

ANALISIS PENGGUNAAN ABU CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI TAMBAHAN FILLER PADA CAMPURAN ASPHALT CONCRETE BINDER COURSE BERDASARKAN PENGUJIAN MARSHALL

Rico Handoko¹, Ida Hadijah², Septyanto Kurniawan³

Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro^{1,2,3}

E-mail : handokorico07@gmail.com¹, cv.sadakonsultan@yahoo.co.id²,
s_yan_k@ymail.com³,

ABSTRAK

Jalan merupakan akses penting dalam transportasi masyarakat. Setiap dalam kehidupan sehari-hari hanya menggunakan alat transportasi untuk menempuh suatu tempat tertentu. Pada penggunaan dan penerapan aspal beton untuk kondisi jalan dengan volume lalu lintas yang cukup tinggi sering kali ditemukan masalah terutama dalam hal teknis. Indonesia merupakan negara yang memiliki kekayaan alam yang begitu luas dari sumatra hingga papua, penuh dengan perkebunan kelapa sawit. Maka dari itu dalam penelitian ini dicoba menggunakan variasi filler berupa abu cangkang kelapa sawit sebagai alternatif bahan campuran lapis aspal beton AC-BC. Abu cangkang kelapa sawit banyak dijumpai khususnya di provinsi Lampung. Jenis penelitian ini adalah penambahan variasi filler abu cangkang kelapa sawit kedalam campuran AC-BC dengan penambahan komposisi penambahan campuran 0% (tanpa bahan tambahan), 2%, 3%, 4%, 5%, 6% dan kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%. Hasil dari keseluruhan perhitungan bahwa penambahan abu cangkang kelapa sawit sebagai filler pada kadar aspal optimum 5,5% dan filler 5% adalah komposisi yang paling efisien dengan nilai VMA 16,594, VIM 4,426, VFA 73,366, Stability 1387,973, Flow 3,47 dan *Marshall Quotient* 401,44. AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course*) dan Hasil dari karakteristik *Marshall* pada kondisi KAO, kadar filler abu cangkang kelapa sawit sebesar kurang dari 5% dengan kadar aspal optimum 5,5% pada campuran Memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga (2010).

Kata Kunci : Abu Cangkang Kelapa Sawit, JMF (*Job Mix Formula*) Uji *Marshall*, Lapis Aspal Beton AC-BC

PENDAHULUAN

Jalan merupakan akses penting dalam transportasi masyarakat setiap masyarakat dalam kehidupan sehari-harinya menggunakan alat transportasi untuk menempuh suatu tempat tertentu. Perjalanan kesatu tempat ketempat lain tentu membutuhkan media transportasi yang layak digunakan, semuanya itu tidak lepas dari faktor infrastruktur jalan. Pada penggunaan dan penerapan aspal beton untuk kondisi jalan dengan volume lalu lintas yang cukup tinggi sering kali ditemukan masalah terutama

dalam hal teknis. Hal tersebut disebabkan kinerja dari lapisan permukaan tidak selalu memuaskan, sehingga terjadi kerusakan secara dini, disamping itu terjadi peningkatan volume lalu lintas yang cukup pesat dan ditambah kondisi natural indonesia yang beriklim tropis yang mempunyai temperatur udara cukup tinggi, radiasi sinar matahari, curah hujan yang tinggi dan lain sebagainya sehingga mempengaruhi secara langsung kerusakan dini pada struktur jalan. Pemilihan aspal untuk menaikkan

kinerja aspal masih menjadi masalah yang menarik untuk di teliti.

Bertolak dari masalah tersebut, sudah banyak yang memikirkan dan mencoba berbagai alternatif untuk meningkatkan kualitas aspal pada perkerasan jalan raya supaya kerusakan secara dini bisa di cegah. Untuk peningkatan kualitas tersebut, tentu saja dibutuhkan material perkerasan yang memenuhi spesifikasi.

Indonesia merupakan Negara yang memiliki kekayaan alam yang begitu luas dari Sumatra hingga Papua, penuh dengan perkebunan kelapa sawit. Di Sumatra sendiri hamparan perkebunan kelapa sawit sangat mudah ditemui, mulai dari Provinsi Lampung hingga Nanggroe Aceh Darussalam.

