

**SURAT EDARAN MENTERI PEKERJAAN UMUM  
DAN PERUMAHAN RAKYAT  
NOMOR : 17/SE/M/2015  
TANGGAL 23 APRIL 2015**

**TENTANG**

**PEDOMAN PERANCANGAN DAN PELAKSANAAN LAPIS  
PERMUKAAN MIKRO (*MICRO-SURFACING*)**



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM  
DAN PERUMAHAN RAKYAT**



**MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT  
REPUBLIK INDONESIA**

**Kepada Yth.:**

**Para Pejabat Eselon I di lingkungan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.**

**SURAT EDARAN  
NOMOR : 17 /SE/M/2015**

**TENTANG**

**PEDOMAN PERANCANGAN DAN PELAKSANAAN LAPIS PERMUKAAN  
MIKRO (*MICRO-SURFACING*)**

**A. Umum**

Lapis permukaan mikro terdiri dari agregat, bahan pengisi, air dan aspal emulsi yang dicampur secara dingin dengan menggunakan alat pencampur, serta dilakukan penghamparan dan pemadatan (bila diperlukan) di atas permukaan perkerasan beraspal eksisting yang telah disiapkan.

**B. Dasar Pembentukan**

- 1) Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2006 Nomor 86, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4655);
- 2) Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2007 tentang Pembagian Urusan Pemerintahan antara Pemerintah, Pemerintahan Provinsi, Pemerintahan Daerah Kabupaten/Kota (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 82, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4737);
- 3) Peraturan Presiden Nomor 7 Tahun 2015 tentang Organisasi Kementerian Negara;
- 4) Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2015 tentang Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 16);

- 5) Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 121/P Tahun 2014 tentang Pembentukan Kementerian dan Pengangkatan Menteri Kabinet Kerja Periode Tahun 2014-2019;
- 6) Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 07/PRT/M/2012 tentang Penyelenggaraan Penelitian dan Pengembangan di Bidang Jalan.

### **C. Maksud dan Tujuan**

Surat Edaran ini dimaksudkan sebagai acuan bagi Pejabat Eselon I di Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, perencana, pelaksana dan pengawas dalam merancang dan melaksanakan suatu lapisan permukaan pada perkerasan beraspal yang berfungsi untuk mengatasi permukaan perkerasan eksisting yang mengalami penuaan, oksidasi, retak-retak halus, pelepasan butir, kerusakan alur (*rutting*) dengan kedalaman maksimum 2,5 cm dan mengalirkan air dari permukaan perkerasan. Dengan lapis permukaan mikro, permukaan menjadi kedap air sehingga dapat melindungi lapisan konstruksi di bawahnya.

### **D. Ruang Lingkup**

Pedoman ini menetapkan tata cara perancangan dan pelaksanaan lapis permukaan mikro untuk perawatan permukaan perkerasan.

Perancangan campuran lapis permukaan mikro meliputi penentuan proporsi agregat campuran, bahan pengisi (*filler*), air dan bahan tambah (*additive*) serta aspal emulsi yang dimodifikasi polimer. Dengan proporsi campuran bahan yang tepat, sifat campuran yang diperoleh memenuhi persyaratan *wet stripping*, kohesi pada 30 menit dan 60 menit, abrasi jalur basah (*wet track abrasion test*, WTAT), perubahan bentuk lateral, ekses aspal serta persyaratan klasifikasi.

Pelaksanaan lapis permukaan mikro menguraikan ketentuan tentang pengadaan dan pemeriksaan bahan serta peralatan, uji coba di lapangan, pengendalian lalu lintas, batasan cuaca, penyiapan permukaan perkerasan eksisting, pelaksanaan penghamparan, perawatan serta pembukaan untuk lalu lintas.

### **E. Penutup**

Ketentuan lebih rinci mengenai Pedoman Perancangan dan Pelaksanaan Lapis Permukaan Mikro (*Micro-Surfacing*) ini tercantum dalam Lampiran yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Surat Edaran Menteri ini.

Demikian atas perhatian Saudara disampaikan terima kasih.

**Ditetapkan di Jakarta**  
**pada tanggal 23 April 2015**

**MENTERI PEKERJAAN UMUM  
DAN PERUMAHAN RAKYAT,**



*M. Basuki Hadimuljono*

**M. BASUKI HADIMULJONO**

Tembusan disampaikan kepada Yth.:  
Plt. Sekretaris Jenderal, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan  
Rakyat.

SALINAN

LAMPIRAN  
SURAT EDARAN MENTERI PEKERJAAN  
UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT  
NOMOR : 17/SE/M/2015  
TENTANG  
PEDOMAN PERANCANGAN DAN  
PELAKSANAAN LAPIS PERMUKAAN  
MIKRO (*MICRO-SURFACING*)

# PEDOMAN

**Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil**

---

**Perancangan dan pelaksanaan lapis permukaan  
mikro (*micro-surfacing*)**



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM  
DAN PERUMAHAN RAKYAT**

## Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata.....	ii
Pendahuluan.....	iii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Acuan normatif .....	1
3 Istilah dan definisi.....	2
4 Ketentuan teknis.....	4
4.1 Bahan .....	4
4.2 Campuran.....	5
4.3 Peralatan .....	6
4.4 Kelembapan udara.....	6
5 Prosedur perancangan campuran lapis permukaan mikro dengan aspal emulsi dimodifikasi polimer.....	7
5.1 Tahapan perancangan.....	7
5.2 Tahapan perancangan campuran .....	8
6 Pelaksanaan pekerjaan lapis permukaan mikro.....	10
6.1 Umum .....	10
6.2 Pengadaan bahan.....	11
6.3 Peralatan lapangan .....	11
6.4 Kalibrasi.....	12
6.5 Penyiapan permukaan perkerasan.....	12
6.6 Batasan cuaca .....	13
6.7 Pengaturan dan pembukaan untuk lalu lintas .....	13
6.8 Pelaksanaan konstruksi lapis permukaan mikro .....	13
7 Pengendalian mutu .....	14
7.1 Bahan .....	14
7.2 Campuran.....	14
7.3 Pekerjaan yang tidak memenuhi ketentuan .....	14
7.4 Hasil penghamparan.....	15
8 Toleransi lapis permukaan mikro .....	15
Lampiran A (informatif) Pembentukan profil kembali alur pada jejak roda dengan lapis permukaan mikro.....	16
Lampiran B (informatif) Prosedur pengujian kohesi (ringkasan ISSA TB No 139) .....	17
Lampiran C (informatif) Prosedur pengujian abrasi jalur basah (ringkasan ISSA TB No 100)...20	
Lampiran D (informatif) Prosedur pengujian perubahan bentuk dengan beban roda ( <i>loaded wheel</i> ) (ringkasan ISSA TB No 147) .....	24
Lampiran E (informatif) Prosedur pengujian klasifikasi (ringkasan ISSA TB No 144) .....	26
Lampiran F (informatif) Contoh perancangan campuran untuk lapis permukaan mikro.....	29
Lampiran G (informatif) Jenis kerusakan perkerasan eksisting yang tepat ditangani dengan lapis permukaan mikro .....	34
Bibliografi .....	35

## Prakata

Pedoman perancangan dan pelaksanaan lapis permukaan mikro (*micro-surfacing*) dimaksudkan sebagai acuan bagi para perencana, pelaksana dan pengawas pada pekerjaan pemeliharaan perkerasan beraspal. Pedoman ini merupakan hasil penelitian yang mengacu pada ISSA A143 Revised February 2010 "*Recommended Performance Guideline For Micro Surfacing*" dan ASTM D6372-05 "*Standard Practices for Design, Testing, and Construction of Micro-surfacing*".

Pedoman ini dipersiapkan oleh Panitia Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Subpanitia Teknis 91-01/S2 Rekayasa Jalan dan Jembatan melalui Gugus Kerja Bahan dan Perkerasan Jalan.

Tata cara penulisan ini disusun mengacu pada Pedoman Standardisasi Nasional (PSN) 08:2007 dan dibahas dalam rapat konsensus yang diselenggarakan pada tanggal 2 Desember 2013 di Bandung dengan melibatkan narasumber, pakar dan lembaga terkait.

## Pendahuluan

Lapis permukaan mikro yang terdiri dari agregat, bahan pengisi, air dan aspal emulsi yang dicampur secara dingin dengan menggunakan alat pencampur, serta penghamparan dan pemadatan (bila diperlukan) di atas permukaan perkerasan beraspal eksisting yang telah disiapkan.

Pedoman perancangan dan pelaksanaan lapis permukaan mikro (*micro-surfacing*) dimaksudkan untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan pada perkerasan beraspal yang berfungsi untuk mengatasi permukaan perkerasan eksisting yang mengalami penuaan, oksidasi, retak-retak halus, pelepasan butir, kerusakan alur (*rutting*) dengan kedalaman maksimum 2,5 cm dan mengalirkan air dari permukaan perkerasan. Gambaran jenis kerusakan perkerasan yang tepat ditangani dengan lapis permukaan mikro disajikan pada Lampiran G.

Dengan lapis permukaan mikro, permukaan menjadi kedap air sehingga dapat melindungi lapisan konstruksi di bawahnya. Sebagai lapis permukaan, lapis permukaan mikro harus dapat memberikan kenyamanan dan keamanan bagi pengguna jalan.

Pedoman ini merupakan pedoman baru yang berguna untuk pekerjaan pemeliharaan preventif atau pemeliharaan periodik.

## Perancangan dan pelaksanaan lapis permukaan mikro (*micro-surfacing*)

### 1 Ruang lingkup

Pedoman ini menetapkan tata cara perancangan dan pelaksanaan lapis permukaan mikro untuk perawatan permukaan perkerasan.

Perancangan campuran lapis permukaan mikro meliputi penentuan proporsi agregat campuran, bahan pengisi (*filler*), air dan bahan tambah (*additive*) serta aspal emulsi yang dimodifikasi polimer. Dengan proporsi campuran bahan yang tepat, sifat campuran yang diperoleh memenuhi persyaratan *wet stripping*, kohesi pada 30 menit dan 60 menit, abrasi jalur basah (*wet track abrasion test, WTAT*), perubahan bentuk lateral, eksesi aspal serta persyaratan klasifikasi.

Pelaksanaan lapis permukaan mikro menguraikan ketentuan tentang pengadaan dan pemeriksaan bahan serta peralatan, uji coba di lapangan, pengendalian lalu lintas, batasan cuaca, penyiapan permukaan perkerasan eksisting, pelaksanaan penghamparan, perawatan serta pembukaan untuk lalu lintas.

### 2 Acuan normatif

Dokumen referensi di bawah ini harus digunakan dan tidak dapat ditinggalkan untuk melaksanakan pedoman ini.

SNI ASTM C 136-2012, *Cara uji untuk analisis saringan agregat halus dan agregat kasar*

SNI 2439: 2011, *Cara uji penyalutan dan pengelupasan pada campuran agregat-aspal*

SNI 4798: 2011, *Spesifikasi aspal emulsi kationik*

SNI 6832: 2011, *Spesifikasi aspal emulsi anionik*

SNI 2434:2011, *Cara uji titik lembek aspal dengan alat cincin dan bola (ring and ball)*

SNI 2456:2011, *Cara uji penetrasi bahan-bahan bitumen*

SNI 1970: 2008, *Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus*

SNI 2417: 2008, *Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles*

SNI 3407: 2008, *Cara uji sifat kekekalan agregat dengan cara perendaman menggunakan larutan Natrium Sulfat atau Magnesium Sulfat*

SNI 06-6723-2002, *Spesifikasi bahan pengisi untuk campuran beraspal*

SNI 03-6889-2002, *Tata cara pengambilan contoh agregat*

SNI 03-6877-2002, *Metode pengujian kadar rongga agregat halus yang tidak dipadatkan*

SNI 6828:2012, *Metode uji pengendapan dan stabilitas penyimpanan aspal emulsi*

SNI 06-6399-2000, *Tata cara pengambilan contoh aspal*

SNI 03-4428-1997, *Metode pengujian agregat halus atau pasir yang mengandung bahan plastis dengan cara setara pasir*

SNI 03-3642-1994, *Metode pengujian kadar residu aspal emulsi dengan penyulingan*

ISSA Technical Bulletin No. 100, *Test Method for Wet Track Abrasion of Slurry Surfaces*<sup>3</sup>

ISSA Technical Bulletin No. 109, *Test Method for Measurement of Excess Asphalt in Bituminous Mixtures by Use of a Loaded Wheel Tester and Sand Adhesion*

ISSA Technical Bulletin No. 139, *Test Method to Classify Emulsified Asphalt/ Aggregate Mixture Systems by Modified Cohesion Tester, Measurement of Set and Cure Characteristics*<sup>3</sup>

ISSA Technical Bulletin No. 144, *Test Method for Classification of Aggregate Filler—Bitumen Compatability by Schultze-Breuer and Ruck Procedures*

ISSA Technical Bulletin No. 147, *Test Methods for Measurements of Stability and Resistance to Compaction, Vertical and Lateral Displacement of multilayered Fine Aggregate Cold Mixes*<sup>3</sup>

ISSA Technical Bulletin No. 114, *Test Methods for Wet Stripping Test for Cured Slurry Seal Mixes*

ISSA Technical Bulletin No. 113, *Test Methods for Trial Mix Procedure for Slurry Seal Design*

### **3 Istilah dan definisi**

Untuk tujuan penggunaan pedoman ini, istilah dan definisi berikut digunakan.

