

PENGGUNAAN CANGKANG KERANG SEBAGAI PENGGANTI FILLER TERHADAP CAMPURAN LAPISAN ASPHALT CONCRETE – WEARING COURSE (AC-WC)

Agam Alhawisyah¹

Universitas Bung Hatta
agamalhawisyah08@gmail.com

Eko Prayitno²

Universitas Bung Hatta
ekoprayitno@bunghatta.ac.id

ABSTRAK

Cangkang kerang dapat di manfaatkan kembali untuk membuat produk berharga, seperti perkerasan jalan. Cangkang kerang dapat meningkatkan ketahanan perkerasan aspal agar tidak mudah mengalami kerusakan jika digunakan sebagai pengisi atau filler pada campuran (AC-WC). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kadar aspal yang ideal, mengetahui bagaimana penambahan abu cangkang kerang sebagai filler memengaruhi karakteristik uji marshall sesuai dengan spesifikasi Bina Marga 2018. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Setelah selesai pengujian marshall, didapat nilai kadar aspal optimum sebesar 6%. Setelah didapat nilai ini benda uji dipersiapkan dengan menggunakan filler 10%,20%,30%,40%,50% dari berat total filler. Dari hasil analisis nilai marshall terhadap benda uji dengan menggunakan filler cangkang kerang, dapat diketahui bahwa dengan bertambahnya kadar filler cangkang kerang maka nilai VMA, VIM, Stability, MQ mengalami peningkatan sedangkan nilai Density, VFA, flow mengalami sedikit penurunan. Kadar dengan variasi 20% merupakan kadar terbaik karna memiliki parameter marshall paling optimum dengan Density 2,256gr/cm³, nilai VMA 16,0%, nilai VIM 4,5, nilai VFA 72,0%, nilai Stability 1372kg, nilai Flow 3,78%, nilai MQ 497kg/mm.

Kata Kunci : Cangkang Kerang, AC-WC, Filler, Marshall

ABSTRACT

Shells can be reused to make valuable products, such as road pavement. Shells can increase the durability of asphalt pavement so that it is not easily damaged if used as a filler or filler in the mixture (AC-WC). This study aims to determine the ideal asphalt content, find out how the addition of shell ash as a filler affects the characteristics of the marshall test in accordance with the specifications of Bina Marga 2018. This study uses an experimental method. After completing the marshall test, the optimum asphalt content value was obtained at 6%. After obtaining this value, the test piece is prepared using filler of 10%, 20%, 30%, 40%, 50% of the total weight of the filler. From the results of the analysis of the marshall value on the test specimen using clamshell filler, it can be seen that with the increase in the level of clamshell filler, the values of VMA, VIM, Stability, MQ have increased while the values of Density, VFA, and flow have decreased slightly. The rate with a variation of 20% is the best level because it has the most optimal marshall parameters with Density 2.256gr/cm³, VMA value of 16.0%,

VIM value of 4.5, VFA value of 72.0%, Stability value of 1372kg, Flow value of 3.78%, MQ value of 497kg/mm.