TINJAUAN PUSTAKA

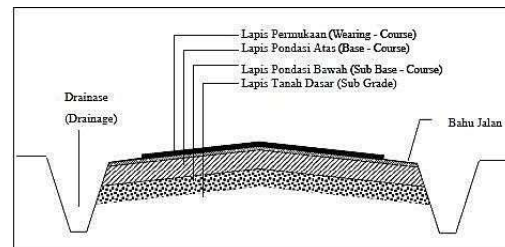
Pengertian Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan sampai suatu temperatur tertentu aspal menjadi lunak/cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton atau dapat masuk kedalam pori-pori yang ada pada penyemprotan/penyiraman pada perkerasan macadam ataupun pelaburan. jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya (sifat termoplastis).

Lapis Aspal Beton

Lapis Aspal Beton (Laston) adalah suatu lapisan penutup konstruksi jalan yang mempunyai nilai struktur, campuran ini terdiri dari agregat bergradasi menerus dengan aspal keras, dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas. Pembuatan Lapisan Aspal Beton (Laston) dimaksudkan untuk memberikan daya dukung dan memiliki sifat tahan terhadap keausan akibat lalu lintas, kedap air, mempunyai nilai

struktural, mempunyai nilai stabilitas yang tinggi dan peka terhadap penyimpangan perencanaan dan pelaksanaan. Salah satu produk campuran aspal yang kini banyak digunakan adalah AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*)/ Lapisan Aspal Beton. AC-WC adalah salah satu dari tiga macam campuran lapis aspal beton yaitu AC-WC, AC-BC dan AC-Base. Ketiga jenis Laston tersebut merupakan konsep spesifikasi campuran beraspal yang telah disempurnakan oleh Bina Marga bersama-sama dengan Pusat Litbang Jalan. Fungsi dari lapis antara adalah mengurangi tegangan pada lapis perkerasan dan menahan beban maksimum lalu lintas.



Gambar 1. Lapisan Perkerasan Jalan (Sumber : Rofiq, 2013)

Penggunaan AC-BC yaitu untuk lapis antara (kedua dari atas) dalam perkerasan dan mempunyai tekstur yang lebih kasar dibandingkan dengan jenis laston AC-WC. Pada umumnya campuran yang akan digunakan harus memenuhi ketentuan-ketentuan berikut: Tabel. 1 Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Lapis Aspal Beton (Laston)

Sifat – Sifat Campuran		Laston			
		AC-WC		AC-BC	
		Halus	Kasar	Halus	Kasar
Kadar Aspal Efektif (%)	Min	5,1	4,3	4,3	4,0
		4,0	3,5		
Penyerapan Aspal (%)	Maks	1,2			
Jumlah tumbukan perbidang		75		112	
Rongga dalam campuran (%)	Min			3,5	
	Maks			5,0	
Rongga dalam agregat (VMA)(%)	Min	15		14	
				13	
Rongga terisi aspal (%)	Min	65		63	
	Maks	800		1800	
Stabilitas Marshall (Kg)	Min	2		3	
	Maks	4		6	
Marshall Quotient (Kg/mm)	Min	250		300	
Stabilitas marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60° C	Min			90	
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (Refusal)	Min			2,5	

(Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Divisi 6 Rev.3)

METODE PENELITIAN

Gambaran Umum

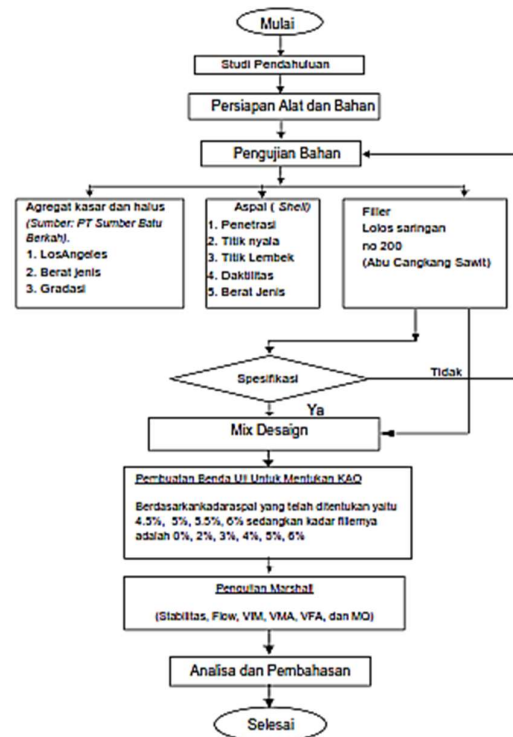
Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan desain empiris secara eksperimen yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Data tersebut diolah untuk mendapatkan suatu hasil perbandingan dengan syarat-syarat yang ada. Penyelidikan eksperimen dapat dilaksanakan didalam maupun diluar laboratorium. Dalam penelitian ini dilakukan di laboratorium dengan menggunakan variasi bahan pengisi (*filler*) dengan kadar abu cangkang kelapa sawit 0%, 2%, 3%, 4%, 5%, dan 6% terhadap total agregat. Hasil pengujian ini adalah nilai *Marshall*.