#### **3.1**

##### **agregat**

sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun hasil buatan

#### **3.2**

##### **agregat halus**

agregat yang lolos pada ayakan No.4 atau 4,75 mm minimum 80%

#### **3.3**

##### **aspal emulsi**

aspal yang dihasilkan dengan cara mendispersikan aspal keras ke dalam air dengan bantuan bahan pengemulsi sehingga diperoleh aspal kationik, anionik atau non-ionik

#### **3.4**

##### **aspal emulsi anionik**

aspal emulsi yang bermuatan listrik negatif

#### **3.5**

##### **aspal emulsi anionik mengikat lambat (*anionic slow setting, SS*)**

aspal emulsi anionik yang pemisahan air dari aspalnya terjadi secara lambat setelah aspal tersebut kontak dengan agregat

#### **3.6**

##### **aspal emulsi kationik**

aspal emulsi yang bermuatan listrik positif

### 3.7

#### **aspal emulsi kationik mengikat lambat (*cationic slow setting, CSS*)**

aspal emulsi kationik yang pemisahan air dari aspalnya terjadi secara lambat setelah aspal tersebut kontak dengan agregat

### 3.8

#### **aspal emulsi kationik mengikat lebih cepat-1 keras (*cationic quick setting-1 hard, CQS-1h*)**

aspal emulsi kationik yang pemisahan air dari aspalnya terjadi secara lebih cepat setelah aspal tersebut kontak dengan agregat dan residu aspalnya mempunyai nilai penetrasi berkisar antara 40-90 dmm

### 3.9

#### **aspal emulsi non-ionik**

aspal emulsi yang tidak bermuatan listrik

### 3.10

#### **bahan pengisi**

bahan berbutir halus yang lolos ayakan No. 30 dengan persentase berat butir yang lolos ayakan No. 200 minimum 75%

### 3.11

#### **gradasi menerus**

suatu komposisi yang menunjukkan pembagian butir yang merata mulai dari ukuran yang terbesar sampai dengan yang terkecil

### 3.12

#### **lapisan permukaan mikro (*Micro-surfacing*)**

campuran aspal emulsi yang dimodifikasi polimer, agregat, bahan pengisi, air, dan bahan tambah (bila diperlukan), yang dicampur dengan proporsi yang tepat untuk dihampar pada permukaan perkerasan beraspal dengan tebal hamparan maksimum 12,7 mm

### 3.13

#### **pengabutan**

penyemprotan ringan dengan air (kabut air) yang bertujuan untuk membasahi permukaan perkerasan eksisting agar memiliki kelembapan yang cukup sebelum penghamparan lapis permukaan mikro

### 3.14

#### **polimer**

molekul hidrokarbon besar yang berbentuk dari unit-unit (*monomer*) berulang sederhana

### 3.15

#### **waktu pengikatan (*setting time*)**

waktu yang diperlukan aspal emulsi sejak dicampur dengan agregat sampai aspal menyatu dalam bentuk padat serta melapisi seluruh permukaan agregat

### 3.16

#### **waktu awal pemadatan oleh lalu lintas (*early rolling traffic time*)**

waktu yang diperlukan lapis permukaan mikro untuk dapat menerima beban lalu lintas tanpa mengalami pengelupasan butiran agregat (*picking*) atau deformasi

## 4 Ketentuan teknis

### 4.1 Bahan

Pengambilan contoh bahan aspal harus dilaksanakan sesuai dengan SNI 06-6399-2000, sedangkan untuk pengambilan contoh agregat harus sesuai SNI 03-6889-2002.

Bahan hanya boleh digunakan apabila telah dilakukan pengujian dan memenuhi persyaratan. Sebelum memulai pekerjaan, terlebih dahulu bahan harus disiapkan dalam jumlah yang cukup untuk menjamin kesinambungan pekerjaan. Untuk menjamin keseragaman campuran, sebaiknya menggunakan bahan dari sumber yang tetap.

#### a. Agregat

##### 1) Kualitas agregat

Agregat harus bersih, kuat, awet dan bebas dari gumpalan-gumpalan lempung atau bahan lain yang mengganggu. Agregat halus berupa batu pecah atau dapat juga bahan lain, seperti terak biji besi (*slag*), batu kapur, atau agregat lain dengan kualitas tinggi, atau kombinasi dari beberapa jenis agregat tersebut.

Agregat atau campuran agregat yang digunakan untuk lapis permukaan mikro harus memenuhi persyaratan mutu sesuai Tabel 1.

**Tabel 1 - Persyaratan agregat**

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Persyaratan
1.	Keausan dengan Los Angeles pada 500 putaran, %	SNI 2417 : 2008	Maks. 30
2.	Kelekatan dengan aspal, %	SNI 2439 : 2011	Min. 95
3.	Penyerapan air agregat, %	SNI 1970 : 2008	Maks. 3
4.	Nilai setara pasir, %	SNI 03-4428-1997	Min. 65
5.	Angularitas/kadar rongga agregat halus	SNI 03-6877-2002	Maks. 45
6.	Kekekalan agregat ( <i>Soundness</i> ) dengan - Natrium Sulfat atau - Magnesium Sulfat, %	SNI 3407 : 2008	Maks. 15 Maks. 25

##### 2) Gradasi agregat

Gradasi agregat gabungan untuk campuran lapis permukaan mikro dan toleransi agregat di penimbunan (*stockpile*) ditunjukkan pada Tabel 2.

#### b. Bahan pengisi

Bahan pengisi dapat berupa semen atau kapur terhidrasi dan harus bebas dari gumpalan dan diterima setelah pemeriksaan secara visual. Bahan pengisi yang digunakan harus diperhitungkan sebagai bagian dari gradasi agregat campuran.

Bahan pengisi harus memenuhi persyaratan SNI 06-6723-2002. Bila diuji dengan pengayakan sesuai SNI ASTM C 136-2012, bahan pengisi harus mengandung berbutir halus yang lolos ayakan No. 30 dan yang lolos ayakan 0,075 mm (No. 200) tidak kurang dari 75% terhadap beratnya. Jenis dan jumlah bahan pengisi yang diperlukan harus ditentukan dengan perancangan campuran di laboratorium dan akan dianggap sebagai bagian dari gradasi agregat. Bahan pengisi yang digunakan maksimum 3% terhadap berat agregat kering.

**Tabel 2 - Persyaratan gradasi agregat**

Ukuran ayakan		% Berat yang lolos tipe campuran		Toleransi di <i>stockpile</i>
ASTM	(mm)	Tipe 1	Tipe 2	
3/8 in	9,5	100	100	
No. 4	4,75	90 - 100	70 - 90	+5%
No. 8	2,36	65 - 90	45 - 70	+5%
No. 16	1,18	45 - 70	28 - 50	+5%
No. 30	0,600	30 - 50	19 - 34	+5%
No. 50	0,300	18 - 30	12 - 25	+4%
No. 100	0,150	10 - 21	7 - 18	+3%
No. 200	0,075	5 - 15	5 - 15	+2%

c. Aspal emulsi

Aspal emulsi yang digunakan harus aspal emulsi dengan waktu pengikatan yang lebih cepat, yaitu aspal emulsi yang dimodifikasi dengan polimer. Bahan polimer harus dicampur ke dalam aspal atau bahan pelarut emulsi sebelum proses emulsifikasi.

Aspal emulsi dan residu aspal emulsi kationik dengan waktu pengikatan lebih cepat yang dimodifikasi dengan polimer harus memenuhi persyaratan sesuai SNI 4798: 2011 untuk CQS-1h, dengan persyaratan tambahan seperti disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3 - Persyaratan aspal emulsi**

Pengujian	Metode Pengujian	Persyaratan
Pengendapan dan stabilitas penyimpanan 24 jam, %	SNI 6828:2012	Maks. 1
Residu aspal emulsi hasil penyulingan*, %	SNI 03-3642-1994	Min. 62
Pengujian residu aspal emulsi		
Penetrasi pada 25°C, 0,1 mm	SNI 2456:2011	40-90
Titik lembek, °C	SNI 2434:2011	Min. 54

Keterangan: \*) Temperatur pengujian pada 117°C selama 20 menit

d. Air

Air yang digunakan harus bersih, tidak mengandung kotoran organik, garam-garam berbahaya, debu, atau lanau.

e. Bahan tambah (*additive*)

Bahan tambah dapat digunakan untuk mempercepat atau memperlambat pemisahan air (*break*) atau pengikatan (*set*) dari lapis permukaan mikro. Jenis dan rentang proporsi penggunaannya, harus berdasarkan pengujian di laboratorium, yaitu sebagai bagian dari perancangan campuran.

## 4.2 Campuran

Campuran kerja lapis permukaan mikro, digunakan untuk sistem lalu lintas cepat; artinya, campuran dapat menerima beban lalu lintas dengan periode waktu yang pendek dan mampu dihampar pada variasi penampang melintang jalan, permukaan perkerasan yang mengalami retakan (lebar retak  $\leq 6,5$  mm), beralur dan mengalami pelepasan butir. Campuran dengan tebal 12,7 mm harus dapat menerima beban lalu lintas dalam waktu 1 jam setelah penghamparan pada temperatur minimum 24 °C. Campuran untuk lapisan permukaan mikro terdiri atas dua tipe gradasi agregat campuran (lihat Tabel 2) dan setiap tipe penggunaannya berbeda, yaitu:

- Tipe 1 cocok untuk jalan-jalan perkotaan dan perumahan. Tipe ini dapat digunakan dengan takaran sekitar (5,4--10,8) kg/m<sup>2</sup>.
- Tipe 2 cocok untuk jalan arteri primer serta untuk menambal alur jejak roda pada perkerasan jalan. Tipe ini dapat digunakan dengan takaran sekitar (8,1--16,3) kg/m<sup>2</sup>.

Takaran aplikasi untuk menambal alur pada jejak roda kendaraan ditunjukkan dalam Lampiran A.

Campuran untuk lapis permukaan mikro harus memiliki sifat-sifat sebagaimana yang disyaratkan pada Tabel 4.

**Tabel 4 - Persyaratan campuran lapis permukaan mikro**

Pengujian	Metode Pengujian	Persyaratan
• Waktu pencampuran pada 25° C	ISSA TB NO. 113	Min.120 detik
• Kohesi - 30 menit (pengikatan) - 60 menit (awal pemadatan oleh lalu lintas)	ISSA TB NO. 139	Min.12 kg-cm Min. 20 kg-cm atau putaran terdekat
• Pengelupasan ( <i>wet stripping</i> )	ISSA TB NO. 114	Min. 90%
• Abrasi jalur basah - Direndam 1 jam - Direndam 6 hari	ISSA TB NO. 100	Maks.500 g/m <sup>2</sup> Maks. 800 g/m <sup>2</sup>
• Perubahan bentuk lateral	ISSA TB NO. 147	Maks. 5%
• Ekses aspal dengan pengujian beban roda adhesi pasir ( <i>LWT Sand Adhesion</i> )	ISSA TB NO. 109	Maks. 500 g/m <sup>2</sup>
• Klasifikasi	ISSA TB NO. 144	Min. Nilai 11 (AAA, BAA , lihat Tabel E-2)

### 4.3 Peralatan

Peralatan pengujian di laboratorium dan pelaksanaan di lapangan yang digunakan harus laik pakai dan terkalibrasi sesuai dengan ketentuan.

Peralatan yang diperlukan untuk perancangan campuran lapis permukaan mikro antara lain adalah:

- satu set alat uji kohesi, lihat Gambar B.1 dan B.2 pada Lampiran B,
- satu set alat uji abrasi jalur basah atau *wet track abrasion test (WTAT)*, lihat Gambar C.1 sampai dengan Gambar C.5 pada Lampiran C,
- satu set alat uji beban roda atau (*loaded wheel*), lihat Gambar D.1 pada Lampiran D,
- satu set alat uji klasifikasi, lihat Gambar E.1 pada Lampiran E.