Keywords: *Shells, Asphal Concrete-Wearing Course (AC-WC), Marshall*

PENDAHULUAN

Dalam pembangunan infrastruktur jalan, aspal sangat berperan penting karena kemampuannya untuk mengikat berbagai material campuran perkerasan jalan raya yang menjadikan aspal sangat esensial. Aspal yang dikenal juga dengan Bitumen, merupakan material hidokarbon berbentuk cairan kental dengan kandungan minimal sulfur, oksigen dan klorin. Karakteristik unik aspal terletak pada sifat viskoelastisnya yang memungkinkannya berubah menjadi cair saat tertekan suhu tinggi dan mengeras saat suhu turun. Di Indonesia, konstruksi jalan yang paling umum digunakan adalah lapisan aspal beton (Laston) atau yang dikenal dengan Asphalt Concrete (AC). Material ini hadir dalam tiga variasi campuran yaitu AC-WC, AC-BC, AC-Base. Khusus untuk lapisan permukaan, AC-WC berfungsi sebagai pelindung yang impermeabel terhadap air dan tahap terhadap berbagai kondisi cuaca. Dalam komposisinya, AC-WC mengombinasikan bitumen sebagai pengikat, material agregat dalam berbagai ukuran, serta bahan pengisi dengan spesifikasi gradasi tertentu. Bahan pengisi atau yang dikenal dengan istilah filler memiliki fungsi utama untuk mengisi celah-celah yang kosong. Dalam situasi tertentu, ketika bahan pengisi konvensional sulit diperoleh dengan harga yang terjangkau, diperlukan alternatif bahan pengganti. Dalam konteks penelitian ini, cangkang kerang dimanfaatkan sebagai alternatif filler dalam campuran AC-WC dengan proporsi yang bervariasi mulai dari 10%, 20%, 30%, 40%, hingga 50%. Pemilihan cangkang kerang sebagai bahan alternatif didasarkan pada kemudahan perolehan dan pemanfaatan limbah. Material ini memiliki ukuran yang lebih kecil dari ayakan nomor 200 (0,15 mm). Studi sebelumnya menunjukkan bahwa cangkang kerang memiliki kandungan kalsium oksida (CaO) sebesar 66,70%, yang merupakan komponen kimia penting dalam pembuatan semen. Sayangnya, pemanfaatan cangkang kerang masih belum optimal, sehingga nilai kegunaannya masih tergolong rendah. Oleh karena itu, cangkang kerang yang mudah di dapatkan dan murah digunakan sebagai pengganti bahan pengisi campuran aspal.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Perkerasan Jalan Raya Universitas Bung Hatta. Secara umum metode yang digunakan adalah metode eksperimen, metode ini merupakan metode dengan melakukan percobaan untuk mendapatkan data. Secara garis besar, penelitian ini mengacu pada peraturan pengujian spesifikasi Bina Marga tahun 2018 Revisi 2 sehingga untuk memastikan bahwa hasil yang dihasilkan memenuhi spesifikasi campuran aspal panas AC-WC. Data awal digunakan untuk menjeniskan data penelitian. Data primer adalah data yang dikumpulkan langsung pada serangkaian kegiatan pengujian yang dilakukan sendiri. Ini mengacu pada sumber berdasarkan penelitian manual yang sudah ada, seperti dengan yang menghasilkan penelitian langsung. Data analisis sifat fisik agregat dan data pengujian *Marshall* adalah sumber data utama dalam penelitian ini. Data kadar cangkang kerang yang digunakan diambil dari literatur yang dibaca dengan KAO yang paling optimal.

Menurut Spesifikasi Bina Marga (2018) adalah penelitian pertama yang dilakukan pada penelitian ini, mencakup penilaian agregat yang membantu penilaian abrasi dengan mesin *Los Angeles*, penilaian berat jenis, penilaian agregat dan analisis saringan. Pemeriksaan aspal dilakukan secara bertahap untuk menilai penetrasi, titik lembek, titik nyala, berat jenis. Dari

pengujian agregat, aspal dan *filler* memenuhi persyaratan, diputuskan bahwa campuran aspal harus dihitung dalam proporsi agregat dan kadar aspal. Kemudian setelah benda uji dibuat lalu dilakukan *marshall test* untuk mengetahui karakteristik dari campuran aspal tersebut, lalu menentukan kadar aspal optimum (KAO). Setelah menentukan KAO maka selanjutnya penambahan cangkang kerang pada campuran *mix formula*, lalu kemudian dilakukan *Marshall Test*. Setelah dilakukan *Marshall test* selanjutnya analisa data dari sampel yang telah dilakukan *Marshall test* tersebut.

Sebelum digunakan untuk campuran beraspal, karakteristik bahan harus diperiksa untuk memastikan bahwa mereka memenuhi syarat yang disebutkan dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Dilakukan tiga pengujian bahan penyusun yaitu :

A. Pengujian Agregat kasar dan halus

Pada pengujian yang akan dilakukan untuk melihat karakteristik agregat sebagai berikut :

- 1) Pengujian Keausan Agregat Dengan mesin abrasi *Los Angeles*
- 2) Pengujian Sieve Analisis
- 3) Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat
- 4) Pengujian kelekatan agregat terhadap aspal