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium PT. TRI CITRA PERDANA (TCP) yang berada di Jl. Raya Tegineneng-Metro, Batang Hari Ogan, Kec, Tegineneng Kab. Pesawaran Prov. Lampung.

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dapat dilihat pada bagan alur penelitian di bawah ini:



Gambar 2. Bagan Alur Penelitian (Rico Handoko, 2021)

Penyiapan Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

- Agregat Kasar
Agregat yang digunakan berasal dari PT. Sumber Batu Berkah Lampung Selatan.
- Agregat Halus
Agregat halus yang digunakan berasal dari PT. Sumber Batu Berkah Lampung Selatan.
- Aspal
Aspal yang digunakan pada penelitian ini adalah aspal SHELL Penetrasi 60/70.
- Bahan Pengisi (Filler) atau material lolos saringan No.200. Bahan tambahan yang digunakan adalah Abu Cangkang Kelapa Sawit.

Penyiapan Alat

Peralatan pemeriksa aspal

- Alat uji penetrasi aspal
- Alat uji titik lembek
- Alat uji titik nyala
- Uji berat jenis

- e) Daktalitas
- Peralatan pemeriksa agregat
- a) Los angeles
 - b) Saringan standar satu set (Sieve)
 - c) Timbangan
 - d) Tabung picno meter
 - e) Oven dan pengatur suhu
 - f) Termometer
- Peralatan pemeriksa benda uji
- a) Marshall Test

Benda Uji

Penelitian ini menggunakan benda uji sebanyak 60 benda uji. Adapun kebutuhan benda uji tersebut dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Kebutuhan Benda Uji

Kadar Aspal	Komposisi		Jumlah
	Kadar Aspal	Kadar Filler	
4.5%	0	3	3
	2	3	
	4	3	
	6	3	
5%	0	3	3
	2	3	
	4	3	
	6	3	
5.5%	0	3	3
	2	3	
	4	3	
	6	3	
6%	0	3	3
	2	3	
	4	3	
	6	3	
Total		72	

(Sumber : Rico Handoko)

Membuat Mix Desain Formula

Untuk perencanaan campuran pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung komposisi campuran data analisa saringan masing-masing agregat.
2. Menentukan % kadar aspal rencana untuk mencari kadar aspal optimum
3. Membuat benda uji (briket) untuk masing-masing komposisi campuran 3 briket untuk tiap % kadar aspal rencana
4. Dari hasil perhitungan dapat kadar aspal optimum, selanjutnya dilakukan variasi penambahan filler 0%, 2%, 3%, 4%,5%,dan 6% dari berat aspal KAO

5. Membuat kembali 3 benda uji (briket) untuk variasi penambahan filler serta kadar aspal yang telah ditentukan

Pembuatan Benda Uji

1. Variasi konsentrasi (abu cangkang kelapa sawit) tambahan abu cangkang kelapa sawit 0 % (tanpa tambahan) dan tambahan 0%, 2%, 3%, 4%, 5%, dan 6% dari kadar aspal.
2. Perbandingan campuran kadar aspal beton perbandingan kadar aspal yang dipakai bervariasi yaitu 4.5%, 5%, 5.5%, 6%
3. Jumlah benda uji 60 benda uji yang akan dibuat sampel.

Rencana Campuran

Untuk campuran *Asphalt Concrete* (AC) dengan spesifikasi gradasi menurut (Departemen Perumahan Pekerjaan Umum 2010). Setelah diperoleh berat masing-masing agregat untuk tiap saringan selanjutnya dilakukan proses pencampuran sebagai berikut :

- 1) Dilakukan penimbangan agregat sesuai dengan prosentase pada target gradasi yang diinginkan untuk masing-masing fraksi dengan berat campuran kira-kira 1100 gram untuk diameter 4 inchi, kemudian dilakukan pengeringan campuran agregat tersebut sampai beratnya tetap sampai suhu $(105 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
- 2) Dilakukan pemanasan aspal untuk pencampuran pada viskositas kinematik 100 ± 10 centistokes. Agar temperatur campuran agregat dan aspal tetap maka pencampuran dilakukan di atas pemanas dan diaduk hingga rata.
- 3) Setelah temperatur pemadatan tercapai yaitu pada viskositas kinematik 100 ± 10 centistokes, maka campuran tersebut dimasukkan ke dalam cetakan yang telah dipanasi pada temperatur 100 hingga 170° dan diolesi vaselin terlebih dahulu, serta bagian bawah cetakan diberi sepotong kertas filter