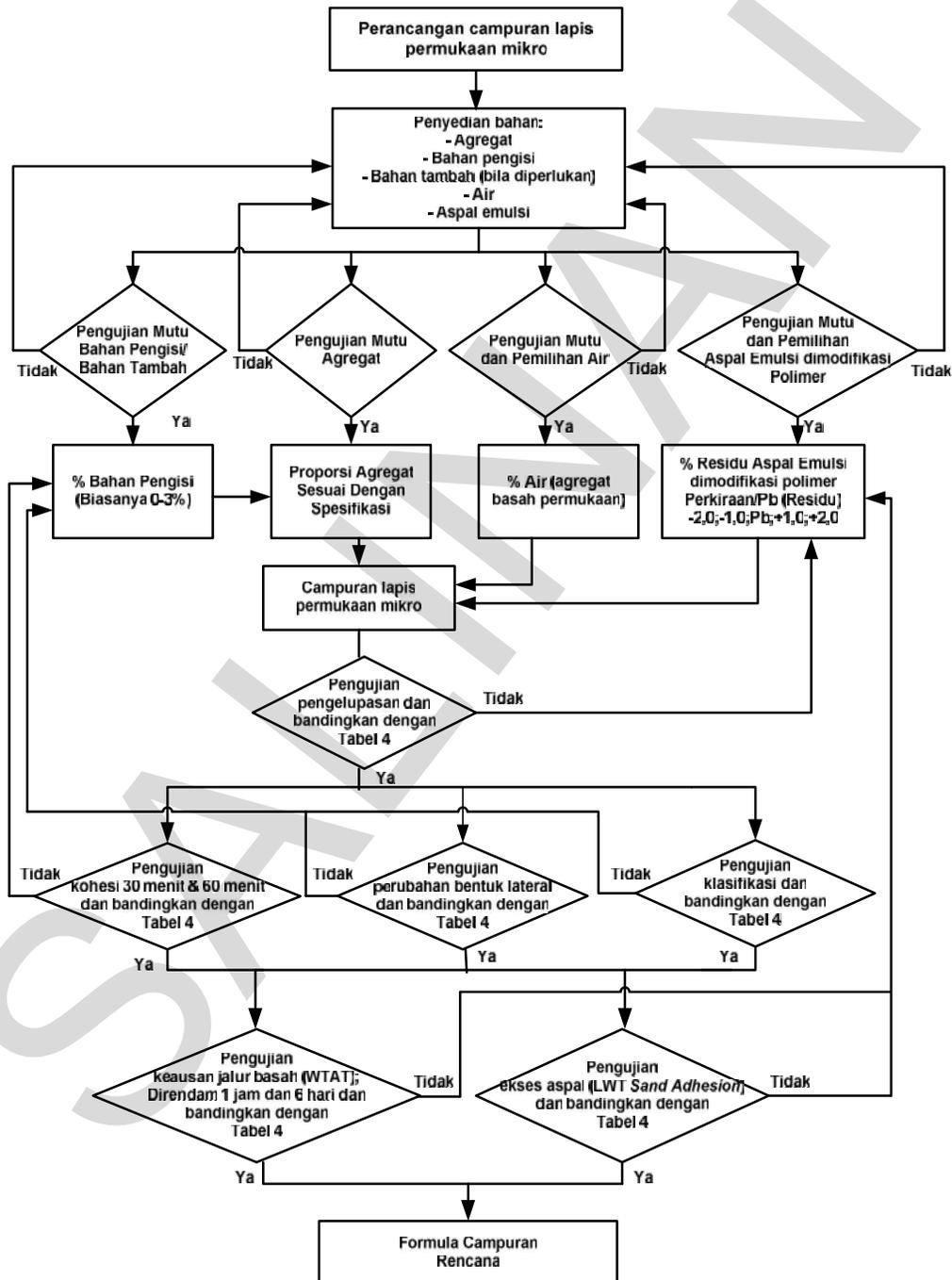
### 4.4 Kelembapan udara

Bilamana kelembapan di laboratorium saat pengujian lebih rendah daripada kelembapan di lapangan maka perlu dilakukan penyesuaian rancangan campuran karena kelembapan yang lebih tinggi dapat memperpanjang waktu perawatan di lapangan. Untuk mempercepat waktu perawatan agar dapat dilalui lalu lintas maka dapat ditambahkan bahan tambah (*additive*).

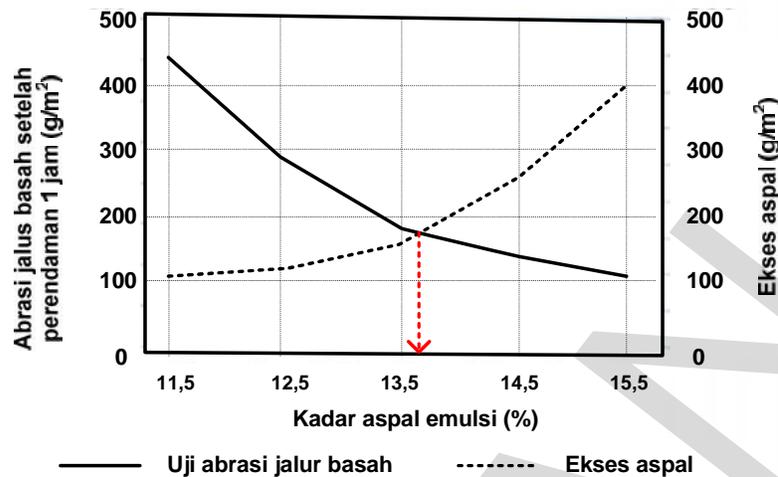
## 5 Prosedur perancangan campuran lapis permukaan mikro dengan aspal emulsi dimodifikasi polimer

### 5.1 Tahapan perancangan

Tahapan perancangan campuran lapisan permukaan mikro seperti disajikan pada Gambar 1, sedangkan untuk penentuan kadar emulsi optimum disajikan pada Gambar 2.



Gambar 1 - Bagan alir proses perancangan lapis permukaan mikro (Micro-surfacing)



**Gambar 2 - Tipikal penentuan kadar aspal emulsi optimum**

## 5.2 Tahapan perancangan campuran

### a. Penyediaan dan pengujian bahan

Bahan yang akan digunakan untuk pembuatan campuran lapisan permukaan mikro, yaitu agregat, bahan pengisi, bahan tambah (bila diperlukan), aspal emulsi yang dimodifikasi dengan polimer dan air. Seluruh bahan yang digunakan harus memenuhi persyaratan, bila bahan tersebut tidak memenuhi persyaratan maka harus diganti dengan bahan yang memenuhi persyaratan.

### b. Penentuan proporsi campuran agregat

Tentukan proporsi campuran agregat, termasuk bahan pengisi, secara grafis sedemikian rupa sehingga menghasilkan gradasi yang sesuai dengan persyaratan pada Tabel 2. Apabila digunakan semen portland sebagai bahan pengisi, jumlahnya maksimum 3%.

### c. Penentuan kadar aspal emulsi perkiraan

Tentukan kadar residu aspal emulsi perkiraan berdasarkan gradasi agregat campuran dengan persamaan sebagai berikut:

$$P = (0,05 \times A + 0,1 \times B + 0,5 \times C) \times 0,7 \quad (1)$$

Keterangan:

P adalah persen residu aspal emulsi perkiraan terhadap berat kering agregat,

A adalah persen agregat tertahan ayakan No. 8 (2,36 mm),

B adalah persen agregat lolos ayakan No. 8 (2,36 mm) dan tertahan saringan No. 200 (0,075 mm),

C adalah persen agregat lolos ayakan No. 200 (0,075 mm).

Buatlah benda uji dengan kadar residu aspal emulsi perkiraan di atas, dibulatkan mendekati 0,5%, dengan 2 kadar residu aspal emulsi di atas dan 2 kadar residu aspal emulsi di bawah kadar residu aspal emulsi perkiraan awal yang sudah dibulatkan mendekati 0,5% (contoh: apabila rumus memberikan nilai 13,7%, dibulatkan menjadi 13,5%, buatlah benda uji dengan variasi kadar residu aspal emulsi 11,5%; 12,5; 13,5%; 14,5% dan 15,5%), lihat Gambar 2.

Berdasarkan persen residu, kadar aspal emulsi perkiraan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$AE = (P/R) \times 100$$

(2)

Keterangan:

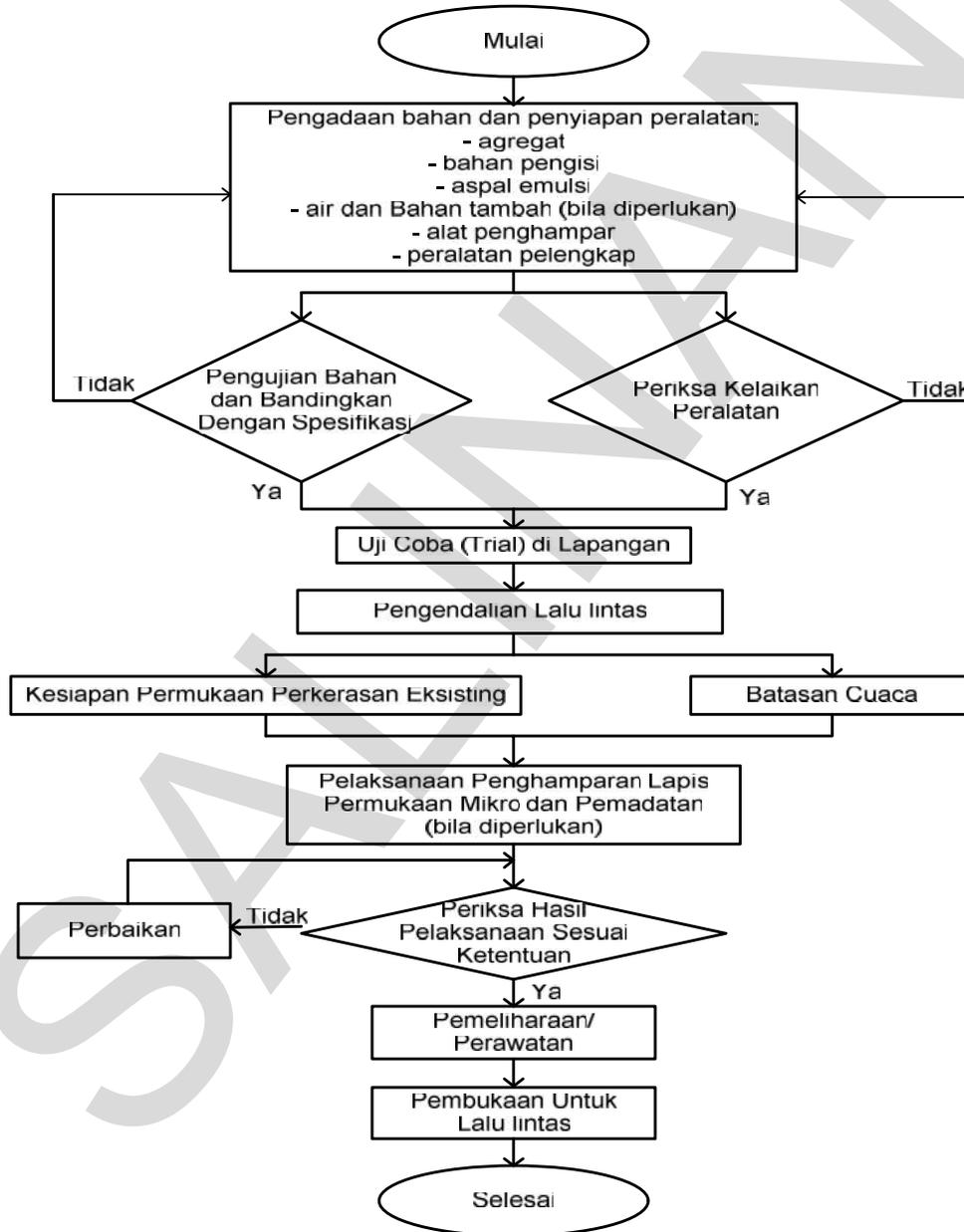
AE adalah persen aspal emulsi perkiraan terhadap berat kering agregat,  
P adalah persen residu aspal emulsi perkiraan terhadap berat kering agregat,  
R adalah persen residu aspal emulsi yang digunakan (hasil pengujian).

- d. Tambahkan proporsi air ke agregat campuran (agregat basah permukaan), selanjutnya buat benda uji dengan variasi kadar residu aspal emulsi perkiraan seperti diuraikan pada butir 5.2.c.
- e. Lakukan pengujian pengelupasan (*wet stripping test*) sesuai ISSA TB No.114 dan apabila tidak memenuhi persyaratan maka lakukan perubahan variasi proporsi penggunaan aspal emulsi. Selanjutnya lakukan lagi sesuai butir 5.2.d.
- f. Lakukan pengujian kohesi, pengujian perubahan bentuk dan pengujian kasifikasi. Untuk pengujian kohesi sesuai prosedur pada Lampiran B, pengujian perubahan bentuk sesuai prosedur pada Lampiran D (ISSA TB No. 147) dan pengujian kasifikasi sesuai prosedur pada Lampiran E (ISSA TB No. 144).
- g. Bilamana hasil pengujian tidak memenuhi persyaratan, maka penggunaan bahan pengisi diubah atau ditambah untuk masing-masing benda uji dengan variasi kadar residu aspal emulsi perkiraan. Kemudian lakukan pengujian lanjutan sesuai butir 5.2.e dan butir 5.2.f.
- h. Tahap berikutnya, lakukan pengujian keausan jalur basah (WTAT) dan pengujian ekses aspal (*LWT Sand Adhesion*) untuk masing-masing benda uji dengan variasi kadar residu aspal emulsi perkiraan. Pengujian keausan jalur basah sesuai prosedur abrasi jalur basah (WTAT) pada Lampiran C (ISSA TB No. 100) dan pengujian ekses aspal (*LWT Sand Adhesion*) sesuai prosedur ISSA TB No. 147.
- i. Bandingkan dengan persyaratan dan apabila kelima benda uji dengan variasi kadar residu aspal emulsi perkiraan tidak memenuhi persyaratan maka lakukan pengujian ulang dengan membuat benda uji dengan kadar residu aspal emulsi perkiraan yang baru. Selanjutnya lakukan tahapan kegiatan mulai butir 5.2.d sampai dengan butir 5.2.h.
- j. Buat grafik hubungan antara nilai pengausan dengan alat uji abrasi jalur basah dan nilai ekses aspal dengan kadar residu emulsi untuk kelima benda uji (lihat Gambar 2), selanjutnya tetapkan kadar residu aspal emulsi yang optimum, yaitu pada kadar residu aspal emulsi yang merupakan perpotongan garis antara nilai pengausan dengan alat uji abrasi jalur basah dan nilai ekses aspal (lihat Gambar 2).
- k. Pelaporan  
Pelaporan hasil perencanaan campuran lapisan permukaan mikro berisi rangkuman hasil pengujian campuran dengan parameter sesuai dengan Tabel 4, yaitu mencakup:
  - Kandungan residu aspal
  - Pengujian pengelupasan (*wet stripping*)
  - Pengujian kohesi
  - Pengujian perubahan bentuk lateral
  - Pengujian klasifikasi
  - Pengujian keausan dengan abrasi jalur basah (WTAT)
  - Pengujian ekses aspal (*LWT Sand Adhesion*)

## 6 Pelaksanaan pekerjaan lapis permukaan mikro

### 6.1 Umum

Pekerjaan yang dicakup dalam pedoman ini terdiri atas penyediaan tenaga kerja, penyiapan peralatan dan bahan serta pelaksanaan seluruh kegiatan yang diperlukan dalam aplikasi yang tepat dari sistem lapis permukaan lapis permukaan mikro pada permukaan perkerasan yang dirancang. Tahapan pelaksanaan pekerjaan lapis permukaan mikro seperti disajikan pada bagan alir pada Gambar 3.



