

KARAKTERISTIK ABU TERBANG PADA STABILITAS HRS-WC

Gussyafri

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, 28293

ABSTRAK

Bahan pengisi (filler) pada HRS-WC sangat dibutuhkan untuk menambah kadar aspal agar campuran aspal panas mempunyai durabilitas tinggi dan mencegah terjadinya bleeding dengan batasan nilai minimal stabilitas 800 kg dan batasan rongga pori 3 – 5 %. Karakteristik filler yang mempunyai jumlah permukaan yang luas sangat mendukung penyerapan aspal. Material filler untuk bahan HRS-WC biasanya didapatkan dari abu batu dan sangat sulit diproduksi. Sebagai bahan alternatif, abu terbang hasil dari pembakaran kulit kayu pada pengolahan bubur kertas PT. RAPP mempunyai karakteristik bahan filler.

HRS-WC adalah jenis aspal campuran panas durabilitas tinggi karena mempunyai kadar aspal dan filler yang lebih banyak dibandingkan aspal campuran panas jenis lainnya. Pada penelitian ini dibuat 60 unit sampel, untuk melihat pengaruh penambahan abu terbang pada HRS-WC yang dicampur dengan variasi abu terbang 0 %, 6 %, 10 % dan 12 % dan variasi aspal 5 %, 5,5 %, 6 %, 6,5 % dan 7 %.

HRS-WC dengan 0 % abu terbang (tanpa abu terbang) menghasilkan stabilitas 1267 kg dan rongga pori 8,201 %, HRS-WC dengan 6 % abu terbang menghasilkan stabilitas 1000 kg dan rongga pori 3,633 %, HRS-WC dengan 10 % abu terbang menghasilkan stabilitas 1033 kg dan rongga pori 3,558 %, HRS-WC dengan 12 % abu terbang menghasilkan stabilitas 1300 kg dan rongga pori 3,786 %. Dari penelitian ini disimpulkan bahwa abu terbang sebesar 6 %, 10 % dan 12 % dapat dipergunakan sebagai filler pada HRS-WC.

Key word : abu terbang; HRS-WC; rongga pori; stabilitas.

PENDAHULUAN

Hotmix jenis HRS-WC adalah hotmix durabilitas tinggi dan bersifat lentur dengan kadar aspal tinggi sehingga memerlukan material halus (filler) untuk dapat menyerap sebahagian kadar aspal juga menambah rongga udara (void) serta meningkatkan stabilitas. Kekurangan filler pada HRS-WC akan menyebabkan bleeding. Material filler sulit diperoleh di alam, sehingga untuk memperolehnya sering dipergunakan abu batu, semen atau kapur. Incenerator residu sebagai incenerator bottom ash (IBA), hasil dari pembakaran batu bara pada power plant dapat meningkatkan skid resistance pada HMA wearing course (Prithvi S. K, 1992).

Fly ash fisiknya seperti filler, adalah sisa pembakaran batu bara bercampur kulit kayu pada pengolahan bubur kertas (pulp) PT. RAPP di Kerinci Kabupaten Pelalawan Riau. Diproduksi PT. RAPP ± 170 m³ / hari. Filler yang biasa digunakan pada campuran hotmix adalah semen, kapur dan abu batu. Pengaruh filler kapur pada hotmix adalah mereduksi deformasi aspal pada temperature tinggi, terutama selama pelaksanaan sering terjadi rutting. Hidrasi filler kapur meningkatkan kekakuan aspal film dan memperkuatnya. Lebih jauh, kapur membuat campuran hotmix tidak sensitif terhadap pengaruh air dengan memperbaiki ikatan antara agregat dengan aspal. Hal ini bersinergi meningkatkan ketahanan terhadap rutting (Dallas, 2001). Kapur mereduksi oksidasi tidak hanya pada saat terjadinya oksidasi tetapi juga pada saat hangat dengan produksi oksidasi. Pengaruh ini menjaga hotmix dari hardening dan cracking melalui fatigue dan temperatur rendah. Secara sinergi, pengaruh filler hidrasi kapur terdispersi di dalam aspal meningkatkan fracture resistance dan cracking resistance (Dallas, 2001).