- 4) atau kertas lilin (waxed paper) yang telah dipotong sesuai dengan diameter cetakan sambil ditusuk-tusuk dengan spatula sebanyak 15 kali di bagian tepi dan 10 kali di bagian tengah.
- 5) Pemadatan standar dilakukan dengan pemadat manual dengan jumlah tumbukan 75 kali di bagian sisi atas kemudian dibalik dan sisi bagian bawah juga ditumbuk sebanyak 75 kali.
- 6) Setelah proses pemadatan selesai benda uji di diamkan agar suhunya turun, setelah dingin benda uji dikeluarkan dengan ejektor dan diberi kode.
- 7) Benda uji dibersihkan dari kotoran
- 8) yang menempel dan diukur tinggi dengan jangka sorong, benda uji dengan ketelitian 0,1 mm dan ditimbang beratnya diudara.
- 9) Benda uji direndam dalam air selama 16-24 jam supaya jenuh.
- 10) Setelah jenuh benda uji ditimbang dalam air.
- 11) Benda uji dikeluarkan dari bak dan dikeringkan dengan kain pada permukaan agar kondisi kering permukaan jenuh (saturated surface dry, SSD) kemudian ditimbang
- 12) Benda uji direndam dalam bak perendaman pada suhu $60 \pm 1^\circ\text{C}$ selama 30 menit. Pengujian benda uji dengan alat Marshall Test.

HASIL PENELITIAN

Gambaran Umum

Penelitian ini dilakukan dengan pengujian-pengujian yang sesuai dengan pedoman penguian yang ada dan didukung dengan peralatan yang sudah dikalibrasi dengan hasil penelitian meliputi : penelitian sifat fisik agregat, penelitian sifat fisik aspal, dan penelitian campuran *laston/Asphalt Concrete Binder Course* (AC-BC) dengan melakukan pengujian *Marshall* dan didapat nilai

stabilitas dan *flow* setelah perendaman didalam *waterbath* selama 30 menit dengan suhu 60°C .

Hasil Penelitian

Tabel.3 Hasil Penelitian Sifat Fisik Agregat

No.	Karakteristik	Standar Pengujian	Persyaratan	Hasil	Keterangan
A. Agregat Kasar					
1	Penyerapan Air	SNI 03-1959-1990	maks. 3%	1,28 %	Memenuhi
2	Berat Jenis	SNI 03-1970-1990	min. 2,5 gr/cc	2,62 gr/cc	Memenuhi
3	Abrasi	SNI 03-2417-2008	Maks. 40%	13,88%	Memenuhi
B. Agregat halus					
1	Penyerapan Air	SNI 03-1959-1990	maks. 3%	2,02%	Memenuhi
2	Berat Jenis	SNI 03-1970-1990	min. 2,5% gr/cc	2,67	Memenuhi

(Rico Handoko, 2021)

Tabel.4 Hasil Penelitian Sifat Fisik Aspal

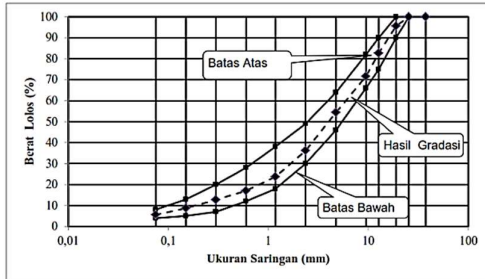
No.	Karakteristik	Standar Pengujian	Persyaratan	Hasil
1	Penetrasi 25°C 100gr 5 detik 0,1 mm	SNI 06-2456-1991	60-79	67,25 mm
2	Titik Lembek °C	SNI 06-2434-2011	48-58 °C	50,5 °C
3	Titik nyala °C	SNI 06-2433-2011	min. 200 °C	301 °C
4	Daktilitas 25°C cm	SNI 06-2432-2011	min. 100 cm	124 cm
5	Berat Jenis	SNI 06-2441-2011	min. 1,0 gr/cc	1,03 gr/cc

(Rico Handoko, 2021)

Analisis Data

Gradasi adalah susunan butiran agregat yang sesuai ukurannya. Gradasi agregat campuran merupakan salah satu sifat yang sangat menentukan kekuatan benda uji. Untuk menentukan gradasi pada campuran lapisan aspal beton AC-BC digunakan no saringan 1.5", 1", ¾", ½", 3/8", No.4, No.16, No.30, No.50, No.100, No.200.

