

# Pengoptimalan Campuran AC-WC dengan Variasi Limbah Industri Kulit Singkong dan Serbuk Batu Kapur Berdasarkan Nilai Karakteristik *Marshall*

Aldi Setiawan<sup>1)</sup>, Muhammad Saifuddin<sup>2)</sup>, Muhammad Zainal Abidin<sup>3)</sup>, Novaldo Ramadhana<sup>4)</sup>, Wildan Zain<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup> Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Madura, Pamekasan, Indonesia

Email: [aldi.setiawan@unira.ac.id](mailto:aldi.setiawan@unira.ac.id)

<sup>2)</sup> Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Madura, Pamekasan, Indonesia

Email: [msaif2480@gmail.com](mailto:msaif2480@gmail.com)

<sup>3)</sup> Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Madura, Pamekasan, Indonesia

Email: [zainal@unira.ac.id](mailto:zainal@unira.ac.id)

<sup>4)</sup> Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Madura, Pamekasan, Indonesia

<sup>5)</sup> Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Madura, Pamekasan, Indonesia

Received: 2025-04-07; Accepted: 2025-08-27; Published: 2025-09-30

## Abstract

The materials used in hot mix asphalt are natural materials that are non-renewable, one of which is filler. Therefore, innovation is needed to utilize waste and local materials that are more economical. This study utilizes cassava peel waste and limestone powder as fillers, as well as local crushed stone as aggregates, considering the potential of local materials and their lower economic value. So far, these wastes have been underutilized and have an environmental impact. The research aims to determine the effect of using cassava peel and limestone powder as fillers on the Marshall characteristics, using the Marshall Test method to measure the Marshall characteristic values, including stability, flow, VIM, VMA, VFB, and Marshall Quotient (MQ). The fillers used in this study were 1%, 2%, 3%, 4%, and 5% of the total mixture weight, with each filler composition consisting of 10% cassava peel and 90% limestone powder, based on the total filler weight, along with the use of local aggregates. From the testing results of AC-WC using local materials with variations in the mixture of both types of fillers (limestone and cassava peel), there were two mixtures that met the General Specifications of Bina Marga 2018 Revision 2 for Marshall characteristics: the 3% filler mixture with 5.8% asphalt variation, and the 4% filler mixture with 5.4% asphalt variation.

**Keywords:** Cassava; Limestone; Filler.

## Abstrak

Material penyusun aspal panas merupakan material alam yang tidak dapat diperbaharui salah satunya *filler*, sehingga dibutuhkan inovasi untuk memanfaatkan limbah serta material lokal yang harganya lebih ekonomis. Oleh karena itu, pada penelitian ini memanfaatkan limbah kulit singkong dan serbuk batu kapur sebagai *filler* serta batu pecah lokal sebagai agregat dengan pertimbangan pemanfaatan potensi material lokal serta nilai ekonomis yang lebih murah. Selama ini limbah tersebut kurang dimanfaatkan serta berdampak pada lingkungan. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan kulit singkong dan serbuk batu kapur sebagai *filler* terhadap nilai karakteristik *marshall* dengan menggunakan metode *Marshall Test* untuk mengetahui nilai karakteristik *marshall* yang dilihat dari nilai stabilitas, *flow*, *VIM*, *VMA*, *VFB* serta *marshall quotient (MQ)*. *Filler* yang akan digunakan yaitu 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% dari jumlah berat campuran dengan masing – masing penggunaan kulit singkong dan serbuk batu kapur masing-masing 10% serta 90% dari berat total kebutuhan *filler* dengan penggunaan agregat lokal. Dari hasil pengujian *AC-WC* menggunakan material lokal dengan variasi campuran kedua jenis *filler* batu kapur dan kulit singkong Terdapat 2 jenis campuran yang memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 terhadap karakteristik Marshall yaitu penggunaan *filler* 3% variasi aspal 5,8%, dan penggunaan *filler* 4% variasi aspal 5,4%.

