

PENGARUH KADAR SERBUK BAN BEKAS SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN ASPAL EMULSI DINGIN DENGAN FILLER FLYASH TIPE-C

Arianto Thesman¹, Ken Kertorahardjo², Paravita Sri Wulandari³, Harry Patmadjaja⁴

ABSTRAK : Penelitian ini dilakukan karena semakin tingginya angka kerusakan jalan sehingga diperlukan perbaikan yang ekonomis dan ramah lingkungan. Penelitian ini menggunakan Campuran Aspal Emulsi Dingin (CAED), agregat bergradasi rapat tipe IV yang berasal dari Banyuwangi, *fly ash* yang berfungsi sebagai *filler*, dan serbuk ban bekas ukuran mesh #40 yang lolos ayakan no. 8. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggantian agregat halus dengan serbuk ban bekas dengan kadar 25%, 50%, 75%, 100%, dan *fly ash* sebagai *filler* terhadap stabilitas CAED. Tipe CAED yang digunakan pada penelitian ini adalah tipe CSS-1h sebesar 8% dan *fly ash* yang digunakan sebesar 2% dari berat total agregat halus. Hasil pengujian pada penelitian ini menunjukkan bahwa nilai stabilitas akan semakin turun dengan semakin tingginya kadar serbuk ban bekas. Penurunan nilai stabilitas ini diakibatkan nilai VIM yang besar. Kadar serbuk ban bekas optimum pada penelitian ini adalah sebesar 25% karena memenuhi spesifikasi nilai VIM dan spesifikasi stabilitas.

KATA KUNCI: campuran aspal emulsi dingin, serbuk ban bekas, *filler*, stabilitas, vim

1. PENDAHULUAN

Peningkatan kepadatan lalu lintas dan rendahnya pemeliharaan mengakibatkan struktur jalan mengalami kerusakan dan menyebabkan kegagalan lebih cepat. Untuk meminimalkan kerusakan perkerasan seperti ketahanan terhadap pecah dan retak, modifikasi campuran aspal diperlukan. Menggunakan polimer daur ulang seperti sisa ban karet merupakan alternatif yang baik dan murah. Dengan menggunakan bahan sisa ban karet, karet yang diperoleh dari ban mobil bekas tidak hanya bermanfaat dalam hal pengurangan biaya namun juga memiliki dampak ekologi dalam menjaga kebersihan lingkungan dan untuk mencapai keseimbangan sumber daya alam yang lebih baik (Mashaan et al., 2014). Penggunaan serbuk ban karet pada campuran aspal merupakan hal yang direkomendasi. Selain karena memenuhi standar, namun ban karet sendiri mampu menaikkan stabilitas dan mengurangi *flow* pada campuran aspal. (Wulandari, P.S., 2016). Campuran Aspal Emulsi Dingin apabila dirancang dengan benar dan dengan masa curing yang tepat memiliki kekakuan yang sebanding dengan campuran panas walaupun memiliki tingkat porositas yang lebih tinggi. (Thanaya, 2007).

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, arianto.thesman@gmail.com

² Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, ken.kertorahardjo279@gmail.com

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

2. STUDI LITERATUR

2.1. Agregat

ASTM (1974) mendefinisikan agregat/batuan sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa massa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen. Menurut Sukirman (2003), Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai material perkerasan jalan adalah gradasi, kebersihan, kekerasan dan ketahanan agregat, bentuk butir, tekstur permukaan, porositas, kemampuan untuk menyerap air, berat jenis, dan daya pelekatan dengan aspal. Penelitian ini menggunakan Gradasi rapat (DGEM), merupakan campuran agregat kasar dan agregat halus dengan porsi yang berimbang, Agregat dengan gradasi rapat menghasilkan lapisan perkerasan dengan stabilitas tinggi, kurang kedap air, berat volume besar. Menggunakan DGEM tipe IV dikarenakan DGEM tipe IV digunakan untuk lapisan pondasi atas maupun lapis permukaan (Fajrina, 2014).

