

Pengaruh Variasi Persentase Pemanfaatan Abu Tempurung Kelapa Sebagai *Filler* Pada Campuran Ac-Wc (*Asphalt Concrete-Wearing Course*)

The Impact of Varying Percentages Coconut Shell Ash as Filler in AC-WC Mixtures (*Asphalt Concrete-Wearing Course*)

Helmaliana Elvira Putri A'yuni^{1,a)} & Ari Widayanti^{1,b)}

¹⁾Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya

Koresponden : ^{a)}helmaliana.19021@mhs.unesa.ac.id & ^{b)}ariwidayanti1973@gmail.com

Abstrak

Jalan adalah suatu aset pada transportasi darat. Kondisi perkerasan jalan yang baik sangat penting untuk keselamatan pengguna jalan. Pertambahan penduduk berdampak pada kualitas pelayanan jalan. Penelitian ini memanfaatkan limbah tempurung kelapa sebagai *filler* dalam lapisan AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*). Tempurung kelapa yang digunakan berasal dari pasar Wonokromo, pasar Karah Agung, dan gudang kelapa yang ada di Pandegiling. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari sifat campuran agregat dan aspal serta mengidentifikasi karakteristik perkerasan dengan penggunaan *filler* abu tempurung kelapa menggunakan pengujian Marshall. Metode eksperimen dilakukan dengan pengujian *filler* abu tempurung kelapa serta analisis karakteristik Marshall pada lapisan AC-WC. Berdasarkan analisis menunjukkan bahwa sifat fisik agregat, aspal, dan abu tempurung kelapa memenuhi persyaratan penggunaan lapisan AC-WC. Kadar Aspal Optimum (KAO) terhadap penambahan *filler* abu tempurung kelapa sebesar 3,5% adalah 6,3%, sedangkan dengan penambahan *filler* sebesar 4% adalah 5,9%. Berdasarkan parameter Marshall, campuran AC-WC terbaik menggunakan abu tempurung kelapa sebagai *filler* sebesar 3,5% dengan kadar aspal 6,3%. Campuran ini memenuhi syarat dengan nilai stabilitas sebesar 956,1 (>800), nilai VMA sebesar 16,0 (>15). Penggunaan abu tempurung kelapa sebagai *filler* dalam campuran perkerasan jalan dapat meningkatkan kekuatan dan keawetan perkerasan jalan, serta dapat mengurangi limbah tempurung kelapa yang tidak dimanfaatkan.

Kata kunci : manajemen aset, perkerasan jalan, *filler*, abu tempurung kelapa, karakteristik marshall

PENDAHULUAN

Jalan adalah suatu aset pada transportasi darat. Kondisi perkerasan jalan yang baik sangat penting untuk keselamatan pengguna jalan. Kebutuhan perkerasan jalan sangat dibutuhkan sebagai unsur pembangunan infrastruktur jalan, dikarenakan semakin bertambahnya jumlah penduduk yang juga dapat meningkatkan volume kendaraan pada setiap akses jalan dan wilayah padat penduduk. Penggunaan inovasi bahan campuran untuk menghadapi permasalahan kerusakan jalan dengan tujuan meningkatkan karakteristik perkerasan, banyak diidentifikasi para peneliti. Pemanfaatan sampah atau limbah juga bisa digunakan sebagai bahan pencampuran perkerasan jalan. Perkerasan yang baik yaitu perkerasan yang mempunyai tingkat stabilitas tinggi dan kuat menopang beban kendaraan yang melintas. Pemanfaatan tempurung kelapa sebagai bahan pengisi, abu tempurung kelapa

diharapkan dapat mengisi rongga-rongga pada campuran beton aspal, sekaligus dapat meningkatkan stabilitas campuran. Penggunaan abu tempurung kelapa sebagai *filler* diharapkan dapat meningkatkan kekuatan dan keawetan perkerasan jalan karena tempurung kelapa mengandung silika (SiO_2) dalam jumlah yang sama dengan semen. Penelitian ini memanfaatkan limbah tempurung kelapa sebagai *filler*. Tempurung kelapa yang digunakan berasal dari pasar Wonokromo, pasar Karah Agung, dan gudang kelapa di Pandegiling. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik material *filler* Abu Tempurung Kelapa, Agregat, aspal dan mengetahui karakteristik campuran perkerasan dengan *filler* tempurung kelapa terhadap lapisan AC-WC dengan menggunakan pengujian Marshall.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode eksperimen, yaitu metode yang dilakukan dengan melaksanakan kegiatan percobaan untuk memperoleh data. Penelitian ini dilakukan secara eksperimen, karena menggunakan uji coba yang dilakukan secara sistematis dan terencana. Penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh atau dampak dari penelitian terdahulu. Penelitian ini melakukan pengujian terhadap karakteristik *filler* dan karakteristik *Marshall*.