**Kata Kunci:** Singkong; Batu Kapur; *Filler*.

## LATAR BELAKANG

Salah satu sarana bagi manusia untuk dapat menempuh suatu perjalanan atau pergerakan dari tempat asal ke tujuan yaitu jalan raya. Kelancaran suatu perjalanan dapat dipengaruhi oleh kinerja struktur perkerasan jalan tersebut yang memiliki fungsi sebagai penerima beban lalu lintas serta pemberi rasa nyaman dan aman kepada pengguna jalan. Aspal merupakan material perekat (*cementitious*) berwarna hitam atau cokelat tua, dengan unsur utama bitumen. Aspal dapat diperoleh dari alam yang merupakan residu dari pengilangan minyak bumi. Aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat dan bersifat termoplastis. Jadi aspal akan mencair ketika dipanaskan sampai temperatur tertentu dan akan membeku jika temperatur turun (Rohmatul M dan Ervina A, 2023)

Agregat merupakan salah satu komponen utama pada perkerasan jalan. Agregat mempunyai peranan penting pada lapisan perkerasan lentur miring yaitu pada lapisan *AC – WC (Asphalt Concrete - Wearing Course)*. *AC – WC (Asphalt Concrete - Wearing Course)* bertujuan untuk memberikan kelancaran, keamanan, dan kenyamanan bagi pengguna jalan, serta melindungi lapisan dibawahnya dari kerusakan akibat beban lalu lintas yang berulang termasuk terbentuknya deformasi berupa amblesan, alur, dan pelepasan butiran (Mukhlis dkk, 2023). Aspal beton *AC – WC (Asphalt Concrete - Wearing Course)* yang direncanakan sebagai lapis perkerasan perlu dilakukan pengujian terlebih dahulu untuk mengetahui karakteristik pada campuran beraspal. Parameter yang ditinjau untuk mengetahui karakteristik suatu campuran beraspal yaitu parameter *marshall test*. Untuk mendapatkan campuran aspal beton yang sesuai dengan susunan gradasi yang disyaratkan maka digunakanlah *filler* yang berfungsi sebagai bahan pengisi, misalnya semen atau debu abu batu.

Pemanfaatan limbah industri kulit singkong dan serbuk batu kapur dapat dimanfaatkan sebagai *filler* pengganti semen pada campuran aspal panas. Pemanfaatan limbah tersebut dapat menjadi produk ramah lingkungan yang dapat mengurangi pencemaran lingkungan. Dalam skala besar pemanfaatan limbah tersebut sebagai bahan pengisi (*filler*) pada perkerasan lentur dapat mengatasi masalah keterbatasan tempat penumpukan atau penampungan.

Selama ini campuran limbah industri kulit singkong dan serbuk batu kapur masih sangat jarang untuk diteliti. Limbah kulit singkong yang tidak dimanfaatkan dapat menyebabkan pencemaran udara akibat penumpukan limbah kulit singkong tersebut. Penelitian sebelumnya terkait perbandingan karakteristik *marshall* aspal karet dan aspal penetrasi 60/70 pada campuran *AC – WC (Asphalt Concrete – Wearing Course)* dari setiap penambahan aspal karet nilai *density* mengalami kenaikan (Taurina JI dkk, 2023). Penelitian lainnya tentang penggunaan aspal plastik

*recycle* dan aspal pen 60/70 pada campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC – WC)* dengan agregat Pamekasan mempengaruhi nilai stabilitas, *flow*, *VIM*, *VFB*, *MQ*, dan nilai *density* setiap penambahan pada penggunaan aspal optimum dari masing – masing variasi (Dedy Asmaroni dkk, 2023).

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu yang pernah dilakukan maka dibutuhkan inovasi pemanfaatan limbah kulit singkong dan limbah batu kapur sebagaimana limbah tersebut masih belum bisa dimanfaatkan dengan baik dari segi pengolahan, maka dari itu penelitian ini berinovasi untuk memanfaatkan limbah tersebut sebagai *filler* dalam campuran aspal panas. Penelitian ini juga bisa mengurangi dampak pencemaran lingkungan yang berlebih serta bisa menekan biaya lebih ekonomis lagi dengan harga aspal yang seperti biasanya dengan kualitas aspal yang sama - sama mumpuni sesuai dengan persyaratan spesifikasi Bina Marga tahun 2018.

