



PENINGKATAN STABILITAS CAMPURAN ASPAL EMULSI BERGRADASI RAPAT DENGAN FILLER SEMEN

Sri Widodo¹, Agus Riyanto¹

Diterima 23 November 2009

ABSTRACT

Dense graded emulsion mix is the mixture of asphalt concrete by cold mix method that friendly with environment. However this mixture have weakness, that are low stability and the processing to attain the maximum stability is very slow since have to wait the evaporation of all water from the emulsion asphalt. The aim of this research is to investigate the increasing and accelerating the stability of dense graded emulsion mix by using cement filler. Research was done by making 5 types of cement filler in dense graded emulsion mixture with emulsion asphalt CSS-1 as binder material. The mixture characteristic was examined by Marshall method. The results show that addition cement filler decrease the optimum water content at mixing and compaction process, and asphalt content. The average stability increase 84.6 kg per 1% of cement filler, while after 4 days soaking in water this figure increased to 107.7 kg per 1% of cement filler. Accelerating the stability of emulsion mixture without filler cement is 30.73 kg/day for unsoaked condition and 27.39 kg/day after 4 days soaking. For mixture with 3% filler cement, the acceleration of stability are 27.6 kg/day for 4 days soaking and 23.57 kg/day for unsoaked specimen.

Keywords : *emulsion asphalt mixture, cement filler, stability*

ABSTRAK

Campuran aspal emulsi bergradasi rapat merupakan campuran beton aspal dengan cara dingin yang ramah lingkungan. Akan tetapi campuran tersebut mempunyai kelemahan, yaitu stabilitasnya rendah dan proses pencapaian stabilitasnya lambat karena harus menunggu penguapan semua air yang berada dalam aspal emulsi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui peningkatan dan percepatan stabilitas campuran aspal emulsi bergradasi rapat dengan menggunakan filler semen. Penelitian dilakukan dengan cara membuat 5 macam variasi filler semen terhadap campuran aspal emulsi bergradasi rapat dengan bahan perekat Aspal Emulsi CSS-1. Karakteristik campuran diperiksa dengan metode Marshall. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan filler semen menyebabkan menurunnya kadar air optimum pencampuran dan pemadatan serta kadar aspal optimum campuran. Stabilitas campuran rata-rata bertambah 84,6 kg per 1% kadar filler semen,

¹ Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan Kartasura Surakarta 571
Email : sri_widodo@ums.ac.id

sedangkan setelah direndam air selama 4 hari stabilitasnya rata-rata naik 107,7 kg per 1% kadar filler semen. Percepatan stabilitasnya campuran tanpa filler semen adalah sebesar 30,73 kg/hari dalam kondisi kering dan 27,39 kg/hari setelah direndam 4 hari. Untuk campuran dengan filler semen 3%, percepatan stabilitas adalah 27,6 kg/hari untuk benda uji yang direndam air selama 4 hari dan 23,57 kg/hari untuk benda uji tanpa direndam air.

Kata kunci : campuran aspal emulsi, filler semen, stabilitas

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Sebagian besar jalan di Indonesia dibuat dengan menggunakan perekat aspal semen yang pencampurannya memerlukan pemanasan untuk mencairkan aspal tersebut agar mudah dicampur dengan agregat atau lebih dikenal dengan istilah campuran panas. Untuk membuat campuran aspal panas diperlukan *Asphalt Mixing Plant (AMP)*. Padahal untuk pekerjaan-pekerjaan pemeliharaan yang kebutuhan bahannya tidak terlalu besar penggunaan *AMP* menjadi tidak efisien. Penggunaan *AMP* memerlukan bahan bakar minyak yang banyak, sementara bahan bakar minyak saat ini terhitung mahal di Indonesia. Keberadaan *AMP* di Indonesia saat ini masih sangat jarang, sehingga lokasi pemeliharaan kadang-kadang sangat jauh dari lokasi *AMP* yang mengakibatkan campuran aspal panas sudah dingin saat sampai di lokasi pekerjaan sehingga kualitasnya menjadi kurang baik. Untuk mengatasi permasalahan tersebut bias digunakan campuran aspal dingin yang menggunakan aspal emulsi sebagai perekatnya.

Campuran aspal dingin gradasi terbuka dengan aspal emulsi atau sering disebut *Open Graded Emulsion Mixture (OGEM)* pernah digelar di Cilacap tahun 2000. Dari hasil pengamatan dapat dilihat bahwa setelah dipadatkan campuran *OGEM* masih relatif goyang atau tidak stabil (Hutama Prima, 2000). Kestabilan *OGEM* baru tercapai setelah usia 1-2 bulan setelah penghamparan atau setelah semua air yang ada dalam aspal emulsi menguap sehingga yang tertinggal adalah residu aspal yang efektif sebagai bahan perekat. Lalulintas

yang lewat diharapkan akan mempercepat penguapan dan kestabilan. Tetapi yang terjadi dapat sebaliknya, karena campuran belum stabil maka beban lalulintas akan merusak campuran aspal emulsi yang telah dihamarkan. Campuran aspal emulsi yang belum stabil tidak kuat mendukung beban lalulintas yang ada, sedangkan pada pekerjaan pemeliharaan kondisi lalulintas harus tetap jalan.

