

**SURAT EDARAN MENTERI PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT
NOMOR : 18/SE/M/2015
TANGGAL 23 APRIL 2015**

TENTANG

**PEDOMAN PERANCANGAN DAN PELAKSANAAN LAPIS
PENUTUP DENGAN BUBUR ASPAL EMULSI
(*EMULSIFIED ASPHALT SLURRY SEAL*)**



**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 : 18 /SE/M/2015**

TENTANG

**PEDOMAN PERANCANGAN DAN PELAKSANAAN LAPIS PENUTUP
DENGAN BUBUR ASPAL EMULSI
(EMULSIFIED ASPHALT SLURRY SEAL)**

A. Umum

Lapis penutup dengan bubur aspal emulsi terdiri dari agregat, bahan pengisi (bila diperlukan), 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 penutup dengan bubur aspal emulsi 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 dan mengalirkan air dari permukaan perkerasan.

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 menetapkan tata cara perancangan dan pelaksanaan lapis penutup dengan bubur aspal emulsi untuk perawatan permukaan perkerasan beraspal yang dimulai dari perencanaan, pelaksanaan dan pengawasan pada pekerjaan pemeliharaan perkerasan beraspal. Dengan adanya lapis penutup dengan bubur aspal emulsi, permukaan menjadi kedap air sehingga dapat melindungi lapisan konstruksi di bawahnya.

D. Ruang Lingkup

Pedoman ini menetapkan tata cara perancangan dan pelaksanaan lapis penutup dengan bubur aspal emulsi untuk perawatan permukaan perkerasan beraspal.

Perancangan campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi meliputi penentuan proporsi agregat campuran, bahan pengisi (bila diperlukan), air serta aspal emulsi (aspal emulsi mengikat lambat atau mengikat lebih cepat). Dengan proporsi campuran bahan yang tepat, sifat campuran yang diperoleh memenuhi persyaratan pengelupasan (*wet stripping*), konsistensi, waktu pengikatan dan perawatan, kohesi pada 30 menit dan 60 menit (khusus untuk lalu lintas cepat) serta persyaratan abrasi jalur basah (*wet track abrasion test*, WTAT).

Pelaksanaan lapis penutup dengan bubur aspal emulsi 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 Penutup dengan Bubur Aspal Emulsi (*Emulsified Asphalt Slurry Seal*) 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

Tembusan disampaikan kepada Yth.:

Plt. Sekretaris Jenderal, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

LAMPIRAN
SURAT EDARAN MENTERI PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT
NOMOR : 18/SE/M/2015
TENTANG
PEDOMAN PERANCANGAN DAN PELAKSANAAN
LAPIS PENUTUP DENGAN BUBUR ASPAL EMULSI

PEDOMAN

Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil

Perancangan dan pelaksanaan lapis penutup
dengan bubur aspal emulsi
(*emulsified asphalt slurry seal*)



**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	3
4.1 Bahan	3
4.2 Campuran	5
4.3 Peralatan	6
4.4 Kelembapan udara	6
5 Prosedur perancangan campuran	6
5.1 Tahapan perancangan	6
5.2 Cara perancangan	8
6 Prosedur pelaksanaan di lapangan	10
6.1 Umum	10
6.2 Pengadaan bahan	11
6.3 Peralatan lapangan	11
6.4 Pelaksanaan uji coba di lapangan	12
6.5 Pengaturan lalu lintas	12
6.6 Persiapan permukaan perkerasan eksisting	12
6.7 Batasan cuaca	13
6.8 Pelaksanaan penghamparan	13
6.9 Perbaikan dari pekerjaan yang tidak memenuhi ketentuan	14
6.10 Pembukaan untuk lalu lintas	14
7 Pengendalian mutu	14
7.1 Bahan	14
7.2 Campuran	14
7.3 Pekerjaan yang tidak memenuhi ketentuan	15
7.4 Hasil penghamparan	15
8 Toleransi lapis penutup dengan bubur aspal emulsi	15
Lampiran A (informatif) Prosedur pengujian konsistensi (ringkasan ISSA TB No 106)	16
Lampiran B (informatif) Prosedur pengujian pengikatan dan perawatan serta pengujian kohesi (ringkasan ISSA TB No 139)	18
Lampiran C (informatif) Prosedur pengujian abrasi jalur basah (ringkasan ISSA TB No 100)	21
Lampiran D (informatif) Contoh perancangan campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi	25
Lampiran E (informatif) Jenis kerusakan perkerasan eksisting yang tepat ditangani dengan lapis penutup bubur aspal emulsi	28
Bibliografi	29

Prakata

Pedoman perancangan dan pelaksanaan lapis penutup dengan bubur aspal emulsi dimaksudkan sebagai acuan bagi para perencana, pelaksana dan pengawas pada pekerjaan pemeliharaan perkerasan beraspal.. Pedoman ini merupakan hasil penelitian yang mengacu pada ISSA A105 Revised February 2010 *"Recommended Performance Guideline For Emulsified Asphalt Slurry Seal"* dan ASTM D 3910-11 *"Standard Practices for Design, Testing, and Construction of Slurry Seal"*.

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, Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Badan Litbang PU Kementerian PU.

Tata cara penulisan ini disusun mengacu pada Pedoman Standardisasi Nasional (PSN) 08:2007 dan dibahas dalam rapat konsensus yang diselenggarakan pada tanggal 21 November 2013 di Bandung dengan melibatkan narasumber, pakar dan lembaga terkait.



Pendahuluan

Lapis penutup dengan bubur aspal emulsi terdiri dari agregat, bahan pengisi (bila diperlukan), 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 penutup dengan bubur aspal emulsi 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 dan mengalirkan air dari permukaan perkerasan. Gambaran jenis kerusakan perkerasan yang tepat ditangani dengan lapis penutup dengan bubur aspal emulsi disajikan pada Lampiran E.

Dengan adanya lapis penutup dengan bubur aspal emulsi, permukaan menjadi kedap air sehingga dapat melindungi lapisan konstruksi di bawahnya. Sebagai lapis permukaan, lapis penutup dengan bubur aspal emulsi 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 penutup dengan bubur aspal emulsi (*emulsified asphalt slurry seal*)

1 Ruang lingkup

Pedoman ini menetapkan tata cara perancangan dan pelaksanaan lapis penutup dengan bubur aspal emulsi untuk perawatan permukaan perkerasan beraspal.

Perancangan campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi meliputi penentuan proporsi agregat campuran, bahan pengisi (bila diperlukan), air serta aspal emulsi (aspal emulsi mengikat lambat atau mengikat lebih cepat). Dengan proporsi campuran bahan yang tepat, sifat campuran yang diperoleh memenuhi persyaratan pengelupasan (*wet stripping*), konsistensi, waktu pengikatan dan perawatan, kohesi pada 30 menit dan 60 menit (khusus untuk lalu lintas cepat) serta persyaratan abrasi jalur basah (*wet track abrasion test, WTAT*).

Pelaksanaan lapis penutup dengan bubur aspal emulsi 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 penyelimutan dan pengelupasan pada campuran agregat-aspal*

SNI 4798:2011, *Spesifikasi aspal emulsi kationik*

SNI 6832:2011, *Spesifikasi aspal emulsi anionik*

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 03-6723-2002, *Spesifikasi bahan pengisi untuk campuran beraspal*

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

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

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

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

ISSA Technical Bulletin No. 139, *Test method to classify emulsified asphalt/aggregate mixture systems by modified cohesion tester measurement of set and cure characteristic*

ISSA Technical Bulletin No. 100, *Test Method for Wet Track Abrasion of Slurry Surfaces³*

ISSA Technical Bulletin No. 106, *Test Method for Measurement of Slurry Seal Consistency*

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

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 4,76 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-1 keras (*anionic slow setting-1 hard, SS-1h*)

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

3.6

aspal emulsi anionik mengikat lebih cepat-1 keras (*anionic quick setting-1 hard, QS-1h*)

aspal emulsi anionik 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

3.7

aspal emulsi kationik

aspal emulsi yang bermuatan listrik positif

3.8

aspal emulsi kationik mengikat lambat-1 keras (*cationic slow setting-1 hard, CSS-1h*)

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

3.9

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

3.10

aspal emulsi non-ionik

aspal emulsi yang tidak bermuatan listrik

3.11

bahan pengisi

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

3.12

campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi

campuran agregat dengan atau tanpa bahan pengisi dengan atau tanpa air pencampuran, dicampur secara seragam dengan aspal emulsi

3.13

gradasi menerus

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

3.14

pengabutan

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

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 perawatan (*curing time*)

waktu yang diperlukan oleh campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi sejak pencampuran sampai dengan lapis penutup dengan bubur aspal emulsi selesai dihampar serta cukup kering untuk dapat dilalui lalu lintas

4 Ketentuan teknis

4.1 Bahan

Pengambilan contoh bahan aspal harus dilaksanakan sesuai SNI 06-6399-2000, sedangkan 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 digunakan 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 terdiri atas pasir alam atau buatan, terak (*slag*), agregat halus hasil pemecah batu.

Agregat atau campuran agregat yang digunakan untuk lapis penutup dengan bubur aspal emulsi yang dirancang untuk lalu lintas dengan LHR lebih kecil dari 1000 kend/hari/arah harus mengandung sedikitnya 50% volume batu pecah, sedangkan untuk jalan dengan LHR minimum sebanyak 1000 kendaraan/hari disyaratkan 100

% batu pecah. Agregat yang akan digunakan harus memenuhi persyaratan mutu sesuai Tabel 1.