2.2. Aspal Emulsi

Aspal emulsi adalah aspal berbentuk cair yang dihasilkan dengan cara mendispersikan aspal keras ke dalam air atau sebaliknya dengan bantuan bahan pengemulsi sehingga diperoleh partikel aspal yang bermuatan listrik positif (kationik) atau negatif (anionik) atau tidak bermuatan listrik (nonionik) (SNI 4798 – 2011). Aspal emulsi dapat dibedakan menjadi 3 berdasar muatan listriknya yaitu aspal emulsi kationik, anionik dan nonionik. Selain berdasarkan muatan listrik partikelnya, jenis-jenis aspal emulsi juga dibagi berdasarkan setting time, kekentalan, penetrasi residu dan konsistensi apung residu. Pada penelitian ini menggunakan aspal emulsi CSS-1h karena dibutuhkan waktu dalam proses pencampuran serbuk ban bekas dengan aspal.

2.3. Serbuk Ban Bekas

Pada penelitian ini penggantian agregat halus yang dipakai adalah serbuk ban bekas. Serbuk ban bekas diperoleh dari sisa ban bekas yang sudah tidak dipakai lagi lalu diproses menggunakan mesin khusus. Untuk mengolah serbuk ban bekas diperlukan serangkaian proses pengolahan menggunakan mesin khusus. Pada penelitian ini, serbuk ban bekas berperan sebagai pengganti agregat halus yang lolos ayakan No.8. Kadar serbuk ban bekas yang menggantikan agregat halus yaitu sebesar 25%, 50%, 75%, dan 100% dari volume agregat halus yang lolos ayakan No.8.

2.3. Fly Ash

Pada penelitian ini *fly ash* yang digunakan adalah *fly ash* tipe C yang berfungsi sebagai pengikat dan mengisi rongga pada campuran aspal. Fly ash kelas C diproduksi dari pembakaran batubara lignite yang memiliki sifat pozzolanic dan memiliki kemampuan untuk mengeras dan menambah strength apabila bereaksi dengan air. Biasanya mengandung kapur (CaO) > 20%. (Sri Retno, 2008). Kadar *fly ash* yang digunakan pada campuran yaitu sebesar 2% dari berat total agregat. Jumlah zat aditif dalam CAED biasanya tidak lebih dari 2%, supaya campuran tidak terlalu kaku, yang dapat berakibat mudah retak. (Thanaya, 2015).

3. RENCANA PENELITIAN

3.1. Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, metode pengumpulan data dibagi menjadi dua, yaitu studi pustaka dan pengujian sampel. Studi pustaka dilakukan untuk mencari referensi dari penelitian-penelitian terdahulu yang sudah pernah dilakukan dan dijadikan sebagai landasan teori dalam penelitian ini. Pengujian sampel material dilakukan di laboratorium yang bertujuan untuk memeriksa kesesuaian sampel material dengan spesifikasi standar yang digunakan dalam menganalisis hasil dari penelitian yang telah dilaksanakan

3.2. Material yang Digunakan

Agregat yang digunakan adalah agregat yang berasal dari Banyuwangi. Aspal emulsi tipe CSS-1h yang digunakan diperoleh dari PT. Triasindomix. *Fly ash* yang digunakan adalah *fly ash* tipe C yang berasal dari PLTU Paiton. Serbuk ban bekas ukuran *mesh* 40 yang digunakan diperoleh dari PT. Pura Agung.

3.3. Peralatan yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain timbangan sebagai alat ukur berat, *mold* sebagai cetakan benda uji, dongkrak untuk mengeluarkan benda uji dari dalam *mold*, *compacting machine* untuk memadatkan campuran aspal, mesin penekan dan penguji stabilitas dan *flow*, oven untuk mengurangi kadar air yang terdapat pada campuran aspal emulsi dingin.

