

Karakteristik Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Dengan Penambahan Bahan Pengisi Abu Terbang Batubara

M. Sa'dillah¹ Arinda Leliana²

¹ Teknik Sipil, Teknik, Universitas Tribhuwana Tunggadewi - Jl. Telaga Warna Blok C, Malang 65144

² Manajemen Transportasi Perkeretaapian, Politeknik Perkeretaapian Indonesia - Jl Tirta Raya, Madiun 63161

e-mail: muhsad93@gmail.com. No. HP 082141461619

Diterima (Juli, 2020), direvisi (Agustus, 2020), diterbitkan (September, 2020)

Abstrak

Upaya dalam meningkatkan kekuatan struktur perkerasan jalan selain dengan campuran beraspal panas (*hotmix*) dengan spesifik baru, pemilihan jenis material juga memiliki peranan besar. Bahan material yang dimaksud selain aspal, agregat kasar maupun agregat halus terdapat bahan pengisi (*filler*). Bahan semen dan abu terbang batubara (*fly ash*) merupakan bahan terbaik yang boleh dipakai sebagai bahan pengisi. Abu terbang batubara merupakan sisa pembakaran batu bara pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) sehingga dalam penelitian ini digunakan sebagai bahan pengisi dalam campuran aspal beton lapis aus (AC-WC). Dalam penelitian ini terbagi dalam 3 (tiga) tahapan yaitu (1) tahapan pemilihan bahan; (2) tahap persiapan benda uji; (3) tahap penelitian dan analisis data. Dari hasil pengujian bahan material agregat kasar maupun halus, *filler* serta aspal sudah sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan. Penambahan *filler* abu terbang batubara membuktikan bahwa terjadi peningkatan stabilitas campuran aspal beton. Semakin ditambahkan maka nilai stabilitas juga semakin meningkat. Selain nilai stabilitas, nilai VIM dan VMA juga ikut terpengaruhi. Semakin ditambah kadar *filler* abu terbang batubara maka rongga campuran aspal beton semakin kecil sehingga campuran lebih kedap air dan *gap* (ruang kosong) antar agregat juga semakin kecil. Hal ini menunjukkan bahwa abu terbang batubara berfungsi mengisi kekosongan antara agregat sehingga menjadi pengunci (*interlocking*) dalam campuran aspal beton.

Abstract

Efforts to increase the strength of the pavement structure in addition to a new specific hot asphalt mixture, the choice of material type also has a big role. The material in question other than asphalt, coarse and fine aggregate contains filler. Cement materials and coal fly ash are the best materials that can be used as fillers. Coal fly ash is the residue of burning coal at a Steam Power Plant (PLTU) so that in this study it is used as a filler in a mixture asphalt concrete wearing course (AC-WC). In this study, it is divided into 3 (three) stages (1) the stage of selecting materials; (2) the test object preparation stage; (3) the research and data analysis stage. From the test results, the materials for coarse and fine aggregate, filler and asphalt are in accordance with the required specifications. The addition of coal fly ash filler proved that there was an increase in the stability of the asphalt concrete mixture. The more it is added, the stability value will also increase. Apart from the stability value, the VIM and VMA values are also affected. The more the coal fly ash filler content is added, the smaller the cavity of the asphalt concrete mixture so that the mixture is more waterproof and the gap (empty space) between the aggregates is also getting smaller. This shows that coal fly ash functions to fill the gaps between the aggregates so that it becomes an interlocking in the asphalt concrete mixture.