LANDASAN TEORI

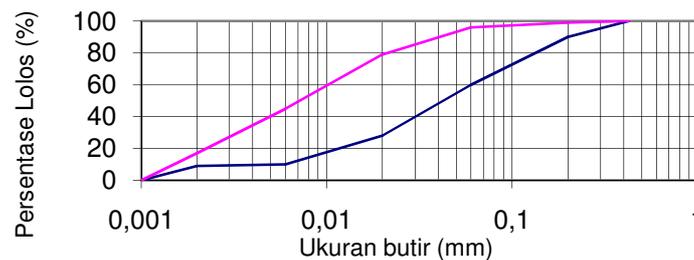
HMA durabilitas tinggi terdiri dari agregat pecah, pasir, aspal dan *filler*. Agregat pecah diperoleh dari sirtu sungai yang telah disaring atau batu gunung yang dipecah dengan alat pemecah batu (*stone crusher*) dan dibagi menjadi 3 fraksi, yaitu agregat pecah lolos saringan 19 mm disebut agregat pecah kasar (*course aggregate = CA*), agregat pecah lolos saringan 9.5 mm disebut agregat pecah sedang (*medium aggregate = MA*) dan agregat pecah lolos saringan 4.75 mm disebut agregat pecah halus (*fine aggregate = FA*).

Agregat pecah mempunyai permukaan lebih luas dan lebih kasar dibandingkan dibandingkan dengan batu alami yang permukaannya lebih mulus dan bulat (*rounded*) sehingga ikatan antar butir agregat (*interlocking of aggregate*) menjadi lebih baik.

Pasir yang dipergunakan untuk HMA adalah pasir halus alami (FS = *fine sand*) lolos saringan 4.75 mm bersih dari lumpur atau bahan lempung. Pasir halus ukuran butirnya hampir seragam dan berfungsi sebagai :

- pengisi celah antar butir
- penyerap aspal yang potensial untuk jenis aspal durabilitas tinggi
- membuat persentase rongga (*void*) yang diinginkan (4% - 6%) untuk mencegah naiknya cairan aspal ke permukaan badan jalan (*bleeding*).

Bahan *fly ash* digunakan sebagai *filler*. Warna *fly ash* biasanya dari abu-abu sampai abu-abu kehitaman yang mempunyai berat jenis 2,15 – 2,8 (Aman, 1995). Karakteristik fisik *fly ash* umumnya tergantung pada efisiensi proses pembakaran pada tempat pengolahan dan jenis bahan serta asal sumber batu bara, baik yang berasal dari jenis *anthracite*, *sub-bituminous*, *bituminous* atau *lignitic* (Cripwell, 1992). Gradasi *fly ash* mempunyai batasan seperti Gambar 1.



Gambar 1. Grafik gradasi *fly ash* (Cripwell, 1992)

Aspal bitumen yang dipergunakan selain harus memenuhi spesifikasi dan persyaratan pemeriksaan laboratorium juga harus memiliki karakteristik antara lain :

- Aspal harus melapisi batuan dengan rapat.
- Aspal yang dipergunakan tidak menjadi cepat rapuh.
- Aspal yang dipergunakan mempunyai sifat melekat (*adhesi*) terhadap batuan yang dilapisi.
- Aspal yang melapisi batuan tidak peka terhadap perubahan suhu.
- Aspal harus memberikan lapisan yang elastis pada batuan.

Menentukan kadar aspal optimum (KAO) atas dasar hasil *Marshall*. Pendekatan perencanaan campuran dengan pendekatan perencanaan campuran tradisional atau pendekatan campuran menurut “*Central of Quality Control Monitoring Units*” (CQCMU).

Campuran aspal panas terdiri dari agregat pecah (kasar, sedang dan halus), pasir halus, aspal dan bahan *filler*. Perencanaan HMA tujuannya adalah :

- untuk mengetahui persentase pemakaian agregat kasar, agregat sedang, agregat halus, pasir halus, *filler* dengan cara *matrix* atau cara grafis
- mengetahui aspal optimum dengan cara *trial and error* dari beberapa benda uji dengan variasi kadar aspal. Kadar aspal prakiraan ditentukan dengan formula *Asphalt Institute*.

$$P = 0.035 a + 0.045 b + F$$

dimana : P = kadar aspal (%)

a = persentase agregat tertahan saringan no. 8 (2.38 mm)

b = persentase agregat lolos saringan no. 8 tertahan saringan no. 200

F = berkisar 0 - 1.5 %.

