa setidaknya 30 (tiga puluh) hari sebelum memulai pelaksanaan. JMF harus dibuat pada rentang masa yang sama dengan masa produksi agregat yang digunakan untuk pekerjaan.

JMF yang diajukan harus menyertakan persyaratan minimum sebagai berikut:

- i. Persentase lolos tiap ukuran saringan untuk total gradasi gabungan, gradasi tiap fraksi agregat, dan Persentase berat tiap fraksi agregat yang digunakan dalam JMF;
- ii. Persentase dari bahan perekat aspal;
- iii. Jenis aspal yang digunakan;
- iv. Jumlah tumbukan setiap sisi dari benda uji/spesimen *Marshall*;
- v. Temperatur pencampuran di Laboratorium;
- vi. Temperatur pemadatan di Laboratorium;
- vii. Grafik hubungan antara temperatur dan viskositas dari bahan perekat aspal yang menunjukkan rentang temperatur pencampuran dan pemadatan serta temperatur pencampuran dan pemadatan yang direkomendasikan penyedia aspal;
- viii. *Plot* gradasi gabungan agregat pada *curve* gradasi dengan “n” pangkat 0.45;
- ix. Grafik hubungan antara kadar aspal (*asphalt content*) dengan *Stability*, *Flow*, *air voids* atau *Void In Mixtures* (VIM), *Voids in Mineral Aggregate* (VMA), dan *density*;
- x. *Specific gravity* dan absorpsi dari setiap jenis agregat;
- xi. Persentase muka bidang pecah;
- xii. Persentase berat dari partikel pipih, partikel lonjong dan partikel pipih dan lonjong;
- xiii. *Anti-strip agent* (jika dibutuhkan);
- xiv. Tanggal JMF dibuat. JMF yang dibuat dengan tanggal yang tidak sama dalam masa konstruksi tidak diperbolehkan.
- xv. Kriteria terkait rancangan *AC-Base* ditampilkan dalam Tabel SKh.1.6.31.5) dengan gradasi agregat dalam Tabel SKh.1.6.31.6).

Tabel SKh.1.6.31.5) Kriteria Rancangan AC-Base

Pengajuan	Persyaratan	Metode Pengujian
Jumlah tumbukan (per sisi)	75	
<i>Stability</i> (kg)	980	ASTM D1559
<i>Flow</i> (mm)	2 - 4	ASTM D6927
<i>Air voids</i> (%)	3 - 5	ASTM D3203
<i>Percent voids in mineral aggregate</i> (VMA), (%)	13	ASTM D6995

Tabel SKh.1.6.31.6) Gradasi Agregat – Beton Aspal (AC-Base)

Ukuran Saringan	Persentase Berat, Lolos Saringan
1-½ inci (37,5 mm)	100
1 inci (25,4 mm)	86 - 98
¾ inci (19,0 mm)	68 - 93
½ inci (12,5 mm)	57 - 81
⅜ inci (9,5 mm)	49 - 69
No.4 (4,75 mm)	34 - 54
No.8 (2,36 mm)	22 - 42
No.16 (1,18 mm)	13 - 33
No.30 (0,600 mm)	8 - 24

Ukuran Saringan	Persentase Berat, Lolos Saringan
No.50 (0,300 mm)	6 - 18
No.100 (0,150 mm)	4 - 12
No.200 (0,075 mm)	3 - 6
Kadar Aspal	4,5 - 7,0
Rekomendasi tebal (cm)	8 - 10

Gradasi agregat yang digunakan harus memenuhi persyaratan dalam Tabel SKh.1.6.31.6). Agregat terdiri dari butiran kasar hingga halus dan tidak bervariasi mendekati batas bawah suatu ukuran saringan serta mendekati batas atas pada saringan yang berdekatan, atau sebaliknya.

Gradasi agregat tersebut berdasarkan gradasi dari agregat yang memiliki *specific gravity* yang seragam. Persentase dari lolos saringan untuk berbagai ukuran saringan harus dikoreksi jika agregat yang digunakan memiliki *specific gravity* yang bervariasi, merujuk pada *Asphalt Institute MS-2, Asphalt Mix Design Methods, 7th Edition, 2014*. Gradasi agregat yang digunakan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Ketika diinstruksikan oleh Pengawas Pekerjaan, Penyedia Jasa harus mengambil sampel dan menguji bahan apapun yang tidak konsisten.

4) *Trial Compaction*

Setelah "*Job Mix*" mendapatkan persetujuan, harus dilakukan percobaan pemadatan. Sebelum dilaksanakan di lapangan, Penyedia Jasa harus melakukan uji pemadatan di luar atau di dalam area yang akan dikerjakan dengan persetujuan Pengawas Pekerjaan. Percobaan pemadatan dimaksudkan untuk mengetahui jumlah lintasan optimum, sehingga tercapai nilai kepadatan lapangan sesuai dengan yang disyaratkan. Selain itu, percobaan pemadatan juga menghasilkan rasio antara tebal hampar dan tebal padat lapisan *AC-Base*. Luas area untuk percobaan pemadatan minimum 3 m x 30 m maksimum 6 m x 30 m yang dibagi menjadi 3 (tiga) segmen. Perbedaan tiap segmen tergantung dari jumlah lintasan pada setiap tahapan pemadatan. Apabila percobaan pemadatan sudah memenuhi syarat, maka hasilnya akan digunakan sebagai dasar pelaksanaan penuh di lapangan. Jika hasil percobaan pemadatan tidak memenuhi persyaratan, maka dilakukan percobaan pemadatan ulang.

Dalam 3 (tiga) segmen diambil contoh benda uji (*core drill*) untuk diukur tingkat kepadatannya. Contoh benda uji yang memenuhi harus mempunyai tingkat kepadatan (*percent of bulk density*) yang merupakan hasil bagi atau rasio antara kepadatan lapangan dengan kepadatan laboratorium JMF dikalikan 100. Dalam *trial compaction* rasio kepadatan harus tercapai minimum 99%.

SKh.1.6.31.5 PELAKSANAAN

1) Pekerjaan Persiapan

a) *Persiapan Asphalt Binder*

Aspal harus dipanaskan sedemikian rupa sehingga terhindar dari panas yang berlebihan (*overheating*), aspal yang tidak merata dan dapat memasok aspal terus-

menerus kedalam *mixer* pada suhu yang seragam. Suhu aspal penetrasi 60/70 yang dipasok ke *mixer* harus cukup untuk memberikan viskositas (kekentalan) yang diinginkan untuk menyelimuti lapisan partikel agregat, tetapi tidak boleh melebihi 325°F (160°C) ketika dicampurkan ke agregat.

b) Persiapan Agregat

Agregat untuk *hotmix* harus dipanaskan dan kondisi kering. Suhu maksimum dan tingkat pemanasan sedemikian rupa sehingga tidak menyebabkan kerusakan pada agregatnya. Suhu agregat dan *filler* tidak boleh melebihi 356°F (180°C) ketika dicampur dengan aspal. Jika agregat mengandung kalsium dan magnesium maka diperlukan perlakuan khusus agar tidak mengalami kerusakan akibat pemanasan yang berlebihan. Suhu tidak boleh terlalu rendah dari yang ditetapkan agar agregat terselimuti dengan merata, sehingga diperoleh kinerja campuran yang sempurna.

c) Persiapan Campuran AC-Base

Campuran beraspal harus diproduksi berdasarkan JMF yang telah disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Agregat dan *asphalt binder* harus ditimbang dan diukur dan dicampur dalam jumlah yang ditentukan oleh JMF. Bahan harus dicampur sampai memperoleh lapisan *asphalt binder* yang seragam dan terdistribusi secara merata. Waktu pencampuran basah harus menjadi waktu tersingkat, tetapi tidak kurang dari 25 detik untuk *batch plants*. Waktu pencampuran basah untuk semua instalasi ditetapkan oleh Penyedia Jasa, berdasarkan prosedur untuk menentukan persentase lapisan partikel pada ASTM D2489, untuk masing-masing instalasi dan untuk setiap jenis agregat yang digunakan. Waktu pencampuran basah diatur agar dapat mencapai 95% partikel terlapsi. Untuk *continuous mix plants*, waktu pencampuran minimum harus ditentukan dengan membagi berat isinya pada tingkat operasi dengan berat campuran yang dikirim per detik oleh pencampur. Kadar air dari campuran beraspal saat dituang ke dalam truk tidak boleh melebihi 0,5% per ASTM D1461 atau AASHTO T329.

2) Pekerjaan Pelaksanaan

a) Penghamparan Lapis Resap Pengikat Aspal (*Prime Coat*)

Sebelum dilakukan penghamparan aspal, lapisan dibawahnya dibersihkan sehingga terbebas dari debu ataupun debris material. *Prime coat* digunakan sebagai lapis resap pengikat antara lapisan aspal dengan lapisan base di bawah AC-Base. Ketentuan mengenai *prime coat* mengacu pada SKh- 1.6.33 *Prime Coat* dalam spesifikasi ini.

b) Rencana Penghamparan, Pengiriman Material, Penempatan, dan *Finishing*

Sebelum penghamparan aspal dilakukan, Penyedia Jasa harus menyiapkan rencana penghamparan dengan urutan jalur perkerasan aspal dan lebar untuk meminimalkan jumlah *cold joints*, suhu penghamparan dan perkiraan waktu penyelesaian untuk setiap bagian pekerjaan (*milling, paving, rolling, cooling*, dan lain-lain). Rencana penghamparan dan modifikasi apapun harus disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Berikut ketentuan dalam proses pengiriman, penghamparan, dan penyelesaian material *hotmix*.

- i Pengiriman bahan aspal harus diatur dengan baik, agar pengoperasian *asphalt finisher* tidak sering dihentikan. Material yang baru dihamparkan tidak boleh dilintasi sampai material tersebut telah selesai dipadatkan, seperti yang ditentukan, dan dibiarkan dingin hingga mendekati suhu lingkungan.

- Penyedia Jasa bertanggung jawab untuk memperbaiki setiap kerusakan pada perkerasan yang disebabkan oleh operasi pengangkutan dengan biaya sendiri.
- ii Lajur hamparan *AC-Base* selanjutnya dapat dilakukan dengan acuan *slink* maupun kontrol laser jika hamparan lajur *AC-Base* yang pertama sudah memenuhi toleransi yang dipersyaratkan dan telah diverifikasi oleh *surveyor*. Penyedia Jasa diharuskan memeriksa survei topografi setiap pelaksanaan penghamparan dan setiap hamparan tersebut harus memenuhi toleransi ketebalan seperti dipersyaratkan sebelum pelaksanaan penghamparan selanjutnya.
 - iii Bagian tepi dari *AC-Base* eksisting dimana sebelahnya akan dihampar *AC-Base* baru harus dipotong menggunakan *asphalt cutter* dan dibersihkan serta dilapisi dengan *tack coat* sebelum *AC-Base* baru dihamparkan.
 - iv Setelah sampai di lokasi pekerjaan, *AC-Base* dituang ke dalam *asphalt finisher* dan segera dihamparkan selebar *blade* yang telah ditetapkan. Selanjutnya dipadatkan dengan ketebalan lapisan yang merata, sehingga bila pekerjaan selesai akan memenuhi tebal sesuai dengan elevasi dan kontur permukaan yang ditetapkan. Kecepatan *asphalt finisher* harus diatur agar campuran *AC-Base* tidak melesak dan terkoyak (*pulling* dan *tearing*).
 - v Campuran *AC-Base* harus dihamparkan memanjang dengan lebar penghamparan minimum 6 m dan maksimum sesuai bukaan *blade asphalt finisher*.
 - vi Kecuali ditentukan lain, penghamparan harus dimulai dari sepanjang sumbu (*center line*) *runway* atau *taxiway* atau dari sisi yang tertinggi untuk daerah-daerah dengan satu kemiringan untuk memastikan aliran air yang lancar.
 - vii Bagian *screed* tambahan yang dipasang untuk memperlebar *asphalt finisher* untuk memenuhi persyaratan lebar jalur minimum harus menyertakan bagian *auger* tambahan untuk memindahkan campuran aspal secara seragam di sepanjang ekstensi *screed*.
 - viii Sambungan memanjang dalam satu lapisan harus dilebihkan 30 cm dari sambungan memanjang di lapisan yang berada tepat di bawahnya. Namun, sambungan di lapisan permukaan harus berada di garis tengah *crowned pavement*. Sambungan transversal dalam satu lapisan harus diimbangi setidaknya 30 cm dari sambungan transversal di lapisan sebelumnya.
 - ix Untuk area dengan bentuk penghamparan yang tidak beraturan atau dengan rintangan yang tidak dapat dihindarkan sehingga penghamparan mekanis menggunakan *paver* sulit dilakukan atau tidak memungkinkan, *AC-Base* dapat dihamparkan menggunakan alat bantu tangan.
 - x Pengawas Pekerjaan dapat menolak campuran aspal, baik yang dibawa oleh *dump truck* atau yang telah dihamparkan, yang dianggap tidak sesuai spesifikasi untuk digunakan karena kontaminasi, segregasi, lapisan agregat yang tidak terlapisi sempurna oleh aspal, atau campuran aspal yang terlalu panas. Penolakan tersebut dapat didasarkan pada hasil inspeksi visual atau pengukuran suhu. Dalam hal penolakan tersebut, Penyedia Jasa dapat mengambil sampel yang representatif dari bahan yang ditolak dengan disaksikan Pengawas Pekerjaan. Apabila sampel tersebut dapat dibuktikan di laboratorium bahwa material tersebut dapat diterima, maka pembayaran akan dilakukan untuk material tersebut sesuai dengan harga satuan kontrak.

- xi Area yang mengalami segregasi pada lapis aspal permukaan, yang ditentukan oleh Pengawas Pekerjaan, ketika diinstruksikan, Penyedia Jasa harus mengambil sampel dan menguji bahan apa pun yang tampak tidak konsisten. Atau jika diperintahkan, Penyedia Jasa harus membongkar dan membuang lapisan tersebut dan diganti atas biaya Penyedia Jasa. Pembongkaran dilakukan dengan *asphalt cutter* dan *milling* dengan minimum kedalaman 80 mm. Area yang akan dibuang dan diganti harus dengan lebar minimum selebar *asphalt finisher* dan panjang minimum 3 m.
- c) Pematatan *AC-Base*

Setelah penghamparan, *AC-Base* harus dipadatkan seluruhnya dan secara merata menggunakan alat pemadat. Ketentuan pelaksanaan pematatan *AC-Base* adalah sebagai berikut:

 - i Permukaan harus dipadatkan sesegera mungkin saat *AC-Base* telah cukup stabil, sehingga *AC-Base* tidak mengalami lendutan, retak rambut, maupun terdorong. Urutan pematatan dan jenis alat pemadat harus sesuai pada saat melakukan *Trial Compaction*.
 - ii Kecepatan *roller* sedemikian rupa untuk menghindari *displacement* dari campuran panas dan efektif dalam pematatan. Cacat permukaan dan/atau *displacement* yang terjadi akibat pematatan, atau dari sebab lain, harus diperbaiki atas biaya Penyedia Jasa.
 - iii Jumlah alat pemadat harus dipastikan memadai dengan jumlah produksi dari AMP. Pematatan harus terus dilakukan sampai permukaan dari lapisan yang dipadatkan memiliki tekstur yang seragam, elevasi dan kontur yang akurat, serta memiliki kepadatan lapangan yang memenuhi persyaratan. Untuk menghindari *AC-Base* melekat pada permukaan roda alat pemadat, maka roda alat pemadat wajib dilengkapi dengan *scraper* dan dijaga tetap lembab, namun pemakaian air secara berlebihan tidak diperkenankan.
 - iv Pada area-area yang tidak memungkinkan penggunaan alat pemadat mekanis, maka *hotmix* harus dipadatkan secara seragam dan menyeluruh menggunakan alat bantu pemadat (*power tamper*) yang disetujui Pengawas Pekerjaan dan Pengawas Pekerjaan. *Power tamper* yang digunakan harus memiliki berat minimum 125 kg, dengan lebar pelat *tamper* tidak kurang dari 38 cm, dioperasikan dengan minimum getaran/vibrasi 4.200 per menit, dan dilengkapi dengan bagian pembasah pelat *tamper*. Ketika diinstruksikan oleh Pengawas Pekerjaan, Penyedia Jasa harus mengambil sampel dan menguji bahan apapun yang tampak tidak konsisten.
 - v Untuk *AC-Base* yang mengalami kerusakan tercampur dengan kotoran dan retak harus segera dibuang dan diganti dengan *AC-Base* yang baru dan dipadatkan. Pekerjaan ini harus dilakukan atas biaya Penyedia Jasa. *Skin Patching* (*patching* permukaan) tidak diperbolehkan. *Patching* harus dilakukan setebal lapisan *AC-Base* yang dikerjakan.
- d) Sambungan (*Joints*)

Formasi dari seluruh sambungan harus dibuat sedemikian rupa untuk memastikan ikatan yang menerus antara lapisan maupun lajur *AC-Base* dan dengan kepadatan lapangan seperti yang disyaratkan. Ketentuan sambungan *AC-Base* sebagai berikut:

 - i Pembentukan semua sambungan harus dilakukan untuk memastikan ikatan menerus antara lapisan dan memenuhi kepadatan yang dipersyaratkan. Semua

- sambungan harus memiliki tekstur yang sama dengan bagian lainnya dan memenuhi persyaratan elevasi, kerataan dan kemiringan yang ditentukan.
- ii Pemadatan pada *cold joint* untuk sambungan memanjang (*longitudinal*) dilakukan searah dengan sambungan, sedangkan pemadatan untuk di sambungan melintang (*transversal*) dilakukan dengan dua arah. Untuk kedua cara pembuatan sambungan tersebut, bidang kontak sambungan harus dilapisi dengan *tack coat* sebelum menggelar *hotmix* di lajur berikutnya.
 - iii *Roller* tidak boleh melewati ujung aspal yang baru dipasang yang tidak terlindungi kecuali jika diperlukan untuk membentuk sambungan melintang. Bila perlu untuk membentuk sambungan melintang, harus dibuat dengan cara memasang sekat atau dengan *tapering*.
 - iv Sambungan *longitudinal* yang dibiarkan terbuka selama lebih dari 4 jam, suhu permukaan telah menurun hingga kurang dari 80°C atau tidak beraturan, rusak, tidak padat atau cacat lainnya harus dipotong dengan *road cutter* maksimal 80 mm untuk memperlihatkan permukaan vertikal yang bersih, tidak lapuk, dan seragam untuk kedalaman penuh lapisan. Semua bahan hasil pemotongan harus dikeluarkan dari lokasi pekerjaan. Berdasarkan spesifikasi, lapisan *tack coat* harus diaplikasikan pada sambungan yang bersih dan kering sebelum menempatkan campuran aspal pada sambungan tersebut. Pekerjaan ini harus dilakukan atas biaya Penyedia Jasa.
 - v Ketika diinstruksikan oleh Pengawas Pekerjaan, Penyedia Jasa harus mengambil sampel dan menguji bahan apa pun yang tampak tidak konsisten.
 - vi *Asphalt tack coat* yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan, harus digunakan untuk melapisi bagian sambungan yang telah kering dan bersih sebelum penghamparan *AC-Base* di lajur yang bersebelahan.
 - vii Pada area 6 m ke kiri dan kanan dari *centerline* tidak diperbolehkan adanya sambungan dingin.
- e) Penggelaran di Malam Hari
- Kegiatan penggelaran *hotmix* di malam hari harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:
- i Seluruh *asphalt finisher*, alat pemadat, truk pengangkut, dan kendaraan lainnya yang dibutuhkan Penyedia Jasa untuk melaksanakan pekerjaan harus dilengkapi dengan lampu penerangan dan stiker reflektif yang memadai untuk memudahkan pengawasan pergerakan peralatan tersebut, sehingga pekerjaan dapat dilaksanakan dengan aman.
 - ii Tingkat iluminasi minimum harus 20 *horizontal foot-candles* (~200 lumen/m² atau 200 lux) dan harus tetap dipertahankan pada daerah-daerah seperti sebagai berikut:
 - iii Daerah dengan lebar 9 m dan panjang 9 m dibelakang *asphalt finisher* pada saat penggelaran *hotmix*.
 - iv Daerah dengan lebar 4,5 m dan panjang 9 m di depan dan belakang alat pemadat selama proses pemadatan.
 - v Daerah dengan lebar 4,5 m dan panjang 4,5 m pada setiap daerah yang sudah di *tack coat* dan siap dilaksanakan penghamparan *hotmix*.
 - vi Untuk memenuhi sebagian kebutuhan persyaratan tersebut, Penyedia Jasa harus menyiapkan dan menggunakan sistem penerangan setara lampu sorot dengan kapasitas minimum 3.000 watt, dipasang pada setiap peralatan.

- vii Rencana penerangan harus diajukan oleh Penyedia Jasa untuk disetujui Pengawas Pekerjaan sebelum pelaksanaan pekerjaan penghamparan AC-Base di malam hari.
- f) Membuat Pinggiran/*Shaping Edges*
Selama permukaan dipadatkan dan diratakan, Penyedia Jasa harus melaksanakan seteliti mungkin, bagian luar dari pinggiran perkerasan sesuai persyaratan. Pinggiran tersebut harus dibentuk sama tinggi pada saat campuran aspal *hotmix* masih panas dengan garu atau besi yang rata dan dipadatkan dengan *taper*/ penumbuk atau dengan lain metode yang memenuhi syarat.

SKh.1.6.31.6 PENGENDALIAN MUTU

1) Penerimaan Bahan

Fasilitas Kendali Mutu Penyedia Jasa (QC)

Penyedia Jasa harus menyediakan atau menyewa fasilitas pengujian. Pengawas Pekerjaan harus diberi akses tidak terbatas untuk memeriksa fasilitas QC Penyedia Jasa dan menyaksikan aktivitas QC. Pengawas Pekerjaan akan memberi tahu Penyedia Jasa secara tertulis tentang kekurangan fasilitas QC, peralatan, perlengkapan, atau personel dan prosedur pengujian. Jika kekurangan tersebut cukup serius mempengaruhi hasil pengujian, pekerjaan material dalam pekerjaan harus segera dihentikan dan tidak diizinkan untuk dilanjutkan sampai permasalahan tersebut diselesaikan dengan cukup memuaskan.

2) Pengujian QC Penyedia Jasa

a) Jenis Pengujian

Penyedia Jasa harus melakukan semua uji QC yang diperlukan untuk mengontrol proses produksi dan konstruksi yang berlaku sesuai spesifikasi sebagaimana ditetapkan. Hasil pengujian *quality control* harus mendapat persetujuan tertulis (dilengkapi dengan dokumentasi) dari Pengawas Pekerjaan.

Semua pengambilan sampel dan pengujian untuk QC sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan dalam RKS ini akan dilakukan di bawah pengawasan Pengawas Pekerjaan. Semua pengujian ini sudah termasuk dalam biaya Penyedia Jasa.

Proses QC mencakup tiga tahapan sebagai berikut:

- i *Quality Control* untuk penerimaan material yang digunakan
Adapun jenis dan frekuensi pengujian untuk penerimaan material dapat dilihat pada **Tabel SKh.1.6.31.7**).

Tabel SKh.1.6.31.7) Pengendalian Mutu untuk Penerimaan Material

Pengujian	Frekwensi pengujian
Aspal:	
Sifat Aspal (sesuai Tabel SKh.1.6.31.4)) dalam kemasan drum*	Per 500 ton
Agregat:	
- Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i>	5.000 m ³

Pengujian	Frekwensi pengujian
- Site Material Gradasi Agregat	500 m ³
- Nilai setara pasir (<i>sand equivalent</i>)	250 m ³
Sifat agregat lainnya (Tabel SKh 1.6.31.1), Tabel SKh 1.6.31.2) dan Tabel SKh 1.6.31.3)	500 m ³

*sifat aspal dalam tangki penyimpanan aspal di AMP harus sama dengan sifat dalam drum.

- ii *Quality Control* saat produksi campuran beraspal
Berikut jenis dan frekuensi pengujian pada saat proses produksi campuran beraspal.

Tabel SKh.1.6.31.8) Pengendalian Mutu Saat Produksi Campuran Beraspal

Pengujian	Frekuensi Pengujian
Aspal:	
Gradasi dan kadar aspal	200 ton (min. 2 (dua) pengujian per hari).
Agregat:	
Kadar air agregat (ASTM C566)	1 (satu) kali sehari saat produksi.
Campuran:	
- Suhu (aspal <i>binder</i> di tangki penyimpanan, aspal di AMP dan aspal di lokasi kerja)	4 (empat) kali sehari (Setiap <i>batch</i> dan pengiriman).
- Volumetrik campuran beraspal (VIM, VFB, VMA). Sesuai dengan ASTM D979	Benda uji diambil dari bahan yang telah dimuat di atas truk pengangkut pada setiap truk yang akan dikirim ke lokasi proyek.

- iii *Quality Control* setelah proses penghamparan campuran beraspal
Berikut jenis dan frekuensi pengujian setelah proses penghamparan campuran beraspal.

Tabel SKh.1.6.31.9) Pengendalian Mutu Setelah Proses Penghamparan Campuran Beraspal

Pengujian	Frekuensi pengujian
<i>Core drill</i> untuk uji ketebalan dan kepadatan (<i>mat density</i>)*	Minimal 3 (tiga) sampel <i>coredrill</i> per hari/per 1.000 m ² (diambil yang terkecil). Dilakukan setelah 24 jam proses pemadatan selesai dilakukan.
<i>Core drill</i> untuk uji kepadatan sambungan (<i>joint density</i>)*	Minimal 6 (enam) sampel per hari. Dilakukan setelah 24 jam proses pemadatan selesai dilakukan.
Kerataan Penyedia Jasa melakukan pengujian	Setiap selesai pemadatan dalam 1 (satu) hari.

Pengujian	Frekuensi pengujian
<p>kerataan dalam arah melintang dan memanjang yang dilakukan setiap hari untuk memverifikasi bahwa proses konstruksi menghasilkan perkerasan dengan variasi kurang dari 6,25 mm setiap 3 m, mengidentifikasi area genangan air yang dapat menyebabkan <i>hydroplaning</i> pesawat terbang. Jika kriteria kerataan tidak terpenuhi, Penyedia Jasa perlu melakukan perbaikan sebelum konstruksi dilanjutkan. Biaya perbaikan menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa.</p> <p>Penyedia Jasa dapat menggunakan alat pengukur kerataan standar (sepanjang 3 m) atau yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Pengujian harus dilakukan secara kontinu di sepanjang sambungan. Penyedia Jasa harus mampu mengidentifikasi ketidakrataan permukaan dengan menggunakan alat pengukur kerataan.</p> <p>Pengukuran kerataan tidak boleh dilakukan di transisi kemiringan. Transisi antara perkerasan baru dan eksisting harus dievaluasi secara terpisah sesuai dengan Gambar Kerja.</p> <p>1) Pengukuran melintang</p> <p>Pengukuran melintang harus dilakukan untuk setiap hari produksi yang dihampar. Pengukuran melintang dilakukan tegak lurus dari garis as perkerasan setiap 15 m atau lebih atas persetujuan dari Pengawas Pekerjaan. Sambungan antar jalur harus diuji secara terpisah untuk memfasilitasi kerataan antar jalur. Level akhir lapisan beton aspal tidak boleh menyimpang lebih dari 9 mm dari level yang ditentukan dalam gambar kerja.</p> <p>2) Pengukuran memanjang</p> <p>Pengukuran memanjang dilakukan untuk setiap hari produksi yang dihampar. Pengukuran memanjang dilakukan sejajar dengan garis as arah</p>	

Pengujian	Frekuensi pengujian
<p>penghamparan, di tengah lajur penghamparan (lajur hampar kurang dari 6 m), dan di sepertiga lebar lajur hampar (lajur hampar 6 m atau lebih). Ketika penghamparan berbatasan dengan lajur material yang dihamparkan sebelumnya, maka pengukuran kemiringan memanjang dilakukan mulai dari setengah panjang alat ukur pada bagian lajur sebelumnya. Deviasi pada permukaan akhir baik pada arah melintang maupun memanjang yang menyebabkan genangan air (<i>water trap</i>) sedalam 6 mm harus diperbaiki baik dengan pengupasan maupun rekonstruksi lapis permukaan.</p>	
<p>Kemiringan Kemiringan harus dievaluasi setiap hari untuk memungkinkan penyesuaian pada pekerjaan penghamparan untuk mengantisipasi kemiringan yang tidak memenuhi spesifikasi. Sedikitnya, kemiringan harus dievaluasi sebelum dan setelah penghamparan lapis pertama dan seterusnya.</p> <p>Pengukuran akan dilakukan pada garis hampar yang sesuai (minimal di tengah dan tepi jalur penghamparan) dan offset memanjang seperti yang ditunjukkan pada gambar. Elevasi akhir tidak boleh memiliki deviasi yang lebih dari 12 mm secara vertikal dan 30 mm secara lateral. Dokumentasi hasil pengujian akan diberikan oleh Penyedia Jasa kepada Pengawas Pekerjaan dan Pengawas Pekerjaan maksimal dalam jangka waktu 24 jam semenjak pekerjaan selesai dilakukan untuk tiap harinya dan/atau sebelum pekerjaan hari berikutnya dimulai.</p> <p>Area perkerasan yang secara visual terlihat menonjol atau terdapat alur yang tidak memenuhi kriteria kemiringan atau kerataan dan akan menahan air di permukaan harus diperbaiki asalkan tebal</p>	<p>Setiap selesai pemadatan dalam satu hari</p>

Pengujian	Frekuensi pengujian
lintasan setelah penggilasan dibandingkan dengan tebal rencana memiliki selisih maksimal 12 mm. Penyedia Jasa harus memperbaiki area yang tidak dapat dikoreksi dengan pengikisan dengan membongkar area tersebut hingga ketebalan lapisan rencana ditambah ½ inci dan menggantinya dengan material baru. <i>Skin patching</i> tidak diperbolehkan.	

*Saat melakukan *coring* setiap lapisan aspal, harus terikat dengan lapisan di bawahnya. Jika *coring* menunjukkan bahwa permukaan tidak terikat (melekat), maka *coring* tambahan dilakukan untuk pemetaan daerah dengan rekatan yang kurang. Area yang tidak terikat (*unbonded area*) harus dibongkar dan dilapis ulang. Biaya pembongkaran dan pelapisan ulang menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa.

b) Pengambilan Sampel

Jika diminta oleh Pengawas Pekerjaan, apabila terdapat material yang terlihat tidak konsisten dengan material yang sudah diuji dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan, maka Penyedia Jasa harus mengganti atau membuang material tersebut, kecuali jika dapat dibuktikan material tersebut memenuhi spesifikasi yang ditentukan. Semua pengambilan sampel harus sesuai dengan prosedur standar yang ditentukan.

c) Diagram Kontrol

Penyedia Jasa harus membuat diagram kontrol - bagi pengukuran yang sifatnya memiliki nilai tunggal atau rentang (batas atas kurang batas bawah) - untuk pengukuran gradasi agregat, kandungan aspal, VIM, VFB, dan VMA. Nilai-nilai tersebut akan dihitung dan dipantau setiap hari oleh staf laboratorium QC.

Diagram kontrol harus ditampilkan di lokasi yang mudah diakses oleh Pengawas Pekerjaan dan harus selalu diperbarui. Diagram kontrol paling tidak harus mencantumkan nomor proyek, nomor *item* kontrak, nomor pengujian, parameter setiap pengujian, batas tindakan, dan penangguhan yang berlaku untuk setiap parameter pengujian, dan hasil pengujian Penyedia Jasa. Penyedia Jasa dapat menggunakan diagram kontrol sebagai bagian dari sistem kendali proses untuk mengidentifikasi potensi masalah dan penyebab yang dapat dihindari sebelum terjadi. Jika data proyeksi Penyedia Jasa selama produksi menunjukkan adanya masalah dan Penyedia Jasa tidak mengambil tindakan korektif yang memuaskan, Pengawas Pekerjaan dapat menghentikan produksi atau penerimaan material.

Program Pengendalian Mutu Penyedia Jasa harus menjamin bahwa tindakan yang tepat harus diambil jika proses pelaksanaan diyakini berada di luar toleransi. Tindakan tersebut harus memuat aturan yang mengidentifikasikan kapan suatu proses dalam pelaksanaan dapat dikatakan di luar toleransi dan merinci tindakan apa yang harus diambil. Paling tidak suatu proses dianggap di luar kendali, produksi harus dihentikan dan tindakan korektif harus dilaksanakan.

d) Laporan *Quality Control*

Penyedia Jasa harus menyimpan rekaman dokumentasi dan harus menyerahkan laporan kegiatan QC setiap hari kepada Pengawas Pekerjaan.

3) Hasil Pekerjaan

a) Pengambilan Sampel dan Pengujian Untuk Penerimaan Pekerjaan

Kecuali ditentukan lain, semua pengambilan sampel dan pengujian untuk penerimaan pekerjaan yang diperlukan untuk menentukan kesesuaian dengan spesifikasi akan dilakukan oleh Penyedia Jasa di bawah pengawasan Pengawas Pekerjaan. Pengujian sudah masuk ke dalam biaya Penyedia Jasa.

i Laboratorium Pengujian Jaminan Kualitas (QA)

Laboratorium pengujian QA yang digunakan untuk pengujian penerimaan pekerjaan ini harus terakreditasi. Akreditasi laboratorium QA harus yang terkini dan terdaftar dalam badan akreditasi. Semua metode pengujian yang diperlukan untuk pengambilan sampel dan pengujian harus tercantum dalam dokumen akreditasi laboratorium. ***Laboratorium yang digunakan harus merupakan laboratorium independen.***

ii Ukuran Volume untuk Pengujian

Penerimaan dan pembayaran material dilaksanakan berdasarkan volume penghamparan per hari. Ketika digunakan lebih dari satu AMP, maka produksi *AC-Base* dari masing-masing AMP harus dipastikan dihampar dalam zona yang terpisah.

Penyedia Jasa harus meyakinkan Pengawas Pekerjaan dengan membuat zonasi perkerasan pada penggunaan AMP yang berbeda agar dapat dijamin homogenitas dari campuran beraspal yang dihasilkan.

b) Kriteria Penerimaan

i Umum

Semua material yang digunakan dan campuran beraspal yang dihasilkan harus memenuhi persyaratan yang diuraikan dalam Pasal SKh.1.6.31.2.

Kriteria penerimaan didasarkan pada karakteristik beton aspal yang dihasilkan antara lain meliputi; *air voids*, kepadatan (mat *density* dan sambungan), tebal, dan tercapainya *slope* yang direncanakan.

ii *Air Voids*

(1). Benda uji

Pengambilan benda uji pada tiap produksi hamparan dilaksanakan berdasarkan ASTM D3665. Benda uji diambil dari bahan yang telah dimuat di atas truk pengangkut sesuai dengan ASTM D979. Sampel aspal dapat dimasukkan ke dalam timah logam tertutup dan ditempatkan dalam oven selama 30 - 60 menit untuk mempertahankan bahan pada atau di atas suhu pemadatan seperti yang ditentukan dalam JMF.

(2). Pengujian

Air voids ditentukan untuk setiap produksi dengan mengacu pada ASTM D3203 untuk setiap benda uji yang telah dipadatkan dan disiapkan dengan mengacu pada ASTM D6926 dan ASTM D6925. *Air voids* lapisan *AC-Base* ditetapkan antara 3 – 7,5%. Adapun derajat kepadatan (*degree of compaction/density ratio*) lapisan *AC-Base*:

(a) Untuk VIM (*Voids in Mix*) = 3 - 3,99%, *Density ratio* minimum 97%.

(b) Untuk VIM (*Voids in Mix*) = 4 - 5%, *Density ratio* minimum 98%.

iii Kepadatan Lapangan

Setiap penghamparan akan diperiksa tingkat kepadatannya, baik *mat density* maupun *density* pada area sambungan, dengan mengacu kepada kepadatan referensi. Dalam spesifikasi ini, kepadatan referensi yang digunakan adalah *laboratory density* JMF. *Laboratory bulk density* merupakan hasil perkalian antara *bulk specific gravity* dengan *density* air (1000 kg/m³/62,4 lb/ft³). Nilai *bulk specific gravity* ditentukan berdasarkan ASTM D2726.

(1). Benda Uji

Benda uji diambil dengan diameter minimum 12,5 cm sesuai dengan ASTM D5361. Penyedia Jasa harus menyediakan semua alat, tenaga kerja, dan bahan untuk membersihkan dan mengisi bekas lubang *core*. Bekas yang dihasilkan oleh operasi *coring* harus segera dihapus setelah *coring* dan lubang inti harus diisi dengan material sejenis dalam satu hari setelah pengambilan sampel.