B. Pengujian Aspal

Pada penelitian yang dilakukan, aspal yang digunakan yaitu aspal pen 60/70. Adapun pengujian yang akan dilakukan untuk melihat karakteristik aspal agar sesuai spesifikasi adalah sebagai berikut :

- 1) Pengujian titik nyala dan titik bakar aspal dengan *Cleveland Open Cup*
- 2) Pengujian penetrasi aspal
- 3) Pengujian titik lembek aspal
- 4) Pengujian daktilitas aspal
- 5) Pengujian berat jenis aspal

C. Pengujian *Filler*

Filler yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang kerang. Sebelum digunakan sebagai bahan pengisi campuran, langkah pertama cangkang kerang dicuci dan dikeringkan kemudian cangkang kerang ditumbuk sampai halus menggunakan alat tumbuk *impact test* sampai dapat disaring menggunakan saringan no. 200, lalu cangkang kerang tersebut diuji untuk melihat berapa kadar CaO dan silika yang terkandung dalam *filler* tersebut menggunakan alat *Spektometer Fluoresensi Sinar-X (XRF)*.

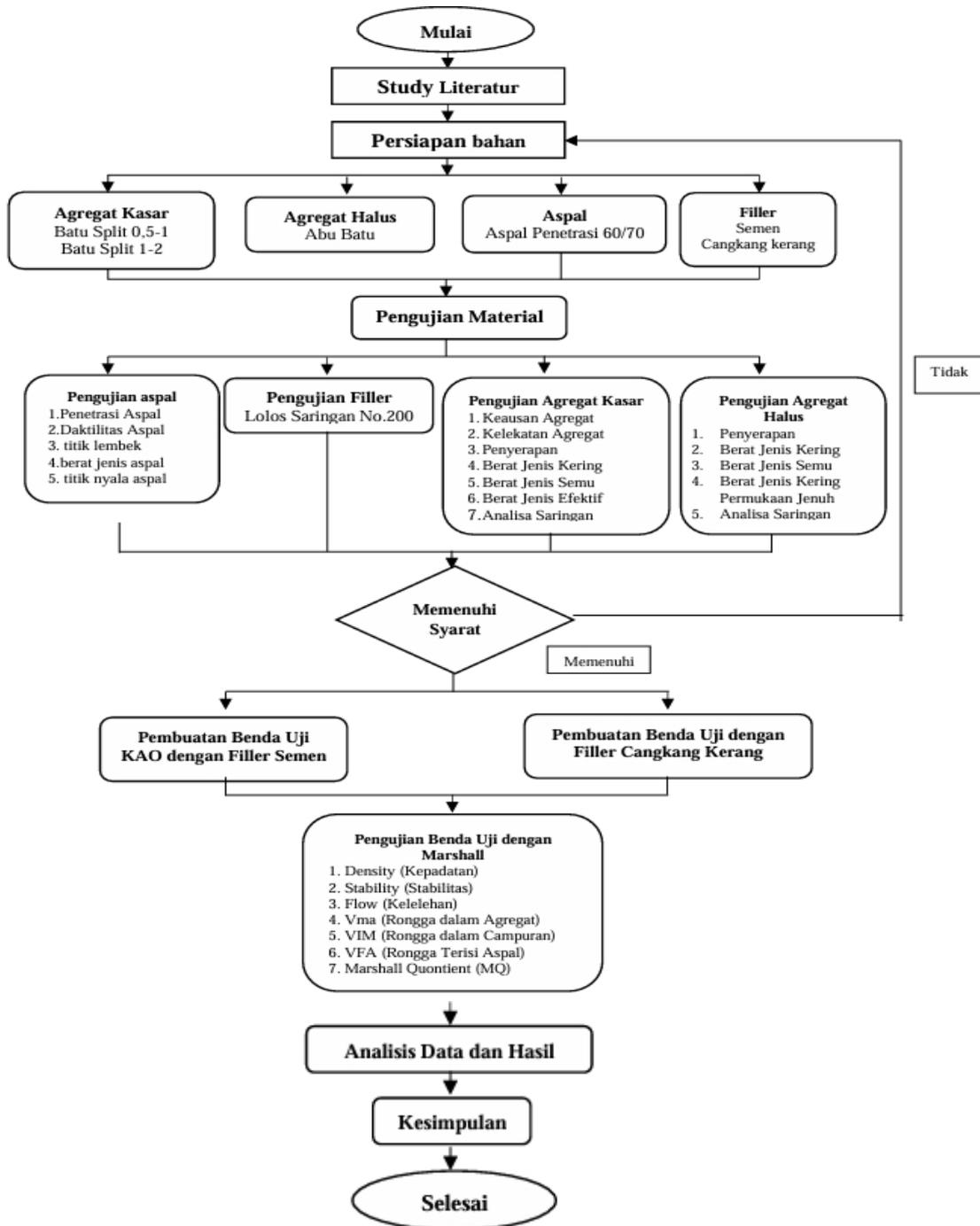
Aspal sebagai bahan pengikat dalam campuran beraspal pada system perkerasan lentur mempunyai pengaruh yang besar terhadap umur pelayanan lapis perkerasan jalan. Oleh sebab itu kadar aspal dalam suatu campuran aspal menjadi bagian yang sangat penting. Dalam kadar aspal optimum suatu campuran dilakukan pengujian Marshall untuk mendapatkan nilai karakteristik Marshall. Dari nilai karakteristik yang diperoleh dapat disimpulkan kadar aspal optimum (KAO) yang digunakan untuk merencanakan campuran AC-WC dengan substitusi *filler* menggunakan cangkang kerang. Rumus umum untuk menghitung perkiraan awal kadar aspal optimum (KAO) pada campuran adalah :