Gambar 3 - Bagan alir pelaksanaan pekerjaan lapis permukaan mikro

## 6.2 Pengadaan bahan

### a. Agregat

Agregat yang digunakan harus sama dengan agregat yang digunakan pada waktu perancangan serta memenuhi persyaratan. Agregat harus berasal dari *stock pile* di area yang kering. Tindakan pencegahan diperlukan untuk mencegah terkontaminasi dengan batuan yang besar, tanah dan tanaman. Pada waktu pengangkutan dengan truk pengangkut maka harus diupayakan agregat tersebut tidak mengalami segregasi.

### b. Bahan pengisi

Bilamana hasil perancangan diperlukan bahan pengisi maka bahan pengisi tersebut harus memenuhi persyaratan serta harus disimpan pada tempat yang terlindung dari panas serta hujan. Bahan pengisi yang akan digunakan harus dijamin memenuhi persyaratan.

### c. Aspal emulsi

Aspal emulsi yang digunakan harus sama dengan aspal emulsi yang digunakan pada waktu perancangan serta memenuhi persyaratan. Aspal emulsi harus disimpan dalam drum atau truk tangki yang dapat dengan mudah diisikan pada tangki alat penghampar lapisan permukaan mikro. Tangki tersebut harus dilengkapi alat yang dapat mencegah air masuk kedalam emulsi. Aspal emulsi harus diaduk atau disirkulasi setidaknya satu kali sehari agar seragam.

### d. Air

Air yang digunakan untuk campuran lapisan permukaan mikro harus bersih, tidak mengandung kotoran organik, garam-garam berbahaya, debu, serta bebas dari lanau dan zat yang membahayakan.

### e. Bahan tambah

Bilamana hasil perancangan diperlukan bahan tambah untuk mempercepat dibuka untuk lalu lintas maka bahan tambah tersebut harus disimpan pada tempat yang terlindung dari panas serta hujan serta harus sesuai petunjuk pabrik pembuatnya. Bahan tambah yang akan digunakan harus dijamin memenuhi persyaratan.

## 6.3 Peralatan lapangan

Semua peralatan yang digunakan untuk pekerjaan ini harus terpelihara dan dalam keadaan siap pakai setiap saat.

### a. Peralatan penghampar lapis permukaan mikro

Peralatan penghampar harus secara spesifik dirancang dan dibuat untuk menghampar campuran untuk lapis permukaan mikro. Mesin harus mempunyai tenaga penggerak sendiri (*self-propelled*) dan mempunyai unit yang secara menerus mengalirkan campuran. Mesin tersebut harus dapat mengatur secara akurat proporsi agregat, aspal emulsi, bahan pengisi, bahan tambah (*control setting additive*), dan air serta mampu memasok bahan-bahan tersebut ke unit pengaduk (*revolving multi-blade double shafted mixer*) dan kemudian menuangkan campuran secara menerus. Agar pasokan bahan ke unit pengendali takaran terpelihara, mesin harus mempunyai tempat penyimpanan dengan kapasitas yang cukup untuk menampung agregat, aspal emulsi, bahan pengisi mineral, bahan tambah, dan air.

Pada pekerjaan yang besar, mungkin diperlukan mesin yang dapat memuat sendiri material sambil dapat terus menghampar campuran. Mesin tersebut harus mempunyai perlengkapan yang memungkinkan operator untuk mengendalikan kecepatan maju dan

mundur selama pengerjaan lapis permukaan mikro dan juga mempunyai tempat pengemudi berlawanan arah untuk membantu pengaturan alinemen.

- Tiap pengendali volume atau berat untuk mengatur proporsi masing-masing bahan dan digunakan dalam kalibrasi bahan harus tersedia dan diberi tanda secara benar.
  - Mesin harus dilengkapi dengan kotak penghampar (*surfacing box*) dengan pedal sumbu ganda (*twin shafted paddles*) atau ulir (*augers spiral*) yang dipasang dalam kotak penghampar. Di depan kotak penghampar harus dipasang sekat (*seal*), yaitu untuk memastikan agar tidak terjadi kehilangan campuran pada permukaan jalan. Di belakang kotak penghampar harus dipasang perata akhir yang ketinggiannya dapat disesuaikan. Kotak penghampar dan perata akhir harus dirancang dan dioperasikan sedemikian rupa sehingga dapat menghasilkan campuran dengan kekentalan (*consistency*) yang seragam dan memungkinkan campuran untuk mengalir secara bebas ke perata akhir. Kotak penghampar harus memiliki juga fitur yang dapat mengimbangi variasi geometri perkerasan. Perata akhir harus mempunyai fitur yang dapat memperbaiki tekstur permukaan. Selain itu, perata akhir juga harus mempunyai fitur untuk penyesuaian ketebalan seperti kotak penyebar.
  - Penutupan atau penambalan alur pada jejak roda dengan kedalaman 12,7 mm atau lebih besar harus ditutup dengan kotak penambal alur yang mempunyai lebar 1,50 atau 1,80 m. Kotak penambal harus dirancang dengan ulir (*auger*) yang dapat mengisik material ke bagian alur terdalam dan dapat menghasilkan lapisan dengan variasi tebal yang terkendali.
- b. Peralatan tambahan
- Sapu karet (*squeeges*), sekop, perlengkapan kontrol lalu lintas, alat bantu lainnya dan perlengkapan keselamatan kerja harus disediakan untuk mendukung pelaksanaan pekerjaan.
- c. Peralatan pembersihan
- Alat pembersih terdiri atas mesin penyapu, mesin peniup, kompresor udara, alat penyemprot air, dan sapu manual yang cocok untuk membersihkan permukaan dan retak pada perkerasan lama.

#### 6.4 Kalibrasi

Tiap unit pencampuran yang akan digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan harus dikalibrasi terlebih dulu. Dokumentasi kalibrasi harus mencakup kalibrasi setiap bahan untuk berbagai pengaturan (*setting*), yang dapat dihubungkan dengan perangkat pengukur yang terdapat pada mesin. Mesin yang belum dikalibrasi tidak boleh dioperasikan pada pelaksanaan pekerjaan.

#### 6.5 Penyiapan permukaan perkerasan

- a. Segera sebelum penghamparan lapis permukaan mikro, bersihkan permukaan sehingga bebas dari bahan lepas, debu, rumput dan kotoran lainnya. Jika untuk membersihkan permukaan dan retakan ( $> 0,65$  cm) digunakan air, maka sebelum lapis permukaan mikro dihamparkan, retakan harus benar-benar sudah kering. Lubang pembuangan air (*manholes*), kotak katup (*valve boxes*), bak kontrol (*dropinlet*) dan fasilitas lain yang sejenis harus dilindungi dengan cara yang tepat, agar tidak terganggu oleh lapis permukaan mikro. Untuk memperbaiki retak dengan lebar celah retakan lebih dari 0.65 cm pada permukaan perkerasan eksisting dapat ditangani dengan pengisian celah retak sebelum penghamparan lapis permukaan mikro.

- b. Umumnya, penyemprotan lapis perekat tidak diperlukan, kecuali bila permukaan perkerasan yang akan dihampar lapis permukaan mikro sangat kering (kurang aspal) dan mengalami pelepasan butir. Bila diperlukan lapis perekat, harus menggunakan aspal emulsi kelas SS sesuai SNI 6832: 2011 atau CSS sesuai SNI 4798: 2011, atau sesuai dengan jenis aspal emulsi yang digunakan pada campuran lapis permukaan mikro. Lapis perekat terdiri atas satu bagian emulsi aspal dengan tiga bagian air dan harus diterapkan dengan alat aspal distributor. Alat aspal distributor harus mampu menyemprotkan secara merata pada tingkat (0,23-0,68) L/m<sup>2</sup>. Lapis permukaan mikro hanya boleh dihamparkan setelah lapis perekat cukup kering (*cure*).

## 6.6 Batasan cuaca

Penghamparan lapis permukaan mikro tidak boleh dilakukan apabila diperkirakan akan hujan sebelum lapis permukaan mikro benar-benar kering atau setelah hujan dengan air masih menggenang pada permukaan jalan eksisting. Selain itu, pekerjaan lapis permukaan mikro tidak boleh dilaksanakan apabila cuaca diperkirakan akan sangat memperpanjang waktu pembukaan untuk lalu lintas.

## 6.7 Pengaturan dan pembukaan untuk lalu lintas

Pengaturan lalu lintas yang tepat harus dilakukan untuk melindungi lapis permukaan mikro yang telah selesai dihampar, sampai lapisan benar-benar mengikat serta dapat dilewati lalu lintas. Lamanya waktu pembukaan untuk lalu lintas umumnya 1 jam setelah penghamparan.

## 6.8 Pelaksanaan konstruksi lapis permukaan mikro

- a. Bila diperlukan penyemprotan air, maka perkerasan harus disemprot dengan kabut air di depan kotak penghampar. Takaran air yang dikabutkan harus disesuaikan dengan temperatur, tekstur permukaan, kelembapan dan tingkat kekeringan perkerasan.
- b. Pada saat keluar dari pengaduk, campuran lapis permukaan mikro harus mempunyai kekentalan yang memadai. Pada semua bagian kotak penghampar harus setiap saat tersedia campuran yang cukup, agar seluruh permukaan dapat tertutup campuran. Pengisian kotak penghampar yang terlalu penuh (*overloading*) harus dihindari. Campuran yang menggumpal atau mengandung agregat yang tidak terselimuti aspal tidak boleh digunakan.
- c. Pada permukaan lapisan mikro yang telah selesai tidak boleh ada goresan berlebih, misal yang disebabkan oleh agregat besar. Goresan berlebih didefinisikan sebagai goresan yang lebih dari empat garis dengan lebar lebih dari 12 mm atau panjang lebih dari 100 mm, atau keduanya, atau lebar 25 mm dan panjang 75 mm pada setiap 25 m<sup>2</sup> luas permukaan. Kerataan permukaan diukur dengan mistar 3 m, maka pada permukaan dalam arah melintang tidak boleh ada jembul (*ripples*) dan arah memanjang tidak boleh ada goresan, perbedaan elevasi pada masing-masing arah tidak boleh lebih dari 6 mm.
- d. Pada sambungan memanjang atau sambungan melintang tidak boleh ada bagian-bagian yang tertutup secara berlebih atau tidak tertutup, atau tidak rapih (*unsightly appearance*). Untuk meminimumkan jumlah sambungan memanjang, sebaiknya digunakan alat penghampar dengan lebar yang memadai. Bila memungkinkan, sambungan memanjang sebaiknya ditempatkan pada garis lajur jalan. Tumpang tindih (*overlap*) pada sambungan memanjang diperbolehkan maksimum 75 mm. Perbedaan elevasi permukaan hasil penghamparan, bila diukur dengan menggunakan mistar 3 m tidak boleh lebih dari 6 mm.
- e. Penghamparan pada daerah yang tidak terjangkau oleh mesin penghampar harus dilakukan secara hati-hati dengan menggunakan alat penghampar manual. Jika

diperlukan, daerah yang akan dihampar secara manual harus dibasahi dengan pengabutan terlebih dulu. Hasil akhir pekerjaan yang dihampar secara manual harus mempunyai kerapihan yang sama dengan hasil akhir pekerjaan yang dihampar dengan kotak penghampar.

- f. Untuk memastikan bahwa garis di sepanjang kerb dan bahu jalan terbentuk secara lurus, maka pelaksanaan pekerjaan harus dilakukan dengan hati-hati. Pada daerah tersebut tidak boleh terjadi genangan air. Di samping itu, bahu jalan harus mempunyai kondisi yang baik dan harus mempunyai elevasi permukaan yang memungkinkan air dapat cepat mengalir. Agar memberikan penampilan yang baik, garis-garis di daerah persilangan jalan harus tetap dibuat lurus. Jika diperlukan untuk menutupi ujung jalan agar tetap lurus dapat digunakan bahan tertentu. Garis tepi tidak boleh bervariasi secara horizontal lebih dari 50 mm untuk tiap 30 m panjang.
- g. Pematatan biasanya tidak diperlukan pada permukaan lapis permukaan mikro. Namun, khusus untuk daerah belokan dengan kecepatan rendah, seperti pada simpangan jalan, maka harus dipadatkan dengan alat pematat roda karet (*Pneumatic tire roller*) berat 10 ton dan minimum 2 lintasan.
- h. Lajur pejalan kaki, lubang saluran air (*gutters*), dan persimpangan jalan harus dibersihkan dari bahan sisa campuran lapis permukaan mikro. Sisa bahan yang berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan ini juga harus dibersihkan.

## **7 Pengendalian mutu**

### **7.1 Bahan**

Untuk memperhitungkan agregat *bulking* (menggembur), diperlukan untuk memeriksa kadar air agregat *stockpile* dan menggunakan mesin penghampar yang sesuai. Pengujian bahan dilakukan pada contoh uji yang mewakili (*representative*), baik untuk agregat maupun untuk aspal emulsi.

Contoh yang perlu diambil untuk pengujian harian:

- a. Agregat dari penampung untuk gradasi agregat
- b. Campuran agregat untuk penentuan gradasi dengan cara pencucian
- c. Aspal emulsi

### **7.2 Campuran**

Untuk pengendalian mutu campuran, contoh campuran lapis permukaan mikro yang mewakili harus diambil langsung dari unit pencampur/penghampar. Jenis pengujian yang dilakukan mencakup konsistensi dan kadar residu aspal emulsi. Data proporsi yang diperoleh unit pencampur lapis permukaan mikro dapat digunakan untuk menentukan kuantitas masing-masing bahan dan tingkat aplikasi.