## METODE PENELITIAN

Detail Tahapan kegiatan penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

### 1. Pengujian Agregat

Pengujian agregat dilakukan untuk mengetahui kesesuaian terhadap spesifikasi yang digunakan yaitu Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (Revisi 2) Devisi 6 perkerasan aspal. Pengujian material dilakukan pada material agregat kasar dan agregat halus, *filler* dan aspal pen. 60/70.

### 2. Menentukan Kadar Aspal Rencana Campuran

Penentuan kadar aspal rencana dilakukan pada setiap persentase *filler* terhadap benda uji, penentuan ini dilakukan untuk mengetahui kadar aspal pada setiap benda uji sesuai persentase penggunaan *filler*.

### 3. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dilakukan dilaboratorium dengan jumlah benda uji yang akan dibuat sebanyak 45 buah benda uji dengan rincian masing-masing jenis *filler* membuat 9 buah benda uji dengan penggunaan aspal yang berbeda.

### 4. Pengujian Marshall

Pengujian marshall dilakukan untuk mengetahui nilai karakteristik marshall yaitu *Density*, *Void in Mineral Agregat*, *Void in the Mix*, *Void Filled With Asphalt*, *Stability*, *Flow* dan *Marshall Quotien* sehingga didapatkan kadar aspal optimum (KAO) untuk masing – masing variasi *filler* serbuk batu putih madura di dalam campuran *asphalt concrete wearing course (ACWC)*

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Keausan dan Analisa Saringan Agregat

Tabel 1. Nilai Abrasi (Keausan) dan Analisa Saringan Agregat

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian (%)	Spesifikasi
1	Abrasi (keausan)	28,95	Maksimal 40 %
2	Analisa Saringan (10-15 mm)	0	Lolos Saringan 200 Maksimal 1 %
3	Analisa Saringan (5-10 mm)	0	Lolos Saringan 200 Maksimal 1 %
4	Analisa Saringan (0-5 mm)	9.28	Lolos Saringan 200 Maksimal 10 %

Sumber: Hasil Pengolahan data (2025)

Dari hasil perhitungan pada Tabel 1. didapat nilai keausan atau abrasi sebesar 28,95 %, maka nilai keausan memenuhi syarat dimana nilai maksimal uji keausan atau abrasi sebesar 40%. Hasil ini didukung dengan pengujian batu pecah pamekasan lainnya yang menghasilkan nilai pengujian yang memenuhi spesifikasi (Taurina JI dkk, 2021). Hasil pengujian penggunaan material lokal lainnya dapat memenuhi syarat sesuai spesifikasi umum Bina Marga 2018 Revisi 2 tentang pengujian abrasi sebesar 21,97% (Taurina JI dkk, 2022).

Berdasarkan Tabel 1 juga didapat hasil pengujian analisa saringan pada agregat 10-15 mm dan 5-10 mm maka dapat disimpulkan bahwa agregat ini memenuhi persyaratan untuk digunakan pada campuran aspal panas merujuk pada spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 2 maksimal lolos saringan No. 200 sebesar 1%, sedangkan pada pengujian didapatkan sebesar 0%. Hasil ini menunjukkan bahwa rata-rata material Pamekasan memenuhi spesifikasi untuk dijadikan material utama pada campuran aspal yang didukung oleh penelitian sebelumnya untuk agregat memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 Divisi 6 (Dedy Asmaroni dkk, 2023). Sedangkan untuk agregat ukuran 05-10 mm bahan lolos ayakan No. 4 didapat sebesar 97.62 % dan lolos ayakan No. 200 sebesar 9,28 % dapat disimpulkan bahwa agregat ini memenuhi persyaratan untuk digunakan pada campuran aspal panas merujuk pada Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 2 tentang agregat halus yaitu minimal lolos ayakan No. 4 minimal 50 % dan lolos ayakan No. 200 maksimal 10 %. Hasil ini menunjukkan bahwa material lokal Pamekasan berdasarkan hasil uji analisa saringan dapat memenuhi spesifikasi yang ditentukan berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2. Hal ini juga didukung penelitian lainnya yang menyimpulkan bahwa material Pamekasan layak digunakan (Dedy Asmaroni dkk, 2023).