Keyword : *filler; flyash; marshall; AC-WC*

1. PENDAHULUAN

Upaya dalam meningkatkan kekuatan struktur perkerasan jalan selain dengan campuran beraspal panas (*hotmix*) dengan spesifik baru, pemilihan jenis material juga memiliki peranan besar. Bahan material yang dimaksud selain aspal, agregat kasar maupun agregat halus terdapat bahan pengisi (*filler*). Fungsi dari *filler* untuk meningkatkan berat jenis campuran dan mengurangi jumlah aspal yang diperlukan untuk mengisi rongga^[6]. Bahan semen dan abu terbang batubara (*fly ash*) merupakan bahan terbaik yang boleh dipakai sebagai bahan pengisi^[4]. Nilai rongga dalam campuran sebesar $>5\%$ dan nilai rongga terisi aspal sebesar $<76\%$ menandakan kurangnya aspal dalam campuran, hal ini disebabkan oleh penggunaan *filler* yang berat jenisnya lebih kecil daripada agregat kasar dan halus^[5]. Abu terbang batubara merupakan sisa pembakaran batubara pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). PLTU adalah pembangkit yang mengandalkan energi kinetik dari uap untuk menghasilkan energi listrik. Pembangkit listrik tenaga uap menggunakan berbagai macam bahan bakar terutama batu bara. Salah satu PLTU terbesar adalah PLTU Paiton, Probolinggo, Jawa Timur. Campuran beton aspal dengan menggunakan bahan pengisi abu terbang batubara menyebabkan perkerasan yang memiliki stabilitas tinggi, kaku dan mempunyai kemampuan deformasi balik yang rendah, tetapi sebaliknya campuran beton aspal tanpa penambahan bahan pengisi abu terbang batubara memiliki stabilitas rendah, lentur dan mempunyai kemampuan deformasi balik yang tinggi^[10]. Dari latar belakang di atas maka peneliti bermaksud melakukan penelitian ini dengan tujuan mengetahui karakteristik serta kadar campuran optimum (KAO) dari campuran aspal beton lapis aus (AC-WC) dengan penambahan bahan pengisi abu terbang batubara. Dengan penambahan diharapkan akan meningkatkan nilai dari karakteristik serta dapat mengisi rongga dalam campuran.

2. MATERI DAN METODE

2.1.KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL BETON

Campuran aspal beton memiliki beberapa karakteristik yang dapat ditinjau^[9] yaitu stabilitas (kekuatan) merupakan kemampuan lapis keras untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja di atasnya tanpa mengalami perubahan bentuk tetap seperti gelombang (*wash boarding*) dan alur (*rutting*). Bentuk, kualitas, tekstur permukaan, gradasi agregat, internal friction, *interlocking*, *cohesion* dan kadar aspal sangat mempengaruhi nilai stabilitas. *Flow* adalah nilai keruntuhan dari campuran aspal beton dimana nilai *flow* berbanding terbalik dengan nilai stabilitas. Semakin besar nilai *flow* maka nilai stabilitas akan semakin menurun yang menunjukkan bahwa terjadi deformasi pada lapisan perkerasan karena menahan beban vertikal di atasnya.

Hasil bagi marshall (*marshall quotient*) merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan *flow*. Nilai *marshall quotient* akan memberikan nilai fleksibilitas campuran. Rumus umum yang digunakan untuk menentukan *marshall quotient* adalah sebagai berikut:

$$MQ = \frac{MS}{MF} \dots\dots\dots (i)$$

Void in Mixture (VIM) adalah total prosentase rongga dalam campuran. Keawetan lapis perkerasan dipengaruhi oleh nilai VIM, semakin besar rongga dalam campuran maka semakin tinggi nilai VIM yang membuat campuran bersifat porus. Rumus umum yang digunakan untuk menentukan VIM adalah sebagai berikut:

$$VIM = 100 - \left(\frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \right) \dots\dots\dots (ii)$$

Void In Mineral Aggregate (VMA) adalah total prosentase rongga udara dan butiran agregat aspal yang mempengaruhi total volume benda uji. Rumus umum yang digunakan untuk menentukan VMA adalah sebagai berikut:

$$VMA = 100 - \left(\frac{G_{mb} - P_s}{G_{sb}} \right) \dots\dots\dots (iii)$$

2.2.ASPAL

Untuk membentuk campuran yang solid dan memberikan kekuatan antara masing-masing agregat maka dibutuhkan aspal^[1]. Aspal mempunyai sifat viskoelastis sehingga dapat berubah bentuk jika diberi tegangan, perubahan temperatur dan waktu pembebanan^[3].