(2). *Mat Density*

Satu titik *core* dilakukan di tiap produksi hamparan. Penentuan titik dilaksanakan berdasarkan ASTM D3665. Titik *core* tidak boleh dilakukan di sekitar sambungan melintang maupun memanjang, maksimum pada jarak 30 cm dari sambungan. *Bulk specific gravity* setiap sampel *core* diuji berdasarkan ASTM D2726. Persentase kepadatan *percent of bulk density* merupakan hasil bagi atau rasio antara kepadatan lapangan dengan kepadatan laboratorium JMF dikalikan seratus, atau dalam persamaan:

$$\text{Degree of compaction} = (\text{field density} \times 100) / \text{lab density JMF}$$

Adapun derajat *mat density* (*degree of compaction/density ratio*) lapisan AC-Base:

(a) Untuk VIM (*Voids in Mix*) = 3 - 3,99%, *Density ratio* minimum 97%.

(b) Untuk VIM (*Voids in Mix*) = 4 - 5%, *Density ratio* minimum 98%.

(3). Kepadatan Sambungan

Dalam satu produksi, harus diambil minimum 1 (satu) titik *core* pada masing-masing lajur pemadatan yang mempunyai sambungan memanjang. Penentuan titik *core* mengacu pada ASTM D3665 atau sebagaimana yang disepakati bersama antara Penyedia Jasa, Pengawas Pekerjaan. Nilai *bulk specific gravity* setiap sampel ditentukan berdasarkan ASTM D2726.

Derajat kepadatan (*degree of compaction/density ratio*) area sambungan lapisan AC-Base harus tercapai:

(a) Untuk VIM (*Voids in Mix*) = 3 - 3,99%, *Density ratio* minimum 95%.

(b) Untuk VIM (*Voids in Mix*) = 4 - 5%, *Density ratio* minimum 96%.

iv Toleransi Kerataan Permukaan

Penyedia Jasa harus melakukan pemeriksaan *smoothness* dan *grade* minimum pada hari pertama setelah pekerjaan konstruksi selesai. Pemeriksaan *smoothness* dan *grade* disaksikan oleh Pengawas Pekerjaan. Jika hasil pengukuran tidak memenuhi persyaratan spesifikasi maka Penyedia Jasa segera melakukan perbaikan. Penyedia Jasa harus

menyediakan data survei kepada Pengawas Pekerjaan pada hari berikutnya setelah pengukuran selesai. Ketika diinstruksikan oleh Pengawas Pekerjaan, Penyedia Jasa harus mengambil sampel dan menguji bahan apapun yang tampak tidak konsisten.

Persyaratan *grade* diukur dengan interval pengukuran 15 m sejajar sumbu perkerasan. Level akhir lapisan beton aspal tidak boleh menyimpang lebih dari 9 mm dari level yang ditentukan dalam gambar kerja ketika diukur pada interval pengukuran per 15 m sejajar sumbu perkerasan.

Smoothness diukur setelah pemadatan selesai dilaksanakan tetapi tidak lebih dari 24 jam setelah pemadatan selesai. Setiap permukaan akan diuji kerataannya dikedua arah melintang (*transversal*) maupun memanjang (*longitudinal*) untuk mengetahui penyimpangan permukaan yang melebihi toleransi yang telah ditentukan. Permukaan lapisan terakhir harus bebas dari jejak/tanda roda *roller*. Permukaan akhir juga harus rata dan tidak boleh menyimpang lebih dari 6 mm mistar *straight edge* panjang 3,7 m yang diletakkan di permukaan secara paralel dan melintang sumbu perkerasan. Ketika kerataan permukaan melebihi toleransi spesifikasi dan tidak dapat diperbaiki akan dibongkar dan diganti dengan campuran aspal baru.

v Toleransi Kemiringan

Kemiringan harus memenuhi syarat toleransi yang telah diuraikan dalam Tabel SKh.1.6.31.10).

Tabel SKh.1.6.31.10) Syarat Toleransi Kemiringan

Pengujian	Persyaratan	Toleransi
Kemiringan (<i>grade</i>) (diukur menggunakan penggaris 3 m)	Sesuai gambar desain	± 12 mm vertikal ± 30 mm horizontal

vi Toleransi Ketebalan

Pengukuran ketebalan dilakukan dengan *coring* dengan frekuensi uji sesuai dengan yang diuraikan dalam Tabel SKh.1.6.31.11) Maksimum *deficiency* di setiap titik tidak boleh lebih dari nilai sebagai berikut.

Tabel SKh.1.6.31.11) Syarat Toleransi Ketebalan

Pengujian	Persyaratan	Toleransi
Ketebalan	Sesuai gambar desain	maks. - 6 mm

Ketika tebal lapisan kurang dari tebal rencana dan kekurangannya melebihi batas *deficiency* maka Penyedia Jasa diwajibkan melakukan upaya perbaikan atas biaya sendiri.

Saat melakukan *coring* setiap lapisan aspal, harus terikat dengan lapisan dibawahnya. Jika *coring* menunjukkan bahwa permukaan tidak terikat (melekat), maka *coring* tambahan dilakukan untuk pemetaan daerah dengan rekatan yang kurang. Area yang tidak terikat (*unbonded area*) harus dibongkar dan dilapis ulang. Biaya pembongkaran dan pelapisan ulang menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa.

SKh.1.6.31.7 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

1) Pengukuran

Perhitungan kuantitas *AC-Base* berdasarkan satuan berat (tonase). Pengukuran bobot/tonase *AC-Base* harus didasarkan dari penimbangan *hotmix* di *batch* AMP yang sudah dimuat dalam *dump truck*, bila perlu menimbang *dump truck* kosong dan *dump truck* yang sudah terisi *hotmix* dari AMP. Material tersebut telah dihamparkan, dipadatkan dan sudah memenuhi syarat *density ratio*. Pengujian *density hotmix* harus menunggu setelah hamparan *hotmix* tersebut berumur 24 - 48 jam.

$\text{Bobot hotmix} = \text{bobot dump truck berisi hotmix} - \text{bobot dump truck kosong}$.

2) Pembayaran

Pembayaran harus dilakukan dengan Harga Satuan Kontrak. Harga ini sudah termasuk material, persiapan, pencampuran, penghamparan, pemadatan dan pengujian material-material tersebut dan untuk semua tenaga kerja, peralatan, perkakas dan insidental yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
SKh.1.6.31.(1)	P-403 Lapis Fondasi Stabilisasi (AC-Base)	Ton

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SKh.1.6.32

P-401 ASPAL HOTMIX

SKh.1.6.32.1 UMUM

1) Uraian

- a) Spesifikasi ini meliputi penyediaan material, pencampuran, penghamparan, pemadatan, dan pengujian material dalam rangka pelaksanaan pekerjaan) P-401 aspal *hotmix*.
- b) Lapis perkerasan tersusun atas agregat dan aspal yang dicampur di AMP serta ditempatkan di atas lapis pondasi agregat atau lapis pondasi stabilisasi yang telah disiapkan sesuai dengan spesifikasi dan Gambar Kerja. Setiap lapisan harus dikonstruksi dengan kedalaman, potongan tipikal, dan elevasi yang ditunjukkan dalam gambar dan harus digilas, diselesaikan, serta disetujui sebelum penghamparan lapis selanjutnya.
- c) Lapisan beton aspal (*asphalt concrete*) terdiri dari 2 (dua) jenis tergantung dari ukuran maksimum agregat dan gradasinya, yaitu *Asphalt Concrete – Wearing Course* yang selanjutnya disingkat AC-WC dan *Asphalt Concrete – Binder Course* yang selanjutnya disingkat AC-BC.
- d) Lapisan AC-BC terdiri dari 1 atau beberapa lapis, sedangkan AC-WC dibatasi maksimum hanya 1 lapis dan merupakan lapisan paling atas dari suatu perkerasan lentur (*flexible*).
- e) Dalam hal lapisan AC-BC lebih dari satu lapisan, maka penghamparan lapisan berikutnya dapat dilakukan setelah lapisan pertama mendapat persetujuan Pengawas Pekerjaan.

2) Pekerjaan Spesifikasi Khusus Lain dan Seksi Lain dalam Spesifikasi Umum yang Berkaitan dengan Spesifikasi Khusus Ini

- | | |
|---|--------------|
| a) Mobilisasi | : Seksi 1.2 |
| b) Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas | : Seksi 1.8 |
| c) Keselamatan dan Kesehatan Kerja | : Seksi 1.19 |
| d) Lapis Fondasi Agregat | : Seksi 5.1 |
| e) Lapis Resap Pengikat dan Lapis Perekat | : Seksi 6.1 |
| f) Campuran Beraspal Panas | : Seksi 6.3 |
| g) Pekerjaan Lain-Lain | : Seksi 9.2 |
| h) Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) | : SKh-1.1.22 |

3) Standar Rujukan

Standar Nasional Indonesia (SNI)

- | | |
|------------------|--|
| SNI 06-2432-1991 | : Cara uji daktilitas aspal |
| SNI 06-2433-1991 | : Metode pengujian titik nyala dan titik bakar bahan |

	aspal dengan <i>Cleveland Open Cup</i>
SNI 06-2434-1991	: Metode pengujian titik lembek aspal dan ter
SNI 06-2438-1991	: Metode pengujian kadar aspal
SNI 06-2441-1991	: Metode pengujian berat jenis aspal padat
SNI 03-4141-1996	: Metode uji untuk analisis saringan agregat halus dan agregat kasar
SNI 06-2440-1991	: Metode pengujian kehilangan berat minyak dan aspal dengan cara A
SNI 06-2456-1991	: Metode pengujian penetrasi bahan-bahan <i>bitumen</i>
SNI 06-3639-2002	: Penentuan kadar parafin lilin dalam aspal

American Society for Testing and Materials (ASTM)

ASTM C88	: <i>Standard Test Method for Soundness of Agregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate</i>
ASTM C131	: <i>Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Agregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine</i>
ASTM C142	: <i>Standard Test Method for Clay Lumps and Friable Particles in Aggregates</i>
ASTM D5	: <i>Standard Test Method for Penetration of Bituminous Materials</i>
ASTM D6	: <i>Standard Test Method for Loss on Heating of Oil and Asphaltic Compounds</i>
ASTM D36	: <i>Standard Test Method for Softening Point of Bitumen (Ring-and-Ball Apparatus)</i>
ASTM D38	: <i>Standard Test Methods for Sampling Wood Preservatives Prior to Testing</i>
ASTM D92	: <i>Standard Test Method for Flash and Fire Points by Cleveland Open Cup Tester</i>
ASTM D70	: <i>Standard Test Method for Density of Semi-Solid Asphalt Binder (Pycnometer Method)</i>
ASTM D75	: <i>Standard Practice for Sampling Aggregates</i>
ASTM D946	: <i>Standard Specification for Penetration-Graded Asphalt Binder for Use in Pavement Construction</i>
ASTM D113	: <i>Standard Test Method for Ductility of Asphalt Materials</i>
ASTM D2042	: <i>Standard Test Method for Solubility of Asphalt Materials in Trichloroethylene or Toluene</i>
ASTM D2419	: <i>Standard Test Method for Sand Equivalent Value of Soils and Fine Aggregate</i>
ASTM D2872	: <i>Standard Test Method for Effect of Heat and Air on a Moving Film of Asphalt Binder (Rolling Thin-Film Oven Test)</i>
ASTM D4318	: <i>Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils</i>
ASTM D4402	: <i>Standard Test Method for Viscosity Determination of Asphalt at Elevated Temperatures Using a Rotational Viscometer</i>
ASTM D4791	: <i>Standard Test Method for Flat Particles, Elongated</i>

	<i>Particles, or Flat and Elongated Particles in Coarse Agregate</i>
ASTM D5821	: <i>Standard Test Method for Determining the Percentage of Fractured Particles in Coarse Agregate</i>
ASTM D7175	: <i>Standard Test Method for Determining the Rheological Properties of Asphalt Binder Using a Dynamic Shear Rheometer</i>
ASTM D6084	: <i>Standard Test Method for Elastic Recovery of Bituminous Materials by Ductilometer</i>

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)

AASHTO T182	: <i>Standard Method of Test for Coating and Stripping of Bitumen-Aggregate Mixtures</i>
-------------	--

4) Kondisi Cuaca yang Diizinkan untuk Bekerja

- a) Penyedia Jasa harus memperhatikan kondisi cuaca saat konstruksi dilaksanakan. Pekerjaan tidak boleh dilakukan saat hujan atau kondisi setelah hujan dimana lokasi proyek masih basah.
- b) Penyedia Jasa harus berlangganan prediksi cuaca minimal pada 2 (dua) sumber yang berbeda.

5) Hal-Hal yang Harus Diperhatikan (Mandatory)

Penyedia Jasa harus merencanakan tahapan pelaksanaan penghamparan lapisan beraspal dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

SKh.1.6.32.2 BAHAN

1) Persyaratan Bahan

- a) Aspal
 - i). Aspal harus memiliki spesifikasi yang sesuai dengan AASHTO MP1 *Performance Grade* (PG) dan ASTM D 946 *Penetration Grade*. Data pengujian yang menunjukkan sertifikasi *Asphalt Grade* harus disediakan oleh pemasok pada saat pengiriman material aspal ke AMP. Salinan sertifikasi ini harus diserahkan ke Pengawas Pekerjaan.
 - ii). Aspal yang digunakan adalah aspal PG 76 dan aspal Pen.60/70 (aspal kualitas impor setara *shell, Esso*) dalam kemasan drum.
 - iii). Penyedia Jasa harus memberikan laporan pengujian bersertifikat vendor untuk setiap *lot* material aspal yang dikirim ke proyek. Laporan pengujian bersertifikat vendor untuk bahan aspal dapat digunakan untuk penerimaan atau diuji secara independen oleh Penyedia Jasa.
 - iv). Persentase berat aspal yang dipergunakan pada campuran aspal *hotmix* harus berdasarkan hasil analisa saringan agregat dan percobaan campuran sebagaimana yang termuat dalam *Job Mix Formula* yang telah disetujui oleh Pengawas Pekerjaan, Persyaratan Asphalt penetrasi 60-70 ditampilkan dalam Tabel SKh.1.6.32.1).

Tabel SKh.1.6.32.1) Persyaratan Aspal Penetrasi 60-70

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Spesifikasi		Satuan
			Min	Maks	
1.	Penetrasi pada 25°, 100 g, 5 detik	ASTM D 5/SNI 06-2456-1991	60	79	0,1 mm
2.	Titik Lembek	ASTM D 36/SNI 06-2434-1991	49	56	° C
3.	Titik Nyala (COC)	ASTM D 92/SNI 06-2433-1991	232	-	° C
4.	Daktilitas pada 25°C, 5 cm/menit	ASTM D 113/SNI 06-2432-1991	100	-	cm
5.	Berat Jenis	ASTM D 70/SNI 06-2441-1991	1,01	1,06	-
6.	Kelarutan dalam C ₂ HCl ₃	ASTM D 2042/SNI 06-2438-1991	99	-	%
7.	Kehilangan berat (TFOT)	ASTM D 6/SNI 06-2440-1991	-	0,2	%
8.	Penetrasi setelah TFOT	ASTM D 5/SNI 06-2456-1991	80	-	% asli
9.	Daktilitas setelah TFOT	ASTM D 36/SNI 06-2432-1991	100	-	cm
10	Kadar Parafin	SNI 03-3639-2002	0	2	%

v). Persyaratan aspal setara PG merujuk pada Tabel SKh.1.6.32.2) sebagai berikut:

Tabel SKh.1.6.32.2) Persyaratan Bahan Aspal PG 76

<i>Test Property</i>	<i>Test Method</i>	<i>Unit</i>	<i>Limit</i>	<i>Value</i>
Original Binder				
<i>Solubility in C₂HCl₃</i>	ASTM D2042	%	<i>Min</i>	99
<i>Dynamic Viscosity @135°C</i>	ASTM D4402	Pa.s	<i>Max</i>	3
<i>Dynamic Viscosity @170°C</i>	ASTM D4402	Pa.s	<i>Max</i>	0,8
<i>Dynamic Shear G*/Sinδ, test temp @76°C @10rad/sec</i>	ASTM D7175	kPa	<i>Min</i>	1,0
<i>Flash Point</i>	ASTM D92	°C	<i>Min</i>	230
<i>Penetration, 100 g, 5 sec, 25°C 0,1 mm</i>	ASTM D5	dm	<i>Min</i>	30
<i>Softening Point</i>	ASTM D36	°C	-	<i>to be reported</i>

<i>Test Property</i>	<i>Test Method</i>	<i>Unit</i>	<i>Limit</i>	<i>Value</i>
<i>Elastic Recovery on fresh Binder, 25°C, 10 cm elongation</i>	ASTM D6084	%	<i>Min</i>	75
After RTFOT, Rolling Thin Film Oven Test (ASTM D2872)				
<i>Loss of Mass</i>	ASTM D2872	% w/w	<i>Max</i>	1
<i>Increase of Softening Point</i>	ASTM D38	°C	<i>Max</i>	10
<i>Dynamic Shear G*/Sinδ, test temp @76 °C @10rad/sec</i>	ASTM D7175	kPa	<i>Min</i>	2,2
<i>Elastic Recovery on fresh Binder, 25°C, 10 cm elongation</i>	ASTM D6084	%	<i>Min</i>	75
After PAV, Pressure Aging Vessel (ASTM D6521)				
<i>Dynamic Shear G*.Sinδ, test temp @34°C @10rad/sec</i>	ASTM D7175	kPa	<i>Max</i>	5000
Pengujian Aspal Modifikasi Setara PG setelah Tendensi Separasi 48 Jam @ 163°C (ASTM D7173)				
<i>Evolution of Penetration</i>	ASTM D5	°C	<i>Max</i>	9
<i>Evolution of Softening Point</i>	ASTM D36	°C	<i>Max</i>	5

vi). Bahan *asphalt binder* harus dipanaskan dengan cara menghindari panas lokal berlebih dan menyediakan pasokan *asphalt binder* terus menerus ke *mixer* pada suhu yang seragam. Suhu *asphalt binder* pada saat pencampuran harus memberikan viskositas yang sesuai untuk melapisi agregat secara memadai, serta tidak boleh melebihi 325°F (160°C) bila ditambahkan ke agregat. Suhu maksimum *asphalt binder* yang dimodifikasi (Aspal PG) adalah 350°F (175°C) saat ditambahkan ke agregat.

b) Agregat

- i). Agregat harus terdiri dari batu pecah, kerikil pecah, *screening*, pasir alam, dan *filler*, sesuai kebutuhan. Agregat tidak boleh mengalami kerusakan yang diakibatkan oleh *sulfide* besi, seperti *pyrite*. Beberapa agregat mungkin mengandung sulfida besi dan oksida besi yang dapat menyebabkan noda pada permukaan yang terbuka. Di area di mana noda menjadi masalah dan Pengawas Pekerjaan harus memverifikasi bahwa produsen dan pemasok agregat telah melakukan usaha untuk meminimalkan masuknya sulfida besi atau oksida besi ke dalam agregat yang akan digunakan dalam proyek.
- ii). Pada proyek besar dan/atau proyek yang berlangsung selama beberapa musim konstruksi, tes agregat tambahan mungkin diperlukan untuk memvalidasi

konsistensi agregat yang diproduksi dan dikirim untuk pekerjaan.

(1). Agregat Kasar

Agregat kasar adalah material yang tertahan pada saringan No.4 (4,75 mm), harus tidak mudah lapuk, keras, tahan lama, bebas dari *film* yang dapat mencegah ikatan dan pelapisan dengan material aspal serta terbebas dari bahan organik dan zat perusak lainnya. Persyaratan material agregat kasar tercantum dalam Tabel SKh.1.6.32.3).

Tabel SKh.1.6.32.3) Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian	Standar	Nilai
<i>Soundness Test</i>	ASTM C 88	Maks.10% (setelah 5 (lima) siklus) dengan <i>Sodium Sulfat</i> Maks. 12% (setelah 5 (lima) siklus) dengan <i>Magnesium Sulfat</i>
Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i>	ASTM C 131	Maks. 25%
Partikel pipih (rasio lebar dan tebal lebih dari 5) dan lonjong (rasio panjang dan lebar lebih dari 5)	ASTM D 4791	Maks 8%, dengan perbandingan berat partikel pipih dan lonjong 5:1
Gumpalan lempung dan butiran mudah pecah	SNI 03-4141-1996/ASTM C 142	Maks 0,3%
Persentase bidang pecah (minimum 2 (dua) bidang pecah)	ASTM D 5821	Min 75%
Persentase bidang pecah (minimum 1 (satu) bidang pecah)	ASTM D 5821	Min 85%
Kelekatan agregat terhadap aspal	AASHTO T182	Min 95%

(2). Agregat Halus

Agregat halus adalah material yang lolos saringan No.4 (4,75 mm). Agregat halus terdiri dari partikel-partikel yang bersih, tidak mudah lapuk, kuat, tahan lama, bersudut yang dihasilkan dari material pecahan batu, atau kerikil, dan harus bebas dari lapisan *clay*, lanau, atau bahan lain yang tidak diinginkan. Persyaratan material agregat halus tercantum dalam Tabel SKh.1.6.32.4).

Tabel SKh.1.6.32.4) Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Standar	Nilai
<i>Plasticity index</i>	ASTM D 4318	Maks. 4%
<i>Liquid limit</i>	ASTM D 4318	Maks. 25%
<i>Soundness Test</i> dengan <i>Sodium Sulfate</i> Atau <i>Soundness Test</i> dengan <i>Magnesium Sulfate</i>	ASTM C 88	Maks. 10% (setelah 5 (lima) siklus) atau Maks. 15% (setelah 5 (lima) siklus)
Gumpalan lempung dan butiran mudah pecah	SNI 03-4141-1996/ ASTM C 142	Maks. 1,0%
<i>Sand Equivalent</i>	ASTM D 2419	Min. 65%

(3). Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel agregat kasar dan halus sesuai dengan ASTM D75.

c) *Filler*

Filler dapat ditambahkan selain material alami yang terdapat pada agregat. *Filler* mineral harus memenuhi persyaratan ASTM D242. Bila *filler* merupakan tambahan yang diperlukan pada agregat yang ada maka harus terdiri dari debu batu pecah, *Portland cement* atau bahan lain yang disetujui. Khusus untuk semen, hanya dapat digunakan pada aspal Penetrasi 60/70. Material *Filler* harus memenuhi persyaratan dari ASTM D242.

Tabel SKh.1.6.32.5) Persyaratan *Filler*

Material Tes	Persyaratan	Standar
Indeks Plastisitas	Maks. 4%	ASTM D4318

2) Peralatan

a) *Asphalt Mixing Plant*

AMP yang digunakan untuk memproduksi aspal harus memenuhi persyaratan *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) M156* termasuk komponen sebagai berikut:

1) Inspeksi AMP

Pengawas Pekerjaan, atau perwakilan resminya, harus memiliki akses setiap saat ke semua area AMP untuk memeriksa peralatan, operasi AMP, kemudian melakukan verifikasi bobot, proporsi, dan properti material, serta memeriksa suhu dalam proses persiapan campuran.

2) Timbangan Truk

Beton Aspal harus ditimbang pada timbangan yang telah dikalibrasi dan disertifikasi oleh instansi yang berwenang. Timbangan harus selalu diperiksa dan berpenutup untuk menjamin keakuratannya. Timbangan beton aspal harus berupa sistem penimbangan elektronik (*electronic weighting system*) yang dilengkapi dengan printer otomatis, atau dengan manual.

3) Fasilitas Pengujian

Penyedia Jasa memastikan ketersediaan fasilitas laboratorium dengan peralatan dan sumber daya penguji yang memadai di lokasi AMP. Laboratorium harus memiliki ruangan yang cukup dan peralatan yang baik sehingga dapat beroperasi secara efisien. Laboratorium harus lengkap sesuai persyaratan ASTM D3666 termasuk semua peralatan yang diperlukan, material, kalibrasi, referensi standar terkini, dan peralatan *core drill*.

Lokasi laboratorium harus terletak di lokasi AMP dengan pandangan tidak terhalang ke truk saat sedang memuat material. Fasilitas minimum harus memiliki pencahayaan yang cukup, daya listrik yang cukup, alat pemadam api, bangku pengujian, meja dan lemari kerja, *toilet*, *exhaust fan*, *sink* dengan saluran air.

4) Tempat penyimpanan dan Tempat Pembuangan

Campuran aspal yang disimpan di dalam tempat penyimpanan dan/atau tempat pembuangan harus memenuhi persyaratan yang sama seperti campuran aspal yang dimuat langsung ke truk. Campuran aspal tidak boleh disimpan dalam penyimpanan dan/atau tempat pembuangan selama lebih dari 12 jam. Jika Pengawas Pekerjaan menganggap adanya kehilangan panas yang berlebihan, pemisahan, atau oksidasi campuran aspal karena penyimpanan sementara, penyimpanan sementara tersebut tidak boleh digunakan.

5) Tangki Penyimpanan Aspal

Untuk campuran beraspal yang dimodifikasi, sekurang-kurangnya sebuah tangki penyimpan aspal tambahan dengan kapasitas yang tidak kurang dari 20 ton harus disediakan, dipanaskan tidak langsung dengan kumparan minyak atau pemanas listrik dan dilengkapi dengan pengendali temperatur termostatik yang mampu mempertahankan temperatur sebesar 175°C. Tangki ini harus disediakan untuk penyimpanan aspal modifikasi selama periode di mana aspal tersebut diperlukan untuk kegiatan. Tangki penyimpan aspal modifikasi tidak boleh dicampur atau tercampur dengan aspal lainnya.

Semua tangki penyimpan aspal untuk aspal modifikasi lainnya, harus dilengkapi dengan pengaduk mekanis (*agitator*) yang dirancang sedemikian hingga setiap saat dapat mempertahankan bahan mineral di dalam bahan pengikat sebagai *suspense*. Apabila menggunakan aspal dalam kemasan drum, maka tangki penyimpan aspal dilengkapi juga dengan Bitumen *Decanter* yang terhubung dengan tangki aspal untuk mencairkan aspal dari drum dan memindahkan ke tangki penyimpan aspal.

b) Peralatan Pengangkut Campuran Aspal

Peralatan yang digunakan untuk mengangkut campuran aspal harus memiliki bak dari lapisan logam yang rapat, bersih dan halus. Untuk mencegah aspal menempel di bak truk maka bak truk harus dilapisi dengan minyak parafin, larutan kapur, atau bahan lain yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Produk petroleum tidak boleh digunakan untuk melapisi bak truk. Setiap bak truk harus dilengkapi dengan penutup yang dapat melindungi campuran dari gangguan cuaca. Jika diperlukan, untuk menjamin suhu campuran sampai lokasi pekerjaan sesuai spesifikasi, bak truk harus ditutup secepatnya dengan baik.

c) *Bituminous Pavers* atau *Asphalt Pavement*

Asphalt finisher harus mempunyai tenaga penggerak sendiri, dilengkapi dengan *screed* yang dilengkapi dengan alat pemanas, mampu menghamparkan dan

meratakan lapisan-lapisan campuran aspal sesuai tebal, kemiringan, kerataan yang ditentukan. *Asphalt finisher* harus dilengkapi *automatic level sensor* yang dapat menjaga kemiringan dan elevasi *screed* secara otomatis. *Screed* pada alat tersebut harus memiliki sistem penggetar (*vibrator*) dan temper.

Alat tersebut harus mempunyai *hopper* yang dapat menampung kapasitas cukup sehingga dapat menghasilkan penghamparan yang merata (homogen). *Hopper* harus dilengkapi dengan sistim distribusi untuk mengatur adukan yang merata di muka *screed*.

Pemasangan *screed* atau *strike off* sedemikian rupa, sehingga dapat menghasilkan secara efektif pekerjaan yang sempurna (tidak *tearing*, *shoving*, *pouging*). *Asphalt finisher* harus mampu berjalan dengan lancar sambil menghamparkan *hotmix* dengan hasil yang memenuhi persyaratan.

Jika *Asphalt Finisher* yang digunakan meninggalkan jejak atau noda lain di perkerasan, penggunaan peralatan tersebut harus dihentikan. *Asphalt Finisher* harus mampu menghamparkan aspal dengan lebar minimum yang ditentukan dalam Pasal SKh.1.6.32.6.

d) *Rollers*

Jumlah, tipe dan berat dari *rollers* harus cukup untuk memadatkan *asphalt hotmix* sampai pada kepadatan yang disyaratkan selama campuran masih dalam keadaan dapat dikerjakan. *Rollers* harus dalam keadaan baik, dapat bergerak ke depan dan ke belakang dengan kecepatan yang dapat diatur agar adukan *asphalt hotmix* tidak bergerak.

Semua *Rollers* harus dirancang khusus untuk memadatkan beton aspal dan harus digunakan dengan baik. *Rollers* yang mengakibatkan pecahnya agregat secara berlebihan tidak boleh digunakan.

Alat pemadat yang dapat digunakan adalah alat pemadat roda baja (*steel wheel*) dan roda karet (*pneumatic tire roller*). Depresi atau penurunan pada permukaan perkerasan yang disebabkan oleh operasi *roller* harus diperbaiki oleh Penyedia Jasa dengan biaya sendiri.

e) Alat Uji Kepadatan

Penyedia Jasa harus menyiapkan set perlengkapan pengujian kepadatan selama pekerjaan pengaspalan untuk mengontrol jumlah lintasan optimum, jenis alat pemadatan, dan frekuensi pemadatan. Penyedia Jasa juga harus menyiapkan tenaga/teknisi untuk pengujian kepadatan. Hasil pengujian kepadatan dilaporkan kepada Pengawas Pekerjaan

f) Penyedia Jasa harus membangun laboratorium lapangan untuk pengujian aspal, agregat dan campuran beraspal.

g) Untuk mengejar waktu konstruksi yang sangat singkat, Penyedia Jasa harus menyediakan *Asphalt Mixing Plant* (AMP) kapasitas 240 ton/jam. Jika tidak memungkinkan, Penyedia Jasa dapat menggunakan AMP dengan kapasitas lebih kecil (minimal kapasitas 100 ton/jam) dan Penyedia Jasa harus meyakinkan Pengawas Pekerjaan dengan membuat zonasi perkerasan pada penggunaan AMP yang berbeda agar dapat dijamin homogenitas dari campuran beraspal yang dihasilkan.

h) Jika AMP digunakan lebih dari 10 jam, maka Penyedia Jasa wajib melakukan pengecekan hasil *mixing* terutama untuk pekerjaan yang menggunakan aspal PG 76.

SKh.1.6.32.3 KOMPOSISI

1) Komposisi Campuran

Komposisi campuran AC harus terdiri dari agregat yang bergradasi rapat (*dense graded*), mineral *filler*, *anti-strip agent* jika dibutuhkan dan bahan perekat aspal. Beberapa fraksi agregat harus disaring, dipisahkan sesuai gradasinya dan dicampur dengan proporsi yang membentuk campuran agregat yang memenuhi persyaratan *Job Mix Formula* (JMF).

2) Laboratorium Job Mix Formula

Laboratorium yang digunakan untuk mengembangkan JMF harus memiliki sertifikat yang terakreditasi. Salinan akreditasi laboratorium terbaru serta seluruh metode uji yang digunakan harus diserahkan ke Pengawas Pekerjaan sebelum memulai konstruksi.

3) Job Mix Formula

- Campuran aspal tidak boleh dihamparkan sebelum JMF diterima dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.
- JMF harus diserahkan secara tertulis oleh Penyedia Jasa setidaknya 30 hari sebelum dimulainya penghamparan.
- JMF harus menghasilkan campuran yang memenuhi persyaratan dalam tabel berikut.

Tabel SKh.1.6.32.6) Persyaratan Kinerja Campuran Dengan Aspal Pen 60-70

Pengujian	Nilai	Metode Pengujian
Jumlah tumbukan (per sisi)	75	
<i>Stability</i> (Kg)	980	ASTM D1559
<i>Flow</i> (mm)	2 - 4	ASTM D6927
<i>Air voids</i> (VIM), (%)	3 -5	ASTM D3203
<i>Percent voids in mineral aggregate</i> (VMA), (%)	Gradasi 1 : Min. 14 Gradasi 2 : Min. 15	ASTM D6995

Tabel SKh.1.6.32.7) Persyaratan Kinerja Campuran dengan Aspal PG 76

Pengujian	Nilai	Metode Pengujian
Jumlah tumbukan (per sisi)	75	
<i>Air voids</i> (%)	3-5	ASTM D3203
<i>Percent voids in mineral aggregate</i> (VMA), minimum	Gradasi 1 : Min. 14 Gradasi 2 : Min. 15	ASTM D6995
<i>Tracking Test</i> dengan <i>Asphalt Pavement Analyzer</i> (APA) atau	<i>Asphalt Pavement Analyzer</i> (APA)	AASHTO T340 at 250 psi <i>hose pressure at 64°C test temperature</i>

Pengujian	Nilai	Metode Pengujian
<i>Hamburg Wheel Track Test (HWTT)</i>	Kurang dari 10 mm @ 4.000 <i>passes</i>	
	<i>Hamburg Wheel Track Test (HWTT)</i> Kurang dari 12.5 mm (0.5") @20.000 <i>passes</i> (2.500 cycle/mm)	AASHTO T324, 60 mm <i>test thickness</i> , at 705N <i>submerged wheel load applied</i> , at 60°C <i>test temperature and wheel speed</i> 50 <i>passes/min</i>
<i>Tensile Strength Ratio</i>	<i>Not less than [80] at a saturation of 70-80%</i>	ASTM D4867

Campuran aspal harus dirancang dengan menggunakan prosedur yang terdapat dalam *Asphalt Institute MS2 Mix-Design Manual*, Edisi ke-7. Sampel disiapkan dan dipadatkan menggunakan alat pemadat *Marshall* sesuai dengan ASTM D6926 dan pengujian stabilitas dan kelelahan *Marshall* merujuk kepada ASTM D6927 atau sesuai dengan instruksi Pengawas Pekerjaan. Penyedia Jasa membuat sampel untuk pengujian kinerja campuran berdasarkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) yang diperoleh dari persiapan spesimen dengan metode *Marshall*. Seluruh sampel campuran tersebut harus memenuhi persyaratan yang diuraikan dalam Tabel SKh.1.6.32.6) atau Tabel SKh.1.6.32.7). JMF dapat disetujui setelah persyaratan tersebut terpenuhi.

- Hasil pemeriksaan dan Pengawas Pekerjaan tidak membebaskan Penyedia Jasa dari tanggung jawabnya terhadap desain yang telah dilakukan. Jika pekerjaan memerlukan campuran aspal dengan gradasi agregat dan/atau *binder* yang berbeda, JMF terpisah harus diserahkan untuk setiap campuran. JMF harus disiapkan oleh laboratorium terakreditasi yang memenuhi persyaratan pada Pasal SKh.1.6.32.32) *Laboratorium Job Mix Formula*.
- Tensile Strength Ratio* (TSR) dari komposisi campuran, merujuk pada ASTM D4867 tidak boleh kurang dari 80% saat dilakukan pengujian dengan tingkat kejenuhan (*saturation*) 70 - 80%, atau jika hasil pengujian menunjukkan hasil kurang dari 80% maka Penyedia Jasa dapat menambahkan *Anti-strip agent* untuk memastikan bahwa TSR dari komposisi campuran lebih dari 80%, dengan biaya dibebankan kepada Penyedia Jasa.
- Jika ada perubahan sumber bahan, JMF harus dibuat ulang dan diserahkan ke Pengawas Pekerjaan untuk ditinjau dan diterima secara tertulis sebelum bahan baru dapat digunakan. Setelah produksi JMF baru disetujui oleh dan Pengawas Pekerjaan, untuk alasan apapun, biaya selanjutnya yang muncul dari proses tersebut ditanggung oleh Penyedia Jasa.
- Pengawas Pekerjaan dapat meminta sampel kapan saja untuk pengujian, sebelum dan selama produksi, untuk memverifikasi kualitas bahan dan untuk memastikan kesesuaiannya dengan spesifikasi yang berlaku.
- JMF dibuat pada kondisi cuaca/musim yang sama dengan waktu pelaksanaan penghamparan. JMF harus diberi tanggal dan distempel atau disegel oleh Insinyur profesional yang bertanggung jawab di laboratorium dan minimal harus menyertakan informasi berikut:

- i Spesifikasi pabrik untuk bahan aspal yang digunakan untuk membuat JMF sesuai dengan Tabel SKh.1.6.32.1) atau Tabel SKh.1.6.32.2).
- ii Sertifikat pengujian bahan untuk agregat kasar dan halus serta agregat *filler* sesuai dengan Pasal SKh.1.6.32.2).
- iii Persentase lolos saringan di bin dingin dan bin panas, persentase berat setiap bin yang digunakan dan gradasi gabungan yang digunakan di JMF.
- iv Berat jenis dan daya serap agregat kasar dan halus.
- v Persentase bidang pecah.
- vi Persentase berat partikel pipih, partikel lonjong, serta partikel pipih, dan lonjong.
- vii Persentase aspal.
- viii Jumlah pukulan.
- ix Grafik hubungan antara temperatur dan viskositas dari bahan perekat aspal yang menunjukkan rentang temperatur pencampuran dan pemadatan, dan juga menyertakan temperatur pencampuran dan pemadatan yang direkomendasikan penyedia aspal.
- x Suhu pencampuran dan pemadatan lapangan yang direkomendasikan pabrik.
- xi Plot gradasi gabungan.
- xii Plot grafis dari rongga udara, rongga dalam agregat mineral (VMA), dan berat unit versus kandungan aspal. Untuk mencapai VMA minimum selama produksi, desain campuran perlu memperhitungkan perubahan bentuk material selama produksi.
- xiii Jika menggunakan aspal dengan spesifikasi *Performance Grade* (PG), hasil uji *Tensile Strength Ratio* (TSR) yang memenuhi persyaratan dalam Tabel SKh.1.6.32.7).
- xiv Jika menggunakan aspal dengan spesifikasi *Performance Grade* (PG), hasil Pengujian *Hamburg Wheel Track Test* (HWTT) dan/atau *Asphalt Pavement Analyzer* (APA) yang memenuhi persyaratan dalam Tabel SKh.1.6.32.7).
- xv Tanggal pembuatan JMF. JMF yang tidak disertai informasi tanggal atau yang dibuat pada musim yang berbeda dengan waktu konstruksi maka tidak akan diterima.