Kegagalan-kegagalan pada campuran aspal dingin banyak disebabkan oleh kurang mengertinya pelaksana akan aspal emulsi. Pada aspal emulsi, aspal yang efektif (residu aspal) yang berfungsi sebagai perekat hanya sekitar 60 % sedangkan yang 40 % berupa air yang diharapkan akan menguap seiring dengan waktu karena lintasan roda kendaraan atau suhu udara yang panas. Hal ini seperti yang terjadi pada proyek jalan Hasanudin dan Rumah Sakit Jiwa di Surakarta yang ternyata kadar aspal efektifnya setelah diuji dilaboratorium rata-rata hanya 4 % (Widodo, 2004), sedangkan spesifikasi kadar residu aspalnya minimum 6 %. Selain itu residu aspal emulsi yang digunakan mempunyai nilai penetrasi yang tinggi sehingga stabilitasnya rendah. Seperti aspal emulsi CMS-2 yang digunakan untuk campuran *dense graded emulsion mixture (DGEM)* dan *OGEM* residunya mempunyai penetrasi antara 100-250. Hal ini jauh diatas aspal semen yang digunakan untuk campuran aspal panas yang penetrasinya berkisar antara 60-100. Dengan demikian campuran aspal emulsi baik perlu diperkuat stabilitasnya dan dipercepat pencapaian stabilitas maksimumnya.

Penggunaan filer semen dalam aspal emulsi diharapkan dapat menarik air yang ada dalam

campuran aspal emulsi, sehingga residu aspal yang terkandung dalam aspal emulsi dapat segera bereaksi dengan agregat. Demikian pula reaksi antara semen dan air yang membentuk pasta semen akan membantu perekatan antar agregat. Dengan demikian penggunaan *filler* semen dalam campuran aspal dingin perlu dilakukan.

Mengacu pada hipotesis bahwa semen akan mampu memperbaiki stabilitas campuran aspal emulsi, maka tujuan penelitian penggunaan *filler* semen pada campuran aspal emulsi ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui peningkatan stabilitas campuran aspal emulsi setelah diggunakan *filler* semen.
2. Mengetahui besarnya percepatan peningkatan stabilitas campuran aspal emulsi yang menggunakan *filler* semen.

Kajian Pustaka

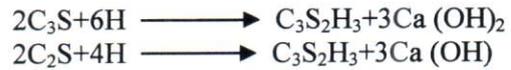
Perancangan campuran aspal emulsi dengan aspal emulsi jenis *DGEM* dan *OGEM* telah banyak dilakukan. Menurut Asphalt Institute (1985) agregat yang akan digunakan untuk campuran aspal emulsi harus memenuhi persyaratan seperti pada Tabel 1. Saat dilakukan pencampuran agregat yang diselimuti aspal minimal 50%. Selain itu campuran agregat dan aspal emulsi harus mempunyai nilai stabilitas Marshall minimum 500 lb (227 kg). Setelah dilakukan perendaman selama 4 hari kehilangan stabilitas tidak boleh lebih besar dari 50%.

PT. Hutama Prima sebagai salah satu produsen aspal emulsi telah membuat perancangan campuran aspal emulsi *DGEM* dengan menggunakan aspal emulsi CSS-1 yang digunakan di Wonogiri. Hasil perancangan campuran oleh PT Hutama Prima (2002) menghasilkan kadar air optimum 6% terhadap berat kering agregat dan kadar aspal optimum 7% yang memberikan kadar residu aspal emulsi sebesar 4,1% terhadap berat kering agregat. Pada kadar aspal optimum tersebut campuran *DGEM* mampu-

nyai karakteristik kepadatan 2,154 gram/cm³, rongga dalam campuran 11,96%, rongga terisi aspal 54,06%, stabilitas 1082 kg, kelelahan 4,1 mm, hasil bagi Marshall 266 kg/mm, dan stabilitas sisa setelah perendaman 4 hari dalam air 88%. Karakteristik campuran aspal emulsi tersebut jika dibandingkan dengan karakteristik campuran aspal panas yang digunakan oleh Bina Marga (Tabel 2) ada yang sangat jauh dari persyaratan yang diminta. Rongga dalam campuran untuk *Asphalt Concrete (AC)* yang bergradasi rapat disyaratkan antara 3,5-5%, tetapi hasil campuran aspal dingin yang dilakukan oleh PT.Hutama Prima sebesar 11,96%. Besarnya rongga dalam campuran merupakan kontribusi dari air yang semula ada dalam campuran aspal emulsi yang kemudian menguap. Hal ini menunjukkan bahwa campuran tersebut kurang padat atau unsur bahan pengisi (*filler*) kurang. Demikian pula persen rongga terisi aspal yang disyaratkan untuk campuran aspal panas minimum 65% hasilnya hanya 54,06%. Walaupun stabilitasnya memenuhi persyaratan untuk campuran aspal panas, tetapi keawetan bahan campuran aspal emulsi tersebut akan kurang.

