

**PENGGUNAAN *SLURRY SEAL* UNTUK PEMELIHARAAN
PERKERASAN JALAN
(THE USE OF *SLURRY SEAL* FOR MAINTENANCE OF ROAD
PAVEMENT)**

Nono

Pusat Litbang Jalan dan Jembatan
Jalan A.H. Nasution no.264, Bandung, 40294
e-mail: sunaryono_nn@yahoo.com

Diterima: 04 April 2013; direvisi: 22 Mei 2013; disetujui : 01 Agustus 2013

ABSTRAK

Sesuai dengan bertambahnya umur, perkerasan akan mengalami penurunan kondisi. Penurunan kondisi akan lebih cepat terjadi apabila beban kendaraan yang cenderung jauh melampaui batas dan disertai dengan kondisi cuaca yang kurang bersahabat. Selama ini pemeliharaan umumnya dilaksanakan menunggu kondisi tidak mantap sehingga berakibat pemeliharaan menjadi tidak efisien dan mahal. Berdasarkan atas tuntutan pengguna jalan serta dalam upaya mengoptimalkan pengelolaan jalan maka pemeliharaan jalan sebaiknya dilakukan dengan preventif. Pemeliharaan preventif adalah penerapan penanganan sebelum terjadi penurunan kondisi yang signifikan. Makalah ini mengkaji salah satu teknologi bahan untuk pemeliharaan preventif, yaitu Slurry Seal. Metodologi penelitian dilaksanakan dengan cara melakukan kajian literatur dan selanjutnya melaksanakan pengujian di laboratorium serta melakukan uji coba skala kecil dilapangan. Hasil penelitian menunjukkan Slurry Seal dengan gradasi Type II yang menggunakan aspal Emulsi Cationic Slow Setting-1 hard (CSS-1h) memiliki ketahanan terhadap pelelehan dan nilai abrasi hasil tes dengan Wet Track Abrasion Test (WTAT) cukup baik. Hasil pengamatan pada saat pelaksanaan uji coba skala kecil dilapangan, aplikasi teknologi Slurry Seal dilapangan memiliki workabilitas cukup baik.

Kata kunci: *Slurry Seal, aspal emulsi, penurunan kondisi perkerasan, pemeliharaan jalan, preventif.*

ABSTRACT

The increasing of pavement life will cause deterioration of pavement. Deterioration of pavement will be faster when vehicle load is likely to far exceed the limit and the effect of unfriendly climate. So far maintenance is generally carried out until unstable conditions resulting maintenance to be inefficient and expensive. Based on the demands of road users, and in order to optimize the management of road maintenance, it should be done preventively. Preventive maintenance is the application of treatment before a significant decline in condition. This paper examines one of the materials technology for preventive maintenance, namely Slurry Seal. The research methodology was implemented in a way to carry out a literature review and further testing in the laboratory and conduct small-scale field trials. The results showed the Slurry Seal Type II gradation using Cationic Slow Setting-1 hard (CSS-1h) asphalt Emulsion has a resistance to flow and abrasion value test results with Wet Track Abrasion Test (WTAT) is quite well. Observations during the implementation of small-scale field trials, Slurry Seal technology applications in the field has a good workability.

Keywords: *Slurry Seal, emulsified asphalt, pavement deterioration, pavement maintenance, preventive.*

PENDAHULUAN

Kinerja jalan sudah pasti akan mengalami penurunan sejalan dengan repetisi beban lalu-lintas yang dilayaninya, cuaca atau kualitas bahan kurang baik. Kerusakan didefinisikan sebagai suatu kondisi struktur perkerasan yang mengurangi tingkat pelayanan atau mengarah pada pengurangan tingkat pelayanan. Tingkat pelayanan didefinisikan sebagai kemampuan perkerasan untuk memberikan pelayanan yang aman dan nyaman untuk para penggunanya. Disamping itu, tuntutan pengguna jalan mengharapkan kecepatan (waktu tempuh) karena terkait dengan biaya perjalanan yang murah serta pengguna jalan mungkin menuntut pula estetika dan kebersihan lingkungan (bebas kebisingan dan polusi).

Selama ini pemeliharaan umumnya dilaksanakan setelah terjadinya kerusakan pada permukaan perkerasan yang dilihat secara visual, seperti lubang, keriting, alur atau retak. Penanganan yang menunggu kondisi tidak mantap akan berakibat terhadap kebutuhan biaya pemeliharaan yang besar. Pola penanganan pemeliharaan yang diterapkan ini dengan menunggu hingga perkerasan rusak atau yang dikenal dengan pemeliharaan reaktif menjadi tidak efisien dan mahal.