### **7.3 Pekerjaan yang tidak memenuhi ketentuan**

Bila hasil pengujian pada agregat dari tempat penimbunan (*stockpile*) dua kali berturut-turut tidak memenuhi persyaratan, pekerjaan harus dihentikan. Selain itu, bila hasil pengujian campuran dari unit pencampur yang sama dua kali pengujian berturut-turut tidak memenuhi persyaratan, maka penggunaan mesin harus ditangguhkan sampai masalahnya telah diperbaiki.

#### **7.4 Hasil penghamparan**

Konsistensi campuran lapis permukaan mikro yang tepat harus menjadi salah satu perhatian utama. Bila campuran terlalu kering, pada permukaan hamparan akan menunjukkan bergaris (*streaking*), menggumpal (*lumping*) dan kasar. Bila campuran yang dihamparkan terlalu basah akan mengalir berlebihan dan tidak menghasilkan garis jalur hamparan yang lurus. Cairan yang berlebihan juga dapat menyebabkan permukaan segregasi.

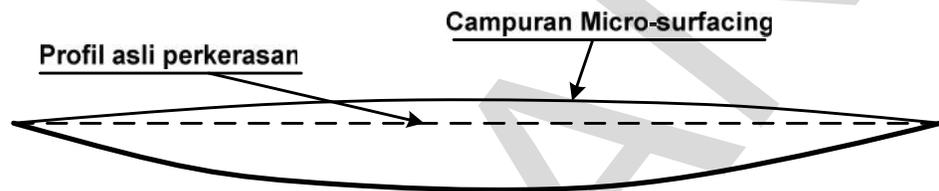
#### **8 Toleransi lapis permukaan mikro**

Toleransi untuk lapis permukaan mikro adalah sebagai berikut:

- a. Setelah kadar residu aspal emulsi ditetapkan sesuai rancangan campuran kerja, variasi yang diizinkan selama pelaksanaan adalah  $\pm 1\%$  terhadap berat agregat kering.
- b. Aplikasi lapis permukaan mikro tidak boleh bervariasi lebih dari  $\pm 3,0 \text{ kg/m}^2$  atau ketebalan hamparan tidak boleh bervariasi lebih dari  $\pm 2,0 \text{ mm}$ .

**Lampiran A  
(informatif)  
Pembentukan profil kembali alur pada jejak roda dengan lapis permukaan mikro**

- A.1** Untuk setiap 2,54 cm campuran lapis permukaan mikro (*Micro-surfacing*) tambahkan bahan 3,2 mm --6,4 mm sebagai mahkota (*crown*) untuk memungkinkan pemadatan oleh lalu lintas (lihat Gambar A.1).



**Gambar A.1 - Alur pada jejak roda**

- A.2** Ketika memperkirakan jumlah yang diperlukan untuk menutup alur dengan lapis permukaan mikro, kuantitas bahan yang diperlukan dengan tepat sangat sulit untuk dihitung, karena kedalaman dan lebar alur sangat bervariasi di sepanjang proyek. Berikut ini adalah daftar kuantitas perkiraan untuk berbagai kedalaman alur (lihat Tabel A.1).

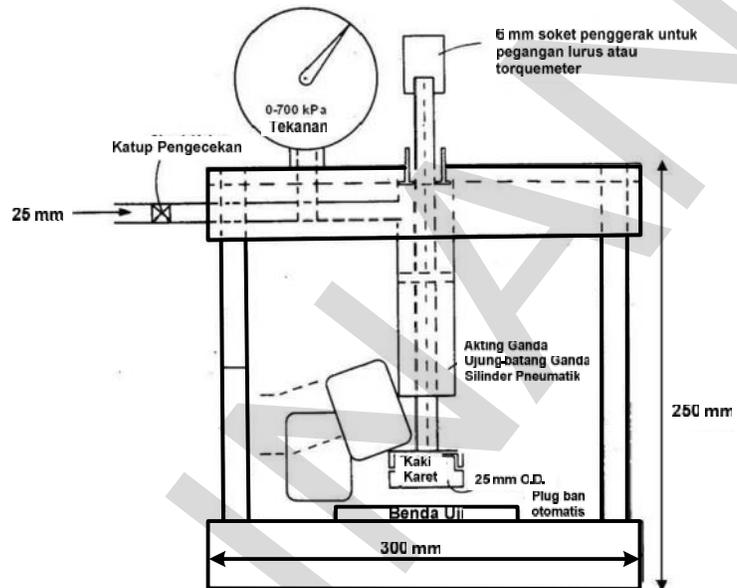
**Tabel A.1 - Daftar kuantitas perkiraan untuk variasi kedalaman alur**

Kedalaman alur (mm)	Kuantitas (kg/m <sup>2</sup> )
8 -- 12	9,1 -- 13,6
13 -- 25	11,4 -- 15,9

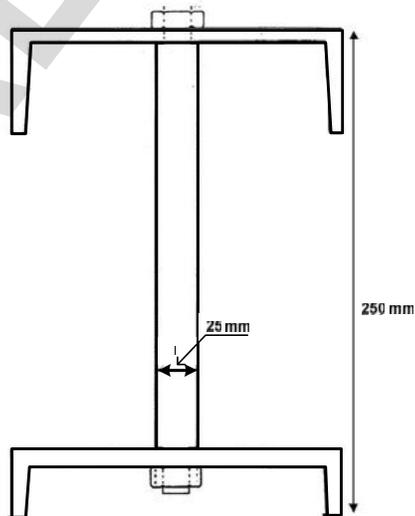
**Lampiran B**  
**(informatif)**  
**Prosedur pengujian kohesi (ringkasan ISSA TB No 139)**

**B.1 Peralatan pengujian**

Satu set peralatan pengujian kohesi seperti disajikan pada Gambar B.1 dan B.2 di bawah ini.



**Gambar B.1 - Alat uji kohesi (tampak depan)**

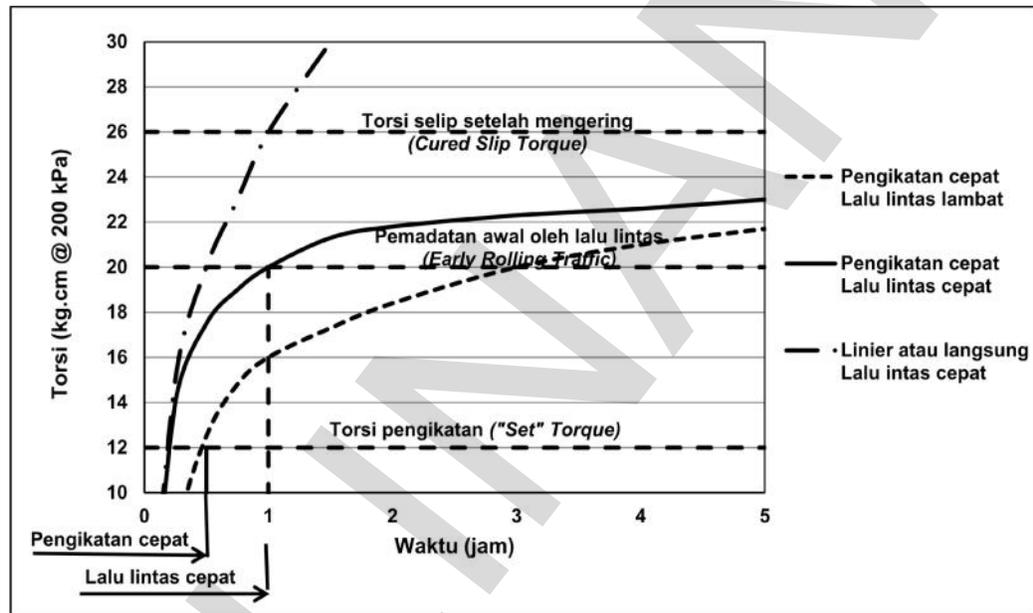


**Gambar B.2 - Alat uji kohesi (tampak samping)**

## B.2 Prosedur pengujian

Tahapan pengujian kohesi adalah sebagai berikut:

- a) Pengujian ini digunakan untuk menentukan berbagai waktu pengikatan campuran lapis permukaan mikro. Pengujian dilakukan dengan mengukur nilai torsi dari campuran lapis permukaan mikro yang telah menyatu (*coalesce*) dan menghasilkan kekuatan kohesi. Nilai torsi yang dihasilkan diplot terhadap waktu untuk menunjukkan perkembangan ketahanan campuran terhadap perubahan bentuk (*movement*). Nilai torsi dan waktu tertentu akan dijadikan sebagai "waktu pengikatan" dan "waktu awal pembebanan oleh lalu lintas" (lihat Gambar B.3).



**Gambar B.3 - Tipikal klasifikasi campuran berdasarkan pengujian kohesi yang dimodifikasi**

- b) Waktu pengikatan didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan sejak proses campuran selesai dicetak menjadi benda uji, sehingga campuran tidak dapat diaduk ulang secara homogen (aspal emulsi tidak berfungsi sebagai pelumas). Hal ini lebih lanjut didefinisikan sebagai waktu ketika tidak ada noda emulsi menempel bila benda uji ditekan dengan kertas serap (seperti tisu) serta tidak ada emulsi yang terlarut ketika kertas serap dibilas dengan air.
- c) Waktu awal pemadatan oleh lalu lintas didefinisikan sebagai waktu dimana campuran lapis permukaan mikro dapat menerima beban lalu lintas tanpa mengalami pengelupasan butir (*picking*) atau deformasi.
- d) Waktu pengikatan untuk campuran lapis permukaan mikro ditentukan sebagai berikut:
  - (1) Buat campuran lapis permukaan mikro dengan konsistensi optimum, sesuai dengan hasil uji konsistensi, untuk ditentukan karakteristik mengikatnya.
  - (2) Campuran tersebut dituangkan pada alas yang berlapis apal (*asphalt felt pad/ roofing felt*) berukuran minimum 152 mm x 152 mm dan diratakan dengan menggunakan perata yang sesuai hingga dicapai ketebalan maksimum penghamparan, yaitu 12,7 mm.

- (3) Setelah 15 menit pada temperatur  $(25 \pm 1)$  °C sentuhkan kertas isap putih atau tisu pada permukaan campuran. Campuran dianggap mengikat bila tidak ada noda berwarna coklat menempel pada kertas itu.
- (4) Bila ada noda berwarna coklat, ulangi penyentuhan dengan interval 15 menit. Bila setelah 3 jam, campuran masih belum mengikat dapat dilakukan penyentuhan dengan interval 30 menit atau lebih.
- (5) Catat dan laporkan waktu yang diperlukan untuk mendapatkan sentuhan bebas noda sebagai waktu pengikatan.

Catatan : Apabila waktu pengikatan tidak memenuhi persyaratan, kadar bahan pengisi yang aktif secara kimia mungkin perlu ditambahkan atau dikurangi untuk mempercepat atau memperlambat waktu pengikatan campuran lapis permukaan mikro. Apabila demikian, maka pengujian konsistensi dan waktu pengikatan harus diulangi

**Lampiran C**  
**(informatif)**  
**Prosedur pengujian abrasi jalur basah (ringkasan ISSA TB No 100)**

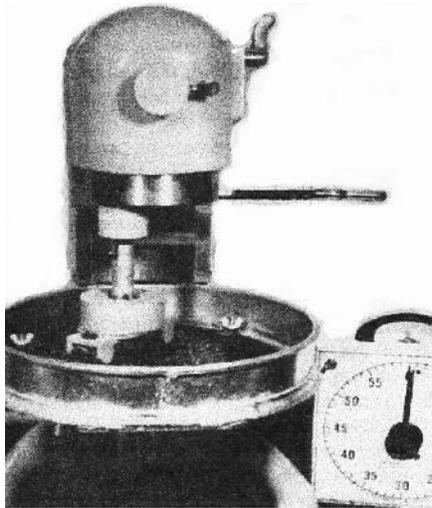
Prosedur pengujian ini digunakan untuk menentukan kadar aspal minimum dan ketahanan terhadap pengelupasan (*stripping*).

Pengujian ini menetapkan kandungan emulsi minimum yang diijinkan untuk suatu campuran lapis permukaan mikro tertentu dan kerentanan jangka panjang lapisan terhadap pengaruh air.