### Pengujian Berat Jenis Agregat

Pengujian berat jenis agregat dilakukan pada agregat kasar dan agregat halus yaitu pada agregat dengan ukuran 00-05 mm, 05-10 mm dan 10-15. Untuk hasil berat jenis dan penyerapan selengkapnya terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan

No	Jenis Pengujian	Ukuran Agregat (mm)			Spesifikasi
		(10 – 15)	(5-10)	(0 - 5)	
1	Berat Jenis	2,54%	2,54 %	2,55%	Min 2,5
2	Berat Jenis Kering Permukaan (SSD)	2,56%	2,56 %	2,59%	Min 2,5
3	Berat Jenis Semu	2,60%	2,59 %	2,65%	Min 2,5
4	Penyerapan	0,91%	0,85 %	1,53%	Mak 3

Sumber: Hasil Pengolahan data (2025)

Merujuk pada Tabel 2 didapatkan nilai berat jenis dari material ukuran 10-15 mm, 05-10 mm dan 00-05 mm didapat nilai untuk berat jenis, berat jenis kering permukaan dan berat jenis semu sebesar 2,54%, 2,56% serta 2,6%. Untuk nilai penyerapan didapatkan nilai dibawah batas maksimal yaitu sebesar 3%. Dengan hasil berat jenis dan penyerapan tersebut memenuhi syarat yang ditentukan berdasarkan spesifikasi umum Bina Marga 2018 Revisi 2.

### Pengujian Serbuk Batu Kapur dan Kulit Singkong

Pengujian serbuk batu kapur dan kulit singkong sebagai bahan pengisi dilakukan terhadap pengujian berat jenis dan analisa saringan. Pengujian merujuk terhadap spesifikasi teknis Bina Marga Divisi 6 2018 Revisi 2 dengan hasil pengujian terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian *Filler*

No.	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi
1	Analisa Saringan	77,13 %	Lolos Saringan 200 Minimal 75%
2	Berat Jenis	2,60	

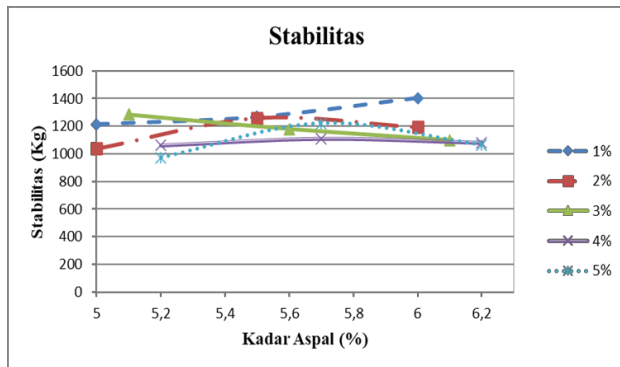
Sumber: Hasil Pengolahan data (2025)

Pada pengujian analisa saringan diambil berat contoh masing-masing 1500 gram dengan dua kali pengujian dan mendapatkan hasil lolos saringan No. 200 rata-rata 77,13% yang terdapat pada Tabel 3. Berdasarkan spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 2 bahan lolos

saringan No. 200 Minimal 75% terhadap berat total. Untuk pengujian berat jenis *filler* serbuk batu kapur dan kulit singkong dilakukan sebanyak 2 kali pengujian dengan hasil 2,67 dan 2,58 dari hasil pengujian berat jenis *filler* didapatkan nilai berat jenis rata-rata sebesar 2,62 (Tabel 3)

