



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 3 Nomor 3 Tahun 2023 Page 8321-8332

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

## Pengaruh Penambahan Abu Daun Bambu Sebagai Bahan Pengisi (*Filler*) Terhadap Karakteristik *Marshall* Pada Campuran Aspal Beton AC-WC

Muhammad Ubaidillah<sup>1✉</sup>, Ibnu Sholichin<sup>2</sup>

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Email: [ibnu.ts@upnjatim.ac.id](mailto:ibnu.ts@upnjatim.ac.id)<sup>1✉</sup>

### Abstrak

Jalan raya merupakan prasarana penting sebagai akses transportasi bagi masyarakat di Indonesia. Di Indonesia perkerasan jalan yang sering diterapkan adalah perkerasan lentur berupa lapis aspal beton termasuk lapisan AC-WC. Dalam pembuatannya, digunakan bahan berupa aspal, agregat halus dan kasar serta *filler*. Namun, *filler* yang sering digunakan seperti semen memiliki harga yang relatif mahal untuk itu diperlukan alternatif bahan pengganti yang lebih ekonomis. Daun bambu cenderung dibiarkan berserakan dan mengering oleh masyarakat padahal memiliki manfaat apabila dijadikan abu. Abu daun bambu memiliki kandungan Silika ( $\text{SiO}_2$ ) yang bersifat reaktif sehingga bereaksi menjadi material kaku dan keras. Dalam penelitian ini dilakukan penambahan abu daun bambu sebagai *filler* pada campuran AC-WC menggunakan metode *Marshall* pada Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018. Penelitian ini menggunakan kadar aspal optimum sebesar 7% dan menggunakan persentase *filler* abu daun bambu 0%, 2%, 4% dan 6%. Dari hasil *Marshall Test* dengan penambahan *filler* abu daun bambu diperoleh nilai campuran optimum *filler* abu daun bambu sebesar 2% dengan nilai stabilitas sebesar 1127,83 kg, *Marshall Quotient* sebesar 267,26 kg/mm, *flow* sebesar 4,29 mm, VIM sebesar 2,87%, VMA sebesar 17,47%, dan VFA sebesar 83,64%. Hasil pengujian *Marshall* pada nilai stabilitas, *Marshall Quotient*, VMA dan VFA telah memenuhi persyaratan namun pada nilai *flow* dan VIM belum memenuhi persyaratan pada Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018.

Kata kunci: *Abu Daun Bambu, AC-WC, Filler, Marshall.*

## Abstract

Highways are important infrastructure as access to transportation for people in Indonesia. In Indonesia, the most frequently applied road pavement is flexible pavement in the form of asphalt concrete layers including the AC-WC layer. In its manufacture, materials such as asphalt, fine and coarse aggregate and *filler* are used. However, *fillers* that are often used, such as cement, are relatively expensive, so alternative materials that are more economical are needed. Bamboo leaves tend to be left scattered and dry by the community even though they have benefits when they are turned into ashes. Bamboo leaf ash contains Silica ( $\text{SiO}_2$ ) which is reactive so that it reacts to become a stiff and hard material. In this research, bamboo leaf ash was added as a *filler* to the AC-WC mixture using the *Marshall* method in the 2018 Highways General Specifications. This study used an optimum asphalt content of 7% and used a percentage of 0%, 2%, 4% and 6% bamboo leaf ash *filler*. From the results of the *Marshall* Test with the addition of bamboo leaf ash *filler*, the optimum mixed value of bamboo leaf ash *filler* was obtained at 2% with a stability value of 1127,83 kg, *Marshall* Quotient of 267,26 kg/mm, *flow* of 4,29 mm, VIM of 2,87%, VMA of 17,47%, and VFA of 83,64%. *Marshall* test results on stability values, *Marshall* Quotient, VMA and VFA have met the requirements but the *flow* and VIM values have not met the requirements in the 2018 General Highways Specifications.

