

## **Kinerja *Marshall Immersion* pada *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)* dengan Limbah *Bottom Ash* Sebagai Substitusi Agregat Halus**

Muhammad Rifaidi<sup>1</sup>, Nuryasin Abdillah<sup>2</sup>, Aidil Abrar<sup>3</sup>  
1,2,3 Program Studi Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Dumai Jl. Utama Karya  
Bukit Batrem II  
Email : [mr6261659@gmail.com](mailto:mr6261659@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Penggunaan bahan bakar padat berupa batubara sebagai sumber energi menghasilkan limbah *bottom ash* dan *fly ash*, yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk meneliti efek penggunaan *bottom ash* sebagai pengganti agregat halus terhadap stabilitas, kelelahan (*Flow*), rongga dalam campuran (VIM), rongga dalam mineral agregat (VMA), rongga terisi aspal (VFA) dan *Marshall Quotient* dari campuran aspal beton. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Sekolah Tinggi Teknologi Dumai, dengan penggunaan kadar aspal 4%, 6% dan 8% dengan masing-masing kadar mewakili 4 sampel benda uji. Dari penelitian ditemukan bahwa penggunaan limbah *bottom ash* sebagai pengganti agregat halus pada campuran aspal mempengaruhi nilai Flow, VIM, dan VFA yang tidak masuk kedalam spesifikasi yang telah di tentukan Bina Marga Revisi 3 tahun 2010.

**Kata Kunci :** aspal (AC-WC), limbah *bottom ash*, karakteristik *marshall*

### **ABSTRACT**

*The use of solid fuel in the form of coal as an energy source produces bottom ash and fly ash waste, which can cause environmental pollution. This research aims to examine the effect of using bottom ash as a substitute for fine aggregate on stability, flow, voids in the mixture (VIM), voids in mineral aggregate (VMA), voids filled with asphalt (VFA) and the Marshall Quotient of asphalt concrete mixtures. This research was carried out in the Dumai College of Technology laboratory, using asphalt levels of 6%, 8% and 10% with each level representing 4 samples of test objects. From the research it was found that the use of bottom ash waste as a substitute for fine aggregate in the asphalt mixture affected the Flow, VIM and VFA values which were not included in the specifications determined by Bina Marga Revision 3 of 2010.*

**Keywords:** asphalt (AC-WC), waste bottom ash, marshall characteristics

### **Pendahuluan**

Penggunaan bahan bakar padat berupa batubara sebagai sumber energi menghasilkan limbah *bottom ash* dan *fly ash*, yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Pemanfaatan limbah pada industri PT. Dumai Hijau Abadi harus di

tingkatkan, limbah yang di tampung dari PT. DHA ini mencapai 15000 ton dalam sebulan yang terdiri dari 80% *fly ash* dan 20% *bottom ash*.

Besarnya jumlah limbah yang dihasilkan tersebut akan menyebabkan masalah terutama dalam pembuangan limbah tersebut, karena dapat mencemari lingkungan disekitarnya serta membutuhkan fasilitas pembuangan yang relatif mahal. Untuk itu limbah tersebut mulai diolah sebagai bahan bangunan misalnya *fly ash cement*, sebagai bahan urugan, sebagai bahan campuran batako dan dapat juga dipakai sebagai material perkerasan jalan.

Di Indonesia, pemanfaatan limbah *bottom ash* ini sebagai material pembuatan aspal masih sedikit di teliti. Hal inilah perlunya diadakan penelitian tentang perilaku *bottom ash* sebagai pengganti agregat halus pada aspal.

Pemanfaatan limbah *bottom ash* sebagai bahan substitusi agregat halus pada aspal diharapkan bisa menjadi solusi untuk mengatasi masalah limbah padat batubara.

## Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen laboratorium, yaitu metode yang digunakan dengan melakukan pengujian di laboratorium untuk mendapatkan data. Kemudian melakukan pengolahan data untuk mengetahui pengaruh dari bahan tambah limbah *fly ash* terhadap karakteristik aspal dengan menggunakan pengujian *Marshall*.