**Nilai Karakteristik Marshall**

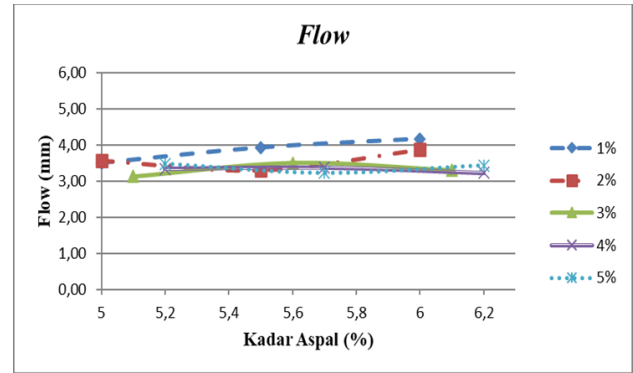
Nilai karakteristik marshall terdiri dari stabilitas, flow, Rongga udara didalam Campuran Padat/*Void in Mix (VIM)*, Rongga diantara Mineral Agregat / *Void Mineral Agregat (VMA)*, rongga uadara terisi aspal dan *Marshall Quotient (MQ)*. Hasil pengujian terdapat pada Gambar 1 sampai dengan Gambar 6.



Gambar. 1 Hubungan kadar aspal dengan Stabilitas  
Sumber: Hasil Pengolahan data (2025)

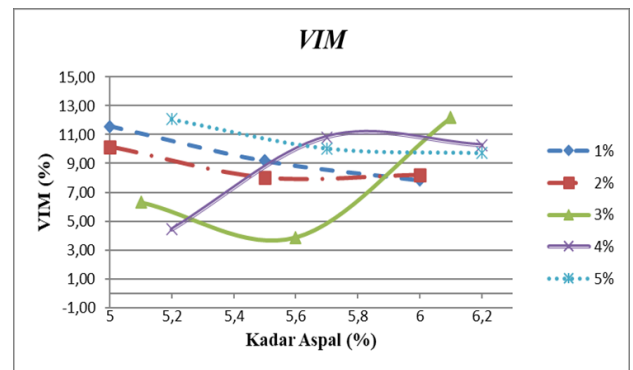
Dari hasil pengujian *marshall* di dapat nilai stabilitas masing-masing untuk *filler* 1% variasi aspal 5,0%, 5,5% dan 6,0% sebesar 1215 kg, 1267 kg dan 1404 kg , penggunaan *filler* 2% variasi aspal 5,1%, 5,6% dan 6,1% didapat nilai 1037 kg, 1259 kg dan 1193 kg terlihat pada Gambar 1, penggunaan *filler* 3% dengan penggunaan aspal sebesar 5,3%, 5,8% dan 6,3% mendapatkan hasil sebesar 1286 kg, 1180 kg dan 1098 kg terlihat pada Gambar 1, sedangkan penggunaan *filler* 4% dengan aspal 5,4%, 5,9 dan 6,4% di dapatkan hasil 1062 kg, 1110 kg dan 1080 kg Gambar 1 penggunaan *filler* 5% variasi aspal 5,5%, 6,0% dan 6,5% mendapat hasil sebesar 972 kg, 1220 kg serta 1064 kg (Gambar 1). Dari hasil pengujian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa nilai stabilitas variasi *filler* 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% dapat memenuhi persyaratan sesuai spesifikasi minimal nilai stabilitas 800 kg.

Berdasarkan hasil pengujian *marshall* di dapat nilai *flow* masing-masing untuk *filler* 1% variasi aspal 5,0%, 5,5% dan 6,0% sebesar 3,50 kg, 3,93 kg dan 4,17, penggunaan *filler* 2% variasi aspal 5,1%, 5,6% dan 6,1% didapat nilai 3,57 kg, 3,30 kg dan 3,87 kg, penggunaan *filler* 3% dengan penggunaan aspal sebesar 5,3%, 5,8% dan 6,3% mendapatkan hasil sebesar 3,13 kg, 3,50 kg dan 3,30 kg , sedangkan penggunaan *filler* 4% dengan aspal 5,4%, 5,9 dan 6,4% di dapatkan hasil 3,33 kg, 3,37 kg dan 3,23 kg , penggunaan *filler* 5% variasi aspal 5,5%, 6,0 dan 6,5% mendapat hasil sebesar 3,47 kg, 3,23 kg serta 3,43 kg (Gambar 2).