Keywords: *Bamboo Leaf Ash, AC-WC, Filler, Marshall.*

## PENDAHULUAN

Jalan raya merupakan prasarana penting sebagai akses transportasi darat, sehingga perkerasan jalan perlu diperhatikan (Suryandari dan Sholichin, 2022). Jalan memiliki peran penting untuk menunjang berbagai aktivitas masyarakat baik dalam mobilisasi maupun distribusi barang dan jasa. Hal tersebut mengakibatkan peningkatan pertumbuhan volume lalu lintas terhadap struktur perkerasan jalan. Di samping itu, keadaan iklim maupun cuaca juga berpengaruh terhadap kekakuan dan keawetan perkerasan jalan (Utomo dan Furqoni, 2019).

Di Indonesia perkerasan jalan yang sering diterapkan adalah perkerasan lentur berupa campuran laston atau lapis aspal beton. Laston adalah lapis perkerasan jalan yang terbentuk oleh material berupa aspal serta campuran dari beberapa agregat tergradasi yang dicampur lalu dihamparkan dengan kondisi panas dan dipadatkan dengan suhu yang ditentukan (Saodang, 2005). Kerusakan perkerasan jalan tersebut umumnya disebabkan karena tingginya volume lalu lintas yang berlebihan (*overload*) mengakibatkan umur jalan menjadi lebih pendek dari perencanaan awal. Selain itu, perencanaan dan mutu dari konstruksi jalan juga kurang memadai sehingga dapat memicu terjadinya kerusakan pada jalan (Akbar, 2019).

Dalam upaya meningkatkan kualitas perkerasan jalan, pemilihan material seperti aspal, agregat dan *filler* dapat menjadi penentu kelayakan perkerasan. Agregat adalah material utama dari konstruksi perkerasan jalan yaitu kisaran 75-85% berdasarkan persentase volume atau 90-95% berdasarkan persentase berat (Sukirman, 2016). *Filler* menjadi suatu komponen penting pada konstruksi perkerasan jalan. Persentase kecil pada *filler* dalam campuran aspal memiliki efek yang signifikan terhadap karakteristik *Marshall* terutama pada kekuatan konstruksi perkerasan jalan dalam menerima beban lalu lintas (Putrowijoyo, 2006).

*Filler* yang banyak dipakai yaitu *semen portland* karena mengandung bahan kimia berupa Silika ( $\text{SiO}_2$ ), Kapur Tohor ( $\text{CaO}$ ), Pasir Besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) dan Aluminium Oksida ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Kandungan tersebut memiliki sifat hidrasi yang artinya mampu menyerap air dan bereaksi menjadi keras membatu (Nofrianto dkk., 2021). Namun, bahan pengisi (*filler*) tersebut memiliki harga yang relatif mahal untuk itu diperlukan suatu alternatif bahan pengganti yang lebih ekonomis.

Bambu merupakan tanaman yang berkembang biak melalui tunas dan tumbuh pada habitat alam secara berkelompok (Mayasari & Suryawan, 2012). Dalam sehari bambu dapat bertumbuh dan bertambah panjang mulai 30 cm hingga 90 cm. Bambu yang telah dipanen akan cepat tergantikan oleh batang bambu yang baru (Octriviana dkk., 2017).

Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) bahwa produksi bambu di Indonesia pada tahun 2017 hingga tahun 2021 sebanyak 113.753.067,30 batang dengan rata-rata 22.750.613,47 batang/tahun (Statistik, 2021). Masyarakat cenderung beranggapan bahwa daun bambu adalah sampah yang tidak bermanfaat sehingga banyak dibiarkan mengering dan berserakan. Sebenarnya daun bambu dapat memberikan manfaat tersendiri apabila dilakukan pembakaran. Daun bambu yang melalui proses pembakaran sehingga menjadi abu mempunyai kandungan Silika ( $\text{SiO}_2$ ) cukup tinggi. Abu daun bambu mengandung senyawa silika sebesar 79,68% (Wijaya, 2021). Alasan ini mendorong penulis untuk melaksanakan penelitian campuran aspal beton dengan penambahan abu daun bambu sebagai *filler* atau bahan pengisi.