F = 0.15 C untuk material yang lolos saringan no. 200 bernilai 11 - 15 %

F = 0.18 C untuk material yang lolos saringan no. 200 bernilai 6 - 10 %

F = 0.20 C untuk material yang lolos saringan no. 200 bernilai < 5 %

C = persentase lolos saringan no. 200.

Rumusan untuk karakteristik *hotmix* adalah :

$$B = \frac{100}{\left(\frac{\% MA}{BJ_{oven\ dry\ MA}} + \frac{\% FA}{BJ_{oven\ dry\ FA}} + \frac{\% FS}{BJ_{oven\ dry\ FS}} + \frac{\% filler}{BJ_{oven\ dry\ filler}} \right)}$$

$$Effective\ specific\ gravity\ aggregate,\ C = \frac{100/2}{\left(\frac{\% MA}{BJ_{app.\ MA}} + \frac{\% FA}{BJ_{app.\ FA}} + \frac{\% FS}{BJ_{app.\ FS}} + \frac{\% filler}{BJ_{app.\ filler}} \right)} + \frac{B}{2}$$

$$Bulk\ specific\ gravity\ of\ mix = \frac{berat\ benda\ uji\ kering}{berat\ benda\ uji\ SSD - berat\ benda\ uji\ dalam\ air}$$

$$Berat\ jenis\ maksimum\ campuran\ teoritis,\ D = \frac{100}{\frac{100 - A}{C} + \frac{A}{T}}$$

Volume benda uji campuran = berat benda uji jenuh permukaan kering - berat benda uji dalam air

$$Berat\ isi\ benda\ uji\ campuran,\ J = \frac{bulk\ specific\ gravity\ of\ mix}{volume\ benda\ uji\ campuran}$$

$$Voids\ in\ mix,\ VIM = \frac{100 \times (D - J)}{D}$$

$$Void\ in\ mineral\ aggregate,\ VMA = 100 - \frac{(100 - A) \times B}{B}$$

$$Void\ filled\ with\ asphalt,\ VFA = \frac{100 \times (VMA - VIM)}{VMA}$$

$$Aggregate\ surface\ area,\ Q = A_{3/4} \times 0,41 + A_{3/8} \times 0,41 + A_{\#4} \times 0,41 + A_{\#8} \times 0,82 + A_{\#16} \times 1,64 + A_{\#30} \times 2,87 + A_{\#50} \times 6,14 + A_{\#100} \times 12,29 + A_{\#200} \times 32,77.$$

A_x = persentase lolos saringan agregat campuran sesuai nomor saringan.

$$Penyerapan\ total\ campuran\ agregat\ terhadap\ aspal = A + \frac{T(100 - A)}{B} - \frac{100 T}{D}$$

$$Bitumen\ film\ thickness = \frac{1000 \times (A - R)}{QT(100 - A)}$$

dengan : R = penyerapan total campuran agregat terhadap aspal (%)

Q = aggregate surface area (m²/kg)

T = berat jenis aspal (gr/cm³)

D = berat jenis maksimum campuran teoritis (gr/cm³)

J = berat isi benda uji campuran (gr)

A = kadar aspal (%)

B = bulk specific gravity agregat (gr/cm³).

Selanjutnya uji *Marshall* untuk mengetahui nilai stabilitas dan *flow* benda uji.

$$\text{Marshall quotient} = \frac{\text{stabilitas}}{\text{flow}}$$

BAHAN DAN METODA

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Riau. Bahan untuk pengujian adalah agregat pecah sedang, agregat pecah halus, *fly Ash* dan aspal. Pengujian yang dilakukan meliputi :

- karakteristi agregat pecah sedang, pengujian agregat pecah halus dan pasir.
- material *fly Ash*.
- aspal
- pengujian karakteristik *marshall* HMA HRS-WC.