Peran semen untuk meningkatkan dan mempercepat stabilitas campuran aspal emulsi diperkirakan adanya reaksi antara semen dengan air akan membentuk pasta semen. Dengan adanya air silika dan alumina dalam semen akan menghasilkan hidrasi yang akan menghasilkan pasta semen yang keras (Neville and Brooks,1987). Unsur-unsur oksida dalam semen diberi notasi singkat dengan satu huruf, CaO = C ; SiO₂ = S ; Al₂O₃ = A ; Fe₂O₃ = F dan H₂O = H. Senyawa senyawa utama dalam semen Portland adalah 3CaO.SiO₂(C₃S), 2CaO.SiO₂(C₂S), 3CaO. Al₂O₃ (C₃A), dan 4CaO.Al₂O₃.Fe₂O₃(C₄AF).C₃S dan C₂S adalah senyawa penting yang menyumbangkan kekuatan pada pasta semen setelah terjadinya proses hidrasi. Sedangkan C₃A dan C₄AF merupakan bagian kecil dari senyawa kimia yang ada dalam semen yang tidak begitu berarti dalam menyumbangkan kekuatan pada pasta semen.

Reaksi-reaksi antara senyawa-senyawa oksida dalam semen dengan air atau sering disebut reaksi hidrasi yang menyumbangkan kekuatan pada pasta semen adalah sebagai berikut :



Tabel 1. Bahan campuran aspal dingin gradasi tertutup

Ukuran saringan	<i>Semi-Processed Crusher, Pit or Bank run</i>	<i>Processed Dense-Graded Asphalt Mixtures</i>				
	Gradasi 1	Gradasi 2	Gradasi 3	Gradasi 4	Gradasi 5	Gradasi 6
50 mm	-	100	-	-	-	-
37,5 mm	100	90-100	100	-	-	-
25,0 mm	80-100	-	90-100	100	-	-
19,0 mm	-	60-80	-	90-100	100	-
12,5 mm	-	-	60-80	-	90-100	100
9,5 mm	-	-	-	60-80	-	90-100
4,75 mm	25-85	20-55	25-60	35-65	45-70	60-80
2,36 mm	-	10-40	15-45	20-50	25-55	35-65
1,18 mm	-	-	-	-	-	-
0,60 mm	-	-	-	-	-	-
0,30 mm	-	2-16	3-18	3-20	5-20	6-25
0,15 mm	-	-	-	-	-	-
0,075 mm	3-15	0-5	1-7	2-8	2-9	2-10
Sand equivalent,%	Min 30	Min 35	Min 35	Min 35	Min 35	Min 35
Abrasi @ 500 putaran, %	-	Maks.40	Maks.40	Maks.40	Maks.40	Maks.40
% bidang pecah	-	Min. 65	Min. 65	Min. 65	Min. 65	Min. 65
Aspal emulsi	HMS-1, HMS-2, HMS-2h, HMS-2s, SS-1, SS-1h, CRS-1, CRS-2, CMS-2, CMS-2h, CSS-1, CSS-1h					

Sumber : Asphalt Institute, 1985

Tabel 2. Persyaratan karakteristik campuran aspal panas

Sifat Campuran	HRS	AC	ATB
Kadar aspal efektif	min. 5,9	5,1	5,5
Kadar penyerapan aspal	mak. 1,7	1,2	1,7
Kadar rongga udara campuran padat (% terhadap volume total campuran)	min. 4 mak. 6	3,5 5	4 6
Persen rongga terisi aspal	min. 68	65	68
Pelelehan (mm)	min. 3	3	3
Marshall Quotient (kg/mm)	min. 250	250	250
Stabilitas Marshall (Kg)	min. 800	800	800
Stabilitas tersisa setelah perendaman selama 24 jam pada 60° (% terhadap stabilitas semula)	min. 90	90	90

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010

METODOLOGI

Penelitian diawali dengan memeriksa karakteristik bahan penyusun campuran aspal dingin. Bahan penyusun terdiri dari agregat kasar, agregat medium, agregat halus, aspal emulsi, dan semen. Pemeriksaan karakteristik agregat yang terdiri dari gradasi, abrasi, sand equivalent, dan berat jenis dilakukan di laboratorium Jalan Raya UMS. Sedangkan karakteristik aspal emulsi dan semen diperoleh berdasarkan data sekunder yang diberikan oleh masing-masing pabriknya. Setelah pemeriksaan karakteristik bahan penyusun selesai dilanjutkan dengan membuat campuran aspal, agregat, air, dan semen yang secara berturut-turut terdiri dari *cold mix 1*, *cold mix 2*, *cold mix 3*, dan *cold mix 4*.