3.4. Langkah Pembuatan Campuran Aspal

Pembuatan campuran aspal emulsi dingin dibuat dibuat sesuai *job mix formula*. Semua material ditimbang terlebih dahulu, lalu dicampur dan diaduk hingga rata, kemudian campuran aspal dimasukkan kedalam oven selama 2 jam pada suhu 60 °C, setelah itu sampel dikeluarkan dari oven lalu dimasukkan kedalam *mold*, kemudian dipadatkan dengan *compacting machine*. Dengan menambah *compaction* maka porositas campuran aspal emulsi dingin dapat berkurang (Thanaya, 2007). Setelah dipadatkan kedalam *mold*, sampel kembali dioven selama 24 jam pada suhu 40 °C. Sampel lalu dikeluarkan dari oven dan dikeluarkan dari *mold* dengan menggunakan dongkrak. Sampel kemudian ditimbang untuk mendapatkan berat kering sampel. Sampel yang akan diuji kemudian direndam selama 1 jam sebelum dilakukan pengujian *Marshall* untuk mendapatkan nilai stabilitas rendam dan direndam selama 24 jam sebelum dilakukan pengujian untuk mendapatkan nilai stabilitas sisa. Sebelum dilakukan pengujian *Marshall*, sampel terlebih dahulu ditimbang basah didalam air untuk mendapatkan berat dalam air, lalu sampel didiamkan selama ± 1 jam kemudian sampel ditimbang *ssd*, sampel juga diukur tingginya. Sampel kemudian dites menggunakan mesin penekan dan penguji stabilitas dan *flow*.

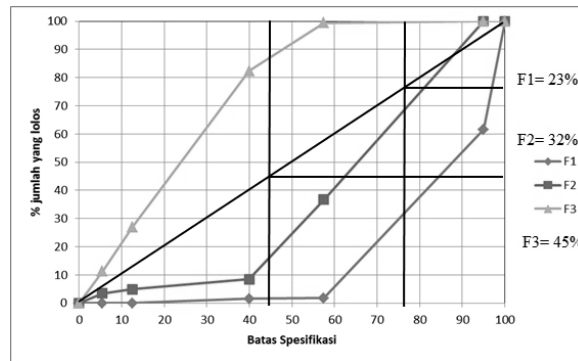
4. HASIL DAN ANALISA DATA

4.1. Analisa Material

Hasil pemeriksaan karakteristik agregat berdasarkan spesifikasi umum Direktorat Bina Marga 2010 semuanya sudah memenuhi spesifikasi. **Tabel 1** menunjukkan hasil pemeriksaan karakteristik agregat yang sudah memenuhi spesifikasi. **Gambar 1** menunjukkan pembagian gradasi agregat yang dilakukan dengan cara grafis.

Tabel 1. Pemeriksaan Kualifikasi Agregat

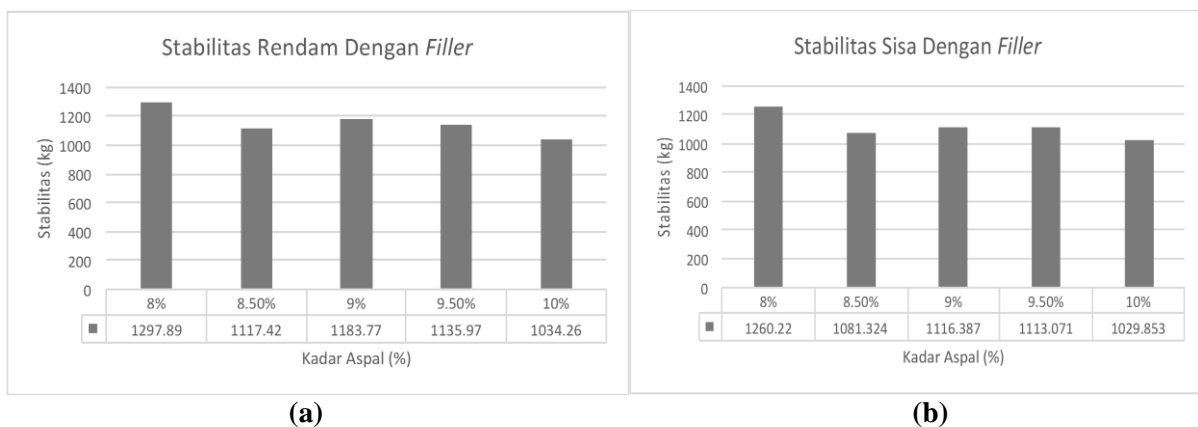
SARINGAN		% jumlah yang lolos				Perhitungan				Total	Gradasi Ideal
Inch	mm	F1	F2	F3	F4	F1 (23%)	F2 (32%)	F3 (43%)	F4 (2%)		
3/4	19	100	100	100	100	23	32	43	2	100	100
1/2	12,5	61,58	100	100	100	14	32	43	2	91,16	95
No. 4	4,75	1,7	36,67	99,4	100	0,39	11,73	42,75	2	56,88	57,5
No. 8	2,36	1,54	8,39	82,3	100	0,35	2,68	35,39	2	40,43	40,00
No. 50	0,3	0	4,87	26,8	100	0	1,56	11,53	2	15,09	12,50
No. 200	0,075	0	3,4	11,2	100	0	1,09	4,81	2	7,90	5,50



