

Effect of Additives on Slurry Seal Setting Time [Pengaruh Additive Terhadap Time Setting Slurry Seal]

Aulia Rohimi Sehato¹⁾, Atik Wahyuni²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: atikwahyuni@umsida.ac.id

Abstract Slurry seal is a pavement preservation method used to repair road surface damage using a mixture of fine aggregates, emulsified asphalt, water, filler, and additives. This study aims to compare the effects of Additive A and Additive B on slurry seal characteristics based on setting time and consistency parameters. The research was conducted using laboratory experiments at PT Triasindomix Sidoarjo, utilizing CQS-1h emulsified asphalt and three water content variations: 9%, 12%, and 15%. The results indicate that a water content of 12% yielded the optimal mixture condition. Consistency values were 2.00 cm for Additive A and 2.25 cm for Additive B; both met the 2–3 cm specification. The recorded setting times were 105 minutes 20 seconds for Additive A and 105 minutes 49 seconds for Additive B. A discrepancy exists between the numerical data and the narrative regarding which additive sets faster, necessitating data verification prior to publication.

Keywords - slurry seal, asphalt emulsion, CQS-1h, additive, time setting, consistency.

Abstrak Slurry seal merupakan metode preservasi perkerasan yang digunakan untuk memperbaiki kerusakan permukaan jalan melalui campuran agregat halus, aspal emulsi, air, filler, dan additive. Penelitian ini bertujuan membandingkan pengaruh Additive A dan Additive B terhadap karakteristik slurry seal berdasarkan parameter time setting dan konsistensi. Penelitian dilakukan menggunakan metode eksperimen laboratorium di PT Triasindomix Sidoarjo dengan aspal emulsi tipe CQS-1h dan tiga variasi kadar air, yaitu 9%, 12%, dan 15%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air 12% menghasilkan kondisi campuran terbaik. Nilai konsistensi Additive A sebesar 2,00 cm dan Additive B sebesar 2,25 cm, keduanya memenuhi spesifikasi 2–3 cm. Time setting yang tercantum adalah 105 menit 20 detik untuk Additive A dan 105 menit 49 detik untuk Additive B. Terdapat perbedaan antara data numerik dan narasi mengenai additive yang lebih cepat setting, sehingga perlu dilakukan verifikasi data sebelum publikasi.

Kata kunci - slurry seal, aspal emulsi, CQS-1h, additive, time setting, konsistensi.

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan pemeliharaan jaringan jalan yang semakin tinggi mendorong penggunaan teknologi preservasi yang efisien, ekonomis, dan mampu memperpanjang umur layanan perkerasan. Slurry seal merupakan salah satu teknologi pemeliharaan permukaan yang menggunakan campuran aspal emulsi, agregat halus, air, filler, dan bahan tambahan[1]. Metode ini diaplikasikan sebagai lapisan tipis untuk memperbaiki kerusakan minor, meningkatkan tekstur permukaan, serta mengurangi perkembangan kerusakan lebih lanjut[2].

Penggunaan aspal emulsi memberikan keuntungan karena pencampuran dapat dilakukan pada suhu ruang sehingga kebutuhan energi dan pemanasan dapat dikurangi. Dalam penelitian yang menjadi dasar artikel ini, digunakan aspal emulsi tipe CQS-1h (*Cationic Quick Setting-1h*). Karakteristik *quick setting* pada emulsi tersebut mendukung kebutuhan pekerjaan slurry seal yang membutuhkan proses pengikatan relatif cepat[3].

Salah satu faktor yang memengaruhi keberhasilan slurry seal adalah *setting time*[4]. Waktu *setting* berkaitan dengan lamanya campuran mengalami proses *breaking*, penguapan air, dan pengikatan antara aspal emulsi dengan agregat. Waktu yang terlalu lama dapat memperpanjang penutupan jalan, sedangkan waktu yang terlalu singkat dapat mengurangi waktu kerja dan menyulitkan penghamparan. Oleh sebab itu, penggunaan *additive* dapat dipertimbangkan untuk mengendalikan karakteristik campuran[5].