## METODE PENELITIAN

Lokasi yang digunakan untuk melaksanakan penelitian adalah Laboratorium Bahan Jalan Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. Pelaksanaan penelitian dimulai dengan pembuatan benda uji seberat  $\pm 1200$  gram yang diisi material dan dibuat dalam cetakan berdiameter 10 cm serta tinggi cetakan 7,5 cm. Bahan campuran aspal yang diteliti berisi variasi kadar aspal termasuk kadar aspal optimum, komposisi agregat dan variasi kadar *filler* (Bancin dkk., 2021). Dalam proses penyusunan campuran aspal

bagian utama yang penting terdapat pada penyusunan komposisi tiap material yang baik. Adapun penjelasan tentang masing-masing bahan penyusun campuran aspal beton sebagai berikut:

### 1. Agregat Kasar dan Halus

Agregat yang tertahan oleh ayakan no. 8 saat pemeriksaan analisa saringan atau berukuran 2,36 mm disebut Agregat Kasar. *Gravel* atau pecah biasanya dipilih sebagai agregat kasar dalam penelitian (Saodang, 2005). Sedangkan agregat yang lolos pada ayakan no.8 pada pemeriksaan analisa saringan atau berukuran 2,36 mm disebut Agregat halus. Agregat kasar berupa batu pecah berukuran 05-10 mm, 10-15 mm dan agregat halus berupa abu batu digunakan sebagai material utama penelitian.

### 2. *Filler*

Campuran aspal beton dapat menggunakan *filler* atau material pengisi yang bersifat kering dan bebas dari gumpalan serta lolos ayakan no.200 (Bina Marga, 2020).

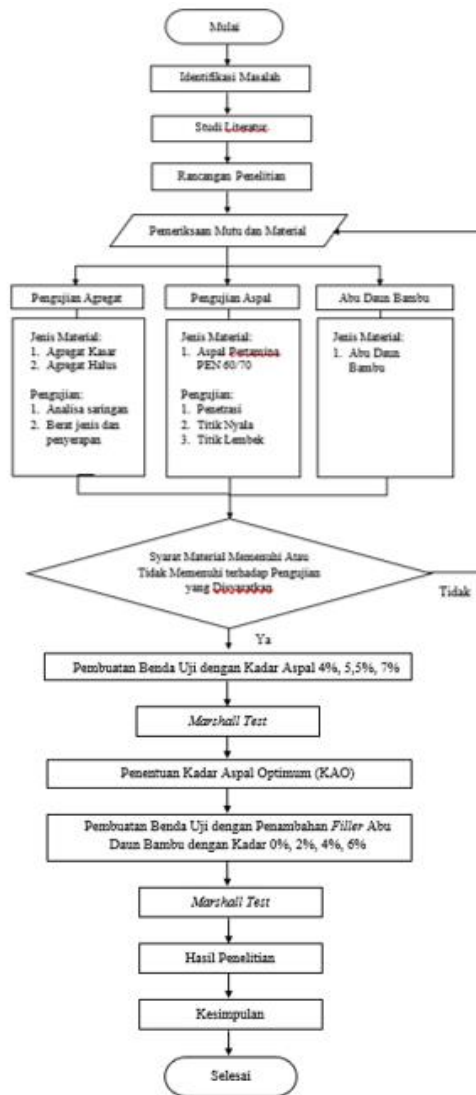
Dalam penelitian ini digunakan *filler* abu daun bambu. Daun bambu memiliki manfaat tersendiri apabila dibakar. Dengan proses pembakaran daun bambu menjadi abu dan memiliki kandungan Silika (SiO<sub>2</sub>) yang bersifat reaktif sehingga bereaksi menjadi material kaku dan keras (Nura Diana dkk., 2020).

### 3. Aspal

Aspal merupakan material berwarna coklat tua atau hitam dan berbentuk padat apabila berada di suhu ruang. Aspal akan menjadi cair apabila dilakukan pemanasan dengan suhu tertentu sehingga dapat menyelimuti partikel-partikel agregat dalam pembuatan campuran aspal (Tenrianjeng, 2012). Aspal Pertamina Pen. 60/70 merupakan aspal yang dipakai dalam penelitian ini.