Untuk perhitungan diperlukan *sieve analysis data* agregat sedang, agregat halus dan pasir serta batasan HMA jenis HRS-WC pada Tabel 2.

Tabel 2. *Sieve analysis data* serta batasan HRS-WC

Ukuran saringan		Persentase lolos (%)			Batasan HRS-WC	Gradasi Gabungan
(mm)	(inci)	MA	FA	FS		
25.40	1"	100	100	100	100	100
19.10	3/4"	100	100	100	100	100
12.70	1/2"	67.25	99.75	100	90-100	91.61
9.52	3/8"	32.45	99.30	100	75-85	82.65
2.38	no. 8	0.55	7.85	97.2	50-72	50.81
0.590	NO. 30	0.25	1.4	78.6	35-60	39.83
0.149	no. 200	0.1	0.2	0.2	6 - 12	0.17

Diperoleh MA = 25.44 %, FA = 24.41 % dan FS = 50.16 %. Gradasi gabungan dari persentase MA, FA dan FS diperoleh seperti pada Tabel 2 dan nilainya masuk dalam batasan nilai spesifikasi.

Kriteria campuran HMA adalah:

- menggunakan aspal standar komersial pen 60 / 70.
- agregat pecah kasar, sedang, halus dan pasir dari sungai Kampar Bangkinang.
- *fly ash* dari PT. RAPP dari abu hasil pembakaran batu bara bercampur kayu. *Fly ash* yang dipergunakan tidak dihaluskan atau disaring agar sesuai dengan kondisinya di *stock pile*.
- *Specimen* dengan variasi *fly ash* 0 %, 6 % ; 10 % dan 12 % terhadap total campuran agregat, total sampel 60 buah dengan jumlah tumbukan 2 x 50, rinciannya dapat dilihat pada Tabel 3. Referensi persentase *fly ash* pada *hotmix* adalah menurut C. M. Huang et al, 2006 : menggunakan *incenator bottom ash* (IBA). Campuran aspal dengan 0 %, 25 %, 50 %, 75 % dan 100 % IBA terhadap persentase *filler*.