4) Gradasi Agregat

Bahan Agregat harus memenuhi gradasi yang dijelaskan pada Tabel SKh.1.6.32.8) ketika diuji dengan prosedur ASTM C136 dan ASTM C117.

Tabel SKh.1.6.32.8) menunjukkan batas amplop dari gradasi yang digunakan untuk menilai kesesuaian agregat dari sumber. Agregat sumber harus memiliki gradasi baik (*well graded*) dan tidak bervariasi dari batas bawah ukuran saringan tertentu ke batas atas saringan berikutnya atau sebaliknya.

Tabel SKh.1.6.32.8) Gradasi Campuran Beraspal

Ukuran saringan	Persentase berat lolos saringan	
	Gradasi 1 (AC-BC)	Gradasi 2 (AC-WC)
1 inci (25,0 mm)	100	--
3/4 inci (19,0 mm)	90 - 100	100

Ukuran saringan	Persentase berat lolos saringan	
	Gradasi 1 (AC-BC)	Gradasi 2 (AC-WC)
1/2 inci (12,5 mm)	68 - 88	90 - 100
3/8 inci (9,5 mm)	60 - 82	72 - 88
No.4 (4,75 mm)	45 - 67	53 - 73
No.8 (2,36 mm)	32 - 54	38 - 60
No.16 (1,18 mm)	22 - 44	26 - 48
No.30 (600 µm)	15 - 35	18 - 38
No.50 (300 µm)	9-25	11-27
No.100 (150 µm)	6-18	6-18
No.200 (75 µm)	3-6	3-6
<i>Minimum Voids in Mineral Aggregate (VMA)</i>	14	15
Kadar Aspal	4,5 - 7,0	5,0 - 7,5
Rekomendasi tebal (cm)	6,0 - 7,5	4,0 - 5,0

Gradasi agregat yang ditampilkan pada tabel diasumsikan dengan berat jenis yang sama, jika berat jenis berbeda maka harus disesuaikan sesuai dengan prosedur yang dijelaskan dalam *Asphalt Institute MS-2 Mix Design Manual, 7th Edition*. Jika agregat lokal tidak dapat digunakan untuk membentuk gradasi rencana secara ekonomis maka dapat dimodifikasi sesuai dengan arahan Pengawas Pekerjaan. Bagaimanapun, gradasi yang dimodifikasi harus menghasilkan campuran aspal yang sesuai dengan spesifikasi.

SKh.1.6.32.4 TEMPERATUR

- 1) Temperatur untuk pencampuran dan pemadatan pada prinsipnya didapatkan dari hasil tes viskositas aspal. Penyedia Jasa harus melakukan pengujian viskositas untuk mendapatkan temperatur-temperatur penting.
- 2) Secara umum untuk material aspal PG 76, temperatur pencampuran dan pemadatan sebagai berikut:
 - a) Suhu Pencampuran : 170°C - 185°C
 - b) Suhu penghamparan dan Pemadatan : 140°C - 160°C
- 3) Untuk material aspal Pen. 60/70, temperatur pencampuran dan pemadatan sebagai berikut:
 - a) Suhu Pencampuran : Aspal 149°C - 160°C (atau setara kekentalan viskositas 170+20 Cst); Agregat 160°C - 170°C. Suhu agregat tak boleh lebih dari 14°C di atas suhu aspal.
 - b) Suhu Penghamparan : Antara 135°C - 155°C (atau setara kekentalan viskositas 280+30 Cst).
 - c) Suhu Pemadatan : Seperlunya untuk memperoleh kepadatan lapangan/*field density* yang dipersyaratkan tetapi tidak boleh kurang dari 122°C. (sesuai hasil *trial compaction*).
- 4) Penyedia Jasa tetap harus mempertimbangkan suhu pencampuran, penghamparan, dan pemadatan yang direkomendasikan oleh penyedia bahan aspal.

SKh.1.6.32.5 TRIAL COMPACTION

- 1) Setelah "*Job Mix*" mendapatkan persetujuan, harus dilakukan percobaan pemadatan. Sebelum dilaksanakan pekerjaan, Penyedia Jasa harus melakukan uji pemadatan di luar atau di dalam area yang akan dikerjakan dengan persetujuan Pengawas Pekerjaan.
- 2) Percobaan pemadatan dimaksudkan untuk mengetahui jumlah lintasan optimum, sehingga tercapai nilai kepadatan lapangan sesuai dengan yang disyaratkan. Selain itu, percobaan pemadatan juga menghasilkan rasio antara tebal hampar dan tebal padat lapisan aspal. Luas area untuk percobaan pemadatan minimum 3 m x 30 m dan maksimum 6 m x 30 m yang dibagi menjadi 3 (tiga) segmen. Perbedaan tiap segmen tergantung dari jumlah lintasan pada setiap tahapan pemadatan. Apabila percobaan pemadatan sudah memenuhi syarat, maka hasilnya akan digunakan sebagai dasar pelaksanaan penuh di lapangan. Jika hasil percobaan pemadatan tidak memenuhi persyaratan, maka dilakukan percobaan pemadatan ulang.
- 3) Dalam 3 (tiga) segmen diambil contoh benda uji (*core drill*) untuk diukur tingkat kepadatannya. Contoh benda uji yang memenuhi harus mempunyai tingkat kepadatan (*percent of bulk density*) yang merupakan hasil bagi atau rasio antara kepadatan lapangan dengan kepadatan laboratorium JMF dikalikan seratus. Dalam *trial compaction density* rasio harus tercapai minimum 99%.
- 4) Peralatan yang digunakan saat *trial compaction* harus sama dengan yang digunakan saat proses produksi dan penghamparan campuran beraspal.

SKh.1.6.32.6 PELAKSANAAN

- 1) Pekerjaan Persiapan
 - a) Agregat untuk campuran beraspal harus dipanaskan dan dikeringkan pada suhu dan laju pemanasan sedemikian rupa sehingga tidak terjadi kerusakan pada agregat. Suhu agregat dan *filler* tidak boleh melebihi 350°F (175°C) saat *asphalt binder* ditambahkan. Agregat yang mengandung kalsium atau magnesium yang tinggi harus dijaga dari kerusakan akibat suhu yang terlalu tinggi. Suhu tidak boleh lebih rendah dari yang dibutuhkan untuk mendapatkan lapisan partikel agregat yang lengkap dan terdistribusi seragam.
 - b) Campuran beraspal harus diproduksi berdasarkan JMF yang telah disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Agregat dan asphalt binder harus ditimbang, diukur, serta dicampur dalam jumlah yang ditentukan oleh JMF. Bahan harus dicampur sampai memperoleh lapisan *asphalt binder* yang seragam dan terdistribusi secara merata. Waktu pencampuran basah harus menjadi waktu tersingkat, tetapi tidak kurang dari 25 detik untuk *batch plants*. Waktu pencampuran basah untuk semua instalasi ditetapkan oleh Penyedia Jasa berdasarkan prosedur untuk menentukan persentase lapisan partikel pada ASTM D2489 terhadap masing-masing instalasi dan setiap jenis agregat yang digunakan. Waktu pencampuran basah diatur agar dapat mencapai 95% partikel terlapsi. Untuk *continuous mix plants*, waktu pencampuran minimum harus ditentukan dengan membagi berat isinya pada tingkat operasi dengan berat campuran yang dikirim per detik oleh pencampur. Kadar air dari campuran beraspal saat dituang ke dalam truk tidak boleh melebihi 0,5% sesuai ASTM D1461 atau AASHTO T329.

- c) Sebelum penghamparan aspal dilakukan, Penyedia Jasa harus menyiapkan rencana penghamparan dengan urutan jalur perkerasan aspal dan lebar untuk meminimalkan jumlah *cold joints*, lokasi *tapering* sementara (jika dibutuhkan) dan *tapering* pengunci, suhu penghamparan dan perkiraan waktu penyelesaian untuk setiap bagian pekerjaan (*milling, paving, rolling, cooling*, dan lain-lain). Rencana penghamparan dan modifikasi apapun harus disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. ketentuan dalam proses pengiriman, penghamparan, dan penyelesaian material *hotmix*.
- d) Pengiriman bahan aspal harus diatur dengan baik, agar pengoperasian *asphalt finisher* tidak sering dihentikan. Material yang baru dihamparkan tidak boleh dilintasi sampai material tersebut telah selesai dipadatkan, seperti yang ditentukan, dan dibiarkan dingin hingga mendekati suhu lingkungan. Penyedia Jasa bertanggung jawab untuk memperbaiki setiap kerusakan pada perkerasan yang disebabkan oleh operasi pengangkutan dengan biaya sendiri.
- e) Lajur hamparan *hotmix AC* selanjutnya dapat dilakukan dengan acuan *slink* maupun kontrol laser jika hamparan lajur *hotmix AC* yang pertama sudah memenuhi toleransi yang dipersyaratkan dan telah diverifikasi oleh *surveyor*. Penyedia Jasa diharuskan memeriksa survei topografi setiap pelaksanaan penghamparan dan setiap hamparan tersebut harus memenuhi toleransi ketebalan seperti dipersyaratkan sebelum pelaksanaan penghamparan selanjutnya.
- f) Bagian tepi dari AC eksisting dimana sebelahnya akan dihampar *hotmix AC* baru harus dipotong menggunakan *asphalt cutter* dan dibersihkan serta dilapisi dengan *tack coat* sebelum *hotmix AC* baru dihamparkan.

2) Pekerjaan Pelaksanaan

a) Pelaksanaan *Prime Coat* dan *Tack Coat*

Di lakukan sebelum menghamparkan bahan campuran aspal, lapisan dibawahnya harus dibersihkan dari semua debu dan kotoran. *Prime coat* (P-602) digunakan sebagai resap pengikat antara lapisan aspal dengan lapisan *base course*. *Tack coat* (P-603) digunakan sebagai perekat sambungan vertikal maupun horizontal antara lapisan aspal yang satu dengan lapisan aspal yang lainnya.

b) Penghamparan

Setelah sampai di lokasi pekerjaan, *hotmix AC* dituang ke dalam *asphalt finisher* dan segera dihamparkan selebar *blade* yang telah ditetapkan. Selanjutnya dipadatkan dengan ketebalan lapisan yang merata, sehingga bila pekerjaan selesai akan memenuhi tebal sesuai dengan elevasi dan kontur permukaan yang ditetapkan. Kecepatan *asphalt finisher* harus diatur agar campuran *Hotmix AC* tidak melesak dan terkoyak (*pulling* dan *tearing*).

Penempatan campuran aspal harus dimulai di sepanjang garis tengah atau di sisi tinggi daerah dengan kemiringan satu arah kecuali ditunjukkan lain pada rencana penghamparan yang diterima oleh Pengawas Pekerjaan. Campuran aspal harus dihamparkan dengan lebar penghamparan minimum 6 m dan maksimum sesuai bukaan *blade asphalt finisher* kecuali jika jalur tepi memerlukan lebar yang lebih kecil untuk menyelesaikan area tersebut.

Bagian *screed* tambahan yang dipasang untuk memperlebar aspal *finisher* untuk memenuhi persyaratan lebar jalur minimum harus menyertakan bagian *auger* tambahan untuk memindahkan campuran aspal secara seragam di sepanjang

ekstensi *screed*.

Sambungan memanjang dalam satu lapisan harus dilebihkan (*offset*) 30 cm dari sambungan memanjang di lapisan yang berada tepat di bawahnya. Namun, sambungan di lapisan permukaan harus berada di garis tengah *crowned pavement*. Sambungan transversal dalam satu lapisan harus diimbangi setidaknya 30 cm dari sambungan transversal di lapisan sebelumnya

Untuk area dengan bentuk penghamparan yang tidak beraturan atau dengan rintangan yang tidak dapat dihindarkan sehingga penghamparan mekanis menggunakan *paver* sulit dilakukan atau tidak memungkinkan, *Hotmix AC* dapat dihamparkan menggunakan alat bantu tangan.

Pengawas Pekerjaan dapat menolak campuran aspal, baik yang dibawa oleh *dump truck* atau yang telah dihamparkan, yang dianggap tidak sesuai spesifikasi untuk digunakan karena kontaminasi, segregasi, lapisan agregat yang tidak terlapisi sempurna oleh aspal, atau campuran aspal yang terlalu panas. Penolakan tersebut dapat didasarkan pada hasil inspeksi visual atau pengukuran suhu. Dalam hal penolakan tersebut, Penyedia Jasa dapat mengambil sampel yang representatif dari bahan yang ditolak dengan disaksikan Pengawas Pekerjaan. Apabila sampel tersebut dapat dibuktikan di laboratorium bahwa material tersebut dapat diterima, maka pembayaran akan dilakukan untuk material tersebut sesuai dengan harga satuan kontrak.

Area segregasi pada permukaan, yang ditentukan oleh Pengawas Pekerjaan, harus dibongkar dan diganti atas biaya Penyedia Jasa. Area harus dibongkar dengan alat pemotong dan *milling* dengan ketebalan minimum seperti dalam Tabel SKh.1.6.32.8). Area yang akan dibongkar dan diganti harus selebar minimum alat *asphalt finisher* dan panjang minimum 3 m.

c) Pemadatan Campuran Beraspal

Setelah dihamparkan, campuran aspal harus dipadatkan secara menyeluruh dan seragam dengan mesin penggilas (*roller*) dengan ketentuan pelaksanaan pemadatan *hotmix* antara lain:

- i Permukaan harus dipadatkan sesegera mungkin ketika aspal telah mencapai stabilitas yang cukup sehingga pada saat pemadatan tidak menyebabkan *displacement*, retak atau *shoving*. Urutan operasi pemadatan dan jenis pemadatan yang digunakan harus sesuai dengan persyaratan.
- ii Kecepatan *roller* sedemikian rupa untuk menghindari *displacement* dari campuran panas dan efektif dalam pemadatan. Cacat permukaan dan/atau *displacement* yang terjadi akibat pemadatan, atau dari sebab lain, harus diperbaiki atas biaya Penyedia Jasa.
- iii Penyedia Jasa harus menyiapkan *roller* yang memadai untuk memadatkan produksi volume campuran aspal harian dari AMP. Pemadatan harus dilanjutkan sampai permukaan memiliki tekstur yang seragam, sesuai dengan kemiringan dan penampang melintang, serta kepadatan bidang yang sesuai. Untuk mencegah menempelnya aspal ke *roller*, roda harus dilengkapi dengan *scraper* dan terjaga kelembabannya, namun pemakaian air secara berlebihan tidak diperkenankan.
- iv Pada area-area yang tidak memungkinkan penggunaan alat pemadat mekanis, maka *hotmix AC* harus dipadatkan secara seragam dan menyeluruh menggunakan alat bantu pemadat (*power tamper*) yang disetujui Pengawas Pekerjaan. *Power tamper* yang digunakan harus memiliki berat minimum 125

kg, dengan lebar pelat *tamper* tidak kurang dari 38 cm, dioperasikan dengan minimum getaran/vibrasi 4.200 per menit, dan dilengkapi dengan bagian pembasah pelat *tamper*. Ketika diinstruksikan oleh Pengawas Pekerjaan, Penyedia Jasa harus mengambil sampel dan menguji bahan apa pun yang tampak tidak konsisten.

- v Aspal yang lepas dan rusak, bercampur dengan kotoran, atau cacat apapun harus dibuang dan diganti dengan campuran panas dan sesegera mungkin dipadatkan agar sesuai dengan area sekitarnya. *Skin patching* tidak diperbolehkan. Pekerjaan ini harus dilakukan atas biaya Penyedia Jasa.

d) Sambungan (*Joint*)

Formasi dari seluruh sambungan harus dibuat sedemikian rupa untuk memastikan ikatan yang menerus antara lapisan maupun lajur *hotmix* dan dengan kepadatan lapangan seperti yang disyaratkan. Ketentuan sambungan lapisan AC adalah sebagai berikut:

- i Pembentukan semua sambungan harus dilakukan untuk memastikan ikatan menerus antara lapisan dan memenuhi kepadatan yang dipersyaratkan. Semua sambungan harus memiliki tekstur yang sama dengan bagian lainnya dan memenuhi persyaratan elevasi, kerataan, dan kemiringan yang ditentukan.
- ii Pemadatan pada *cold joint* untuk sambungan memanjang (*longitudinal*) dilakukan searah dengan sambungan, sedangkan pemadatan untuk di sambungan melintang (*transversal*) dilakukan dengan dua arah. Untuk kedua cara pembuatan sambungan tersebut, bidang kontak sambungan harus dilapisi dengan *tack coat* sebelum menggelar *hotmix* di lajur berikutnya.
- iii *Roller* tidak boleh melewati ujung aspal yang baru dipasang dan tidak terlindungi kecuali jika diperlukan untuk membentuk sambungan melintang. Bila perlu untuk membentuk sambungan melintang, harus dibuat dengan cara memasang sekat atau dengan *tapering*.
- iv Sambungan *longitudinal* yang dibiarkan terbuka selama lebih dari 4 jam, suhu permukaan telah menurun hingga kurang dari 80°C atau tidak beraturan, rusak, tidak padat atau cacat lainnya harus dipotong dengan *road cutter* maksimal 75 mm untuk memperlihatkan permukaan vertikal yang bersih, tidak lapuk, dan seragam untuk kedalaman penuh lapisan. Semua bahan hasil pemotongan harus dikeluarkan dari lokasi pekerjaan. Berdasarkan spesifikasi, lapisan *tack coat* harus diaplikasikan pada sambungan yang bersih dan kering sebelum menempatkan campuran aspal pada sambungan tersebut. Pekerjaan ini harus dilakukan atas biaya Penyedia Jasa.
- v Pada area 6 m ke kiri dan kanan dari *centerline* tidak diperbolehkan adanya sambungan dingin.
- vi Area larangan sambungan dingin mengikuti ketentuan pada Lampiran sesuai Gambar SKh.1.6.32.1).

e) Penggelaran di Malam Hari

Kegiatan penggelaran *hotmix* di malam hari harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- i Seluruh *asphalt finisher*, alat pemadat, truk pengangkut dan kendaraan lainnya yang dibutuhkan Penyedia Jasa untuk melaksanakan pekerjaan harus dilengkapi dengan lampu penerangan dan stiker reflektif yang memadai untuk memudahkan pengawasan pergerakan peralatan tersebut, sehingga pekerjaan dapat dilaksanakan dengan aman.

- ii Tingkat iluminasi minimum harus 20 *horizontal foot-candles* (~200 lumen/m² atau 200 lux) dan harus tetap dipertahankan pada daerah-daerah seperti sebagai berikut:
 - (1). Daerah dengan lebar 9 m dan panjang 9 m di belakang *asphalt finisher* pada saat penggelaran *hotmix*.
 - (2). Daerah dengan lebar 4,5 m dan panjang 9 m di depan dan belakang alat pemadat selama proses pemadatan.
 - (3). Daerah dengan lebar 4,5 m dan panjang 4.5 m pada setiap daerah yang sudah di *tack coat* dan siap dilaksanakan penghamparan *hotmix*.
- iii Untuk memenuhi sebagian kebutuhan persyaratan tersebut, Penyedia Jasa harus menyiapkan dan menggunakan sistem penerangan setara lampu sorot dengan kapasitas minimum 3.000 watt, dipasang pada setiap peralatan.

Rencana penerangan harus diajukan oleh Penyedia Jasa untuk disetujui Pengawas Pekerjaan sebelum pelaksanaan pekerjaan penghamparan campuran aspal di malam hari.
- f) Membuat Pinggiran atau *Shaping Edges*

Selama permukaan dipadatkan dan diratakan, Penyedia Jasa harus melaksanakan seteliti mungkin, bagian luar dari pinggiran perkerasan sesuai persyaratan. Pinggiran tersebut harus dibentuk sama tinggi pada saat campuran aspal *hotmix* masih panas dengan garu atau besi yang rata dan dipadatkan dengan *taper*/ penumbuk atau dengan metode lain yang memenuhi syarat.
- g) Tanggung Jawab Penyedia Jasa dan bahan Aspal dan Agregat

Sampel dari bahan aspal dan agregat yang akan dipergunakan oleh Penyedia Jasa, serta keterangan tentang sumbernya dan sifatnya harus diserahkan dan mendapatkan persetujuan sebelum mulai dipergunakan.

Penyedia Jasa harus mempunyai data teknis mengenai bahan aspal dan agregat dari pabrik/perusahaan/*supplier* sesuai ketentuan yang tercantum dalam Gambar. Material yang diterima yaitu yang sudah diuji dan terbukti memenuhi syarat untuk keperluan tersebut dapat diterima.

SKh.1.6.32.7 PENGENDALIAN MUTU

1) Penerimaan Bahan

- a) Fasilitas Kendali Mutu Penyedia Jasa (QC)

Penyedia Jasa harus menyediakan atau menyewa fasilitas pengujian. Pengawas Pekerjaan harus diberi akses tidak terbatas untuk memeriksa fasilitas QC Penyedia Jasa dan menyaksikan aktivitas QC. Pengawas Pekerjaan akan memberi tahu Penyedia Jasa secara tertulis tentang kekurangan fasilitas QC, peralatan, perlengkapan, atau personel dan prosedur pengujian. Jika kekurangan tersebut cukup serius mempengaruhi hasil pengujian, pekerjaan material dalam pekerjaan harus segera dihentikan dan tidak diizinkan untuk dilanjutkan sampai permasalahan tersebut diselesaikan dengan cukup memuaskan.
- b) Pengujian Mutu Penyedia Jasa
 - i Jenis Pengujian

Penyedia Jasa harus melakukan semua uji QC yang diperlukan untuk mengontrol proses produksi dan konstruksi yang berlaku sesuai spesifikasi sebagaimana ditetapkan. Hasil pengujian *quality control* harus mendapat

persetujuan tertulis (dilengkapi dengan dokumentasi) dari Pengawas Pekerjaan.

Semua pengambilan sampel dan pengujian untuk QC sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan dalam spesifikasi ini akan dilakukan di bawah pengawasan Pengawas Pekerjaan. Semua pengujian ini sudah termasuk dalam biaya Penyedia Jasa.

Proses *quality control* mencakup 3 (tiga) tahapan sebagai berikut:

- (1). *Quality control* untuk penerimaan material yang digunakan
Adapun jenis dan frekuensi pengujian untuk penerimaan material dapat dilihat pada Tabel SKh.1.6.32.9).

Tabel SKh.1.6.32.9) Pengendalian Mutu untuk Penerimaan Material

Pengujian	Frekuensi Pengujian
Aspal:	
Sifat Aspal (sesuai Tabel SKh.1.6.32.1) dan Tabel SKh.1.6.32.2)) dalam kemasan drum*	Per 500 ton
Agregat:	
- Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i>	3.000 m ³
- <i>Site</i> material gradasi agregat	500 m ³
- Nilai setara pasir (<i>sand equivalent</i>)	250 m ³
Sifat agregat lainnya (Tabel SKh.1.6.32.3), Tabel SKh.1.6.32.4) dan Tabel SKh.1.6.32.5))	500 m ³

*sifat aspal dalam tangki penyimpanan aspal di AMP harus sama dengan sifat dalam drum.

- (2). *Quality control* saat produksi campuran beraspal
Berikut jenis dan frekuensi pengujian pada saat proses produksi campuran beraspal.

Tabel SKh.1.6.32.10) Pengendalian Mutu Saat Produksi Campuran Beraspal

Pengujian	Frekuensi Pengujian
Aspal:	
Gradasi dan kadar aspal	200 ton (min. 2 (dua) pengujian per hari)
Agregat:	
Kadar air agregat (ASTM C566)	1 (satu) kali sehari saat produksi
Campuran:	
- Suhu (aspal <i>binder</i> di tangki penyimpanan, aspal di AMP, dan aspal di lokasi kerja)	4 (empat) kali sehari (Setiap <i>batch</i> dan pengiriman)
- Volumetrik campuran beraspal (VIM, VFB, VMA). Sesuai dengan ASTM D979	Benda uji diambil dari bahan yang telah dimuat di atas truk pengangkut pada setiap truk yang akan dikirim ke lokasi proyek

- (3). *Quality control* setelah proses penghamparan campuran beraspal
Berikut jenis dan frekuensi pengujian setelah proses penghamparan campuran beraspal.

Tabel SKh.1.6.32.11) Pengendalian Mutu Setelah Proses Penghamparan Campuran Beraspal

Pengujian	Frekuensi Pengujian
<i>Core drill</i> untuk uji ketebalan dan kepadatan (<i>mat density</i>)*	Minimal 3 (tiga) sampel <i>coredrill</i> per hari/per 1.000 m ² (diambil yang terkecil). Dilakukan setelah 24 jam proses pemadatan selesai dilakukan.
<i>Core drill</i> untuk uji kepadatan sambungan (<i>joint density</i>)*	Minimal 6 (enam) sampel per hari. Dilakukan setelah 24 jam proses pemadatan selesai dilakukan.
<p>Kerataan</p> <p>Penyedia Jasa melakukan pengujian kerataan dalam arah melintang dan memanjang yang dilakukan setiap hari untuk memverifikasi bahwa proses konstruksi menghasilkan perkerasan dengan variasi kurang dari 6,25 mm (0,25 inci) setiap 3 m, mengidentifikasi area genangan air yang dapat menyebabkan <i>hydroplaning</i> pesawat terbang. Jika kriteria kerataan tidak terpenuhi, Penyedia Jasa perlu melakukan perbaikan sebelum konstruksi dilanjutkan. Biaya perbaikan menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa.</p> <p>Penyedia Jasa dapat menggunakan alat pengukur kerataan standar (sepanjang 3 m) atau yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Pengujian harus dilakukan secara kontinu di sepanjang sambungan. Penyedia Jasa harus mampu mengidentifikasi ketidakrataan permukaan dengan menggunakan alat pengukur kerataan.</p> <p>Pengukuran kerataan tidak boleh dilakukan di transisi kemiringan. Transisi antara perkerasan baru dan eksisting harus dievaluasi secara terpisah sesuai dengan gambar kerja.</p>	Setiap selesai pemadatan dalam 1 (satu) hari

Pengujian	Frekuensi Pengujian
<p>Pengukuran melintang</p> <p>Pengukuran melintang harus dilakukan untuk setiap hari produksi yang dihampar. Pengukuran melintang dilakukan tegak lurus dari garis as perkerasan setiap 15 m atau lebih atas persetujuan dari Pengawas Pekerjaan. Sambungan antar jalur harus diuji secara terpisah untuk memfasilitasi kerataan antar jalur. Level akhir lapisan beton aspal tidak boleh menyimpang lebih dari 9 mm dari level yang ditentukan dalam gambar kerja.</p> <p>Pengukuran memanjang</p> <p>Pengukuran memanjang dilakukan untuk setiap hari produksi yang dihampar. Pengukuran memanjang dilakukan sejajar dengan garis as arah penghamparan, di tengah lajur penghamparan (lajur hampar kurang dari 6 m), dan di sepertiga lebar lajur hampar (lajur hampar 6 m atau lebih). Ketika penghamparan berbatasan dengan lajur material yang dihamparkan sebelumnya, maka pengukuran kemiringan memanjang dilakukan mulai dari setengah panjang alat ukur pada bagian lajur sebelumnya. Deviasi pada permukaan akhir baik pada arah melintang maupun memanjang yang menyebabkan genangan air (<i>water trap</i>) sedalam 6 mm harus diperbaiki baik dengan pengupasan maupun rekonstruksi lapis permukaan.</p>	
<p>Kemiringan</p> <p>Kemiringan harus dievaluasi setiap hari untuk memungkinkan penyesuaian pada pekerjaan penghamparan untuk mengantisipasi kemiringan yang tidak memenuhi spesifikasi. Sedikitnya, kemiringan harus dievaluasi sebelum dan setelah penghamparan lapis pertama dan setelahnya.</p> <p>Pengukuran akan dilakukan pada garis hampar yang sesuai (minimal di tengah dan tepi jalur penghamparan) dan <i>offset</i> memanjang seperti yang ditunjukkan pada gambar. Elevasi akhir tidak boleh memiliki deviasi yang lebih dari 12 mm secara</p>	<p>Setiap selesai pemadatan dalam 1 (satu) hari</p>

Pengujian	Frekuensi Pengujian
<p>vertikal dan 30 mm secara lateral. Dokumentasi hasil pengujian akan diberikan oleh Penyedia Jasa kepada Pengawas Pekerjaan dan Pengawas Pekerjaan maksimal dalam jangka waktu 24 jam semenjak pekerjaan selesai dilakukan untuk tiap harinya dan/atau sebelum pekerjaan hari berikutnya dimulai.</p> <p>Area perkerasan yang secara visual terlihat menonjol atau terdapat alur yang tidak memenuhi kriteria kemiringan atau kerataan dan akan menahan air di permukaan harus diperbaiki asalkan tebal lintasan setelah penggilasan dibandingkan dengan tebal rencana memiliki selisih maksimal 0,5 inci (12 mm). Penyedia Jasa harus memperbaiki area yang tidak dapat dikoreksi dengan pengikisan dengan membongkar area tersebut hingga ketebalan lapisan rencana ditambah 0,5 inci dan menggantinya dengan material baru. <i>Skin patching</i> tidak diperbolehkan.</p>	

*Saat melakukan *coring* setiap lapisan aspal, harus terikat dengan lapisan di bawahnya. Jika *coring* menunjukkan bahwa permukaan tidak terikat (melekat), maka *coring* tambahan dilakukan untuk pemetaan daerah dengan rekatan yang kurang. Area yang tidak terikat (*unbonded area*) harus dibongkar dan dilapis ulang. Biaya pembongkaran dan pelapisan ulang menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa.

d) Pengambilan Sampel

Jika diminta oleh Pengawas Pekerjaan, apabila terdapat material yang terlihat tidak konsisten dengan material yang sudah diuji dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan, maka Penyedia Jasa harus mengganti atau membuang material tersebut, kecuali jika dapat dibuktikan material tersebut memenuhi spesifikasi yang ditentukan. Semua pengambilan sampel harus sesuai dengan prosedur standar yang ditentukan.

e) Diagram Kontrol

Penyedia Jasa harus membuat diagram kontrol - bagi pengukuran yang sifatnya memiliki nilai tunggal atau rentang (batas atas kurang batas bawah) - untuk pengukuran gradasi agregat, kandungan aspal, VIM, VFB, dan VMA. Nilai-nilai tersebut akan dihitung dan dipantau setiap hari oleh Staf Laboratorium QC.

Diagram kontrol harus ditampilkan di lokasi yang mudah diakses oleh Pengawas Pekerjaan dan harus selalu diperbarui. Diagram kontrol paling tidak harus mencantumkan nomor proyek, nomor *item* kontrak, nomor pengujian, parameter setiap pengujian, batas tindakan, dan penangguhan yang berlaku untuk setiap parameter pengujian, dan hasil pengujian Penyedia Jasa. Penyedia Jasa dapat menggunakan diagram kontrol sebagai bagian dari sistem kendali proses untuk mengidentifikasi potensi masalah dan penyebab yang dapat dihindari sebelum

terjadi. Jika data proyeksi Penyedia Jasa selama produksi menunjukkan adanya masalah dan Penyedia Jasa tidak mengambil tindakan korektif yang memuaskan, Pengawas Pekerjaan dapat menghentikan produksi atau penerimaan material.

Penyedia Jasa harus menjamin bahwa tindakan yang tepat harus diambil jika proses pelaksanaan diyakini berada di luar toleransi. Tindakan tersebut harus memuat aturan yang mengidentifikasi kapan suatu proses dalam pelaksanaan dapat dikatakan di luar toleransi dan merinci tindakan apa yang harus diambil. Paling tidak suatu proses dianggap di luar kendali, produksi harus dihentikan dan tindakan korektif harus dilaksanakan.

f) Laporan *Quality Control*

Penyedia Jasa harus menyimpan rekaman dokumentasi dan harus menyerahkan laporan kegiatan QC setiap hari kepada Pengawas Pekerjaan.

2) Penerimaan Pekerjaan

a) Pengambilan sampel dan pengujian untuk penerimaan pekerjaan

Kecuali ditentukan lain, semua pengambilan sampel dan pengujian untuk penerimaan pekerjaan yang diperlukan untuk menentukan kesesuaian dengan spesifikasi akan dilakukan oleh Penyedia Jasa di bawah pengawasan Pengawas Pekerjaan. Pengujian sudah masuk ke dalam biaya Penyedia Jasa.

i Laboratorium pengujian jaminan kualitas (QA)

Laboratorium pengujian QA yang digunakan untuk pengujian penerimaan pekerjaan ini harus terakreditasi. Akreditasi laboratorium QA harus yang terkini dan terdaftar dalam badan akreditasi. Semua metode pengujian yang diperlukan untuk pengambilan sampel dan pengujian harus tercantum dalam dokumen akreditasi laboratorium. Laboratorium yang digunakan harus merupakan laboratorium independen. Pengujian QA disaksikan oleh Pengawas Pekerjaan.

ii Ukuran volume untuk pengujian

Penerimaan dan pembayaran material dilaksanakan berdasarkan volume penghamparan per hari. Ketika digunakan lebih dari satu AMP, maka produksi AC dari masing-masing AMP dihampar dalam zona yang terpisah. Jika diperlukan, Pengawas Pekerjaan dapat meminta penambahan jumlah sampel uji untuk penerimaan material.

b) Kriteria penerimaan

i Umum

Semua material yang digunakan dan campuran beraspal yang dihasilkan harus memenuhi persyaratan frekuensi uji yang diuraikan dalam Tabel SKh.1.6.32.9), Tabel SKh.1.6.32.10), dan Tabel SKh.1.6.32.11).

Kriteria penerimaan didasarkan pada karakteristik beton aspal yang dihasilkan antara lain meliputi *air voids*, kepadatan (*mat density* dan sambungan), tebal, dan tercapainya *slope* yang direncanakan.

ii *Air voids* dan kepadatan lapangan (*mat density*)

Air voids lapisan beton aspal di lapangan (*In-place air voids*) ditetapkan sebesar 3 – 7,5%, sedangkan *air voids* di laboratorium, atau *Voids in Mix* (VIM) berdasarkan *Mix design criteria* sebesar 3 – 5%.

Semua material yang digunakan harus memenuhi persyaratan *air void* yang diuraikan dalam Tabel SKh.1.6.32.10).

Derajat kepadatan atau *Degree of compaction* atau *Density ratio* (DR) berdasarkan prosentase Kepadatan Laboratorium (*Laboratory Density*) ditetapkan sesuai dengan nilai VIM sbb:

(1). VIM = 3 - 3,99%, *Density Ratio* (DR) minimum 97%

(2). VIM = 4 - 5%, *Desity Ratio* (DR) minimum 98%

iii Kepadatan sambungan (*joint density*)

Derajat kepadatan atau *Degree of Compaction* atau *Density Ratio* (DR) pada sambungan (*joint density*) berdasarkan prosentase Kepadatan Laboratorium (*Laboratory Density*) lapisan AC-BC dan AC-WC harus memenuhi syarat sesuai dengan VIM (*Voids in Mix*).

(1). VIM = 3 - 3,99%, *Density Ratio* (DR) minimum 95%

(2). VIM = 4 - 5%, *Density Ratio* (DR) minimum 96%

iv Toleransi kerataan permukaan

Penyedia Jasa harus melakukan pemeriksaan *smoothness* dan *grade* minimum pada hari pertama setelah pekerjaan konstruksi selesai. Pemeriksaan *smoothness* dan *grade* disaksikan oleh Pengawas Pekerjaan. Jika hasil pengukuran tidak memenuhi persyaratan spesifikasi maka Penyedia Jasa segera melakukan perbaikan. Penyedia Jasa harus menyediakan data survei kepada Pengawas Pekerjaan pada hari berikutnya setelah pengukuran selesai. Ketika diinstruksikan oleh Pengawas Pekerjaan, Penyedia Jasa harus mengambil sampel dan menguji bahan apapun yang tampak tidak konsisten. Persyaratan *grade* diukur dengan interval pengukuran 15 m sejajar sumbu perkerasan. Level akhir lapisan beton aspal tidak boleh menyimpang lebih dari 9 mm dari level yang ditentukan dalam gambar kerja ketika diukur pada interval pengukuran per 15 m sejajar sumbu perkerasan.