Berdasarkan atas tuntutan pengguna jalan serta dalam upaya mengoptimalkan pengelolaan jalan maka pemeliharaan jalan sebaiknya dilakukan dengan preventif. Pemeliharaan preventif adalah penerapan penanganan sebelum terjadi penurunan kondisi yang signifikan. Umumnya pemeliharaan preventif memperpanjang umur perkerasan dan biasanya direncanakan.

Salah satu teknologi untuk pemeliharaan preventif atau preservasi adalah teknologi *Slurry Seal*. Teknologi campuran ini sudah lama digunakan di negara maju, namun di Indonesia masih belum diaplikasikan atau masih sekala uji coba, padahal teknologi campuran ini ramah lingkungan karena pencampuran dan penghamparan dilaksanakan secara dingin. Salah satu hambatan penggunaan teknologi *slurry seal* adalah ketersediaan alat penghampar.

Penelitian mengenai *Slurry Seal* ini bertujuan untuk mengevaluasi keandalannya pada sekala laboratorium serta tingkat kemudahan kerjanya pada aplikasi di lapangan yang dilakukan secara manual.

KAJIAN PUSTAKA

Pemeliharaan jalan

Tujuan utama penanganan/pemeliharaan perkerasan jalan, yaitu:

1. Memperlambat penurunan kondisi sehingga jalan berfungsi sesuai umur rencana.
2. Mengurangi biaya operasi kendaraan.
3. Agar jalan selalu berfungsi sehingga dapat melayani penggunanya.

Berdasarkan Caltrans (2008) bahwa terdapat beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan pada proses pemilihan penanganan perkerasan yang tepat, yaitu mencakup umur, kondisi, lalu-lintas dan rencana kedepan yang diharapkan seperti ketersediaan anggaran.

Untuk tercapainya tujuan pemeliharaan maka setiap jenis pemeliharaan harus dilakukan secara berkesinambungan. Konsekuensi yang harus ditanggung bila tidak berkesinambungan adalah umur layan perkerasan tidak sesuai dengan yang direncanakan atau mengalami kerusakan dini.

Pemeliharaan perkerasan adalah kunci untuk preservasi perkerasan. Program preservasi perkerasan yang efektif mengintegrasikan strategi pemeliharaan dan perawatan. Ada tiga jenis pemeliharaan perkerasan (Johnson 2000):

Pemeliharaan pencegahan

Rencana strategi pemeliharaan dengan biaya efektif untuk sistem jalan yang ada dan perlengkapannya, menghambat kerusakan pada masa depan, dan menjaga atau meningkatkan kondisi fungsional (tanpa meningkatkan kapasitas struktural). Pemeliharaan permukaan yang kurang dari dua inci dengan ketebalan tidak dianggap sebagai penambahan kapasitas struktural.

Pemeliharaan korektif

Pemeliharaan korektif dilakukan setelah terjadi kerusakan pada perkerasan, seperti *rutting* sedang hingga *rutting* parah, *raveling* atau retak yang luas. Hal ini juga dapat disebut sebagai pemeliharaan "reaktif".

Pemeliharaan darurat

Pemeliharaan darurat dilakukan selama situasi darurat, seperti lubang yang parah yang perlu perbaikan segera. Ini juga dapat mencakup pemeliharaan sementara sampai perbaikan yang lebih permanen dapat dilakukan.

Konsep dan teknik preservasi perkerasan lentur:

1. Pendekatan proaktif dari pemeliharaan preventif
2. Pencegahan pemeliharaan untuk perkerasan dalam kondisi baik
3. Mengurangi tingkat kerusakan
4. Biaya pemeliharaan perkerasan lebih efektif dan efisien

Dampak yang menguntungkan dari pemeliharaan preventif tergantung pada karakteristik struktur perkerasan, jenis dan penyebaran kerusakan, serta faktor-faktor lain seperti drainase dan bahan. Untuk pemeliharaan preventif yang efektif, perlu untuk menerapkan penanganan yang tepat terhadap kondisi perkerasan yang tepat serta aplikasinya dengan waktu yang tepat.