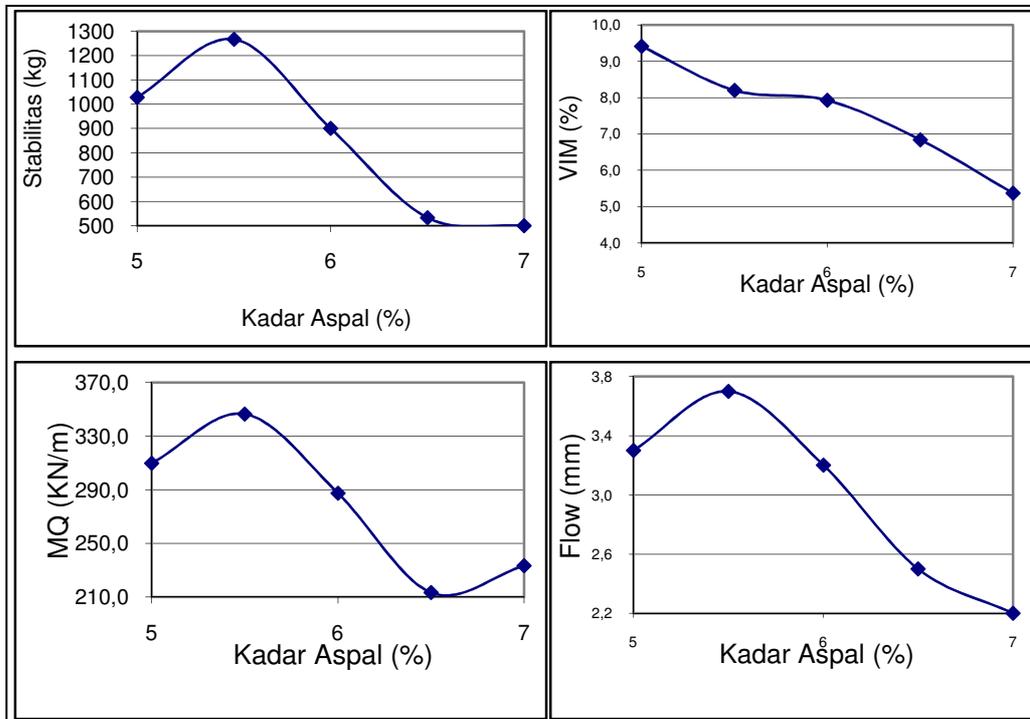
Tabel 3. Jumlah dan komposisi benda uji

No	Persentase <i>Filler</i> (%)	Jumlah Benda Uji Dengan Persentase Aspal (%)					Jumlah benda uji
		5	5.5	6	6,5	7	
1	<i>Fly ash</i>	0	3	3	3	3	60
2		6	3	3	3	3	
3		10	3	3	3	3	
4		12	3	3	3	3	