Tabel 1 Persyaratan agregat

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Persyaratan	
			LHR < 1000	LHR ≥ 1000
1.	Keausan dengan Los Angeles pada 500 putaran, %	SNI 2417: 2008	Maks. 45	Maks. 35
2.	Kelekatan dengan aspal, %	SNI 2439: 2011	Min. 95	Min. 95
3.	Penyerapan air agregat, %	SNI 1970: 2008	Maks. 3	Maks. 3
4.	Nilai setara pasir, %	SNI 03-4428-1997	Min. 55	Min. 60
5.	Angularitas/kadar rongga, %	SNI 03-6877-2002	Maks. 45	Maks. 45
6.	Kekekalan agregat (<i>soundness</i>) dengan natrium sulfat atau magnesium sulfat, %	SNI 3407: 2008	Maks. 12	Maks. 12

2) Gradasi agregat

Gradasi agregat gabungan untuk campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Gradasi agregat campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi

Ukuran ayakan		% Berat yang lolos tipe campuran			Toleransi di <i>stockpile</i>
ASTM	(mm)	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	
3/8 in	9,5	-	100	100	
No. 4	4,75	100	90 – 100	70 – 90	± 5%
No. 8	2,36	90 – 100	65 – 90	45 – 70	± 5%
No. 16	1,18	65 – 90	45 – 70	28 – 50	± 5%
No. 30	0,600	40 – 60	30 – 50	19 – 34	± 5%
No. 50	0,300	25 – 42	18 – 30	12 – 25	± 4%
No. 100	0,150	15 – 30	10 – 21	7 – 18	± 3%
No. 200	0,075	10 – 20	5 – 15	5 – 15	± 2%

b. Bahan pengisi

Terdapat dua jenis bahan pengisi yaitu kimia aktif dan kimia tidak aktif. Bahan pengisi kimia aktif seperti semen (lebih disarankan menggunakan semen tipe I, *Ordinary Portland Cement* atau OPC), kapur terhidrasi dan *amonium sulfat* digunakan untuk meningkatkan kemudahan kerja (*workability*), mengatur waktu pengikatan (*setting time*). Bahan pengisi kimia tidak aktif seperti debu kapur, abu terbang (*fly-ash*), dan abu batu, terutama digunakan untuk memperbaiki gradasi agregat campuran.

Bahan pengisi harus memenuhi persyaratan SNI 03-6723-2002. 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. Bahan pengisi yang digunakan maksimum 3% terhadap berat agregat kering. Bila tujuan penggunaan bahan pengisi ini untuk memenuhi gradasi agregat campuran dapat digunakan bahan pengisi yang tidak aktif. Namun, untuk membantu proses waktu pengikatan, dapat digunakan bahan pengisi yang aktif.

c. Aspal emulsi

Aspal emulsi yang digunakan harus sesuai dengan jenis aspal emulsi yang digunakan umumnya adalah aspal emulsi pengikatan lambat (*slow setting*), yaitu jenis SS-1h dan CSS-1h. Namun, apabila lapis penutup dengan bubur aspal emulsi akan diaplikasikan pada jalan dengan lalu lintas padat sehingga waktu penutupan lalu lintas sangat terbatas dapat menggunakan aspal emulsi dengan waktu pengikatan lebih cepat, yaitu jenis QS-1h dan CQS-1h.

Aspal emulsi dengan waktu pengikatan lambat yang digunakan harus kelas SS-1h sesuai dengan SNI 6832:2011, untuk aspal emulsi kelas CSS-1h sesuai SNI 4798:2011 untuk aspal emulsi kationik. Apabila menggunakan aspal emulsi dengan waktu pengikatan lebih cepat, QS-1h dan CQS-1h (khususnya untuk sistem lalu lintas cepat), dan memenuhi persyaratan sesuai SNI 6832:2011 dan SNI 4798:2011, kecuali persyaratan pengujian untuk pencampuran semen (*cement mixing*) dan stabilitas penyimpanan (*storage stability*) tidak berlaku.

d. Air

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

4.2 Campuran

Campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi terdiri atas agregat bergradasi menerus, aspal emulsi, air dan bahan pengisi/bahan tambah bila diperlukan.

Campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi terdiri atas tiga tipe sesuai tipe gradasi agregat campuran (lihat Tabel 2). Setiap tipe campuran digunakan untuk menangani perkerasan yang mengalami kerusakan yang berbeda, yaitu:

- Tipe 1 cocok digunakan untuk menutup retakan (lebar retak $\leq 6,5$ mm), mengisi rongga, dan memperbaiki kondisi permukaan yang mengalami pengausan atau erosi. Tipe 1 ini digunakan terutama untuk penutupan (*sealing*) permukaan dan kekesatan (*skid resistance*).
- Tipe 2 cocok untuk mengisi rongga permukaan, memperbaiki kondisi permukaan yang mengalami pengausan disertai pelepasan butir, dan menyediakan lapis permukaan yang minimum. Tipe 2 ini digunakan pada perkerasan jalan yang mengalami erosi parah atau mengalami banyak retak. Tipe 2 ini juga dapat digunakan sebagai lapis permukaan pada lapisan pondasi beraspal atau pondasi tanah-semen atau sebagai penutup pada lapis pondasi yang distabilisasi.
- Tipe 3 cocok digunakan untuk lapis permukaan baru atau membentuk profil melintang (*crown*) jalan.

Tebal rancangan untuk ketiga tipe campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Tebal rancangan campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi

Tipe campuran	Tebal rancangan (mm)
Tipe 1	2 -- 4
Tipe 2	4 -- 6
Tipe 3	6 -- 9

Campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi harus memiliki sifat-sifat sebagaimana yang disyaratkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Persyaratan karakteristik campuran campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi

Karakteristik campuran	Metode pengujian	Tipe campuran		
		1	2	3
✓ Kandungan residu aspal, % terhadap berat agregat kering		10--16	7,5--13,5	6,5--12
✓ Konsistensi, cm	ISSA TB NO.106	2-3		
✓ Pengelupasan (<i>wet stripping</i>), %	ISSA TB NO 114	Min. 90		
✓ Kohesi	ISSA TB NO.139			
• 30 menit, kg-cm		≥12*		
• 60 menit, kg-cm		≥ 20*		
✓ Waktu pengikatan, menit	ISSA TB NO.139	15 -- 720		
✓ Waktu perawatan, menit		< 720		
✓ Pengujian abrasi jalur basah setelah direndam selama 1 jam, g/m ²	ISSA TB NO 100	≤ 500		

Keterangan: *) Untuk sistem lalu lintas cepat

4.3 Peralatan

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

Peralatan yang diperlukan untuk perencanaan campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi antara lain adalah:

- satu set alat uji konsistensi (lihat Gambar A.1),
- satu set alat uji waktu pengikatan dan waktu perawatan (alat uji kohesi lihat Gambar B.1 dan B.2),
- satu set alat uji abrasi jalur basah (lihat Gambar C.1 sampai dengan Gambar C.5)