Smoothness diukur setelah pemadatan selesai dilaksanakan tetapi tidak lebih dari 24 jam setelah pemadatan selesai. Setiap permukaan akan diuji kerataannya dikedua arah melintang (*transversal*) maupun memanjang (*longitudinal*) untuk mengetahui penyimpangan permukaan yang melebihi toleransi yang telah ditentukan. Permukaan lapisan terakhir harus bebas dari jejak/tanda roda *roller*. Permukaan akhir juga harus rata dan tidak boleh menyimpang lebih dari 6 mm mistar *straight edge* panjang 3,7 m yang diletakkan di permukaan secara paralel dan melintang sumbu perkerasan.

Ketika kerataan permukaan melebihi toleransi spesifikasi dan tidak dapat diperbaiki akan dibongkar dan diganti dengan beton aspal baru.

v Kemiringan

Kemiringan harus memenuhi syarat toleransi yang telah diuraikan dalam Tabel SKh.1.6.32.12).

Tabel SKh.1.6.32.12) Syarat Toleransi Kemiringan

Pengujian	Persyaratan	Toleransi
Kemiringan (<i>grade</i>) (diukur menggunakan penggaris 3 m)	Sesuai gambar desain	± 12 mm vertikal ± 30 mm horizontal

vi Toleransi Ketebalan

Pengukuran ketebalan dilakukan dengan *coring* dengan frekuensi uji sesuai

dengan yang diuraikan dalam Tabel SKh.1.6.32.13). Maksimum *deficiency* di setiap titik tidak boleh lebih dari nilai sebagai berikut.

Tabel SKh.1.6.32.13) Syarat Toleransi Ketebalan

Pengujian	Persyaratan	Toleransi
Ketebalan	Sesuai gambar desain	-3mm (AC-WC) -4 mm (AC-BC)

Ketika tebal lapisan kurang dari tebal rencana dan kekurangannya melebihi batas *deficiency* maka Penyedia Jasa diwajibkan melakukan upaya perbaikan atas biaya sendiri.

Saat melakukan *coring* setiap lapisan aspal, harus terikat dengan lapisan dibawahnya. Jika *coring* menunjukkan bahwa permukaan tidak terikat (melekat), maka *coring* tambahan dilakukan untuk pemetaan daerah dengan rekatan yang kurang. Area yang tidak terikat (*unbonded area*) harus dibongkar dan dilapis ulang. Biaya pembongkaran dan pelapisan ulang menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa.

SKh.1.6.32.8 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

1) Pengukuran

Perhitungan campuran beton aspal berdasarkan satuan berat (tonase). Pengukuran bobot/tonase beton aspal harus didasarkan dari penimbangan *hotmix* di *Batch AMP* yang sudah dimuat dalam *dump truck*, bila perlu menimbang *dump truck* kosong dan *dump truck* yang sudah terisi *hotmix* dari AMP. Material tersebut telah dihamparkan, dipadatkan dan sudah memenuhi syarat *density ratio*. Pengujian *density hotmix* harus menunggu setelah hamparan *hotmix* tersebut berumur 24 jam - 48 jam.

Bobot *hotmix* AC = bobot *dump truck* berisi *hotmix* dikurangi bobot *dump truck* kosong.

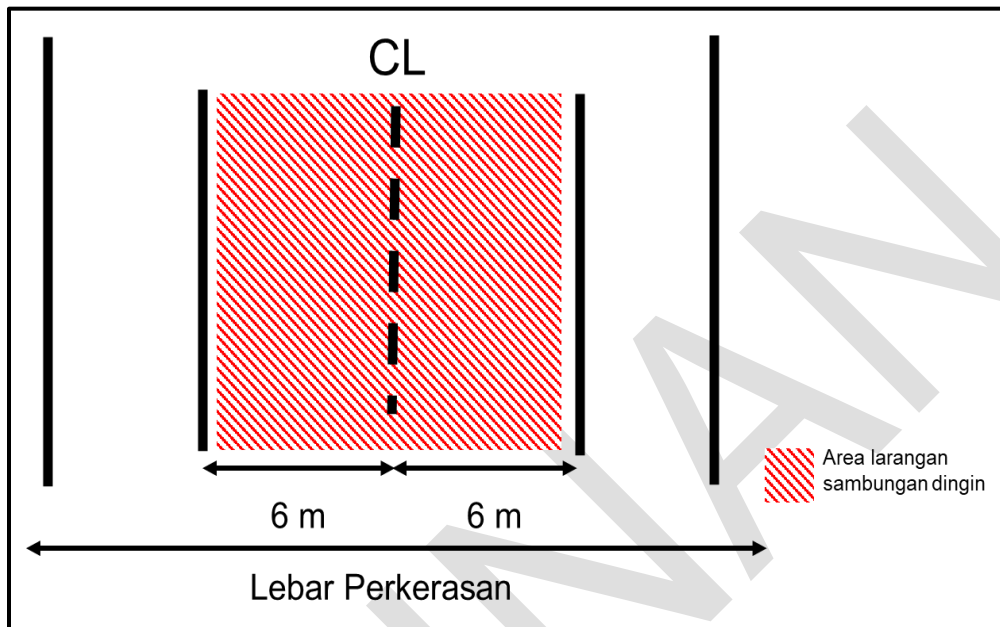
2) Pembayaran

Pembayaran harus dilakukan dengan harga satuan kontrak per ton untuk campuran beraspal yang telah diterima oleh Pengawas Pekerjaan.

Harga ini sudah termasuk material, persiapan, pencampuran, penghamparan, pemadatan dan pengujian material-material tersebut dan untuk semua tenaga kerja, peralatan, perkakas, dan insidental yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
SKh.1.6.32.(1)	P-401 Lapis Aspal AC-WC (Aspal Pen. 60/70)	Ton
SKh.1.6.32.(2)	P-401 Lapis Aspal AC-WC (Aspal PG 76)	Ton
SKh.1.6.32.(3)	P-401 Lapis Aspal AC-BC (Aspal Pen. 60/70)	Ton
SKh.1.6.32.(4)	P-401 Lapis Aspal AC-BC (Aspal PG 76)	Ton

LAMPIRAN
SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM
SKh.1.6.32
ASPAL *HOTMIX*



Gambar SKh.1.6.32.1) Area Larangan Sambungan Dingin

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SKh.1.6.33

P-602 PRIME COAT

SKh.1.6.33.1 UMUM

1) Uraian

- a) Spesifikasi ini mencakup penyediaan dan penghamparan bahan aspal pada permukaan yang telah disiapkan sebelumnya untuk pelaksanaan pekerjaan lapisan beraspal di atasnya.
- b) Pekerjaan ini terdiri dari pengaplikasian material aspal emulsi di atas *base course* sesuai dengan Gambar Kerja.

2) Pekerjaan Spesifikasi Khusus Lain dan Seksi Lain dalam Spesifikasi Umum yang Berkaitan dengan Spesifikasi Khusus Ini

- a) Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas : Seksi 1.8
- b) Kajian Teknis Lapangan (*Field Engineering*) : Seksi 1.9
- c) Bahan dan Penyimpanan : Seksi 1.11
- d) Pengamanan Lingkungan Hidup : Seksi 1.17
- e) Manajemen Mutu : Seksi 1.21
- f) Keselamatan dan Kesehatan Kerja : Seksi 1.19
- g) Lapis Resap Pengikat dan Lapis Perekat : Seksi 6.1
- h) Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) : SKh-1.1.22

3) Standar Rujukan

Standar Nasional Indonesia (SNI)

- SNI 03-3642-1994 : Metode pengujian kadar residu aspal emulsi dengan penyulingan
- SNI 03-6721-2002 : Pengujian kekentalan aspal cair dan aspal emulsi dengan alat *saybolt*
- SNI 03-6828-2002 : Metode pengujian pengendapan aspal emulsi
- SNI 2456:2011 : Cara uji penetrasi aspal
- SNI 2432:2011 : Cara uji daktilitas aspal
- SNI 03-3643-2012 : Metode uji persentase partikel aspal emulsi yang tertahan saringan 850 mikron
- SNI 2438:2015 : Cara uji kelarutan aspal

American Society for Testing and Materials (ASTM)

- ASTM D88 : *Standard Test Method for Saybolt Viscosity*
- ASTM D244 : *Standard Test Methods and Practices for Emulsified Asphalts*
- ASTM D5 : *Standard Test Method for Penetration of Bituminous*

Materials

ASTM D113 : *Standard Test Method for Ductility of Asphalt Materials*
ASTM D2042 : *Standard Test Method for Solubility of Asphalt Materials in Trichloroethylene*

4) Cuaca yang Diizinkan untuk Bekerja

Lapisan *prime coat* hanya boleh diaplikasikan pada permukaan eksisting yang kering dan pada suhu udara 10°C atau lebih serta saat cuaca tidak berkabut atau hujan. Persyaratan suhu dapat diabaikan sesuai petunjuk dari Pengawas Pekerjaan.

SKh.1.6.33.2 PERSYARATAN BAHAN

1) Aspal Emulsi

Bahan aspal merupakan aspal emulsi yang ditentukan berdasarkan ASTM D3628 sebagai lapisan *prime coat*. Aspal emulsi tidak boleh diencerkan. Penyedia Jasa harus memberikan spesifikasi bahan yang dikeluarkan oleh pabrik kepada Pengawas Pekerjaan sebelum bahan aspal diterapkan untuk ditinjau dan diterima. Pemberian spesifikasi dari pabrik untuk bahan aspal tidak boleh dijadikan sebagai dasar penerimaan akhir. Spesifikasi material pabrikan yang digunakan dalam pekerjaan harus diverifikasi melalui pengujian yang dilakukan di laboratorium dibawah pengawasan Pengawas Pekerjaan. Aspal emulsi yang digunakan yaitu Aspal CSS-1, dengan spesifikasi sebagai berikut.

Tabel SKh.1.6.33.1) Bahan Aspal untuk *Prime Coat*

Pengujian	Standar	Spesifikasi
Kekentalan <i>saybolt</i> pada 25°C	ASTM D88/SNI 03-6721-2002	20 - 100
Analisis saringan	ASTM D244/SNI 03-3643-2012	< 0,1
Stabilitas penyimpanan selama 24 jam	ASTM D244/SNI 03-6828-2002	< 1
% residu	ASTM D244/SNI 03-3642-1994	≥ 57
Penyulingan kadar minyak	ASTM D244/SNI 03-3642-1994	≤ 12
Penetrasi residu pada 25°C	ASTM D5/SNI 2456:2011	100-250
Daktilitas residu pada 25°C	ASTM D113/SNI 2432:2011	≥ 40
Kelarutan dalam TCE	ASTM D2042/SNI 06-2438-2015	≥ 97,5
Pengujian muatan partikel		positif

2) Peralatan

- a) Peralatan harus mencakup aspal *distributor* dan peralatan untuk memanaskan material aspal.

- b) Menyediakan distributor aspal dengan roda *pneumatic* dengan ukuran dan jumlah tertentu, sehingga beban yang dihasilkan di permukaan tidak melebihi 65,0 psi (4,5 kg/sq cm) dari lebar ban untuk mencegah terdapat bekas jejak roda/*rutting*, *shoving* atau kerusakan pada lapis *base*, lapis permukaan atau lapisan lain pada struktur perkerasan. Penyedia Jasa harus melengkapi aspal distributor agar dapat menyemprotkan material aspal yang seragam pada suhu tertentu, pada interval kapasitas penyemprotan 0,23 hingga 4,5 liter/meter persegi, tekanan berkisar antara 25 hingga 75 psi (172,4 hingga 517,1 kPa) serta variasi yang diizinkan $\pm 5\%$, pada lebar bervariasi. Peralatan sudah termasuk unit daya terpisah untuk pompa aspal, batang semprot sirkulasi penuh, takometer, pengukur tekanan, alat pengukur volume, pemanas yang memadai untuk memanaskan bahan dengan suhu aplikasi yang tepat, termometer untuk membaca suhu isi tangki, dan *hand sprayer* untuk mengaplikasikan material aspal secara manual ke area yang tidak dapat dijangkau aspal distributor.
- c) Penyedia Jasa wajib menyediakan *power broom* atau *power blower* yang sesuai untuk membersihkan permukaan yang akan diaplikasikan *prime coat*.
- d) Distributor aspal harus dikalibrasi setiap tahun sesuai dengan ASTM D2995. Penyedia Jasa harus memberikan sertifikasi kalibrasi terkini untuk distributor aspal dari lembaga terkait yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

SKh.1.6.33.3 PELAKSANAAN

1) Pengaplikasian Material Aspal

Sebelum mengaplikasikan lapisan *prime coat*, seluruh permukaan yang akan di lapis wajib dibersihkan dengan *power broom*, *power blower*, atau *compressor* untuk menghilangkan semua kotoran dan material lain yang tidak diinginkan.

Material aspal emulsi harus diterapkan secara seragam menggunakan distributor aspal dengan komposisi 0,7 hingga 2 liter/meter persegi tergantung pada tekstur permukaan *base course*. Jenis permukaan aspal dan kebutuhan aplikasinya harus disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

Setelah pengaplikasian *prime coat* dan sebelum dihamparkan lapis perkerasan berikutnya, biarkan lapisan *prime coat* mengering dan menguap. Permukaan tersebut harus dilindungi dari kerusakan kemudian apabila ditemukan area yang kurang sempurna, area tersebut harus diperbaiki.

Biarkan *prime coat* mengering tanpa terganggu setidaknya selama 48 jam atau lebih, yang mungkin diperlukan untuk mencapai penetrasi ke dalam lapisan yang dilapisi. Hancurkan material pasir untuk menghilangkan material aspal yang berlebih. Penyedia Jasa harus menghilangkan pasir sebelum lapis selanjutnya dihamparkan tanpa adanya tambahan biaya. Permukaan yang sudah diperbaiki dihindarkan dari pergerakan lalu lintas. Berikan tanda peringatan dan barikade agar tidak ada yang melewati permukaan yang baru dilapis *prime coat*.

2) Uji Coba Penyemprotan

Penyedia Jasa harus menyiapkan minimal tiga segmen, panjang minimum 30 m dengan lebar area segmen minimal selebar dari alat distributor *bar* untuk mengevaluasi jumlah material aspal yang dapat diaplikasikan dengan peralatan

tersebut. Terapkan tiga kecepatan aplikasi yang berbeda dalam kisaran yang ditentukan dalam Pasal SKh.1.6.33.3.1). Aplikasi uji coba lainnya bisa dibuat dengan menggunakan berbagai jumlah material seperti yang diarahkan oleh Pengawas Pekerjaan. Uji coba berfungsi untuk memperlihatkan kemampuan peralatan dalam mengaplikasikan bahan aspal emulsi secara seragam, serta menentukan produktivitas alat tersebut pada pekerjaan ini. Selain itu, uji coba ini bertujuan untuk memperoleh aplikasi yang sesuai sehingga tidak terjadi *bleeding*. Pengambilan benda uji di lapangan dengan menggunakan *paper test* tiap jarak 5 m untuk mengetahui jumlah pengaplikasian per meter persegi. Rate aplikasi per meter persegi dari hasil uji coba digunakan sebagai dasar pengukuran dan pembayaran.

SKh.1.6.33.4 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

1) Pengukuran

Ketentuan dalam Pasal 6.1.7.1) dari Spesifikasi Umum harus berlaku.

2) Pembayaran

Ketentuan dalam Pasal 6.1.7.3) dari Spesifikasi Umum harus berlaku dengan penambahan mata pembayaran:

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
SKh.1.6.33.(1)	P-602 <i>Prime Coat</i> CSS-1	Liter

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SKh.1.6.34

P-603 TACK COAT

SKh.1.6.34.1 UMUM

1) Uraian

- a) Spesifikasi ini meliputi pekerjaan persiapan, penyediaan, penghamparan bahan aspal pada permukaan yang telah disiapkan sebelumnya untuk pelaksanaan pekerjaan lapisan beraspal diatasnya sesuai spesifikasi dan Gambar.
- b) *Tack coat* digunakan sebagai perekat sambungan horizontal antara lapisan aspal yang satu dengan lapisan aspal yang lainnya.

2) Pekerjaan Spesifikasi Khusus Lain dan Seksi Lain dalam Spesifikasi Umum yang Berkaitan dengan Spesifikasi Khusus Ini

- a) Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas : Seksi 1.8
- b) Kajian Teknis Lapangan (*Field Engineering*) : Seksi 1.9
- c) Bahan dan Penyimpanan : Seksi 1.11
- d) Pengamanan Lingkungan Hidup : Seksi 1.17
- e) Manajemen Mutu : Seksi 1.21
- f) Keselamatan dan Kesehatan Kerja : Seksi 1.19
- g) Lapis Resap Pengikat dan Lapis Perekat : Seksi 6.1
- h) Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) : SKh-1.1.22

3) Standar Rujukan

Standar Nasional Indonesia (SNI)

- SNI 03-2438-1991 : Metode pengujian kadar aspal
- SNI 03-3642-1994 : Metode pengujian kadar residu aspal emulsi dengan penyulingan
- SNI 03-6721-2002 : Pengujian kekentalan aspal cair dan aspal emulsi dengan alat saybolt
- SNI 03-6828-2002 : Metode pengujian pengendapan aspal emulsi
- SNI 2456:2011 : Cara uji penetrasi aspal
- SNI 2432:2011 : Cara uji daktilitas aspal
- SNI 2434:2011 : Cara uji titik lembek aspal dengan alat cincin dan bola (*ring and ball*)

American Society for Testing and Materials (ASTM)

- ASTM D88 : *Standard Test Method for Saybolt Viscosity*
- ASTM D244 : *Standard Test Methods and Practices for Emulsified Asphalts*
- ASTM D5 : *Standard Test Method for Penetration of Bituminous*

Materials

ASTM D113	: <i>Standard Test Method for Ductility of Asphalt Materials</i>
ASTM D2042	: <i>Standard Test Method for Solubility of Asphalt Materials in Trichloroethylene</i>
ASTM D36	: <i>Standard Test Method for Softening Point of Bitumen (Ring-and-Ball Apparatus)</i>

4) Cuaca yang Diizinkan untuk Bekerja

Lapisan *tack coat* hanya boleh diaplikasikan pada permukaan eksisting yang kering, pada suhu udara 10°C atau lebih, suhu emulsi pada rentang 60 - 85°C serta saat cuaca tidak berkabut atau hujan. Persyaratan suhu dapat diabaikan sesuai petunjuk dari Pengawas Pekerjaan.

SKh.1.6.34.2 BAHAN

1) Persyaratan Bahan

Material aspal merupakan aspal emulsi yang ditentukan berdasarkan ASTM D3628 sebagai lapisan *tack coat*. Material aspal untuk *coating* ini adalah CRS-1P. Emulsi ini tidak dapat dicampur dengan air maupun dengan emulsi tipe lain. Penyedia Jasa harus memberikan spesifikasi material yang dikeluarkan oleh pabrik kepada Pengawas Pekerjaan sebelum bahan aspal diterapkan untuk ditinjau dan diterima. Pemberian spesifikasi dari pabrik untuk bahan aspal tidak boleh dijadikan sebagai dasar penerimaan akhir. Spesifikasi material pabrikan yang digunakan dalam pekerjaan harus diverifikasi melalui pengujian yang dilakukan di laboratorium di bawah pengawasan Pengawas Pekerjaan. Pemakaian *tack coat* berkisar 0,13 - 1 liter/meter persegi.

Tabel SKh.1.6.34.1) Material Aspal Untuk Tack Coat CRS-1P

Pengujian	Standar	Spesifikasi	Satuan
Kekentalan <i>Saybolt</i> pada 50°C	ASTM D88/SNI 03-6721-2002	20 – 100	detik
Analisis saringan	ASTM D244/SNI 03-3643-1994	Maks. 0,1	%
Stabilitas penyimpanan selama 24 jam	ASTM D244/SNI 03-6828-2002	Maks. 1,5	%
Pengendapan selama 5 (lima) hari	ASTM D244/SNI 03-6828-2002	Maks. 7,5	%
<i>Demulsibility</i>	ASTM D244	Min. 40	
Muatan Listrik Partikel	ASTM D244	+	
Residu	ASTM D244/SNI 03-3642-1994	Min. 60	%
Penyulingan kadar minyak	ASTM D244/SNI 03-3642-1994	Maks. 3	%

Pengujian	Standar	Spesifikasi	Satuan
Penetrasi residu pada 25°C	ASTM D5/SNI 2456:2011	60 – 120	mm
Daktilitas residu pada 25°C	ASTM D113/SNI 2432:2011	Min. 40	cm
Titik lembek	ASTM D36/SNI 2434:2011	Min. 50	°C
Pemulihan elastisitas pada 25°C	ASTM D244	Min. 20	%
Kelarutan dalam TCE	ASTM D2042/SNI 06-2438-1991	Min. 97,5	%

2) Peralatan

- Penyedia Jasa harus menyediakan peralatan untuk memanaskan dan mengaplikasikan material aspal emulsi. Aspal Emulsi harus diaplikasikan menggunakan aspal distributor yang mempunyai kontrol pengaturan *rate* penyemprotan.
- Peralatan harus berfungsi dengan baik dan tidak terkontaminasi di dalam tangki. Ujung *spray bar* harus bersih, tidak cacat, dan memiliki ukuran yang cukup untuk menjamin aplikasi aspal emulsi yang merata. Alat mampu mempertahankan laju aplikasi selama proses pekerjaan. Penyedia Jasa harus menjamin peralatan yang digunakan pada kondisi terbaik tanpa adanya kerusakan sebelum digunakan.
- Asphalt distributor* harus dilengkapi *thermometer* yang mudah diakses untuk memantau suhu aspal emulsi dan memiliki pengukur tangki mekanis.
- Asphalt distributor* harus dapat memanaskan dan mencampur material secara efektif ke suhu yang disyaratkan. Pemanasan dan pencampuran harus dilakukan sesuai dengan spesifikasi pabrik. Pada proses pencampuran, tidak diperkenankan mencampur dan memanaskan secara berlebihan.
- Asphalt distributors* harus dilengkapi dengan penyemprot tangan.
- Asphalt distributors* harus dikalibrasi setiap tahun sesuai dengan ASTM D2995. Penyedia Jasa harus memberikan sertifikasi kalibrasi terkini untuk *Asphalt distributors* di lembaga yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

SKh.1.6.34.3 PELAKSANAAN PEKERJAAN

1) Pekerjaan Persiapan

Aspal emulsi tidak boleh diencerkan. Sebelum pelaksanaan aspal emulsi *tack coat*, seluruh permukaan yang akan diaplikasikan harus dibersihkan dengan *power broom*, *power blower* atau kompresor dari segala macam kotoran, tanah liat atau benda-benda lainnya yang tidak diinginkan.

2) Pelaksanaan

- Pengaplikasian Bahan Aspal Emulsi
Aspal emulsi tidak boleh diencerkan. Sebelum pelaksanaan aspal emulsi *tack coat*, seluruh permukaan yang akan diaplikasikan harus dibersihkan dengan *power*

broom, *power blower* atau kompresor dari segala macam kotoran, tanah liat atau benda-benda lainnya yang tidak diinginkan.

Aspal emulsi harus diaplikasikan secara merata menggunakan *aspal distributor* sesuai dengan kondisi dan permukaan. Jenis permukaan aspal dan kebutuhan aplikasinya harus disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

Setelah lapisan *tack coat* diaplikasikan, permukaan harus dibiarkan mengering tanpa diganggu selama periode waktu yang diperlukan untuk proses pengeringan dan *setting* lapisan *tack coat*. Jangka waktu ini akan ditentukan oleh Pengawas Pekerjaan. Penyedia Jasa harus melindungi lapisan *tack coat* dan memelihara permukaan sampai lapisan berikutnya dihamparkan. Jika lapisan *tack coat* terganggu oleh Penyedia Jasa, maka lapisan *tack coat* harus diaplikasikan kembali atas biaya Penyedia Jasa.

b) Uji Coba Penyemprotan

Penyedia Jasa harus menyiapkan minimal tiga segmen, panjang minimum 30 m dengan lebar *distributor bar* untuk mengevaluasi jumlah material aspal yang dapat diaplikasikan dengan peralatan tersebut. Terapkan tiga kecepatan aplikasi yang berbeda dalam kisaran yang ditentukan dalam Pasal SKh.1.6.34.3.2.a). Aplikasi uji coba lainnya bisa dibuat dengan menggunakan berbagai jumlah material seperti yang diarahkan oleh Pengawas Pekerjaan. Uji coba berfungsi untuk memperlihatkan kemampuan peralatan dalam mengaplikasikan bahan aspal emulsi secara seragam, serta menentukan produktivitas alat tersebut pada pekerjaan ini. Selain itu, uji coba ini bertujuan untuk memperoleh aplikasi yang sesuai sehingga tidak terjadi *bleeding*, pengambilan benda uji di lapangan dengan menggunakan *paper test* tiap jarak 5 m untuk mengetahui jumlah pengaplikasian per meter persegi. Rate aplikasi per meter persegi dari hasil uji coba digunakan sebagai dasar pengukuran dan pembayaran.

SKh-1.3.34.4 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

1) Pengukuran

Ketentuan dalam Pasal 6.1.7.1) dari Spesifikasi Umum harus berlaku.

2) Pembayaran

Ketentuan dalam Pasal 6.1.7.3) dari Spesifikasi Umum harus berlaku dengan penambahan mata pembayaran:

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
SKh.1.6.34.(1)	P-603 <i>Tack Coat</i> CRS-1P	Liter

DIVISI 9
PEKERJAAN HARIAN DAN PEKERJAAN LAIN-LAIN

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SALINAN

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SKh.1.9.13

**PEKERJAAN GEBALAN RUMPUT TERMASUK TANAH HUMUS UNTUK AREA SISI
UDARA DAN LERENG TIMBUNAN**

Spesifikasi Khusus Interim ini harus dibaca bersamaan dengan Pasal 9.2.3 dari Spesifikasi Umum dengan modifikasi berikut di bawah ini:

SKh.1.9.13.1 PELAKSANAAN

9) Stabilisasi dengan Tanaman

Jenis rumput yang digunakan pada pekerjaan ini adalah rumput non VS.

a) Persiapan

i) Untuk rumput non VS

Ketentuan yang tercantum dalam Pasal 9.2.3.9.)a).ii) dari Spesifikasi Umum harus berlaku, dengan perubahan pada Pasal 9.2.3.9.)a).i):

- Lapis tanah permukaan tersebut dengan tanah humus sedemikian rupa sehingga tanah humus tersebut mencapai ketebalan akhir 5 cm.

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SKh.1.9.14

MARKA

SKh.1.9.14.1 UMUM

1) Uraian

- a) Pekerjaan ini meliputi penyediaan semua instalasi, perlengkapan, material, dan pengecatan marka pada permukaan *runway*, *taxiway*, dan *apron* sesuai dengan spesifikasi dan gambar.
- b) Pekerjaan ini mencakup marka di area *runway*, *taxiway*, dan *apron*, lebih spesifik marka *runway centre line*, *runway edge*, *runway designation*, *threshold*, *aiming point*, *touchdown*, *turn pad edge*, *center line turn pad*, *taxiway centre line*, *taxiway edge*, *runway holding position*, *taxiway shoulder*, *apron centre line*, *apron edge*, *mashaler stop line*, *number designation*, *aerobridge safety*, *equipment parking area*, *transverse strip*, dan lainnya sesuai dengan Gambar Kerja.
- c) Pekerjaan ini bertujuan untuk menghasilkan marka yang memiliki kinerja yang baik (tahan lama) pada berbagai kondisi cuaca dan terlihat dengan jelas pada malam hari. Material yang digunakan harus telah teruji, ramah lingkungan, dan sesuai dengan standar keamanan dan keselamatan penerbangan.

2) Pekerjaan Spesifikasi Khusus Lain dan Seksi Lain dalam Spesifikasi Umum yang Berkaitan dengan Spesifikasi Khusus Ini

- | | |
|---|--------------|
| a) Mobilisasi | : Seksi 1.2 |
| b) Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas | : Seksi 1.8 |
| c) Keselamatan dan Kesehatan Kerja | : Seksi 1.19 |
| d) Pekerjaan Lain-Lain | : Seksi 9.2 |
| e) Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) | : SKh-1.1.22 |

3) Standar Rujukan

Ketentuan dalam pasal 9.2.1.4) dari Spesifikasi Umum harus berlaku atau sesuai dengan Gambar yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

Standar Rujukan dalam Negeri

Standar Nasional Indonesia (SNI)

SNI 03-7095-2005 : Marka dan rambu pada daerah pergerakan pesawat udara di bandar udara

Standar Rujukan Internasional

TT-P-1952E : *Paint Traffic Airfield Marking Waterborne*

4) Dimensi Marka

Dimensi dan warna marka yang digunakan sesuai Gambar Kerja.

5) Cuaca yang Diizinkan untuk Bekerja

- a) Pengecatan hanya dapat dilakukan pada kondisi permukaan kering. Pekerjaan pengecatan tidak boleh dilakukan jika diperkirakan akan turun hujan dalam kurun waktu kurang dari 2 jam sebelum pengecatan marka, kecuali digunakan bahan *accelerant* untuk mempercepat pengeringan cat serta atas persetujuan Pengawas Pekerjaan.
- b) Apabila kecepatan angin lebih dari 16 km/jam (10 mph), maka pekerjaan marka tidak diperkenankan untuk dilaksanakan kecuali mesin penyemprot dilindungi sedemikian rupa sehingga tidak terpengaruh angin.

SKh1.9.14.2 BAHAN

1) Persyaratan Bahan

- a) Bahan yang digunakan untuk marka pada bandar udara adalah cat *waterborne* (type III) sesuai spesifikasi internasional TT-P-1952E-*Paint Traffic Airfield Marking Waterborne*.
- b) Bahan marka menggunakan bahan pencampur berupa air agar tidak mudah licin dan terbakar akibat gesekan. Spesifikasi bahan marka sesuai Tabel berikut.

Tabel SKh.1.9.14.1) Spesifikasi Material Marka Bandar Udara

Uraian	Keterangan
<i>Lead Content, % weight</i>	$\leq 0,06$
<i>Prohibited material. The manufacturer shall certify that the product does not contain mercury, lead, hexavalent chromium, toluene, chlorinated solvents, hydrolysable chlorine derivatives, ethylene-based glycol ethers and their acetates, nor any carcinogen</i>	Kandungan Negatif
<i>Condition on Container, no evidence of biological growth, corrosion of the container, livering, or hard settling. The paint shall be dispersible by hand stirring for 5 minutes to smooth and homogenous consistency, exempt of gel structures, persistent foam or air bubbles</i>	
<i>Appearance, the paint shall produce a film which is smooth, uniform, and free from grit, undispersed particles, craters, and pinholes</i>	
<i>Flexibility, the test panel is bent 180 degrees over a 13 mm (1/2 in) mandrel</i>	<i>not crack, chip or flake</i>
<i>Water resistance</i>	<i>not soften, blister, wrinkle, lose adhesion,</i>

Uraian	Keterangan
	<i>change color, or show other evidence of deterioration</i>
<i>Skinning</i>	<i>No Skinning</i>
<i>Accelerated weathering Test for 24 hrs</i>	<i>Resist or No Changing</i>
<i>Viscosity/Kekentalan</i>	80 - 90 Kreb Unit (25°C)
<i>Volatile Organic Content (VOC), gr/lit</i>	Maks. 150
<i>Fineness of Dispersion, Hegman</i>	Min. 3

2) Peralatan

Peralatan meliputi alat pengering permukaan perkerasan, mesin marka mekanis, dan peralatan pengecatan manual tambahan yang digunakan untuk memperbaiki hasil pekerjaan pengecatan. Mesin cat mekanis merupakan mesin jenis *atomizing spray-type* atau *airless type* yang biasa digunakan untuk pengecatan jalan. Mesin ini harus menghasilkan tebal dan lebar marka yang seragam.

Mesin pemberi tanda yang direkomendasikan adalah *atomizing spray-type marking machine* yang sesuai dengan pemakaian cat lalu lintas. Mesin tersebut akan menghasilkan ketebalan yang seragam dan dimensi yang sesuai dengan Gambar.

Mesin yang digunakan harus dapat melakukan pengecatan sesuai dengan dimensi rencana. Jika terdapat ukuran atau dimensi yang tidak dapat dijangkau oleh mesin tersebut, maka dapat menggunakan peralatan tambahan.

SKh.1.9.14.3 PELAKSANAAN

1) Pekerjaan Persiapan

- Teknisi pelaksanaan pengecatan marka dilakukan oleh tenaga ahli yang memiliki pengalaman. Pengecatan harus menggunakan alat-alat yang sesuai. Penyedia Jasa melengkapi data teknis dari kualitas material-material dipesan untuk pekerjaan.
- Sebelum pengecatan marka, permukaan perkerasan harus kering dan bebas dari debu, minyak gemuk, oli, atau material asing lainnya yang dapat mengurangi daya lekat antara cat dan permukaan perkerasan. Area yang akan dicat dibersihkan dengan cara *waterblasting/shotblasting/grinding* yang diperlukan untuk menghilangkan semua bahan kontaminasi tanpa merusak permukaan perkerasan.

2) Pekerjaan Pelaksanaan

- Pengecatan marka sesuai dengan dimensi dan letak yang tercantum dalam Gambar Kerja. Pengecatan tidak dapat dilaksanakan sebelum mendapat persetujuan Pengawas Pekerjaan.
- Campuran cat marka harus sesuai dengan instruksi pabrik. Cat harus langsung digunakan pada permukaan perkerasan dengan *marking machine*.
- Pengecatan marka dengan mesin yang menggunakan sikat, harus mendapatkan persetujuan Pengawas Pekerjaan. Pengecatan dilaksanakan lapis demi lapis, dimana lapis pertama harus kering terlebih dahulu sebelum dilanjutkan ke lapisan

kedua. Cat marka yang digunakan tidak meleleh, kering, atau lentur jika dilaksanakan pada permukaan aspal dan beton. Pada marka bagian lurus, setiap perbedaan tepi melebihi 1 cm dalam 15 m, harus dihapus dan diperbaiki. Lebar *marking* harus sesuai rencana dengan toleransi 5%.

- d) Setelah pengecatan selesai, semua marka harus dilindungi dari kerusakan hingga cat marka dalam kondisi kering. Permukaan marka harus dilindungi dari kelembaban yang berlebihan, hujan, dan tumpahan cat. Penyedia Jasa harus membuang dan membersihkan bekas material cat marka dengan memperhatikan aspek lingkungan.
- e) Pembangunan *Runway* Tahap 1B mengakibatkan sebagian marka yang harus dihapus. Penyedia Jasa harus menyediakan rancangan penghapusan marka dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Rancangan mencakup inventarisasi terhadap jenis, dimensi dan lokasi marka yang akan dihapus serta metode pelaksanaannya.
- f) Penghapusan marka dilakukan menggunakan bahan kimia. Penyedia Jasa wajib mengajukan sampel bahan penghapus marka yang akan digunakan ke Pengawas Pekerjaan. Penyedia Jasa harus mendapatkan persetujuan mengenai bahan penghapus marka yang digunakan dari Pengawas Pekerjaan sebelum pekerjaan penghapusan marka dilakukan. Penggunaan bahan kimia harus sesuai dengan rekomendasi dan instruksi dari pihak pabrik/manufaktur bahan.
- g) Bahan kimia disemprotkan atau dioleskan pada permukaan bidang marka yang akan dihapus menggunakan sprayer set/rol hingga merata. Penyedia Jasa harus mempertimbangkan masa reaksi bahan kimia sesuai dengan instruksi manufaktur bahan.
- h) Setelah bahan kimia sepenuhnya bereaksi, dilakukan penyemprotan air bersih pada area permukaan yang diberikan bahan kimia menggunakan *water jet* berkekuatan minimal 110 bar hingga permukaan benar-benar bersih dan tidak ada material marka eksisting yang tersisa/menempel di permukaan perkerasan.
- i) Setelah penghapusan marka selesai dilakukan, sebelum meninggalkan area pekerjaan Penyedia Jasa harus memastikan area pekerjaan berada dalam keadaan bersih.

SKh.1.9.14.4 PENGENDALIAN MUTU

1) Penerimaan Bahan

Penyedia Jasa harus melengkapi sertifikat laporan pengujian pabrik untuk material yang dikirim ke proyek. Sertifikat laporan pengujian bahan harus mencantumkan pernyataan bahwa material tersebut memenuhi persyaratan spesifikasi. Sertifikat Laporan tersebut dapat digunakan sebagai alat verifikasi penerimaan bahan. Jika Pengawas Pekerjaan kurang yakin terhadap sertifikat yang disampaikan oleh Penyedia Jasa, maka Pengawas Pekerjaan dapat memilih untuk melakukan uji verifikasi secara mandiri. Nomor pengiriman bahan harus sesuai dengan nomor dalam laporan. Laporan ini tidak dapat digunakan sebagai dasar untuk pembayaran.

Semua bahan yang dikirim ke lokasi pekerjaan harus dalam kondisi disegel. bahan tidak boleh dimasukkan ke dalam peralatan sebelum dilakukan pemeriksaan oleh Pengawas Pekerjaan.