Proses penelitian diawali dengan pembuatan benda uji dari variasi kadar aspal 4%, 5,5%, dan 7% dari total berat benda uji dengan tujuan mendapatkan kadar aspal optimum. Setelah itu dilakukan pengujian *Marshall* atau *Marshall Test*, kemudian membuat benda uji. Pada proses pembuatan digunakan abu daun bambu sebagai *filler* dengan variasi yang sebesar 0%, 2%, 4% dan 6%. Setiap benda uji akan diberi kode atau nama untuk mempermudah dalam pengelompokan sesuai dengan variasi yang telah ditentukan.

Pengumpulan data didapatkan dari pencatatan setiap benda uji yang telah melalui pengujian *Marshall*. Terdapat 4 benda uji dari setiap 3 variasi kadar aspal untuk menentukan KAO dan 4 benda uji dari setiap 4 variasi penambahan *filler* abu daun bambu. Diagram alir berikut menunjukkan beberapa tahapan pada penelitian ini:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pemeriksaan Fisik Aspal

Hasil pemeriksaan fisik aspal tertera pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Pemeriksaan Fisik Aspal

Pemeriksaan Aspal			
Jenis Pengujian	Syarat	Hasil	Keterangan
Penetrasi	60-70 mm	64,41	Memenuhi
Titik Nyala dan Titik Bakar	Min. 232°C	305	Memenuhi
Titik Lembek	48°C	53,5	Memenuhi

## Hasil Pemeriksaan Fisik Agregat Kasar dan Halus

Hasil pemeriksaan fisik agregat tertera pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Pemeriksaan Fisik Agregat

Agregat Kasar 10-15 mm			
Jenis Pengujian	Syarat	Hasil	Keterangan
Berat Jenis	Min. 2,50 gr/cm <sup>3</sup>	2,69	Memenuhi
Penyerapan	Maks. 3%	1,79%	Memenuhi
Agregat Kasar 05-10 mm			
Jenis Pengujian	Syarat	Hasil	Keterangan
Berat Jenis	Min. 2,50 gr/cm <sup>3</sup>	2,55	Memenuhi
Penyerapan	Maks. 3%	1,18%	Memenuhi
Agregat Halus			
Jenis Pengujian	Syarat	Hasil	Keterangan
Berat Jenis	Min. 2,50 gr/cm <sup>3</sup>	2,51	Memenuhi
Penyerapan	Maks. 3%	1,06%	Memenuhi

## Hasil Pengujian Kadar Aspal Optimum

Pengujian *Marshall* pada setiap benda uji variasi kadar aspal sebesar 4%, 5,5%, dan 7% akan menghasilkan nilai KAO atau Kadar Aspal Optimum didapatkan dari *Marshall Test* yang telah dilakukan menghasilkan karakteristik *Marshall* yang ditampilkan pada tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Pemeriksaan Kadar Aspal

Parameter <i>Marshall</i>	Satuan	Spesifikasi Bina Marga	Kadar Aspal		
			4%	5,5%	7%
Stabilitas	kg	Min.800	910,10	947,08	1010,27
<i>Flow</i>	mm	2 sampai 4	3,64	3,70	3,80

<i>Marshall Quotient</i>	kg/mm	Min. 250	250,83	256,71	266,6
VIM	%	3 sampai 5	9,90	7,10	4,45
VMA	%	Min.15	17,36	17,97	18,76
VFA	%	Min.65	43,12	60,53	76,31

Berdasarkan tabel 3 didapatkan nilai kadar aspal optimum pada kadar 7% dengan nilai stabilitas 1010,27 kg, nilai MQ 266,6 kg/mm, nilai *flow* 3,80 mm, nilai VMA 18,76%, VIM 4,45%, dan nilai VFA 76,31%. Dari hasil *Marshall Test* menggunakan kadar aspal 7% tersebut telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 yaitu stabilitas min. 800 kg, nilai *Marshall Quotient* min. 250 kg/mm, nilai *flow* 2 mm hingga 4 mm, nilai VMA min.15%, nilai VIM 3% hingga 5%, dan nilai VFA min. 65%. Oleh karena itu, kadar aspal sebesar 7% digunakan untuk pembuatan satu benda uji dengan penambahan abu daun bambu sebagai *filler*.