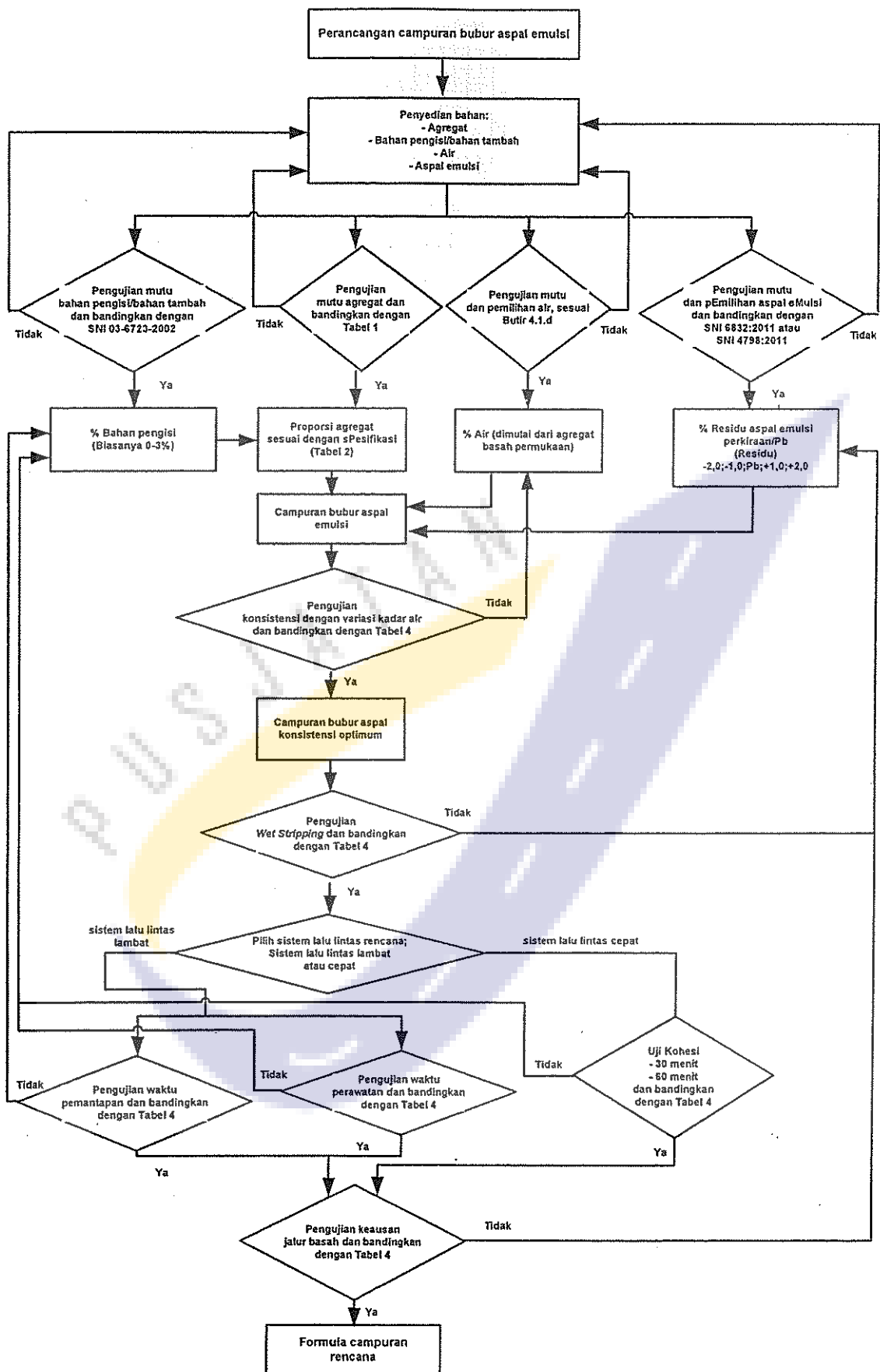
4.4 Kelembapan udara

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

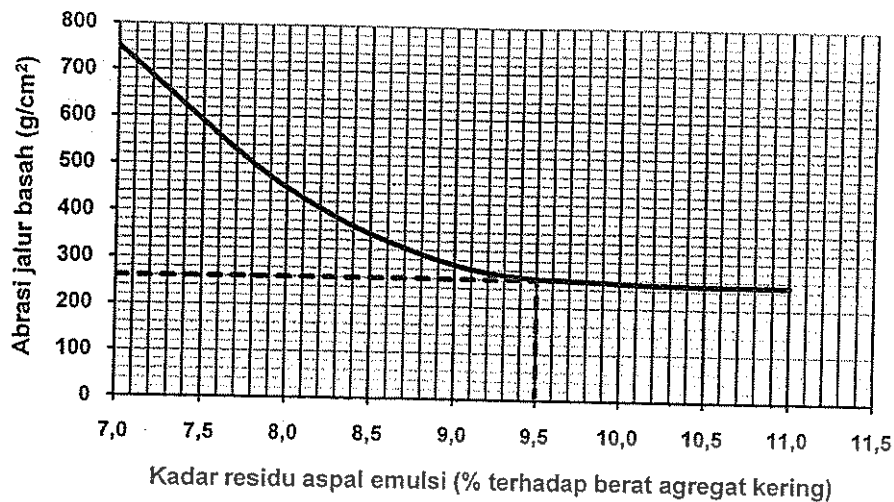
5 Prosedur perancangan campuran

5.1 Tahapan perancangan

Tahapan perancangan campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi disajikan pada Gambar 1 dan penentuan kadar emulsi optimum disajikan pada Gambar 2.



Gambar 1 - Bagan alir tahapan perancangan campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi



Gambar 2 - Grafik penentuan kadar aspal emulsi optimum

5.2 Cara perancangan

- Penyediaan dan pengujian bahan
Bahan yang akan digunakan untuk pembuatan campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi, yaitu agregat, bahan pengisi, bahan tambah (bila diperlukan), aspal emulsi dan air. Seluruh bahan yang digunakan harus memenuhi persyaratan, bila bahan tersebut tidak memenuhi persyaratan maka harus diganti dengan bahan yang memenuhi persyaratan.
- Penentuan proporsi agregat campuran
Tentukan proporsi agregat campuran, termasuk bahan pengisi, baik dengan cara analitis ataupun secara grafis, sehingga menghasilkan gradasi yang sesuai dengan persyaratan pada Tabel 2. Apabila digunakan semen sebagai bahan pengisi, jumlahnya maksimum 3%.
- 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 (0,075mm),
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 10,7%, dibulatkan menjadi 10,5%, buatlah benda uji dengan variasi kadar residu aspal emulsi 10,5%; 11,5%; 12,5%; serta 9,5% dan 8,5%).

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

$$AE = (P/R) \times 100 \quad (2)$$

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 beberapa variasi proporsi air ke agregat campuran, selanjutnya lakukan uji konsistensi dengan prosedur sesuai dengan Lampiran A. Apabila dengan penambahan variasi proporsi air ke agregat campuran tersebut belum diperoleh konsistensi optimum campuran maka proporsi penambahan air harus dikurangi atau ditambah.
- e. Buat benda uji dengan variasi kadar residu aspal emulsi perkiraan seperti diuraikan pada butir 5.2.c dengan penambahan air yang menghasilkan konsistensi optimum.
- f. Lakukan pengujian *wet stripping* 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 dan 5.2.e.
- g. Lakukan pengujian waktu pengikatan (*setting time*) dan waktu perawatan (*curing time*), bila dirancang untuk sistem lalu lintas lambat atau apabila dirancang untuk lalu lintas cepat maka lakukan pengujian kohesi. Untuk waktu pengikatan (*setting time*) dan waktu perawatan (*curing time*) serta pengujian kohesi sesuai prosedur pada Lampiran B.
- h. Bilamana hasil pengujian tidak memenuhi persyaratan, baik campuran yang dirancang untuk sistem lalu lintas lambat ataupun yang dirancang untuk lalu lintas cepat, 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.d sampai dengan butir 5.2.g.
- i. Tahap berikutnya, lakukan pengujian keausan jalur basah (WTAT) untuk masing-masing benda uji dengan variasi kadar residu aspal emulsi perkiraan dengan penambahan kadar air yang menghasilkan konsistensi optimum, yaitu sesuai prosedur abrasi jalur basah (WTAT) pada Lampiran C.
- j. 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.i.
- k. Buat grafik hubungan antara nilai pengausan dengan alat uji abrasi jalur basah 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 menghasilkan nilai abrasi jalur basah mulai konstan (lihat Gambar 2).

l. Pelaporan

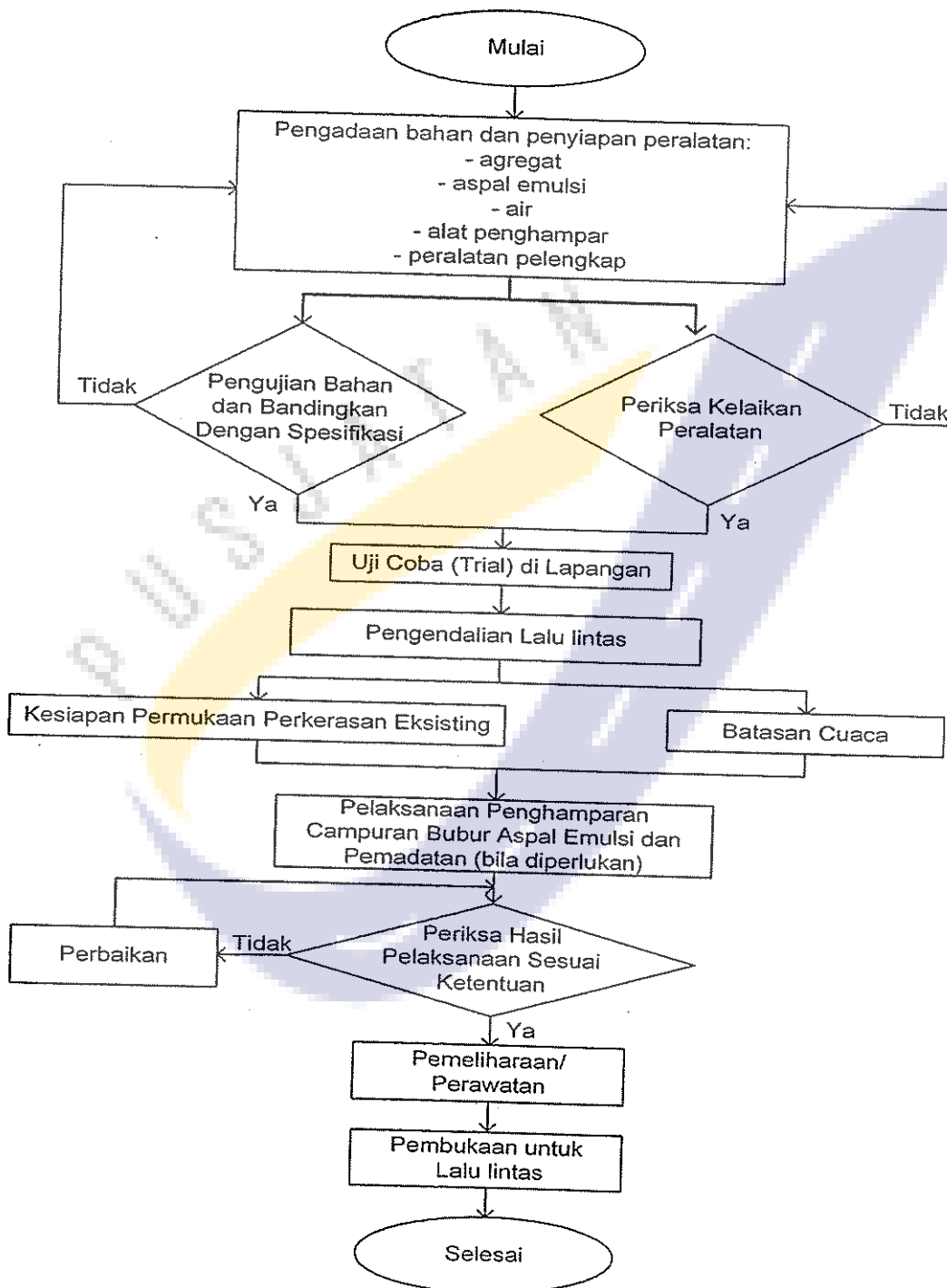
Pelaporan hasil perencanaan campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi berisi rangkuman hasil pengujian campuran dengan parameter sesuai dengan Tabel 4, yaitu mencakup:

- Kandungan residu aspal
- Konsistensi
- Pengelupasan (*wet stripping*)
- Kohesi (untuk sistem lalu lintas cepat)
- Waktu pengikatan dan waktu perawatan (untuk sistem lalu lintas lambat)
- Pengujian abrasi jalur basah setelah direndam selama 1 jam

6 Prosedur pelaksanaan di lapangan

6.1 Umum

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



Gambar 3 - Bagan alir pelaksanaan pekerjaan lapis penutup dengan bubur aspal emulsi

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.

c. Aspal emulsi

Aspal emulsi yang digunakan harus sama dengan agregat 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 lapis penutup dengan bubur aspal emulsi. 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 lapis penutup dengan bubur aspal emulsi harus bersih, tidak mengandung kotoran organik, garam-garam berbahaya, debu, serta bebas dari lanau dan zat yang membahayakan.

6.3 Peralatan lapangan

a. Seluruh peralatan, perlengkapan dan mesin penghampar yang digunakan untuk pelaksanaan pekerjaan ini harus terpelihara setiap waktu agar diperoleh hasil kerja yang memuaskan.

b. Mesin pencampur lapis penutup dengan bubur aspal emulsi

1) Mesin pencampur lapis penutup dengan bubur aspal emulsi harus dapat mencampur secara kontinu dan mampu menghasilkan proporsi agregat, air dan aspal emulsi yang telah ditentukan secara akurat ke dalam ruang pencampur, serta dapat memproduksi campuran secara terus menerus. Peralatan ini harus mampu membasahi agregat dengan cepat sebelum proses pencampuran dengan aspal emulsi. Unit pencampur dalam ruang pencampur harus mampu mencampur seluruh bahan secara bersamaan tanpa merusak campuran.

2) Mesin pencampur harus dilengkapi dengan pemasok (*feeder*) agregat termasuk alat pengukur atau metode untuk memasukkan proporsi bahan pengisi (*filler*) yang telah ditentukan sebelumnya ke dalam alat pencampur. Bahan pengisi harus dimasukkan bersamaan dan di tempat yang sama dengan agregat. Pemasok untuk bahan pengisi diperlukan jika bahan pengisi merupakan bagian dari campuran agregat.

3) Mesin pencampur harus dilengkapi dengan sistem tekanan air dan batang penyemprot tipe kabut yang memadai untuk pengabutan (*fogging*) menyeluruh dari permukaan yang akan diperbaiki dengan lapis penutup dengan bubur aspal emulsi.

c. Peralatan penghampar lapis penutup dengan bubur aspal emulsi

Peralatan penghampar lapis penutup dengan bubur aspal emulsi, pada umumnya bersatu dengan mesin pencampur. Kotak penghampar harus dilengkapi pencegah

terbuangnya campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi dari semua sisi dan dengan penyipat yang lentur dan dapat diatur, serta harus mampu meratakan agar dapat mengkompensasi deviasi pada geometri perkerasan. Kotak penghampar harus bebas dari penumpukan aspal dan agregat. Alat penyipat harus tetap lentur pada setiap saat. Kotak penghampar harus memiliki lebar yang dapat disesuaikan. Kotak penghampar harus tetap bersih dari sisa aspal serta agregat.

d. Peralatan tambahan

Bila diperlukan, alat penyapu tangan, sekop dan peralatan lainnya harus tersedia.

e. Peralatan pembersihan

Kompresor udara, peralatan pembilasan air dan sapu, yang cocok untuk membersihkan permukaan dan retak pada permukaan perkerasan eksisting harus tersedia.

6.4 Pelaksanaan uji coba di lapangan

Sesuai dengan formula campuran hasil perancangan, lakukan uji coba pencampuran dengan menggunakan mesin pencampur lapis penutup dengan bubur aspal emulsi. Selanjutnya periksa karakteristik campuran hasil mesin pencampur dan bandingkan dengan spesifikasi dan apabila terjadi karakteristik campuran tidak memenuhi persyaratan maka proporsi bahan dapat disesuaikan sampai karakteristik campurannya sesuai spesifikasi. Tahap berikutnya melakukan uji coba penghamparan di lapangan, yaitu untuk mengatur ketebalan hamparan agar sesuai dengan rancangan. Ketebalan hamparan rancangan dapat dicapai dengan mengatur proses pencampuran, pasokan campuran yang dihasilkan pada kotak penghampar sehingga tidak terjadi penumpukan aspal dan agregat. Di samping itu, mengatur alat penyipat agar diperoleh ketebalan sesuai rancangan. Lokasi uji tidak boleh dilaksanakan pada lokasi pekerjaan.

6.5 Pengaturan lalu lintas

Pengaturan lalu lintas harus mengacu dan memenuhi ketentuan yang berlaku. Selain untuk keselamatan pekerja, pengaturan lalu lintas diperlukan untuk melindungi campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi sampai cukup kuat untuk menerima lalu lintas. Pengaturan lalu lintas dengan tepat, seperti pemasangan penghalang, pengarah, konus dan tanda peringatan serta personil pemegang bendera. Pengaturan lalu lintas harus dilakukan sampai dengan hasil pekerjaan cukup kuat untuk menerima beban lalu lintas.

6.6 Persiapan permukaan perkerasan eksisting

- a. Segera sebelum penghamparan lapis penutup dengan bubur aspal emulsi, permukaan perkerasan eksisting harus dibersihkan secara menyeluruh, terbebas dari material lepas, tumbuhan, tanah dan material lainnya yang tidak diharapkan. Setiap lubang atau kerusakan lainnya harus diperbaiki sebelum penghamparan lapis penutup dengan bubur aspal emulsi. Bangunan-bangunan dan benda-benda lain di samping tempat kerja (struktur, pepohonan dll.) harus dilindungi agar tidak menjadi kotor.
- b. Bilamana campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi akan ditempatkan di atas permukaan aspal eksisting dengan penyerapan tinggi, atau di atas permukaan aspal eksisting yang agregatnya telah terbuka dan licin, direkomendasikan menggunakan lapis perekat dengan campuran antara satu bagian emulsi dengan tiga bagian air, tipe aspal emulsi yang digunakan sama seperti yang ditentukan untuk lapis penutup dengan bubur aspal emulsi. Lapis perekat tersebut dapat diterapkan dengan distributor aspal atau truk air yang sesuai. Tingkat aplikasi lapis perekat dengan aspal emulsi yang diencerkan berkisar antara $(0,16--0,32) \text{ L/m}^2$.

6.7 Batasan cuaca

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

6.8 Pelaksanaan penghamparan

Proporsi aspal emulsi yang akan dicampur dengan agregat harus ditentukan melalui perancangan campuran di laboratorium setelah penyesuaian akhir atau uji coba di lapangan. Air dengan proporsi minimum dapat ditambahkan untuk memperoleh campuran yang homogen. Tahapan pelaksanaan pekerjaan lapis penutup dengan bubur aspal emulsi adalah sebagai berikut:

a. Penyemprotan air

Bilamana kondisi memerlukan, perkerasan harus disemprot dengan pengabutan (kabut) air di depan kotak penghampar. Air yang digunakan pada penyemprotan di permukaan tersebut agar permukaan cukup basah, tetapi tidak boleh ada air yang menggenang di depan kotak penghampar.

b. Kestabilan campuran

Campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi harus memiliki konsistensi sesuai pada waktu dihampar di permukaan. Total waktu pencampuran tidak boleh melebihi 4 menit. Kuantitas campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi yang cukup harus dilakukan pada seluruh daerah penghamparan pada setiap saat agar seluruhnya tertutup lapis penutup dengan bubur aspal emulsi.

Campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi harus cukup stabil saat dihampar sehingga emulsi tidak pecah, tidak ada pemisahan bagian agregat yang halus dengan yang kasar dan cairan campuran tidak mengalir di permukaan perkerasan.

c. Sambungan

Tidak terbentuk penimbunan yang berlebihan atau ketidakrapian pada sambungan melintang atau memanjang. Tumpang tindih yang berlebihan tidak diizinkan pada sambungan memanjang. Untuk meminimumkan jumlah sambungan memanjang, sebaiknya digunakan alat penghampar dengan lebar yang memadai.

d. Pekerjaan tangan

Pekerjaan dengan penyapuan yang disetujui adalah menyebarkan lapis penutup dengan bubur aspal emulsi pada daerah yang tidak bisa dilakukan oleh alat penghampar. Penghamparan harus dilakukan dengan hati-hati agar tidak meninggalkan penampilan yang kurang baik.

e. Perawatan (*curing*)

Daerah yang diperbaiki diizinkan untuk dilakukan perawatan sampai dengan waktu diizinkan pembukaannya untuk lalu lintas.

f. Pemadatan

Pemadatan biasanya tidak diperlukan pada permukaan lapis penutup dengan bubur aspal emulsi. Namun, khusus untuk daerah belokan dengan kecepatan rendah, seperti pada simpangan jalan, permukaan lapis penutup dengan bubur aspal emulsi harus dipadatkan menggunakan alat pemadat dengan berat 5 ton dan minimum 5 lintasan. Bilamana menggunakan alat pemadat roda karet (*pneumatic tire roller*), tekanan bannya harus sebesar 345 kPa (50 psi).

g. Pembersihan

Semua area akses utilitas, saluran air (*gutters*) dan persimpangan, harus dibersihkan. Pelaksana harus membuang debris yang berhubungan dengan kinerja pekerjaan harian.

6.9 Perbaikan dari pekerjaan yang tidak memenuhi ketentuan

Hasil pelaksanaan penghamparan yang telah selesai harus menutup seluruh permukaan perkerasan dan tampak merata, tanpa adanya bagian-bagian yang segregasi. Bila dijumpai ada bagian permukaan yang tidak memenuhi ketentuan maka daerah yang tidak memenuhi ketentuan tersebut harus dibongkar dan dilapis kembali sesuai dengan tebal rancangan yang ditetapkan.

6.10 Pembukaan untuk lalu lintas

Lamanya waktu pembukaan untuk lalu lintas tergantung terhadap lamanya waktu perawatan (*curing*) dan lamanya waktu perawatan bervariasi tergantung pada jenis aspal emulsi yang digunakan, kondisi permukaan perkerasan dan kondisi cuaca pada saat pelaksanaan. Pada kondisi yang ideal, termasuk meningkatnya temperatur udara dan permukaan perkerasan, lalu lintas tidak diperbolehkan melintas di atas pekerjaan lapis penutup dengan bubur aspal emulsi, setidaknya 2 jam setelah pekerjaan selesai, untuk campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi yang menggunakan jenis aspal emulsi CSS-1h atau SS-1h. Adapun untuk campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi yang menggunakan jenis aspal emulsi CQS-1h atau QS-1h setidaknya 1 jam setelah pekerjaan selesai.

7 Pengendalian mutu

7.1 Bahan

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

Contoh yang perlu diambil untuk pengujian harian:

- agregat dari penampung untuk gradasi agregat,
- campuran agregat untuk penentuan gradasi dengan cara pencucian,
- aspal emulsi.

7.2 Campuran

Untuk pengendalian mutu campuran, contoh campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi yang mewakili harus diambil langsung dari unit pencampur/penghampar. Jenis pengujian yang dilakukan mencakup konsistensi dan kadar residu aspal emulsi. Harap dicatat bahwa pengujian konsistensi tidak berlaku untuk sistem pengikatan cepat (*Quick-Set*) dan lalu lintas-cepat (*Quick-Traffic*). Bila pengujian konsistensi dilakukan, pengujian tersebut harus dilakukan segera setelah contoh uji diambil. Data proporsi yang diperoleh dari unit pencampur lapis penutup dengan bubur aspal emulsi dapat digunakan untuk menentukan kuantitas masing-masing bahan dan tingkat aplikasi.

7.3 Pekerjaan yang tidak memenuhi ketentuan

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

7.4 Hasil penghamparan

Konsistensi campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi 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, campuran akan mengalir berlebihan dan tidak menghasilkan garis jalur hamparan yang lurus. Cairan yang berlebihan juga dapat menyebabkan permukaan segregasi.

8 Toleransi lapis penutup dengan bubur aspal emulsi

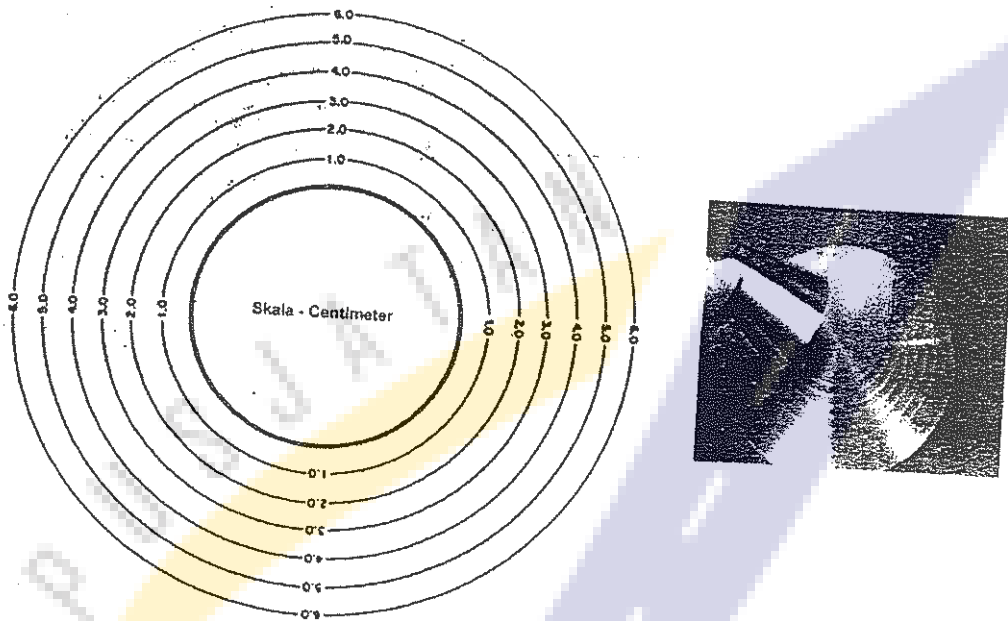
Toleransi untuk lapis penutup dengan bubur aspal emulsi adalah sebagai berikut:

- Setelah kadar residu aspal emulsi ditentukan, variasi yang diijinkan adalah $\pm 1\%$ terhadap berat agregat kering.
- Konsistensi campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi tidak boleh berbeda lebih dari $\pm 0,5$ cm dari rancangan campuran kerja (*job mix formula*).
- Bila tekstur permukaan tidak bervariasi secara signifikan, tingkat aplikasi campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi tidak boleh bervariasi lebih dari $\pm 2,1$ kg/m² atau ketebalan hamparan tidak boleh bervariasi lebih dari $\pm 1,0$ mm.

Lampiran A
(informatif)
Prosedur pengujian konsistensi (ringkasan ISSA TB No 106)

A.1 Peralatan pengujian

- a. Sebuah cetakan logam atau plastik yang berbentuk kerucut terpotong dengan diameter dalam bagian atas 38 mm, diameter dalam bagian bawah 89 mm, dengan tinggi 76 mm (lihat Gambar A.1).
- b. Sebuah pelat logam yang rata dengan ukuran 225 mm x 225 mm dengan tebal 3 mm dan diberi tanda seperti ditunjukkan pada Gambar A.1.



Gambar A.1 - Kerucut uji konsistensi

A.2 Tahapan pengujian konsistensi

- c. Tentukan kadar air perkiraan dengan cara menambahkan sejumlah air ke dalam agregat sampai agregat tersebut cukup basah, tetapi air tidak mengalir atau tampak berlebihan.
- d. Tentukan kadar air campuran yang sesungguhnya, yaitu kadar air yang memberikan nilai konsistensi optimum campuran, dengan melakukan pengujian konsistensi campuran sebagai berikut.
 - 1) Siapkan peralatan berikut.
 - i) sebuah cetakan logam atau plastik yang berbentuk kerucut terpotong dengan diameter dalam bagian atas 38 mm, diameter dalam bagian bawah 89 mm dengan tinggi 76 mm.
 - ii) sebuah pelat logam yang rata dengan ukuran 225 mm x 225 mm dengan tebal 3 mm dan diberi tanda seperti ditunjukkan pada Gambar A.1.
 - 2) Isi secara lepas cetakan tersebut di atas dengan benda uji campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi dan kemudian dikupas atau diratakan.

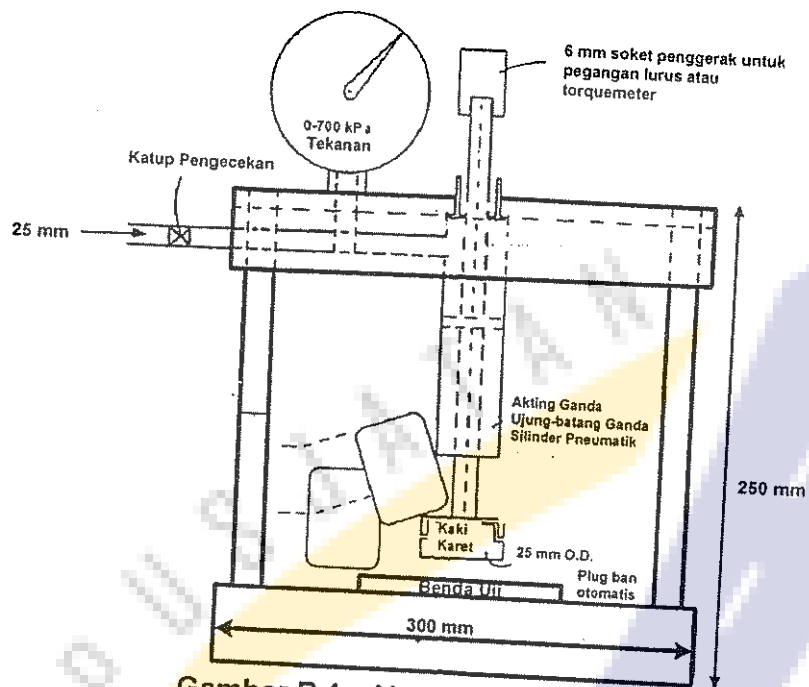
CATATAN : Waktu pencampuran untuk setiap contoh harus tidak kurang dari 1 menit dan tidak lebih dari 3 menit. Pencampuran tersebut harus dilakukan pada temperatur $(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$.