Dari pengujian saringan didapat presentase agregat yang lolos. Kemudian menentukan CA sebesar 67,88% FA sebesar 30,38% dan FF sebesar 1,75% presentase ini digunakan untuk menentukan kadar aspal rencana. Metode yang digunakan yaitu metode fraksi Gradasi Gabungan Agregat



Gambar 3. Hasil Gradasi Gabungan Agregat (Rico Handoko, 2021)

Kadar Aspal Rencana

Kadar Aspal Rencana Perkiraan awal kadar aspal optimum dapat direncanakan setelah dilakukan pemilihan dan pengabungan pada tiga fraksi agregat. Sedangkan perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P_b &= 0,035 (\% CA) + 0,045 (\% FA) \\
 &+ 0,18 (\% FF) + K \\
 &= 0,035 \times (68,2\%) + 0,045 \times \\
 &(30,1\%) + 0,18 \times (1,7) + K \\
 &= 2,385 + 1,355 + 1,741 + 0,500 \\
 &= 5,99\%
 \end{aligned}$$

Jadi kadar aspal rencana +1 dan -1 dari kadar aspal rencana.

Analisa Perhitungan Pengujian

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik campuran yang sesuai untuk lapisan aspal beton dengan cara uji *marshall* yang meliputi penentuan nilai stabilitas, kelelahan (flow), berat jenis bulk (Gmb), rongga diantara mineral agregat (VMA), rongga dalam campuran beraspal (VIM), dan rongga terisi aspal (VFB) dalam campuran tersebut.

Berat Jenis Bulk Agregat Campuran (Gsb)

$$Gsb = \frac{100}{\frac{44\%}{2,539} + \frac{18\%}{2,694} + \frac{24\%}{2,693} + \dots + \frac{14\%}{2,731}} = 2,628 \text{ gr/cm}^3$$

Berat Jenis Efektif Agregat (Bulk Efektif/Gse)

$$Gse = \frac{100 - 5,98}{\frac{100}{2,421} + \frac{5,98}{1,035}} = 2,647 \text{ gr/cm}^3$$

Berat Jenis Maksimum Campuran (Gmm)

$$Gmm = \frac{100}{\frac{95,6}{2,7} + \frac{5,98}{1,035}} = 2,421 \text{ gr/cm}^3$$

Berat Jenis Bulk dan Apparent Agregat

Penentuan berat jenis bulk dari beton aspal padat yang diperoleh dari pemeriksaan di laboratorium mengikuti prosedur SNI 06-2441-2011, dilakukan segera setelah benda uji dingin dan mencapai suhu ruang.

Penyelesaian :

$$Gmb1 = \frac{1161,9}{1163,1 - 585,5} = 2,01 \text{ gr/cm}^3$$

$$Gmb2 = \frac{1175,1}{1161 - 671,2} = 2,39 \text{ gr/cm}^3$$

$$Gmb3 = \frac{1178}{1179,4 - 686,5} = 2,37 \text{ gr/cm}^3$$

$$Gmb \text{ rata-rata} = \frac{2,01 + 2,39 + 2,37}{3} = 2,26 \text{ gr/cm}^3$$

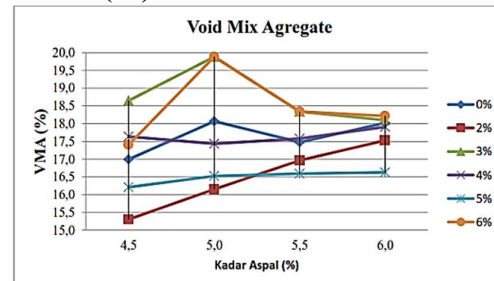
Kadar Aspal Yang Terabsorpsi (Pab)

$$Pab = 100 \times \frac{2,647 - 2,628}{2,628 \times 2,647} \times 1,035 = 0,327 \%$$