Gambar 1. Pembagian Gradasi Agregat dengan Cara Grafis

4.2. Penentuan KARO

Setelah memperoleh persentase gradasi agregat yaitu F1= 23%, F2= 32%, dan F3= 45% dari berat total agregat yaitu 1200 gram. Kemudian agregat diayak menggunakan ayakan No.4, No.8 dan No.200. setelah itu penentuan kadar residu awal aspal emulsi dilakukan dengan rumus (*Asphalt Institute*, MS 14, 1989, as cited in Muliawan, 2011). Dari hasil perhitungan kadar aspal residu awal sebesar 5,65% digunakan untuk mengestimasi Kadar Aspal Emulsi. Pada penelitian ini Aspal Emulsi yang digunakan adalah Aspal Emulsi *Cationic Slow Setting-1 Hard* (CSS-1H) dari PT. Triasindomix, dengan kadar residu sebesar 63,46 %. Kemudian didapatkan hasil kadar residu aspal emulsi awal sebesar 9%. Benda uji dibuat dengan membuat sampel campuran aspal emulsi dengan variasi kadar aspal N-1, N-0.5, N=KRAE awal, N+0.5, N+1 yaitu 8%, 8,5%, 9%, 9,5%, dan 10% dari berat total campuran masing-masing tiga sampel. Pembuatan campuran aspal emulsi dibuat dengan *filler* sebesar 2% dari berat total agregat. Setelah itu dapat dilihat pada **Gambar 2** dilakukan uji *Marshall* pada setiap sampel untuk menentukan nilai KARO.



Gambar 2. Hubungan antara Stabilitas dan Kadar Aspal (a) Stabilitas Rendam, dan (b) Stabilitas Sisa

Dengan pertimbangan campuran aspal emulsi dingin dengan serbuk ban karet yang dibuat dalam penelitian ini menggunakan *fly ash* sebagai *filler*, maka kadar aspal sebesar 8% dipilih dengan pertimbangan stabilitas dengan kadar aspal 8% menunjukkan nilai terbaik jika menggunakan *filler*, selain itu dengan menggunakan *fly ash* sebagai *filler* dapat mereduksi penggunaan aspal emulsi dingin. Pada **Tabel 2** terlihat bahwa kadar aspal 8%, 8,5%, 9%, 9,5%, 10% parameter – parameter *Marshall* memenuhi persyaratan yang berlaku.