Lokasi penelitian

Pengujian campuran, penelitian agregat, penelitian aspal, pembuatan sampel dan pengujian marshall dilakukan di Laboratorium Transportasi dan Perkerasan Jalan Teknik Sipil Universitas Negeri Surabaya.

Prosedur penelitian

1. Tahap pengumpulan bahan atau material

Pengumpulan alat dan bahan meliputi persiapan material dalam campuran aspal untuk benda uji. Bahan yang digunakan sebagai berikut:

a. Agregat

Agregat didapatkan dari Laboratorium Transportasi dan Perkerasan Jalan Teknik Sipil Universitas Negeri Surabaya.

b. Aspal

Aspal yang digunakan berasal dari Laboratorium Transportasi dan Perkerasan Jalan Teknik Sipil Universitas Negeri Surabaya.

c. *Filler*

Tempurung kelapa didapatkan dari pasar tradisional seperti: pasar Karah, Pasar Wonokromo, dan gudang kelapa yang ada di pandegiling.

2. Pengujian Material

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisis material yang memenuhi spesifikasi yang digunakan yaitu spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2018. Adapun pengujian yang dilakukan yaitu pengujian agregat meliputi: analisa saringan, pengujian kadar lumpur, pengujian berat jenis dan penyerapan. Pengujian aspal yang dilakukan meliputi: penetrasi aspal, pengujian titik bakar, titik lembek, titik nyala dan berat jenis. Pengujian *filler* dilakukan pengujian analisa saringan lolos ayakan no. 200 dan pengujian berat jenis.

3. Pengujian perencanaan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Tujuan pengujian ini adalah untuk menetapkan jumlah aspal ideal untuk dimasukkan dalam perencanaan campuran benda uji. Pengujian KAO menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = 0,035 (\%CA) + 0,045(\%FA) + 0,18 (\%Filler) + K(1) \quad \dots(1)$$

Dimana:

- P : kadar aspal tengah
CA : agregat kasar tertahan saringan no.4
FA : agregat halus tertahan no.200 dan lolos saringan no.4
Filler : agregat lolos saringan no.200
K : nilai konstanta

4. Perencanaan campuran

Tahapan dalam merencanakan campuran yaitu menentukan berat material yang akan diujikan.

5. Pembuatan Sampel

a. Sampel KAO

Sampel yang dibuat sebanyak 30 untuk Kadar Aspal Optimum dari 2 variasi *filler* berbeda, diantaranya yaitu 4,8: 5,3%; 5,8%; 6,3% dan 6,8% untuk *filler* 3,5% dan untuk *filler* 4% yaitu 4,6%; 5,1%; 5,6%; 6,1% dan 6,6%.