Penelitian ini menggunakan persentase *fly ash* sebagai pengganti agregat halus sebesar 4%, 6%, dan 8% dengan masing masing 4 buah benda uji, maka total benda uji sebanyak 12 benda uji.

## Hasil dan Pembahasan

### Hasil Pengujian Agregat Kasar dan Halus

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah split Tanjung Balai sementara agregat halus adalah *Bottom Ash*. Sebelum digunakan, agregat harus diuji untuk memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Berikut adalah data hasil pengujian terhadap agregat kasar dan agregat halus dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1. Hasil pengujian agregat kasar dan agregat halus

No	Jenis Pengujian	Spesifikasi		Hasil Pengujian
		Min	Max	
1	<b>Agregat Kasar</b>			
	a Berat Jenis Curah	2,5	-	2,61
b	<i>Bulk Specific Gravity</i>			
	Berat Jenis Kering Permukaan	-	-	2,62

<i>Saturated Surface Dry</i>			
<b>c</b>	Berat Jenis Semu	-	2,65
	<i>Apparent Specific Gravity</i>		
<b>d</b>	Penyerapan	-	3 %
	<i>Absorption</i>		
<b>e</b>	Keausan Agregat/Abrasi		40 %
<b>2</b>	<b>Agregat Halus <i>Bottom Ash</i></b>		
<b>a</b>	Berat Jenis Curah	2,5	2,82
	<i>Bulk Specific Gravity</i>		
<b>b</b>	Berat Jenis Kering Permukaan	-	3,03
	<i>Saturated Surface Dry</i>		
<b>c</b>	Berat Jenis Semu	-	3,56
	<i>Apparent Specific Gravity</i>		
<b>d</b>	Penyerapan	-	3%
	<i>Absorption</i>		

Setelah dilakukan pengujian terhadap agregat kasar dan agregat halus (*bottom ash*) yang dimana hasilnya memenuhi spesifikasi Bina Marga maka agregat yang telah di uji dapat digunakan sebagai bahan campuran beraspal.

### Hasil Pengujian *Marshall*

Pengujian *Marshall* dilakukan untuk mengetahui nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*), serta analisa kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk. Alat yang digunakan pada pengujian benda uji ini adalah *Digital Marshall Stability Testes STM-8* dapat diperoleh nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*). Tes *Marshall* juga digunakan untuk menentukan karakteristik *Marshall* seperti VIM, VMA, dan VFA.

Tabel 2. Data hasil pengujian *marshall bottom ash 4%*

No Sampel	VMA %	VIM %	VFA %	Stabilitas kN	Konversi kN ke Kg	Hasil Kg	Flow mm	MQ Kg/mm
1	40,36	41,15	-1,95	15,57	101,97	1588	4,86	327
2	46,65	47,35	-1,51	10,50	101,97	1071	3,11	344
3	38,25	39,07	-2,13	10,69	101,97	1090	1,03	1058
4	38,43	39,25	-2,11	10,69	101,97	1090	1,03	1058