- 3) Balikkan cetakan dan isinya tersebut di tengah-tengah pelat logam dengan cara menempatkan permukaan bertanda dari piring logam tersebut pada permukaan cetakan yang telah diisi, kemudian cetakan dan pelat logam dengan cepat dibalikkan.
 - 4) Lepaskan cetakan tersebut dan biarkan isinya mengalir di atas tanda-tanda lingkaran pada pelat logam sampai aliran bubuk aspal emulsi tersebut berhenti.
 - 5) Catat jarak aliran yang ditunjukkan pada pelat logam sebagai nilai konsistensi campuran dalam satuan cm.
- e. Apabila hasil pengujian konsistensi tidak sesuai dengan yang disyaratkan pada Tabel 4, kurangi atau tambah kadar air dalam campuran bubuk aspal emulsi untuk mengurangi atau menambah konsistensinya dan kemudian pengujian diulangi.

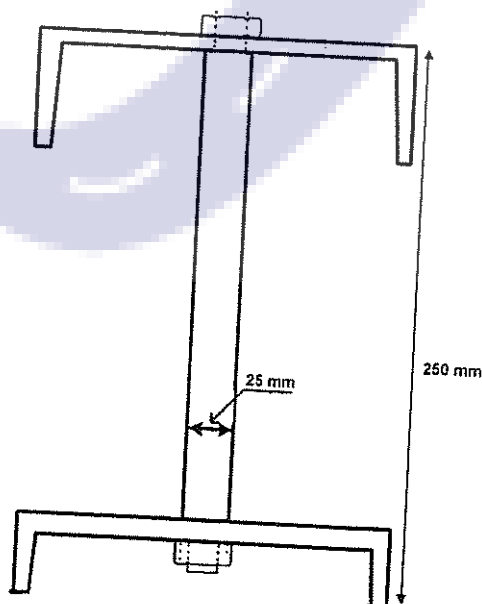
Lampiran B
(informatif)
Prosedur pengujian pengikatan dan perawatan serta pengujian kohesi
(ringkasan ISSA TB No 139)

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 waktu pengikatan dan waktu perawatan serta pengujian kohesi.

a. Tahapan pengujian waktu pengikatan adalah sebagai berikut.

- 1) Buat campuran bubuk aspal emulsi dengan konsistensi optimum, sesuai dengan hasil uji konsistensi, untuk ditentukan karakteristik mengikatnya.
- 2) Campuran tersebut dituangkan pada alas yang berlapis aspal (*asphalt felt pad/roofing felt*) berukuran minimum 152 mm x 152 mm dan diratakan dengan menggunakan perata yang sesuai hingga dicapai ketebalan maksimum penghamparan pada Tabel 1.
- 3) Setelah 15 menit pada temperatur $(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$ sentuhkan kertas isap putih atau tisu pada permukaan campuran. Campuran dianggap mengikat bila tidak ada noda berwarna cokelat menempel pada kertas itu.
- 4) Bila ada noda berwarna cokelat, 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 bubuk aspal emulsi. Apabila demikian, pengujian konsistensi dan waktu pengikatan harus diulangi

b. Tahapan pengujian waktu perawatan adalah sebagai berikut.

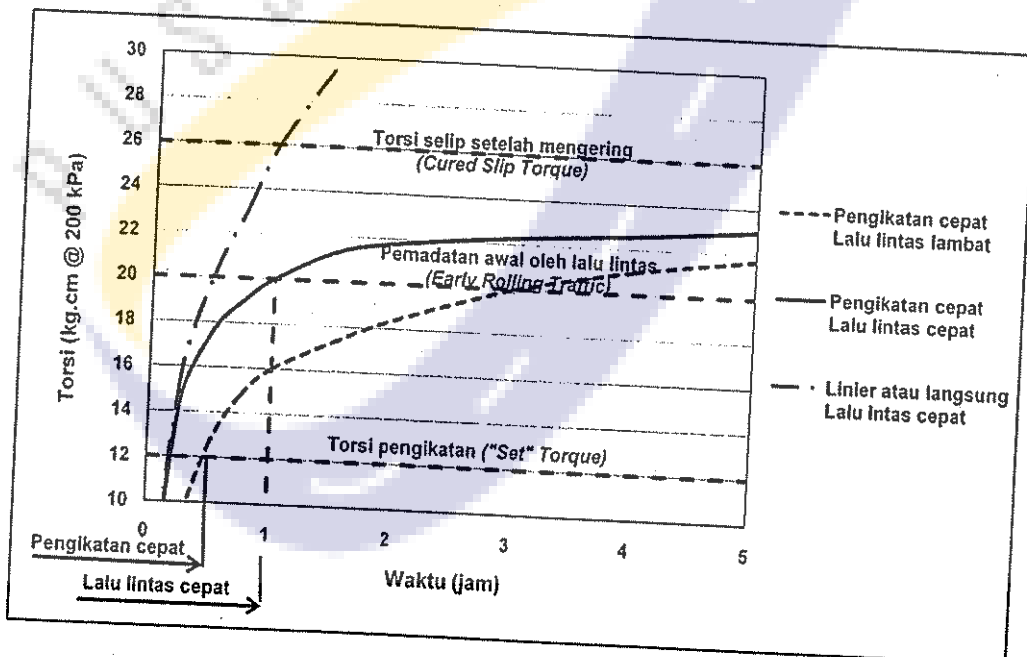
- 1) Siapkan satu set alat penguji kohesi (lihat Gambar B.1 dan B.2) yang dapat diatur untuk memberikan tekanan yang berbeda-beda pada benda uji bubuk aspal emulsi. Tekanan dapat diberikan dengan menggunakan tekanan udara dari kompresor yang mudah dibawa (*portable*) atau pompa ban sepeda.
- 2) Tuangkan campuran bubuk aspal emulsi dengan konsistensi optimum pada alas yang berlapis aspal (*asphalt felt pad/roofing felt*).
- 3) Ratakan campuran tersebut dengan menggunakan perata yang sesuai hingga mencapai ketebalan tidak lebih dari ukuran partikel agregat maksimum campuran tersebut.
- 4) Biarkan campuran tersebut hingga mengikat.
- 5) Tempatkan piringan tersebut di bawah piringan karet berdiameter 25,4 mm yang digerakkan dengan tekanan udara dari alat penguji kohesi.
- 6) Berikan tekanan 2 kg/cm^2 (193 kPa) dan putar piringan/kaki karet dengan menggunakan alat penguji torsi manual yang pembacaannya dalam kg/cm^2 (lihat Tabel B.1)
- 7) Ulangi pemberian torsi pada interval (15--30) menit sehingga pembacaan torsi yang diperoleh konstan.
- 8) Pada tiap interval pengujian harus dipilih bagian yang belum diuji.
- 9) Catat waktu merawat yaitu pilih waktu terpendek dari waktu-waktu berikut:
 - yang diperlukan untuk mencapai torsi maksimum yang konstan, atau,
 - hingga silinder karet berjalan bebas di atas lapisan bubuk aspal emulsi tanpa ada partikel agregat yang terlepas.

Tabel B.1 Bagan alat uji kohesi pneumatik

Pembacaan (kg/cm ²)	
Pada alat ukur	Pada piringan/kaki karet
0,32	0,35
0,63	0,70
0,94	1,05
1,24	1,41
1,55	1,76
1,74	1,97
1,87	2,11
2,18	2,46
2,49	2,81
2,81	3,16
3,12	3,52

c. Tahapan pengujian kohesi adalah sebagai berikut.