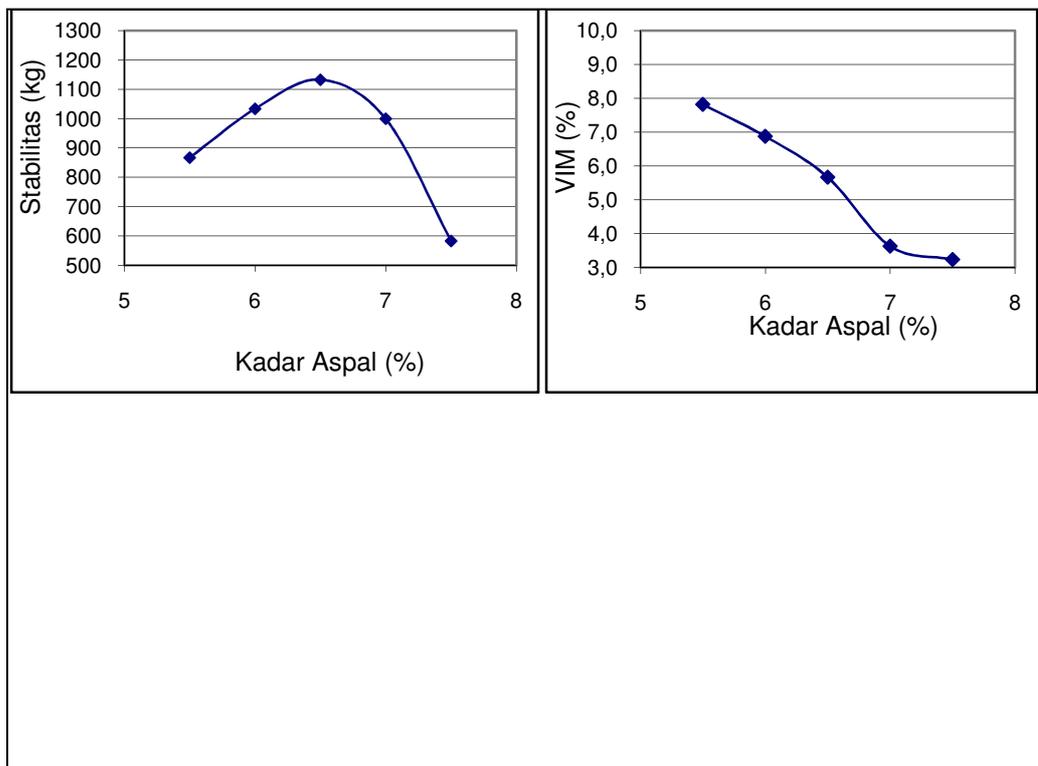
HASIL DAN PEMBAHASAN

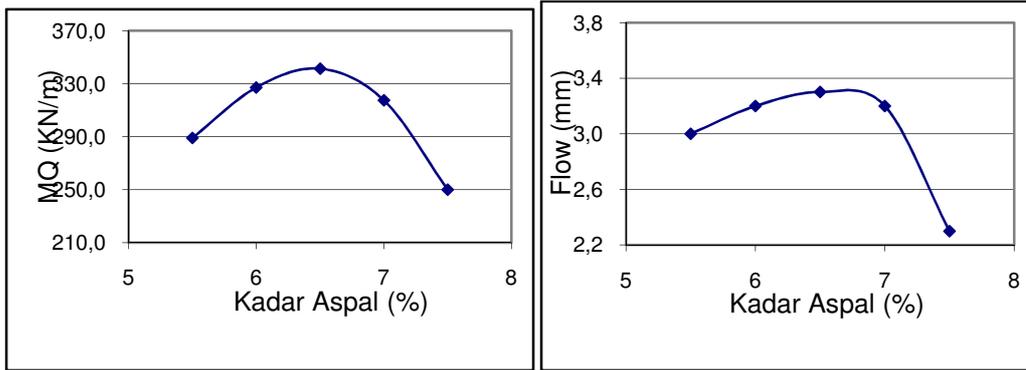
Hasil uji campuran aspal panas (*hotmix asphalt*) adalah :

- *Hotmix* tanpa bahan *filler* ditampilkan pada Gambar 1.
- *Hotmix* dengan bahan *filler fly ash* 6 % ditampilkan pada Gambar 2.
- *Hotmix* dengan bahan *filler fly ash* 10 % ditampilkan pada Gambar 3.
- *Hotmix* dengan bahan *filler fly ash* 12 % ditampilkan pada Gambar 4.

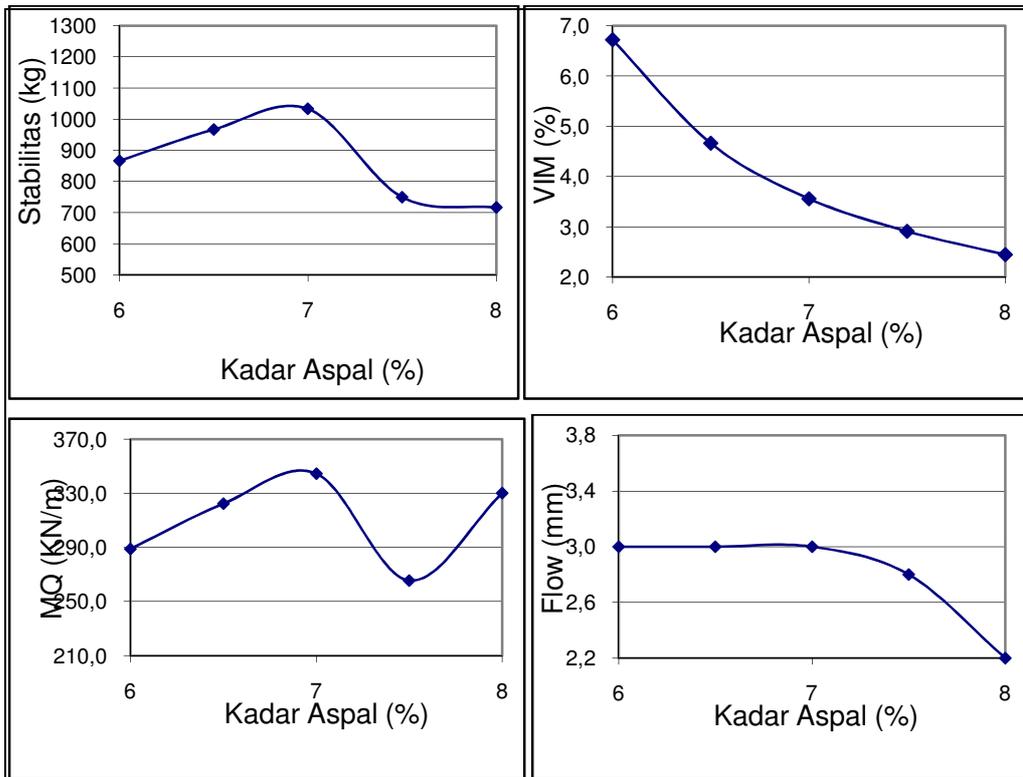


Gambar 1 Hubungan kadar aspal dengan stabilitas, VIM, *Marshall Quotient* dan *flow* pada *hotmix* tanpa bahan tambah *filler*.

