

PENGARUH TUNDAAN PEMADATAN TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL EMULSI DINGIN

Billy G. Tanadi¹, Wenas B. Hartanto², Paravita S. Wulandari³, Harry Patmadjaja⁴.

ABSTRAK : Campuran aspal emulsi dingin (CAED) merupakan campuran aspal yang baik dan ramah lingkungan sebagai pengganti aspal panas. CAED dapat ditunda pemadatan dikarenakan untuk proses pelekatannya dibutuhkan penguapan air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah tumbukan optimum, kadar aspal residu optimum (KARO), dan mengetahui pengaruh tanpa tundaan dan tundaan pemadatan 6, 12, dan 24 jam pada CAED bergradasi rapat tipe IV. CAED menggunakan agregat dari Jember dan aspal tipe *Cationic Slow Setting-1Hard* (CSS-1H) yang diproduksi oleh PT. Bangun Olah Bitumen (BOB). Nilai enersi pemadatan terbaik yang didapat adalah 2x(2x75) dan Nilai KARO didapat pada kadar aspal 8.3% terhadap berat total campuran. Pada Proses penundaan pemadatan, campuran dibungkus dengan plastik untuk mencegah terjadinya penguapan kadar air. CAED tanpa dan dengan tundaan pemadatan telah memenuhi semua spesifikasi tetapi mengalami penurunan stabilitas seiring bertambahnya waktu tundaan. Sedangkan untuk nilai VIM-nya, mengalami kenaikan sering bertambahnya waktu tundaan.

KATA KUNCI : CAED, aspal emulsi, enersi pemadatan, tundaan pemadatan, KARO

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya kekuatan ekonomi di Negara Indonesia berdampak pada berkembangnya pembangunan infrastruktur terutama dalam prasarana transportasi darat yaitu jalan. Jalan menjadi salah satu faktor kelancaran sosial, ekonomi, pertahanan dan keamanan. Oleh sebab itu, pembangunan sebuah jalan harus dapat menciptakan keadaan yang aman bagi pengendara yang memakai jalan tersebut. Dalam perencanaan campuran aspal terdiri dari agregat kasar, agregat halus, dan filler. Agregat mempunyai presentase komposisi yang besar 90-95% (Sukirman, 1999). Jadi pemilihan agregat nantinya harus memenuhi spesifikasi yang ada seperti nilai abrasi yang tidak boleh melampaui 40%. Bila agregat melebihi syarat tersebut dapat mengakibatkan degradasi dan disintegrasi pada saat pencampuran, penghamparan, serta pemadatan. Tidak hanya itu, hal lain yang berdampak langsung pada pengguna jalan adalah ketahanan dan kekuatan yang menjadi rendah pada saat melayani lalu lintas.

Perkerasan lentur (*hotmix*) di Indonesia umumnya menjadi pilihan yang baik bagi pemerintah maupun swasta dalam membangun jalan, tetapi *hotmix* sendiri memiliki kelemahan yaitu perlu pengontrolan suhu karena memiliki viskositas yang sangat dipengaruhi oleh temperatur. Pada penelitian ini, penulis memberi pilihan lain yaitu menggunakan Campuran Aspal Emulsi Dingin (CAED). Alasan pemakaian CAED ini dikarenakan tidak perlu adanya pengontrolan suhu. CAED memiliki tingkat viskositas yang rendah sehingga tidak perlu dipanaskan, dengan tidak adanya pemanasan menggunakan bahan bakar membuat CAED lebih ramah lingkungan, hemat energi dan waktu. Tapi CAED juga punya kekurangan seperti memerlukan waktu yang lama untuk memiliki stabilitas yang tinggi karena penguapan air untuk proses adhesi aspal ke agregat sehingga campuran aspal dapat ditunda pemadatannya.