SKh.1.9.14.5 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

1) Pengukuran

Kuantitas marka yang dibayar dinyatakan dalam satuan meter persegi (m²) pengecatan (sudah termasuk jumlah meter persegi persiapan permukaan) yang terpasang dan telah disetujui Pengawas Pekerjaan.

2) Pembayaran

Pembayaran harus dilakukan dengan Harga Satuan Kontrak. Harga ini sudah termasuk persiapan, pengangkutan, dan penghamparan dari bahan cat dan semua tenaga kerja, peralatan, perkakas, dan hal-hal insidental yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Selain itu, harga sudah termasuk penghapusan marka *runway* pada tahap 1B.

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
SKh.1.9.14.(1)	Marka	Meter Persegi

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SKh.1.9.15

PEMASANGAN PAGAR DAN GERBANG *BRITISH REINFORCED CONCRETE* (BRC)

SKh.1.9.15.1 UMUM

1) Uraian Pekerjaan

- a) Pekerjaan ini meliputi penyediaan, pengangkutan dan pemasangan Pagar dan Gerbang *British Reinforced Concrete* yang selanjutnya disingkat Pagar dan Gerbang BRC sesuai dengan detail yang ditunjukkan dalam Gambar Kerja.
- b) Pekerjaan Pemasangan Pagar BRC dimaksudkan untuk mencegah orang yang tidak berkepentingan masuk ke dalam area bandara terutama daerah sisi udara (*airside*) serta untuk pengamanan batas lahan bandara sehingga pelayanan operasi penerbangan di bandar udara berjalan dengan baik sebagaimana mestinya. Pemasangan gerbang BRC dimaksudkan sebagai akses untuk memasuki kawasan sisi udara.
- c) Pemasangan Pagar BRC ditempatkan pada area keamanan terbatas dan area yang berbatasan dengan sisi luar bandara. Pemasangan gerbang ditempatkan pada area yang ditunjukkan dalam Gambar Kerja.

2) Pengajuan Kesiapan Kerja

Sebelum memulai pekerjaan, Penyedia Jasa harus menyiapkan dan menyerahkan Gambar Kerja detail pelaksanaan pagar untuk mendapat persetujuan dari Pengawas Pekerjaan.

3) Pekerjaan Spesifikasi Khusus Lain dan Seksi Lain dalam Spesifikasi Umum yang Berkaitan dengan Spesifikasi Khusus Ini

- | | |
|--|--------------|
| a) Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas | : Seksi 1.8 |
| b) Kajian Teknis Lapangan (<i>Field Engineering</i>) | : Seksi 1.9 |
| c) Manajemen Mutu | : Seksi 1.21 |
| d) Keselamatan dan Kesehatan Kerja | : Seksi 1.19 |
| e) Galian | : Seksi 3.1 |
| f) Beton dan Beton Kinerja Tinggi | : Seksi 7.1 |
| g) Baja Tulangan | : Seksi 7.3 |
| h) Adukan Semen | : Seksi 7.8 |
| i) Pasangan Batu | : Seksi 7.9 |
| j) Pekerjaan Lain-Lain | : Seksi 9.2 |
| k) Sistem Manajemen Keselamatan Kontruksi (SMKK) | : SKh-1.1.22 |

4) Standar Rujukan

American Standard Testing and Material (ASTM)

ASTM A116 : *Standard Specification for Metallic-Coated, Steel Woven Wire Fence Fabric*

ASTM A121 : *Standard Specification for Metallic-Coated Steel Barbed Wire*

American Wood Preservers Association (AWPA)

AWPA U1 : *Use Category System: User Specification for Treated Wood*

FAA Standards (FAA STD)

FAA-STD-019 : *Lightning and Surge Protection, Grounding, Bonding and Shielding Requirements for Facilities and Electronic Equipment*

Federal Specification (FED SPEC)

FED SPEC RR-F-191/Gen : *Fencing, Wire and Post Metal (and Gates, Chain-link, Fence Fabric, and Accessories) (General Specification)*

Federal Aviation Administration (FAA)

FAA AC 150/5370-10 : *Standards for Specifying Construction of Airports*

SKh.1.9.15.2 BAHAN

1) Pagar BRC

Bahan pagar BRC adalah produk jadi yang dibuat di pabrik yang telah dilapisi bahan anti karat. Pelapisan bahan anti karat dilakukan dengan pelapisan bahan *galvanis* dengan cara *hot dip* (dicelupkan pada suhu 465°C) dengan spesifikasi terdapat pada tabel berikut.

Tabel SKh.1.9.15.1) Kriteria dan Spesifikasi Pagar BRC

Kriteria	Spesifikasi
Diameter Baja Minimal	6 mm
Jarak Maksimum Kawat Vertikal	80 mm
Batang Horizontal	Minimum 10 batang
Tinggi Minimum	1.900 mm
Panjang Minimum	2.400 mm

2) Gerbang BRC

Bahan panel gerbang BRC sesuai dengan bahan pagar. Lebar gerbang BRC adalah 6 m dimana lebar stau daun gerbang adalah 3 m. Tinggi gerbang adalah 3 m. Tiang pagar

berupa beton bertulang dengan lebar 20 cm. Bagian atas pagar ditutupi dengan kawat duri spiral.

3) Tiang dan Sekur

- a) Tiang terdiri dari 2 (dua) jenis yaitu tiang tunggal dan tiang yang dilengkapi dengan sekur. Tiang dan sekur penopang pagar terbuat dari pipa besi diameter 2 inci *hot dipped galvanized* atau tiang penampang *square* 50 mm x 50 mm.
- b) Panjang tiang 2,94 m dengan ujung atas sepanjang 0,44 m dibuat bercabang membentuk huruf "Y" dengan diameter 0,88 m. Besi Y siku tambahan tiang L 40 x 40 x 4 mm.
- c) Tutup tiang dan penjepit tiang menggunakan bahan *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS).
- d) Mur dan Baut dan penjepit U berlapis *galvanized* dengan ketebalan minimal 70 *micron*.

4) Kawat Ikat

Kawat ikat diameter 4 mm, dilapis *galvanized* min. 260 gr/m².

5) Kawat Duri Spiral

Kawat duri spiral *type natto (razor) M series* dilapisi bahan anti karat dengan diameter 0,88 m dengan kriteria dan spesifikasi pada Tabel berikut.

Tabel SKh.1.9.15.2) Kriteria dan Spesifikasi Kawat Duri Spiral

Kriteria	Spesifikasi
Kawat Inti	dilapis <i>galvanized</i> min. 260 gr/m ² .
Jumlah Penjepit per Spiral	minimal 3 buah
Diameter Tebal Kawat Inti	± 2,5 mm
Tebal Pelat Silet	0,4 – 0,5 mm
Lebar Penampang Duri Silet	30 - 40 mm

6) Semen

Semen yang digunakan haruslah semen yang memenuhi kebutuhan pada Seksi 7.1 dari Spesifikasi Umum harus berlaku.

7) Pasir

Pasir yang digunakan haruslah pasir yang memenuhi kebutuhan pada Seksi 7.1 dari Spesifikasi Umum harus berlaku.

8) Agregat

Agregat yang digunakan haruslah agregat yang memenuhi kebutuhan pada Seksi 7.1 dari Spesifikasi Umum harus berlaku.

9) Batu

- a) Batu harus bersih, keras, tanpa bagian yang tipis atau retak dan harus dari jenis yang diketahui awet. Bila perlu, batu harus dibentuk untuk menghilangkan bagian yang tipis atau lemah. Batu yang terdiri dari bahan yang *porous* atau batu kulit harus ditolak.
- b) Batu harus lancip atau lonjong bentuknya dan dapat ditempatkan saling mengunci bila dipasang bersama-sama.
- c) Ukuran batu dalam arah manapun tidak boleh kurang dari 15 cm.

10) Baja Tulangan

Baja tulangan yang digunakan harus baja tulangan polos yang memenuhi kebutuhan pada Seksi 7.3 dari Spesifikasi Umum harus berlaku.

11) Adukan Mortar Semen

Adukan mortar semen yang digunakan haruslah adukan mortar semen yang memenuhi kebutuhan pada Seksi 7.8 dari Spesifikasi Umum harus berlaku.

SKh.1.9.15.3 PELAKSANAAN

1) Umum

Pagar harus dibangun sesuai dengan rincian pada rencana. Jarak bebas pagar dengan bagian luar maupun dalam pagar adalah 3 m. Dalam radius 3 m keluar ataupun ke dalam pagar tidak boleh ada benda atau sesuatu yang tinggi. Tinggi total pagar minimal dari permukaan tanah sampai puncak kawat berduri minimal 2,44 m.

2) Pembersihan Lokasi Pekerjaan

- a) Lokasi pagar harus dibersihkan dari penghalang dan permukaan yang tidak rata. Garis pagar harus diukur sehingga pagar sesuai dengan kontur umum tanah. Garis pagar harus dibersihkan pada setiap sisi dari garis tengah pagar. Pembersihan ini terdiri dari penyingkiran tunggul, semak, batu, pohon, atau penghalang lain yang akan mengganggu konstruksi pagar.
- b) Tunggul yang berada dalam area yang dibersihkan harus dibajak atau digali dan dikeluarkan. Bagian bawah pagar harus ditempatkan dengan jarak yang seragam di atas tanah seperti yang telah ditentukan dalam rencana.
- c) Ketika disesuaikan dengan Gambar Kerja atau seperti yang diarahkan oleh Pengawas Pekerjaan, lubang yang tersisa setelah pemindahan tiang dan pencabutan tunggul harus diisi ulang dengan tanah, kerikil, atau material lain yang sesuai dan harus dipadatkan dengan *tamper*.

3) Persiapan Fondasi

- a) Pekerjaan fondasi titik harus memenuhi ketentuan pelaksanaan pada Seksi 7.1 dari Spesifikasi Umum harus berlaku.
- b) Beton cor dengan campuran 1 PC : 2 Ps : 3 Kr digunakan untuk fondasi titik ukuran minimum lebar 50 cm panjang 50 cm dengan tinggi 65 cm sedangkan untuk tiang yang dilengkapi dengan sekur, panjang fondasi beton cor adalah 85 cm.

4) Pemasangan Tiang

Pasir urug dihampar dengan tebal minimum 5 cm pada lubang fondasi titik yang telah disiapkan sebelumnya. Tiang dipasang secara monolit dengan fondasi titik. Ujung tiang tunggal dan tiang dengan sekur dipasang angkur besi yang dilas. Panjang kaki tiang yang dicor di fondasi titik adalah 50 cm. Tiang tunggal dan tiang dengan sekur dipasang berselang-seling. Pasangan batu kali sedalam 20 cm dipasang pada jalur pagar antara fondasi cor.

5) Pasangan Batu Kali

Pasangan batu kali dilaksanakan secara menerus dan menghubungkan antar fondasi titik. Pelaksanaan pasangan batu kali haruslah memenuhi ketentuan pelaksanaan pada Seksi 7.9 dari Spesifikasi Umum harus berlaku.

6) Pemasangan Pagar

Setelah tiang dan pasangan batu kali di bawah pagar terpasang dan sudah cukup kuat untuk menahan beban pagar, setiap hubungan antara tiang besi dan pagar dipasang sekrup dengan baut. Spasi antara permukaan pasangan batu kali dengan ujung bawah pagar maksimum 10 cm.

7) Pemasangan Kawat

Gulungan kawat duri dipasang di atas pagar. Gulungan kawat duri diikat pada garis kawat berduri yang dipasang minimum satu lajur disisi kiri dan kanan yang diikat pada tiang pagar.

8) Pemasangan Gerbang

Gerbang (*gate*) harus dipasang pada *fittings*, seperti pada Gambar Kerja. *Fitting* pada gerbang harus dijepit, disekrup, atau dibaut agar tidak lepas. Gerbang harus didirikan sedemikian rupa agar mengayun ke arah yang ditunjukkan dan harus dilengkapi dengan *gate stop* sebagaimana telah ditentukan atau seperti yang telah ditunjukkan pada Gambar Kerja. Gerbang akan didirikan di lokasi yang ada pada perencanaan.

9) Koneksi Pagar Eksisting

Dimana pun pagar bergabung dengan pagar eksisting, baik di sudut atau persimpangan pagar lurus, sudut atau jangkar tiang harus dipasang pada persimpangan tersebut dan diperkuat serta diberi jangkar (*anchored*) dengan cara yang sama seperti tiang sudut. Apabila koneksi dibuat di luar sudut pagar baru, bentang terakhir dari pagar lama harus memiliki bentangan alat penguat (*bracing*).

10) Pembersihan

Penyedia Jasa harus membersihkan area pekerjaan yang telah selesai dari alat, bangunan, peralatan dan lain-lain, yang digunakan selama konstruksi.

SKh.1.9.15.4 PENGENDALIAN MUTU

1) Tugas Pengawas Pekerjaan

Tugas pengawas pekerjaan adalah melakukan pengarahan, pengawasan, dan pemantauan terhadap jalannya pelaksanaan pekerjaan agar kegiatan berjalan lancar sesuai rencana. Pengawas Pekerjaan harus melakukan pemantauan setiap hari atas progres pelaksanaan pekerjaan agar secara dini dapat mendeteksi bila terjadi suatu kesalahan dan segera memperbaikinya.

2) Perbedaan Gambar dan Kondisi Lapangan

Bila ditunjukkan dalam Gambar, atau yang diminta lain oleh Pengawas Pekerjaan, maka Penyedia Jasa harus menaati keputusan Pengguna Jasa maupun Pengawas Pekerjaan.

3) Laporan Pengawasan

Hasil pengawasan dan pemantauan tersebut dituangkan ke dalam bentuk laporan tertulis yang akan dipergunakan sebagai acuan dalam mengevaluasi laporan harian, laporan mingguan, dan laporan bulanan. Ketiga jenis laporan tersebut harus ditandatangani oleh Penyedia Jasa dan Pengawas Pekerjaan sebagai wakil dari Pengguna Jasa.

SKh.1.9.15.5 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

1) Pengukuran

Pekerjaan pemasangan pagar BRC harus diukur dalam satuan meter panjang sebagai volume aktual material terpasang yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Pemasangan yang melebihi dari yang ditunjukkan dalam Gambar atau yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan, tidak boleh diukur untuk pembayaran.

2) Pembayaran

Kuantitas yang diukur seperti yang disyaratkan di atas harus dibayar per meter panjang untuk pemasangan pagar BRC dan per set untuk pemasangan gerbang BRC yang terdaftar dalam Daftar Kuantitas dan Harga, dimana harga dan pembayaran tersebut harus sudah merupakan kompensasi penuh untuk penyediaan semua pekerja, perkakas, peralatan, dan pemasangan.

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
SKh.1.9.15.(1)	Pemasangan Pagar <i>British Reinforced Concrete</i> (BRC)	Meter Panjang
SKh.1.9.15.(2)	Pemasangan Gerbang BRC	Set

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SKh.1.9.16

AIRFIELD GROUND LIGHTING

SKh.1.9.16.1 UMUM

1) Uraian

- a) Pekerjaan ini meliputi pengadaan, pengangkutan, pemasangan, dan pengujian termasuk *site acceptance test*, *commissioning airfield ground lighting*, pekerjaan bangunan *sub station*, dan *jetty approach light* pada lokasi yang ditunjukkan dalam Gambar atau sebagaimana yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan.
- i Pengadaan dan pemasangan *runway edge light* serta peralatan pendukungnya;
 - ii Pengadaan dan pemasangan *runway centreline light* serta peralatan pendukungnya;
 - iii Pengadaan dan pemasangan *Precision Approach Light System Category I* (PALS CAT I) dan *Sequence Flashing Light* (SQFL) *runway 07* serta peralatan pendukungnya;
 - iv Pengadaan dan pemasangan *Precision Approach Light System Category I* (PALS CAT I) dan *Sequence Flashing Light* (SQFL) *runway 25* serta peralatan pendukungnya;
 - v Pengadaan dan pemasangan *Precision Approach Path Indicator* (PAPI) *runway 07* dan *25* serta peralatan pendukungnya;
 - vi Pengadaan dan pemasangan *Runway Threshold/End Light* pada *runway 07* dan *25* serta peralatan pendukungnya;
 - vii Pengadaan dan pemasangan *Taxiway/Apron Edge Light* dan peralatan pendukungnya;
 - viii Pengadaan dan pemasangan *Taxiway Centerline Light* serta peralatan pendukungnya;
 - ix Pengadaan dan pemasangan *Exit Taxiway Centerline Light* serta peralatan pendukungnya;
 - x Pengadaan dan pemasangan *Stop Bar Light* dan peralatan pendukungnya;
 - xi Pengadaan dan pemasangan *Turn Pad Light* dan peralatan pendukungnya;
 - xii Pengadaan, pemasangan *Taxiway Guidance Sign* (TGS), dan peralatan pendukungnya;
 - xiii Pengadaan, pemasangan *Runway Guard Light* (RGL), dan peralatan pendukungnya;
 - xiv Pengadaan, pemasangan *Rotating Beacon* (ROB), dan peralatan pendukungnya;
 - xv Pengadaan, pemasangan *Wind Direction Indicator* (WDI), dan peralatan pendukungnya;
 - xvi Pengadaan, pemasangan *sirene*, dan peralatan pendukungnya;
 - xvii Pengadaan, pemasangan *Advanced Visual Docking Guidance System* (AVDGS), dan peralatan pendukungnya;

- xviii Pengadaan, pemasangan *Parking Stand/Local Coordinate Sign*, dan peralatan pendukungnya;
 - xix Pengadaan, pemasangan *Apron Flood Light*, dan peralatan pendukungnya;
 - xx Pengadaan, pemasangan *Airfield Lighting Control & Monitoring System* (ALCMS), dan peralatan pendukungnya termasuk integrasi sistem;
 - xxi Pengadaan, pemasangan *Constant Current Regulator* (CCR), dan peralatan pendukungnya;
 - xxii Pengadaan, pemasangan *pit trafo*, dan peralatan pendukungnya;
 - xxiii Pengadaan, pemasangan kabel, dan peralatan pendukungnya;
 - xxiv Pengadaan, pemasangan *grounding system*, dan peralatan pendukungnya;
 - xxv Pengadaan, pemasangan tiang, dan lampu perimeter;
 - xxvi Pengadaan, pemasangan CCTV perimeter;
 - xxvii Pengadaan dan pemasangan *Medium Voltage Main Distribution Panel* (MVMDP);
 - xxviii Pengadaan dan pemasangan *Low Voltage Main Distribution Panel* (LVMDP);
 - xxix Pengadaan dan pemasangan *Uninterruptible Power Supply* (UPS) dan Battery;
 - xxx Pengadaan dan pemasangan *Generator Diesel* (Genset) berikut tangki harian, tangki cadangan dan panel kontrol genset;
 - xxxi Pengadaan dan pemasangan *crossing* pipa *sparing* kabel;
 - xxxii Pekerjaan bangunan *sub station* 1 dan 2;
 - xxxiii Pekerjaan *Jetty Approach Light* RWY 25;
 - xxxiv *Testing* dan *comisioning*; dan
 - xxxv Kalibrasi *Precision Approach Path Indicator* (PAPI).
- b) *Airfield Ground Lighting* yang selanjutnya disingkat AGL merupakan alat bantu visual yang berfungsi membantu dan melayani pesawat terbang pada saat akan mendarat, selama tinggal landas dan melakukan *taxiing* atau pergerakan di darat agar dapat bergerak secara efisien dan aman.
- c) Fasilitas ini terdiri dari lampu-lampu khusus, yang memberikan isyarat dan informasi secara visual kepada penerbang terutama pada waktu penerbang akan melakukan pendaratan atau tinggal landas. Isyarat dan informasi visual ini disediakan dengan mengatur konfigurasi warna dan intensitas cahaya dari lampu-lampu khusus tersebut.
- d) Kebutuhan akan instalasi fasilitas AGL ditentukan menurut kelas bandar udara dan kategori dari *runway*nya.
- e) Semua fasilitas AGL ini dioperasikan dan dikendalikan secara jarak jauh dari *tower* oleh petugas *Air Traffic Control* (ATC).
- f) Operasi penerbangan meliputi dunia internasional, maka standarisasi atau pembakuan instalasi fasilitas *Airfield Lighting System* (AFL) tersebut merupakan suatu persyaratan yang sangat penting.
- g) Seperti halnya fasilitas navigasi udara, maka terhadap fasilitas AGL harus dilakukan *Flight Calibration* secara berkala, menurut prosedur dan tata cara yang juga ditetapkan oleh *International Civil Aviation Organization* (ICAO).
- h) Sesuai dengan kelas bandaranya atau juga karena keadaan cuaca pada umumnya di bandara tersebut, fasilitas AGL dapat di instalasi *high intensity*, *medium intensity* atau *low intensity*. Intensitas mengacu pada sinaran cahaya lampu-lampu dengan

step brightness yang umumnya memiliki 5 (lima) *step brightness* dari fasilitas tersebut dengan cara pengoperasian oleh petugas ATC di *tower*.

- i) Fasilitas AGL berperan penting untuk memberikan pelayanan dan bantuan bagi keselamatan operasi pesawat terbang. Maka setiap fasilitas telah didesain untuk tujuan tertentu dan masing-masing fasilitas menjadi penyumbang bagi tercapainya tujuan utamanya yaitu keselamatan penerbangan.
- j) Perencanaan yang matang dalam pemasangan AGL di bandar udara harus memperhatikan:
 - i Klasifikasi *Airfield Lighting System*;
 - ii *Utility Airfield Lighting System*;
 - iii Kehandalan Sistem;
 - iv Persyaratan Teknis; dan
 - v *Installation* Gambar.

2) Pekerjaan Spesifikasi Khusus Lain dan Seksi Lain dalam Spesifikasi Umum yang Berkaitan dengan Spesifikasi Khusus Ini

Mobilisasi	: Seksi 1.2
Transportasi dan Penanganan	: Seksi 1.5
Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	: Seksi 1.8
Kajian Teknis Lapangan (<i>Field Engineering</i>)	: Seksi 1.9
Keselamatan dan Kesehatan Kerja	: Seksi 1.19
Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK)	: SKh-1.1.22

3) Standar Rujukan

Semua persyaratan baik bahan-bahan, peralatan, cara-cara pemasangan, kualitas pekerjaan, dan lain-lain dalam hal pelaksanaan pekerjaan instalasi ini harus mengacu serta sesuai dengan standar-standar acuan sebagai berikut:

a) Standar Nasional Indonesia (SNI)

SNI 0225:2011	: Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL)
SNI 03-7015-2004	: Sistem proteksi petir pada bangunan gedung
SNI 04-6203.1-2006	: Saklar untuk instalasi listrik tetap rumah tangga dan sejenisnya – Bagian 1: Persyaratan Umum
SNI 04-3892.1-2006	: Tusuk-tusuk dan kotak-kotak untuk keperluan rumah tangga dan sejenisnya – Bagian 1: Persyaratan Umum

b) Standar Acuan Nasional

Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor KP 215 Tahun 2019	: Standar Teknis dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 (<i>Manual of Standard CASR Part 139</i>) Volume II Tempat Pendaratan dan Lepas Landas Helikopter (<i>Heliport</i>)
Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor 326 Tahun	: Standar Teknis dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 (<i>Manual of Standard CASR – Part 139</i>) Volume I Bandar

2019	Udara (Aerodrome)
Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP 114/VI/2002	: Standar Gambar Instalasi Sistem Penerangan Bandar Udara (Airfield Lighting System)
Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor PR 8 Tahun 2022	: Pedoman Teknis Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139-26 (Advisory Circular CASR Part 139-26) tentang Panduan Desain Aerodrome - Alat Bantu Visual (Aerodrome Gambar Manual – Visual Aids)

c) Standar Acuan Internasional

- Aerodrome Gambar Manual (Doc 9157-AN/901), Part 4, Visual Aid, 3rd edition;*
Aerodrome Gambar Manual Part-5 Electrical System;
Federal Aviation Administration (FAA), Advisory Circular, Heliport Gambar, AC No. 150/5390-2D, 1/5/2023;
Federal Aviation Administration (FAA), AC 150/5340-30C Gambar & Installation Detail for Airport Visual Aid, 2018;
International Civil Aviation Organization (ICAO), Annex 14, Aerodrome Volume 1, 9th edition, 2022;
International Civil Aviation Organization (ICAO), Annex 14, Aerodromes, Volume II, Heliports, 4th edition, 2013;
International Civil Aviation Organization (ICAO), Heliport Manual, Doc. 9261, 5th edition, 2021;
ASTM A123M : Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products
ISO 1461:2022 Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles — Specifications and test methods
International Electrotechnical Commission (IEC)I
- 1) IEC 61850 : *Communication networks and systems for power utility automation - ALL PARTS*
 - 2) IEC 60502-2 : *Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV) - Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV (Um = 7,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV)*
 - 3) IEC 6022 : *Conductors of insulated cables*
 - 4) IEC 60332-1 : *Tests on Electric Cables Under Fire Conditions Part 1: Test on a Single Vertical Insulated Wire or Cable*
 - 5) IEC 60332-3-22 : *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Part 3-22: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables - Category A*
 - 6) IEC 60332-3-23 : *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Part 3-23: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables - Category B*

- 7) IEC 60332-3-24 : *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Part 3-24: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables - Category C*
- 8) IEC 61439 : *The new standard for low-voltage switchgear and controlgear AsSEMBLIES*

4) Penggantian Terhadap Pekerjaan yang Tidak Memenuhi Ketentuan

Penyedia Jasa harus memenuhi seluruh lingkup pekerjaan yang dijelaskan baik dalam spesifikasi ini ataupun yang termuat dalam Gambar. Jika ketentuan ataupun kriteria yang termuat dalam Gambar tidak dapat dipenuhi oleh Penyedia Jasa, maka Penyedia Jasa wajib mengganti bahan atau peralatan tersebut tanpa ada tambahan biaya.

SKh.1.9.16.2 PERSYARATAN BAHAN

1) Runway Edge Light:

- a) *Armature : Elevated*
 - i *Type bidirectional, LED min. 33 VA - 6,6 A;*
 - ii *Warna : (white-white); (white-yellow);(yellow-white);*
 - iii *Tingkat proteksi Min. IP 55;*
 - iv *Compliance with standards : FAA/ICAO;*
 - v *Dilengkapi EMC Protection/lightning protection;*
 - vi *Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau Certificate Of Origin (COO); dan*
 - vii *Termasuk base plate.*
- b) *Fondasi sesuai Gambar*
- c) *Armature: Inset:*
 - i *Bidirectional, type LED, min. 62 VA-6,6 A;*
 - ii *Warna: (white-white); (white-yellow); (yellow-white);*
 - iii *Shallow base 12 inci;*
 - iv *Tingkat proteksi min. IP 68;*
 - v *Dilengkapi EMC Protection/lightning protection;*
 - vi *Compliance with standards: FAA/ICAO; dan*
 - vii *Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau Certificate Of Origin (COO).*
- d) *Isolating transformer:*
 - i *Elevated 45 W, 6,6/6,6 A dan Inset 65 W, 6,6/6,6 A;*
 - ii *Material berbahan thermoplastic elastomer;*
 - iii *Compliance with standards: FAA/ICAO; dan*
 - iv *Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau Certificate Of Origin (COO).*

2) Runway Centerline Light

- a) *Armature: Inset:*
 - i *Bidirectional, type LED, min. 62 VA - 6,6 A;*
 - ii *Warna: (white-white); (white-yellow); (yellow-white);*
 - iii *Shallow base 12 inci;*
 - iv *Tingkat proteksi min. IP 68;*

- v Dilengkapi EMC Protection/lightning protection;
 - vi Compliance with standards : FAA/ICAO; dan
 - vii Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau *Certificate Of Origin* (COO).
- b) *Isolating transformer*:
- i Elevated 45 W, 6,6/6,6 A dan Inset 65 W, 6,6/6,6 A;
 - ii Material berbahan *Thermoplastic elastomer*;
 - iii Compliance with standards : FAA/ICAO; dan
 - iv Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau *Certificate Of Origin* (COO).

3) PALS CAT I Runway 07 dan Runway 25

- a) *Armature Inset*:
- i Bidirectional, type LED, min. 62 VA - 6,6 A;
 - ii Warna : (white – white); (white - yellow); (yellow – white);
 - iii Shallow base 12 inci;
 - iv Tingkat proteksi min. IP 68;
 - v Dilengkapi EMC Protection/lightning protection;
 - vi Compliance with standards: FAA/ICAO; dan
 - vii Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau *Certificate Of Origin* (COO).
- b) *Tiang Approach light*:
- i Material terbuat dari *aluminium*;
 - ii Cable way runs inside;
 - iii Warna: *aviation yellow, complete base plate*;
 - iv Ketinggian menyesuaikan Gambar;
 - v Base plate dan *breakable coupling*;
 - vi Fondasi lampu sesuai Gambar;
 - vii Alignment tools for approach and SQFL armature; dan
 - viii Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau *Certificate Of Origin* (COO).
- c) *Armature Inset*:
- i Unidirectional, type LED, min. 71 VA - 6,6 A;
 - ii Warna: *white*;
 - iii Compliance with standards : FAA/ICAO;
 - iv Tingkat proteksi min. IP 68;
 - v Dilengkapi EMC Protection/lightning protection;
 - vi Diameter min. 12 inci *complete with shallow base/light base*;
 - vii Built-in voltage surge and lightning protection; dan
 - viii Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau *Certificate Of Origin* (COO).
- d) *Isolating Transformer*:
- i 65 W, 6,6/6,6 A;
 - ii Material berbahan *thermoplastic elastomer*;
 - iii Compliance with standards: FAA/ICAO; dan
 - iv Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau *Certificate Of Origin* (COO).
- e) *Sequence Flashing Light (SQFL)*
- i *Power System Control Unit*:
 - (1) Power supply: Power circuit: 400 VAC, 3 Ph, 50/60 Hz; dan
 - (2) Mode operation local and remote.
 - ii *Flash Light Elevated*:

- (1) *Power supply: 36 VAC (SELV);*
 - (2) *Power Consumption max. 20 VA;*
 - (3) *Tingkat proteksi min. IP 68; dan*
 - (4) *Compliance with standards : FAA/ICAO.*
 - iii *Flash Light Inset:*
 - (1) *Power supply : 36 VAC (SELV);*
 - (2) *Power Consumption m. 20 VA;*
 - (3) *Diameter min. 12 inci complete with shallow;*
 - (4) *Tingkat proteksi min. IP 68;*
 - (5) *Compliance with standards : FAA/ ICAO; dan*
 - (6) *Peralatan yang import dilengkapi dengan surat keterangan asal (COO).*
 - iv *Tiang SQFL:*
 - (1) *Material terbuat dari alumunium;*
 - (2) *Cable way runs inside;*
 - (3) *Warna : aviation yellow, complete base plate;*
 - (4) *Ketinggian menyesuaikan Gambar; dan*
 - (5) *Base plate dan breakable coupling.*
 - v *Fondasi sesuai Gambar*
 - vi *SQFL Transformer Panel:*
 - (1) *Bahan polycarbonat atau tahan korosi;*
 - (2) *Dimensi menyesuaikan Gambar;*
 - (3) *Tingkat proteksi min. IP 65;*
 - (4) *Memenuhi standart IEC 60 695-2-11;*
 - (5) *Class proteksi II;*
 - (6) *Ketahanan suhu -40°C hingga 120°C;*
 - (7) *Kabel masukan menggunakan beberapa pilihan untuk masukan kabel;*
 - (8) *Tipe wall mounting; dan*
 - (9) *Brand : Hensel, Legrand, Hager.*
- 4) *Precision Approach Path Indicator (PAPI)*
- a) *Box PAPI*
 - i *Type LED, min. 120 W;*
 - ii *Berikut base plate dan breackable coupling;*
 - iii *Compliance with standards: FAA/ ICAO;*
 - iv *Tingkat proteksi min. IP 55;*
 - v *Dilengkapi photometric curve; dan*
 - vi *Clino meter for adjusment PAPI.*
 - b) *Isolating transformer*
 - i *200 W, 6,6/6,6 A;*
 - ii *Material berbahan Thermoplastic elastomer;*
 - iii *Compliance with standards: FAA/ICAO; dan*
 - iv *Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau Certificate Of Origin (COO).*
 - c) *Fondasi sesuai Gambar.*

5) Runway Threshold/End Light dan Wingbar Runway 07 dan 25

a) *Runway Threshold/End Light-Inset*

i *Armature : Inset:*

- (1) *Unidirectional Type LED. min. 62 VA - 6,6 A;*
- (2) *Warna: Green;*
- (3) *Compliance with standards : FAA/ICAO;*
- (4) *Tingkat proteksi min. IP 68;*
- (5) *Dilengkapi EMC Protection/lightning protection;*
- (6) *Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau Certificate Of Origin (COO);*
- (7) *Bidirectional Type LED. min. 72 VA - 6,6 A;*
- (8) *Warna : Green – Red;*
- (9) *Compliance with standards : FAA/ ICAO;*
- (10) *Tingkat proteksi min. IP 68;*
- (11) *Kapasitas watt sesuai dengan kebutuhan Gambar;*
- (12) *Dilengkapi EMC Protection/lightning protection; dan*
- (13) *Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau Certificate Of Origin (COO).*

ii *Isolating transformer*

- (1) *65 W, 6,6/6,6 A (unidirectional) dan 100 W, 6,6/6,6 A (bidirectional);*
- (2) *Material berbahan Thermoplastic elastomer;*
- (3) *Compliance with standards : FAA/ ICAO; dan*
- (4) *Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau Certificate Of Origin (COO).*

b) *Wing bar Light*

i *Armature Elevated;*

- (1) *Unidirectional Type : LED. Min. 35 VA - 6,6 A;*
- (2) *Warna : Green;*
- (3) *Compliance with standards : FAA/ ICAO;*
- (4) *Tingkat proteksi min. IP 67;*
- (5) *Dilengkapi EMC Protection/lightning protection;*
- (6) *Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau Certificate Of Origin (COO); dan*
- (7) *Termasuk Base plate dan breakable coupling.*

ii *Isolating transformer;*

- (1) *45 VA, 6,6/6,6 A;*
- (2) *Material berbahan Thermoplastic elastomer;*
- (3) *Compliance with standards: FAA/ ICAO;*
- (4) *Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau Certificate Of Origin (COO); dan*
- (5) *Fondasi sesuai Gambar.*

c) *Runway End Light*

i *Armature Elevated:*

- (1) *Unidirectional Type : LED. min. 18VA - 6,6 A;*
- (2) *Warna: Red;*
- (3) *Compliance with standards : FAA/ICAO;*

- (4) Tingkat proteksi min. IP 67;
 - (5) Dilengkapi EMC *Protection/lightning protection*;
 - (6) Dilengkapi dengan surat keterangan asal barang atau *Certificate Of Origin* (COO); dan
 - (7) Termasuk *Base plate* dan *breakable coupling*.
 - ii *Isolating transformer*
 - (1) *Elevated* 65W, 6,6/6,6 A, *Inset Type Unidirectional* 65W, 6,6/6,6 A & *Type Bidirectional* 100W, 6,6/6,6 A;
 - (2) Material berbahan *thermoplastic elastomer*;
 - (3) *Compliance with standards*: FAA/ ICAO;
 - (4) Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau *Certificate Of Origin* (COO); dan
 - (5) Fondasi sesuai Gambar.
- 6) *Taxiway/Apron Edge Light*
- a) *Armature: Elevated*:
 - i *Omnidirectional*, LED min. 12 VA – 6,6 A;
 - ii Warna: *Blue*;
 - iii *Compliance with standards* : FAA/ICAO;
 - iv Dilengkapi EMC *Protection/lightning protection*;
 - v Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau *Certificate Of Origin* (COO); dan
 - vi Termasuk *base plate*.
 - b) *Isolating transformer*:
 - i Min. 15 W, 6,6 – 6,6A;
 - ii Material berbahan *Thermoplastic elastomer*;
 - iii *Compliance with standards*: FAA/ICAO;
 - iv Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau *Certificate Of Origin* (COO);
 - c) Fondasi sesuai Gambar.
- 7) *Taxiway Centerline Light*
- a) *Armature: Inset*:
 - i *Bidirectional, type* LED, min. 18 VA - 6,6 A;
 - ii Warna: *Green - Green*;
 - iii *Shallow base* 8”;
 - iv Tingkat proteksi min. IP 68;
 - v Dilengkapi EMC *Protection/lightning protection*;
 - vi *Compliance with standards*: FAA/ICAO; dan
 - vii Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau *Certificate Of Origin* (COO).
 - b) *Isolating transformer*:
 - i 45 W, 6,6/6,6 A;
 - ii Material berbahan *thermoplastic elastomer*;
 - iii *Compliance with standards*: FAA/ICAO; dan
 - iv Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau *Certificate Of Origin* (COO).