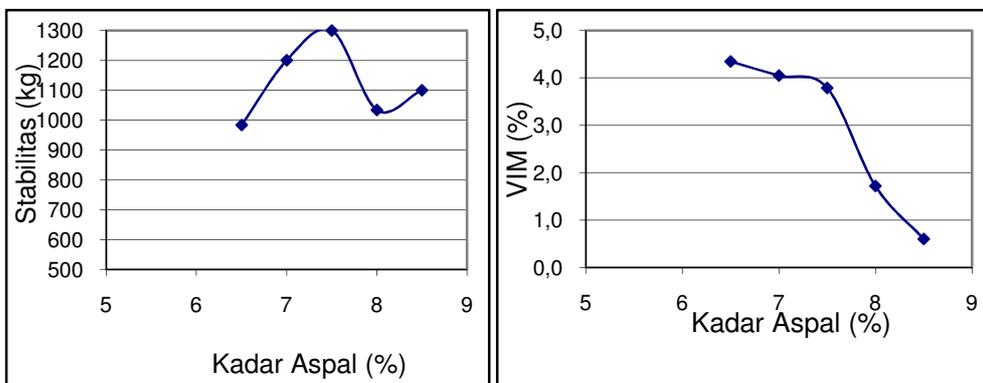


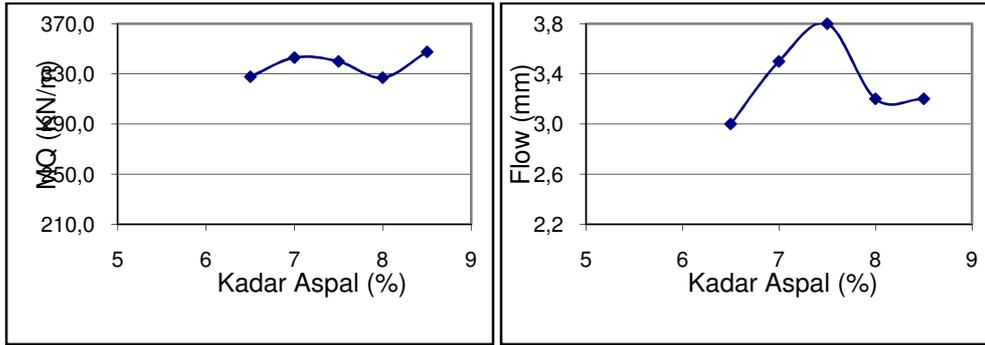


Gambar 2 Hubungan kadar aspal dengan stabilitas, VIM, MQ dan flow pada hotmix dengan bahan filler fly ash 6 %.



Gambar 3 Hubungan kadar aspal dengan stabilitas, VIM, MQ dan flow pada hotmix dengan bahan filler fly ash 10 %.





Gambar 4 Hubungan kadar aspal dengan stabilitas, VIM, MQ dan *flow* pada *hotmix* dengan bahan *filler fly ash* 12 %.

Hasil uji *hotmix* jenis HRS-WC dengan menggunakan variasi bahan tambah *filler* abu kayu dan abu batu bara campur abu kayu dari Gambar 1 sampai Gambar 4 dirangkum dan ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji *hotmix* HRS-WC dengan variasi *fly ash*.

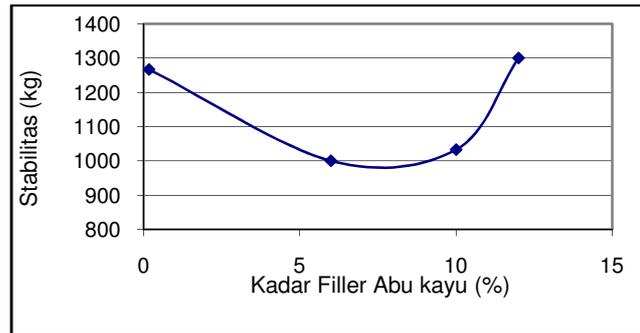
No	Persentase <i>Filler</i> Abu Terbang (%)	Kadar Aspal Optimum (%)	Stabilitas (Kg)	Rongga Udara (%)		<i>Flow</i> (mm)
1	<i>Fly ash</i>	0	5,5	1267	8,201	3,7
2		6,0	7,0	1000	3,633	3,2
3		10,0	7,0	1033	3,558	3,0
4		12,0	7,5	1300	3,786	3,8
	Batasan (Spesifikasi Bina Marga)			> 800	3 - 5	>3