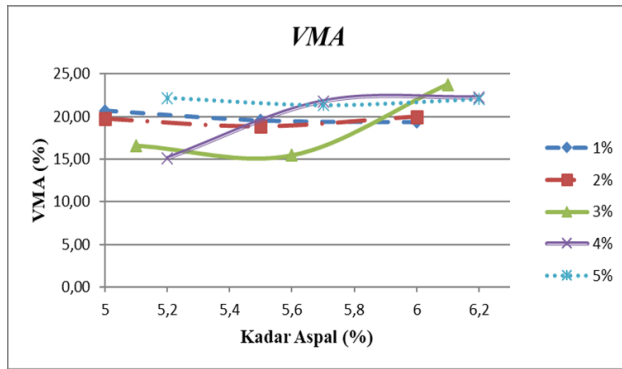
Gambar. 2 Hubungan kadar aspal dengan Flow  
Sumber: Hasil Pengolahan data (2025)

Dari hasil pengujian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa nilai *flow* untuk penggunaan *filler* 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% dapat memenuhi persyaratan minimal nilai *flow* 3 kg seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar. 3 Hubungan kadar aspal dengan VIM  
Sumber: Hasil Pengolahan data (2025)

Setelah dilakukan pengujian *marshall* di dapat nilai *VIM (Void in Mix)* masing-masing untuk *filler* 1% variasi aspal 5,0%, 5,5% dan 6,0% sebesar 11,58%, 9,18% dan 7,84%, penggunaan *filler* 2% variasi aspal 5,1%, 5,6% dan 6,1% didapat nilai 10,17%, 8,05% dan 8,23% t, penggunaan *filler* 3% dengan penggunaan aspal sebesar 5,3%, 5,8% dan 6,3% mendapatkan hasil sebesar 6,30%, 3,85% dan 12,19%, sedangkan penggunaan *filler* 4% dengan aspal 5,4%, 5,9 dan 6,4% di dapatkan hasil 4,43%, 10,82% dan 10,26% , penggunaan *filler* 5% variasi aspal 5,5%, 6,0% dan 6,5% mendapat hasil sebesar 12,08%, 10,04% serta 9,72% kg . Dari hasil pengujian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa nilai *VIM (Void in Mix)* yang memenuhi persyaratan terdapat pada penggunaan *filler* 3% dengan penggunaan aspal 5,8% serta penggunaan *filler* 4% dengan penggunaan aspal 5,4% seperti yang terlihat pada Gambar 3.



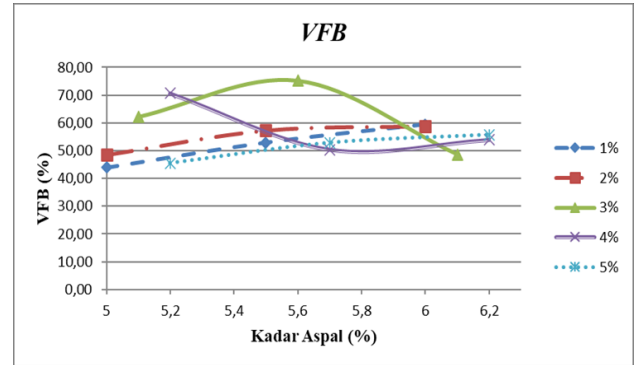
Gambar. 4 Hubungan kadar aspal dengan *VMA*  
Sumber: Hasil Pengolahan data (2025)

Untuk hasil pengujian *marshall* di dapat nilai *VMA* (*Void Mineral Agregat*) masing-masing untuk *filler* 1% variasi aspal 5,0%, 5,5% dan 6,0% sebesar 20,67%, 19,52% dan 19,32% , penggunaan *filler* 2% variasi aspal 5,1%, 5,6% dan 6,1% didapat nilai 19,75%, 18,86% dan 20,00%, penggunaan *filler* 3% dengan penggunaan aspal sebesar 5,3%, 5,8% dan 6,3% mendapatkan hasil sebesar 16,62%, 15,48% dan 23,76%, sedangkan penggunaan *filler* 4% dengan aspal 5,4%, 5,9% dan 6,4% di dapatkan hasil 15,11%, 21,75% dan 22,23% , penggunaan *filler* 5% variasi aspal 5,5%, 6,0% dan 6,5% mendapat hasil sebesar 22,14%, 21,30% serta 21,99% . Dari hasil pengujian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa nilai *VMA* (*Void Mineral Agregat*) untuk penggunaan *filler* 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% dapat memenuhi persyaratan minimal nilai *VMA* (*Void Mineral Agregat*) 15% seperti yang terlihat pada Gambar 4.