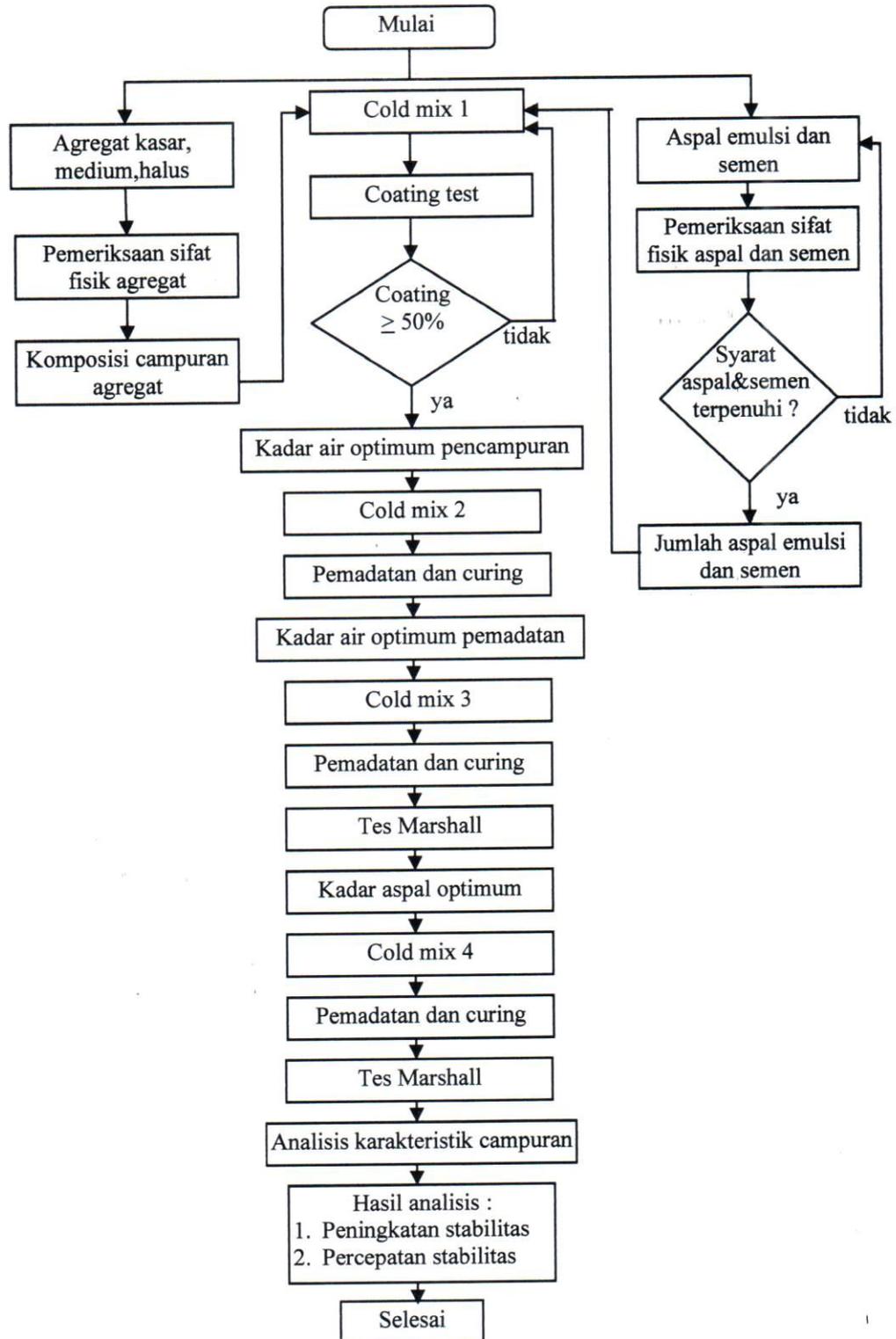
Cold mix 1 merupakan pengujian penyelimutan agregat yang dilakukan terhadap 5 macam variasi kombinasi agregat dan filler semen. Kombinasi agregat dan filler dibuat berdasarkan spesifikasi *Dense Graded Emulsion Mixture (DGEM)* dengan maksimum ukuran agregat 25 mm seperti tercantum pada Tabel 1. Pengujian penyelimutan agregat bertujuan untuk memperoleh kadar air optimum campuran yang menyebabkan penyelimutan aspal terhadap agregat maksimum dan memenuhi batas spesifikasi Asphalt Institute yaitu minimum 50%.