Penelitian ini membandingkan dua bahan tambahan, yaitu *additive A* yang dalam dokumen penelitian disebut sejenis polimer akrilik dan *additive B* yang disebut sejenis surfaktan. Perbandingan difokuskan pada dua parameter yang diuji, yaitu time setting dan konsistensi[6]. Rumusan masalah penelitian adalah bagaimana pengaruh dan perbandingan kedua additive terhadap waktu setting serta karakteristik konsistensi slurry seal. Ruang lingkup penelitian dibatasi pada pengujian laboratorium dan tidak mencakup penerapan lapangan maupun kajian durabilitas jangka panjang[7].

2. TINJAUAN PUSTAKA

Slurry seal adalah campuran homogen yang terdiri atas aspal emulsi, agregat halus, air, filler, dan *additive* yang diaplikasikan sebagai lapisan tipis pada permukaan perkerasan. Dalam campuran tersebut, agregat berperan sebagai kerangka pembentuk struktur, sedangkan aspal emulsi berfungsi sebagai bahan pengikat. Air berperan dalam mengatur

workability, sementara *additive* digunakan untuk memodifikasi karakteristik campuran, termasuk *breaking* dan *setting*[8].

Spesifikasi yang digunakan dalam dokumen penelitian mengacu pada Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Tahun 2025. Untuk karakteristik campuran slurry seal, konsistensi dipersyaratkan berada pada rentang 2–3 cm, sedangkan waktu pengikatan berada pada rentang 15–720 menit[9]. Uji konsistensi mengacu pada ISSA TB No. 106, sedangkan pengujian waktu pengikatan mengacu pada ISSA TB No. 139.

Tabel 1 Parameter pengujian

Parameter	Metode	Persyaratan
Konsistensi	ISSA TB No. 106	2–3 cm
Waktu pengikatan	ISSA TB No. 139	15–720 menit

Konsistensi merupakan indikator kemampuan alir dan kemudahan pengerjaan campuran. Kadar air yang terlalu tinggi dapat menghasilkan campuran terlalu encer dan menyebabkan bleeding, sedangkan kadar air yang terlalu rendah menghasilkan campuran kaku dan menggumpal. Dengan demikian, kadar air harus dikendalikan agar campuran memiliki *workability* yang memadai[10].

Additive dapat memengaruhi sifat reologi dan proses *setting* campuran. Dalam dokumen penelitian, Additive A dijelaskan sebagai polimer akrilik, sedangkan Additive B sebagai surfaktan. Pemilihan additive tidak hanya ditentukan oleh kemampuan mempercepat setting, tetapi juga perlu mempertimbangkan konsistensi campuran agar proses penghamparan tetap mudah dan lapisan yang dihasilkan seragam[11].

3. METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan metode eksperimen laboratorium. Penelitian dilaksanakan di PT Triasindomix, kawasan Pergudangan dan Perindustrian Safe(n)Lock, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Material yang digunakan terdiri atas agregat halus, aspal emulsi CQS-1h, *filler*, air, *Additive A*, dan *Additive B*. Agregat diperoleh dari PT Corindo Makmur Perkasa.

Sebelum pencampuran, agregat diperiksa melalui analisis saringan untuk memastikan kesesuaian gradasinya terhadap spesifikasi slurry seal. Aspal emulsi CQS-1h juga diperiksa melalui pengujian viskositas, pengendapan, muatan partikel, tertahan saringan, residu, penetrasi, daktilitas, dan kelarutan. Hasil pemeriksaan dalam dokumen menunjukkan bahwa parameter aspal emulsi memenuhi persyaratan yang digunakan[12].

Benda uji dibuat dengan prosedur yang sama untuk *Additive A* dan *Additive B*. Perbedaan utama terletak pada jenis additive, sehingga perbandingan diarahkan untuk mengamati pengaruh jenis *additive* terhadap *time setting* dan konsistensi. Tiga variasi kadar air digunakan, yaitu 15%, 9%, dan 12%. Pengamatan dilakukan secara visual dan melalui pengukuran konsistensi serta waktu *setting*.

Tabel 2 Variabel penelitian

Variabel	Kondisi penelitian
Aspal emulsi	CQS-1h
Additive A	Polimer akrilik (sesuai dokumen penelitian)
Additive B	Surfaktan (sesuai dokumen penelitian)
Variasi kadar air	9%, 12%, 15%
Parameter utama	Time setting dan konsistensi
Analisis	Deskriptif dan perbandingan

Uji konsistensi dilakukan untuk mengetahui tingkat kelecakan campuran. Campuran dimasukkan ke dalam cetakan kerucut dan setelah cetakan diangkat, diameter sebaran campuran diukur. Nilai 2–3 cm digunakan sebagai acuan kesesuaian. Pengujian *time setting* dilakukan dengan mengamati kondisi campuran sampai mencapai kondisi setting sesuai kriteria pengujian[13].