Teknologi *Slurry Seal* untuk preservasi perkerasan lentur

Slurry Seal adalah campuran dari aspal emulsi mantap lambat, agregat halus dengan gradasi menerus, bahan pengisi, dan air (Hicks 2000). *Slurry Seal* merupakan campuran yang ramah lingkungan serta aman terhadap kebakaran, karena emulsi berbasis air maka tidak memiliki titik nyala dan tidak mudah terbakar. Karena berbasis air, aspal emulsi tidak menimbulkan risiko kesehatan bagi pekerja.

Pemantapan campuran *Slurry Seal* merupakan proses termal dan umumnya antara 2 (dua) sampai 8 (delapan) jam tergantung pada panas dan kelembaban. *Slurry Seal* tidak boleh dilaksanakan pada cuaca menjelang serta saat

hujan, dan temperatur tidak boleh lebih rendah dari 10°C (Uzarowski 2009).

Slurry Seal lebih efektif untuk pemecahan masalah utama, yaitu pengaruh oksidasi berlebihan pada permukaan perkerasan eksisting. Untuk itu penggunaan *Slurry Seal* ke permukaan perkerasan untuk menghambat pelepasan butir, menutup retak halus, dan meningkatkan gesekan permukaan. Namun penggunaan *Slurry Seal* tidak akan efektif apabila untuk menangani perkerasan yang mengalami retakan yang luas atau pada perkerasan yang sudah mengalami fatik.

Aplikasi *Slurry Seal* biasanya tidak perlu dipadatkan kecuali apabila aplikasinya pada daerah belokan dengan kecepatan rendah harus dipadatkan dengan berat alat pemadat 5 ton dengan minimum 5 gilasan alat pemadat. Apabila menggunakan alat pemadat pneumatik (roda karet) maka tekanan bannya sebesar 345 kpa atau 50 psi (ASTM 2007).

Bahan pengikat atau Aspal Emulsi yang digunakan untuk campuran *Slurry Seal* adalah Aspal Emulsi tipe CQS-1h, CSS-1h dan SS-1h (Asphalt Institute 2009).

Campuran *Slurry Seal* dapat menggunakan salah satu dari tiga tipe gradasi agregat campuran sesuai dengan persyaratan gradasi Tabel 1.

Tabel 1. Gradasi agregat campuran *Slurry Seal*

Ukuran saringan ASTM	(mm)	% Berat berat yang lolos		
		Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3
3/8"	9,50		100	100
No.4	4,75	100	90 - 100	70 - 90
No.8	2,36	90 - 100	65 - 90	45 - 70
No.16	1,18	65 - 90	45 - 70	28 - 50
No.30	0,600	40 - 60	30 - 50	19 - 34
No.50	0,300	25 - 42	18 - 30	12 - 25
No.100	0,150	15 - 30	10 - 21	7 - 18
No.200	0,075	10 - 20	5 - 15	5 - 15

Sumber : Caltrans (2008)

Berdasarkan Caltrans (2008), aplikasi untuk ke tiga tipe gradasi di atas, yaitu sebagai berikut:

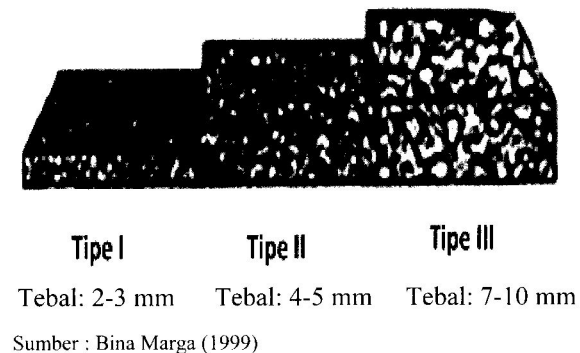
1. Tipe I adalah cocok untuk menutup retakan, mengisi rongga, dan memperbaiki kondisi permukaan yang erosi. Kadar residu aspal

emulsi antara 10-16 % terhadap berat agregat kering dan takaran campuran yang harus diterapkan berkisar antara 3,3-5,4 kg/m². Tipe I ini digunakan pada lapangan terbang di mana penutupan permukaan dan *skid resistance* adalah merupakan kebutuhan primer.