Tabel 3. Data hasil pengujian *marshall bottom ash 6%*

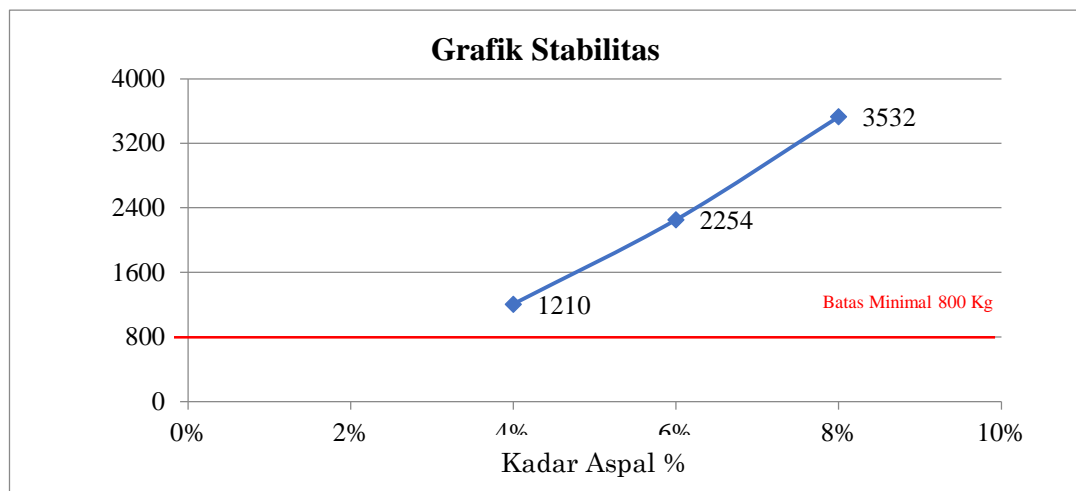
No Sampel	VMA %	VIM %	VFA %	Stabilitas kN	Konversi kN ke Kg	Hasil Kg	Flow mm	MQ Kg/mm
1	35,17	32,24	8,32	29,88	101,97	3047	2,31	1319
2	43,12	40,55	5,96	12,50	101,97	1275	5,08	251
3	41,44	38,80	6,38	22,14	101,97	2258	5,29	427

4      47,34    44,96    5,02      22,10      101,97      2254      5,23      431

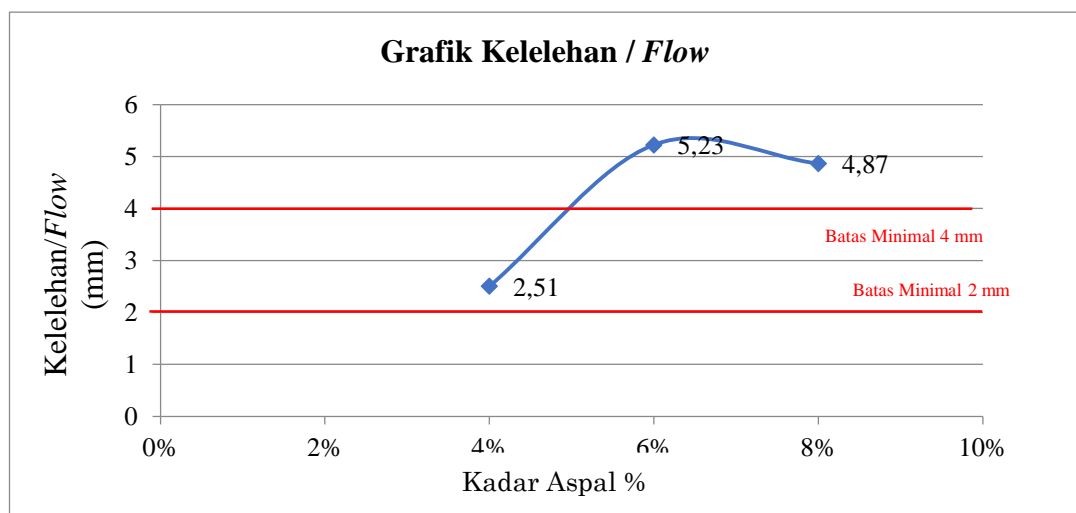
Tabel 4. Data hasil pengujian *marshall bottom ash* 8%

No Sampel	VMA %	VIM %	VFA %	Stabilitas kN	Konversi kN ke Kg	Hasil Kg	Flow mm	MQ Kg/mm
1	38,13	31,57	17,21	46,73	101,97	4765	5,29	901
2	37,33	30,68	17,81	34,99	101,97	3568	4,52	789
3	37,53	30,90	17,65	23,01	101,97	2346	4,73	496
4	38,98	32,50	16,60	33,83	101,97	3450	4,92	701