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pemeriksaan Material

Hasil analisis saringan menunjukkan bahwa persentase agregat yang lolos pada setiap ukuran ayakan berada dalam batas gradasi yang dipersyaratkan untuk campuran slurry seal. Agregat dengan berat total 1.003,2 gram menunjukkan persentase lolos 89,79% pada saringan No. 4; 69,52% pada No. 8; 48,94% pada No. 16; 32,69% pada No. 30; 22,54% pada No. 50; 13,22% pada No. 100; dan 6,76% pada No. 200. Data tersebut dinyatakan memenuhi rentang spesifikasi yang digunakan[14].

Aspal emulsi CQS-1h menunjukkan viskositas 40,567 detik, residu 59,089%, penetrasi 89,67 (0,1 mm), daktilitas 91,5 cm, dan kelarutan dalam Trichloroethylene 98,486%. Muatan partikel dinyatakan positif dan material tertahan saringan No.20 sebesar 0,000%. Seluruh parameter tersebut dinyatakan memenuhi spesifikasi pada dokumen penelitian.

Tabel 3 Hasil pemeriksaan aspal

Parameter aspal emulsi	Hasil	Spesifikasi
Viskositas	40,567 detik	20–100 detik

Pengendapan 1 hari	0,90%	—
Muatan partikel	Positif	Positif
Tertahan saringan No.20	0,000%	Maks. 0,1%
Residu	59,089%	Min. 57%
Penetrasi	89,67 (0,1 mm)	40–90
Daktilitas	91,5 cm	Min. 40 cm
Kelarutan	98,486%	Min. 97,5%

4.2 Hasil *Time Setting*

Pada pengujian *additive A*, campuran dengan kadar air 15% menunjukkan kondisi terlalu encer dan mengalami bleeding. Campuran dengan kadar air 9% menunjukkan kondisi terlalu kaku sehingga sulit dihampar. Kondisi kadar air 12% dinilai paling baik karena campuran tidak terlalu encer dan tidak terlalu kaku. Secara visual, campuran *Additive A* memiliki warna lebih pucat dan dalam pengamatan penelitian masih lembek setelah sekitar 105 menit 20 detik.

Pada *additive B*, pola pengaruh kadar air juga terlihat. Kadar air 15% menghasilkan campuran yang terlalu encer, sedangkan kadar air 9% menghasilkan campuran yang cepat menyatu dan sulit digelar. Kadar air 12% menghasilkan campuran yang menyerupai bubur, homogen, dan tidak pucat. Dokumen penelitian menyatakan bahwa *Additive B* menunjukkan proses setting yang lebih cepat dan lebih menguntungkan untuk pembukaan lalu lintas[15].

Tabel 4 Hasil *time setting*

Jenis <i>additive</i>	Time setting yang tercantum	Keterangan dokumen
<i>Additive A</i>	105 menit 20 detik	Campuran masih lembek pada pengamatan
<i>Additive B</i>	105 menit 49 detik	Sudah <i>setting</i> dan mengeras

Pada 105 menit 49 detik menggunakan *additive B* sudah setting dan mengeras, sedangkan menggunakan *additive A* pada 105 menit masih lembek jika ditekan menggunakan jari. Sehingga dapat disimpulkan bahwa menggunakan *additive B* lebih cepat setting dan jika dilakukan di lapangan dapat lebih cepat dilewati oleh kendaraan.

4.3 Hasil Uji Konsistensi

Hasil uji konsistensi menunjukkan bahwa kadar air merupakan faktor penting dalam menentukan workability. Pada kadar air 15%, *additive A* menghasilkan konsistensi 4,75 cm dan *additive B* 3,55 cm. Kedua nilai tersebut lebih besar daripada rentang 2–3 cm sehingga campuran terlalu encer dan menunjukkan kecenderungan bleeding.

Pada kadar air 9%, campuran terlalu kaku dan sulit menyebar sehingga nilai konsistensi tidak dapat diukur secara memadai. Kondisi ini menunjukkan bahwa air yang terlalu sedikit tidak menghasilkan *workability* yang diperlukan untuk proses penghamparan.