Tabel 2. Hasil Pengujian Karakteristik Campuran Aspal

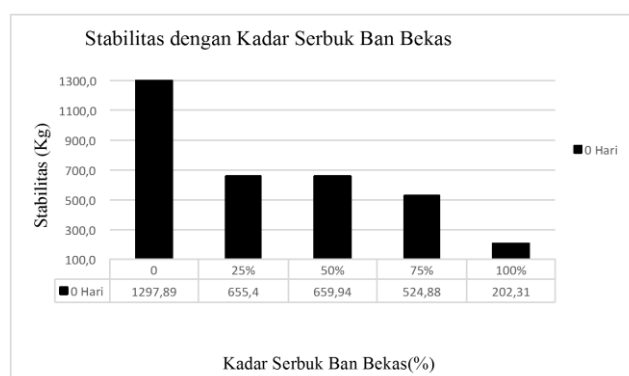
No	Parameter	Satuan	Spesifikasi		8%	8.50%	9%	9.50%	10%
			Min	Max					
1	Kadar Bitumen Efektif	-	5.5	-	7.42	7.92	8.42	8.92	9.43
2	Kadar Bitumen Terserap	-	-	1.7	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
3	Stabilitas Rendaman	kg	300	-	1297.89	1117.42	1183.77	1135.97	1034.26
4	Stabilitas Sisa	%	50	-	1260.22	1081.32	1116.39	1113.07	1029.85
5	Kadar Rongga	%	5	10	7.29	8.05	8.71	6.54	6.51
6	Tebal Film Bitumen	mikron	8	-	15.94	17.12	18.31	19.51	20.72
7	Tingkat Penyelimutan	%	75	-	80	80	80	80	80

4.3. Hasil Penelitian dengan Serbuk Ban Bekas

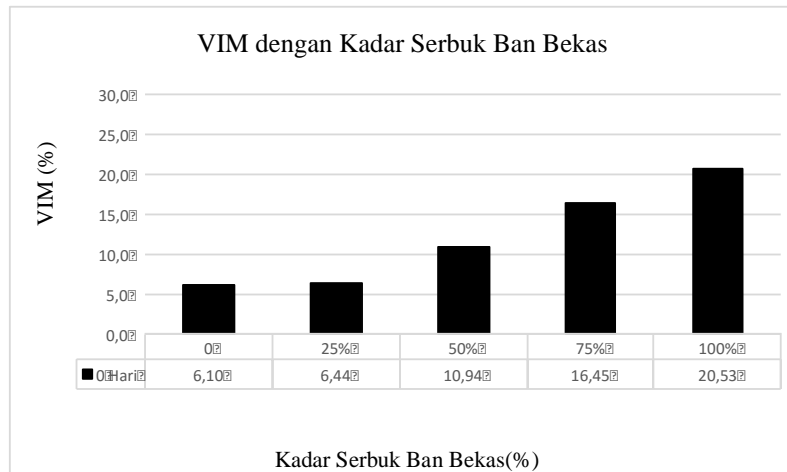
Gambar 3 menunjukkan kadar serbuk ban bekas terhadap nilai stabilitas. Benda uji tanpa *curing time* menunjukkan penurunan nilai stabilitas terhadap penambahan serbuk ban bekas. Pada stabilitas sisa menunjukkan penurunan nilai stabilitas benda uji. Penurunan nilai stabilitas ini disebabkan karena serbuk ban bekas terlepas selama perendaman sehingga kekuatan benda uji juga mengalami penurunan.

Pada **Gambar 4** hasil penambahan kadar serbuk ban bekas 0%, 25%, 50%, 75%, 100% menunjukkan bahwa sampel memiliki kadar rongga / *void in mix*(VIM). yang besar. Hal ini menyebabkan turunnya nilai stabilitas pada benda uji. Karakter agregat Banyuwangi yang memiliki nilai abrasi yang tinggi dan juga campuran aspal emulsi dingin memerlukan waktu untuk *setting* sehingga campuran aspal emulsi dingin ditambahkan dengan serbuk ban bekas, serbuk ban bekas tidak dapat mengisi rongga didalam campuran. Nilai VIM dari perendaman selama 24 jam menunjukkan peningkatan yang berarti banyak serbuk ban bekas yang terlepas selama perendaman berlangsung. Hal ini menunjukkan bahwa serbuk ban bekas tidak dapat mengikat dengan baik dengan agregat.

Tabel 3. menunjukkan bahwa hasil pengujian Campuran Aspal Emulsi Dingin (CAED) dengan kadar serbuk ban bekas 0% dan 25% sudah memenuhi seluruh spesifikasi yang sudah di tetapkan. Untuk kadar 50%, 75% dan 100% tidak memenuhi spesifikasi karena nilai VIM melebihi batas maksimum.