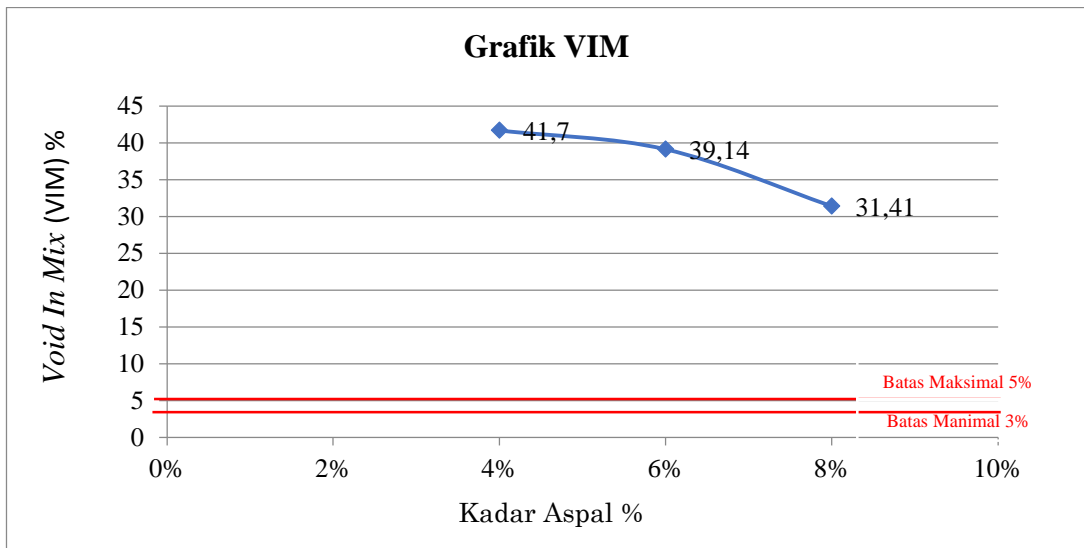
Adapun grafik hasil pengujian stabilitas, pengujian kelelehan/*flow*, pengujian VIM, pengujian VMA, pengujian VFA, dan pengujian MQ dapat dilihat pada Gambar 1 sampai Gambar 6 berikut ini :