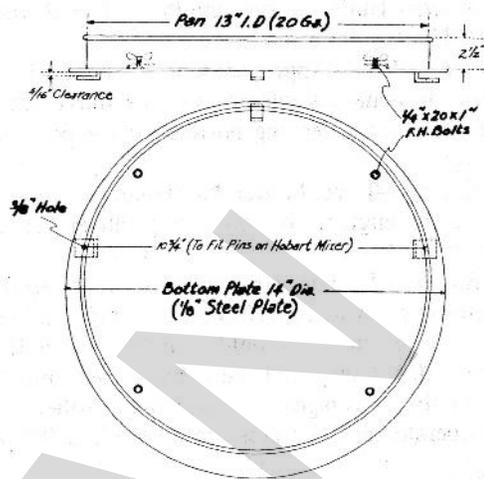
C.1 Peralatan pengujian abrasi cara basah dan alat perlengkapannya

Satu set alat uji abrasi cara basah yang terdiri atas:

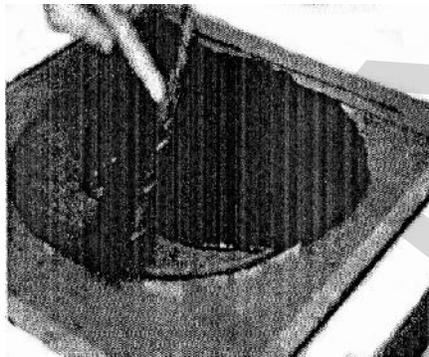
- a) Timbangan dengan kapasitas 5.000 gram dan ketelitian 0,1 gram.
- b) Pengaduk mekanik jenis Planetari, (seperti Hobart C100 buatan Hobart Mfg. Co, Troy, Ohio) dilengkapi dengan alat pemegang selang karet dengan berat 2,27 kg kepala abrasi (*abrasion head*) dengan jarak gerak bebas ke atas dan ke bawah 12,7 mm pada tangkai motor (Gambar C.1).
- c) Piringan logam tebal 3 mm dan diameter 330 mm dengan dasar rata dengan dinding vertikal 51 mm (*20 gauge or heavier*) memiliki empat jepitan sekrup yang berjarak sama yang dapat menjepit contoh berdiameter 285 mm ke dasar piringan (Gambar C.2).
- d) Mangkuk logam bundar dengan ukuran yang cocok untuk menampung contoh selama pencampuran.
- e) Sendok bergagang panjang, dengan panjang yang cukup untuk menjangkau 100 mm atau lebih di luar mangkuk selama pengadukan.
- f) Piringan, berdiameter 286 mm, dibuat dari papan tripleks (*plywood*).
- g) Peralatan yang digunakan pada penyiapan benda uji, antara lain cetakan (*template*) bundar khusus dari polimetil metakrilat (*poly methyl methacrylate, PMMA*) dengan tebal sesuai tebal rancangan maksimum pada Tabel 1 (4 mm untuk gradasi Tipe 1, 6 mm untuk gradasi Tipe 2 dan 9 mm untuk gradasi Tipe 3), serta berdiameter 279 mm (lihat Gambar C.3) dan sebuah pembersih jendela bergagang pendek 305 hingga 355 mm
- h) Oven dengan beraliran udara dengan temperatur terkontrol pada  $60^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ .
- i) Penangas air, temperatur tetap, terkontrol pada  $29^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ .
- j) Pipa karet yang kuat dengan diameter dalam 19 mm, dan diameter luar 31 mm (*two braid, 300 psi, penutup tahan minyak*). Pipa karet tersebut harus dipotong sepanjang 127 mm dan dilubangi dengan 2 pasang lubang berdiameter 9 mm dengan jarak antarpusat lubang 102 mm. Lubang dibuat pada kedua sisi pipa karet tersebut.
- k) Balok kayu atau yang sejenisnya untuk menyangga alat pada posisinya selama pengujian (lihat Gambar C.4 dan C.5).



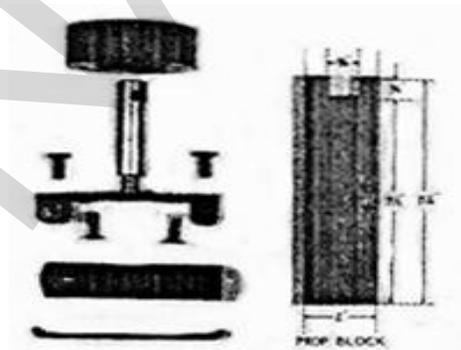
Gambar C.1 - Benda uji dalam piring siap untuk diuji (gambaran alat C-100)



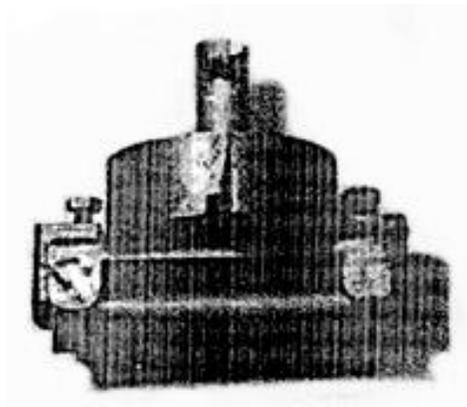
Gambar C.2 - Diagram piring (dimensi yang ditampilkan untuk alat C-100)



Gambar C.3 - Perataan campuran lapis permukaan mokro pada piringan



Gambar C.4 - Komponen kepala abrasi (dimensi yang ditampilkan untuk mesin C-100)



Gambar C.5 - Komponen kepala abrasi

## C.2 Tahapan pengujian abrasi cara basah:

### a) Penyiapan benda uji

- (1) Timbang 800 gram agregat dalam mangkuk pencampur. Dengan menggunakan sendok, campurkan bahan pengisi ke dalam agregat dalam kondisi kering selama satu menit atau hingga tersebar merata. Tambahkan air sejumlah tertentu (berdasarkan tingkat kelembapan agregat sampai dengan permukaan ssd) yang telah diukur sebelumnya dan campurkan lagi selama satu menit atau hingga semua partikel agregat terbasahi merata. Akhirnya tambahkan emulsi sejumlah tertentu (berdasarkan variasi perancangan) yang telah diukur sebelumnya dan campurkan selama periode tidak kurang dari 1 menit dan tidak lebih dari 3 menit.
- (2) Tempatkan piringan di atas alas yang berlapis aspal (*roofing felt*) berdiameter 286 mm dan segera tuangkan campuran lapisan permukaan mikro ke atas alas berlapis aspal (*roofing felt*) tersebut.
- (3) Ratakan permukaan campuran lapisan permukaan mikro dengan permukaan cetakan secara perlahan. Perataan yang berlebihan dapat menyebabkan segregasi. Bersihkan bahan-bahan yang berlebih dan buang.
- (4) Biarkan campuran lapisan permukaan mikro tersebut mengeras kemudian angkat cetakan. Tempatkan benda uji yang tercetak ke dalam oven dan keringkan hingga berat konstan waktu pengeringan minimum 15 jam.

### b) Pengujian benda uji

- (1) Keluarkan benda uji kering dari oven. Biarkan dingin hingga temperatur ruang dan timbang. Tempatkan benda uji pada penangas air 25°C selama 60 hingga 75 menit.
- (2) Keluarkan benda uji dari penangas dan tempatkan di atas pan berdiameter 330 mm. Jepitkan benda uji ke dasar pan dengan mengencangkan keempat sekrup. Rendam benda uji dalam air dengan kedalaman tidak kurang dari 6 mm (temperatur ruang).
- (3) Jepitkan piringan yang berisi benda uji pada dasar alat (Gambar C.1). Kunci kepala pipa karet abrasi pada tangkai mesin tersebut. Naikkan pelat dasar tadi hingga pipa karet mengarah pada permukaan contoh. Gunakan balok yang sesuai untuk menyangga pasangan pelat dasar selama pengujian.
- (4) Jalankan mesin dengan kecepatan rendah (kira-kira 144 rpm pada 61 putaran *planetary*). Jalankan mesin selama 5 menit  $\pm$  2 detik untuk mesin Hobart model C-100; 6,7 menit  $\pm$  2 detik untuk mesin Hobart model A-120 dan 5,15 menit  $\pm$  2 detik untuk mesin Hobart model N-50.
- (5) Angkat benda uji dari piringan siklus pengabrasian dan cuci butir-butir lepasnya. Tempatkan contoh uji yang telah dicuci pada oven 60°C, dan keringkan hingga berat tetap.
- (6) Pasang potongan pipa baru setelah penyelesaian setiap uji. Alternatif lain diperbolehkan untuk memutar pipa setengah putaran setelah menjalankan setiap uji untuk mendapatkan bagian pipa yang belum aus untuk benda uji berikutnya.
- (7) Keluarkan benda uji yang telah kering dari oven kemudian biarkan hingga mencapai temperatur ruangan lalu timbang. Perbedaan antara berat sebelum dan sesudah siklus pengabrasian kemudian dikalikan dengan suatu faktor

(lihat catatan di bawah ini) untuk menyatakan kehilangan dalam  $\text{gr/m}^2$  (nilai keausan). Nilai keausan dikalikan dengan suatu faktor koreksi untuk mendapatkan nilai keausan C-100 sebagai perbandingan terhadap batasan-batasan yang disebutkan dalam Tabel 4.

Catatan : Faktor pengali digunakan untuk mengkonversikan keausan sesuai dengan luas area aktual yang terabrasi ke dalam  $1 \text{ m}^2$  dengan setiap pencampur Hobart seperti disajikan pada Tabel C.1.

**Tabel C.1 - Faktor koreksi keausan**

Model	Luas area terabrasi ( $\text{m}^2$ )	$1 \text{ m}^2$	Faktor koreksi C-100
C-100	0,030	32,9	1,00
A-120	0,033	29,9	1,17
N-50	0,027	37,5	0,78

Keterangan: Faktor koreksi C-100 mengkonversi nilai keausan A-120 atau N-50 ke nilai keausan C-100.

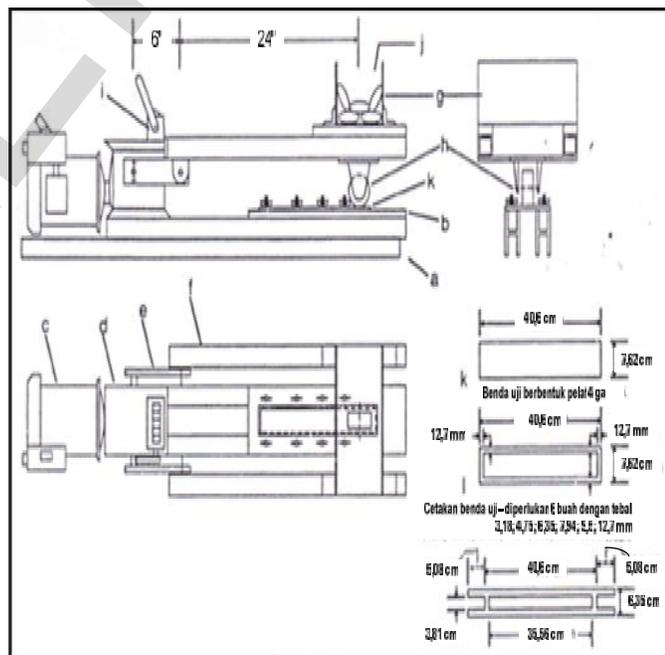
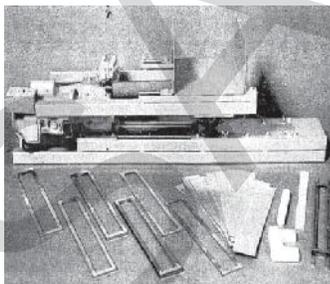
(8) Laporkan nilai abrasi jalur basah (WTAT) dalam  $\text{gram/m}^2$ .

**Lampiran D**  
**(informatif)**  
**Prosedur pengujian perubahan bentuk dengan beban roda (*loaded wheel*)**  
**(ringkasan ISSA TB No 147)**

D.1 Peralatan pengujian

Prosedur pengujian ini bertujuan untuk mengukur jumlah pemadatan dan perubahan bentuk (*displacement*) campuran lapisan lapis permukaan mikro yang terdiri atas beberapa lapis (*multi-layered micro-surfacing mixtures*), yang merupakan simulasi pemadatan oleh lalu lintas (lihat Gambar D.1). Peralatan pengujian beban roda (*loaded wheel*) dan alat perlengkapannya, yaitu mencakup:

- 1) Timbangan kapasitas 2000 g atau lebih dengan ketelitian  $\pm 1,0$  g.
- 2) Alat pengujian beban roda, (seperti yang dijelaskan dalam TB ISSA 109) terdiri dari roda karet lunak dengan diameter 7,62 cm dan berat 56,7 kg yang bergerak maju mundur pada lintasan horisontal sepanjang 30,48 cm dengan kecepatan 44 siklus per menit.
- 3) Mangkuk (*Suitable Heavy Gage Round Bottom Bowl*), cukup untuk membuat campuran seberat 500 gram.
- 4) Sendok besi dengan tangkai pegangan yang panjang atau spatula untuk mencampur campuran emulsi agregat.
- 5) Pelat alas cetakan (*Specimen Mounting Plate*), digalvanis 0,60 mm, lebar 7,62 cm, dan panjang 40,6 cm.
- 6) Cetakan benda uji dengan tebal 12,7 mm dan mempunyai dimensi bagian luar 76,2 mm X 406 mm dan dimensi bagian dalam 50,8 mm X 381 mm.
- 7) Jangka sorong untuk mengukur benda uji dengan ketelitian 0,01 mm.
- 8) Oven dengan kontrol termostatik yang dapat mempertahankan temperatur konstan pada  $(60 \pm 3)^{\circ}\text{C}$ .