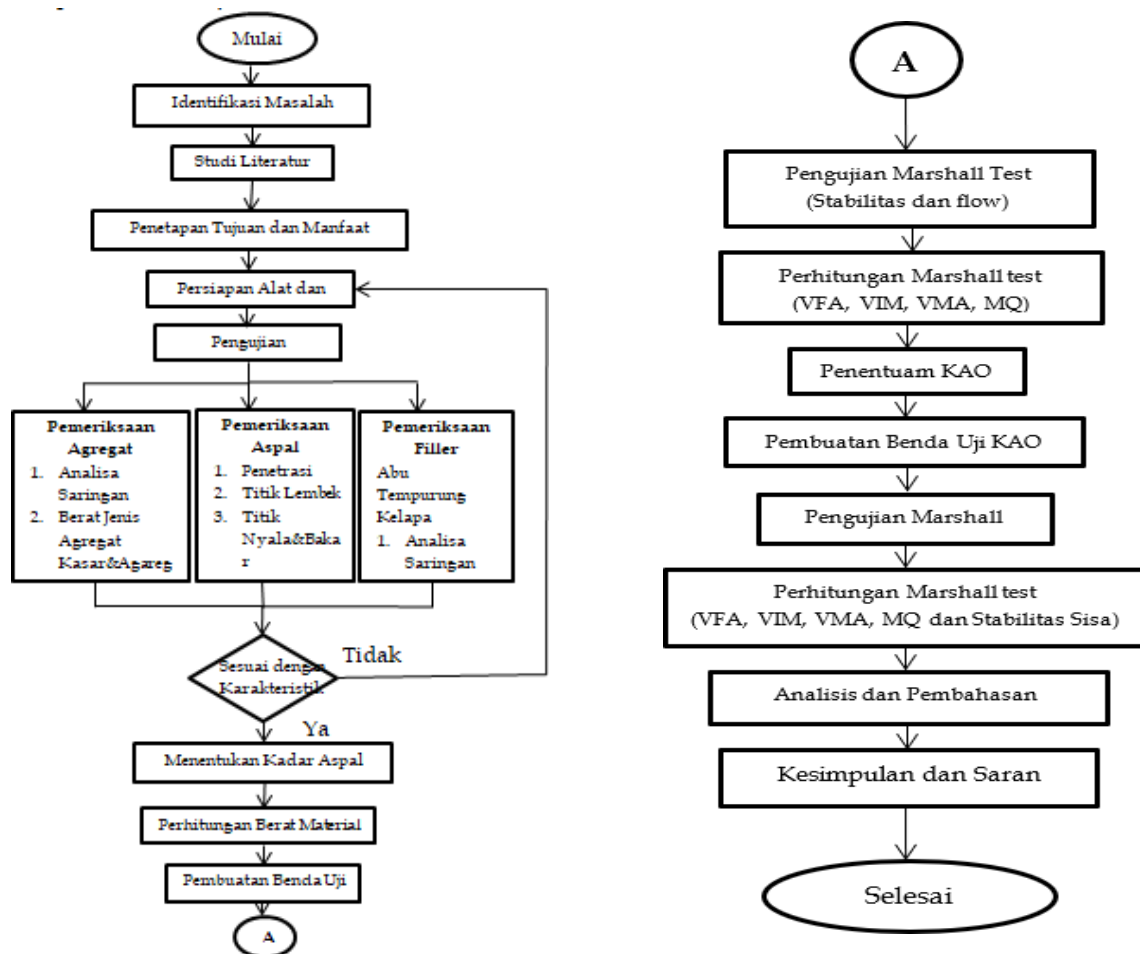
b. Sampel variasi *filler* setelah KAO

Filler yang digunakan yaitu 3,5% dan 4%.

6. Pengujian Marshall

Penentuan karakteristik campuran didapatkan melalui metode Marshall. Parameter Marshall diantaranya yaitu, stabilitas, kelelahan, VIM (*Void In the Mix*), VMA (*Void In Mineral Agregate*), VFA (*Void Filled with Asphalt*), dan MQ (*Marshall Quotient*).

Diagram Alir



Gambar 1. Flowchart

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian Agregat Kasar

Penelitian sifat agregat kasar diantaranya: Berat Jenis, Penyerapan air, Berat Isi dan Kadar Lumpur Agregat Kasar. Hasil penelitian sifat agregat kasar dipaparkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Penelitian Agregat Kasar

Sifat yang diteliti	Hasil	Spesifikasi		Satuan
		Min.	Maks.	
Berat Jenis Bulk	2,521 gr	2,5	-	gr
Berat Jenis SSD	2,548 gr	2,5	-	gr
Berat Jenis Semu	2,592 gr	2,5	-	gr
Penyerapan Air	1,04%	-	3	%
Berat Isi	16,51 gr/cm ³	1	-	gr/cm ³
Kadar Lumpur	1,780%	-	4	%

Sumber: Data Hasil Penelitian Laboratorium

Berdasarkan Tabel 1, menunjukkan bahwa sifat agregat kasar telah memenuhi persyaratan umum Bina Marga Tahun 2018.

2. Hasil Penelitian Agregat Halus

Penelitian sifat agregat halus diantaranya : Berat Jenis, Penyerapan, Berat Isi dan Kadar Lumpur Agregat Halus. Hasil penelitian sifat agregat kasar dipaparkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Penelitian Agregat Halus

Sifat yang diteliti	Hasil	Spesifikasi		Satuan
		Min.	Maks.	
Berat Jenis Bulk(Curah)	2,700 gr	2,5	-	gr
Berat Jenis SSD	2,711 gr	2,5	-	gr
Berat Jenis Semu	2,730 gr	2,5	-	gr
Penyerapan Air	0,40%	-	3	%
Berat Isi	18,29 gr/cm ³	1	-	gr/cm ³
Kadar Lumpur	0,460%	-	4	%

Sumber : Data Hasil Penelitian Laboratorium

Berdasarkan Tabel 2, menunjukkan bahwa sifat agregat halus telah memenuhi persyaratan umum Bina Marga Tahun 2018.

3. Hasil Penelitian *Filler* Abu Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa yang digunakan sebagai *filler* yaitu sebanyak 8 karung dengan berat 400 kg dan menghasilkan abu tempurung kelapa lolos ayakan pada saringan no. 200 yaitu sebesar 1,780 kg, dan sisa dari yang tidak lolos saringan no.200 dapat digunakan kembali dengan cara dibakar dan diayak sampai lolos dengan saringan no.200. Pengujian Abu Tempurung Kelapa meliputi pengujian berat jenis dan analisa saringan. Hasil penelitian *Filler* Abu Tempurung Kelapa dipaparkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Penelitian *Filler* Abu Tempurung Kelapa

No	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil
1.	Berat Jenis	gr/cm ³	0,781 gr/cm ³
2.	Lolos ayakan no. 200	%	90 %

Sumber : Data Penelitian Laboratorium

Berdasarkan tabel 3, pengujian abu tempurung kelapa sebagai *filler* memenuhi persyaratan umum Bina Marga 2018.