Kadar Aspal Efektif Yang Menyelimuti Agregat (Pae)

$$Pae = 5,98 - \frac{0,327}{100} \times 95,6 = 1,87\%$$

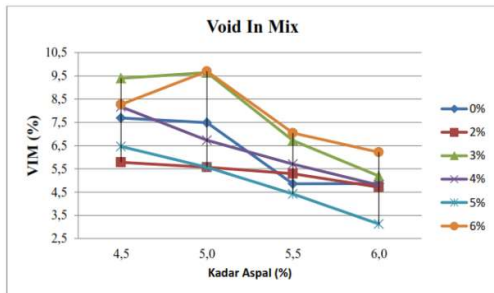
Rongga Dalam Agregat (VMA) Dalam Porsen (%)



Gambar 4. Perbandingan VMA Tanpa Dan Dengan Menggunakan Filler (Rico Handoko, 2021)

Nilai VMA berpengaruh terhadap kinerja suatu campuran bisa mengalami *durabilitas* dan jika VMA terlalu besar maka campuran bisa memperlihatkan masalah dan tidak ekonomis untuk diproduksi. Nilai VMA dipengaruhi faktor pemadatan, yaitu jumlah dan temperature pemadatan, gradasi agregat dan kadar aspal. Nilai VMA ini berpengaruh pada sifat kedepan campuran terhadap air dan serta sifat elastis campuran. Nilai VMA yang disyaratkan adalah minimum 15% (spesifikasi Bina Marga).

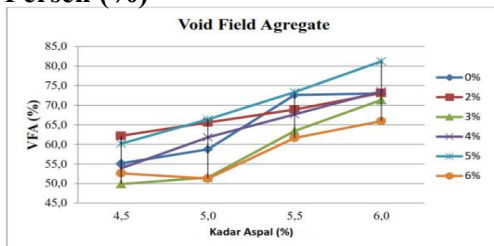
Rongga Dalam Campuran (VIM)



Gambar 5. Perbandingan VIM Tanpa Dan Dengan Menggunakan Filler (Rico Handoko, 2021)

Nilai VIM yang terlalu rendah akan menyebabkan bleeding karena suhu yang tinggi, maka viskositas aspal menurun sesuai sifat termoplastisnya. Sedangkan nilai VIM yang lebih dari ketentuan akan mengakibatkan berkurangnya keawetan lapis perkerasan, karena rongga yang terlalu besar akan mudah terjadi oksidasi. Untuk campuran AC-BC hanya diperbolehkan 3% - 5% kandungan volume yang ada (spesifikasi Bina Marga 2010).

Rongga Terisi Aspal (VFA) Dalam Persen (%)

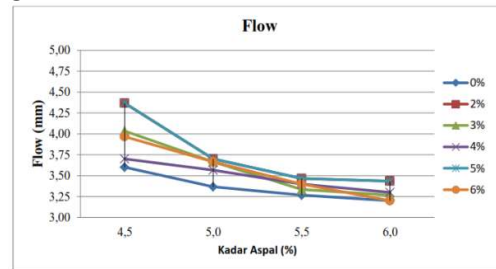


Gambar 6. Perbandingan VFA Tanpa Dan Dengan Menggunakan Filler (Rico Handoko, 2021)

Dari gambar 6 bahwa semakin banyak penambahan Filler terhadap campuran aspal maka semakin besar nilai VFA. Nilai VFA akan naik berdasarkan naiknya kadar aspal sampai batas tertentu, yaitu pada saat rongga telah terisi penuh.

Pemeriksaan Nilai Kelelahan (Flow)

Nilai kelelahan (flow) di pengaruhi oleh beberapa faktor antara lain gradasi, kadar aspal, bentuk permukaan agregat. Kelelahan ditunjukkan oleh arloji kelelahan merupakan sifat yang menyatakan besarnya deformasi vertikal benda uji. Hasil kelelahan benda uji tanpa campuran dan dengan campuran dan dengan campuran ditunjukkan dengan gambar 7



Gambar 7. Perbandingan Flow Tanpa Dan Dengan Menggunakan Filler (Rico Handoko, 2021)

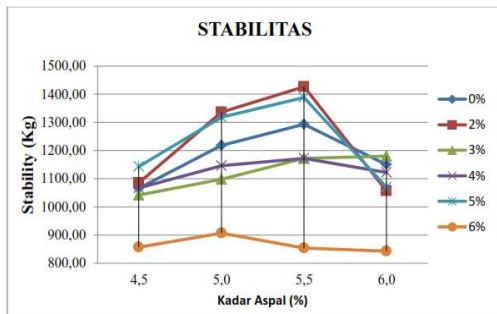
Dari gambar 7 dapat dilihat bahwa penggunaan filler menaikkan nilai kelelahan. Semakin banyak campuran filler sebagai campuran aspal, maka kelelahan campuran tersebut semakin kecil nilai kelelahannya tetapi nilainya tidak terlalu drastik. Spesifikasi yang dipakai yaitu batas antara 2 mm – 4 mm.