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21415069@john.petra.ac.id

² Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21415075@john.petra.ac.id

³ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, paravita@petra.ac.id

⁴ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, harryp@petra.ac.id

Waktu tundaan ini sangat penting diketahui untuk memperkirakan jeda waktu sebelum dipadatkan. Tundaan pemadatan dalam praktiknya terjadi akibat faktor – faktor yang tak terduga. Faktor- faktor tersebut seperti cuaca yang tak menentu sehingga kondisi tidak memungkinkan untuk dilakukan penghamparan aspal, maka perlu adanya tundaan pemadatan. Selain itu masalah di lapangan terletak pada lokasi pekerjaan yang sulit dijangkau sehingga memakan waktu yang lama untuk menunda penghamparan. Maka dari itu, penelitian waktu tundaan pada CAED perlu dilakukan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Campuran Aspal Emulsi Dingin (CAED)

Aspal emulsi merupakan aspal padat yang dilarutkan kedalam air dengan menggunakan bahan pengemulsi melalui proses teknologi tertentu yang berwarna coklat kehitaman dan encer. Aspal emulsi memiliki sifat yang fleksibel dikarenakan aspal emulsi dapat dicampur dengan agregat dengan menggunakan peralatan kompleks, peralatan sederhana maupun secara manual. Selain itu, aspal emulsi ramah lingkungan dan hemat bahan bakar karena tidak memerlukan proses pemanasan. *Emulsifier* diperlukan agar terjadi proses emulsi dan bahan ini yang mempengaruhi muatan listrik suatu aspal emulsi. Jenis emulsi yang paling umum dipakai adalah jenis kationik dikarenakan adaptasinya yang sangat baik untuk berbagai jenis batuan.

Aspal emulsi dibedakan berdasarkan muatan listrik seperti :

- 1) Aspal emulsi anionik : Aspal cair yang dihasilkan dengan cara mendispresikan aspal keras ke dalam air atau sebaliknya dengan bantuan bahan pengemulsi anionik sehingga partikel- partikel aspal bermuatan ion- negatif.
- 2) Aspal emulsi kationik : aspal cair yang dihasilkan dengan cara mendispresikan aspal keras ke dalam air atau sebaliknya dengan bantuan bahan pengemulsi kationik sehingga partikel- partikel aspal bermuatan ion- positif.
- 3) Aspal emulsi nonionik : aspal emulsi yang tidak mengalami proses ionisasi sehingga tidak memiliki muatan listrik.

Terdapat empat macam aspal emulsi yang juga dapat dibedakan berdasarkan waktu *setting* aspal yaitu:

- 1) Aspal emulsi *Rapid Setting* (RS) : Aspal emulsi yang aspalnya mengikat agregat secara cepat setelah kontak dengan agregat.
- 2) Aspal emulsi *Medium Setting* (MS) : Aspal emulsi yang aspalnya mengikat agregat secara sedang setelah kontak dengan agregat.
- 3) Aspal emulsi *Quick Setting* (QS) : Aspal emulsi yang aspalnya mengikat agregat secara lebih cepat setelah kontak dengan agregat.
- 4) Aspal emulsi *Slow Setting* (SS) : Aspal emulsi yang aspalnya memisah dari air secara lambat setelah kontak dengan agregat.

CAED dalam proses pencampuran antara aspal emulsi dan agregat tidak memerlukan proses pembakaran sehingga ketika proses pengikatan agregat, pencampuran, dan pemadatan dapat dilakukan pada suhu ruangan. Dengan tanpa proses pembakaran dapat menghemat energi dan ramah lingkungan. Di lain sisi kelebihananya, terdapat pula kekurangan yaitu perlunya waktu yang lama untuk memiliki stabilitas yang tinggi. Maka dari itu penambahan zat aditif seperti semen (maksimum 2%) menjadi pilihan untuk meningkatkan stabilitas. Penambahan semen perlu dibatasi agar campuran tidak kaku (Leech, 1994).

2.2. Estimasi Kadar Aspal Emulsi Awal

Langkah pertama menghitung berapa kadar aspal residu awal, yang menggunakan rumus empiris (*Asphalt Institute*, MS 14, 1989):

$$P = (0.05 A + 0.1 B + 0.5 C) \times 0.7 \quad (1)$$

dimana :

P = % kadar aspal residu awal terhadap massa total campuran.

A = % agregat kasar yang tertahan saringan 2.36 mm.

B = % agregat halus yang melewati saringan 2.36 mm dan tertahan pada 0.075mm.