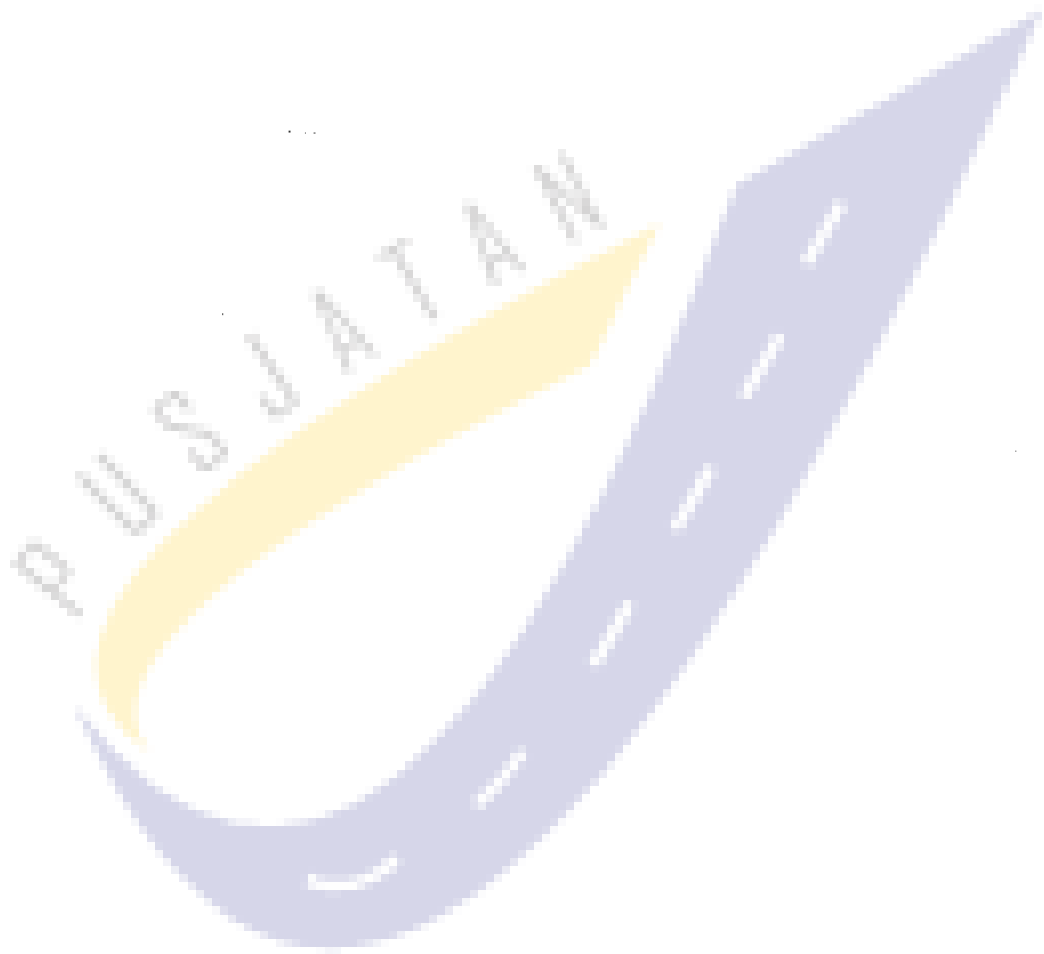
- 1) Pengujian ini digunakan untuk menentukan berbagai waktu pengikatan campuran bubuk aspal emulsi. Pengujian dilakukan dengan mengukur nilai torsi dari campuran bubuk aspal emulsi yang telah menyatu (*coalesce*) dan menghasilkan kekuatan kohesi. Nilai torsi yang dihasilkan diplot terhadap waktu untuk 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 - Kurva klasifikasi campuran berdasarkan pengujian kohesi yang dimodifikasi

- 2) Waktu awal pemadatan oleh lalu lintas didefinisikan sebagai waktu ketika campuran bubuk aspal emulsi dapat menerima beban lalu lintas tanpa mengalami pengelupasan butir (*picking*) atau deformasi.

- 3) Waktu pengikatan untuk campuran bubur aspal emulsi ditentukan sesuai dengan Butir B.2.a).

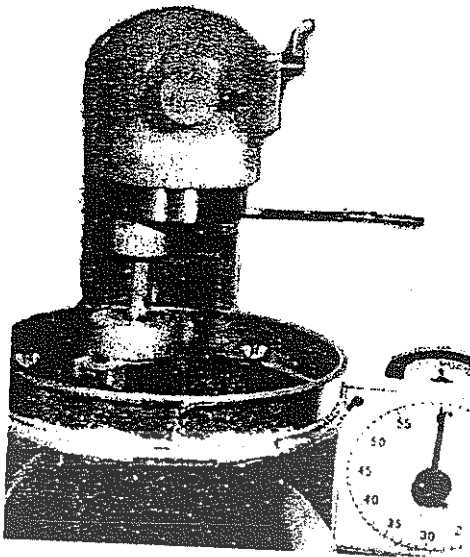


Lampiran C
(informatif)
Prosedur pengujian abrasi jalur basah
(ringkasan ISSA TB No 100)

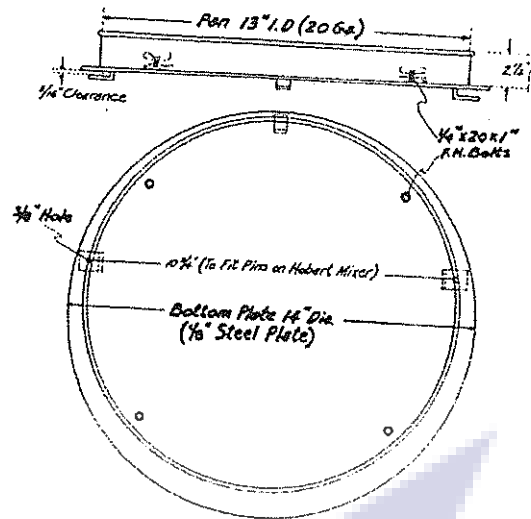
C.1. Peralatan pengujian abrasi jalur basah dan alat perlengkapannya

Satu set alat uji abrasi jalur basah yang terdiri atas:

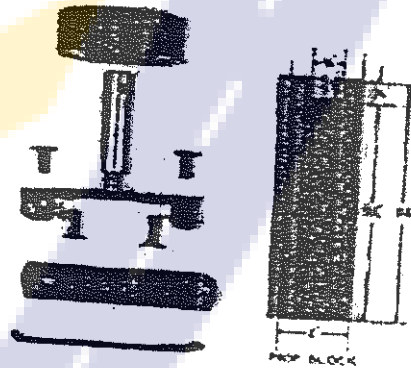
- a. Timbangan dengan kapasitas 5.000 gram dan ketelitian 0,1 gram.
- b. Pengaduk mekanik jenis Planetari, (seperti Hobart C100 buatan Hobart Mfg. Co, Troy, Ohio) dilengkapi dengan alat pemegang selang karet dengan berat 2,27 kg kepala abrasi (*abrasion head*) dengan jarak gerak bebas ke atas dan ke 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)

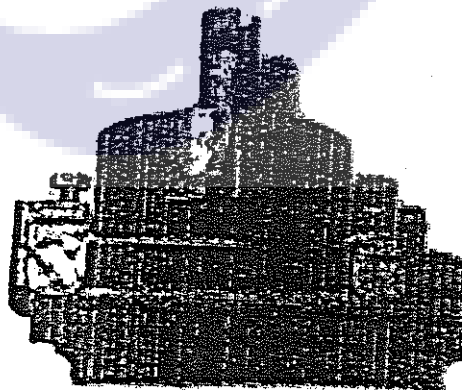


Gambar C.2 - Diagram piring (dimensi yang ditampilkan untuk alat C-100)



Gambar C.3 - Perataan bubuk aspal emulsi 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 jalur 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 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 bubur aspal emulsi ke atas alas berlapis aspal (*roofing felt*) tersebut.
- 3) Ratakan permukaan bubur aspal emulsi dengan permukaan cetakan secara perlahan. Perataan yang berlebihan dapat menyebabkan segregasi. Bersihkan bahan-bahan yang berlebih dan buang.
- 4) Biarkan bubur aspal emulsi 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 menit 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). Kuncilah 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 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 m^2 dengan setiap pencampur Hobart seperti disajikan pada Tabel C.1.

Tabel C.1 Faktor koreksi keausan

Model	Luas area terabrasi (m^2)	1 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 C100.

- 8) Laporkan nilai abrasi jalur basah (WTAT) dalam gram/m^2 .

Lampiran D
(informatif)

Contoh perancangan campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi

D.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) dan sedikit mengalami kerusakan retak rambut.
- Volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) sekitar 1800 kend/hari/arah dengan kecepatan rata-rata 50 km/jam.

D.2 Tipe penanganan

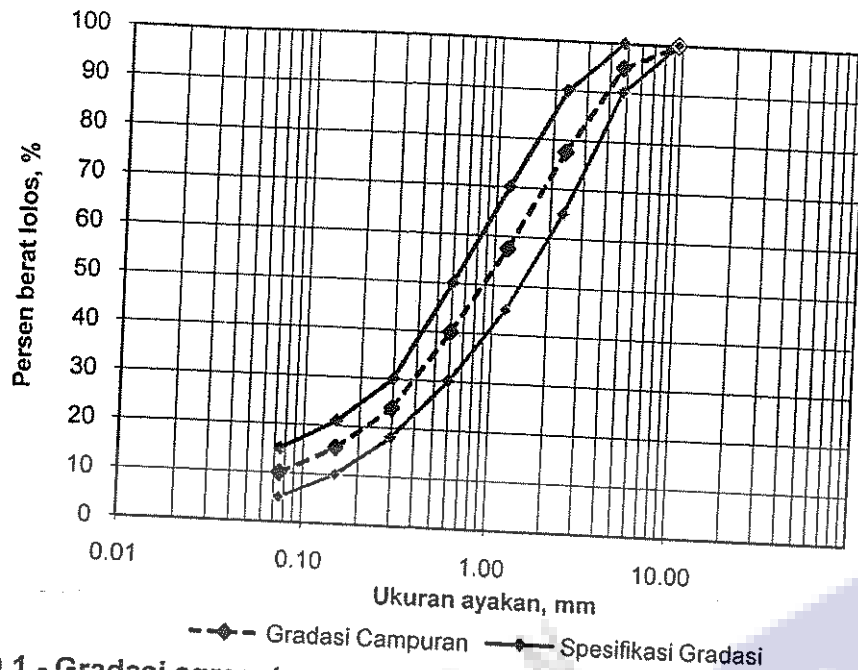
Dengan memperhatikan kondisi kerusakan permukaan perkerasan, untuk penanganan perkerasan dipilih dengan menghampar campuran bubur aspal emulsi. Sesuai dengan kondisi ruas jalan, yaitu faktor lingkungan dan lalu lintas, maka tipe gradasi yang diambil adalah Gradasi Tipe 2 dan jenis aspal emulsi yang digunakan adalah CSS-1h. Berhubung kelembapan udara > 50% maka untuk mempercepat waktu pengikatan dan perawatan pada pembuatan campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi, digunakan bahan pengisi semen sebanyak 2%

- Agregat yang digunakan memenuhi persyaratan sesuai dengan Tabel 2 (untuk LHR > 1000 kend/hr/arah).
- Aspal emulsi yang digunakan adalah tipe CSS-1h dan memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI 4798:2011.