4. Hasil Penelitian Aspal

Aspal pertamina Pen. 60/70 didapatkan dari Laboratorium Transportasi dan Perkerasan Jalan Teknik Sipil Universitas Negeri Surabaya. Hasil penelitian aspal dipaparkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Penelitian Aspal

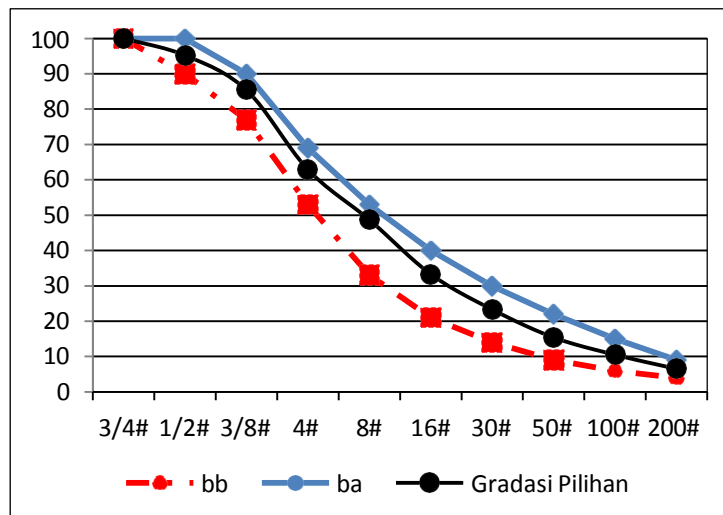
No	Sifat yang diteliti	Persyaratan	Hasil
1.	Penetrasi	60-70	63
2.	Titik Lembek	Min 48°C	52,3
3.	Titik Nyala	Min 232°C	318
4.	Daktilitas	Min.100cm	>140
5.	Berat jenis	Min.1gr/cc	1,036
6.	Titik Bakar	Min.232°C	323

Sumber : Data Penelitian Laboratorium

Hasil penelitian aspal menunjukkan bahwa semua hasil memenuhi persyaratan umum Bina Marga 2018.

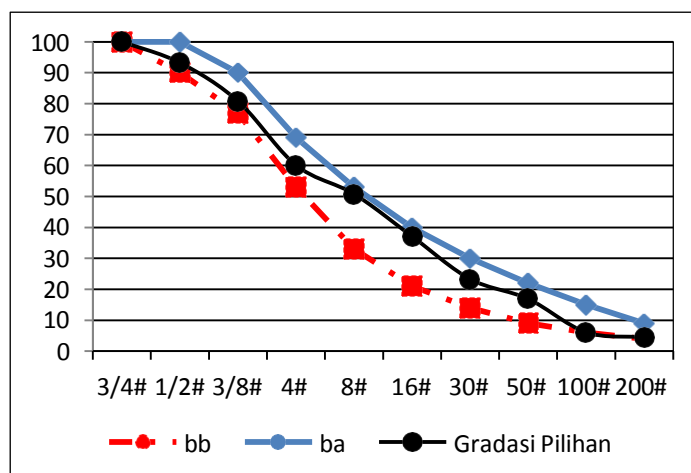
5. Hasil Pengujian Gradasi

Pengujian gradasi dilakukan menggunakan analisis ayakan gradasi menerus sesuai spesifikasi Bina Marga 2018.



Gambar 2. Grafik Gradasi dengan *Filler* Abu Temurung Kelapa 3,5%

Gradasi dengan *filler* Abu Tempurung kelapa 3,5% memenuhi persyaratan agregat lolos ayakan sesuai persyaratan Bina Marga tahun 2018.



Gambar 3. Grafik Gradasi dengan filler Abu Tempurung Kelapa 4%

Gradasi dengan *filler* Abu Tempurung kelapa 4% memenuhi persyaratan agregat lolos ayakan sesuai persyaratan Bina Marga tahun 2018.

6. Hasil Pemeriksaan Marshall terhadap Penambahan *Filler*

Pemeriksaan Marshall terhadap persentase *filler* Abu Tempurung Kelapa didapatkan dari hasil pengujian sebelumnya, yaitu sebesar 5,9% untuk variasi *filler* 4% dan 6,3% untuk variasi *filler* 3,5%. Tabel 5 menyajikan hasil pemeriksaan Marshall terhadap Penambahan *Filler* Abu Tempurung Kelapa.