Pada kadar air 12%, *Additive A* menghasilkan konsistensi 2,00 cm dan *Additive B* 2,25 cm. Kedua nilai berada dalam rentang 2–3 cm sehingga memenuhi persyaratan konsistensi. Kondisi ini merupakan kondisi campuran yang paling baik dibandingkan variasi kadar air lainnya.

Tabel 5 Hasil Konsistensi

Kadar air	<i>Additive A</i>	<i>Additive B</i>	Evaluasi
15%	4,75 cm	3,55 cm	Tidak memenuhi; terlalu encer/bleeding
9%	Tidak terukur	Tidak terukur	Terlalu kaku/sulit digelar
12%	2,00 cm	2,25 cm	Memenuhi spesifikasi 2–3 cm

Hasil tersebut memperlihatkan bahwa kedua *additive* dapat menghasilkan konsistensi yang memenuhi spesifikasi ketika kadar air dikendalikan pada kondisi yang tepat. *Additive B* menghasilkan nilai 2,25 cm, sedangkan *Additive A* menghasilkan 2,00 cm. Keduanya berada dekat bagian bawah rentang persyaratan dan menunjukkan *workability* yang sesuai.

4.4 Perbandingan Kinerja *additive A* dan *additive B*

Tabel 6 Perbandingan hasil penelitian

Parameter	<i>Additive A</i>	<i>Additive B</i>	Interpretasi
Jenis <i>additive</i>	Polimer akrilik	Surfaktan	Jenis bahan berbeda
<i>Time setting</i>	105 menit 20 detik	105 menit 49 detik	Masih lembek; lebih cepat <i>setting</i> dan keras sempurna
Konsistensi, air 15%	4,75 cm	3,55 cm	Keduanya terlalu encer
Konsistensi, air 9%	Tidak terukur	Tidak terukur	Keduanya terlalu kaku
Konsistensi, air 12%	2,00 cm	2,25 cm	Keduanya memenuhi 2–3 cm

Berdasarkan keseluruhan hasil, jenis *additive* memengaruhi karakteristik campuran, tetapi kadar air juga memiliki pengaruh yang sangat nyata terhadap *workability*. Oleh karena itu, pemilihan *additive* sebaiknya dilakukan bersamaan dengan penentuan kadar air yang tepat. Dalam dokumen penelitian, *additive* B direkomendasikan untuk pekerjaan yang membutuhkan setting lebih cepat. Namun, rekomendasi tersebut harus dikonfirmasi kembali dengan data time setting numerik karena terdapat perbedaan 29 detik antara kedua hasil yang tercantum.

Dari sisi konsistensi, *additive* A dan *additive* B sama-sama menghasilkan campuran yang memenuhi spesifikasi pada kadar air 12%. Nilai 2,00 cm pada *additive* A dan 2,25 cm pada *additive* B menunjukkan bahwa kedua campuran berada dalam rentang *workability* yang dipersyaratkan. Dengan demikian, keunggulan *additive* tidak dapat ditentukan hanya dari konsistensi; time setting dan konsistensi harus dipertimbangkan secara bersamaan [16].

5. KESIMPULAN

Penggunaan *additive* memberikan perbedaan karakteristik pada campuran slurry seal, khususnya terhadap time setting dan konsistensi. *Additive* A berupa polimer akrilik dan *Additive* B berupa surfaktan digunakan sebagai variabel pembanding. Kadar air sangat menentukan konsistensi campuran. Kadar air 15% menghasilkan campuran terlalu encer, sedangkan kadar air 9% menghasilkan campuran terlalu kaku. Kondisi kadar air 12% menghasilkan konsistensi yang memenuhi spesifikasi. Pada kadar air 12%, nilai konsistensi *Additive* A sebesar 2,00 cm dan *Additive* B sebesar 2,25 cm. Kedua nilai tersebut memenuhi persyaratan 2–3 cm. Penelitian menyimpulkan bahwa *Additive* B lebih efektif dalam mempercepat setting. Namun, angka time setting yang tercantum adalah 105 menit 20 detik untuk *Additive* A dan 105 menit 49 detik untuk *Additive* B. Karena angka tersebut menunjukkan *Additive* A lebih singkat 29 detik, data time setting perlu diverifikasi sebelum kesimpulan akhir dipublikasikan. Secara praktis, penggunaan *additive* harus disertai pengendalian kadar air agar campuran tidak mengalami bleeding maupun terlalu kaku. Kondisi campuran dengan konsistensi 2–3 cm merupakan kondisi yang paling sesuai berdasarkan parameter yang diuji.