Pemeriksaan Stabilitas

Pemeriksaan stabilitas diperlukan untuk mengukur ketahanan benda uji terhadap beban, dan *flow* meter mengukur besarnya *deformasi* yang terjadi akibat beban. Untuk mendapatkan temperature benda uji sesuai dengan temperatur terpanas di lapangan, maka sebelum dilakukan pemeriksaan benda uji

menggunakan alat uji stabilitas *marshall* benda uji dipanaskan terlebih dahulu selama 30 menit dengan temperature 60o C di dalam *water bath*.

Pengukuran dilakukan dengan menempatkan benda uji pada alat *Marshall*, dengan beban diberikan kepada benda uji. Beban pada saat terjadi keruntuhan dibaca pada arloji pengukur dan proving ring, deformasi yang terjadi pada saat itu merupakan nilai flow yang dapat dibaca pada *flow* meternya. Nilai stabilitas merupakan nilai arloji pengukur dikalikan dengan nilai kalibrasi *proving ring*, dan dikoreksi dengan angka koreksi akibat variasi ketinggian benda uji.

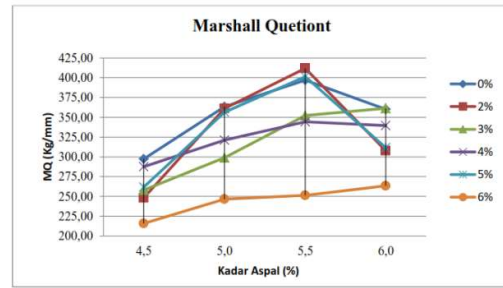


Gambar 8. Perbandingan Stabilitas Tanpa Dan Dengan Menggunakan Filler (Rico Handoko, 2021)

Dapat dilihat bahwa, penambahan campuran Filler 2% dan kadar aspal 5,85% cenderung naik walaupun menaikkan merata. Hal ini disebabkan abu cangkang kelapa sawit tercampur dengan aspal dan saling mengunci agregat dengan baik. Posisi agregat tidak mudah bergeser dari tempatnya ketika diberi beban, sehingga stabilitasnya meningkat. Nilai stabilitas minimum 80 untuk laston (Spesifikasi Bina Marga 2010).

Hasil Bagi Marshall Quoetient (Kg/mm)

Marshall Quoetient merupakan hasil perbandingan antara stabilitas dengan kelelahan (flow). Semakin tinggi MQ, maka akan semakin tinggi kekakuan suatu campuran dan semakin rentan campuran tersebut terhadap keretakan.

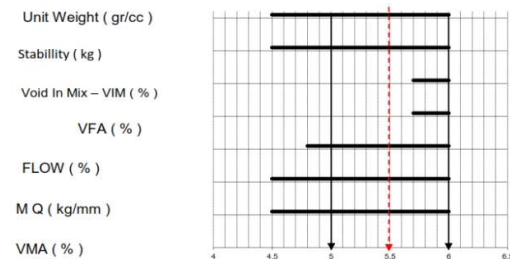


Gambar 9. Perbandingan MQ Tanpa Dan Dengan Menggunakan Filler (Rico Handoko, 2021)

Dari gambar 9 terlihat bahwa pada campuran Filler 0% cenderung meningkat dari pada campuran yang menggunakan Filler tersebut lebih tinggi dan nilai flownya juga lebih besar. Spesifikasi yang disyaratkan nilai MQ 250 kg/mm, dari hasil penelitian marshall, nilai MQ dari setiap campuran sebagian memenuhi syarat yang di tentukan (Spesifikasi Bina Marga 2010).

Kadar Aspal Optimum (KAO)

Kadar Aspal Optimum (KAO) adalah jumlah aspal yang digunakan dalam campuran agar dapat memenuhi persyaratan density, VIM, VFA, stabilitas, flow, dan MQ dan tentu saja dengan penambahan tambahan Filler yang sesuai.



Gambar 10. Menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO) (Rico Handoko, 2021)

KAO dibuat garis bilangan rentang terhadap parameter-parameter spesifikasi, yaitu Stabilitas, Flow, VIM, VFA, VMA dan MQ. Kemudian dibuat garis lurus untuk menentukan KAO sebesar 5,5 %. Seangkan pada penambahan abu cangkang kelapa sawit.