**Gambar D.1 - Alat pengujian beban roda (*loaded wheel*)**

## D.2 Prosedur pengujian

### a) Ringkasan prosedur pengujian beban roda

- (1) Siapkan 500 gram agregat kering yang lolos ayakan No.4 atau gradasi agregat lain dan kuantitas rencana dari bahan pengisi (*filler*), air dan aspal emulsi. Setelah bahan-bahan tersebut dicampur dan diaduk selama 30 detik, masukan campuran kedalam tengah-tengah cetakan dengan tebal 12,7 mm dan dimensi dalam bagian 50,8 mm x 381 mm di atas pelat setebal 0,60 mm, kemudian ratakan (dengan gerakan seperti menggergaji) dengan mistar kayu. Untuk mencegah campuran tidak melekat ke dinding cetakan pada saat cetakan diangkat, permukaan bagian dalam dari cetakan dapat dilapisi dengan lapisan tipis minyak atau campuran gliserin dengan bedak tabur (*talk*).
- (2) Segera setelah campuran cukup mengikat sehingga tidak mengalir bebas, keluarkan cetakan dengan hati-hati tanpa mengganggu benda uji. Selanjutnya benda uji dikondisikan pada udara terbuka selama 24 jam, kemudian dikeringkan sampai beratnya konstan dalam oven pada temperatur 60°C selama 18 sampai 20 jam. Setelah proses pendinginan, benda uji diukur lebar dan ketebalannya. Berat bersih dari benda uji diukur dan dicatat. Benda uji kemudian dipasang pada jalur mesin beban roda (*loaded wheel track machine*) dan dipadatkan dengan beban roda 56,7 kg sebanyak 1000 lintasan. Selanjutnya benda uji dikeluarkan dan segera diukur kembali dimensinya dalam arah lateral jejak roda dan hasilnya dicatat. Perbedaan dimensi dalam arah lateral benda uji dinyatakan sebagai persen peningkatan lebar terhadap lebar asli benda uji. Berat isi benda uji setelah dipadatkan dihitung dan dinyatakan sebagai persen terhadap berat isi benda uji awal.

### b) Penyiapan benda uji beban roda

- (1) Siapkan 500 gram campuran agregat kering yang lolos ayakan 4,75 mm serta bahan pengisi (*filler*), air dan aspal emulsi dengan kuantitas sesuai rancangan.
- (2) Setelah dilakukan pencampuran selama 30 detik, masukan campuran ke dalam cetakan benda uji secara terpusat di atas pelat cetakan; kemudian ratakan dengan mistar kayu dengan cara menggerakannya seperti menggergaji. Pembuatan benda uji harus diselesaikan dalam waktu 15 detik sehingga waktu yang diperlukan sejak pencampuran sampai selesai pembuatan benda uji tidak lebih dari 45 detik.
- (3) Segera setelah campuran cukup mengikat sehingga tidak mengalir bebas, angkat cetakan dengan hati-hati tanpa mengganggu benda uji. Selanjutnya benda uji dikondisikan pada udara terbuka selama 24 jam, kemudian benda uji dikeringkan dalam oven pada temperatur 60°C selama 18 sampai 20 jam, sampai beratnya konstan.
- (4) Setelah benda uji dikeluarkan dari oven dan didinginkan selama 2 jam pada temperatur ruangan, ukur lebar benda uji dengan jangka sorong.
- (5) Pasang benda uji pada mesin pengujian beban roda dan padatkan dengan roda mesin sebanyak 1000 siklus pada temperatur  $(22 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ .
- (6) Keluarkan benda uji dari mesin *loaded wheel* dan segera ukur kembali lebar benda uji.

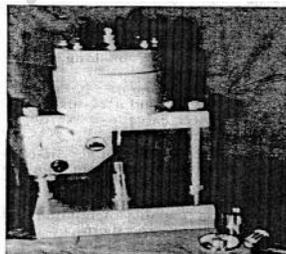
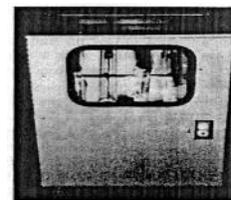
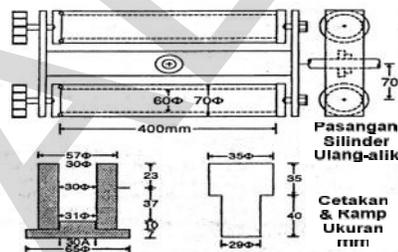
**Lampiran E**  
**(informatif)**  
**Prosedur pengujian klasifikasi (ringkasan ISSA TB No 144)**

E.1 Peralatan pengujian

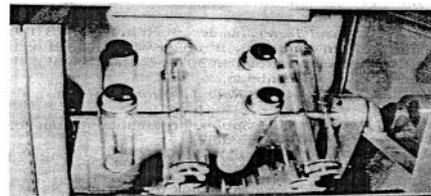
Prosedur uji ini mencakup penentuan kompatibilitas relatif antara agregat bahan pengisi pada gradasi tertentu dan residu aspal emulsi.

a) Peralatan pengujian klasifikasi

- (1) Timbangan dengan kapasitas 1000 g dan ketelitian  $(0,01 \pm 0,005)$  g.
- (2) Oven dengan kontrol termostatik yang dapat mempertahankan temperatur konstan pada  $(60 \pm 3)^\circ\text{C}$ .
- (3) Mangkuk (*Suitable Heavy Gage Round Bottom Bowl*), cukup untuk membuat campuran seberat 200 gram.
- (4) Spatula pencampur atau sendok besi dengan tangkai pegangan yang panjang.
- (5) Cetakan Logam (*metal pill mold*), yang mempunyai alas dengan diameter dalam 30 mm dan tinggi 70 mm serta penumbuk dengan diameter 29 mm.
- (6) Mesin penekan, mampu memberikan gaya tekan konstan sebesar 1000 kg.
- (7) Silinder ulang-alik (*Shuttle cylinder*), yang terdiri atas tabung *acrylic* dengan diameter bagian dalam 16 mm dan panjang bagian dalam 400 mm (volume =  $1100 \text{ mL} \pm 25 \text{ mL}$ ). Kedua ujung silinder ditutup dengan penyumbat logam kedap air dan salah satunya dapat dilepas.
- (8) Mesin abrasi, mampu dipasang paling sedikit dua pasang silinder bolak balik (*shuttle cylinder*) dan mampu berputar secara menerus pada poros tengah dengan kecepatan 20 putaran/menit (lihat Gambar E.1)
- (9) Keranjang (*Open top 6 mm galvanized hardware cloth basket*), diameter 50 mm dan tinggi 50 mm yang dilengkapi dengan suatu alat penggantung keranjang dalam air mendidih.
- (10) Pemanas (*Hot Plate*), mampu memanaskan 500 ml air sampai mendidih.
- (11) Tabung kimia (*Beaker*), terbuat dari kaca atau logam serta mempunyai kapasitas 800 ml dan tahan terhadap air mendidih.



Mesin Penekan dan Cetakan



Atas: Kabinet Pengaman Terbuka  
Bawah: Pasangan Silinder Ulang-alik

**Gambar E.1 - Mesin abrasi Sculze-Breuer**

b) Ringkasan prosedur pengujian klasifikasi

Prosedur pengujian ini memberikan sistem pemeringkatan nilai kehilangan akibat abrasi, adhesi, dan karakteristik kohesi pada temperatur tinggi dari kombinasi campuran agregat dan aspal untuk dibandingkan dengan nilai-nilai hasil pengujian campuran acuan.

c) Penyiapan benda uji klasifikasi

- (1) Agregat yang akan digunakan harus diayak kering dan sesuai dengan gradasi seperti yang ditentukan (lihat Tabel E.1).

**Tabel E.1 - Pengukuran dengan ayakan kering untuk agregat**

Fraksi	Porsi
710 $\mu\text{m}$ – 2,00 mm	25 %
250 – 710 $\mu\text{m}$	40 %
90 – 250 $\mu\text{m}$	15 %
0,0 – 90 $\mu\text{m}$	20 %

- (2) Masukkan ke dalam mangkuk pencampur 200 gr agregat yang telah disiapkan, 2 gr semen atau jumlah yang lain atau bahan tambahan lainnya, atau keduanya, dan air yang cukup (sekitar 50 gr) untuk menghasilkan campuran yang mudah diaduk (*workable*). Sebelum aspal emulsi ditambahkan aduk bahan-bahan tersebut secara merata.
- (3) Tambahkan aspal emulsi yang setara dengan  $(8,125 \pm 0,1)\%$  aspal murni (12,5% aspal emulsi yang mempunyai 65% residu aspal) dan aduk sampai pecah (*broken*). Masukkan campuran ke dalam wadah kering dan kondisikan pada udara terbuka selama minimum 1 jam. Keringkan campuran dalam oven pada temperatur  $60^\circ\text{C}$  sampai beratnya konstan.
- (4) Masukkan  $(40 \pm 1)$  gr campuran kering ke dalam cetakan logam yang sebelumnya telah dipanaskan terlebih dahulu sampai temperatur  $60^\circ\text{C}$ . Segera tekan campuran dengan mesin penekan selama 1 menit dengan kuat tekan 1000 kg. Keluarkan benda uji yang dihasilkan dari cetakan dan dinginkan pada temperatur ruang.
- (5) Bersihkan semua serpihan yang lepas dari benda uji dan timbang sampai 0,01 gr terdekat.
- (6) Rendam benda uji dalam penangas (*waterbath*) dengan temperatur  $(25 \pm 3)^\circ\text{C}$  selama enam hari.
- (7) Setelah direndam selama enam hari, keluarkan benda uji dari penangas (*waterbath*) dan keringkan permukaannya dengan kain penyerap yang mempunyai permukaan keras sampai tidak ada noda-noda basah muncul pada kain penyerap.
- (8) Timbang benda uji kering permukaan sampai 0,01 gr terdekat.
- (9) Isi silinder ulang-alik (*Shuttle cylinder*) dengan air sampai  $(750 \pm 25)$  mL atau  $2/3$  volume silinder dan masukkan benda uji ke dalam silinder; kemudian tutup ujung silinder yang terbuka dan selanjutnya pasang silinder dengan kuat pada mesin abrasi. Jalankan mesin abrasi selama 3 jam  $\pm$  3 menit dengan kecepatan 20 rpm (3600 siklus). Setelah selesai diputar, silinder dilepas dan benda uji dikeluarkan dan keringkan permukaannya dengan cara seperti yang telah

dilakukan sebelumnya, kemudian segera timbang benda uji sampai 0,01 gr terdekat.

- (10) Masukkan benda uji terabrasi ke dalam keranjang dan gantung keranjang dalam tabung kimia 800 mL atau wadah lain yang cocok yang telah diisi air mendidih. Rendam benda uji pada air panas selama 30 menit. Angkat keranjang dari gelas kimia serta keluarkan benda uji dari keranjang, kemudian letakkan pecahan-pecahan benda uji pada handuk penyerap. Apabila permukaan pecahan-pecahan benda uji sudah kering, timbang pecahan benda uji terbesar dan catat beratnya. Kemudian, hitung beratnya sebagai persen dari berat benda uji awal yang jenuh. Setelah benda uji dikeringkan pada udara terbuka selama 24 jam, perkirakan persentase partikel-partikel bahan penggisi yang benar-benar terselimuti aspal. Hasil pengujian yang dilaporkan adalah hasil rata-rata empat (*quadruplet*) benda uji yang meliputi:

- ✓ penyerapan (dalam gram),
- ✓ kehilangan akibat abrasi (dalam gram),
- ✓ adhesi dan persentase partikel-partikel yang terselimuti aspal, dan
- ✓ keutuhan (*integrity*) campuran yang dinyatakan sebagai persentase berat benda uji yang tersisa terhadap berat awal benda uji.

Kelompokkan hasil pengujian menurut nilai-nilai pada Tabel E.2 (lihat TB ISSA No 144).

**Tabel E.2 - Klasifikasi kompatibilitas**

Peringkat kelas, untuk setiap pengujian	Peringkat nilai, untuk setiap pengujian	Kehilangan akibat abrasi, gram	Adhesi setelah dididihkan 30 menit, % terselimuti	Integritas setelah dididihkan 30 menit, % sisa
A	4	0 -- 0,7	90 -- 100	90 -- 100
B	3	0,7 -- 1,0	75 -- 90	75 -- 90
C	2	1,0 -- 1,3	50 -- 75	50 -- 75
D	1	1,3 -- 2,0	10 -- 50	10 -- 50
0	0	> 2,0	0	0

**Lampiran F  
(informatif)  
Contoh perancangan campuran untuk lapis permukaan mikro**

F.1 Kondisi ruas jalan yang akan ditangani adalah sebagai berikut.

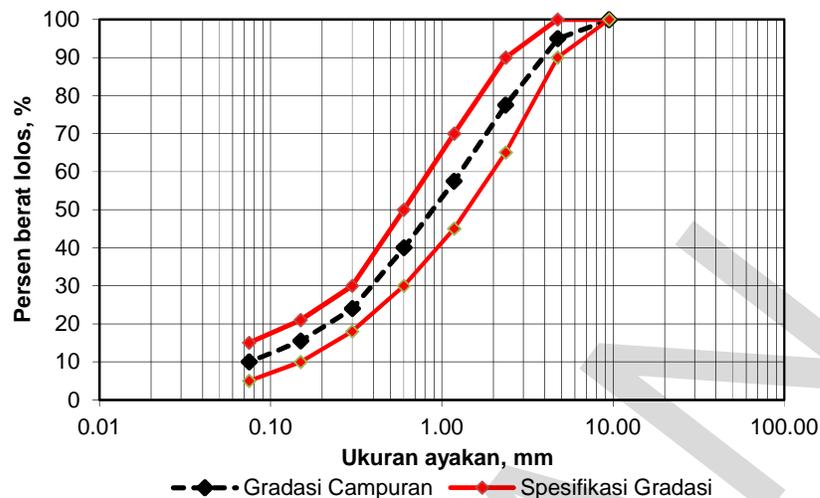
- Ruas jalan berada pada daerah datar dan rencana pelaksanaan penanganan yang akan dilaksanakan pada musim kemarau. Ruas jalan tersebut memiliki kelembapan udara sekitar 60% dan temperatur udara sekitar 34°C.
- Tipe konstruksi perkerasan adalah perkerasan lentur dengan lapis permukaan perkerasan beton aspal.
- Kondisi permukaan perkerasan mengalami pengausan (erosi) serta mengalami kerusakan berupa alur (*rutting*) dengan kedalaman maksimum 20 mm.
- Volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) sekitar 5000 kend/hari/arah dengan kecepatan rata-rata 60 km/jam.