2. Tipe II cocok untuk mengisi rongga permukaan, memperbaiki permukaan yang mengalami erosi benar-benar parah dan minimum menyediakan lapis permukaan. Kadar residu aspal emulsi berkisar antara 7,5-13,5% terhadap berat agregat kering serta aplikasi campuran yang harus diterapkan berkisar antara 5,4-8,2 kg/m². Tipe ini digunakan pada lapangan terbang dan perkerasan yang sangat terkikis (erosi), atau memiliki banyak retak. Tipe ini juga dapat digunakan sebagai lapis permukaan di atas lapis fondasi aspal atau fondasi tanah-semen, atau sebagai penutup pada lapis fondasi yang distabilisasi.

3. Tipe III cocok untuk menyediakan suatu lapis permukaan baru atau membangun atau memperbaiki mahkota (*crown*). Kadar residu aspal emulsi berkisar antara 6,5-12% terhadap berat agregat kering serta harus diterapkan pada takaran minimum 8,2 kg/m².

Mengacu pada Pedoman Bubur Aspal Emulsi Bina Marga (Indonesia 1999) maka tebal padat untuk setiap tipe gradasi di atas adalah seperti disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tipikal tebal lapisan untuk masing-masing tipe *Slurry Seal*

Umur layan *Slurry Seal* di beberapa negara maju

Berdasarkan hasil kajian yang dilakukan di beberapa negara yang dicuplik dari MDT (2006), bahwa pemeliharaan dengan *Slurry Seal* memiliki umur layan antara 1-10 tahun seperti disajikan pada Tabel 2.

Menurut SHRP-2 (TRB 2011), *Slurry Seal* Tipe III dapat digunakan untuk jalan dengan volume lalu-lintas tinggi dan berdasarkan pengalaman memiliki umur sejalan antara 5-8 tahun.

Tabel 2. Umur pelayanan dengan *Slurry Seal* dari beberapa sumber

Rujukan	Umur pelayanan (Tahun)	Catatan
Bolander, 2005	5-10	Untuk LHR < 100
Bolander, 2005	5-8	Untuk LHR 100-500
Geoffroy, 1996	1-6	Menurut NCHRP
Geoffroy, 1996	3-5	Menurut FHWA
Geoffroy, 1996	3-6	Menurut US Corps of Engineers
Hicks et al., 2000	2-5	Umur rata-rata menurut Ohio DOT
Hicks et al., 2000	2,5,7	Min., rata-rata, maksimum
Hicks et al., 2000	3-4	Umur yang diharapkan dari Caltrans
Maher et al., 2000	3-8	Umur penanganan yang diharapkan

Sumber: MDT (2006)

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan *Transportation Research Board* (2004) bahwa waktu siklus penanganan dengan *Slurry Seal* yang direkomendasikan adalah tahunan. Disamping itu, direkomendasikan tahun awal penanganannya adalah 2 sampai dengan 6 tahun dari awal umur perkerasan.

Mengacu terhadap hasil penelitian yang disajikan pada Caltrans (2008), umur layan teknologi pemeliharaan dengan *Slurry Seal* adalah sangat tergantung dengan kondisi perkerasan eksisting. Kondisi existing perkerasan semakin rusak maka umur layan teknologi penanganan yang diterapkan semakin pendek.

Spesifikasi *Slurry Seal* yang diacu

Sebagai acuan dalam melakukan pengkajian *Slurry Seal*, baik untuk sifat bahan maupun sifat campuran, maka spesifikasi yang diacu adalah 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.

Sifat aspal Emulsi CSS-1h yang akan digunakan harus memenuhi persyaratan sesuai SNI 4798:2011 (BSN 2011) (lihat Tabel 3), Persyaratan agregat ditunjukkan pada Tabel 4, Persyaratan gradasi sesuai pada Tabel 1 dan persyaratan campuran pada Tabel 5. Untuk bahan pengisi yang digunakan harus sesuai dengan SNI 03-6723-2002 (BSN 2002)

Tabel 3. Ketentuan sifat fisik Aspal Emulsi CSS-1h (SNI 4798:2011)

Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Spesifikasi	
		Min	Mak
Viskositas SF pada 50°C, detik	SNI 03-6721-2002	20	100
cSt		40	200
Stabilitas penyimpanan 24 jam, %	SNI 03-6828-2002	-	1
Muatan listrik partikel	SNI 03-3644-1994		Positif
Analisa saringan tertahan No. 20		-	0.1
Penyulingan :	SNI 06-2488-91		
Kadar air, % isi		-	-
Kadar minyak, % isi		-	-
Kadar residu, % isi		57	-
Penetrasi residu, 0,1 mm	SNI 06-2456-91	40	90
Daktilitas residu, cm	SNI 06-2432-91	40	
Kelarutan residu dalam C ₂ HCl ₃ , %	SNI 06-2438-91	97,5	