$$P_b = 0,035 (\% CA) + 0,045 (\% FA) + 0,18 (\% FF) + K$$

Tahap untuk pengujian dengan metode marshall yaitu :

- A. Persiapan Agregat untuk Campuran Aspal
- B. Pembuatan Aspal

- C. Pembuatan Benda Uji (*sample*)
- D. Pengujian Berat Jenis
- E. Pengujian *Marshall*



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum benda uji dibuat, material yang digunakan agregat kasar, agregat halus, *filler*, dan aspal diuji untuk memastikan bahwa material tersebut layak untuk digunakan dalam pembuatan benda uji. Material yang digunakan di uji sesuai dengan Spesifikasi Bina Marga 2018. Setelah material diuji dan memenuhi spesifikasi, pembuatan benda uji dapat dimulai.

Tabel 1 Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Pengujian	Standarisasi	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Keausan Agregat	SNI 2417:2008	$\leq 30 \%$	21.7%	Memenuhi
2	Kelekatan	SNI 2439:2011	$\geq 95 \%$	98 %	Memenuhi
3	Berat jenis kering	SNI 1969:2016	$\geq 2,5 \text{ gr}$	2,56 gr	Memenuhi
4	Berat Jenis Jenuh Kering Permukaan	SNI 1969:2016	$\geq 2,5 \text{ gr}$	2,59 gr	Memenuhi
5	Berat Jenis Semu	SNI 1969:2016	$\geq 2,5 \%$	2,64 gr	Memenuhi
6	Penyerapan Air	SNI 1969:2016	$\leq 3 \%$	1,11 gr	Memenuhi

Tabel 2 Pengujian Agregat Halus

No	Pengujian	Standarisasi	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Berat Jenis Kering	SNI 1970:2016	$\geq 2,5 \text{ gr}$	2.52 gr	Memenuhi
2	Berat Jenis Semu	SNI 1970:2016	$\geq 2,5 \%$	2.62 %	Memenuhi
3	Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh	SNI 1970:2016	$\geq 2,5 \text{ gr}$	2.55 gr	Memenuhi
4	Penyerapan Air	SNI 1970:2016	$\leq 3 \%$	1.68 %	Memenuhi

Tabel 3 Pengujian Aspal

No	Pengujian	Satandarisasi	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Penetrasi	SNI 2456:2011	60-70	62.53	Memenuhi
2	Berat Jenis	SNI 2433:2011	$\geq 1,0 \text{ gr}$	1.03 gr	Memenuhi
3	Titiik Lembek	SNI 2434:2011	$\geq 48^\circ\text{C}$	52°C	Memenuhi
4	Daktilitas	SNI 2432:2011	$\geq 100 \text{ cm}$	148 cm	Memenuhi
5	Titiik Nyala	SNI 2433:2011	$\geq 232^\circ\text{C}$	340°C	Memenuhi

Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Kimia Instrumen, Fakultas MIPA Universitas Negeri Padang. Cangkang kerang yang di pakai pada penelitian ini merupakan kerang dara. Hasil pengujian untuk filler kerang dapat dilihat pada **Tabel 4**.