Cold mix 2 merupakan pengujian pemadatan campuran yang bertujuan untuk mencari kadar air optimum pada saat pemadatan yang menghasilkan kepadatan atau *dry bulk specific gravity* maksimum. Nilai kadar air optimum untuk pemadatan ini berada di bawah kadar air optimum pencampuran. Sehingga setelah selesai pencampuran, pemadatan dilakukan setelah kadar air campuran sebagian berkurang karena

menguap. Untuk itu dibuat 5 buah campuran dengan kadar air pencampuran optimum. Ke-5 buah campuran ini selanjutnya didiamkan dalam 5 macam waktu yang berbeda sehingga akan diperoleh 5 campuran dengan 5 macam kadar air yang berbeda yang siap dipadatkan dengan alat Marshall.

Cold mix 3 dilakukan untuk mencari kadar aspal optimum. Kadar aspal optimum dicari dengan cara membuat campuran agregat dan aspal emulsi yang dicampur dan dipadatkan dengan menggunakan kadar air optimum pencampuran dan pemadatan. Pencampuran agregat, aspal emulsi, air, dan semen dibuat dengan menggunakan 5 macam variasi kadar aspal. Untuk masing-masing variasi kadar aspal dibuat 6 benda uji. Enam benda uji tersebut diuji stabilitasnya dalam kondisi kering sebanyak 3 buah, sedang yang 3 buah diuji stabilitasnya setelah direndam selama 4 hari. Benda uji yang telah siap selanjutnya dipadatkan dengan menggunakan penumbuk alat Marshall sebanyak 2x75 tumbukan. Kriteria penentuan kadar aspal optimum sesuai dengan Asphalt Institute, yaitu berdasar nilai stabilitas rendaman yang maksimum, tetapi kehilangan stabilitasnya setelah direndam 4 hari tidak lebih dari 50% dan penyelimutan agregatnya lebih dari 50%.

Cold mix 4 dibuat untuk mengetahui percepatan peningkatan stabilitas campuran aspal emulsi. Untuk mencapai tujuan ini dibuat benda uji yang pengujian stabilitas Marshallnya dilakukan pada umur 1 hari, 3 hari, 7 hari dan 14 hari. Campuran ini dibuat dengan kadar aspal optimum, kadar air optimum campuran, dan dipadatkan pada kadar air optimum pemadatan. Secara lengkap jalannya penelitian seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian penyelimutan agregat (*Coating test*)

Berdasarkan hasil pengujian gradasi batu pecah dan pasir serta mengingat spesifikasi *DGEM*, diperoleh 5 variasi kombinasi agregat dan semen seperti pada Tabel 3.

Hasil penelitian terhadap 5 macam variasi tersebut menghasilkan kadar air optimum pencampuran seperti pada Tabel 4. Untuk campuran variasi 2 sampai 5 yang menggunakan filler semen, penyelimutan aspal terhadap agregat kenampakannya berkurang walaupun aspal emulsi yang digunakan lebih banyak. Hal ini karena butir butir semen yang menempel pada aspal emulsi menutupi kenampakan aspal emulsi yang menempel pada agregat.

Pengujian Pemadatan Campuran

Kadar air optimum pemadatan untuk setiap variasi campuran seperti terlihat pada Tabel 5. Dari hasil penelitian terlihat bahwa kadar air optimum pemadatan pada variasi 1 (tanpa filler semen) berada sekitar 75% dari kadar air optimum pencampuran. Penggunaan filler semen cenderung menurunkan kadar air optimum pemadatan rata-rata sampai sekitar 50 % dari kadar air optimum pencampurannya. Hal ini menunjukkan bahwa waktu menunggu antara pencampuran dan pemadatan untuk campuran dengan filler semen lebih lama dibandingkan yang tanpa filler semen. Waktu tunggu ini digunakan oleh semen bereaksi dengan air membentuk pasta semen yang menyebabkan campuran lebih mudah dipadatkan. Akan tetapi jika waktu tungguanya terlalu lama atau kadar air saat pemadatan menjadi kecil, pasta semen akan menjadi kaku sehingga lebih sulit untuk dipadatkan.

Tabel 3. Variasi kombinasi agregat dan semen

Variasi	Batu pecah kasar	Batu pecah medium	Pasir	Semen
1	40 %	40 %	20 %	0 %
2	40 %	40 %	18,5 %	1,5 %
3	40 %	40 %	17,0 %	3,0 %
4	40 %	40 %	15,5 %	4,5 %
5	40 %	40 %	14,2 %	5,8 %

Tabel 4. Hasil pengujian penyelimutan agregat

Variasi	Kadar aspal emulsi terhadap berat kering agregat	Kadar air optimum terhadap berat kering agregat	Penyelimutan agregat
1	7,15 %	11,1 %	80 %
2	7,74 %	7,8 %	60 %
3	8,33 %	8,0 %	65 %
4	8,92 %	8,2 %	60 %
5	9,43 %	8,4 %	60 %