Tabel 4. Ketentuan kualitas agregat

Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Persyaratan
Keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles, %	SNI 03-2417-1991	Maks 35 %
Nilai Setara Pasir, %	SNI 03-4428-1997	Min 55 %
Kelekatan agregat terhadap aspal, %	SNI 03-2439-1991	Min 95%
Penyerapan air, %	SNI 03-1970-1990	Maks 3%
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium sulfat, %	SNI 03-3407-1994	Maks 12

Tabel 5. Ketentuan campuran *Slurry Seal*

Sifat – Sifat Campuran	Persyaratan		
	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3
Kadar Residu Aspal Emulsi, % terhadap berat agregat kering	10-16	7-13	6-11
Takaran Pemakaian, kg/m ²	3,5-5	5,5-8	5-12
Ketebalan rata-rata, mm	2-3	4-5	7-10
Konsistensi, cm	2-3	2-3	2-3
Waktu pemantapan, menit	15-720	15-720	15-720
Waktu pengeringan, menit	≤ 720	≤ 720	≤ 720
Abrasi cara basah, gr/m ²	≤ 800	≤ 800	≤ 800

Sumber: Bina Marga (Indonesia 1999)

HIPOTESIS

Aplikasi *Slurry Seal* memiliki nilai abrasi cara basah yang memenuhi persyaratan dan memiliki tingkat kemudahan kerja yang baik sehingga dapat dilakukan secara manual.

METODOLOGI

Untuk mencapai tujuan penelitian, pada tahap awal dilakukan kajian pustaka untuk mengkaji jenis aspal emulsi yang akan digunakan sebagai bahan pengikat dan tipe gradasi campuran *Slurry Seal* yang akan dikaji, baik untuk skala laboratorium maupun untuk aplikasi skala kecil dilapangan.

Kegiatan yang dilakukan di laboratorium meliputi persiapan bahan, pengujian bahan dan pengujian campuran. Persiapan bahan mencakup penyediaan aspal, agregat dan bahan pengikat. Tahapan pengujian di laboratorium adalah sesuai Pedoman Perencanaan Bubur Aspal Emulsi/*Slurry Seal* (Indonesia 1999).

Setelah diperoleh rancangan campuran dilaboratorium maka selanjutnya resep campuran tersebut digunakan untuk uji coba skala kecil di lapangan. Pelaksanaan uji coba dilakukan secara manual.

HASIL DAN ANALISIS

Hasil pengujian teknologi di laboratorium

Dalam melakukan uji coba *Slurry Seal* di laboratorium, agregat yang digunakan memiliki sifat seperti disajikan pada Tabel 6. Dalam pembuatan campuran *Slurry Seal*, digunakan bahan pengisi semen sebanyak 2% dan gradasi rencana untuk campuran *Slurry Seal* menggunakan spesifikasi gradasi Tipe 2 seperti disajikan pada Tabel 7. Adapun aspal emulsi yang digunakan adalah aspal emulsi tipe CSS-1h yang memiliki karakteristik seperti disajikan pada Tabel 8 dan memenuhi persyaratan sesuai Tabel 3.

Pembuatan rancangan campuran mengacu terhadap Pedoman Perencanaan Bubur Aspal Emulsi/*Slurry Seal* (Indonesia 1999).

Tabel 6. Karakteristik agregat untuk *Slurry Seal*

No	Jenis pengujian	Jenis pengujian	
		Agregat Sedang	Agregat Halus
1	Abrasi, %	16,91	-
2	Setara Pasir, %	-	55,0
3	Berat jenis		
	<i>Bulk</i>	2,664	2,697
	<i>SSD</i>	2,704	2,723
	<i>Apparent</i>	2,776	2,770
4	Penyerapan, %	1,52	0,97
5	Angularitas Halus, %	-	45,16
6	Angularitas Kasar, %	100/100	-
7	Kelekatan, %	95 +	-
8	Material lolos # 200, %	1,8	10,03