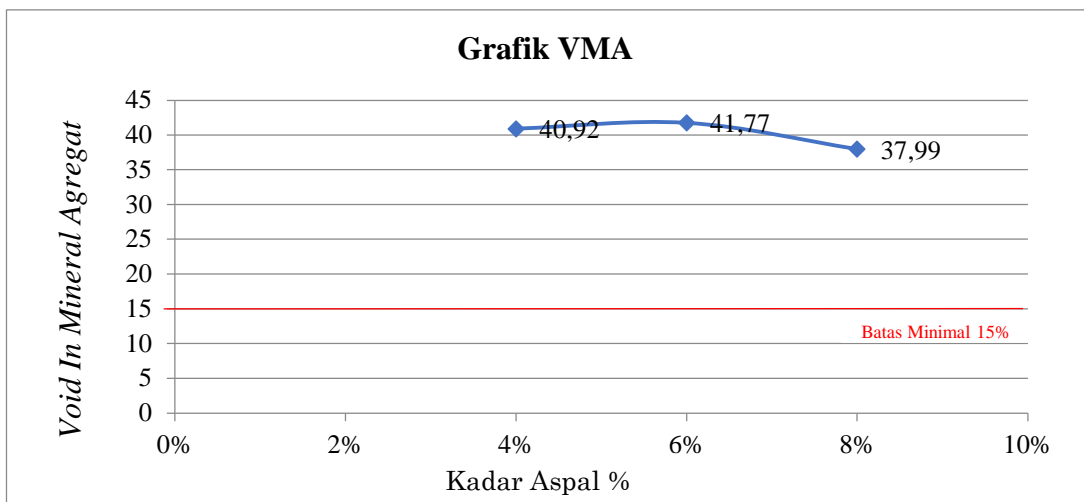
Gambar 1. Grafik stabilitas



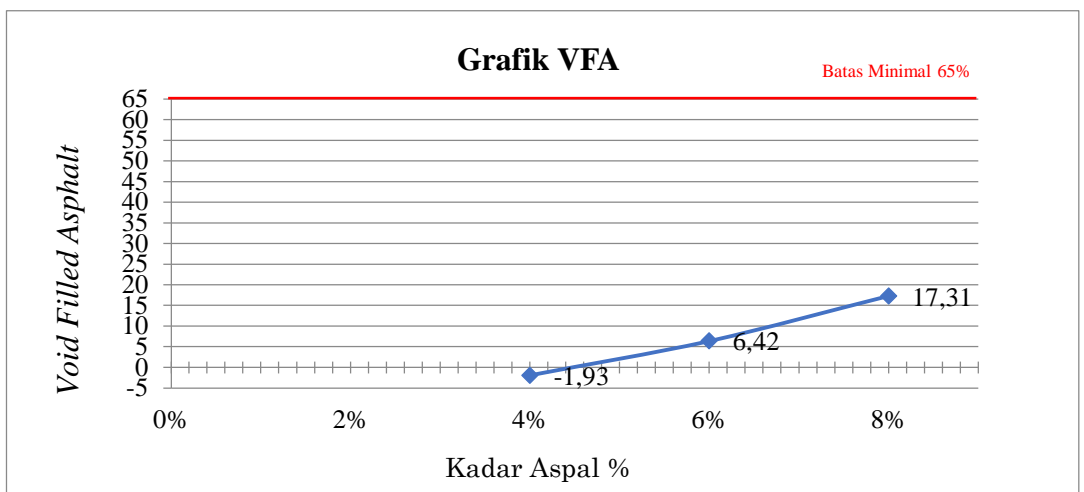
Gambar 2. Grafik *flow* (kelelehan)



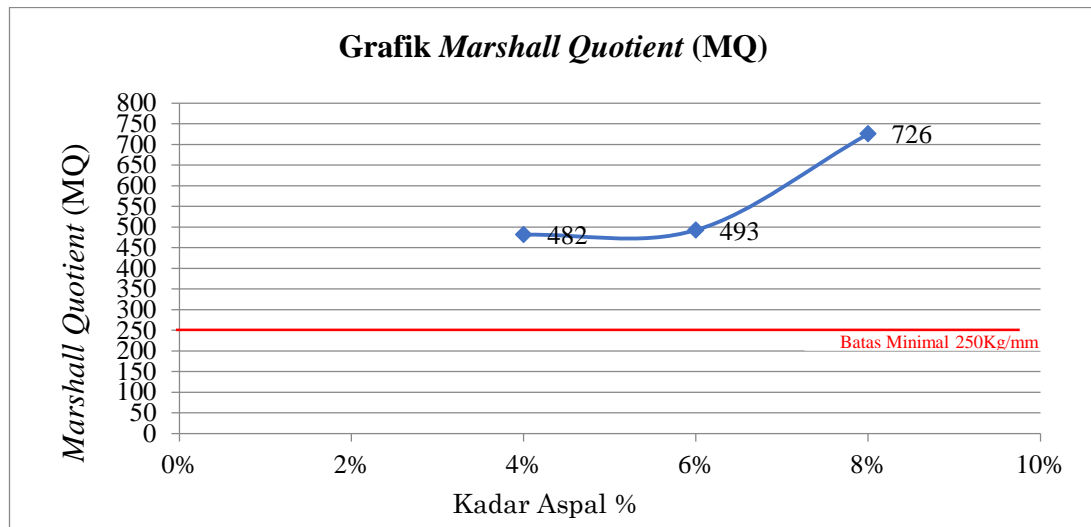
Gambar 3. Grafik VIM



Gambar 4. Grafik VMA



Gambar 5. Grafik VFA



Gambar 6. Grafik Marshall Quotient (MQ)

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan limbah *bottom ash* yang telah diuraikan sebelumnya dapat ditarik kesimpulan dari hasil pengujian menggunakan marshall immersion didapatkan nilai VIM: Kadar aspal 4% = 41,7%, Kadar aspal 6% = 39,14%, Kadar aspal 8% = 31,41%. Nilai VFA kadar aspal 4% = -1,93 %, kadar aspal 6% = 6,42 %, kadar aspal 8% = 17,31 %. Nilai MQ kadar aspal 4% = 482 Kg/mm, kadar aspal 6% = 493 Kg/mm, kadar aspal 8% = 721 Kg/mm.