Tabel 5. Hasil pengujian pemadatan campuran

Variasi	Kadar semen (%)	Kadar aspal emulsi terhadap berat kering agregat	Kadar air optimum campuran	Kadar air optimum pemadatan	Rasio kadar air optimum pemadatan dan pencampuran	Kepadatan (<i>Dry bulk specific gravity</i>)
1	0	7,15 %	11,1 %	8,6 %	77,5	1,95 gr/cm ³
2	1,5	7,74 %	7,8 %	3,8 %	48,7	2,00 gr/cm ³
3	3,0	8,33 %	8,0 %	3,5 %	43,8	2,00 gr/cm ³
4	4,5	8,92 %	8,2 %	5,2 %	63,4	1,98 gr/cm ³
5	5,8	9,43 %	8,4 %	4,0 %	47,6	1,95 gr/cm ³

Pengaruh Filler Semen terhadap Kadar Aspal Optimum

Hasil pengujian karakteristik campuran aspal emulsi dengan alat Marshall untuk mendapatkan kadar aspal optimum untuk masing-masing variasi seperti ditunjukkan dalam Tabel 6. Dari Tabel 6 terlihat bahwa untuk campuran aspal emulsi dengan filler semen setelah direndam 4 hari stabilitasnya tidak menurun tetapi naik sekitar 17%.

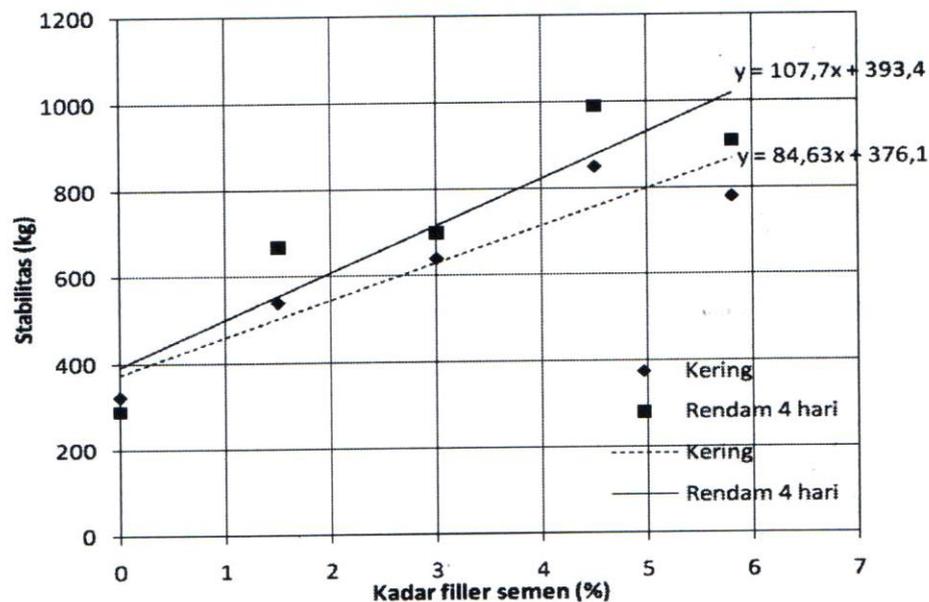
Akan tetapi kadar residu aspalnya cenderung menurun jika dibandingkan dengan campuran aspal emulsi yang tanpa *filler* semen. Penambahan filler semen cenderung menurunkan kadar residu aspal optimum. Tetapi pada variasi 5 dengan kadar *filler* semen 5,8% kadar residu aspal optimumnya meningkat karena penambahan semen juga membutuhkan air lebih banyak untuk bereaksi menjadi pasta semen.

Pengaruh Filler Semen terhadap Peningkatan Stabilitas

Penambahan filler semen meningkatkan nilai stabilitas campuran aspal emulsi, baik untuk kondisi kering maupun setelah direndam 4 hari (Gambar 2). Setelah masa perendaman 4 hari peningkatan stabilitas campuran aspal emulsi lebih besar dari pada kondisi kering. Pada kondisi kering setiap 1% penambahan filler semen menambah stabilitasnya sebesar 84,6 kg. Setelah direndam selama 4 hari penambahan stabilitas campuran sebesar 107,7 kg untuk setiap penambahan 1% filler semen. Hal ini disebabkan proses sementasi campuran yang mengandung semen lebih cepat pada kondisi direndam. Pada kondisi direndam, panas yang dihasilkan oleh reaksi antara semen dan air yang terkandung dalam campuran aspal emulsi dapat direndam oleh air rendaman benda uji. Selain itu campuran yang mengandung semen kekuatannya juga akan terus bertambah seiring dengan umur campuran tersebut. Ini terlihat bahwa untuk semua kadar filler semen stabilitas campurannya setelah direndam 4 hari lebih besar dari yang kondisinya kering yang diuji pada umur 1 hari.