8) Exit Taxiway Centerline Light

- a) *Armature: Inset:*
 - i *Bidirectional, type LED, min. 18 VA - 6,6 A;*
 - ii *Warna : Green - Green;*
 - iii *Shallow base 8";*
 - iv *Tingkat proteksi min. IP 68;*
 - v *Dilengkapi EMC Protection/lightning protection;*
 - vi *Compliance with standards: FAA/ICAO;*
 - vii *Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau Certificate Of Origin (COO);*
- b) *Armature: Inset:*
 - i *Unidirectional, type LED, min. 18 VA - 6,6 A;*
 - ii *Warna: Yellow;*
 - iii *Shallow base 8";*
 - iv *Tingkat proteksi min. IP 68;*
 - v *Dilengkapi EMC Protection/lightning protection;*
 - vi *Compliance with standards: FAA/ ICAO; dan*
 - vii *Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau Certificate Of Origin (COO).*
- c) *Isolating transformer:*
 - i *45 W, 6,6/6,6 A;*
 - ii *Material berbahan Thermoplastic elastomer;*
 - iii *Compliance with standards: FAA/ ICAO; dan*
 - iv *Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau Certificate Of Origin (COO).*

9) Stop Bar Light

- a) *Armature: Elevated:*
 - i *Unidirectional, type LED, min. 13 VA - 6,6 A;*
 - ii *Warna: Red;*
 - iii *Compliance with standards: FAA/ICAO;*
 - iv *Dilengkapi EMC Protection/lightning protection;*
 - v *Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau Certificate Of Origin (COO).*
 - vi *Termasuk base plate dan breaking coupling;*
- b) *Armature: Inset:*
 - i *Unidirectional, type LED, min. 19 VA - 6,6 A;*
 - ii *Warna: Red;*
 - iii *Shallow base 8 inci;*
 - iv *Tingkat proteksi min. IP 68;*
 - v *Dilengkapi EMC Protection/lightning protection;*
 - vi *Compliance with standards: FAA/ICAO; dan*
 - vii *Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau Certificate Of Origin (COO).*
- c) *Isolating transformer*
 - i *45 W, 6,6/6,6 A;*
 - ii *Material berbahan thermoplastic elastomer;*
 - iii *Compliance with standards: FAA/ICAO; dan*
 - iv *Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau Certificate Of Origin (COO).*
- d) *Fondasi sesuai Gambar.*

10) Taxiway Guidance Sign (TGS):

- a) *Type* LED;
- b) *Compliance with standards* : FAA/ICAO;
- c) Tingkat proteksi min. IP 67;
- d) *Legend* disesuaikan kebutuhan lapangan;
- e) *Built-in surge and lightning protection*;
- f) *Complete Trafo series* sesuai dengan kapasitas daya lampu LED;
- g) Material: aluminium/polycarbonate dan tahan sinar UV;
- h) Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau *Certificate Of Origin* (COO);
- i) Termasuk *base plate, breaking coupling*, dan tiang; dan
- j) Fondasi sesuai Gambar.

11) Runway Guard Light:

- a) *Type* LED;
- b) *Compliance with standards* : FAA/ICAO;
- c) Warna: *Yellow*;
- d) *Flash rate: alternating flashes* min. 45-50 per menit;
- e) *Built-in voltage surge and lightning protection*;
- f) Menggunakan *Voltage driven*;
- g) Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau *Certificate Of Origin* (COO);
- h) Termasuk *base plate, breaking coupling*, dan tiang; dan
- i) Fondasi sesuai Gambar.

12) Wind Direction Indicator (WDI)

- a) *Compliance with standards*: FAA/ICAO;
- b) WDI available in FAA Orange or ICAO Red, White;
- c) Gambar disesuaikan dengan kebutuhan;
- d) Dilengkapi dengan lampu penerangan *type* LED 220 VAC;
- e) Dilengkapi dengan *Obstruction Light* 220 VAC, low/medium intensity;
- f) Gambar tiang sesuai standar ICAO/FAA;
- g) Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau *Certificate Of Origin* (COO); dan
- h) Fondasi sesuai Gambar.

13) Sirene

- a) *Min.* 5 HP, 3 phase;
- b) *Power input*: 3 phase 380 sd 400 VAC;
- c) Radius suara: min. 3200 ft.; dan
- d) Fondasi sesuai Gambar.

14) Rotating Beacon (ROB)

- a) *Type* LED, 220 VAC;

- b) *Compliance with standards* : FAA/ICAO;
- c) *Electrical Power* - The beacon operates on 220-240 VAC, 50Hz;
- d) Lensa warna *green - white*;
- e) *Material weatherproof*;
- f) Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau *Certificate Of Origin (COO)*; dan
- g) Fondasi sesuai Gambar.

15) *Advanced Visual Docking Guidance System (AVDGS)*

- a) *A-VDGS Specification*:
 - i Menggunakan 3D Laser Scanning untuk mendeteksi pesawat;
 - ii *Stop Position Accuracy* maks. 10 cm/4 inci;
 - iii *Stop Position Distance* maks. 8-50 m/26-164 ft;
 - iv *Azimuth Accuracy* maks. 10 cm/4 inci;
 - v *Horizontal Scanning Angle* $\pm 30^\circ$;
 - vi *Maximum separation between centerlines* 15°;
 - vii *Display type high intensity LED*;
 - viii *Data Interface* : *Ethernet* dan *FO*; dan
 - ix *IP classification* : *IP54 for armature vdgs* dan *IP65 for Operator Panel*.
- b) *SAM Safecontrol Apron Management*:
 - i *Hardware PC Management*;
 - ii *Minimum processor* 4.6 GHz ;
 - iii *Minimum Ram* 8GB;
 - iv *Operating System* minimum keluaran 2018;
 - v *A Graphical Card*;
 - vi *Mouse and Keyboard Wireless*;
 - vii *Monitor* 22 inci; dan
 - viii *Support HDMI, Display Port Connector*.

16) *Turn Pad Light*

- a) *Armature: Elevated*:
 - i *Omnidirectional, LED* min. 8,1 VA – 6,6 A;
 - ii Warna: *Blue*;
 - iii *Compliance with standards*: FAA/ICAO;
 - iv Dilengkapi *EMC Protection/lightning protection*;
 - v *Base plate*; dan
 - vi Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau *Certificate Of Origin (COO)*.
- b) *Isolating transformer*:
 - i *Min.* 15 W, 6,6 – 6,6A;
 - ii *Material* berbahan *thermoplastic elastomer*;
 - iii *Compliance with standards*: FAA/ICAO; dan
 - iv Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau *Certificate Of Origin (COO)*.
- c) Fondasi sesuai Gambar.

17) Parking Stand/Local Coordinate Sign

- a) *Sign Box*:
 - i Bahan: *Alumunium/Polycarbonat*;
 - ii *Front Panel*: *Acrylic*, warna kuning;
 - iii *Back Light*: LED 220 VAC;
 - iv Tingkat proteksi IP 54; dan
 - v Buatan: Lokal.
- b) *Tiang*:
 - i Tiang tunggal, *Hexagonal Hot Dip Galvanized* diameter 8 inci, lengkap dengan *Base Plate*; dan
 - ii Dudukan *Sign Box/Bracket* : *Hot Dip Galvanized* diameter 2 inci.
- c) Fondasi sesuai Gambar.

18) Apron Flood Light

- a) *Tiang Flood Light*:
 - i *Type* sesuai Gambar;
 - ii Standar SNI/PUIL/ASTMA123M/EN ISO 1461;
 - iii Finishing *Hot Dip Galvanized*;
 - iv Ketebalan pelat min.3 mm;
 - v Tinggi sesuai Gambar;
 - vi Dilengkapi dengan *boardess* plat;
 - vii Gambar menggunakan *motorized*
 - viii *Brand*: Pancakarya, Helori, Cigading;
 - ix Tinggi: 21 m; dan
 - x *Bottom of pole* diameter diameter 620 mm dan *top of pole* diameter diameter 280 mm.
- b) *Armature: Flood Light*:
 - i Material *armature* Alumunium;
 - ii *Type* LED min. 1250 watt;
 - iii Warna: *White*;
 - iv Tegangan input 220 - 277 VAC;
 - v Tingkat proteksi min. IP 66;
 - vi Dilengkapi dengan *photometric simulation min.* sesuai yang ditentukan pada Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor 326 Tahun 2019 atau Annex 14 Tahun 2018; dan
 - vii Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau *Certificate of Origin* (COO).

19) Obstruction Light

- a) *Armature: Elevated*:
 - i *Type* LED, *single omnidirectional low/medium intensity* 220 VAC;
 - ii Warna: *red*;
 - iii *Compliance with standards*: FAA/ ICAO;
 - iv *Comply with lightning protection requirements per Category C1* ANSI/IEEE;
 - v Material : *Aluminium/Stainless Steel*; dan

- vi Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau *Certificate Of Origin* (COO).
- b) *Lighning Protection*:
 - i *Type*: Konvensional;
 - ii *Airtermination*: Tembaga pejal min. diameter 1 inci, tinggi min. 1m berikut kedudukannya;
 - iii *Down Conductor* : Kabel NYAF 70 mm²;
 - iv Elektroda Pentanahan : Pipa *Hot Dip Galvanized* min. diameter 0.75 inci, min. 6 m dengan resistansi tanah maks. 2 Ω ; dan
 - v Bak Kontrol : Dimensi menyesuaikan Gambar.
- c) Panel *Power* dan Panel *Flood Light*:
 - i Bahan *Polycarbonat*/tahan korosi;
 - ii Dimensi dan komponen menyesuaikan Gambar;
 - iii Tingkat Proteksi min. IP 65;
 - iv Memenuhi standar IEC 60 695-2-11;
 - v *Class* proteksi II;
 - vi Ketahanan suhu -40°C hingga 120°C;
 - vii Mempunyai Sertifikat *type test* IEC 60 439-1;
 - viii Kabel masukan menggunakan *cable gland* sesuai dengan ukuran kabel;
 - ix Tipe *wall mounting & floor standing*;
 - x *Pelindung Panel dan tiang Flood Light*: sesuai Gambar; dan
 - xi *Brand* : *Hensel, Legran, Hager*.
- d) Fondasi sesuai Gambar.

20) *Airfield Lighting Control and Monitoring System (ALCMS)*

- a) *Compliance with standards*: FAA/ICAO.
- b) *Control desk Tower* menggunakan:
 - i PC ATC 1 dan PC ATC 2;
 - ii Prosesor minimal 4.6 GHz;
 - iii RAM min. 8 GB;
 - iv SSD min. 512 GB;
 - v *Graphical Card*;
 - vi *Operating System* minimal keluaran tahun 2018;
 - vii Kelengkapan *wireless keyboard, wireless mouse*;
 - viii Monitor min. 22 inci *Touchscreen* (ATC 1 dan ATC 2);
 - ix *Remote I/O*;
 - x *Communication ethernet module*;
 - xi *Relay interface*; dan
 - xii *Terminal block interface*.
- c) *Control Desk sub station SS 1, SS 2 dan Power House* menggunakan:
 - i PC *Sub station* SS 1, SS 2 dan PH;
 - ii Prosesor minimal 4.6 GHz;
 - iii RAM min. 8 GB;
 - iv SSD min. 512 GB;
 - v *Graphical Card*;
 - vi *Operating System* minimal keluaran tahun 2018;
 - vii Kelengkapan *wireless keyboard* dan *wireless mouse*;

- viii Monitor min. 22 inci;
- ix Power supply;
- x CPU PLC;
- xi Digital I/O PLC menyesuaikan jumlah *Constant Current Regulator*;
- xii *Marshaling interface*;
- xiii *Relay interface*;
- xiv *Terminal block interface*;
- xv Converter FO to ethernet communication; dan
- xvi Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau *Certificate Of Origin (COO)*.

21) Constant Current Regulator (CCR)

- a) *Compliance with standards: FAA/ICAO*;
- b) *Supply Voltage: 230 V -15 - +10%, 50 HZ, +-5%, less than 5kVA*;
- c) *Supply Voltage: 400 V -15 - +10%, 50 HZ, +-5%, from 5kVA*;
- d) Kapasitas: 4 kVA, 7,5 kVA dan 10 kVA;
- e) *Power rating: sesuai Gambar*;
- f) *Output current maks. 6,6 Ampere*;
- g) *Remote control: parallel or serial interface*;
- h) *Voltage remote control: 48V DC to 60 VDC*;
- i) *Brightness min. 5 Steps*;
- j) *Protective functions*:
 - i Open circuit; dan
 - ii Over current.
- k) *Standard functions*:
 - i Output current and voltage RMS-value;
 - ii Input voltage and frequency;
 - iii Earth fault value;
 - iv Actual power and load power factor;
 - v Thyristor element temperature;
 - vi Mode operation local remote; dan
 - vii Dilengkapi dengan surat keterangan asal atau *Certificate Of Origin (COO)*.

22) Main Distribution Panel Constant Current Regulator (CCR)

	<i>Free Standing, 2 cell</i>
Ukuran	1800 x 1600 x 700 mm
Tebal Pelat	<i>min. 18 mm</i>
Cat	<i>Powder Coating</i>
Warna	disesuaikan
Komponen	disesuaikan dengan/Gambar
Brand Komponen Utama	<i>Schneider, Siemens, ABB</i>
Brand Komponen accessories	disesuaikan

23) Pit trafo

Spesifikasi mengikuti Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP 114/VI/2002.

24) Perlengkapan Pendukung AFL

- a) *Connector Kits:*
 - i *Primary Connector Kit:*
 - (1) *Type: Primary plug connection/male female connector kit with resin;*
 - (2) *Connector Body: Rubber material/water proof plug;*
 - (3) *Ukuran: untuk kabel FL2XCY 1 x 6 mm²; dan*
 - (4) *Standar: ICAO/FAA.*
 - ii *Secondary Connector Kit;*
 - iii *Connector Body : Rubber material/water proof plug/resin: dan*
 - iv *Standar: ICAO/FAA.*
- b) *Base Plate:*
 - i *Compliance with Standards FAA/ICAO;*
 - ii *Mampu menahan tekanan jet blast;*
 - iii *Anti korosi; dan*
 - iv *Diameter coupling min. 2 inci.*
- c) *Breakable Coupling:*
 - i *Compliance with Standards FAA/ICAO; dan*
 - ii *Anti korosi.*
- d) *Low Voltage Main Distribution Panel (LVMDP):*
 - i *Standar 60076/ 61439-1/2 dan atau PUIL/SNI dan atau SPLN;*
 - ii *Type Test Panel (Certificate by KEMA, ASTA, TUV, Intertek);*
 - iii *Bahan: pelat besi;*
 - iv *Ketebalan plat min. 2 mm (standar Pabrikan/Panel Maker);*
 - v *Min. form 3B;*
 - vi *Kapasitas: sampai dengan 6300 A;*
 - vii *Tegangan: 380/400 V; 3 Phase;*
 - viii *Frekuensi: 50 Hz;*
 - ix *Tipe Free/Floor Standing;*
 - x *Busbar : Tembaga/CU (min. 99,9%) dilengkapi sertifikat;*
 - xi *Min. IP 3X;*
 - xii *Dilapisi cat powder coating dan lapisan anti karat;*
 - xiii *Dilengkapi Surge Protection Device (SPD) min. 60 kA;*
 - xiv *Top/Bottom Entry sesuai kebutuhan;*
 - xv *Dilengkapi Multipoint Digital Power Meter; dan*
 - xvi *Dapat diintegrasikan dengan Building Automation System (BAS) atau SCADA Systems.*
- e) *Uninterruptible Power Supply (UPS)*
 - i *Type : Static;*
 - ii *Kapasitas : 175-225 kVA, 3 phasa;*
 - iii *Voltage input : 380 V/400V, 50 Hz;*
 - iv *Output Power : min. 0,9;*
 - v *THDI : <3%;*
 - vi *Efficiency : min. 96%;*
 - vii *Input Cable : Bottom and top;*
 - viii *Communication Protocol;*

- ix *Static By Pass*;
- x *Over load* 60 detik : min. 150%;
- xi *Over load* 10 minut : min. 125%;
- xii *Distortion factor* (EN 62040-1);
- xiii *Linear load* : 1%
- xiv *Nonlinear load* : 3%
- f) *Battery*:
 - i Jenis : VRLA;
 - ii Tegangan : 12 VDC; dan
 - iii Kapasitas : min. 200 Ah.
- g) *Kabel*:
 - i Kabel FL2CXY, 1x6 mm², 3,6/6 kV;
 - ii NYFGbY 4x25 mm², 0,6/1 kV;
 - iii NYFGbY 4x16 mm², 0,6/1 kV;
 - iv NYFGbY/NYRGbY 4x10 mm², 0,6/1 kV;
 - v NYY 3x6 mm², 0,6/1 kV;
 - vi NYY 5x2,5 mm², 0,6/1 kV;
 - vii NYY 3x2,5 mm², 0,6/1 kV;
 - viii NYY (flexibel)/NYYHY 2x4 mm², 0,4/0,75 kV;
 - ix NYYAF 1x6 mm²;
 - x BC 50 mm²;
 - xi BC 16 mm²;
 - xii *Fibre Optic*; dan
 - xiii *Brand* : Kabel Metal Indonesia, Kabelindo, Supreme.
- h) *Pipa Sparing*:
 - i *Hot Dip Galvanized* Ø 2 inci;
 - ii PVC AW Ø 2 inci; dan
 - iii PVC AW Ø 6 inci.
- i) *Grounding system*:
 - i *Hot Dip Galvanized* Ø ½ inci;
 - ii *Copper Rod* Ø ½ inci;
 - iii BC 50 mm²; dan
 - iv Bak kontrol sesuai Gambar.

25) *Tiang dan Lampu Perimeter*

- a) *Tiang Perimeter*:
 - i *Type* sesuai Gambar;
 - ii Standar SNI/PUIL/ASTMA123M/EN ISO 1461;
 - iii *Finishing hot dip galvanized*;
 - iv Tinggi: 5 m;
 - v Tiang tunggal Hexagonal;
 - vi *Single arm*: 1 m; dan
 - vii *Brand* : Panca Karya, Helori, Cigading.
- b) *Armature*
 - i *Type* LED Min. 40 watt;
 - ii Warna: *White*;

- iii Tegangan input 220-240 VAC;
- iv Tingkat proteksi min. IP 66; dan
- v Fondasi sesuai Gambar.

26) CCTV Perimeter

- a) *Main CCTV c/w:*
 - i OTB 48 core x 4 unit; dan
 - ii Access switch 24 V SFP x 4 unit.
- b) *Camera Outdoor type Fixed Bullet IP Camera* lengkap tiang dan aksesoris.
- c) *Box Panel Outdoor* ukuran 800 x 600 x 300 mm.
- d) *Panel Server Room: masing-masing panel outdoor CCTV:*
 - i Cable FO 24 core single mode; dan
 - ii Switch Hub.
- e) Kabel Data STP Cat 6 PVC Hi-Conduit Ø 20mm.
- f) *Bracket CCTV Outdoor.*

27) Medium Voltage Main Distribution Panel (MVMDP)

- a) *Incoming Panel:*
 - i 24 KV, 630 A, Motorized VCB;
 - ii 3x24 KV Current Transformer;
 - iii Arc Test Current 20 KA, 3 sec;
 - iv Protection relay (komplit);
 - v Digital Power Meter;
 - vi Voltage Indicator;
 - vii 1xCT Test Terminal; dan
 - viii 24 KV, 10 A, Lightning arrester.
- b) *Outgoing Feeder:*
 - i 24 KV, 630 A, Motorized VCB;
 - ii 3x24 KV Current Transformer;
 - iii Arc Test Current 20 KA, 3 sec.;
 - iv Protection relay (komplit);
 - v Digital Power Meter;
 - vi Earthing Switch;
 - vii Voltage Indicator; dan
 - viii 1xCT Test Terminal.
- c) *Transformer Feeder:*
 - i 24 KV, 630 A, Motorized VCB;
 - ii 3x24 KV Current Transformer;
 - iii Arc Test Current 20 KA, 3 sec.;
 - iv Protection relay;
 - v Digital Power Meter;
 - vi Earthing Switch;
 - vii Voltage Indicator; dan
 - viii 1xCT Test Terminal.

- d) *Bus Metering*:
- i Dilengkapi VT (3 unit) *withdrawable* 20/V3 // 0.1/V3-0.1/V3 kV, 20VA cl. 3P, 20VA Cl. 0.5 dan *Fuse*;
 - ii *Volt Meter*;
 - iii 1xCT *Test Terminal*; dan
 - iv Dilengkapi *Humidity Sensor*.

28) *Low Voltage Main Distribution Panel (LVMDP)*

- a) LVMDP:
- i H2100 xW800 xD1000mm;
 - ii Standar IEC 61439-1/2;
 - iii Steel FS *Cat* Ral 7032, IP42;
 - iv *Min. Form* 4B;
 - v Kapasitas : sampai dengan 630 A;
 - vi Tegangan : 380/400 V ; 3 *Phase*;
 - vii Frekuensi : 50 Hz;
 - viii Tipe *Free/Floor Standing*;
 - ix *Top/Bottom Entry* sesuai kebutuhan;
 - x Dilengkapi *Multipoint Digital Power Meter*; dan
 - xi *Colour* sesuai Gambar pabrikasi.
- b) *Outgoing Breaker*:
- i *Surge Arrester* 100kA (1 Set);
 - ii CT 400/5A (3 *Pcs*);
 - iii MCCB 4P, 320A - 800A, 70kA (1 *Pcs*);
 - iv MCCB 4P, 100A - 250A, 50kA (3 *Pcs*);
 - v MCCB 4P, 40A - 100A, 36kA (3 *Pcs*);
 - vi MCB 4P, 25A, 15kA (2 *Pcs*);
 - vii MCB 4P, 10A, 15kA (2 *Pcs*); dan
 - viii MCB 2P, 10A, 15kA (3 *Pcs*).

29) *Uninterruptible Power Supply (UPS)*

- a) UPS:
- i *Type: Static*;
 - ii Kapasitas : 100 kVA, 3 *phasa*;
 - iii *Voltage input*: 380 V/400V, 50 Hz;
 - iv *Output Power*: min. 0,9;
 - v *THDI*: < 3%;
 - vi *Efficiency*: min. 96%;
 - vii *Input Cable: Buttom and Up*;
 - viii *Communication Protocol*;
 - ix *Static By Pass*;
 - x *Over load 10 second*: min. 150%;
 - xi *Over load 10 minute*: min. 125%;
 - xii *Distortion factor* (EN 62040-1);
 - xiii *Linear load*: 1 %; dan

xiv *Nonlinear load: 3%.*

b) *Battery*

- i *Otonomy 30 menit untuk UPS 100 - 125 kVA;*
- ii *Jenis: VRLA;*
- iii *Tegangan: 12 VDC; dan*
- iv *Kapasitas: min. 200 Ah.*

30) *Generator Diesel*

a) *Genset:*

- i *Type: Silent; dan*
- ii *Kapasitas min. 200 kVA.*

b) *Tangki Harian:*

- i *Material: Mildsteel SS400;*
- ii *Dimensi: Standar;*
- iii *Kapasitas: min. 500 liter; dan*
- iv *Aksesoris: Fuel Pump, inlet, outlet, drain, ventilasi dan level sight control.*

c) *Tangki Cadangan:*

- i *Material: Mildsteel SS400;*
- ii *Dimensi: Standar;*
- iii *Kapasitas: min: 5000 liter; dan*
- iv *Aksesoris: Fuel Pump, Tangga, kaki, inlet, outlet, drain, ventilasi dan level sight control.*

d) *Panel Kontrol Genset (PKG):*

- i *Dimensi: Standar Pabrik;*
- ii *Box Free Standing, Cat. Powder Coating; dan*
- iii *Steel FS Cat Ral 7032, IP42.*

e) *Incoming:*

- i *MCB 4P-200A, 50kA;*
- ii *DC Ampere 0- 30A;*
- iii *DC Volt Meter 0- 20V;*
- iv *Digital meter;*
- v *KWH Meter Analog 3P;*
- vi *CT 250/5A;*
- vii *Selector Switch 2 posisi;*
- viii *Buzzer Sirine 24VDC;*
- ix *Battery Charger 220VAC, 24 VDC, 20A;*
- x *Control Relay;*
- xi *Emergency Stop;*
- xii *Pilot Lamp Led 220V AD22-22;*
- xiii *Push Button;*
- xiv *Fuse 6A, 10x38;*
- xv *MCB 1P-4,5kA, 6 A (iK60a);*
- xvi *MCB 2P-6kA, 6 A (iC60N);*
- xvii *MCB 3P-4,5kA, 6 A (iK60a);*
- xviii *Main CutBar RSTN (10x200); dan*
- xix *Material For Assembling.*

SKh.1.9.16.3 PELAKSANAAN

1) Runway Edge Light

Pemasangan lampu mengacu kepada Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP 114/VI/2002 di pasang sepanjang tepi *runway* dengan jarak antara lampu adalah 60 m. Pemasangan jenis lampu *elevated* maupun *inset* dengan *armature bidirectional* (*white-white*), (*white-yellow*), maupun (*yellow-yellow*) disesuaikan dengan Gambar. Kabel yang digunakan dari *Constant Current Regulator* (CCR) FL2XCY 1x6 mm² kabel ini adalah kabel primer/utama terdiri dari 2 (dua) *circuit*, kabel untuk *circuit* 1 disambungkan ke *Constant Current Regulator* (CCR) yang berada di *sub station* 1 (SS 1) sedangkan untuk *circuit* 2 disambungkan ke *Constant Current Regulator* (CCR) yang berada di *sub station* 2 (SS2).

a) Aplikasi

- i *Runway edge light* harus disediakan untuk *runway* yang diperuntukkan pada malam hari atau untuk *precision approach runway* yang digunakan di siang atau malam hari.
- ii *Runway edge light* harus ditempatkan di sepanjang *runway* dan dalam dua deret paralel dengan jarak yang sama dari garis tengahnya.
- iii *Runway edge light* harus ditempatkan di sepanjang tepi *area* yang dinyatakan sebagai *runway* atau diluar dari bagian pinggir tempat tersebut pada jarak yang tidak lebih dari 3 m.
- iv Lampu harus ditempatkan pada jarak yang sama untuk satu deret dengan interval tidak boleh lebih dari 60 m. Cahaya di sisi seberang dari garis tengah *runway* harus berada pada garis yang merupakan sudut siku dari sumbu. Pada persimpangan *runway*, cahaya bisa ditempatkan secara tidak teratur, atau dihilangkan, selama petunjuk yang memadai tetap tersedia untuk penerbang.
- v *Runway edge light* haruslah lampu permanen yang memancarkan variabel dari warna putih, kecuali bahwa: Lampu-lampu pada bagian 600 m atau sepertiga dari panjang *runway*, yang mana yang bernilai lebih kecil, di ujung terjauh dari sebuah ujung *runway* dan dimana awal pacuan untuk lepas landas dimulai, bisa menunjukkan warna kuning.
- vi *Runway edge light* haruslah terlihat dari semua sudut di azimuth yang diperlukan untuk memberikan petunjuk kepada pilot yang akan melakukan pendaratan atau lepas landas ke arah mana saja. Ketika cahaya tepi *runway* ditujukan untuk memberikan petunjuk berputar, maka cahaya ini harus terlihat pada semua sudut azimuth.
- vii Untuk semua sudut azimuth yang dipersyaratkan seperti dalam KP.326 tahun 2019, *runway edge light* harus terlihat pada semua sudut hingga 15° di atas horizontal dengan intensitas yang memadai untuk kondisi visibilitas dan cahaya sekitar dimana memang diperuntukkan untuk penggunaan *runway* untuk lepas landas atau mendarat. Dalam situasi apapun, intensitas setidaknya harus kurang dari 50Cd kecuali di sebuah bandara yang tanpa adanya penerangan luar, maka intensitas cahaya bisa dikurangi tapi tidak kurang dari 25Cd agar tidak menyilaukan penerbang.

b) Pemasangan Lampu

- i Pemasangan Lampu *Elevated*

Lampu ini di pasang di sepanjang sisi *runway* dimana untuk lampu *elevated* dipasang dengan jarak 2,5 m dari tepi *runway* dan jarak antar lampu 60 m.

ii Pemasangan Fondasi Lampu

Fondasi lampu dengan ukuran sesuai desain dengan ketinggian Fondasi lampu dari *paved shoulder* maks. 2 cm.

iii Pemasangan Lampu *Inset*

- (1) Lampu *inset* dipasang di bawah aspal segaris dengan lampu *elevated* dan jarak antar lampu 60 m. Untuk kedudukan *armature* lampu menggunakan *shallow base* diameter 12 inci yang ditanam di bawah aspal. Lampu *inset* ini dipasang pada area *runway* yang terdapat aspal *turning pad* atau yang berpotongan dengan *taxiway*, sebelum lampu *inset* dipasang terlebih dahulu dipasang pipa *galvanized* di lapisan AC Base sesuai dengan Gambar dimana *pit trafo* ke lampu *inset*, pipa ini diperuntukan untuk kabel sekunder dan kabel *grounding* dari trafo ke lampu.
- (2) Pemasangan pipa dan kabel sekunder ini harus benar-benar presisi, karena setelah pipa ditanam seterusnya *runway* diaspal sampai sesuai ketebalan perkerasan desain.
- (3) Sebelum lampu *inset* dipasang terlebih dahulu titik lampu yang sudah ditanam dilakukan *coring* aspal dengan diameter yang disesuaikan dengan diameter *shallow base*. Setelah *shallow base* sudah pada posisi yang benar, maka selanjutnya *shallow base* dicor dengan menggunakan *chemical grouting*.

c) Pemasangan *Pit trafo* dan Kelengkapannya

i Pemasangan *Pit trafo* dan kelengkapannya mengacu kepada SKEP.114-VI-2002.

ii *Pit trafo* pada setiap lampu *runway edge* harus disediakan dan ukuran *pit trafo* yaitu *size 1* (dapat dilihat dalam Gambar).

(1) *Isolating transformer*

Isolating transformer ini diletakan di atas penyangga (minimal besi) yang berada di dalam *pit trafo*.

(2) Pipa PVC AW/*Galvanized*

Pipa PVC AW/*Galvanized* dipergunakan untuk pelindung kabel sekunder dan kabel *grounding* dari trafo ke lampu. Untuk jenis lampu *elevated* menggunakan pipa PVC, sedangkan untuk lampu jenis *inset* menggunakan pipa *galvanized* dengan ukuran pipa masing-masing 2 inci.

(3) Kabel

- (a) Kabel FL2XCY 1 x 6 mm², kabel ini adalah kabel primer, utama terdiri dari 2 (dua) *circuit*, kabel ini disambungkan dari masing-masing *Constant Current Regulator* (CCR) yang berada di *sub station 1* (SS 1) untuk *circuit 1* dan *sub station 2* (SS 2) untuk *circuit 2* ke *isolating transformer* yang berada di *pit trafo*, sambungan kabel dari dan ke *isolating transformer* menggunakan *primary connector kit*.

- (b) Kabel NYHYH/YY Flexible, 2x4 mm² digunakan sebagai kabel sekunder dari *isolating transformer* ke lampu menggunakan *secondary connector kit*.
- (c) Kabel NYAF 6 mm², digunakan sebagai kabel *ground* dari lampu ke *isolating transformer*, sambungan kabel dari *trafo* ke lampu.
- (d) Kabel BC 16 mm², digunakan sebagai kabel *ground* dari *isolating transformer* ke *pit trafo*.
- (e) Kabel BC 50 mm², digunakan sebagai kabel *grounding* utama.

2) Runway Centerline Light

a) Aplikasi

- i *Runway centerline lights* haruslah lampu tetap yang menunjukkan variasi sinar putih dari *threshold* hingga titik 900 m dari ujung *runway*; bergantian antara sinar merah dan variasi sinar putih dari 900 m ke 300 m dari ujung *runway*; dan merah dari 300 m ke ujung *runway*, kecuali jika *runway* yang digunakan panjangnya kurang dari 1.800 m, dimana bergantiannya sinar merah dan variasi sinar putih diperpanjang dari titik tengah *runway* yang digunakan untuk pendaratan hingga ke 300 m dari ujung *runway*.
- ii *Runway Centerline Lights* merupakan peralatan AGL System Category I, dengan jarak antar lampu 30 m sepanjang *runway* (3000 m) yang diinstalasi 0,6 m dari marka *center line runway* dengan jarak disesuaikan dengan aturan yang berlaku.
- iii Dalam memasang lampu *center line runway* ini harus disiapkan pipa galvanis untuk sparing kabel sekunder dengan jalur sparing ini tegak lurus dengan *center line runway* sepanjang lebar *runway* ditambah lebar *pavement shoulder*. Pipa sparing kabel ini harus dikerjakan bersamaan pembangunan *runway* agar tidak terjadi *cuting runway* yang bisa menurunkan kekuatan struktur *runway*. Dalam memasang pipa sparing kabel ini juga harus diberi tanda atau marking titik lampu *runway centerline* sesuai Gambar, sehingga ketika melakukan *coring* lampu *runway centerline* ditemukan jalur kabel di bawahnya pada percobaan pertama. Pipa sparing ini juga harus disiapkan alat pancing berupa tali atau kawat baja untuk memasukan kabel sekunder lampu.
- iv *Armature Runway Centerline light* dipasang pada *shallow base* dengan ukuran diameter 8 inci dengan kedalaman *boring* tidak melebihi 150 mm atau sesuai produk lampu yang ditawarkan. Kabel sekunder dipasang bersamaan dengan pemasangan lampu dan dimasukkan ke dalam pipa sparing yang sudah disiapkan saat pembangunan *runway*.
- v *Isolating transformer* harus ditempatkan pada *pit trafo* yang berada di sisi bahu landasan yang diperkeras. Ukuran *pit trafo* yaitu size 1 (SKEP.114).
- vi Pemasangan *armature runway centerline light* harus mengikuti prosedur yang terdapat pada *instalation manual* dari suplier lampu AGL.

b) Pemasangan *Pit trafo* dan Kelengkapannya

Pemasangan *Pit trafo* dan kelengkapannya mengacu kepada SKEP.114-VI-2002. *Pit trafo* pada setiap lampu *runway centerline* harus disediakan dan ukuran *pit trafo* yaitu size 1 (dapat dilihat dalam Gambar), pada masing-masing trafo

dilengkapi dengan kabel *tray*, kabel *tray* ini dipergunakan untuk tempat *isolating transformer*.

i *Isolating transformer*

Isolating transformer ini diletakan di atas penyangga (minimal besi) yang berada di dalam *pit trafo*.

ii *Pipa Galvanized*

Pipa *Galvanized* dengan ukuran diameter 1,5 inci dipergunakan untuk pelindung kabel sekunder dan kabel *grounding* dari trafo ke lampu.

iii *Kabel*

- (1) Kabel FL2XCY 1 x 6 mm², kabel ini adalah kabel primer utama terdiri dari 2 (dua) *circuit*, kabel ini disambungkan dari masing-masing *Constant Current Regulator* (CCR) yang berada di *sub station* 1 (SS 1) untuk *circuit* 1 dan *sub station* 2 (SS 2) untuk *circuit* 2 ke *isolating transformer* yang berada di *pit trafo*, sambungan kabel dari dan ke *isolating transformer* menggunakan *primary connector kit*.
- (2) Kabel NYHYH/YYY *Flexibel*, 2x4 mm² digunakan sebagai kabel sekunder dari *isolating transformer* ke lampu menggunakan *secondary connector kit*.
- (3) Kabel NYAF 6 mm², digunakan sebagai kabel *ground* dari lampu ke *isolating transformer*, sambungan kabel dari trafo ke lampu.
- (4) Kabel BC 16 mm², digunakan sebagai kabel *ground* dari *isolating transformer* ke *pit trafo*.
- (5) Kabel BC 50 mm², digunakan sebagai kabel *grounding* utama.

3) Pemasangan Lampu Approach PALS CAT.I

Pemasangan dan konfigurasi lampu ini mengacu kepada SKEP.114-VI-2002

a) Aplikasi

- i Lampu *Approach PALS CAT I* yang dipasang masing-masing pada *runway* awal dan *runway* akhir terdiri dari 30 bar dengan setiap bar terdiri dari 5 (lima) buah lampu dan 1 (satu) *cross bar* terdiri dari 2 *wing bar* (kiri dan kanan), dimana *cross bar* ini dipasang pada jarak 300 m dari *threshold* dan masing-masing *cross bar* terdiri dari 8 (delapan) buah.
- ii Lampu *elevated* terpasang dengan tiang Aluminium sesuai dengan kondisi kontur tanah di lapangan dan hal ini dapat dilihat pada Gambar pemasangan lampu *approach*. Lampu *approach* dengan jenis *inset* terdapat 2 (dua) bar yaitu pada 29 dan 30, sedangkan jenis *elevated* terdiri dari 28 bar, yaitu dari bar 1 sampai dengan bar 28, ketentuan lainnya dapat dilihat pada Gambar.

b) Jenis lampu *approach*

- i *Precision approach category I lighting system* harus terdiri dari sederet lampu pada *centerline runway* yang diperpanjang, hingga jarak 900 m dari *threshold runway* dengan sederet lampu membentuk *cross bar* sepanjang 30 m pada jarak 300 m dari *threshold runway*.
- ii Jarak antara lampu pada masing-masing *cross bar* (*barrete*) adalah 1,25 m, sedangkan jarak antara lampu pada *wing cross bar* 1,5 m, sedangkan rentang (*gap*) antara lampu *barrete* terluar dengan lampu *cross bar* terdalam 2 m.