2.3.AGREGAT

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun buatan^[2]. Agregat sebagai komponen utama atau kerangka yang menopang struktur perkerasan jalan harus mengandung 90%-95% agregat berdasarkan jumlah berat atau 75%-85% agregat berdasarkan persentase volume^[9]. Jenis dan campuran agregat sangat mempengaruhi daya tahan atau stabilitas suatu perkerasan jalan^[1].

2.4.BAHAN PENGISI (*FILLER*)

Bahan pengisi (*filler*) dapat berupa debu batu kapur, semen *portland*, abu terbang batubara, abu tanur semen atau material non plastis lainnya^[9]. Bahan pengisi harus mempunyai nilai non plastis. Selain itu harus memenuhi syarat SNI 03-4142-1996 yaitu lolos ayakan No. 200 sebanyak 75% dari lolos ayakan No 30. Fungsi dari *filler* untuk meningkatkan berat jenis campuran dan mengurangi jumlah aspal yang diperlukan untuk mengisi rongga^[6]. *Fly ash* kelas F dan C dapat digunakan sebagai pengganti *portland cement* atau *hydrated lime* karena dapat mengisi ruang kosong dan gesekan antara agregat dalam campuran aspal beton^[7].

2.5.METODE

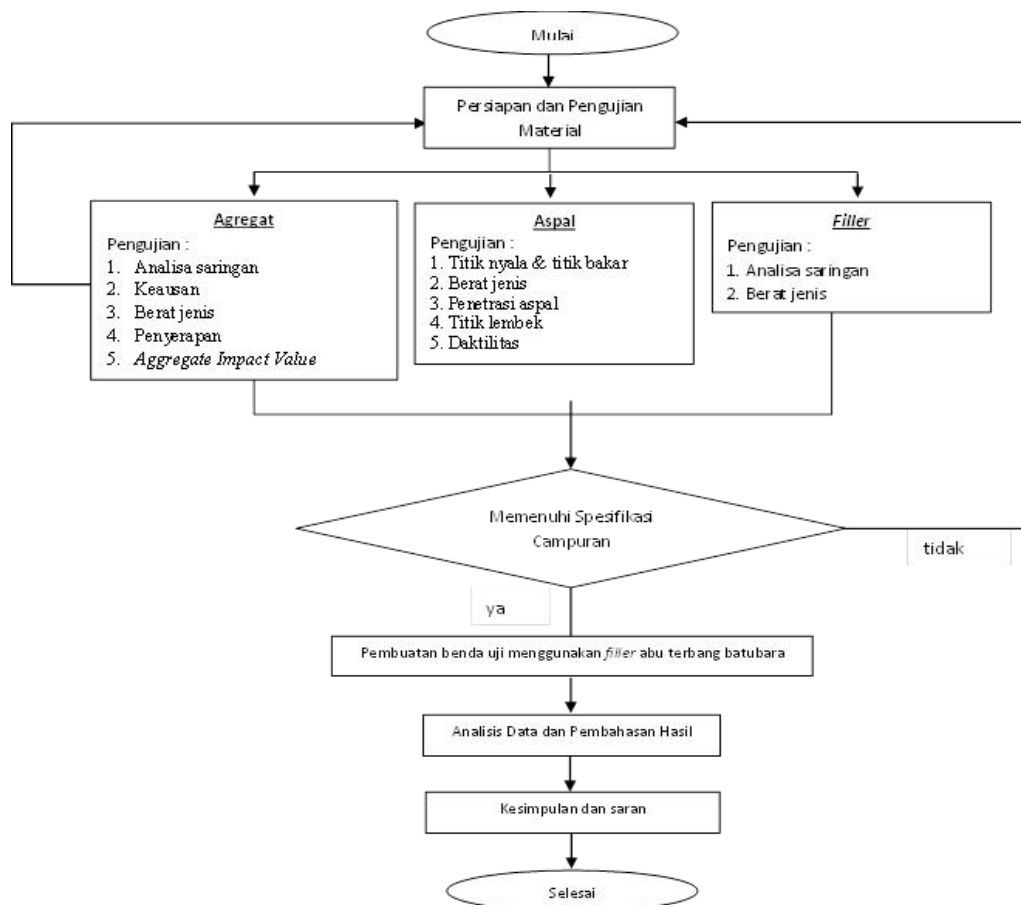
Dalam penelitian ini terbagi dalam 3 (tiga) tahapan dari mulainya penelitian sampai dengan selesainya penelitian yang dijelaskan dalam sebuah diagram alir seperti Gambar 1. tahapan tersebut yaitu tahapan pemilihan bahan meliputi: (1) pemilihan agregat; (2) pemilihan aspal; (4) perencanaan pencampuran. Tahap persiapan benda uji meliputi: (1) persiapan agregat; (2) persiapan aspal; (3) persiapan *filler fly ash*;. Tahap penelitian dan