Tabel 7. Gradasi agregat campuran *Slurry Seal* Tipe 2

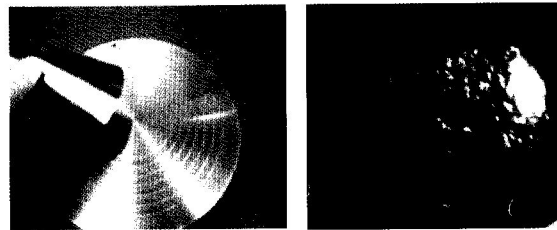
Ukuran saringan		% Berat yang lolos	
ASTM	(mm)	Gradasi Rencana*	Persyaratan Gradasi Tipe 2
3/8"	9,50	100	100
No.4	4,75	96,4	90 - 100
No.8	2,36	66,4	65 - 90
No.16	1,18	46,5	45 - 70
No.30	0,600	30,6	30 - 50
No.50	0,300	23,2	18 - 30
No.100	0,150	17,2	10 - 21
No.200	0,075	13,1	5 - 15

*) Gradasi rencana sudah termasuk semen sebanyak 2%

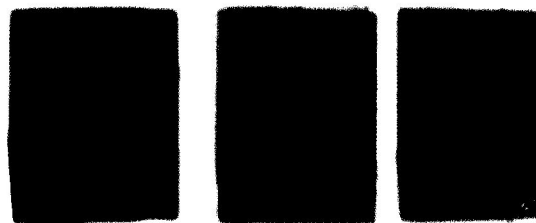
Tabel 8. Karakteristik Aspal Emulsi CSS-1h

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
1.	Viskositas SF pada 500C, detik	59
	cSt	118
2.	Stabilitas penyimpanan 24 jam, %	0,3
3.	Muatan listrik partikel	Positif
4.	Analisa saringan tertahan No. 20	0
5.	Penyulingan :	
	- Kadar air, % isi	29,95
	- Kadar minyak, % isi	0,5
	- Kadar residu, % isi	69,55
6.	Penetrasi, 0,1 mm	69
7.	Daktilitas, cm	> 140
8.	Kelarutan dalam C ₂ HCl ₃ , %	99,5

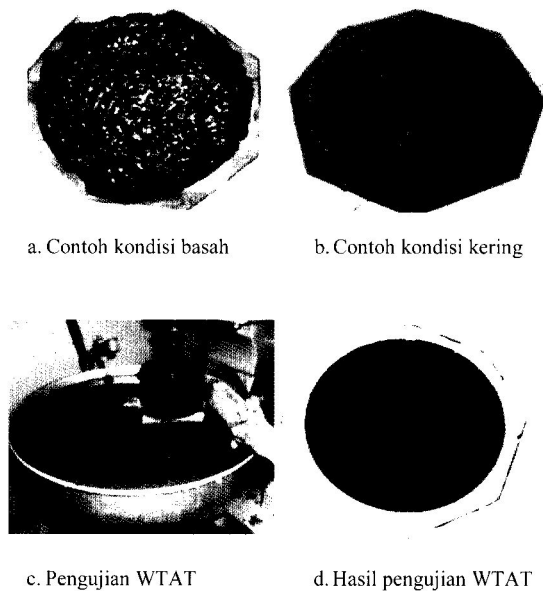
Gambaran pengujian *Slurry Seal* di laboratorium seperti disajikan pada Gambar 2 (uji konsistensi), Gambar 3 (uji waktu pemantapan dan pengeringan) dan Gambar 4 tentang ilustrasi pengujian abrasi cara basah (WTAT).