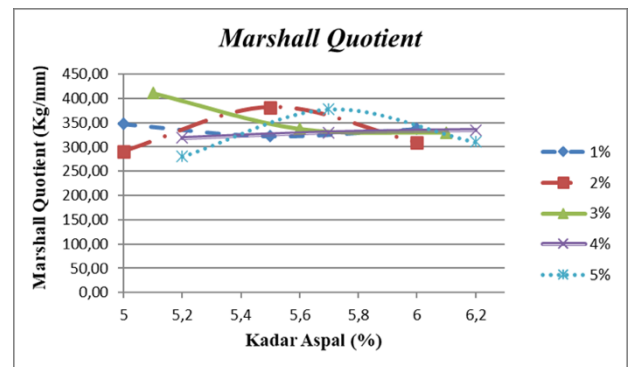
Setelah dilakukan pengujian *marshall* di dapat nilai *VFB* /Rongga Udara Terisi Aspal masing-masing untuk *filler* 1% variasi aspal 5,0%, 5,5% dan 6,0% sebesar 43,98%, 52,95% dan 59,43%, penggunaan *filler* 2% variasi aspal 5,1%, 5,6% dan 6,1% didapat nilai 48,52%, 57,30% dan 58,87%, penggunaan *filler* 3% dengan penggunaan aspal sebesar 5,3%, 5,8% dan 6,3% mendapatkan hasil sebesar 62,11%, 75,16% dan 48,68%, sedangkan penggunaan *filler* 4% dengan aspal 5,4%, 5,9% dan 6,4% di dapatkan hasil 70,72%, 50,28% dan 53,83%, penggunaan *filler* 5% variasi aspal 5,5%, 6,0% dan 6,5% mendapat hasil sebesar 45,45%, 52,88% serta 55,77% kg. Dari hasil pengujian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa nilai *VFB* /Rongga Udara Terisi Aspal yang memenuhi persyaratan terdapat pada penggunaan *filler* 3% dengan variasi aspal 5,8% dan penggunaan *filler* 4% dengan variasi aspal 5,4% seperti yang terlihat pada Gambar 5.

Dari hasil pengujian *marshall* di dapat nilai *Marshall Quotient* masing-masing untuk *filler* 1% variasi aspal 5,0%, 5,5% dan 6,0% sebesar 347,12 kg/mm, 322,12 kg/mm dan 336,93 kg/mm, penggunaan *filler* 2% variasi aspal 5,1%, 5,6% dan 6,1% didapat nilai 290,79 kg/mm, 381,66 kg/mm dan 308,54 kg/mm , penggunaan *filler* 3% dengan penggunaan aspal sebesar 5,3%, 5,8% dan 6,3% mendapatkan hasil sebesar

410,55 kg/mm, 337,02 kg/mm dan 329,34 kg/mm sedangkan penggunaan *filler* 4% dengan aspal 5,4%, 5,9% dan 6,4% di dapatkan hasil 318,74 kg/mm, 329,82 kg/mm dan 334,34 kg/mm, penggunaan *filler* 5% variasi aspal 5,5%, 6,0% dan 6,5% mendapat hasil sebesar 280,37 kg/mm, 377,38 kg/mm serta 309,97 kg/mm kg .



Gambar. 5 Hubungan kadar aspal dengan *VFB*  
Sumber: Hasil Pengolahan data (2025)



Gambar. 6 Hubungan kadar aspal dengan *Marshall Quotient* (MQ)  
Sumber: Hasil Pengolahan data (2025)

Dari hasil pengujian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa nilai *Marshall Quotient* untuk penggunaan *filler* 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% dapat memenuhi persyaratan minimal nilai *Marshall Quotient* 250 kg/mm seperti yang terlihat pada Gambar 6.