analisis data meliputi: (1) pemeriksaan bahan; (2) perencanaan campuran; (3) pembuatan benda uji; (4) analisis data.

Tabel 1 Perencanaan Pencampuran Benda Uji

Variasi Kadar <i>Filler</i>	Kadar Aspal	Jumlah Benda Uji
5%	KAO	5
6%	KAO	5
7%	KAO	5
8%	KAO	5
9%	KAO	5
		25

(Sumber: Rencana Benda Uji)



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mencapai campuran aspal beton yang optimum maka dilakukan berbagai macam pengujian yaitu (1) pengujian agregat, (2) pengujian aspal, (3) pengujian *marshall*.

3.1. PENGUJIAN AGREGAT

Jika bahan agregat tidak memenuhi spesifikasi yang sudah ditentukan maka dapat mempengaruhi hasil *job mix formula (JMF)*. Di bawah ini akan dijelaskan lebih lanjut tentang pengujian agregat pada Tabel 2. Data hasil pengujian agregat kasar, halus dan

filler:

Tabel 2 Data Hasil Pengujian Agregat Kasar, Halus dan Filler

No	Pengujian	Unit	Spesifikasi*		Hasil	Keterangan
			Min	Maks		
Agregat Kasar						
1	BJ Bulk	(gr/cm ³)	2,5	-	2,59	Memenuhi
2	BJ SSD	(gr/cm ³)	-	-	2,64	Memenuhi
3	BJ Semu	(gr/cm ³)	-	-	2,73	Memenuhi
4	Penyerapan	%	-	3,0	1,93	Memenuhi
5	Impact	%	-	30	6,39	Memenuhi
6	Keausan	%	-	40	17,67	Memenuhi
Agregat Halus						
1	BJ Bulk	(gr/cm ³)	2,5	-	2,63	Memenuhi
2	BJ SSD	(gr/cm ³)	-	-	2,70	Memenuhi
3	BJ Semu	(gr/cm ³)	-	-	2,82	Memenuhi
4	Penyerapan	%	-	3,0	2,49	Memenuhi
Filler						
1	BJ Bulk	(gr/cm ³)	2,5	-	2,61	Memenuhi
2	BJ SSD	(gr/cm ³)	-	-	2,61	Memenuhi
3	BJ Semu	(gr/cm ³)	-	-	2,61	Memenuhi

Sumber: Hasil Pengujian (2020)

*(Kementrian PU Direktorat Jendral Bina Marga Spesifikasi Umum Edisi 2010 revisi 3)

3.2. PENGUJIAN ASPAL

Jika bahan aspal tidak memenuhi spesifikasi yang sudah ditentukan maka dapat mengurangi kinerja campuran aspal beton dalam menopang beban kendaraan di atasnya. Di bawah ini akan dijelaskan lebih lanjut tentang pengujian aspal pada Tabel 3 Data hasil pengujian aspal.