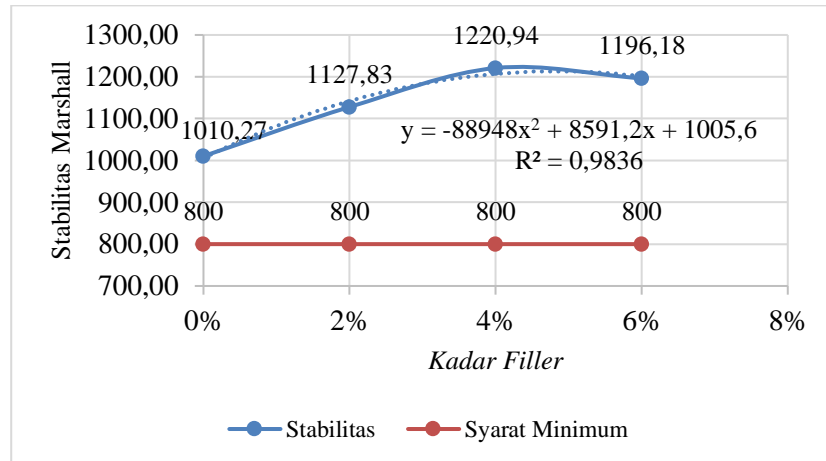
#### Hasil Pengujian *Marshall Filler* Abu Daun Bambu

Dari hasil *Marshall Test* campuran AC-WC menggunakan KAO dengan penambahan *filler* abu daun bambu menggunakan persentase *filler* 0%, 2%, 4%, dan 6% memperoleh hasil karakteristik Marshall. Nilai karakteristik *Marshall* rata-rata yang ditambahkan *filler* abu daun bambu tertera pada tabel 4 berikut ini:

Tabel 4. Hasil *Marshall Test Filler* Abu Daun Bambu

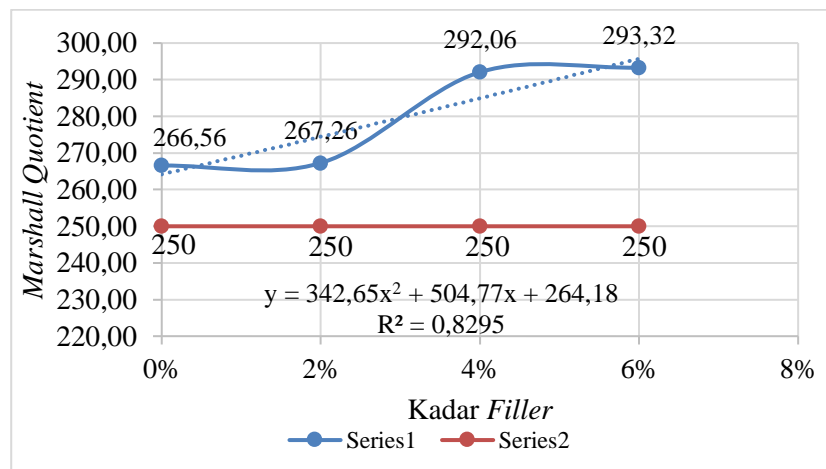
Parameter <i>Marshall</i>	Satuan	Spesifikasi Bina Marga	Variasi Kadar <i>Filler</i>			
			0%	2%	4%	6%
Stabilitas	Kg	Min.800	1010,27	1127,83	1220,94	1196,18
<i>Flow</i>	Mm	2 sampai 4	3,80	4,29	4,21	4,14
<i>Marshall Quotient</i>	kg/mm	Min. 250	266,56	267,26	292,06	293,32
VIM	%	3 sampai 5	4,45	2,87	2,62	2,44
VMA	%	Min.15	18,76	17,47	17,30	17,19
VFA	%	Min.65	76,31	83,64	84,91	85,81

Berdasarkan tabel 4 terkait hasil *Marshall Test* dengan penambahan *filler* abu daun bambu dapat dibuat grafik analisis hubungan antara variasi kadar *filler* terhadap setiap karakteristik *Marshall*. Adapun hubungan variasi kadar *filler* terhadap nilai stabilitas tertera pada gambar 3 sebagai berikut:



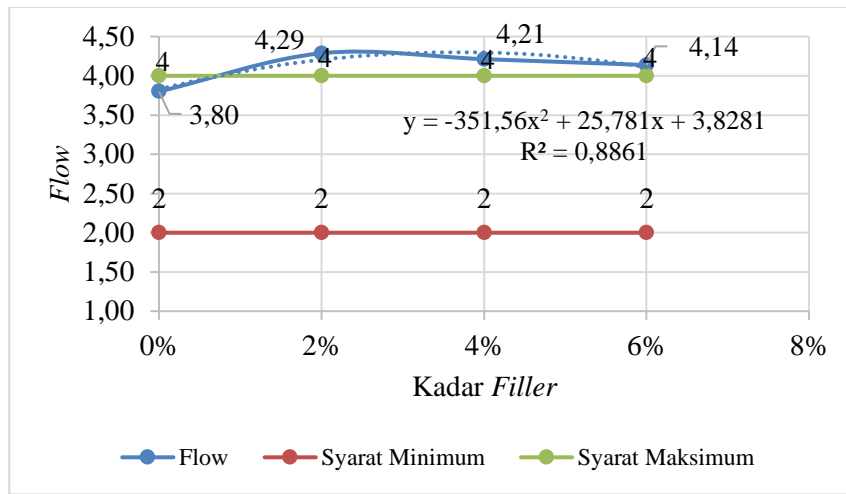
Gambar 2. Hubungan Kadar *Filler* Abu Daun Bambu Terhadap Nilai Stabilitas

Hubungan variasi kadar *filler* terhadap nilai *Marshall Quotient* tertera pada gambar 4 sebagai berikut:



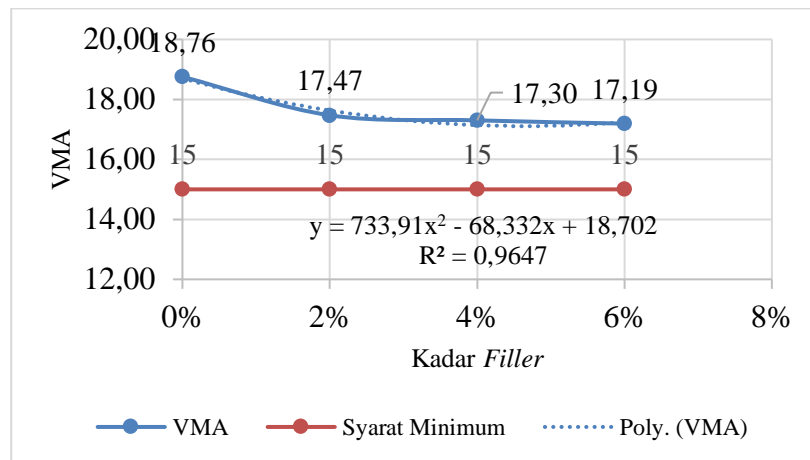
Gambar 3. Hubungan Kadar *Filler* Abu Daun Bambu Terhadap Nilai MQ

Hubungan variasi kadar *filler* terhadap nilai *flow* tertera pada gambar 5 sebagai berikut:



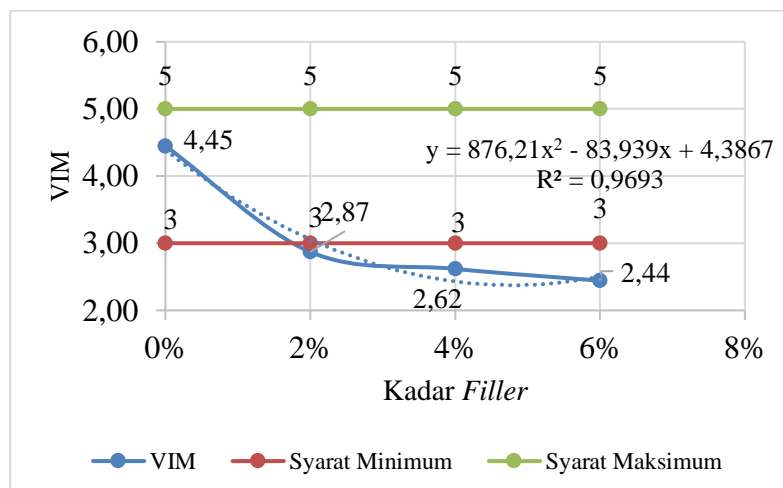
Gambar 4. Hubungan Kadar *Filler* Abu Daun Bambu Terhadap Nilai *Flow*