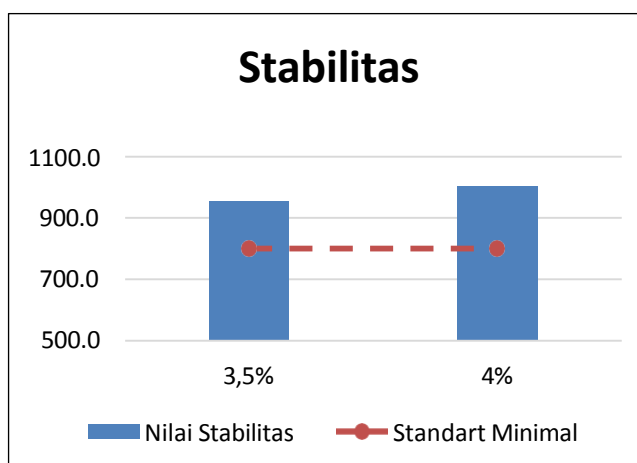
Tabel 5 Hasil Pemeriksaan Marshall terhadap Penambahan Filler

No	Parameter Marshall	Variasi Filler		Spesifikasi
		3,5%	4%	
1.	Stabilitas	956,1	1002,5	Min 800
2.	Flow	1,0	1,1	2 - 4
3.	VIM	8,1	7,2	3 - 5
4.	VMA	16,0	12,9	Min 15
5.	VFA	49,4	44,6	Min 65
6.	MQ	969,0	925,4	Min 250
7.	Stabilitas Perendaman 24 Jam	925,1	994,8	Min. 800
8.	Durabilitas	96,8%	99,2%	Min.90%

Sumber : Data Hasil Penelitian Laboratorium

Berdasarkan Tabel 5, hasil terbaik pengujian marshall diperoleh variasi *filler* 3,5%. Sesuai dengan parameter marshall yang memenuhi standar yakni dari variasi *filler* 3,5% dikarenakan nilai stabilitas 956,1 dengan spesifikasi minimal 800, nilai VMA memenuhi standar yakni minimal 15 dengan nilai sebesar 16,0. Nilai MQ 969,0 dengan spesifikasi minimal 250, dan nilai durabilitas 96,8% memenuhi standar minimal 90%. Nilai *flow* tidak memenuhi standar dikarenakan nilai VIM dari campurannya tinggi. Nilai VFA tidak memenuhi standar dikarenakan terdapat banyak rongga didalam campuran. Nilai VIM lebih tinggi dikarenakan banyaknya *filler* Abu Tempurung Kelapa lebih sedikit didalam campuran.

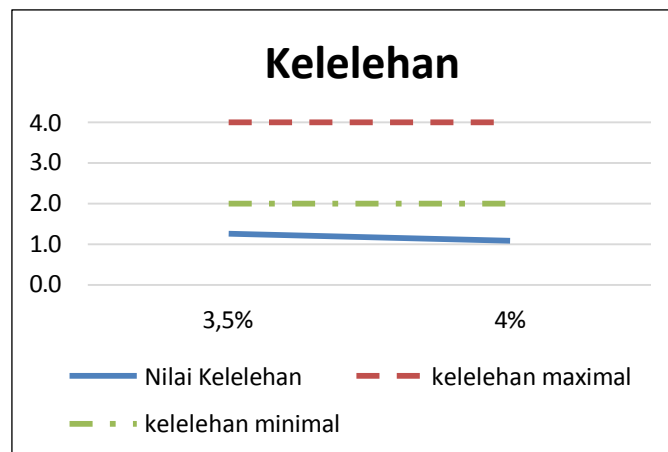
a. Stabilitas



Gambar 4. Grafik Stabilitas

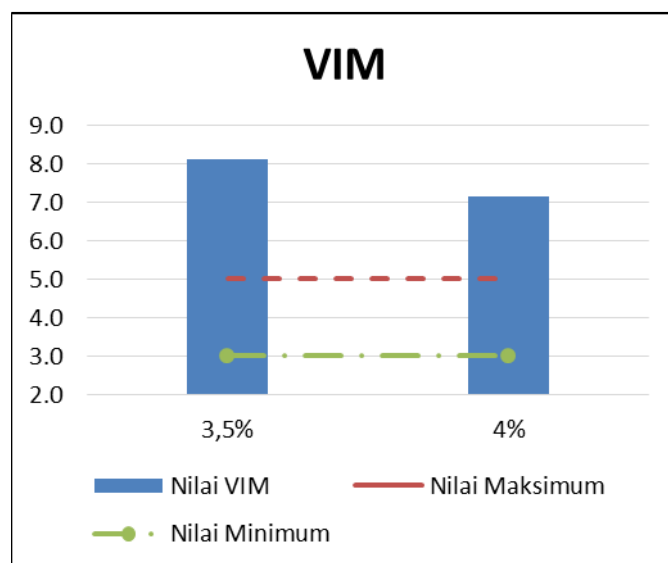
Berdasarkan Gambar 4 menunjukkan stabilitas cenderung meningkat dari persentase *filler* 3,5% sampai 4%. Kedua variasi *filler* yang telah diuji memenuhi standar nilai stabilitas minimum sebesar 800 kg, yang menunjukkan bahwa keduanya dapat digunakan dalam campuran aspal. Didapatkan bahwa variasi *filler* 4% mencapai stabilitas tertinggi sebesar 1002,5 kg, sementara *filler* 3,5% mencapai stabilitas sedikit lebih rendah yaitu 956,1%. Peningkatan nilai stabilitas disebabkan nilai density mengalami peningkatan sehingga mampu menahan deformasi akibat beban bekerja diatasnya.