Tabel 3 Data Hasil Pengujian Aspal

No	Pengujian	Unit	Spesifikasi*		Hasil	Keterangan
			Min	Maks		
1	BJ	(gr/cm ³)	1	-	1,039	Memenuhi
2	Penetrasi	(mm)	60	79	62,26	Memenuhi
3	Titik Lembek	(°C)	48	58	49	Memenuhi
4	Titik Nyala	(°C)	200	-	329	Memenuhi
4	Titik Bakar	(°C)	200	-	335,5	Memenuhi
5	Daktilitas	(cm)	100	-	120,53	Memenuhi

Sumber: Hasil Pengujian (2020)

*(Kementrian PU Direktorat Jendral Bina Marga Spesifikasi Umum Edisi 2010 revisi 3)

3.3. PENGUJIAN MARSHALL

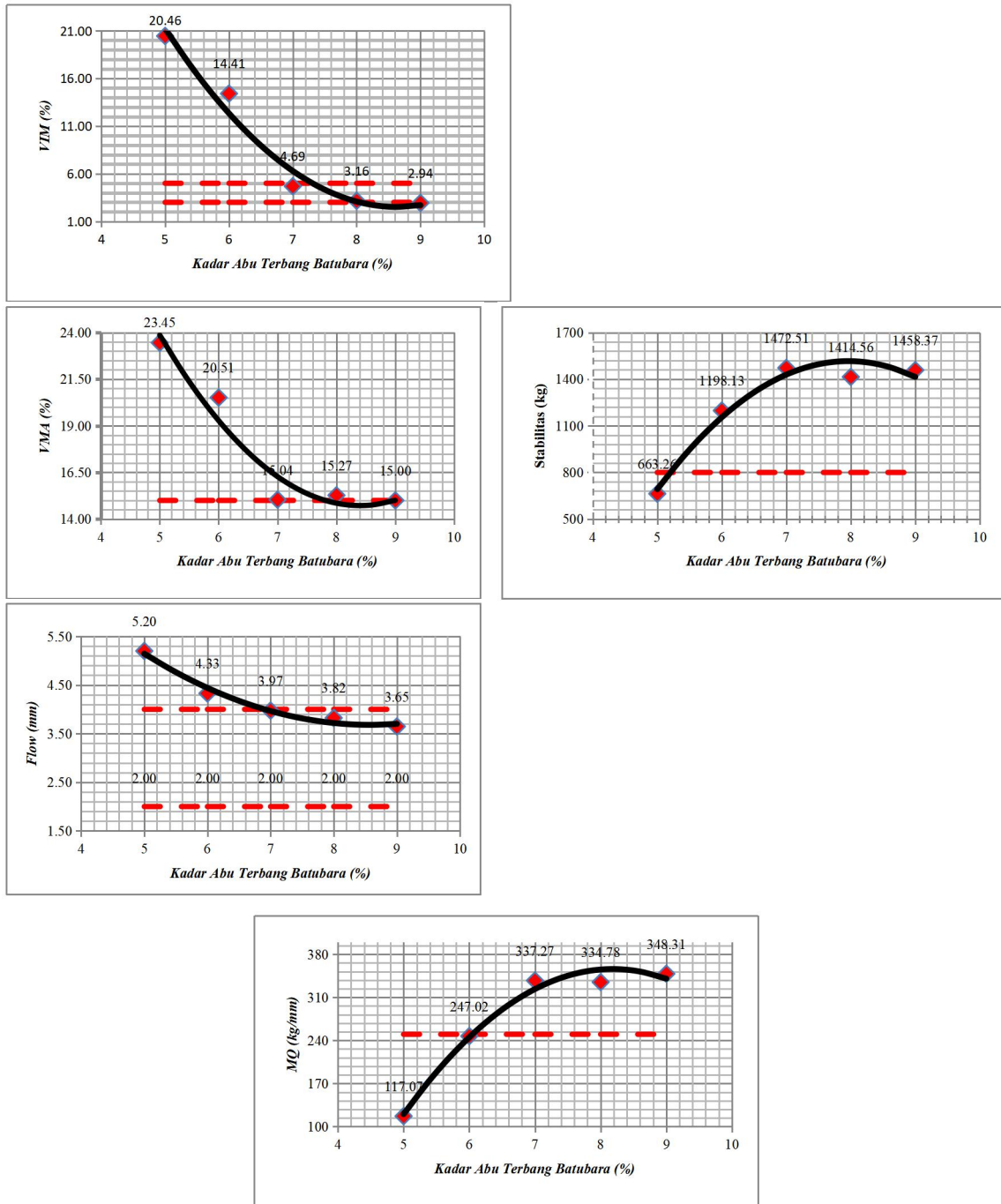
Pengujian *marshall* yang telah dilakukan memperoleh parameter-parameter yaitu stabilitas, *flow*, *marshall quotient*, VIM dan VMA. Hasil analisis perhitungan dari parameter-parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 4 dan disajikan pada Gambar 2. hasil pengujian *marshall*