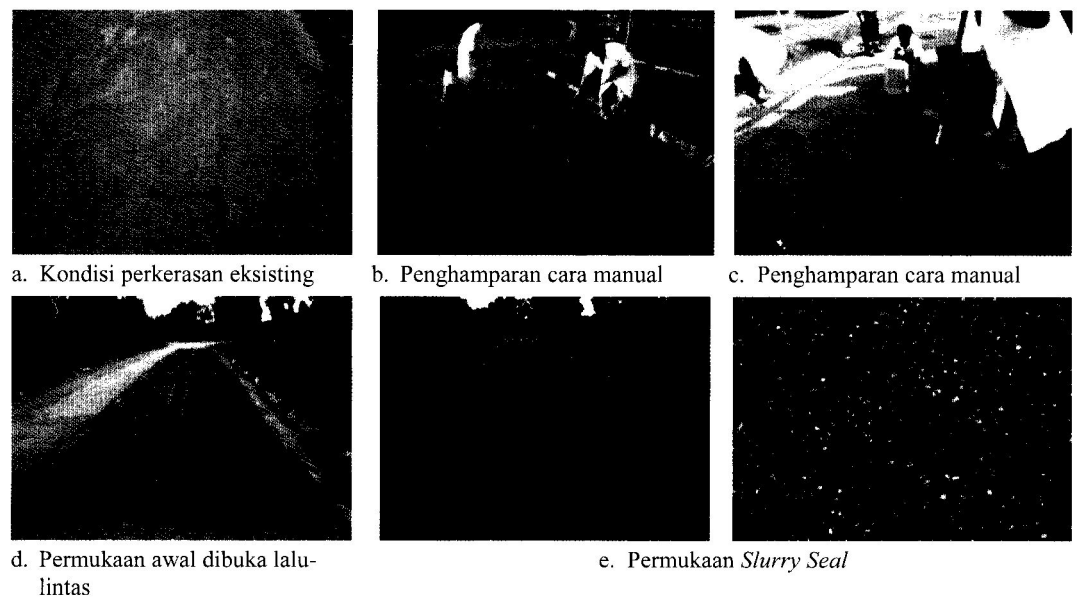
Gambar 2. Ilustrasi pengujian konsistensi



Gambar 3. Ilustrasi pengujian waktu pemantapan dan pengeringan



Gambar 4. Ilustrasi pengujian WTAT



Gambar 5. Pelaksanaan uji coba *Slurry Seal* pada lokasi di lingkungan Pusjatan

Sifat campuran *Slurry Seal* hasil uji coba di laboratorium disajikan pada Tabel 9 dan memenuhi persyaratan sesuai Tabel 5.

Uji coba skala kecil di lapangan

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium, selanjutnya dilaksanakan uji coba skala kecil di lingkungan Kampus Pusjatan.

Kondisi perkerasan eksisting jalan yang akan diperbaiki permukaan aspalnya sudah mengalami penuaan, yaitu yang ditunjukkan dengan adanya pelepasan butiran agregat. Dengan mempertimbangkan ukuran butiran maksimum agregat *Slurry Seal* yang relatif kecil serta gradasinya yang cukup halus, maka dalam penghamparannya dilakukan secara

manual. Gambaran pelaksanaan uji coba disajikan pada Gambar 5.

Hasil pengamatan pada hasil penghamparan menunjukkan tidak ditemukan terjadinya segregasi. Untuk itu, dengan pelaksanaan yang dilakukan secara manual selain proses pelaksanaan penghamparan cukup mudah dalam penebarannya serta hasilnya cukup merata.

Tabel 9. Sifat campuran *Slurry Seal*

Sifat – Sifat Campuran	Hasil Pengujian	Persyaratan <i>Slurry Seal</i> Tipe 2 *
Kadar air penyelimutan (%)	40	-
Kadar Residu Aspal Emulsi, % berat agregat kering	12	7-13
Konsistensi, cm	2,2	2-3
Waktu pemantapan, menit	45	15-720
Waktu pengeringan, menit	380	≤ 720
Abrasi cara basah, gr/m ²	176	≤ 800

*) Sumber: Indonesia 1999

PEMBAHASAN

Teknologi *Slurry Seal* dengan bahan pengikat aspal emulsi CSS-1h yang telah dilakukan pengujian di laboratorium memiliki karakteristik campuran memenuhi persyaratan.

Berdasarkan hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 9 diperoleh bahwa kadar residu aspal emulsi sebesar 12%, konsistensi (*flow*) sebesar 2,2 cm, waktu pemantapan relatif cepat dan abrasi cara basah cukup rendah (179 gr/m² < 800 gr/m²).

Pelaksanaan uji coba skala kecil menggunakan formula rancangan campuran *Slurry Seal* yang dihasilkan dari hasil kajian di laboratorium. Hasil pengamatan pada saat pelaksanaan diperoleh hal-hal sebagai berikut:

1. Sebagaimana diketahui bahwa pelaksanaan konstruksi perkerasan dengan campuran dingin, memerlukan waktu pemantapan lebih lama. Pada pelaksanaan uji coba dilakukan pada periode musim penghujan dan tipe aspal emulsi yang digunakan adalah

CSS-1h dengan tebal hamparan sekitar 0,5 cm. Periode waktu yang diperlukan untuk dibuka untuk lalu-lintas maksimum 2 jam.