Tabel 6. Hasil pengujian campuran aspal emulsi dengan alat Marshall

Variasi	Kadar semen	Kadar residu aspal optimum	Stabilitas kering	Stabilitas rendaman 4 hari	Penurunan stabilitas	Dry Bulk Density
1	0 %	5,6 %	323 kg	291 kg	+10 %	1,94 gr/cm ³
2	1,5 %	5,3 %	540 kg	670 kg	- 25 %	1,94 gr/cm ³
3	3,0 %	5,0 %	640 kg	700 kg	-12 %	1,98 gr/cm ³
4	4,5 %	4,8 %	850 kg	990 kg	-17 %	1,98 gr/cm ³
5	5,8 %	6,1 %	780 kg	910 kg	-17 %	1,91 gr/cm ³



Gambar 2. Hubungan antara kadar filler semen dan stabilitas campuran aspal emulsi

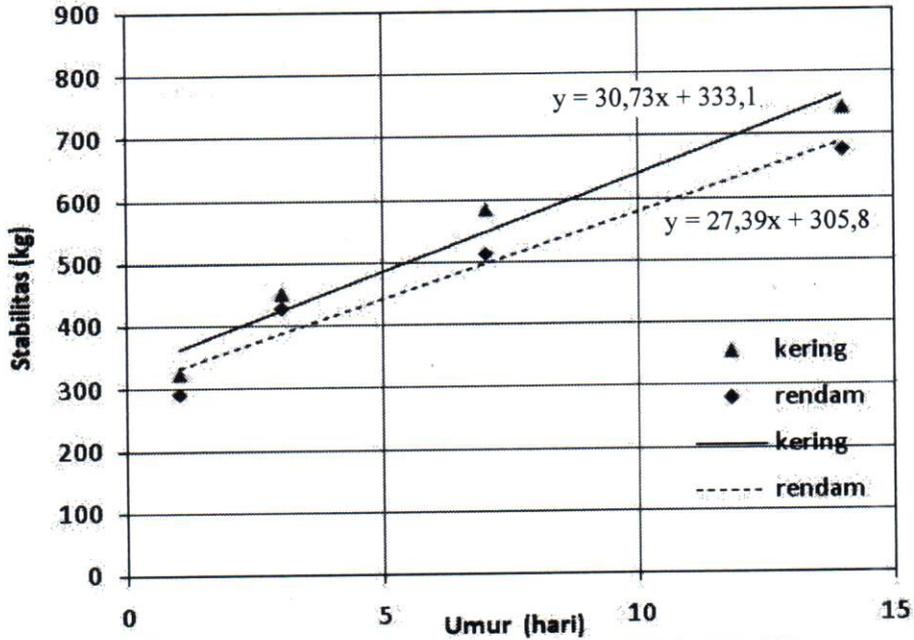
Pengaruh Filler Semen terhadap Percepatan Peningkatan Stabilitas

Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan stabilitas campuran aspal emulsi terjadi seiring dengan bertambahnya umur campuran, baik untuk campuran yang tanpa direndam dan setelah direndam 4 hari di dalam air. Hal ini menunjukkan bahwa proses pecahnya aspal emulsi diiringi dengan semakin efektifnya residu aspal mengikat agregat yang menyebabkan stabilitasnya meningkat. Hasil pengujian seperti diperlihatkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.

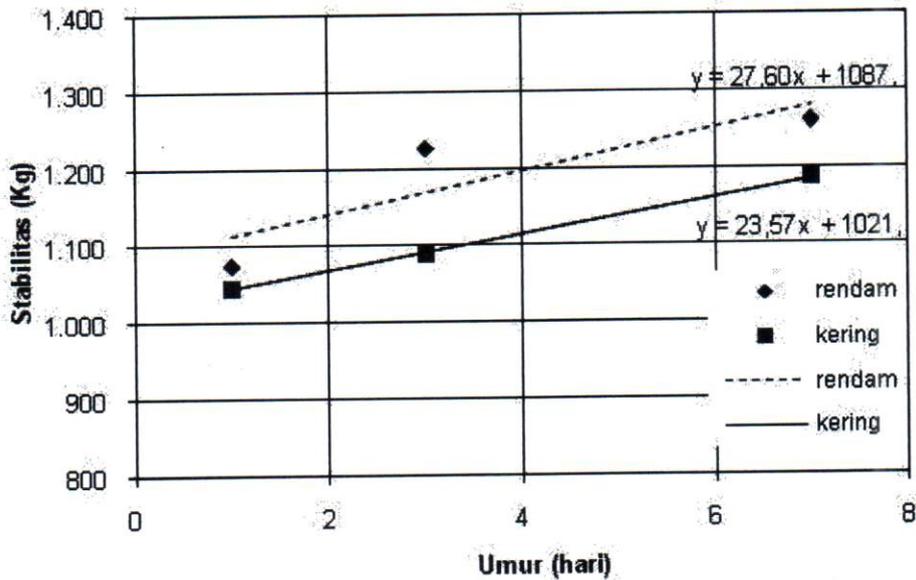
Gambar 3 memperlihatkan percepatan peningkatan stabilitas campuran aspal emulsi tanpa filler semen. Percepatan peningkatan stabilitasnya adalah sebesar 30,73 kg/hari dalam kondisi kering dan 27,39 kg/hari setelah direndam 4 hari. Gambar 4 memperlihatkan peningkatan stabilitas campuran aspal emulsi dengan kadar filler semen 3%. Stabilitas campuran dengan kadar filler semen pada umur 7 hari sudah cukup tinggi dan mendekati kapasitas kuat tekan alat Marshall, sehingga pengujian stabilitas pada umur 14 hari tidak dilakukan. Kebalikannya dengan campuran tanpa filler semen, campuran aspal emulsi