Berdasarkan agregat yang tersedia, maka gradasi agregat dan termasuk semen untuk campuran bubur aspal emulsi seperti disajikan pada Tabel D.1 dan Gambar D.1.

Tabel D.1 Gradasi agregat campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi

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 D.1 - Gradasi agregat campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi

- Kadar residu aspal emulsi perkiraan

Sesuai dengan gradasi rencana pada Tabel D.1 dan Gambar D.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, $P = 9,01\% \sim 9,0\%$

- Pembuatan benda uji

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 6.1, yaitu untuk pengujian konsistensi, pengikatan, perawatan serta abrasi jalur basah (WTAT).

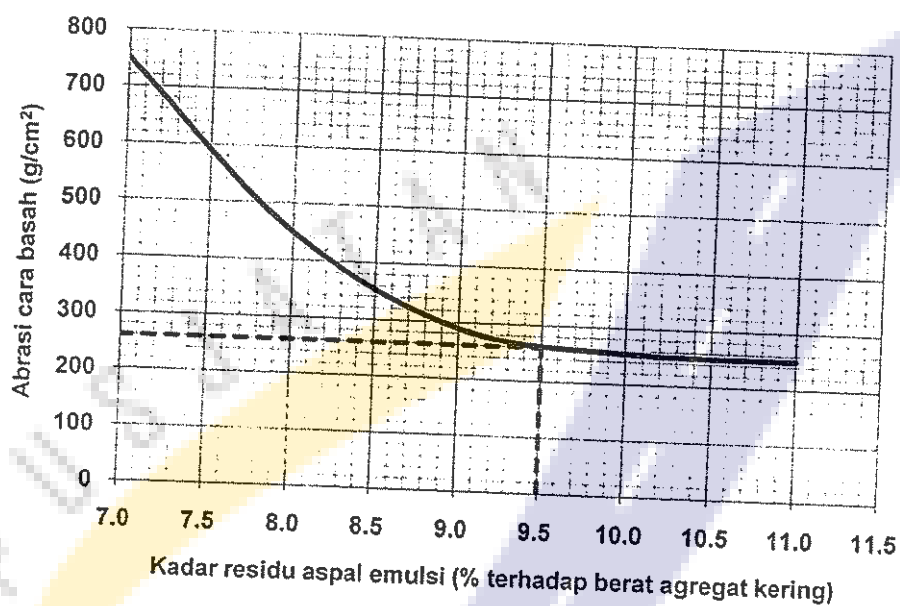
- Hasil pengujian

Sesuai dengan hasil pengujian terhadap benda uji dengan variasi kadar residu aspal emulsi, diperoleh hasil seperti disajikan pada Tabel D.2. Pengujian abrasi jalur basah (WTAT) menggunakan alat Hobart C-100.

Untuk menentukan kadar residu emulsi optimum, seluruh data hasil pengujian abrasi jalur basah dibuat grafiknya seperti disajikan pada Gambar D.2. Berdasarkan Gambar D.2, diperoleh kadar residu aspal emulsi optimumnya sebesar 9,5%.

Tabel D.2 Karakteristik campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi

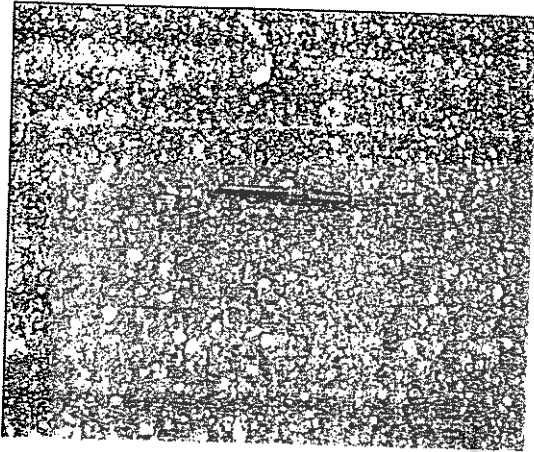
Karakteristik Campuran	Hasil Pengujian					Persyaratan
	Benda Uji					
	1	2	3	4	5	
• Kandungan residu aspal, % terhadap berat agregat kering	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	7,5-13,5
• Konsistensi, cm	2,4	2,5	2,4	2,6	2,4	2-3
• Pengelupasan (<i>wet stripping</i>), %	92	95	98	100	100	Min. 90
• Waktu pengikatan, menit	58	56	50	49	43	15 - 720
• Waktu perawatan, menit	200	195	175	170	150	< 720
• Pengujian abrasi jalur basah setelah direndam selama 1 jam, g/m ²	750	450	290	255	250	< 500



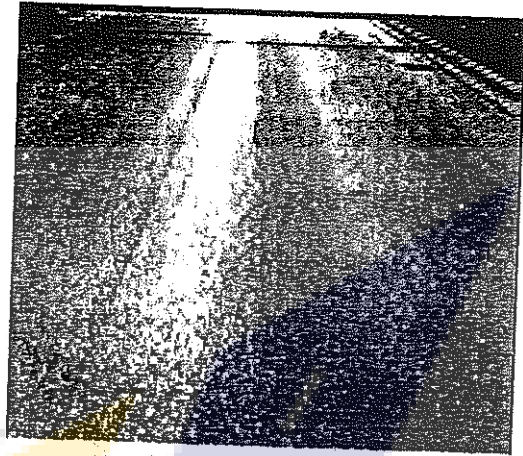
Gambar D.2 - Kadar residu aspal emulsi optimum untuk campuran lapis penutup dengan bubur aspal emulsi

Lampiran E
(informatif)

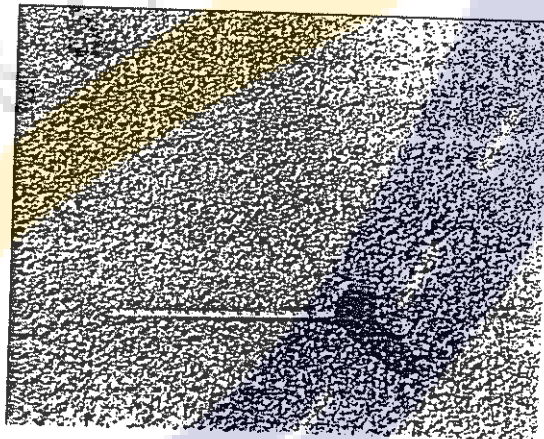
Jenis kerusakan perkerasan eksisting yang tepat ditangani dengan lapis penutup bubuk aspal emulsi



a. Penuaan dan oksidasi



b. Retak halus/retak rambut



c. Pelepasan butir (*raveling*)

Gambar E.2 - Kerusakan perkerasan eksisting yang dapat ditanganan dengan lapis penutup bubuk aspal emulsi

Bibliografi

- ASTM D 3910-11. *Standard Practices for Design, Testing, and Construction of Slurry Seal*.
- Bina Marga, 2008. *Spesifikasi khusus interim seksi 6.7, "Pemeliharaan Permukaan Jalan Dengan Bubur Aspal Emulsi Dimodifikasi Latex*, Jakarta
- Bina Marga, 1999. *Pedoman Perencanaan Bubur Aspal Emulsi (Slurry Seal) No.026/T/BM/1999*, Lampiran No.4 Keputusan Direktur Jenderal Bina Marga No. 76/KPTS/Db/1999 Tanggal 20 Desember 1999, Jakarta
- Caltrans 2008. *Maintenance Technical Advisory Guide Volume I – Flexible Pavement Preservation*, 2nd Edition. State of California Department of Transportation, Sacramento, USA
- Gerrie van Zyl, Kobus Louw and Morne Labuschagne. *Establishment of Appropriate Slurry Seal Design Methods for South Africa*. 10th Conference on Asphalt Pavements for Southern Africa. Cape Town, South Africa
- Hicks, R Gary, Seeds, Stephen B, Peshkin, David G, (2000). *Selecting a Preventif Maintenance Treatment for Flexible Pavement*. Washington DC
- ISSA A105 Revised February 2010. *Recommended Performance Guideline For Emulsified Asphalt Slurry Seal*.

Daftar nama dan lembaga

1. Pemrakarsa

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

2. Penyusun

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

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 23 April 2015

**MENTERI PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT,**



M. BASUKI HADIMULJONO