Tabel.5 Kesimpulan Hasil Grafik Gabungan Campuran AC-BC

Filler	Kadar Aspal	VIM (%) 3-5	VMA (%) Min 14	VFA (%) 63	Stability (kg) Min 800	Flow (mm) 2-4	MQ (kg/mm) Min 250
0%	5,5	4,850	17,474	72,613	1292,924	3,27	3,267
	6,0	4,872	18,015	73,031	1150,299	3,20	360,03
2%	6,0	4,713	17,527	73,146	1056,932	3,43	307,94
3%	-	-	-	-	-	-	-
4%	6,0	4,795	17,911	73,584	1121,774	3,30	339,43
	5,5	4,426	16,594	73,366	1387,973	3,47	401,44
5%	6,0	3,125	16,631	81,230	1069,897	3,43	311,76
6%	-	-	-	-	-	-	-

(Sumber : Rico Handoko)

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian filler menggunakan abu cangkang kelapa sawit maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil pengaruh penambahan dari keseluruhan perhitungan bahwa campuran abu cangkang kelapa sawit sebagai filler memenuhi persyaratan pada kadar aspal optimum 5% dan filler 5,5% dengan komposisi yang paling efisien dengan nilai VMA 16,594, VIM 4,426, VFA 73,366, Stability 1387,973, Flow 3,47 dan Marshall Quotient 401,44.
2. Hasil campuran aspal dari karakteristik *Marshall* pada kondisi KAO, kadar filler abu cangkang kelapa sawit sebesar kurang dari 5,5% dengan kadar aspal optimum 5% pada campuran AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Cours). Memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga (2010).

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Surandono; Masykur. Jurnal TAPAK Vol 8, No 1, Hal 106-119 November 2018. Analisis Pengujian Gradasi Ekstrasi Campuran AC-BC Hasil Produksi AMP (*Asphalt Mixing Plant*). Metro : FT Universitas Muhammadiyah.
- Anonim, 2014. Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan 2010 Revisi 3, Divisi IV Perkerasan Aspal. Jakarta : Departemen PU.

Hutahaean. 2007. Hasil Uji Komposisi Unsur Kimia Dari Abu Cangkang Kelapa Sawit.

Leni Sriharyani; Ahmad Tolib. Jurnal TAPAK. Vol 8, No 1, Hal 53-56 November 2018. Perubahan Parameter Marshall Akibat Perbedaan Jumlah Tumbukan Pada *Asphalt Concrete-Binder Course* (AC-BC) Gradasi Kasar. Metro : FT Universitas Muhammadiyah.

Masykur; Septyanto Kurniawan. TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi) : Jurnal Program Studi Teknik Sipil 7.1 (2017) : 52-63. ANALISA PENGUJIAN DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP) UNTUK DAYA DUKUNG TANAH PADA PERKERASAN JALAN OVERLAY (Studi Kasus : Ruas Jalan Metro-Tanjung Kari STA 7+000 STA 8+000). (Teknologi Aplikasi Konstruksi) : Jurnal Program Studi Teknik Sipil 7.1 (2017) : 52-63. Metro : FT. Universitas Muhammadiyah.

Masykur; Leni Sriharyani. Jurnal TAPAK. Vol 8, No 2, Hal 53-56 November 2018. Pengaruh Temperature Tumbukan Pada Cmpuran AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course*). Metro : FT Universitas Muhammadiyah.

Sentosa, L. 2005. Simposium VIII Forum Studi Transportasi Antar-Perguruan Tinggi (FSTPT). Kinerja Laboratorium Campuran Hot Rolled Asphalt dengan Abu Sawit Sebagai Filler.

Soehartono. 2015 Tekologi Aspal dan Penggunaanya dalam Kontruksi Perkerasan Jalan. Yogyakarta : Andi.

Sukirman S. 1999. Perkerasan Lentur Jalan Raya. Bandung : Nova.

Sukirman S. 2003. Beton Aspal Campuran Panas Edisi Kedua. Jakarta : Granit

Sukirman S. 2003. Beton Aspal Campuran Panas. Jakarta : Granit.

Sukirman S. 2012. Beton Aspal Campuran Panas. Jakarta : Granit
Waluyo Nuswantoro; Desriantomy; Edwin. Jurnal Penelitian Penggunaan Abu Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Tambahan Filler Pada Aspal Panas HRS. Vol 4 No 2. Desember 2003. 75-82. FT Universitas Palangkaraya.