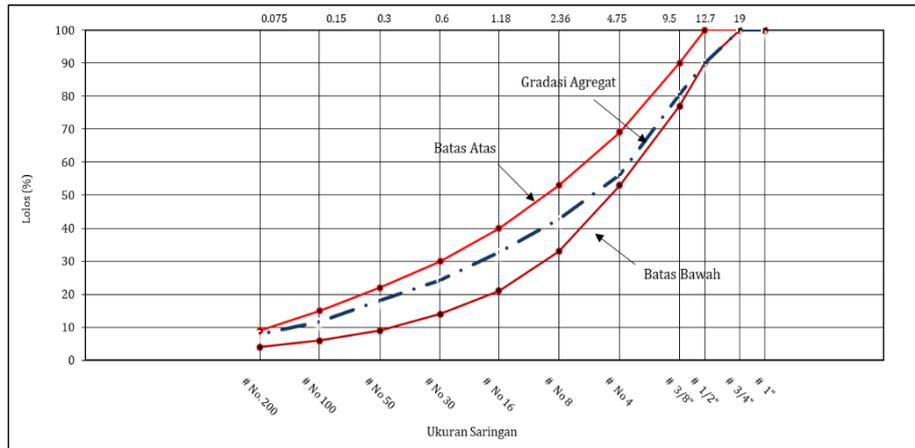
Tabel 4 Hasil pengujian filler

<i>Oxides</i>		
<i>Compound</i>	<i>Conc</i>	<i>Unit</i>
MgO	0,498	%
Al₂O₃	0,631	%
SiO₂	1,645	%
P₂O₅	2,901	%
K₂O	0,082	%
CaO	91,646	%
TiO₂	0,237	%
V₂O₅	0,008	%
MnO	0,025	%
Fe₂O₃	1,941	%
CuO	0,004	%
ZnO	0,011	%
SrO	0,346	%
ZrO₂	0,004	%

Pada perencanaan gradasi campuran dilakukan pengujian analisa saringan terlebih dahulu untuk masing-masing agregat yang mengacu pada ASTM C 136-2012. Dari hasil pengujian analisa saringan pada masing-masing agregat maka dapat diperoleh data perencanaan gradasi pada campuran AC-WC. Maka untuk merencanakan gradasi campuran AC-WC dilakukan dengan menggunakan metode *trial and error*. Dengan menggunakan metode tersebut, diperoleh presentase untuk perencanaan komposisi campuran dari masing-masing agregat pada campuran AC-WC dalam pembuatan benda uji. Selanjutnya untuk nilai persentase perencanaan gradasi campuran AC-WC dapat dilihat pada table berikut ini :

Tabel 5. Perencanaan Gradasi Campuran AC-WC

Uraian		Ukuran saringan										
		1"	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	#16	# 30	# 50	# 100	# 200
Inc												
mm		25,4	19	12,7	9,5	4,75	2,36	1,18	0,6	0,3	0,149	0,075
Data material												
Agregat 1 - 2		100,00	100,00	50,66	8,02	1,21	1,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agregat 0,5 - 1		100,00	100,00	100,00	97,23	41,53	20,69	13,56	8,89	7,56	6,88	4,77
Abu Batu		100,00	100,00	100,00	100,00	92,88	79,11	62,24	46,50	33,64	19,13	12,46
Filler (Semen)		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,20
Komposisi campuran												
Agregat 1 - 2	20%	20,00	20,00	10,13	1,60	0,24	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agregat 0,5 - 1	36%	36,00	36,00	36,00	35,00	14,95	7,45	4,88	3,20	2,72	2,48	1,72
Abu Batu	43%	43,00	43,00	43,00	43,00	39,94	34,02	26,76	20,00	14,46	8,22	5,36
Filler (Semen)	1%	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98
	100%	100,00	100,00	90,13	80,61	56,13	42,70	32,64	24,20	18,19	11,70	8,06
Spec.gradasi												
max		100,00	100,00	100,00	90,00	69,00	53,00	40,00	30,00	22,00	15,00	9,00
min		100,00	100,00	90,00	77,00	53,00	33,00	21,00	14,00	9,00	6,00	4,00