2. Berdasarkan pengalaman pelaksanaan uji coba skala kecil tersebut maka pelaksanaan penghamparan *Slurry Seal* dengan volume pekerjaan yang relatif sedikit masih memungkinkan dilakukan secara manual.

Sesuai data yang diperoleh dari hasil uji coba maka teknologi *Slurry Seal* memerlukan waktu pemantapan sekitar 2 (dua) jam sehingga untuk ruas jalan dengan lalu-lintas yang padat sulit diaplikasikan karena harus menutup lalu-lintas yang relatif lama. Efektivitas teknologi ini bisa tercapai apabila diaplikasikan pada ruas-ruas jalan yang mengalami kerusakan yang bersifat fungsional.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian di laboratorium dan di lapangan maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu sebagai berikut:

1. Campuran *Slurry Seal* dengan gradasi tipe II yang menggunakan aspal emulsi *CSS-1h* memiliki konsistensi atau ketahanan terhadap pelelehan (*flow*) cukup baik dan nilai keausan hasil pengujian dengan *WTAT* cukup rendah atau memenuhi persyaratan.
2. Hasil pengamatan pada saat pelaksanaan uji coba skala kecil di lapangan maka aplikasi teknologi *Slurry Seal* memiliki tingkat kemudahan kerja cukup tinggi. Khusus untuk volume pekerjaan yang relatif sedikit dapat dilakukan secara manual.

Saran

Dari hasil kajian diatas saran yang dapat diberikan adalah:

1. Berhubung teknologi *Slurry Seal* sebagai bahan untuk perbaikan lapis permukaan yang bersifat fungsional maka untuk ruas jalan yang sudah mengalami kerusakan struktural tidak relevan menggunakan teknologi ini.
2. Untuk mengetahui ketahanan terhadap pengaruh lingkungan dan lalu-lintas, maka

perlu dilakukan pengamatan pada lokasi uji coba serta melakukan uji coba lapangan menggunakan alat penghampar mekanis pada lokasi dengan lalu-lintas harian rata-rata (LHR) yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Materials. 2007. Standard Practices for Design, Testing, and Construction of Slurry Seal. ASTM D3910. 2007. *Annual Book of ASTM Standard. Section 4 Construction, volume 04.03. Road and Paving Materials; vehicle-pavement systems*. Conshohocken: ASTM
- Asphalt Institute. 2009. *Asphalt in Pavement Preservation and Maintenance*. Manual Series 16 (MS-16) Fourth Edition.. Washington DC.: The Asphalt Institute
- Badan Standardisasi Nasional. 2011. *Spesifikasi aspal emulsi kationik*. SNI 4798:2011. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. 2002. *Spesifikasi bahan untuk campuran beraspal*. SNI 03-6723-2002. Jakarta: BSN.
- Caltrans. 2008. *Maintenance Technical Advisory Guide Volume I – Flexible Pavement Preservation*. 2nd Edition. Sacramento: State of California Department of Transportation,
- Hicks, R Gary, Seeds, Stephen B, Peshkin, David G. 2000. *Selecting a Preventif Maintenance Treatment for Flexible Pavement*. Washington DC.: FHWA.
- Indonesia. Kementerian Pekerjaan Umum. Direktorat Jenderal Bina Marga. 1999. *Pedoman Perencanaan Bubur Aspal Emulsi (Slurry Seal)*. No.026/T/BM/1999.
- Johnson, Ann . 2000. *Best Practices Handbook on Asphalt Pavement Maintenance*. Minnesota: Minnesota Department of Transportation Office of Research and Strategic Services.
- Montana Department of Transport (MDT). 2006. *Preventive Maintenance Treatments of Flexible Pavements: A Synthesis of Highway Practice*. Montana: Western Transportation Institutes. .
- Transportation Research Board. 2011. *Guidelines for the Preservation of High-Traffic-Volume Roadways*. SHRP-2. 2011. Washington D.C.: TRB.
- Transportation Research Board. 2004. *Optimal Timing of Pavement Preventive Maintenance Treatment Applications*. National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Report 523. Washington D.C.: TRB.
- Uzarowski L, Farrington G, and Chung W. 2009. *Pavement Preservation – Effective Way of Dealing with Scarce Maintenance Budget. The Pavement Preservation: Supporting the Economy Session of the 2009 Annual Conference of the Transportation*. British Columbia: Association of Canada Vancouver