## KESIMPULAN

Dari hasil pengujian *AC-WC* menggunakan material lokal dengan variasi campuran kedua jenis *filler* batu kapur dan kulit singkong Terdapat 2 jenis campuran yang memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 terhadap karakteristik *Marshall* yaitu penggunaan *filler* 3% variasi aspal 5,8%, dan penggunaan *filler* 4% variasi aspal 5,4%. Kadar Aspal Optimum (KAO) pada penelitian ini terdapat pada campuran dengan penggunaan *filler* 3% variasi aspal 5,8% dengan nilai *density* 2.288, Stabilitas 1180 kg, *flow* 3.50 mm, *marshall quotient* 337,02 kg/mm, *VIM* 3,85%, *VMA* 15,48%, *VFB* 75,16% dan penggunaan *filler* 4%

variasi aspal 5,4% dengan nilai *density* 2.327, Stabilitas 1062 kg, *flow* 3,33 mm, *marshall quotient* 318,74 kg/mm, VIM 4,43 %, VMA 15,11 %, VFB 70,72 %.

### Ucapan Terima Kasih

Pada penelitian ini banyak pihak yang terlibat sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, kami mengucapkan terima kasih kepada semua yang terlibat pada penelitian ini khususnya kepada Universitas Madura dan pihak laboratorium Teknik Sipil Universitas Madura.

### DAFTAR PUSTAKA

Dedy Asmaroni, Ahmad Fatoni, Alfita Yusriyah. (2022). “Pengaruh Penggunaan Aspal Plastik Recycle dan Aspal Pen 60/70 Pada Campuran Aspal Panas AC-WC (Asphalt Concrete Wearing Course) Menggunakan Agregat Lokal Madura Terhadap Karakteristik Marshall”. Ge-STRAM J. Perenc. dan Rekayasa Sipil, Vol 6 No 2, September 2023, Hal 66-71, Universitas Dr. Soetomo Surabaya.

Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga. (2018). “Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2), Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.

Mukhlis, Lusyana, Enita S, Denisa RS, Alyza S. 2023. “Marshall Characteristics Of Asphalt Concrete - Wearing Course (AC – WC) With Substitution Of Silica Sand As Fine Aggregate”. Fondasi : Jurnal Teknik Sipil, Vol 12, No 2, Oktober 2023, Hal 250-259, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Agung Tirtayasa, Cilegon.

Rohmatul Maghfiroh, Ervina Ahyudanari. (2023). “Peningkatan Performansi Aspal Penetrasi 60/70 dengan Penambahan Serbuk Limbah UPVC”. Jurnal Aplikasi Teknik Sipil, Vol 21, No 1, Februari 2023, Hal 107-112, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Taurina Jemmy Irwanto, Agus Irmawan. . 2021. “Pengaruh Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Bambu Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Beton dengan Penggunaan Agregat Kasar Madura”. Ge- STRAM J. Perenc. dan Rekayasa Sipil, Vol 4 No 1, Maret 2021, Hal 21-26, Universitas Dr. Soetomo Surabaya.

Taurina Jemmy Irwanto, Aldi Setiawan, and M. Hazin Mukti. 2022. “The Utilisation of Waste Bamboo Shells as A Filler in The ACWC Mixture on Marshall Characteristics”, International Journal of Multidisciplinary: Applied Business and Education Research, Vol 3, No 4, April 2022 Hal . 693-702.

Taurina Jemmy Irwanto, Suryani NL, Renaldi S. (2023). “Perbandingan Karakteristik Marshall Aspal Karet (Natural Rubber Modified Asphalt) Dan Aspal Penetrasi 60/70 Pada Campuran Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC) Menggunakan Agregat Lokal Madura”. Ge-STRAM J. Perenc. dan Rekayasa Sipil, Vol 6 No 1, Maret 2023, Hal 33-38, Universitas Dr. Soetomo Surabaya.