C = % agregat yang melewati 0.075 mm (*filler*).

Setelah mendapatkan % kadar aspal residu awal dapat dicari Kadar Aspal Emulsi (KAE) awal.

Kadar Residu Aspal (X)

KAE awal = $(P / X) \%$ (2)

dimana:

X = % kadar residu dari aspal emulsi.

2.3. Penentuan Kadar Aspal Residu Optimum (KARO)

Kadar aspal residu optimum adalah kadar aspal yang menghasilkan sifat campuran terbaik dengan syarat tiap parameter harus memenuhi spesifikasi yang telah ada. Dari sekian banyak parameter, stabilitas rendaman dan kepadatan bulk kering adalah yang terpenting dalam menentukan KARO.

2.4. CAED Tanpa dan dengan Tundaan Pematatan

CAED pada penelitian ini diuji dengan variasi waktu tundaan sebelum pematatan. Hal ini berguna untuk mengatasi kondisi-kondisi yang tidak memungkinkan untuk dilakukan penghamparan seperti hujan, banjir, lokasi yang jauh, dan lain-lain. Dalam proses penundaan ini, CAED dilapisi dengan plastik agar kadar air dari CAED dapat terjaga.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Metode Pengadaan Material Penelitian

Bahan- bahan yang digunakan untuk membuat CAED adalah:

1. Agregat kasar dan agregat halus yang berasal dari Jember.
2. Aspal emulsi yang digunakan adalah CSS-1H berasal dari PT. Bangun Olah Bitumen (BOB).

3.2. Penentuan Kadar Aspal Residu Optimum (KARO)

1. Variasi kadar aspal N-1, N-0.5, N=KAE awal, N+0.5, N+1.
2. Agregat diproporsikan sesuai dengan hasil dari gradasi campuran yang didapat melalui tes analisa ayakan.
3. Mencampur agregat dengan kadar air penyelimutan sebesar 2% dari total berat agregat dan kemudian dicampur dengan variasi Kadar Aspal Emulsi (KAE) awal.
4. Campuran di padatkan sesuai dengan enersi pematatan sebesar 2x(2x75).
5. Benda uji didiamkan didalam *mold* selama 24 jam. Kemudian dimasukkan kedalam oven selama 24 jam dengan suhu $\pm 40^{\circ}\text{C}$.
6. Benda uji dikeluarkan dari oven dan didiamkan lagi selama 24 jam di suhu ruang;
7. Setelah 24 jam, benda uji dikeluarkan dari *mold*. Kemudian benda uji ditimbang dan direndam air dengan ketinggian setengah benda uji secara bergantian selama 2x24 jam.
8. Benda uji kemudian dilakukan pengujian Marshall untuk mendapatkan nilai stabilitas dan flow. Kemudian perhitungan parameter Marshall seperti Penyerapan air dan stabilitas Rendaman.

3.3. Pengujian CAED Tanpa dan Dengan Tundaan Pematatan

1. Agregat diproporsikan campuran aspal 1100.4 gram sesuai dengan KARO yang telah didapatkan sebesar 8.3%.
2. Mencampur agregat dengan kadar air penyelimutan sebesar 2% dari 1100.4 gram (total berat agregat) dan kemudian dicampur dengan KARO.
3. Campuran Aspal tanpa tundaan pematatan (0 jam) langsung dipadatkan sebesar 2x(2x75).
4. Campuran Aspal dengan tundaan pematatan 6, 12, dan 24 jam dilakukan pada suhu ruang dan dibungkus dengan *plastic wrap* untuk menjaga kehilangan kadar air selama penundaan.
5. Setelah penundaan pematatan, campuran aspal dipadatkan sesuai jumlah tumbukan terbaik sesuai enersi pematatan.