Hubungan variasi kadar *filler* terhadap nilai VMA tertera pada gambar 6 sebagai berikut:



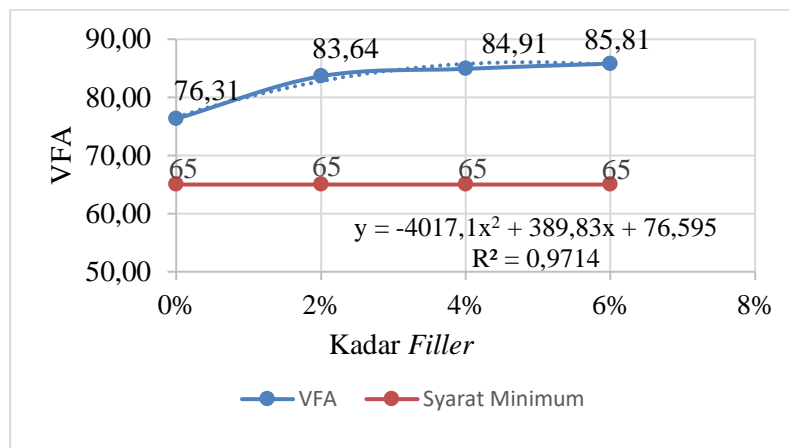
Gambar 5. Hubungan Kadar *Filler* Abu Daun Bambu Terhadap Nilai VMA

Hubungan variasi kadar *filler* terhadap nilai VIM tertera pada gambar 7 sebagai berikut:



Gambar 6. Hubungan Kadar *Filler* Abu Daun Bambu Terhadap Nilai VIM

Hubungan variasi kadar *filler* terhadap nilai VFA tertera pada gambar 8 sebagai berikut:



Gambar 7. Hubungan Kadar *Filler* Abu Daun Bambu Terhadap VFA

Dari gambar 3-8 tentang hubungan antara variasi kadar *filler* abu daun bambu dengan setiap parameter *Marshall* didapatkan bahwa penambahan *filler* abu daun bambu dengan persentase 2%, 4% dan 6% pada nilai *flow* dan VIM belum memenuhi persyaratan dalam Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 yaitu nilai VIM 3% hingga 5% dan nilai *flow* 2 mm hingga 4 mm. Sehingga nilai kadar *filler* optimum dapat ditentukan pada persentase 2% karena merupakan persentase yang paling kecil dan memiliki pengaruh yang baik daripada persentase 4% dan 6%. Adapun nilai karakteristik *Marshall* pada persentase *filler* abu daun bambu 2% yaitu nilai stabilitas sebesar 1127,83 kg, nilai *Marshall Quotient* 267,26 kg/mm, nilai *flow* 4,29 mm, nilai Rongga Antar Agregat (VMA) 17,47%, nilai Rongga Udara (VIM) sebesar 2,87%, dan nilai Rongga Terisi Aspal (VFA) sebesar 83,64%.

Hasil pengujian *Marshall* dengan penambahan kadar *filler* abu daun bambu sebesar 2% telah memenuhi persyaratan namun pada nilai *flow* dan VIM belum memenuhi persyaratan yang ditetapkan pada Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018. Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan *filler* abu daun bambu pada campuran AC-WC memiliki pengaruh yang kurang baik bagi perkerasan jalan.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pada campuran aspal beton dengan penambahan *filler* abu daun bambu diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil *Marshall Test* dari variasi kadar aspal 4%, 5,5% dan 7% didapatkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) yaitu pada kadar aspal 7% dengan nilai stabilitas 1010,27 kg, *Marshall Quotient* 266,56 kg/mm, *flow* 3,80 mm, VMA 18,70%, VIM 4,45%, dan VFA 76,31%. Hasil tersebut sudah memenuhi persyaratan pada Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018.