b. Kelelahan (Flow)

**Gambar 5. Grafik Kelelehan**

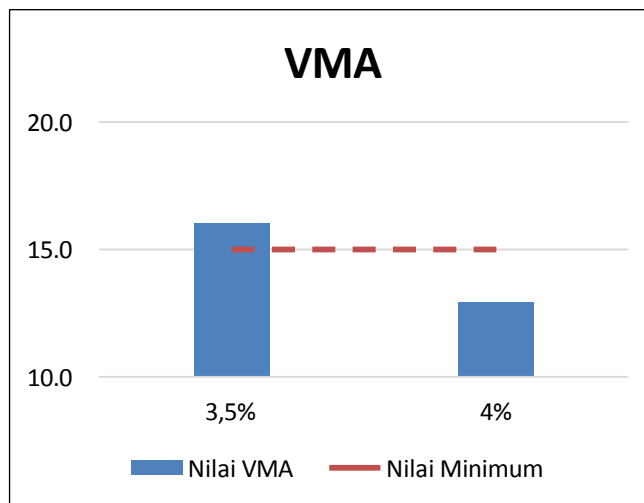
Berdasarkan Gambar 5 menunjukkan bahwa kelelehan mengalami penurunan dari persentase *filler* 3,5% sampai *filler* 4%. Kedua persentase *filler* tidak memenuhi standar nilai kelelehan yang ditetapkan, yaitu minimum 2 mm dan maksimal 4 mm. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahawa nilai kelelehan *filler* 3,5 % adalah 1,1mm dan *filler* 4% adalah 1,0 mm. Penyebab nilai kelelehan rendah disebabkan oleh tingginya nilai VIM dalam campuran aspal.

c. VIM (Void In Mix)

**Gambar 6. Grafik VIM**

Berdasarkan Gambar 6, menunjukkan bahwa VIM mengalami penurunan. Seluruh nilai VIM tidak memenuhi standar sesuai spesifikasi. Nilai VIM dengan *filler* 3,5% adalah 8,1 dan nilai VIM dengan *filler* 4% adalah 7,2. Nilai VIM tinggi mempunyai kekakuan tinggi dan VIM rendah mempunyai kekakuan rendah.

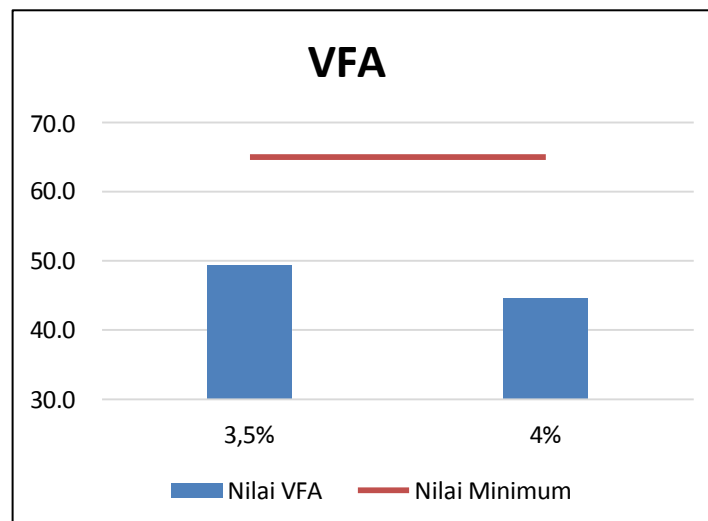
d. VMA (*Void in the Minerale Agregate*)



Gambar 7. Grafik VMA

Berdasarkan Gambar 7, menunjukkan bahwa nilai VMA mengalami penurunan. Variasi *filler* memenuhi syarat pada presentase 3,5% yaitu sebesar 16,0. Nilai VMA dengan variasi *filler* 4% sebesar 12,9 dan tidak memenuhi standar sesuai spesifikasi. Semakin besar jumlah abu tempurung kelapa yang ditambahkan dalam campuran, maka volume rongga kosong (VMA) akan semakin kecil. Hal ini dikarenakan daya serap agregat pada aspal dengan penambahan abu tempurung kelapa meningkat dengan penambahan *filler*. Nilai VMA kecil, akan mengalami tahan air tinggi, dan mudah retak.