6. CAED tanpa dan dengan tundaan pemadatan didiamkan didalam *mold* selama 24 jam, kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu $\pm 40^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam.
7. Benda uji dikeluarkan dari oven dan didiamkan lagi selama 24 jam di suhu ruang.
8. Kemudian benda uji dikeluarkan dari *mold*. Untuk benda uji stabilitas kering langsung diuji *Marshall Stability Test* untuk mendapatkan stabilitas kering. Sedangkan untuk benda uji stabilitas rendaman, benda uji ditimbang dan direndam air dengan ketinggian setengah benda uji secara bergantian selama 2x24 jam. Kemudian baru dilakukan pengujian *Marshall Stability Test* untuk mendapatkan stabilitas rendaman.
9. Dilakukan perhitungan stabilitas sisa dari nilai stabilitas rendaman dan stabilitas kering.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Penentuan Kadar Aspal Residu Optimum (KARO)

Dalam menentukan KARO, penulis menggunakan variasi dari KAE awal sebesar 7%, 7.5%, 8%, 8.5%, dan 9%. Tiap variasi kadar aspal dicampur agregat dan diberi kadar air pemadatan 2% terhadap berat total agregat. Kemudian dipadatkan dengan enersi pemadatan sebesar 2x(2x75). Untuk menentukan nilai KARO dilihat dari nilai stabilitas, deformasi (*flow*), porositas (VIM), VMA, VFB, penyerapan air, densitas, dan tebal film aspal (TFA) seperti pada **Tabel 1**.

Tabel 1 Nilai Karakteristik CAED untuk Menentukan KARO

No.	Karakteristik Campuran	Kadar Aspal Residu (%)					Spesifikasi
		7	7.5	8	8.5	9	
1	Stabilitas Rendaman rata-rata (kg)	1945.14	2183.72	2452.92	2690.95	2438.58	> 300 kg
2	<i>Flow</i> rata-rata (mm)	4.15	5.33	5.84	6.27	4.74	-
3	Porositas (VIM) rata-rata (%)	10.16	9.05	7.59	3.34	2.70	5%-10%
4	VMA rata-rata (%)	21.56	22.35	21.86	20.96	23.31	-
5	VFB rata-rata (%)	52.77	59.48	65.22	83.99	88.42	-
6	Penyerapan Air rata-rata (%)	1.21	0.97	0.57	0.81	0.83	Maksimum 4%
7	Densitas rata-rata (gr/cm ³)	2.05	2.07	2.09	2.17	2.18	-
8	Tebal Film Aspal rata-rata (μm)	23.52	25.60	27.69	29.80	31.94	>8 μm

4.2. CAED Tanpa dan Dengan Tundaan Pemadatan

CAED tanpa dan dengan tundaan pemadatan dibuat dengan campuran agregat sebesar 91.7% dan aspal sesuai KARO sebesar 8.3% dari berat total campuran. Agregat dilapisi kadar air penyelimutan sebesar 2% dari berat total agregat sebelum dicampur dengan aspal. Kemudian dilakukan tanpa tundaan dan dengan penundaan selama 6, 12, dan 24 jam dengan enersi pemadatan terbaik yaitu 2x(2x75). Parameter campuran yang dibahas dalam penelitian ini adalah stabilitas, dan porositas (VIM). Hasil pengujian CAED tanpa tundaan dan tundaan pemadatan selama 6, 12, dan 24 jam dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2 Hasil Pemeriksaan CAED Tanpa dan Dengan Tundaan Pematatan

Masa Tundaan	Stabilitas Rendaman	Stabilitas Kering	Stabilitas Sisa (Min. 50%)	VIM Rendaman (5%-10%)	VIM Kering (5%-10%)
Jam	kg	kg	%	%	%
0	2335.85	2115.51	110.42	7.82	5.74
6	2214.45	1873.81	118.18	6.20	6.56
12	2028.40	1670.11	121.45	8.14	7.38
24	1950.08	1615.61	120.70	6.70	8.15

Berdasarkan **Tabel 3** menunjukkan parameter stabilitas dan VIM memenuhi spesifikasi untuk CAED tanpa dan dengan tundaan pematatan. Nilai stabilitas sisa campuran memiliki nilai lebih dari 100% dikarenakan stabilitas rendaman yang didapat lebih tinggi dari pada stabilitas kering. Hal ini dapat terjadi dimungkinkan adanya kandungan mineral pada agregat yang tidak diuji mengingat batasan ruang lingkup penelitian dan waktu penelitian yang tidak mungkin dilakukan. Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa stabilitas dari campuran yang tidak ditunda lebih tinggi dari stabilitas campuran dengan tundaan. Penurunan stabilitas oleh CAED dengan tundaan 6, 12, dan 24 jam apabila dibandingkan dengan campuran CAED tanpa tundaan adalah 11.43%, 21.05%, dan 23.63%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama campuran ditunda, stabilitasnya akan semakin menurun. Penurunan stabilitas diakibatkan oleh proses *setting* pada saat penundaan.