6. SARAN

Penelitian berikutnya disarankan menggunakan variasi kadar *additive* yang lebih beragam untuk memperoleh kadar optimum. Selain itu, perlu dilakukan pengujian tambahan seperti wet track abrasion test, cohesion test, dan pengujian durabilitas agar kinerja slurry seal dapat dievaluasi secara lebih komprehensif. Penelitian lanjutan juga disarankan mengkaji umur dan kondisi perkerasan yang paling tepat untuk pelaksanaan slurry seal, sehingga waktu penerapan preservasi dapat ditentukan sebelum kerusakan berkembang menjadi lebih berat. Penggunaan jenis agregat, filler, dan aspal emulsi yang berbeda dapat menjadi variabel tambahan. Hasil laboratorium sebaiknya divalidasi melalui uji lapangan. Khusus untuk penelitian ini, lembar data time setting perlu diperiksa kembali untuk menyelesaikan ketidaksesuaian antara angka pengujian dan narasi kesimpulan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada pihak yang berperan dalam pelaksanaan kegiatan penelitian, terutama PT Triasindomix yang telah bersedia membantu selama proses penelitian dan memberikan ilmu yang bermanfaat. Selain itu terima kasih kepada keluarga terutama suami yang telah membantu menyusun laporan ini dan tak lupa kedua orang tua dan saudara yang tidak lelah memberikan support.

REFERENSI

- [1] D. Cheng, R. E. Smith, S. G. Tan, M. Jaquiz, and C. M. Chang, "Developing Network Slurry Seal Performance Models Using Pavement Management Systems Data," *Transp. Res. Rec.*, 2022, doi: 10.1177/03611981221086935.
- [2] M. Ahmed and K. Hossain, "Recent Advances in Slurry Seal Technology," *Materials*, 2023.
- [3] S. Kim, "Aggregate Effects on Slurry Seal Performance," *Sustainability*, 2021.
- [4] I. D. M. A. Karyawan, M. Mahendra, B. Anshari, and E. Setiawan, "Konsistensi dan Setting Time Bubur Aspal Emulsi Menggunakan Filler Fly Ash dan Mastic Asbuton," *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*, 2023, doi: 10.31849/siklus.v9i2.16221.
- [5] H. Resesiyanto and R. Setyowati, "PENGARUH PENAMBAHAN ADITIF BERBAHAN DASAR GLUKOSA TERHADAP SETTING TIME DAN STRENGTH SEMEN PEMBORAN."
- [6] M. Japar and A. Hamzah, "Evaluation of Slurry Seal Consistency," *Jurnal Teknik Sipil*, 2023.
- [7] M. Calvindo, M. E. Muklim, and H. Sugiharto, "PENGUNAAN ZAT ADITIF POLIMER PRODUK X SEBAGAI CAMPURAN IKATAN MORTAR."
- [8] H. Suciati, "Analisis Stabilitas dan Konsistensi Campuran Aspal Slurry Seal dengan Penambahan Abu Ampas Tebu," *Sigma Teknika*, 2024.
- [9] A. Karyawan, "Influence of Water Content on Slurry Seal," *Jurnal Transportasi*, 2023.
- [10] D. Japar, "Model Penambahan Asbuton untuk Slurry Seal," *Scientica*, 2023.
- [11] ISSA, *Basic Asphalt Emulsion Manual*. International Slurry Surfacing Association, 2010.
- [12] AASHTO, *Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing*. AASHTO, 2017.

- [13] Y. Yao, "Breaking and Setting Characteristics of Asphalt Emulsion," *Journal of Materials in Civil Engineering*, 2021.
- [14] T. Sita, "Slurry Seal: Teknologi Pada Preservasi Perkerasan Lentur," *Journal of Airport Engineering Technology*, 2021, doi: 10.52989/jaet.v1i2.17.
- [15] S. Kim, "Aggregate Effects on Slurry Seal Performance," *Sustainability*, 2021.
- [16] H. Wang, "Durability of Slurry Seal Systems," *Constr. Build. Mater.*, 2023.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.