Wing cross bar di tempatkan pada urutan lampu *cross bar* ke 21 atau 300 m jarak dari *threshold*. Bentang jarak lampu *cross bar* (*barrete*) 5 m, sedangkan bentang lampu keseluruhan pada *cross bar* dan *wing bar* adalah 30 m (sesuai dengan Gambar). Lampu yang membentuk *centerline* harus ditempatkan pada jarak interval *longitudinal* sebesar 30 m dengan lampu paling dalam berjarak 30 m dari *threshold*.

(1) *Elevated*

Lampu *cross bar* (*barrete*) *elevated* terdiri dari lampu *cross bar* (*barrete*) dimulai dari nomor urut 1 sampai dengan nomor urut 28. Pemasangan lampu ini menggunakan tiang dan Fondasi sesuai spesifikasi yang sudah ditentukan dan ketinggian tiang serta Fondasi lampu mengikuti gambar desain. Lampu-lampu *elevated* dipasang dengan tiang Aluminium di atas Fondasi sesuai dengan kondisi kontur tanah di lapangan dan hal ini dapat dilihat pada Gambar pemasangan lampu *approach*.

(2) *Inset*

Lampu *cross bar* (*barrete*) *inset* terdiri dari lampu *cross bar* (*barrete*) dengan urutan nomor 29 dan 30, dimana lampu *inset* ini dipasang pada area aspal, sedangkan untuk jalur kabel sekunder pada masing-masing lampu menggunakan pipa galvanis diameter 1,5 inci.

Lampu-lampu *inset* dipasang di bawah permukaan aspal dilengkapi dengan *shallow base* dan hal ini dapat dilihat pada gambar detail rencana pemasangan lampu *approach*.

c) Penyetelan Sudut Lampu

Masing-masing bar pada lampu *approach* harus disetel sudut-sudut kemiringannya, penyetelan ini umumnya dimulai dari bar lampu:

- i 1 sampai dengan 10;
- ii -11 sampai dengan 20;
- iii -21 sampai dengan 25; dan
- iv -25 sampai dengan 30.

Besaran sudut kemiringan lampu *approach* disesuaikan dengan kondisi di lapangan atau sesuai petunjuk pabrikan.

d) Konfigurasi *Circuit* Lampu

Lampu *approach cat. I* terdiri dari 30 bar (*barrete*) lampu dengan jarak antara bar 30 m dan jarak terdekat dari *threshold* 30 m. Center line dan lampu *cross bar* pada *precision approach lighting system cat. I* harus merupakan lampu permanen yang memancarkan variabel warna putih dan untuk *source power* lampu terdiri dari 2 *circuit* sebagai berikut:

- i Lampu *cross bar* dengan urutan nomor ganjil mendapatkan *source* dari *circuit* 1, sedangkan yang urutan genap mendapatkan *source circuit* 2.
- ii Lampu *wing cross bar* (kiri dan kanan) mendapatkan *source circuit* sesuai SKEP 114.

4) Pemasangan Lampu Sequence Flashing Light (SQFL)

Setiap lampu *flashing* harus berkedip, dimulai dari lampu paling luar dan terus bergerak ke arah *threshold* hingga ke lampu paling dalam dari sistem. Desain dari

sirkuit listriknya haruslah sedemikian rupa sehingga lampu-lampu ini bisa beroperasi secara independen dari lampu lainnya yang ada di *approach lighting system*.

Lampu *SQFL* ini ditempatkan di depan lampu *centreline cross bar (barrete)* dengan jarak min. 40 cm.

Kabel *power* untuk *SQFL* ini menggunakan kabel dengan jenis NYFGbY dengan ukuran kabel disesuaikan dengan desain. Kabel *power* ini disambungkan dari panel CCR yang berada di masing-masing *sub station*, dimana untuk *SQFL runway* awal disambungkan ke panel CCR yang berada di SS1 dan untuk *SQFL runway* akhir disambungkan ke panel CCR yang berada di SS2

5) Precision Approach Path Indicator (PAPI)

Pemasangan PAPI ada di sisi kiri kedua *runway* (*runway* awal dan akhir), jarak letak titik box PAPI terhadap *threshold* harus dihitung dan disesuaikan dengan kondisi *runway* yang sesuai dengan KP.326 tahun 2019.

a) Pemasangan *box* PAPI

Box PAPI dipasang di atas Fondasi dengan ukuran sesuai desain. Jarak letak *box* PAPI dari ujung *runway* harus dihitung dan tata cara perhitungan ini dapat dilihat pada KP.326 tahun 2019 dan pada Annex 14 - *Aerodrome Gambar Manual Volume 1 (Gambar and Operations)*;

b) Pemasangan Fondasi Box PAPI

Fondasi *box* PAPI dengan ukuran sesuai dengan desain dan dilengkapi dengan *breakable coupling*.

c) Pembuatan *Ground Slab*

Ground slab di buat sejajar dengan Fondasi *box* PAPI dengan jarak 10 m dari Fondasi PAPI, detail dan ukurannya sesuai desain.

d) Pemasangan *Pit trafo* dan Kelengkapannya

Pemasangan *Pit trafo* dan kelengkapannya mengacu kepada SKEP.114-VI-2002. *Pit trafo* pada setiap *box* PAPI harus disediakan dengan ukuran *pit trafo* yaitu *size 1* (dapat dilihat dalam gambar rencana), pada masing-masing trafo dilengkapi dengan penyangga (minimal besi), penyangga ini dipergunakan untuk tempat *isolating transformer*.

i *Isolating transformer*

Isolating transformer ini diletakan di atas *tray* yang berada di dalam *pit trafo*.

ii Pipa PVC

Pipa PVC dipergunakan untuk pelindung kabel sekunder dan kabel *grounding* dari trafo ke lampu. dengan ukuran pipa masing-masing 1,5 inci.

e) Kabel

i Kabel FL2XCY 1 x 6 mm², kabel ini adalah kabel primer utama terdiri dari masing-masing *circuit*, yaitu PAPI *runway* 07 didapat dari SS 1 dan PAPI *runway* 25 dari SS 2. Kabel untuk kedua *circuit* ini disambungkan dari masing-masing *Constant Current Regulator (CCR)* yang berada di *sub station* 1 (SS 1) dan *substation* 2 (SS 2) ke *isolating transformer* yang berada di *pit trafo*, sambungan kabel dari dan ke *isolating transformer* menggunakan *primary connector kit*.

- ii Kabel NYYHY/NYY Flexibel, 2x4 mm² digunakan sebagai kabel sekunder dari *isolating transformer* ke lampu menggunakan *secondary connector kit*.
- iii Kabel NYAF 6 mm², digunakan sebagai kabel *ground* dari lampu ke *isolating transformer*, sambungan kabel dari trafo ke lampu.
- iv Kabel BC 16 mm², digunakan sebagai kabel *ground* dari *isolating transformer* ke *pit trafo*.
- v Kabel BC 50 mm², digunakan sebagai kabel *grounding* utama.

6) Runway Threshold/End Light dan Wingbar Runway Awal dan Akhir

Lokasi *runway threshold lights* berada di ujung sebuah *runway*, lampu *threshold* harus ditempatkan dalam sebuah deretan dengan sudut siku terhadap sumbu *runway* sedekat mungkin dengan bagian ujung *runway* dengan jarak sesuai desain di luar daerah ujung *runway* tersebut.

a) *Runway Threshold/End Light - Inset*

Runway Threshold/End Light - Inset dipasang *inset* atau *surface* di ujung *runway* dengan konfigurasi antara *runway threshold light* dengan *runway end light* serta *circuitnya* sesuai dengan desain.

- i Dalam memasang *Threshold* atau *End Light - Inset* ini harus disiapkan pipa galvanis minimal ukuran diameter 1,5 inci untuk sparing kabel sekunder. Pipa sparing kabel ini harus dikerjakan bersamaan pembangunan *runway* agar tidak terjadi *cutting runway* yang bisa menurunkan kekuatan struktur *runway*. Dalam memasang pipa sparing kabel ini juga harus diberi tanda atau *marking* titik lampu *Threshold* atau *End* sesuai desain, sehingga sekali melakukan boring lampu *Threshold* atau *End* langsung ditemukan jalur kabel di bawahnya. Pipa sparing ini juga harus disiapkan alat pancing berupa tali atau kawat baja untuk memasukan kabel sekunder lampu.
- ii *Armature Threshold* atau *End Light* dipasang pada *shallow base* dengan ukuran diameter 12 inci dengan kedalaman sesuai desain. Kabel sekunder dipasang dan dimasukan ke dalam pipa sparing yang sudah disiapkan saat pembangunan *runway*.
- iii *Isolating transformer* harus ditempatkan pada *pit trafo* yang berada di luar bidang landasan yang diperkeras. Ukuran *pit trafo* yaitu *size 3* (SKEP.114).
- iv Pemasangan *armature Threshold* atau *End Light* harus mengikuti prosedur yang terdapat pada *instalation manual* dari suplier lampu AGL.

b) *Wing bar*

Wing bar lights harus ditempatkan secara simetris di sekitar garis tengah *runway* di *threshold* dalam dua kelompok sesuai desain. Setiap *wing bar* akan dibentuk dari lima lampu dengan jarak sesuai dengan desain.

i Pemasangan *Pit trafo* dan Kelengkapannya

Pemasangan *Pit trafo* dan kelengkapannya mengacu kepada SKEP.114-VI-2002.

Pit trafo pada setiap lampu *Threshold* atau *End* harus disediakan dan ukuran *pit trafo* yaitu *size 3* (dapat dilihat dalam gambar rencana), pada masing-masing trafo dilengkapi dengan penyangga (minimal besi), yang dipergunakan untuk tempat *isolating transformer*.

ii *Isolating Transformer*

Isolating transformer ini diletakan di atas tray yang berada di dalam *pit trafo*.

c) *Pipa Galvanized*

Pipa Galvanized dengan ukuran inci 1,5 inci dipergunakan untuk pelindung kabel sekunder dan kabel *grounding* dari trafo ke lampu *inset*, sedangkan untuk lampu *elevated* menggunakan pipa PVC diameter 1,5 inci.

Kabel

- i Kabel FL2XCY 1 x 6 mm², kabel ini adalah kabel primer terdiri dari 2 (dua) *circuit*, kabel ini disambungkan dari *circuit runway edge light*, untuk *wing bar runway* 07 disambungkan dari *circuit PALS runway* 07 dan *circuit PALS runway* 25 ke *isolating tranformer* yang berada di *pit trafo size* 3, sambungan kabel dari dan ke *isolating transformer* menggunakan *primary connector kit*.
- ii Kabel NYHYH/YYY *Flexibel*, 2x4 mm² digunakan sebagai kabel sekunder dari *isolating transformer* ke lampu menggunakan *secondary connector kit*.
- iii Kabel NYAF 6 mm², digunakan sebagai kabel *ground* dari lampu ke *isolating transformer*, sambungan kabel dari trafo ke lampu.
- iv Kabel BC 16 mm², digunakan sebagai kabel *ground* dari *isolating transformer* ke *pit trafo*.
- v Kabel BC 50 mm², digunakan sebagai kabel *grounding* utama.

7) *Taxiway/Apron/Turn Pad Edge Lights*

Taxiway/Apron/Turn Pad edge lights harus disediakan di tepi-tepi *runway/Apron/ turn pad* yang diperuntukkan untuk digunakan di malam hari.

Taxiway edge lights harus disediakan pada *runway* yang membentuk bagian dari rute pergerakan standar dan diperuntukkan untuk kegiatan pergerakan di malam hari dimana *runway* tidak dilengkapi dengan *taxiway centerline lights*.

- a) *Taxiway edge lights* pada bagian *taxiway* yang lurus dan pada *runway* yang membentuk bagian dari rute pergerakan standar hendaknya diberi jarak dengan interval *longitudinal* (memanjang) yang seragam dan tidak lebih dari 60 m. Lampu-lampu pada kurva hendaknya ditempatkan pada jarak tidak kurang dari 60 m sehingga indikasi akan adanya kurva dengan jelas bisa diberikan atau disesuaikan dengan Gambar dalam gambar.
- b) *Taxiway edge lights* hendaknya adalah lampu tetap berwarna biru. Pencahayaan hendaknya terlihat pada 75° di atas horizontal dan di semua sudut di azimuth yang diperlukan untuk menyediakan petunjuk kepada seorang pilot yang sedang melakukan *taxiing* ke salah satu arah. Pada *intersection*, *exit* atau kurva, lampu harus ditutup sebisa mungkin untuk dilakukan sehingga tidak terlihat dalam semua sudut di azimuth yang nantinya bisa disalahpahami sebagai lampu yang lain.
- c) Pemasangan lampu dan kelengkapannya mengacu kepada SKEP.114-VI-2002. *Taxiway Edge Light* di pasang di sepanjang tepi *taxiway* dengan jarak antara lampu berbeda-beda dan disesuaikan dengan desain. Kabel yang digunakan dari *Constant Current Regulator* (CCR) FL2XCY 1 x 6 mm², kabel ini adalah kabel primer/utama terdiri dari 2 (dua) *circuit*, kabel pada *circuit* 1 disambungkan ke *Constant Current Regulator* (CCR) yang berada di *sub station* 1 (SS 1) dan kabel pada *circuit* 2 disambungkan ke *Constant Current Regulator* (CCR) yang berada di *substation* 2 (SS 2).

- i Pemasangan Lampu *Taxiway Edge*
Lampu *Taxiway Edge* ini di pasang di sepanjang sisi *taxiway* dengan jarak 1,5 m dari tepi *taxiway* dan jarak antar lampu berbeda-beda dan disesuaikan dengan Gambar.
- ii Pemasangan Fondasi Lampu
Fondasi lampu dengan ukuran sesuai desain dengan ketinggian Fondasi lampu dari *paved shoulder* maks. 2cm.
- iii Pemasangan *Pit trafo* dan Kelengkapannya
Pemasangan *Pit trafo* dan kelengkapannya mengacu kepada SKEP.114-VI-2002.
Pit trafo pada setiap lampu *runway edge* harus disediakan dan ukuran *pit trafo* yaitu *size 1* (dapat dilihat dalam gambar rencana), pada masing-masing trafo dilengkapi dengan penyangga (minimal besi), yang dipergunakan untuk tempat *isolating transformer*.
 - (1) *Isolating transformer*
Isolating transformer ini diletakan di atas penyangga yang berada di dalam *pit trafo*.
 - (2) Pipa PVC
Pipa PVC dipergunakan untuk pelindung kabel sekunder dan kabel *grounding* dari trafo ke lampu dengan ukuran pipa masing-masing 1,5 inci.
 - (3) Kabel
 - (a) Kabel FL2XCY 1 x 6 mm², kabel pada *circuit 1* disambungkan ke *Constant Current Regulator (CCR)* yang berada di *sub station 1 (SS 1)* dan kabel pada *circuit 2* disambungkan ke *Constant Current Regulator (CCR)* yang berada di *sub station 2 (SS 2)* ke *isolating transformer* yang berada di *pit trafo*, sambungan kabel dari dan ke *isolating transformer* menggunakan *primary connector kit*.
 - (b) Kabel NYHY/NYY *Flexibel*, 2x4 mm² digunakan sebagai kabel sekunder dari *isolating transformer* ke lampu menggunakan *secondary connector kit*.
 - (c) Kabel NYAF 6 mm², digunakan sebagai kabel *ground* dari lampu ke *isolating transformer*, sambungan kabel dari trafo ke lampu.
 - (d) Kabel BC 16 mm², digunakan sebagai kabel *ground* dari *isolating transformer* ke *pit trafo*.
 - (e) Kabel BC 50 mm², digunakan sebagai kabel *grounding* utama.

8) *Taxiway Centerline Light/Exit Taxiway Centerline Light*

Pemasangan lampu *Taxiway centerline* dan kelengkapannya mengacu kepada PR 8 Tahun 2022 atau KP 326 Tahun 2019.

- a) *Taxiway centerline lights*
Taxiway centerline lights pada bagian *taxiway* yang lurus sebaiknya ditempatkan pada interval *longitudinal* (jarak memanjang) tidak lebih dari 30 m, kecuali:

- i) Interval yang lebih besar tidak lebih dari 30 m dapat diterapkan karena kondisi meteorologi yang berlaku, petunjuk yang memadai disediakan dengan jarak seperti ini;
 - ii) Interval kurang dari 30 m hendaknya disediakan pada bagian lurus yang pendek; dan pada *taxiway* yang diperuntukkan untuk digunakan dalam kondisi RVR kurang dari 350 m, jarak *longitudinal* (jarak memanjang) hendaknya tidak lebih dari 15 m.
- b) *Taxiway centerline lights* pada *curve*
Taxiway centerline lights pada *curve taxiway* hendaknya bersambung dari bagian *taxiway* yang lurus pada jarak yang konstan dari tepi luar dari kurva *taxiway* tersebut. Lampu hendaknya diberi jarak pada interval sedemikian rupa sehingga indikasi akan adanya kurva dengan jelas bisa diberikan.

Tabel SKh.1.9.16.1) Tabel Radius Kurva Terhadap Jarak Lampu

Radius Kurva	Jarak Lampu
Hingga 400 m	7,5 m
401 m hingga 899 m	15 m
900 m atau lebih	30 m

- c) *Taxiway centerline lights* pada *Exit Taxiway*
Taxiway centerline lights pada *exit taxiway* haruslah lampu tetap. *Taxiway centerline lights* harus menunjukkan cahaya hijau dan kuning secara bergantian dari awal di dekat *centerline runway* hingga ke perimeter dari *area* kritis/sensitif ILS/MLS atau pada tepi bawah dari permukaan transisi dalam, bergantung pada yang mana yang paling jauh dari *runway*; dan setelah itu semua cahayanya harus berwarna hijau. Cahaya pertama pada *exit centerline* harus selalu menunjukkan warna hijau dan cahaya terdekat dengan perimeter harus selalu menunjukkan warna kuning.
- d) Pemasangan *Pit trafo* dan Kelengkapannya
Pemasangan *Pit trafo* dan kelengkapannya mengacu kepada SKEP.114-VI-2002. *Pit trafo* pada setiap lampu *runway edge* harus disediakan dan ukuran *pit trafo* yaitu *size 1* (dapat dilihat dalam gambar rencana), pada masing-masing trafo dilengkapi dengan penyangga (minimal besi), yang dipergunakan untuk tempat *isolating transformer*.
- i) *Isolating transformer*
Isolating transformer ini diletakan di atas penyangga yang berada di dalam *pit trafo*.
 - ii) *Pipa Hot Dip Galvanis*
Pipa Hot Dip Galvanis dipergunakan untuk pelindung kabel sekunder dan kabel *grounding* dari trafo ke lampu. Pipa ini ditanam di bawah aspal dengan kedalaman sesuai dengan Gambar dengan ukuran pipa masing-masing 1,5 inci.
 - iii) Kabel
 - (a) Kabel FL2XCY 1 x 6 mm², kabel ini adalah kabel primer, utama terdiri dari 2 (dua) *circuit*, kabel pada *circuit* 1 disambungkan ke *Constant*

Current Regulator (CCR) yang berada di *sub station 1 (SS 1)* dan kabel pada *circuit 2* disambungkan ke *Constant Current Regulator (CCR)* yang berada di *sub station 2 (SS 2)*, ke *isolating transformer* yang berada di *pit trafo*, sambungan kabel dari dan ke *isolating transformer* menggunakan *primary connector kit*.

- (b) Kabel NYHYH/YYY *Flexibel*, 2x4 mm² digunakan sebagai kabel sekunder dari *isolating transformer* ke lampu menggunakan *secondary connector kit*.
- (c) Kabel NYAF 6 mm², digunakan sebagai kabel *ground* dari lampu ke *isolating transformer*, sambungan kabel dari trafo ke lampu.
- (d) Kabel BC 16 mm², digunakan sebagai kabel *ground* dari *isolating transformer* ke PEB di *pit trafo*.
- (e) Kabel BC 50 mm², digunakan sebagai kabel *grounding* utama.

9) Taxiway Guidance Sign (TGS)

Pemasangan TGS dan kelengkapannya mengacu kepada PR 8 Tahun 2022 atau KP 326 Tahun 2019

- a) TGS harus bersifat *frangible*. *Sign* yang terletak di dekat *runway* atau *taxiway* harus cukup rendah untuk menjaga *clearance propeller* dan *engine pod* pesawat udara. Ketinggian yang dipasang untuk *sign* tidak boleh melebihi dimensi yang ditunjukkan dalam kolom yang sesuai pada PR 8 Tahun 2022 atau KP 326 Tahun 2019;
- b) TGS harus berbentuk persegi, dengan sisi horizontal yang lebih panjang;
- c) TGS yang boleh ada di daerah pergerakan dan berwarna merah adalah *Mandatory Instruction sign*;
- d) TGS di pasang di tepi *runway/taxiway* dengan jarak titik TGS disesuaikan dengan Gambar.
- e) Kabel yang digunakan dari masing-masing TGS adalah kabel FL2XCY 1 x 6 mm², kabel ini adalah kabel primer/utama dan disambungkan ke *circuit* kabel *taxiway/runway* yang terdekat;
 - i) Pemasangan Fondasi Lampu
Fondasi lampu dengan ukuran sesuai Gambar dilengkapi dengan *breakable coupling*.
 - ii) Pemasangan *Pit trafo* dan Kelengkapannya
Pemasangan *Pit trafo* dan kelengkapannya mengacu kepada SKEP.114-VI-2002.
Pit trafo pada setiap lampu MAGS harus disediakan dan ukuran *pit trafo* disesuaikan dengan Gambar. Pada masing-masing *pit trafo* dilengkapi dengan penyangga (minimal besi), yang ini dipergunakan untuk tempat *isolating transformer*.
- f) *Isolating transformer*
Isolating transformer ini diletakan di atas penyangga yang berada di dalam *pit trafo*.
- g) Pipa PVC
Pipa PVC dipergunakan untuk pelindung kabel sekunder dan kabel *grounding* dari trafo ke lampu. dengan ukuran pipa masing-masing 1,5 inci.

- h) Kabel
 - i Kabel FL2XCY 1 x 6 mm², kabel ini disambungkan ke kabel FL2XCY yang terdekat.
 - ii Kabel NYHYH/YYY *Flexibel*, 2x4 mm² digunakan sebagai kabel sekunder dari *isolating transformer* ke lampu menggunakan *secondary connector kit*.
 - iii Kabel NYAF 6 mm², digunakan sebagai kabel *ground* dari lampu ke *isolating transformer*, sambungan kabel dri trafo ke lampu.
 - iv Kabel BC 16 mm², digunakan sebagai kabel *ground* dari *isolating transformer* ke *pit trafo*.

10) Runway Guard Lighting (RGL)

Tujuan dari dipasangnya *runway guard lights* adalah untuk memperingatkan para pilot bahwa ketika mereka di *taxiway*, mereka akan memasuki sebuah *runway*. Pemasangan RGL dan kelengkapannya mengacu kepada KP. 326 Tahun 2019. RGL di pasang di sisi kiri dan kanan *taxiway* dengan titik penempatannya sejajar dengan *holding bay position* dengan jarak disesuaikan dengan Gambar *Power* suplai untuk RGL adalah *Voltage driven*, jadi kabel yang digunakan adalah jenis kabel *power* NYFGbY dengan ukuran sesuai dengan desain dan disambungkan dari *sub station 1 (SS1)*.

- a) Pemasangan RGL
RGL ini di pasang di sisi *taxiway/runway* dengan jarak dari tepi *taxiway/* disesuaikan dengan Gambar.
- b) Pemasangan Fondasi Lampu
Fondasi lampu dengan ukuran sesuai Gambar dilengkapi dengan *base plate*.
- c) Pemasangan Panel *Power* dan Kelengkapannya
Panel *power* untuk suplai lampu RGL disesuaikan dengan desain.
- d) Pipa PVC
Pipa PVC dipergunakan untuk pelindung kabel NYY dan kabel *grounding* dari panel *power* ke lampu. dengan ukuran pipa masing-masing 1,5 inci
- e) Kabel
 - i Kabel NYFGbY/NYRGbY disambung dari *sub station* AGL 1 ke panel *power*.
 - ii Kabel NYY disambung dari panel *power* ke lampu RGL.
 - iii Kabel BC 16 mm², disambung dari panel *power* ke kabel *grounding* utama.

11) Pemasangan Wind Direction Indicator (WDI)

Titik lokasi penempatan WDI dengan Gambar dan ukuran, warna serta Fondasi *wind cone* sesuai ketentuan yang dituangkan pada SKEP. 114-VI-2002. WDI dilengkapi dengan lampu penerangan LED dan *obstruction light*.

- a) *Wind Cone* atau *Wind Direction Indicator* berfungsi sebagai penunjuk arah dan kecepatan angin yang paling mudah dilihat, sehingga dengan demikian dapat ditentukan arah baik untuk *landing* maupun *take-off* dari pesawat.
- b) Konstruksi dari *Wind Cone* terdiri dari:
 - i Tiang penyangga dengan warna merah dan putih terbuat dari bahan pipa aluminium yang dilapis dengan lapisan *polyester* dan harus mudah

dimaintenance (*lowering hinge*), dengan tinggi tiang minimum 6,5 m atau sesuai dengan KP.326 atau PR 8.

- ii *Windsock* lengkap *frame* dengan panjang minimum 3,6 m atau sesuai dengan KP.326 atau PR 8.
- iii *External Lighting* dengan LED *Floodlights*, Internal lighting *LED lights & Obstruction LED light*.
- iv *Junction box/power Switch*.
- c) *Wind Cone Area* dibuat lingkaran diameter 15 m atau radius 7,5 m dari tiang dengan lebar/tebal 1,2 m di cat warna putih (*outdoor type*) atau atau sesuai dengan KP.326 atau PR 8.
- d) Sistem catu daya listrik untuk WDI ini menggunakan 6,6 Ampere, mengikuti kabel *series runway edge light*.

12) Pemasangan Sirene

Sirene dipasang di area WDI 1 sesuai Gambar, *power* suplai sirene disambung dari panel CCR yang berada di SS1 dan dapat dikontrol melalui ALCMS. Fondasi sirene sesuai dengan yang tertuang pada SKEP. 114-VI-2002.

13) Pemasangan Rotating Beacon

ROB dipasang di atas getung *tower* ATC, ROB berdiri di atas Fondasi sesuai dengan Gambar. *Power* suplai ROB disambung dengan kabel *power* NYY dari panel tegangan rendah yang berada di gedung *tower*.

14) Pemasangan Parking Stands/Local Coordinate Sign

Pemasangan *Parking Stand/Local Coordinate Sign* sesuai dengan Gambar.

- a) *Tiang parking stand/local coordinate sign*
Tinggi, ukuran dan titik penempatan tiang *parking stand/local coordinate sign* sesuai dengan Gambar.
- b) *Sign Box*
Ukuran dan warna serta lampu *sign box* sesuai dengan Gambar dan suplai *power* disambungkan dari panel *flood light* dengan menggunakan kabel *power* NYY.
- c) Pembuatan Fondasi *Tiang Parking Stand/Local Coordinate Sign* Pembuatan Fondasi tiang sesuai Gambar.

15) Apron Flood Light

Apron Flood Light yang akan dipasang adalah pada apron VIP, apron VVIP dan Hangar.

Apron flood lighting hendaknya terletak sedemikian rupa agar bisa memberikan pencahayaan ke seluruh area layanan apron, dengan kesilauan yang minimal kepada para pilot pesawat terbang yang sedang terbang atau di darat, serta juga kepada petugas pengatur bandara dan apron dan petugas yang bekerja di apron. Pengaturan dan sasaran dari *floodlighting* haruslah sedemikian rupa sehingga pesawat terbang yang berhenti

menerima cahaya dari dua arah atau lebih untuk meminimalkan bayangannya. Titik letak tiang *flood light* sesuai *desain*.

- a) Pendistribusian spektrum *Apron flood lighting* haruslah sedemikian rupa sehingga warna yang digunakan untuk menandakan pesawat yang terkait dengan layanan rutinnya dan untuk marka permukaan serta halangan, bisa diidentifikasi dengan benar;
- b) Iluminasi rata-rata setidaknya harus sebaiknya berikut:
 - i *Aircraft stand*:
Iluminasi horizontal – 20 lux dengan rasio seragam (rata-rata hingga minimal) dan tidak lebih dari 4 berbanding 1; dan iluminasi vertikal 20 lux pada ketinggian 2 m di atas apron untuk arah terkait.
 - ii *Area apron lainnya*:
Iluminasi horizontal – 50 persen dari iluminasi rata-rata pada *aircraftstand* dengan rasio seragam (rata-rata hingga minimal) dan tidak lebih dari 4 berbanding 1.
- c) Pemasangan Lampu *Apron Flood Light*
Titik lokasi dan ketinggian tiang *Apron Flood Light* disesuaikan dengan desain, sedangkan untuk lampu yang dipasang di atas tiang dengan kedudukan lampu pada masing-masing lampu sesuai dengan desain. Output dari pencahayaan lampu pada area apron harus disertai dengan simulasi *photo matric* dan hasil minimum sesuai dengan yang tertuang dalam KP.326 Tahun 2019.
- d) Pemasangan Fondasi Lampu
Fondasi *flood light* dibuat sedemikian rupa dan harus tahan terhadap beban lampu dengan kelengkapannya serta tahan terhadap guncangan gempa dan angin, ukuran, dan konstruksi tiang *flood light* sesuai *desain*;
- e) Pemasangan Tiang Lampu
Ketinggian tiang lampu yang dipasang sesuai dengan Gambar dan dilengkapi dengan motorized. Berdirinya tiang *flood light* harus benar-benar tegak lurus;
- f) Pemasangan *Obstruction Light*
Obstruction Light dipasang di atas tiang *flood light* dan dilengkapi dengan tiang *obstruction*, penempatan dan konstruksi tiang *obstruction light* sesuai desain.
- g) Pemasangan *Panel Power* dan *Panel Flood Light*
Titik penempatan *panel power* dan *panel flood light* sesuai dengan desain.
Panel power dan *panel flood light* masing-masing terpisah, dimana *panel flood light* terletak di dekat tiang *flood light*, *panel power flood light*, dan panel lampu sedikit agak jauh dari tiang *flood light*, namun masih di area yang sama. Panel lampu *flood light* dengan jenis *out door free standing*.
- h) Pemasangan kabel *power flood light*
Kabel *power flood light* disambungkan dari *LVMDP* terdekat, jalur kabel menuju panel *power* harus menggunakan *cable duct* yang terbuat dari pipa PVC minimal diameter 6 inci.
Suplai panel *flood light* disambungkan dari panel *power* dengan menggunakan kabel *power NYFGbY* sedangkan suplai *power* untuk lampu menggunakan kabel jenis *NYF*. Suplai *power* untuk panel *power* disambungkan dari *LVMDP* terdekat.

- i) Pemasangan *cable duct*
Cable duct dimaksud terdiri dari pipa PVC diameter 6 inci yang ditanam di bawah *concrete* sedalam min. 1 m dan dilengkapi dengan *man hole* pada masing-masing tiang *flood light*.

16) Pemasangan Airfield Lighting Control & Monitoring System (ALCMS)

Sistem ALCMS ini dipasang dengan sistem *loop* antara *Tower ATC*, *Main Power House*, SS 1 dan SS 2, masing-masing lokasi dilengkapi dengan PC dan monitor, khusus untuk di *tower ATC* ditempatkan 2 set monitor *touch screen* lengkap dengan mejanya. Penempatan pemasangan disesuaikan di lapangan. Jalur kabel *fiber optic* mengikuti jalur kabel dengan menggunakan pipa PVC pada *duct cable*. ALCMS ini harus dapat mengontrol dan memonitor seluruh peralatan AGL.

17) Pemasangan Constant Current Regulator (CCR)

CCR dipasang di *substation* 1 (SS 1) dan *substation* 2 (SS 2), kapasitas masing-masing CCR sesuai desain, perletakan CCR di atas *rest floor* dengan jarak masing-masing CCR sesuai dengan Gambar.

18) Pemasangan Pit Trafo dan Kelengkapannya

Pemasangan *pit trafo* dan kelengkapannya mengacu kepada SKEP.114-VI-2002.

- a) *Pit trafo*
Pit trafo pada masing-masing bar lampu *approach* harus disediakan dan ukuran *pit trafo* yaitu *size 1*, *size 2* dan *size 3* (dapat dilihat dalam gambar rencana), pada masing-masing trafo dilengkapi dengan penyangga (minimal besi), yang dipergunakan untuk tempat *isolating transformer*.
- b) *Isolating transformer*
Isolating transformer untuk lampu ini diletakan di atas penyangga yang berada di dalam *pit trafo*.

19) Pemasangan Grounding System

- a) Elektroda Tanah
Titik lokasi elektroda tanah atau sumur elektroda dibuat sesuai Gambar dan terdiri dari pipa *hot dip galvanized* yang ditanam ke dalam tanah dengan kedalaman minimum 6 m dan besaran tahanan tanah maksimum 2 Ω atau 2 ohm. Dari pipa ini disambungkan dengan menggunakan kabel BC 50 mm² ke bak kontrol.
- b) Bak Kontrol
Titik lokasi bak kontrol disesuaikan dengan elektroda tanah dimana pada setiap elektroda tanah di atasnya dibuat bak kontrol. Ukuran bak kontrol ini sesuai dengan desain.
- c) Kabel *Grounding* Utama
Kabel *grounding* utama ini terdiri dari kabel BC 50 mm², kabel ini disambung dari ruang CCR (SS 1 dan SS 2) ke sekeliling *runway*, *taxiway*, *approach* dan apron. Sistem kabel ini terintegrasi dari semua elektroda tanah , *pit trafo* dan peralatan

yang ada di *airside*., jalur kabel BC ini sama dengan jalur kabel lainnya di *airside* sesuai dengan Gambar.

20) Under Ground Cable

- a) Semua kabel yang ditanam didalam tanah harus dilengkapi dengan *metal armoring* dan tahan terhadap rayap dan bahan kimia.
- b) Kabel ditanam di dalam tanah pada kedalaman 60-100 cm disesuaikan peruntukannya dengan jumlah kabel, dengan jarak antara kabel adalah 5 cm serta dilengkapi dengan pengamanan kabel dari batu bata dan dilapisi pasir setebal 20 cm dan apabila terletak di bawah *taxiway* dan jalan, maka jalur kabel ditanam dalam pipa yang di cor dengan semen.

21) Testing dan Commissioning

Testing dan Commissioning dilakukan setelah pekerjaan secara sistem sudah selesai meliputi:

- a) Sistem kelistrikan tegangan rendah *airside*:
 - i Sistem kelistrikan seluruh peralatan *Airfield Ground Lighting (AGL)*.
 - ii Sistem *remote control* dan *monitoring AGL (ALCMS)*.
- b) Kriteria yang harus ditesing dan *commissioning* yaitu:
 - i *Continuity Test*/Pengujian kesesuaian tahanan isolasi kabel FL2XCY min. 25 Mega Ohm.
 - ii Pengujian operasional manual, dilaksanakan setelah pekerjaan selesai dan dengan hasil baik. Setelah itu dioperasikan secara manual dari CCR.
 - iii Pengujian secara *remote* dilakukan di *Tower Control* dari *brighness* 1 sd. 5 dapat beroperasi dengan baik.
 - iv Pengujian ini merupakan/dapat dianggap sebagai bagian dari *Testing dan Commissioning*.
 - v Pemasangan dikatakan selesai jika pelaksana pekerjaan telah mendapatkan persetujuan dari Direktorat Jenderal Perhubungan Udara dan otoritas lain yang dianggap perlu oleh pemberi pekerjaan.
- c) Langkah-langkah testing dan *Commissioning* sebagai berikut:
 - i Sebelum *Testing dan Commissioning* dilaksanakan Penyedia Jasa wajib melaksanakan *Pre Test* dan *Commissioning* bersama dengan Konsultan Manajemen Konstruksi dan Pemberi Kerja.
 - ii Setelah hasil *Pre Test* dan *Commissioning* dinyatakan baik untuk selanjutnya dilakukan *Test dan Commissioning*.
 - iii Pengujian terhadap *system* dan peralatan yang akan dipasang. Uji coba dilaksanakan oleh Pelaksana Pekerjaan, MK, bersama Pemberi Pekerjaan dan hasil dari uji coba ini dituangkan ke dalam Berita Acara Uji Coba.
 - iv Penyedia Jasa harus melakukan semua testing dan pengukuran yang dianggap perlu dan atau yang diminta oleh Pengawas Pekerjaan untuk mengetahui apakah keseluruhan instalasi dapat berfungsi dengan baik dan dapat memenuhi semua persyaratan yang diminta.
 - v Semua bahan, perlengkapan yang diperlukan untuk mengadakan testing tersebut merupakan tanggung jawab Penyedia Jasa.