F.2 Tipe penanganan

Dengan memperhatikan kondisi kerusakan permukaan perkerasan, untuk penanganan perkerasan dipilih dengan lapis permukaan mikro (*micro surfacing*). Gradasi agregat campuran yang diambil adalah Gradasi Tipe 1. Kualitas agregat yang digunakan memenuhi persyaratan sesuai Tabel 1. Berdasarkan agregat yang tersedia, maka gradasi agregat dan termasuk semen seperti disajikan pada Tabel F.1 dan Gambar F.1.

**Tabel F.1 - Gradasi agregat campuran lapis permukaan mikro**

Ukuran ayakan		% Berat yang lolos tipe campuran	
ASTM	(mm)	Gradasi rencana	Persyaratan gradasi Tipe 2
3/8 in	9,5	100	100
No. 4	4,75	95,0	90 -- 100
No. 8	2,36	77,5	65 -- 90
No. 16	1,18	57,5	45 -- 70
No. 30	0,600	40,0	30 -- 50
No. 50	0,300	24,0	18 -- 30
No. 100	0,150	15,5	10 -- 21
No. 200	0,075	10,0	5 -- 15



**Gambar F.1 - Gradasi agregat campuran lapis permukaan mikro**

Jenis aspal emulsi yang digunakan adalah CQS-1h yang dimodifikasi polimer. Aspal emulsi CQS-1h yang dimodifikasi polimer memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI 4798: 2011 serta memenuhi persyaratan tambahan sesuai Tabel 3. Kadar residu aspal emulsi yang digunakan sebesar 63%.

Berhubung kelembapan udara > 50% maka untuk mempercepat waktu pengikatan dan perawatan pada pembuatan campuran lapis permukaan mikro, digunakan bahan pengisi semen sebanyak 2%.

Perhitungan kadar residu aspal emulsi perkiraan dan penetapan variasi kadar residu aspal emulsi untuk benda uji adalah sebagai berikut:

- Kadar residu aspal emulsi perkiraan

Sesuai dengan gradasi rencana pada Tabel F.1 dan Gambar F.1 maka kadar residu emulsi perkiraan untuk rancangan campuran adalah:

$$P = (0,05xA + 0,1xB + 0,5xC) \times 0,7$$

Keterangan:

A adalah persen agregat tertahan ayakan No. 8 (2,36 mm) = 100% - 77,5% = 22,5%

B adalah persen agregat lolos ayakan No. 8 (2,36 mm) dan tertahan saringan No. 200 (0,075mm) = 77,5% - 10,0% = 67,5%

C adalah persen agregat lolos ayakan No. 200 (0,075 mm) = 10,0 %

Jadi kadar residu aspal emulsi perkiraan, P = 9,01% ~ 9,0%

- Pembuatan benda uji campuran

Buat benda uji dengan kadar residu aspal emulsi perkiraan sebanyak 2 kadar residu aspal emulsi di atas kadar residu aspal emulsi perkiraan dan 2 kadar residu aspal emulsi di bawah kadar residu aspal emulsi perkiraan. Yaitu; 11,0%, 10,0%, 9,0%, 8,0% dan 7,0%.

Prosedur perancangan campuran untuk setiap benda uji dengan kadar residu aspal emulsi di atas, sesuai Gambar 1 atau pada Butir 5, yaitu untuk pengujian pengelupasan, kohesi, perubahan bentuk lateral, klasifikasi, eksese aspal dan abrasi jalur basah (WTAT).

Berdasarkan hasil pengujian terhadap benda uji dengan variasi kadar residu aspal emulsi adalah sebagai berikut:

- Pengujian pengelupasan (*wet stripping test*)  
Hasil pengujian pengelupasan terhadap contoh campuran dengan variasi kadar residu aspal emulsi perkiraan tersebut di atas memenuhi persyaratan (lihat Tabel 4) seperti disajikan pada Tabel F.2.

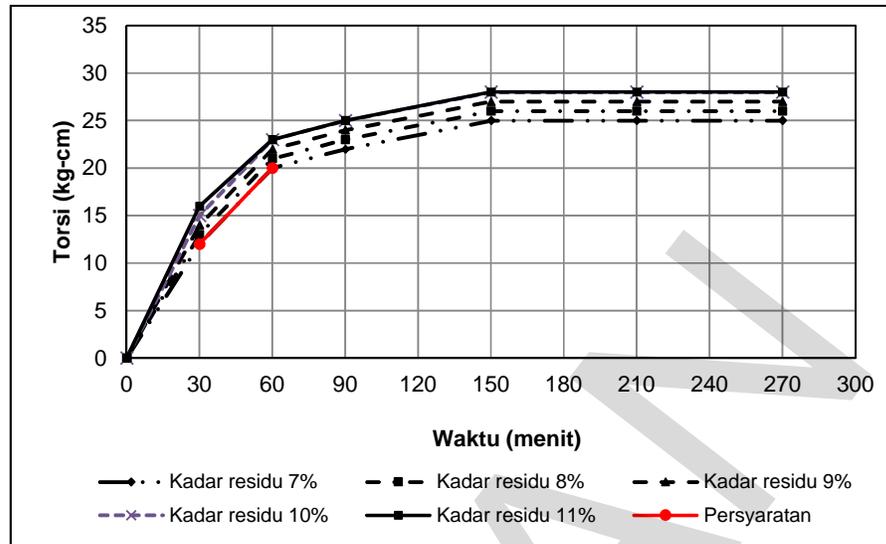
**Tabel F.2 - Rangkuman data hasil pengujian pengelupasan**

Hasil pengujian abrasi jalur basah ( $\text{gr/m}^2$ ) untuk benda uji dengan kadar residu aspal emulsi;					Persyaratan (sesuai Tabel 4)
7,0%	8,0%	9,0%	10,0%	11,0%	
92	95	98	100	100	Min. 90%

- Pengujian kohesi  
Hasil pengujian pengelupasan terhadap contoh campuran dengan variasi kadar residu aspal emulsi perkiraan disajikan pada Tabel F.3 dan Gambar F.3. Berdasarkan hasil pengujian kohesi waktu 30 menit dan 60 menit, pada Tabel F.3 dan Gambar F.3 kelima benda uji memenuhi persyaratan sesuai Tabel 4.

**Tabel F.3 - Data hasil pengujian kohesi**

Waktu (menit)	Torsi (kg-cm) untuk benda uji dengan kadar residu aspal emulsi;					Persyaratan (sesuai Tabel 4)
	Benda uji 1 = 7,0%	Benda uji 2 = 8,0%	Benda uji 3 = 9,0%	Benda uji 4 = 10,0%	Benda uji 5 = 11,0%	
30	12	13	14	15	16	Min. 12 kg-cm
60	20	21	22	23	23	Min. 20 kg-cm
90	22	23	24	25	25	-
150	25	26	27	28	28	-
210	25	26	27	28	28	-
270	25	26	27	28	28	-



**Gambar F.2 - Data hasil pengujian kohesi**

- Pengujian perubahan bentuk lateral  
Hasil pengujian perubahan bentuk benda uji arah lateral setelah 1000 siklus sesuai ISSA TB No. 147, untuk semua benda uji mengalami perubahan bentuk memenuhi persyaratan sesuai Tabel 4, yaitu < 5%.
- Klasifikasi  
Hasil pengujian perubahan bentuk benda uji arah lateral sesuai ISSA TB No. 144, seperti disajikan pada Tabel F.4. Pada Tabel F.4, untuk semua benda uji memenuhi persyaratan sesuai Tabel 4.

**Tabel F.4 - Data hasil pengujian klasifikasi**

Benda uji dengan residu aspal emulsi	Abrasi (gram)	Adhesi (%terselimuti)	Integritas (%sisa)	Nilai	Persyaratan (sesuai Tabel 4)
7%	0,70	97	98,10	12	Min. Nilai 11
8%	0,65	98	98,25	12	Min. Nilai 11
9%	0,60	98	98,40	12	Min. Nilai 11
10%	0,50	99	98,55	12	Min. Nilai 11
11%	0,40	99	98,65	12	Min. Nilai 11

- Pengujian ekses aspal  
Hasil pengujian ekses aspal dengan pengujian beban roda adhesi pasir (*LWT Sand Adhesion*) sesuai ISSA TB No. 147, seperti disajikan pada Tabel F.5. Membandingkan antara data pada Tabel F.5 dengan persyaratan pada Tabel 4 maka seluruh benda uji memenuhi persyaratan (< 500 g/m<sup>2</sup>).

**Tabel F.5 - Data hasil pengujian ekses aspal**

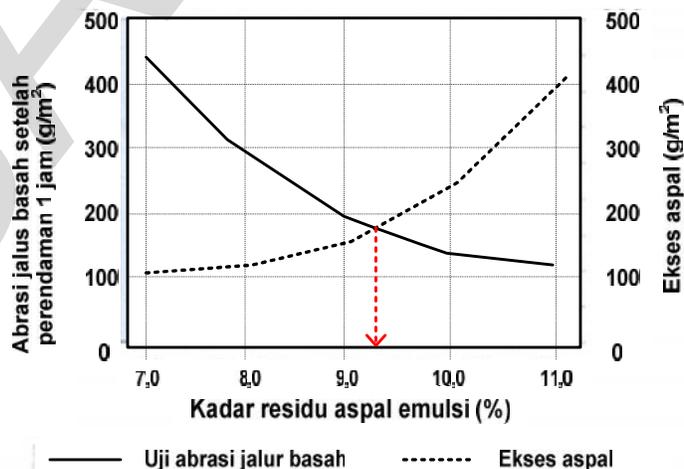
Benda uji dengan residu aspal emulsi	Siklus	Beban (kg)	Temperatur (°C)	Berat (g)	Ekses aspal (g/m <sup>2</sup> )	Persyaratan sesuai Tabel 4
7%	100	56,7	30	5,1	107	Maks. 500 g/m <sup>2</sup>
8%	100	56,7	30	5,4	129	Maks. 500 g/m <sup>2</sup>
9%	100	56,7	30	5,7	160	Maks. 500 g/m <sup>2</sup>
10%	100	56,7	30	5,9	255	Maks. 500 g/m <sup>2</sup>
11%	100	56,7	30	6,0	410	Maks. 500 g/m <sup>2</sup>

- Pengujian abrasi jalur basah (*wet track abrasion test*)  
 Sesuai dengan hasil pengujian abrasi jalur basah terhadap benda uji dengan variasi kadar residu aspal emulsi serta setelah direndam 1 jam dan 6 hari, diperoleh hasil seperti disajikan pada Tabel F.6. Pengujian abrasi jalur basah (WTAT) menggunakan alat Hobart C-100. Pada Tabel F.6 seluruh benda uji memenuhi persyaratan.

**Tabel F.6 - Rangkuman data hasil pengujian abrasi jalur basah**

Benda Uji Abrasi Jalur Basah	Hasil pengujian abrasi jalur basah (gr/m <sup>2</sup> ) untuk benda uji dengan kadar residu aspal emulsi;					Persyaratan (sesuai Tabel 4)
	7,0%	8,0%	9,0%	10,0%	11,0%	
• Direndam 1 jam	450	310	200	130	110	Maks.500 g/m <sup>2</sup>
• Direndam 6 hari	660	420	280	180	150	Maks.800 g/m <sup>2</sup>

- Kadar aspal emulsi optimum  
 Berdasarkan data abrasi jalur basah setelah perendaman 1 jam (lihat Tabel F.6) dan data ekses aspal (lihat Tabel F.5) maka dapat diperoleh kadar residu aspal emulsi optimum, yaitu seperti disajikan pada Gambar F.4. Pada Gambar F.4 diperoleh kadar residu aspal emulsi optimum sebesar 9,25%, jadi kadar aspal emulsi optimum adalah  $100/63 \times 9,25\% = 14,7\%$



**Gambar F.3 - Kadar residu aspal emulsi optimum lapis permukaan mikro**

**Lampiran G  
(informatif)  
Jenis kerusakan perkerasan eksisting yang tepat ditangani dengan lapis permukaan mikro**



a. Penuaan dan oksidasi



b. Retak halus/retak rambut



c. Pelepasan butir (raveling)



d. Alur (*rutting*) kedalaman maksimum 25 mm

**Gambar G.2 - Kerusakan perkerasan eksisting yang dapat ditanganan dengan lapis permukaan mikro**

## Bibliografi

- ASTM D 6372-05 (Reapproved 2010). *Standard Practices for Design, Testing, and Construction of Microsurfacing*
- Caltrans 2009. *Maintenance Technical Advisory Guide Volume 1 – Flexible Pavement Preservation*, 2nd Edition. State of California Department of Transportation, Sacramento, USA.
- Hicks, R Gary, Seeds, Stephen B, Peshkin, David G, (2000). *Selecting a Preventif Maintenance Treatment for Flexible Pavement*. Washington DC
- ISSA A143 Revised February 2010. *Recommended Performance Guideline For Micro Surfacing*

## Daftar nama dan lembaga

### 1. Pemrakarsa

Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

### 2. Penyusun

Nama	Instansi
Ir. Nono M.Eng.Sc Dani Hamdani, ST, MT Tedi Santo, ST, MT	Pusat Litbang Jalan dan Jembatan Pusat Litbang Jalan dan Jembatan Pusat Litbang Jalan dan Jembatan

Ditetapkan di Jakarta  
pada tanggal 23 April 2015

MENTERI PEKERJAAN UMUM  
DAN PERUMAHAN RAKYAT,



*M. Basuki Hadimuljono*

M. BASUKI HADIMULJONO