Dari standarisasi Bina Marga Revisi 3 Tahun 2010, batas nilai VIM yaitu min 3% sampai dengan max 5% , batas minimal nilai VFA yaitu 65%, dan batasan nilai MQ 250 Kg/mm. Dapat dilihat nilai VIM dan VFA tidak memenuhi nilai spesifikasi Bina Marga Revisi 3 Tahun 2010, sedangkan nilai MQ memenuhi nilai yang telah di isyaratkan. Namun penggunaan limbah *bottom ash* sebagai substitusi agregat halus dalam campuran aspal AC-WC tidak dapat di gunakan karena tingginya nilai VIM yang membuat aspal menjadi *bleeding* dan rendah nya nilai VFA yang mengakibatkan campuran aspal menjadi berongga atau berpori sehingga campuran aspal tidak kedap air dan mudah hancur.

### Daftar Pustaka

- Anshar, N., Saleh, S. M., & Fisaini, J. (2023). *Karakteristik Campuran Aspal Beton Menggunakan Coal Bottom Ash dengan Persentase 0 %, 5 %, dan 10 % Sebagai Substitusi Agregat Halu s. 5*(April), 85–91.
- Gunawan. (2022). Pengaruh Aspal Campuran Limbah Ban Karet. *SLUMP TeS: Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 10–20. <https://ejurnal.sttdumai.ac.id/index.php/slump/teS/article/view/280>
- Hasanuddin, U., Nawir, D., Tarakan, U. B., Bakri, M. D., Tarakan, U. B., Syarif, I. A., & Tarakan, U. B. (2017). *ANALISA KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL BETON AC-WC DENGAN MENGGUNAKAN VARIASI KADAR*. November, 4–5.
- Kunci, K. (1820). *Abstrak indonesia*. 17–18.

- Pratama, F. Y., Abrar, A., & Putra, S. A. (2023). *Pengaruh Penggunaan Pasir Pantai Ketapang Sebagai Agregat Halus dengan Penambahan Filler Semen Pada Campuran Aspal Terhadap Karakteristik*. 1(2), 59–68.
- Pratama, M. D. (n.d.). *Pengaruh Variasi Campuran Antara Bottom Ash Dan Fly Ash Sebagai Filler Terhadap Karakteristik Marshall Aspal Beton Lapis*. 254–260.
- Putra, A. R., Abrar, A., & Abdillah, N. (2023). Pengaruh Campuran Aspal dengan Bahan Tambah Lateks Cair 60% dan Filler Serbuk Kaca Terhadap Karakteristik Marshall. *SLUMP TeS: Jurnal Teknik ...*, 1(2), 69–80. <https://ejurnal.sttdumai.ac.id/index.php/slumptes/article/view/395%0Ahttps://ejurnal.sttdumai.ac.id/index.php/slumptes/article/download/395/304>
- Razak, B. A., & Erdiansa, A. (2016). Karakteristik Campuran AC-WC dengan Penambahan Limbah Plastik Low Density Polyethylene (LDPE). *INTEK: Jurnal Penelitian*, 3(1), 8. <https://doi.org/10.31963/intek.v3i1.9>
- Sugeha, A. L. R., Eti, sulandari, & Rudi, S. S. (2018). Pemanfaatan Limbah Abu Batu Bara Sebagai Filler Pada Campuran Laston. *Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 5(3), 1–11. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/JMHMS/article/view/29406>