Tabel 4 Hasil Pengujian Marshall

No	Pengujian	Unit	Spesifikasi*		Hasil
			Min	Maks	
1	VIM	(%)	3,0	5,0	2,94-20,46
2	VMA	(%)	15	-	15,00-23,45
3	Stabilitas	(kg)	800	-	663,26-1472,51
4	Flow	(mm)	2,0	4,0	3,65-5,20
5	Marshall quotient	(kg/mm)	250	-	117,07-348,31

Sumber: Hasil Pengujian (2020)

*(Kementrian PU Direktorat Jendral Bina Marga Spesifikasi Umum Edisi 2010 revisi 3)



Gambar 2 Hasil Pengujian Marshall
 Sumber: Hasil Pengujian (2020)

Parameter Marshall	Spesifikasi	Hasil pengujian	Kadar Abu Terbang Batubara (%)				
			5	6	7	8	9
VIM (%)	3,0-5,0	2,94 - 20,46					
VMA (%)	≥ 15	15,00 - 23,45					
Stabilitas	≥ 800	663,26 - 1472,51					
Flow	2,0-4,0	3,65 - 5,20					
MQ	≥ 250	117,07 - 348,31					

Gambar 3 Kadar Campuran Abu Terbang Batubara Optimum

Sumber: Hasil Pengujian (2020)

3.4. PEMBAHASAN

Nilai *VIM* pada pengujian yang dilakukan terus turun seiring dengan bertambahnya kadar abu terbang batubara. Nilai tertinggi *VIM* yang masih memenuhi syarat yaitu pada kadar 7% dengan nilai 4,69 %. Syarat dari Bina Marga untuk nilai *VIM* pada campuran beton aspal lapis aus (*AC-WC*) adalah 3,0% s/d 5,0% jadi campuran yang memenuhi spesifikasi terdapat pada kadar abu terbang batubara 7% s/d 9%, sedangkan benda uji yang lain nilai *VIM* tidak memenuhi persyaratan.

Nilai tertinggi *VMA* pada pengujian yang dilakukan terdapat pada benda uji pada kadar abu terbang batubara 5% dengan nilai 23,45% kemudian nilai *VMA* terus turun seiring bertambahnya kadar abu terbang batubara. Keseluruhan benda uji penelitian masih memenuhi syarat yang ditentukan oleh Bina Marga yaitu nilai *VMA* untuk campuran beton aspal lapis aus (*AC-WC*) $\geq 15\%$.

Nilai stabilitas tertinggi pada benda uji penelitian yaitu 1472,51 kg pada kadar abu terbang batubara 7% tetapi kemudian turun pada kadar 8% dengan nilai stabilitas 1414,56 kg. Pada kadar 9% terjadi kenaikan lagi yaitu 1458,37 kg. Keseluruhan benda uji penelitian masih memenuhi syarat yang ditentukan oleh Bina Marga yaitu nilai stabilitas untuk campuran beton aspal lapis aus (*AC-WC*) ≥ 800 kg, kecuali pada benda uji dengan kadar abu terbang batubara 5% dimana nilai stabilitas tidak memenuhi persyaratan yaitu 663,26 kg/mm.