Dari Tabel 4 terlihat bahwa makin tinggi pemanfaatan bahan tambah *filler* (dari 6%,10% dan 12%) maka makin tinggi nilai kadar aspal optimum (KAO), hal ini berarti fungsi *filler* dapat memperbesar nilai pemakaian aspal. Makin tinggi nilai pemakaian KAO maka makin tinggi ketahanan *hotmix* terhadap kerusakan akibat oksidasi sehingga makin tinggi tingkat umur pakainya dan makin tinggi durabilitasnya serta makin tinggi nilai elastisitas *hotmix*, sehingga apabila terjadi penurunan (*settlement*) di permukaan badan jalan akan mengurangi terjadinya keretakan yang dapat menyebabkan permukaan badan jalan akan merembes air.

Hasil pengujian *hotmix* HRS-WC dari Tabel 4, terlihat bahwa HRS-WC tanpa bahan tambah *filler*, stabilitasnya lebih besar dari spesifikasi tetapi rongga udaranya terlalu besar melebihi batasan spesifikasi.

Hasil HRS-WC dengan bahan tambah *filler* abu kayu atau abu batu bara campur abu kayu sebesar 6%, 10% dan 12%, stabilitasnya lebih besar dari spesifikasi yang ditetapkan oleh SubDinas Bina Marga Dinas Kimpraswil dan rongga udaranya juga masuk dalam batasan spesifikasi. Hal ini berarti fungsi *filler* adalah memperkecil rongga udara.

Hubungan variasi pemakaian bahan tambah *filler* abu kayu dengan nilai kekuatan (stabilitas) aspal *hotmix* HRS-WC pada kadar aspal optimum (KAO) yang berbeda ditampilkan pada Gambar 4. 8, sedangkan hubungan variasi pemakaian bahan tambah *filler* abu batu bara campur abu kayu dengan nilai kekuatan (stabilitas) aspal *hotmix* HRS-WC pada kadar aspal optimum (KAO) yang berbeda ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Hubungan stabilitas HRS-WC dengan variasi *filler* abu kayu.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji yang dilakukan terhadap campuran aspal panas dengan bahan tambah abu batu bara campur abu kayu dan bahan tambah abu kayu dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Abu terbang dapat menggantikan fungsi bahan pengisi (*filler*).
- Abu terbang memberikan nilai stabilitas diatas batasan spesifikasi SubDinas Bina Marga Dinas Kimpraswil.
- Abu terbang meningkatkan kadar aspal, sehingga dapat meningkatkan *bitumen film thickness*, meningkatkan ketahanan *hotmix* terhadap pengaruh oksidasi dan meningkatkan kekenyalan (duktilitas) aspal campuran panas serta elastisitas *hotmix*.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Kepala Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Riau dan PT. RAPP pada pengadaan *fly ash*.

Daftar Pustaka

1. Bina Marga, 1996. Central Quality Control Monitoring Unit. Jakarta.
2. C,M,Huang et al, 2006, Physical and Environmental Properties of Asphalt Mixtures Containing Incenerator Bottom Ash, National Taiwan University, Taiwan.
3. David J. White et al, 2005, Fly ash Stabilization for Non-uniform Subgrade Soil, Center for Transportation Research and Education, Iowa State University.
4. Laboratorium Jalan Raya FT UNRI, 2004. Penuntun Praktikum Jalan Raya Teknik Sipil Universitas Riau. Pekanbaru.
5. Lin Li et al, 2009, Mechanical Performance of Pavement Geomaterials Stabilized with Fly Ash in Field Applications, Jackson State University, Jackson Mississippi.
6. Paul H Wright Norman J Ashford, Transportation Engineering, Fourth Edition, 1998, John Wiley & Sons.
7. Prithvi S. Kandhal, 1992, Waste Materials in Hotmix Asphalt an Overview, National Center for Asphalt Technology.



8. Sudarmoko, 1995. Pengaruh Abu Sekam Padi (Rice Husk Ash) Pada Kuat Tekan Beton. Media Komunikasi Teknik Sipil 6 : 8 – 11.