2. Besar campuran optimum dari penambahan *filler* abu daun bambu terhadap karakteristik *Marshall* diperoleh pada persentase 2% dengan nilai stabilitas 1127,83 kg, *Marshall Quotient* 267,26 kg/mm, *flow* 4,29 mm, VMA 17,47%, VIM 2,87%, dan VFA 83,64%. Hasil pengujian *Marshall* tersebut telah memenuhi persyaratan pada nilai stabilitas, *MQ*, VMA dan VFA sedangkan pada nilai *flow* dan VIM belum memenuhi persyaratan pada Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A. (2019). Analisa Kelayakan Limbah Keramik Sebagai Bahan Tambah *Filler* Untuk Campuran Aspal Beton di Tinjau dari Nilai Stabilitas *Marshall*. *Tugas Akhir*, 8(5), 55.
- Bancin, E. D. L., Lubis, K., & Mahda, N. (2021). Pengaruh Penggunaan Tanah Merah Sebagai *Filler* Pada Campuran Aspal AC-BC Terhadap Nilai *Marshall*. *Journal of Civil Engineering Building and Transportation*, 5(1), 17–25.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2020). Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2). *Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat*, Oktober, 1036.
- Mayasari, A., & Suryawan, A. (2012). The Diversity of Bambu Types And Its Utilization in Alas Purwo National Park. *Info BPK Manado*, 2(2), 139–154.
- Nofrianto, H., Wahab, W., Syofian, N., & Wardi, S. (2021). Kajian Bahan Pengisi (*Filler*) Pada Campuran Panas Aspal Agregat (AC-BC) Dengan Pengujian *Marshall*. *Lppm Umsb*, XI(01), 56–66.
- Nura Diana, A. I., Fansuri, S., & Desharyanto, D. (2020). Penambahan Abu Daun Bambu Sebagai Substitusi Material Semen Terhadap Kinerja Beton. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 9(2), 172–182. <https://doi.org/10.22225/pd.9.2.1788.172-182>
- Octriviana, R., Ainnurasjid, A., & Ardiarini, N. R. (2017). Observasi Plasma Nutfah Bambu di Kabupaten Malang. *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(6), 1044–1052.
- Putrowijoyo. (2006). Kajian Laboratorium Sifat *Marshall* Dan Durabilitas *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC) Dengan Membandingkan Penggunaan Antara Semen Portland Dan Abu Batu Sebagai *Filler*. *Construction and Building Materials*, 6(March), 116–123.
- Saodang, H. 2005. (2005). Konstruksi Jalan Raya Buku 2 Perancangan Perkerasan Jalan Raya. In *Nova* (Issue 1).
- Statistik, B. P. (2021). Statistik Produksi Kehutanan. *Badan Pusat Statistik* (Vol. 0, Issue 0).
- Sukirman, S. 2003. (2016). Beton Aspal Campuran Panas. In *Journal of Chemical Information*

*and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).

- Suryandari, F., Sholichin, I., & Sipil. (2022). *Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Kaca Sebagai Filler Material Pengisi Pada Campuran Asphalt Concrete – Wearing Course (Ac-Wc)*. 7(2), 718–723.
- Tenrianjeng, A. T. (2012). *Rekayasa Jalan Raya -2*. In *Universitas Gunadharma Jakarta* (p. 5).
- Utomo, Nugroho., Furqoni, C. (2019). Pemanfaatan Limbah Tempurung Kelapa Sebagai Material Pengisi Pada Campuran Perkerasan Jalan. *Jurnal Envirotek*, 11(1), 59–65. <https://doi.org/10.33005/envirotek.v11i1.1363>
- Wijaya, W. (2021). Pengaruh Stabilisasi Abu Daun Bambu Dan Semen Terhadap Kembang Susut (*Swelling*) Tanah Lempung Ekspansif. *Jurnal Teknik Sipil*, 16(2), 105–112.