Nilai tertinggi *flow* pada benda uji penelitian yaitu 5,20 mm pada kadar abu terbang batubara 5% kemudian nilai *flow* terus turun seiring bertambahnya kadar abu terbang batubara hingga mencapai 9% dengan nilai 3,65 mm. Keseluruhan benda uji penelitian memenuhi syarat yang ditentukan oleh Bina Marga yaitu nilai stabilitas untuk campuran beton aspal lapis aus (*AC-WC*) antara 2,00 mm s/d 4,00 mm, kecuali pada benda uji dengan kadar abu terbang batubara 5% dan 6%.

Nilai *marshall quotient* pada pengujian yang dilakukan terus naik seiring dengan bertambahnya kadar abu terbang batubara. Nilai tertinggi *marshall quotient* yang masih memenuhi syarat yaitu pada kadar abu terbang batubara 7% dengan nilai 337,278,31 kg/mm. Keseluruhan benda uji penelitian masih memenuhi syarat yang ditentukan oleh Bina Marga yaitu nilai *marshall quotient* untuk campuran beton aspal lapis aus (*AC-WC*) ≥ 250 kg/mm, kecuali pada benda uji dengan kadar abu terbang batubara 5% dan 6% .

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian, penambahan *filler* abu terbang batubara terjadi peningkatan stabilitas. Dimana nilai stabilitas tertinggi pada kadar 7% dengan nilai 1472,51 Kg. Semakin ditambahkan kadar *filler* maka nilai stabilitas juga semakin meningkat. Selain nilai stabilitas, nilai *VIM* dan *VMA* juga ikut terpengaruhi. Nilai *VIM* dan *VMA* hampir memenuhi seluruh spesifikasi kecuali pada kadar 5% dan 6%. Semakin ditambah kadar *filler* abu terbang batubara maka rongga campuran aspal beton semakin kecil sehingga campuran lebih kedap air dan *gap* (ruang kosong) antar agregat juga

semakin kecil. Hal ini menunjukkan bahwa abu terbang batubara berfungsi mengisi kekosongan antara agregat sehingga menjadi pengunci (*interlocking*) dalam campuran aspal beton. Kadar campuran optimum (KAO) yang memenuhi seluruh spesifikasi pada pengujian ini terdapat pada kadar 8%.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Krebs, R. D., & Walker, R. D. (1971). Highway Materials. McGraw-Hill.
- [2] DPU. (1987). Petunjuk perencanaan tebal perkerasan lentur jalan raya dengan metode analisa komponen (Vol. 73, Issue 02).
- [3] Brown, S. (1990). The Shell Bitumen Handbook. Shell Bitumen U.K.
- [4] Pratomo, P. (1999). *Campuran Hot Rollewsd Sheet Dengan Berbagai Jenis Filler*. Prosiding Simposium I Studi Transportasi Perguruan Tinggi. Bandung: Institut Teknik Bandung.
- [5] Widodo, Sri. (2000). *Pengaruh Berat Jenis Filler terhadap Karakteristik Campuran Split Mastic Asphalt*. Prosiding Simposium III FSTPT, ISBN NO. 979-96241-0-X
- [6] Ir, Suprpto Tm, M. S. (2004). Bahan dan Struktur Jalan Raya (Ketiga). KMTS FT UGM.
- [7] Wardani, S.P.R. (2008). *Pemanfaatan Limbah Batubara (Fly Ash) Untuk Stabilisasi Tanah Maupun Keperluan Teknik Sipil Lainnya Dalam Mengurangi Pencemaran Lingkungan*. Semarang: Universitas Diponegoro
- [8] Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina marga. (2010). Spesifikasi Umum 2010 (Rev 3) Final.
- [9] Sukirman, S. (2016). *Beton Aspal Campuran Panas*. Institut Teknologi Nasional.
- [10] Arifin, M. Z. (2018). Pengaruh Penggunaan Abu Terbang Batubara Sebagai Bahan Pengisi Terhadap Modulus Resilien Beton Aspal Lapis Aus. Jurnal Himpunan Pengembang Jalan Indonesia, 4(1), 59–66.