Gambar 3. Hubungan antara Kadar Serbuk Ban Bekas dengan Stabilitas Rendam



Gambar 4. Hubungan antara Kadar Serbuk Ban Bekas dengan VIM

Tabel 3. Hasil Pengujian CAED dengan Serbuk Ban Bekas (a) 0%,(b) 25%,(c) 50%,(d) 75%,dan (e) 100%

No	Parameter	Satuan	Standar Spesifikasi		0%	25%	50%	75%	100%
			Min	Max					
1	Kadar Bitumen Efektif	-	5,5	-	7,415	7,415	7,415	7,415	7,415
2	Kadar Bitumen Terserap	-	-	1,7	0,6364	0,6364	0,6364	0,6364	0,6364
3	Stabilitas Rendaman	kg	300	-	1297,89	655,4	659,94	524,88	202,31
4	Stabilitas Sisa	%	50	-	1260,22	579,08	558,13	479,3	193,04
5	Kadar Rongga	mikron	5	10	6,1	6,44	10,94	16,45	20,53
6	Tebal Film Bitumen	%	8	-	15,93	15,93	15,93	15,93	15,93
7	Tingkat Penyelimutan	%	75	-	80	80	80	80	80

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa:

- Penggunaan serbuk ban bekas pada penelitian ini dapat mengurangi penggunaan agregat halus pada campuran aspal sehingga biaya yang diperlukan juga lebih murah. Penambahan kadar serbuk ban bekas dan dengan *filler fly ash* mengakibatkan turunnya nilai stabilitas dan mengakibatkan kenaikan nilai VIM. Kenaikan nilai VIM menunjukkan bahwa rongga yang terdapat pada campuran aspal emulsi dingin cukup banyak. Karena yang digunakan adalah aspal tipe CSS-1h, maka waktu setting yang diperlukan cukup lama sehingga stabilitas benda uji akan meningkat seiring dengan bertambahnya *curing*. Kadar serbuk ban bekas optimum pada penelitian ini adalah sebesar 25% karena memenuhi spesifikasi nilai VIM dan spesifikasi stabilitas

6. DAFTAR REFERENSI

- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2010). *Spesifikasi Umum Edisi 2010* (Revisi 3). Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Fajrina, P., (2014). *Analisis Karakteristik Campuran Aspal Emulsi Dingin (CAED) Bergradasi Rapat Dengan Filler Semen Portland*
- Mashaan, N.S. et al. (2014). *A Review on Using Crumb Rubber in Reinforcement of Asphalt Pavement*. University of Malaya, Malaysia from <https://www.hindawi.com/journals/tswj/2014/214612/>
- Muliawan, I.W. (2011). *Analisis Karakteristik dan Peningkatan Stabilitas Campuran Aspal Emulsi Dingin (CAED)*. Tesis Program Pascasarjana Universitas Udayana, Bali.
- SNI 4798:2011. (2011). *Spesifikasi Aspal Emulsi Kationik*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Sukirman, S. (2003). *Campuran Beraspal Panas*. Bandung: Granit.

- Thanaya, I.N.A. (2007). "Review and Recommendation of Cold Asphalt Emulsion Mixtures (CAEMs) Design". *Civil Engineering Dimension*, Vol. 9, No. 1, 49–56, March 2007.
- Thanaya , I.N.A. (2007). "Evaluating and Improving the Performance of Cold Asphalt Emulsion Mixes". *Civil Engineering Dimension*, Vol. 9, No. 2, 64-69, September 2007.
- Thanaya, I.N.A. et al. (2015). *Peningkatan Stabilitas Campuran Aspal Emulsi Dingin dengan Bahan dari Agregat Hasil Garukan Aspal Lama Dengan dan Tanpa Semen*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana.
- Wulandari, P. S. dan Tjandra, D. (2016). *Use of Crumb Rubber as an Additive in Asphalt Concrete Mixture*. *Procedia Engineering* 171, 1384-1389.