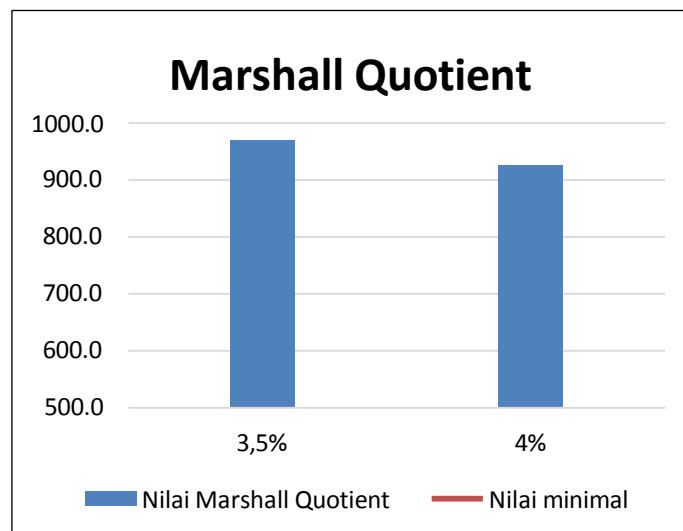
e. VFA (*Void Filled with Asphalt*)



Gambar 8. Grafik VFA

Berdasarkan Gambar 8, menunjukkan nilai VFA menurun. Kedua persentase *filler* tidak memenuhi persyaratan VFA yang ditetapkan. Nilai VFA pada *filler* 3,5% sebesar 49,4, sementara nilai VFA pada *filler* 4% sebesar 44,6.

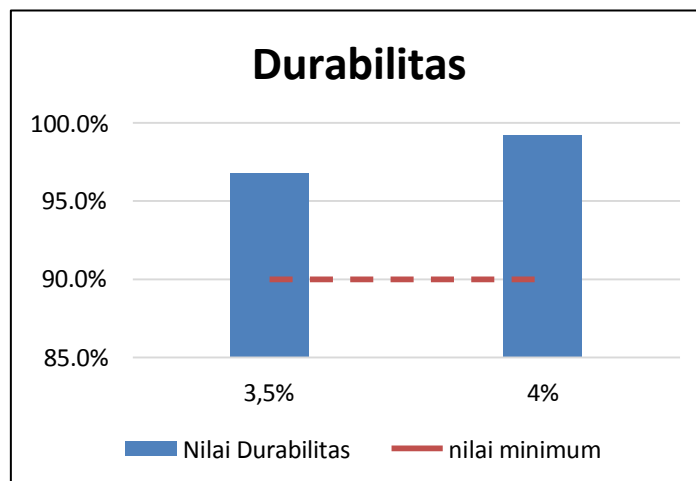
f. MQ (Marshall Quotient)



Gambar 9. Grafik Marshall Quotien

Berdasarkan Gambar 9, menunjukkan bahwa nilai Marshall Quotient mengalami penurunan. Kedua Marshall Quotient memenuhi standar yang disyaratkan. Nilai MQ dengan variasi *filler* 3,5% adalah 969,0 dan Nilai MQ dengan variasi *filler* 4% adalah 925,4. Penurunan ini disebabkan karena meningkatnya nilai *flow*. Nilai *flow* tinggi mengakibatkan permukaan jalan mengalami perubahan bentuk jika terkena beban lalu lintas.

g. Durabilitas



Gambar 10. Grafik Durabilitas

Berdasarkan Gambar 10 menunjukkan bahwa nilai durabilitas meningkat. Kedua persentase *filler* memenuhi standar yang ditetapkan minimum 90%. Durabilitas pada variasi *filler* 3,5 % adalah 96,8% dan nilai durabilitas pada variasi *filler* 4% adalah 99,2%. Semakin kecil nilai VIM maka menunjukkan bahwa volume rongga kosong antara agregat mineral dalam campuran aspal lebih sedikit. Campuran aspal cenderung lebih kedap air dan udara, karena rongga lebih sedikit dapat mengurangi kemungkinan air dan udara masuk ke dalam campuran.

KESIMPULAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik campuran lapisan AC-WC, berikut adalah kesimpulan berdasarkan penambahan abu tempurung kelapa menggunakan variasi *filler* 3,5 dan 4% :

- Hasil pengujian material seperti: agregat, aspal, dan abu tempurung kelapa sebagai *filler* memenuhi standard dan layak digunakan dalam campuran lapisan AC-WC.
- Nilai KAO berubah dengan penambahan *filler* abu tempurung kelapa. Penambahan *filler* 3,5% menghasilkan KAO sebesar 6,3% sedangkan penambahan *filler* 4% menghasilkan KAO sebesar 5,9%.
- Ditinjau dari parameter marshall campuran AC-WC terbaik menggunakan *filler* abu tempurung kelapa sebanyak 3,5% dengan kadar aspal 6,3%. Dengan parameter Marshall yang memenuhi yaitu Stabilitas dengan nilai 956,1 memenuhi syarat yaitu dengan nilai sebesar >800, nilai VMA yaitu 16,0 memenuhi syarat sesuai dengan spesifikasi yaitu sebesar >15, dan nilai Marshall Quotient (MQ) sebesar 969,0 memenuhi syarat sesuai dengan spesifikasi yaitu sebesar >250.

2. Saran

Didapatkan saran diantaranya:

- Memastikan adanya homogenitas dalam material abu tempurung kelapa sebagai *filler*.
- Memanfaatkan kembali abu tempurung kelapa yang tidak lolos ayakan no. 200 sebagai *filler* tambahan dalam penelitian berikutnya.
- Perlu diadakan penelitian durabilitas di lapangan untuk periode yang cukup lama, khususnya dalam jangka 1-10 tahun. Penelitian durabilitas di lapangan penting untuk memahami bagaimana abu tempurung kelapa akan bertahan dalam kondisi nyata di jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Departemen Pekerjaan Umum (2008). Modul – 03C. *Pengambilan Contoh dan Pengujian Campuran Aspal dan Agregat Untuk Campuran Beraspal*. Badan Penelitian Dan Pengembangan. Jakarta.
- [2] Direktorat Jenderal Bina Marga (2018). *Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan (General Specifications of Bina Marga 2018 for Road Work and Bridges)*.
- [3] Fitria, M.N. Iskak, E.I, Prajitno, A. (2017). *Pemanfaatan Serbuk Arang Batok Kelapa Sebagai Bahan*.
- [4] Hardiyatmo, H.C. (2017). *Pemeliharaan Jalan Raya*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- [5] Husnan, F. (2011). Pengaruh Abu Tempurung Kelapa Sebagai Additive Terhadap Karakteristik Marshall Pada Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC). *Tugas Akhir*, Agustus 2011. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- [6] Mashuri (2008). “Pengaruh Penggunaan Serbuk Arang Tempurung Kelapa dan Variasi Jumlah Tumbukan Terhadap Karakteristik Campuran Beton Apal”. *dalam jurnal Mektek, No.1 Januari 2008. Universitas Tadulako. Palu*.
- [7] O.Emmanuel. E, Etuk E (2021). “Effect of Coconut Shell Ash as Void Filler on Durability and Elastic Modulus of Asphalt Concrete”. *IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN), Vol. 11, Issue 5, May 2021. International organization of Scientific Researc.*

- [8] Putra R.J, Rosli M.H, Azman K.M, Duraisamy,Y,Shaffie, E. (2019). “Performance of Charcoal Coconut Shell Ash in the Asphalt Mixture under Long Term Aging”. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, Vol. 8, November 2019. Published By: Blue Eyes Intelligence Engineering & Sciences Publication
- [9] Sukirman Silvia (1992). *Perkerasan Lentur jalan Raya*. Nova. Bandung.
- [10] Sukirman, Silvia (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova. Bandung.
- [11] Totomihardjo. S, (2004). *Bahan dan Struktur Jalan Raya*, Biro Penerbit KMTS JTS, FT UGM. Yogyakarta.
- [12] Towheed A.M, Shing.S. (2022). “Experimental Investigation Of cococnut Shell Charcoal Ash in Bitumen Concrete”. *ICASF. Publishing: IOP*.
- [13] UU 38/04. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan*.
- [14] Widayanti, A., & Asih, R.A.S. dkk. (2018). “Kinerja Campuran Aspal Beton dengan Reclaimed Asphalt Pavement dari Jalan Nasional di Provinsi Jawa Timur”. *dalam Jurnal Manajemen Aset Infrstruktur & fasilitas*, Vol. 2, No.1, Maret 2018. ISSN 2615-1839.
- [15] Yacob, M & Wesli (2017). “Pengaruh Kadar *Filler* Abu Tempurung Kelapa Terhadap Karakteristik Marshall Pada Campuran Aspal Beton AC-BC”. *dalam Teras Jurnal*, Vol 7, No.1, Maret 2017. Universitas Malikussalleh. Aceh.