- vi Peralatan dapat dipasang apabila telah dilengkapi dengan sertifikat pengujian dari pabrik pembuat atau instansi yang berwenang untuk hal tersebut.
- vii Peralatan yang terpasang dan dilakukan pemeriksaan oleh peserta *testing Commissioning* jika peralatan atau material yang dipasang tersebut telah mendapat persetujuan atau sudah di *Approval* oleh pengawas pekerjaan atau pemberi pekerjaan.
- viii Setelah semua peralatan terpasang maka dilakukan pengujian secara menyeluruh dari *system* untuk menjamin bahwa sistem telah berfungsi dengan baik sesuai ketentuannya.
- ix Peserta *testing commissioning* membuat berita acara dan ditandatangani oleh peserta *testing commissioning*.
- x Biaya yang timbul terhadap *testing* dan *commissioning* ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa sesuai penawaran yang dituangkan di dalam RAB
- xi Peserta *Testing* dan *Commissioning* terdiri dari:
 - (1) Pelaksana Kerja/Penyedia Jasa
 - (2) *Owner*/Perwakilan *Owner*
 - (3) Calon Operator
 - (4) Direktorat Bandar Udara (DBU)
 - (5) MK
 - (6) Konsultan Perencana

SKh.1.9.16.4 PENGENDALIAN MUTU

Pengendalian mutu berupa pengetesan/pengujian, pengesahan terhadap seluruh material berikut pemasangan/instalasi oleh yang berwenang, serta serah terima dan pemeliharaan selama 12 (dua belas) bulan setelah serah terima pertama dengan dokumen berita acara serah terima pekerjaan dan garansi produk (material dan sistem peralatan AFL) selama minimal 1 (satu) tahun setelah serah terima kedua yang dilengkapi dengan berita acara serah terima pekerjaan.

SKh.1.9.16.5 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

1) Pengukuran

Kuantitas pekerjaan *Airfield Ground Lighting* (AGL) yang diukur sebagaimana yang disyaratkan di atas, harus dibayar menurut harga terkontrak per satuan pengukuran untuk mata pembayaran yang terdaftar di bawah dan ditunjukkan dalam Daftar Kuantitas dan Harga. Adapun penjelasan *item* yang serupa ditunjukkan sebagai berikut:

- a) Daftar *item* penyediaan lampu AGL yang dibayarkan dalam satuan unit ditunjukkan sebagai berikut:
 - i LED *Apron Flood Light* min. 1250 W;
 - ii LED *Bidirectional Exit Taxiway Centerline Light* (Inset), *Green/Green, complete shallow base*;
 - iii LED *Bidirectional Runway Centerline Light* (Inset), *Red/White, complete shallow base*;
 - iv LED *Bidirectional Runway Centerline Light* (Inset), *White/Red, complete shallow base*;

- v LED *Bidirectional Runway Centerline Light (Inset)*, White/White, complete shallow base;
 - vi LED *Bidirectional Runway Edge Light (Elevated)*, White/White, complete;
 - vii LED *Bidirectional Runway Edge Light (Elevated)*, White/Yellow, complete;
 - viii LED *Bidirectional Runway Edge Light (Elevated)*, Yellow/White, complete;
 - ix LED *Bidirectional Runway Edge Light (Inset)*, White/White, complete shallow base;
 - x LED *Bidirectional Runway Edge Light (Inset)*, White/Yellow, complete shallow base;
 - xi LED *Bidirectional Runway Edge Light (Inset)*, Yellow/White, complete shallow base;
 - xii LED *Bidirectional Taxiway Centerline Light (Inset)*, Green/Green, complete shallow base;
 - xiii LED *Bidirectional Threshold/End Light (Inset)*, Green/Red, complete shallow base;
 - xiv LED *Obstruction Light*;
 - xv LED *Omnidirectional Taxiway Edge Light (Elevated)*, Blue, complete;
 - xvi LED *Omnidirectional Turn Pad Light (elevated)*, blue, complete;
 - xvii LED *PAPI*, complete;
 - xviii LED *Rotating Beacon*, complete;
 - xix LED *Unidirectional Approach Light (Elevated)*, white, complete breakable coupling;
 - xx LED *Unidirectional Approach Light (Inset)*, white, complete shallow base;
 - xxi LED *Unidirectional Exit Taxiway Centerline Light (Inset)*, Yellow, complete shallow base;
 - xxii LED *Unidirectional R/W End Light (elevated)*, Red, complete;
 - xxiii LED *Unidirectional Stop Bar Light (Inset)*, Red, complete shallow base;
 - xxiv LED *Unidirectional Supplementary Stop Bar Light (Elevated)*, Red, complete;
 - xxv LED *Unidirectional Threshold Light (Inset)*, Green, complete shallow base;
 - xxvi LED *Unidirectional Wing Bar Light (Elevated)*, Green, complete; dan
 - xxvii LED *Runway Guard Light (Elevated)*, Yellow, complete.
- b) Daftar *item* pemasangan lampu AGL yang dibayarkan dalam satuan unit ditunjukkan sebagai berikut:
- i Pekerjaan pemasangan dan instalasi LED *Apron Flood Light*;
 - ii Pekerjaan pemasangan dan instalasi LED *Obstruction Light*;
 - iii Pekerjaan pemasangan dan instalasi LED *Rotating Beacon*, complete;
 - iv Pekerjaan pemasangan dan instalasi LED *Runway Guard Light (Elevated)*, Yellow, complete;
 - v Pekerjaan pemasangan *Exit Taxiway Centreline Light Inset* termasuk *Shallow Base*;
 - vi Pekerjaan pemasangan Lampu *threshold elevated* termasuk *Base plate*;
 - vii Pekerjaan pemasangan Lampu *threshold inset* termasuk *shallow base*;
 - viii Pekerjaan Pemasangan LED *Unidirectional Approach light* dan *SQFL Elevated* termasuk *base plate*;
 - ix Pekerjaan Pemasangan LED *Unidirectional Approach light* dan *SQFL Inset* termasuk *shallow base*;

- x Pekerjaan Pemasangan *Runway Edge Light Elevated* termasuk *Base Plate*;
 - xi Pekerjaan Pemasangan *Runway Edge Light Inset* termasuk *shallow base*;
 - xii Pekerjaan pemasangan *Stop Bar Light Inset* termasuk *Shallow Base*;
 - xiii Pekerjaan pemasangan *Stop Bar Light Elevated* termasuk *Base Plate*;
 - xiv Pekerjaan pemasangan *Taxiway Centreline Light Inset* termasuk *Shallow Base*;
 - xv Pekerjaan pemasangan *Taxiway* dan *apron Edge Light* termasuk *Base plate*;
 - xvi Pekerjaan pemasangan *Turn Pad Light Elevated* termasuk *Base plate*; dan
 - xvii Pekerjaan Permasangan *Runway Edge Light Inset* termasuk *shallow base*.
- c) Daftar *item* penyediaan kabel yang dibayarkan dalam satuan meter panjang ditunjukkan sebagai berikut:
- i Kabel *Control* LIYCY 2x10x0.75 mm;
 - ii Kabel Data STP CAT 6 IN PVC HI CONDUIT Ø 20 mm;
 - iii Kabel *Fiber Optic* 24 Core *Single Mode*;
 - iv Kabel *Fiber Optic* 8 Core (*Single Mode*);
 - v Kabel *grounding* NYAF 6 Sqmm;
 - vi Kabel N2XSEBY 3 x 120 mm²;
 - vii Kabel N2XSY 3x1cx50 mm²;
 - viii Kabel NYFGbY 3 x 16 mm²;
 - ix Kabel NYFGbY 4X16 mm²;
 - x Kabel NYFGbY 4X25 mm²;
 - xi Kabel NYFGbY 4X35 mm²;
 - xii Kabel NYFGbY 4X50 mm²;
 - xiii Kabel NYFGbY 4X70 mm²;
 - xiv Kabel NYFGbY 4X95 mm²;
 - xv Kabel NYFGbY/NYRGbY 4X10 mm²;
 - xvi Kabel NYRGbY 4X6 mm²;
 - xvii Kabel NYY 3X2,5 mm²;
 - xviii Kabel NYY 4x 240 mm² + NYAF 70 mm²;
 - xix Kabel NYYHY 2 x 2.5mm;
 - xx Kabel *power* NYFGbY 3 x 4 mm²;
 - xxi Kabel *power* NYFGBY 4 x 16 sqmm;
 - xxii Kabel *power* NYY 3 x 2,5 mm² dari *panel power* ke AVDGS;
 - xxiii Kabel *power* NYY 3 x 4 mm²;
 - xxiv Kabel *power* NYY 3x4mm²;
 - xxv Kabel series FL2XCY 1 x 6 sqmm, 3/6 kv;
 - xxvi Kabel UTP CAT 6;
 - xxvii Kabel BC 16;
 - xxviii Kabel BC 50;
 - xxix *Power cable* NYFGbY 4 x 16 mm² ke masing-masing tiang lampu;
 - xxx *Power cable* NYFGBY 4 x 35 Sqmm;
 - xxxi *Power cable* NYFGbY 4 x 95 mm² ke LVMDP;
 - xxxii *Power cable* NYY 3 x 16 Sqmm, 1 kV;
 - xxxiii *Power Cable* 4 x 25 mm² (for *Sirine*);
 - xxxiv *Secondary cable* NYYHY/NYMHY 2 x 2,5 sqmm; dan
 - xxxv *Secondary cable* NYYHY/NYY *Flexible* 2 x 4 sqmm.

- d) Daftar *item* pemasangan atau penggelaran kabel yang dibayarkan dalam satuan meter panjang ditunjukkan sebagai berikut:
 - i Instalasi kabel FO 24 *Core single*;
 - ii Instalasi kabel NYRgBY 3x6 mm² untuk Suplai *Power CCTV*;
 - iii Penggelaran kabel FL2XCY;
 - iv Penggelaran kabel NYFGBY;
 - v Penggelaran kabel BC; dan
 - vi Penggelaran kabel NYAF.
- e) Daftar *item* penyediaan CCR yang dibayarkan dalam satuan unit ditunjukkan sebagai berikut:
 - i CCR kap. 4 kVA, 220 V, 5 *Step*;
 - ii CCR kap. 4 kVA, 220 V, 5 *Step with selector cabinet*;
 - iii CCR kap. 7,5 kVA, 380 V, 5 *Step*; dan
 - iv CCR kap. 10 kVA, 380 V, 5 *Step*.
- f) Daftar *item* pemasangan atau instalasi CCR yang dibayarkan dalam satuan unit ditunjukkan sebagai berikut:
 - i Instalasi CCR 4 kVA termasuk instalasi kabel *power* dari *Panel Power CCR* ke CCR;
 - ii Instalasi CCR 7,5 kVA termasuk instalasi kabel *power* dari *Panel Power CCR* ke CCR; dan
 - iii Instalasi CCR 10 kVA termasuk instalasi kabel *power* dari *Panel Power CCR* ke CCR.
- g) Daftar *item* penyediaan *Isolating Transformer* yang dibayarkan dalam satuan Unit ditunjukkan sebagai berikut:
 - i *Isolating transformer* 15 W 6,6 A;
 - ii *Isolating transformer* 45 W 6,6 A;
 - iii *Isolating transformer* 65 W 6,6 A;
 - iv *Isolating transformer* 100 W 6,6 A; dan
 - v *Isolating transformer* 200 W 6,6 A.
- h) Daftar *item* pemasangan *Isolating Transformer* yang dibayarkan dalam satuan Unit ditunjukkan sebagai berikut:
 - i Pekerjaan pemasangan dan instalasi *Isolating transformer* 15 W 6,6 A;
 - ii Pekerjaan pemasangan dan instalasi *Isolating Transformer* 45 W 6,6 A;
 - iii Pekerjaan pemasangan dan instalasi *Isolating Transformer* 65 W 6,6 A;
 - iv Pekerjaan pemasangan dan instalasi *Isolating Transformer* 100 W 6,6 A; dan
 - v Pekerjaan pemasangan dan instalasi *Isolating transformer* 200 W 6,6 A.
- i) Daftar *item* penyediaan *joint sleeve* yang dibayarkan dalam satuan unit ditunjukkan sebagai berikut:
 - i *Joint Sleeve* Kabel series FL2XCY 1 x 6 sqmm, 3/6 kv; dan
 - ii *Joint Sleeve Power cable* NYFGBY 4 x 16 sqmm.
- j) Daftar *item* pemasangan *join sleeve* yang dibayarkan dalam satuan unit ditunjukkan sebagai berikut:
 - i Pekerjaan pemasangan, penyambungan dan instalasi *Joint Sleeve* Kabel series FL2XCY 1 x 6 sqmm, 3/6 kv; dan
 - ii Pekerjaan pemasangan, penyambungan dan instalasi *Joint Sleeve Power cable* NYFGBY 4 x 16 sqmm.

- k) Daftar *item* pengadaan panel yang dibayarkan dalam satuan unit ditunjukkan sebagai berikut:
- i Panel Distribusi *Flood Light*;
 - ii Panel *Flood Light*;
 - iii Panel Kontrol Genset (PKG);
 - iv Panel Pembagi Gedung;
 - v Panel *Power* AVDGS;
 - vi Panel *Power* CCR;
 - vii Panel PP.1 dan PP.2;
 - viii Panel PP.1.1 dan PP.2.1; dan
 - ix Panel *Server Room* Ke masing-masing Panel *Outdoor CCTV*.
- l) Daftar *item* pemasangan panel yang dibayarkan dalam satuan unit ditunjukkan sebagai berikut:
- i Pekerjaan pemasangan dan instalasi *Panel Distribusi Flood Light*; dan
 - ii Pekerjaan pemasangan dan instalasi *Panel Flood Light*.
- m) Daftar *item* pengadaan bak trafo yang dibayarkan dalam satuan unit ditunjukkan sebagai berikut:
- i Pekerjaan Pembuatan Bak Trafo *Size 1*;
 - ii Pekerjaan Pembuatan Bak Trafo *Size 2*; dan
 - iii Pekerjaan Pembuatan Bak Trafo *Size 3*.
- n) Daftar *item* pengadaan pipa yang dibayarkan dalam satuan meter panjang ditunjukkan sebagai berikut:
- i Pipa HDPE PN 16, \varnothing 4X4";
 - ii Pipa PVC AW dia. 4";
 - iii Pipa PVC AW dia. 6" (2 jalur);
 - iv Pipa *sparing* kabel, *Galvanized* dia. 1,5";
 - v Pipa *sparing* kabel, *conduit* PVC AW dia. 1,5";
 - vi Pipa *sparing* kabel, *galvanized* dia. 1,5";
 - vii Pipa *sparing* kabel, *galvanized* dia. 2"; dan
 - viii Pipa *sparing* kabel, PVC AW dia. 1,5".
- o) Daftar *item* pengadaan *taxiway guidance sign* yang dibayarkan dalam satuan unit ditunjukkan sebagai berikut:
- i *Taxiway Guidance Sign, 2 Legend*;
 - ii *Taxiway Guidance Sign, 5 Legend*; dan
 - iii *Taxiway Guidance Sign, 6 Legend*.
- p) Daftar *item* pemasangan *taxiway guidance sign* yang dibayarkan dalam satuan unit
- q) Daftar *item* pengadaan tiang yang dibayarkan dalam satuan unit ditunjukkan sebagai berikut:
- i Tiang *Flood Light Polygonal, Motorize, Tinggi 21 M, Hot Deep Galvanized*;
 - ii Tiang Konstruksi *Fragible 2 m*;
 - iii Tiang Konstruksi *Fragible 4 m*;
 - iv Tiang lampu tinggi 5 m, *Hexagonal, galvanized, single arm 1m*;
 - v Tiang Tunggal, *complete pondasi*; dan
 - vi Tiang Tunggal *Parking Stand, 9 m, Hot Deep Galvanized*.
- r) Daftar *item* pemasangan tiang yang dibayarkan dalam satuan unit ditunjukkan sebagai berikut:
- i Pekerjaan pemasangan Tiang AVDGS, *Triple, 9 m, Hot Deep Galvanized*;

- ii Pekerjaan pemasangan Tiang *Flood Light Polygonal, Motorize*, tinggi 21 m *Hot Deep Galvanized*; dan
- iii Pekerjaan pemasangan tiang PALS & SFL.
- s) Daftar *item* pekerjaan pondasi yang dibayarkan dalam satuan unit ditunjukkan sebagai berikut:
 - i Pekerjaan Pondasi Tiang Tunggal PALS dan SFL;
 - ii Pekerjaan Pondasi Tiang Konstruksi *Fragible*;
 - iii Pekerjaan Pondasi *Runway Edge Light*;
 - iv Pekerjaan Pondasi *Taxiway Edge Light*;
 - v Pekerjaan Pondasi *Taxiway Guidnce Sign, 2 Legend*;
 - vi Pekerjaan Pondasi *Taxiway Guidnce Sign, 5 Legend*;
 - vii Pekerjaan Pondasi *Taxiway Guidnce Sign, 6 Legend*;
 - viii Pekerjaan Pondasi *Stop Bar*;
 - ix Pekerjaan Pondasi Pondasi PAPI (termasuk *soil replacement*);
 - x Pekerjaan Pondasi Pembuatan Pondasi untuk *Ground Check PAPI*;
 - xi Pekerjaan Pondasi Pembuatan lantai *box PAPI* ukuran 3 x 30 m;
 - xii Pekerjaan Pondasi *Wing Bar Light*;
 - xiii Pekerjaan Pondasi *Runway End Light*;
 - xiv Pekerjaan Pondasi *Runway Guard Light*;
 - xv Pekerjaan Pondasi *Rotating Beacon*;
 - xvi Pekerjaan Pondasi *Wind cone* termasuk *circling*;
 - xvii Pekerjaan Pondasi Pembuatan Pondasi Tiang *Parking Stand Sign*; dan
 - xviii Pekerjaan Pondasi Tiang Perimeter.
- t) Daftar *item* penyediaan *two pole plug connector* yang dibayarkan dalam satuan unit ditunjukkan sebagai berikut:
 - i *Two pole plug connector kit* lengkap; dan
 - ii *Two pole plug connector kit* lengkap, *complete*.
- u) Daftar *item* penyediaan tangki yang dibayarkan dalam satuan unit ditunjukkan sebagai berikut:
 - i Tangki Cadangan; dan
 - ii Tangki Harian.

Daftar *item* AGL lainnya akan dijelaskan lebih lanjut pada *item* pembayaran.

2) Pembayaran

Kuantitas yang diukur seperti yang disyaratkan di atas harus dibayar sesuai unit pada masing-masing *item* yang terdaftar dalam Daftar Kuantitas dan Harga, dimana harga dan pembayaran tersebut harus sudah merupakan kompensasi penuh untuk penyediaan barang atau pemasangan termasuk semua pekerja, perkakas, dan peralatan.

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
SKh.1.9.16.(1)	Penyediaan Lampu AGL Tipe	Unit
SKh.1.9.16.(2)	Pemasangan Lampu AGL Tipe	Unit
SKh.1.9.16.(3)	Penyediaan Kabel Tipe	Meter Panjang
SKh.1.9.16.(4)	Pemasangan atau Penggelaran Kabel Tipe	Meter Panjang

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
SKh.1.9.16.(5)	Penyediaan CCR Tipe	Unit
SKh.1.9.16.(6)	Pemasangan atau Instalasi CCR Tipe	Unit
SKh.1.9.16.(7)	Penyediaan <i>Isolating Transformer</i> Tipe	Unit
SKh.1.9.16.(8)	Pemasangan <i>Isolating Transformer</i> Tipe	Unit
SKh.1.9.16.(9)	Penyediaan <i>Joint Sleeve</i> Tipe	Unit
SKh.1.9.16.(10)	Pemasangan <i>Joint Sleeve</i> Tipe	Unit
SKh.1.9.16.(11)	Pengadaan Panel Tipe	Unit
SKh.1.9.16.(12)	Pemasangan Panel Tipe	Unit
SKh.1.9.16.(13)	Pengadaan Bak Trafo Tipe	Unit
SKh.1.9.16.(14)	Pengadaan dan Pemasangan Pipa Tipe	Meter Panjang
SKh.1.9.16.(15)	Pengadaan <i>Taxiway Guidance Sign</i> Tipe	Unit
SKh.1.9.16.(16)	Pemasangan <i>Taxiway Guidance Sign</i> Tipe	Unit
SKh.1.9.16.(17)	Pengadaan Tiang Tipe	Unit
SKh.1.9.16.(18)	Pemasangan Tiang Tipe	Unit
SKh.1.9.16.(19)	Pekerjaan Pondasi Tipe	Unit
SKh.1.9.16.(20)	Penyediaan <i>Two Pole Plug Connector</i> Tipe	Unit
SKh.1.9.16.(21)	Penyediaan Tangki Tipe	Unit
SKh.1.9.16.(22)	AC 2PK	Unit
SKh.1.9.16.(23)	<i>Airfield Lighting Control dan Monitoring System (ALCMS)</i>	Unit
SKh.1.9.16.(24)	<i>Apron Flood Lighting Control System</i>	Unit
SKh.1.9.16.(25)	<i>AVDGS Main Display Unit</i>	Unit
SKh.1.9.16.(26)	<i>AVDGS Operating Control dan Monitoring System</i>	Unit
SKh.1.9.16.(27)	<i>Base Plate</i>	Unit
SKh.1.9.16.(28)	<i>Box Panel Outdoor</i> Ukuran (800x600x300 mm) Lengkap	Unit
SKh.1.9.16.(29)	<i>Bracket CCTV Outdoor</i>	Unit
SKh.1.9.16.(30)	BRP391 LED56/NW 40W 220-240V DM	Unit
SKh.1.9.16.(31)	<i>Camera Outdoor Type Fixed Bullet (IP Camera)</i> Lengkap Tiang dan Accesories	Unit
SKh.1.9.16.(32)	<i>Chemical Grouting</i>	Liter
SKh.1.9.16.(33)	<i>Control Cable</i> 2 x 10 x 0,8 Sqmm, 1 kV	Meter Panjang
SKh.1.9.16.(34)	<i>Copper Rod</i> (1 M)	Unit
SKh.1.9.16.(35)	Arsitek Bangunan <i>Substation</i>	Meter Persegi
SKh.1.9.16.(36)	Genset	Unit
SKh.1.9.16.(37)	<i>Grounding Rod</i>	Unit
SKh.1.9.16.(38)	<i>Hand Hole</i>	Unit

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
SKh.1.9.16.(39)	Instalasi <i>Airfield Lighting Control</i> dan <i>Monitoring System</i> (ALCMS) Lengkap Termasuk Instalasi Kabel <i>Power</i> dan <i>Control</i>	Unit
SKh.1.9.16.(40)	Instalasi Listrik Penerangan	Unit
SKh.1.9.16.(41)	<i>Junction Box</i> SQFL termasuk Tiang dan <i>Base Plate</i>	Unit
SKh.1.9.16.(42)	LVMDP	Unit
SKh.1.9.16.(43)	Main CCTV c/w OTB 48 Core x 4 Unit	Unit
SKh.1.9.16.(44)	<i>Manhole</i>	Unit
SKh.1.9.16.(45)	Mcb 6A,2 Pole 6 kA	Unit
SKh.1.9.16.(46)	Mcb Holder	Unit
SKh.1.9.16.(47)	MVMDP	Unit
SKh.1.9.16.(48)	<i>Parking Stand Sign Box</i>	Unit
SKh.1.9.16.(49)	Pekerjaan Beton Pelindung Pipa HDPE	Meter Panjang
SKh.1.9.16.(50)	Pekerjaan Beton Pondasi <i>Crossing Drainase</i>	Unit
SKh.1.9.16.(51)	Pekerjaan Bongkar Pasang <i>Iso Trafo</i>	Unit
SKh.1.9.16.(52)	Pekerjaan Bongkar Pasang WDI RW 25	Unit
SKh.1.9.16.(53)	Pekerjaan Bongkar Pasang <i>Wingbar Light</i> 25	Unit
SKh.1.9.16.(54)	Pekerjaan Kalibrasi PAPI	Set
SKh.1.9.16.(55)	Pekerjaan Pemasangan/ <i>Montage Box</i> PAPI	Unit
SKh.1.9.16.(56)	Pekerjaan Pemasangan <i>AVDGS Operation Control and Monitoring System</i>	Unit
SKh.1.9.16.(57)	Pekerjaan Pemasangan, Penyambungan dan Instalasi <i>Primary Connector Kit, Resin Filled, Complete</i>	Unit
SKh.1.9.16.(58)	Pekerjaan Pemasangan, Penyambungan dan Instalasi <i>Two Pole Plug Connector Kit</i> Lengkap	Unit
SKh.1.9.16.(59)	Pekerjaan pemasangan <i>Base Plate</i> PAPI pada Pondasi	Unit
SKh.1.9.16.(60)	Pekerjaan pemasangan dan instalasi <i>AVDGS Main Display Unit</i> dan <i>Power AVDGS</i>	Unit
SKh.1.9.16.(61)	Pekerjaan Pemasangan dan Instalasi <i>Iso Trafo</i>	Unit
SKh.1.9.16.(62)	Pekerjaan Pemasangan Penangkal Petir Konvensional	Unit
SKh.1.9.16.(63)	Pekerjaan Pemasangan <i>Grounding Rod</i>	Unit
SKh.1.9.16.(64)	Pekerjaan Pemasangan dan instalasi <i>Sirine</i>	Unit
SKh.1.9.16.(65)	Pekerjaan Pemasangan dan Instalasi <i>Wind Directional Indicator Complete</i>	Unit
SKh.1.9.16.(66)	Pekerjaan pemasangan <i>Parking Stand Sign</i>	Unit

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
SKh.1.9.16.(67)	Pekerjaan Pembongkaran <i>Primary Connector Kit, Resin Filled</i>	Unit
SKh.1.9.16.(68)	Pekerjaan Pembongkaran <i>Two Pole Connector Kit</i>	Unit
SKh.1.9.16.(69)	Pekerjaan Pembongkaran <i>Runway End Light</i>	Unit
SKh.1.9.16.(70)	Pekerjaan Relokasi PAPI 25	Unit
SKh.1.9.16.(71)	Pemasangan UNP Termasuk Aksesoris	Meter Panjang
SKh.1.9.16.(72)	Pembuatan Bak Kontrol Beton Bertulang Ukuran 100x100x200 cm	Unit
SKh.1.9.16.(73)	Pembuatan Bak Kontrol ukuran 100x100x100 cm	Unit
SKh.1.9.16.(74)	Penangkal Petir Gedung	Unit
SKh.1.9.16.(75)	Penangkal Petir Konvensional	Unit
SKh.1.9.16.(76)	<i>Predelivery Cheking</i> Lampu AFL	Set
SKh.1.9.16.(77)	<i>Primary Connector Kit, Resin Filled, Complete</i>	Unit
SKh.1.9.16.(78)	<i>Sirine</i> 5 Pk Lengkap	Unit
SKh.1.9.16.(79)	<i>Site Acceptance Test & Commisioning</i>	Set
SKh.1.9.16.(80)	<i>SQFL complete (28 Elevated Light + 2 Inset Light + Control Unit)</i>	Unit
SKh.1.9.16.(81)	Terminal Block 16 mm ²	Unit
SKh.1.9.16.(82)	<i>Trafo Step Down</i>	Unit
SKh.1.9.16.(83)	UPS	Unit
SKh.1.9.16.(84)	<i>Wind Direction Indicator</i> , Lengkap	Unit
SKh.1.9.16.(85)	<i>Coring</i>	Unit
SKh.1.9.16.(86)	<i>Bored Pile</i> , D = 30 cm	Meter Panjang
SKh.1.9.16.(87)	Batu Bata	Buah
SKh.1.9.16.(88)	<i>Cutting</i> Aspal/Beton dengan Mesin	Meter Panjang

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SKh.1.9.17

PENGUJIAN HEAVY WEIGHT DEFLECTOMETER (HWD)

SKh.1.9.17.1 UMUM

1) Uraian

- a) Pekerjaan ini meliputi pekerjaan persiapan, mobilisasi, dan demobilisasi alat, pengujian lendutan pada area *runway*, *taxiway*, dan *apron*, serta hasil uji lendutan HWD. Hasil pengujian wajib dilaporkan dalam bentuk format *microsoft database* (.mdb).
- b) Pengujian HWD merupakan pengujian yang dapat menghasilkan nilai lendutan dan selanjutnya dapat dianalisis untuk memperkirakan nilai PCN. Secara umum, pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui homogenitas daya dukung perkerasan serta mengetahui transfer beban khususnya pada sambungan perkerasan kaku.
- c) Pengujian HWD merupakan salah satu prosedur standar yang dilakukan dengan maksud mengetahui kegagalan pada lapis perkerasan dan solusi rehabilitasi yang optimal, mengetahui kualitas konstruksi perkerasan, memahami model perkerasan, melakukan manajemen perkerasan, dan melakukan penelitian perkerasan.
- d) Pengujian HWD dilakukan dengan menerapkan beban pada perkerasan dan mencatat lendutan yang terjadi melalui *geophone* yang dipasang di atas permukaan. Hasil HWD kemudian dianalisis dengan konsep perhitungan balik (*back calculation*) dengan bantuan *software* khusus untuk menghasilkan nilai modulus setiap lapisan perkerasan termasuk nilai PCN.
- e) Tujuan dilaksanakan pekerjaan ini adalah dalam rangka pengamanan konstruksi perkerasan sisi udara untuk memenuhi persyaratan dan menjamin keamanan serta keselamatan pelayanan operasi penerbangan di Bandara VVIP IKN dengan pesawat udara kritis B-777 300 ER.

2) Pekerjaan Spesifikasi Khusus Lain dan Seksi Lain dalam Spesifikasi Umum yang Berkaitan dengan Spesifikasi Khusus Ini

- a) Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas : Seksi 1.8
- b) Keselamatan dan Kesehatan Kerja : Seksi 1.19
- c) Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) : SKh-1.1.22

3) Standar Rujukan

Kementerian Perhubungan

Peraturan Direktur : Pedoman Teknis Operasional Peraturan Keselamatan
Jenderal Perhubungan Penerbangan Sipil Bagian 139-24 (*Advisory Circular*
Udara Nomor KP 93 CASR Part 139-24), Pedoman Perhitungan PCN
Tahun 2015 (*Pavement Classification Number*) Perkerasan
Prasarana Bandar Udara dan FAA AC/150-5335-5C

Federal Aviation Administration (FAA)

FAA AC 150/5370-11B : *Nondestructive Testing in the Evaluation of Airport Pavements*

- 4) Cuaca yang Diizinkan untuk Bekerja
- a) Pengujian HWD tidak boleh dilakukan pada kondisi hujan atau pada kondisi permukaan perkerasan masih basah/tergenang.
 - b) Pelaksanaan pengujian harus dihentikan sementara bila tidak dapat diperoleh hasil yang memuaskan karena hujan, atau kondisi lapangan tidak memungkinkan.
- 5) Hal-Hal yang Harus Diperhatikan

Pengujian HWD tidak boleh dilakukan pada kondisi perkerasan yang mengalami kerusakan.

SKh.1.9.17.2 PERALATAN

Alat uji lendutan yang digunakan adalah *Heavy Weight Deflectometer* (HWD) dengan kapasitas pembebanan menyerupai pesawat beban kritis yang beroperasi. Alat yang digunakan harus berada dalam kondisi baik serta memiliki sertifikasi dan terkalibrasi oleh otoritas yang berwenang. Personel yang menjalankan peralatan HWD juga harus memiliki sertifikat terkait. Alat mencakup segala komponen pelengkap yang dibutuhkan untuk memperoleh data lendutan seperti komputer, *geophone*, *generator*, dan sebagainya.

Seluruh pekerja termasuk penanggung jawab lapangan harus diberikan seragam, sepatu kerja, helm kerja, jas hujan, sarung tangan untuk keamanan dan keselamatan kerja serta berpenampilan rapi untuk mempermudah pemantauan, mematuhi segala peraturan yang berlaku di lokasi pekerjaan serta menjaga ketertiban dan kebersihan di lokasi kerja. Penyedia Jasa berkewajiban menyediakan kotak P3K di tempat lengkap dengan isinya.

SKh.1.9.17.3 PELAKSANAAN

- a) Setelah pekerjaan penghamparan material perkerasan selesai dilakukan dan diterima oleh Pengawas Pekerjaan, berikutnya Penyedia Jasa diwajibkan untuk melakukan pengujian HWD dengan *plotting* titik pengujian yang dapat dilihat pada Lampiran, Gambar SKh.1.9.17..2) dan Gambar SKh.1.9.17..3).
- b) Penyedia Jasa bersama dengan Pengawas Pekerjaan melakukan inspeksi terhadap kondisi kelaikan alat uji HWD termasuk alat kelengkapan dan perizinan yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan pengujian.
- c) Penyedia Jasa melakukan pengujian sesuai dengan rancangan yang telah disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.
- d) Penyedia Jasa melaporkan hasil pengujian dan dokumentasi kegiatan.

SKh.1.9.17.4 KONFIGURASI PENGUJIAN

1) Umum

Konfigurasi pengujian yang diuraikan dalam subbab ini merupakan pedoman umum yang bisa digunakan oleh Penyedia Jasa. Penyimpangan dari pedoman yang diuraikan dalam subbab ini dapat dilakukan atas persetujuan dari Pengawas Pekerjaan.

2) Konfigurasi Pengujian Lendutan *Runway*, *Taxiway*, dan *Apron*

Runway dan *taxiway* Bandara VVIP IKN merupakan perkerasan lentur sedangkan konstruksi apron merupakan perkerasan kaku. Konfigurasi titik pengujian HWD di *runway* dan *taxiway* dilakukan pada *centreline* dan *offset* 3 m dan 5,5 m dengan interval uji 10 m (Dapat dilihat pada Lampiran, Gambar SKh.1.9.17..2) Pada area *runway*, pengujian harus dimulai dari ujung TH 07 menuju ujung TH 25, sedangkan pada area *Taxiway A* dan *Taxiway B* harus dimulai dari *intersection runway-taxiway* menuju *intersection taxiway-apron*. (Dapat dilihat pada Lampiran, Gambar SKh.1.9.17..2) Untuk area apron titik pengujian dilakukan sesuai dengan yang tertuang dalam Lampiran, Gambar SKh.1.9.17..3).

SKh.1.9.17.5 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

1) Pengukuran

Pekerjaan Pengujian HWD diukur dalam satuan set dimana harga dan pembayaran tersebut harus merupakan kompensasi penuh untuk penyediaan semua pekerja, perkakas, dan peralatan.

2) Pembayaran

Pembayaran harus dilakukan dengan harga satuan kontrak per set untuk Pengujian HWD yang telah diterima oleh Pengawas Pekerjaan.

Harga ini sudah termasuk persiapan, pengangkutan, pengujian dan semua tenaga kerja, peralatan, perkakas, dan insidental yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan

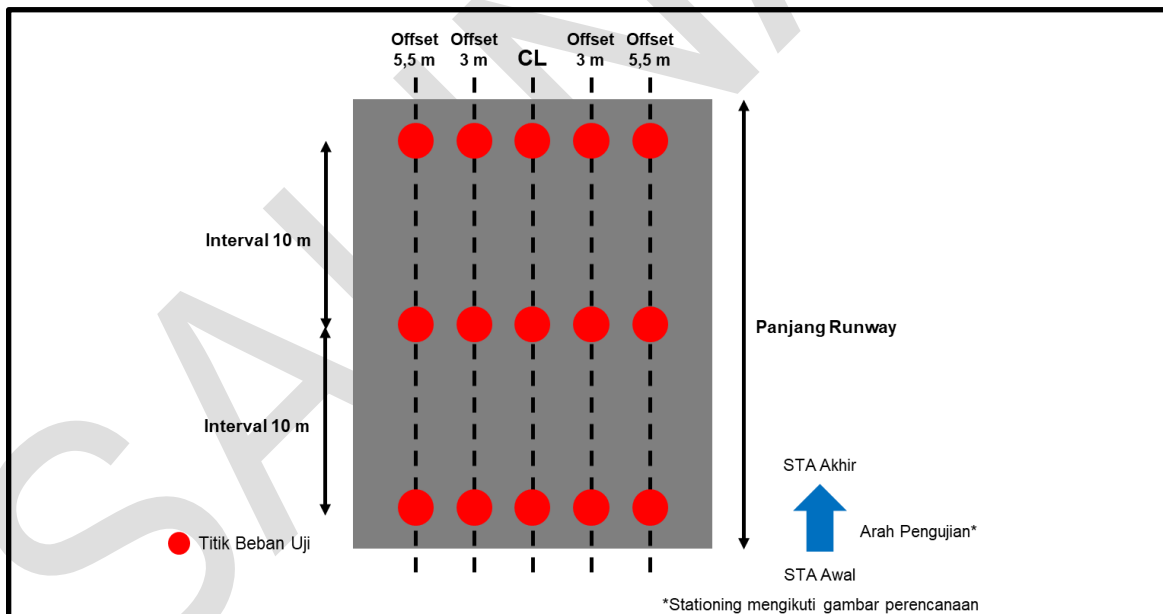
Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
SKh.1.9.17.(1)	Pengujian <i>Heavy Weight Deflectometer</i> (HWD)	Set

LAMPIRAN
SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM
SKh.1.9.17

PENGUJIAN *HEAVY WEIGHT DEFLECTOMETER* (HWD)



Gambar SKh.1.9.17.1) *Layout* Pengujian HWD di *Runway* dan *Taxiway*



Gambar SKh-1.9.17.2) *Ilustrasi Lokasi dan Interval Uji HWD di Runway dan Taxiway*

Gambar SKh-1.9.17.3) *Layout* Pengujian HWD di Apron