dengan *filler* semen 3% mempunyai stabilitas rendaman lebih besar dibandingkan yang tanpa *filler* semen. Campuran dengan *filler* semen 3% mempunyai percepatan kenaikan stabilitas 27,6 kg/hari untuk benda uji yang direndam air 4 hari dan 23,57 untuk benda uji tanpa

direndam. Dengan demikian reaksi *filler* semen dengan air bebas maupun air yang terkandung dalam aspal emulsi pada dapat mempercepat peningkatan stabilitas campuran aspal dingin.



Gambar 3. Peningkatan stabilitas campuran aspal emulsi tanpa filler semen



Gambar 4. Peningkatan stabilitas campuran aspal emulsi dengan filler semen 3%

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian terhadap campuran aspal emulsi gradasi rapat yang menggunakan aspal emulsi CSS-1 dan menggunakan filler semen diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan *filler* semen menyebabkan menurunnya kadar air optimum pencampuran dan pemadatan
2. Penambahan *filler* semen menurunkan kadar aspal optimum campuran aspal emulsi
3. Penambahan *filler* semen menyebabkan stabilitas campuran mengalami kenaikan rata-rata 84,6 kg per 1% kadar *filler* semen. Sedangkan setelah direndam air selama 4 hari stabilitasnya rata-rata naik 107,7 kg per 1 % kadar *filler* semen
4. Percepatan peningkatan stabilitasnya campuran tanpa *filler* semen adalah sebesar 30,73 kg/hari dalam kondisi kering dan 27,39 kg/hari setelah direndam 4 hari. Campuran dengan *filler* semen 3% mempunyai percepatan kenaikan stabilitas 27,6 kg/hari untuk benda uji yang direndam air selama 4 hari dan 23,57 kg/hari untuk benda uji tanpa direndam air.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini disarankan :

1. Penggunaan *filler* semen sebesar 4,8% pada campuran aspal dingin gradasi rapat dapat digunakan untuk pekerjaan pelapisan ulang, karena stabilitas yang dicapainya pada umur 1 hari dan setelah direndam 4 hari memenuhi syarat spesifikasi campuran panas sehingga setelah pekerjaan selesai lalu lintas bisa segera dibuka kembali.
2. Pada pelaksanaan dilapangan pelaksana diharapkan betul-betul mematuhi rancangan campuran kerja yang telah dibuat, yang antara lain kadar air optimum pencampuran dan pemadatan, kadar aspal emulsi optimum dan kadar *filler* semen yang digunakan.

3. Sebelum dilaksanakan di lapangan rancangan campuran kerja yang dihasilkan dari penelitian di laboratorium sebaiknya sebelumnya diadakan percobaan pelaksanaan dulu dengan skala kecil (*trial paving*).
4. Perlu diadakan penelitian terhadap campuran aspal emulsi bergradasi terbuka, karena gradasi terbuka bisa menyerap aspal emulsi lebih banyak sehingga ikatan awalnya bisa lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Asphalt Institute, (1985). "A Basic Asphalt Emulsion Manual", USA
- Direktorat Jenderal Bina Marga, (2010). "Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Divisi 6 Perkerasan Beraspal", Pusat Litbang Jalan dan Jembatan Badan Penelitian dan Pengembangan, Bandung.
- Hutama Prima, PT., (2000). "Prosedur Pencampuran OGEM Mempergunakan Alat Beton Molen Untuk Pekerjaan Patching dan Overlay Kota Cilacap", Cilacap.
- Hutama Prima, PT., (2002). "Perencanaan Campuran Aspal Emulsi Bergradasi Rapat (Dense Graded Emulsion/DGEM) Untuk Pekerjaan Pengaspalan (Cod Mix) di Kabupaten Wonogiri", Cilacap.
- Neville, A.M.dan Brooks, J.J., (1987). "Concrete Technology", Longman Group UK Limited
- Widodo, S., (2004). "Analisis Hasil Pelaksanaan Cold Mix Jalan Hasanudin dan Rumah Sakit Jiwa Kota Surakarta", Laboratorium Jalan Raya UMS.