VIM menunjukkan persentase rongga yang ada dalam campuran. Nilai VIM disini mempengaruhi keawetan dari campuran aspal agregat, semakin tinggi nilai VIM semakin porous. Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa nilai VIM memenuhi syarat maksimum dan minimum yang telah ditentukan. Nilai VIM pada CAED tanpa tundaan pematatan memiliki nilai VIM yang lebih rendah dari CAED dengan tundaan. Nilai VIM pada CAED tanpa tundaan pematatan dan dengan tundaan pematatan (6 jam, 12 jam, dan 24 jam) berturut-turut adalah 5.74%, 6.56%, 7.38%, dan 8.15%. Nilai VIM lebih besar saat penundaan dikarenakan proses *setting* saat penundaan yang memperbesar rongga pada saat dipadatkan. Walaupun campuran telah dijaga kadar airnya dengan dilapisi plastik *wrap* tetapi tetap terjadi proses *setting* yang menyebabkan penurunan stabilitas dan kenaikan VIM. Sedangkan dengan menjaga kadar air sebelum dipadatkan dapat meningkatkan kelecakan dan mengurangi penurunan stabilitas akibat penundaan.

Keuntungan dari dilakukannya tundaan adalah bisa mengontrol waktu sebelum penghamparan dimulai. Apabila terjadi kondisi yang tidak memungkinkan untuk dilakukan penghamparan seperti hujan, banjir, lokasi yang jauh, dan lain-lain. Di lain sisi, menunda pematatan pada CAED memiliki efek menurunnya stabilitas, tetapi meskipun menurun nilai stabilitas CAED masih jauh di atas batas minimum. Maka dari itu pada penelitian ini, penulis meminimalisir efek tersebut dengan melapisi campuran tersebut dengan plastik agar kadar air dapat tetap terjaga. Sedangkan untuk implementasi menjaga kadar air dilapangan dapat dilakukan dengan memasukkan campuran kedalam karung yang didalamnya terdapat lapisan plastik kemudian disegel dengan sealer. Berdasarkan hasil analisis di atas, tidak disarankan melakukan penundaan pada campuran aspal emulsi dingin, tetapi apabila kondisi tidak memungkinkan untuk dilakukan pematatan maka penundaan sebaiknya tidak lebih dari 24 jam.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dengan material agregat dari Jember yang menggunakan Campuran Emulsi Bergradasi Rapat (CEBR) tipe IV, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Jumlah tumbukan yang optimum adalah tumbukan dengan variasi $2x(2x75)$ dengan nilai kepadatan kering sebesar 2.02 gr/cm^3 .
2. Nilai Kadar Aspal Residu Optimum (KARO) sebesar 8.3%.

3. Nilai stabilitas tanpa tundaan apabila dibandingkan dengan tundaan 24 jam terjadi penurunan sebesar 16.52%. Sedangkan nilai VIM tanpa tundaan apabila dibandingkan dengan tundaan 24 jam terjadi kenaikan sebesar 29.57%.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, diharapkan dapat dilanjutkan oleh peneliti lain untuk mengembangkan penelitian ini lebih dalam. Maka, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Meneliti pengaruh waktu curing setelah dilakukan pemadatan.
2. Penambahan bahan aditif sehingga mampu mengoptimalkan parameter *Marshall* CAED ketika dibutuhkan penundaan pemadatan.
3. Dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengendapan aspal pada campuran yang ditunda.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Asphalt Cold Mix Manual, Manual Series No.14* (MS-14) (3rd ed.). (1989). Lexington, USA.
- Leech, D. (1994). *Cold Bitumen Materials for use in the Structural Layers of Roads*. Transport Research Laboratory, UK.
- Sukirman, S. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Penerbit Nova, Bandung.