Gambar 2. Grafik Gradasi Campuran AC-WC

Untuk menentukan KAO, maka perhitungan komposisi aspal digunakan untuk mengetahui nilai aspal yang ideal dan sebagai perkiraan untuk mencari kadar aspal optimum. Kadar aspal ditentukan setelah kita melakukan analisa saringan. Rumus yang digunakan untuk perhitungan perkiraan kadar aspal rencana adalah sebagai berikut :

$$P_b = 0,035 (\% CA) + 0,045 (\% FA) + 0,18 (\% FF) + K$$

Dimana :

- P_b = Kadar aspal rencana, persen terhadap berat campuran
- CA = Agregat kasar, persen agregat tertahan saringan no. 8
- FA = Agregat halus, persen agregat lolos saringan no. 8 dan tertahan saringan no. 200
- FF = Bahan pengisi (*filler*), lolos ayakan no. 200
- K = Konstanta (1,0)

Keterangan :

- CA = 57,3
- FA = 34,65
- FF = 8,06

Maka berdasarkan rumus di atas, dapat diperoleh kadar aspal rencana sebagai berikut ini:

$$P_b = 0,035 (57,3) + 0,045 (34,65) + 0,18 (8,06) + 1$$

$$P_b = 2,0055 + 1,55925 + 1,4506 + 1$$

$$P_b = 6,01 \% \rightarrow 6,00 \%$$

Dari hasil perhitungan rumus diatas maka kadar aspal rencana (P_b) yang didapatkan adalah sebesar 6 %, dengan ini maka mengambil dua kadar aspal dibawah dan dua kadar aspal di atas menggunakan interval 0,5 % maka nilai tersebut adalah 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7%. Kemudian agar nilai dalam grafis ini tidak keluar dari spesifikasi maka peneliti mengambil kadar aspal mulai dari 6%.

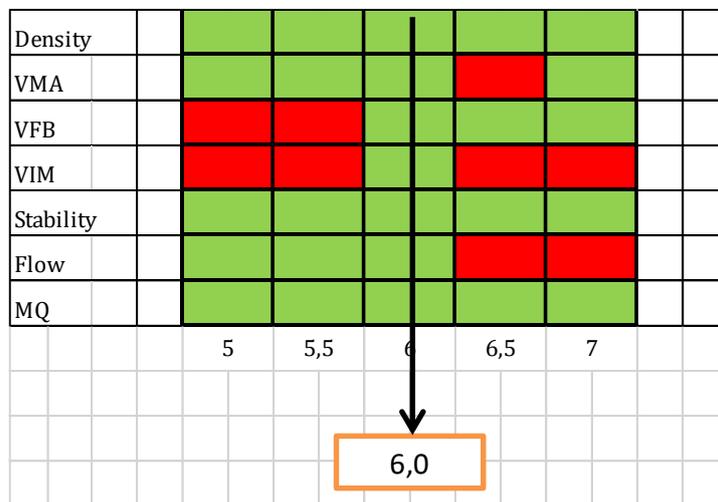
Setelah kadar aspal yang diperoleh, maka dilakukan pembuatan sampel dengan kenaikan kadar aspal sebesar 0,5% yaitu 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7%. Selanjutnya dilakukan perencanaan Kadar

Aspal Optimum (KAO). Berdasarkan evaluasi spesimen uji yang dibuat dengan persentase Kadar Aspal Optimum (KAO), pengujian yang telah dilaksanakan menghasilkan data sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Pengujian KAO

No	Karakteristik	Spesifikasi	Variasi Kadar Aspal				
			5%	5,5%	6%	6,5%	7%
1	Density	-	2.181	2.245	2.282	2.298	2.293
2	VMA (%)	Min 15	18.0	16.0	15.1	14.9	15.6
3	VIM (%)	3-5	8.96	5.63	3.40	2.07	1.62
4	VFA (%)	Min 65	50.1	64.8	77.4	86.1	89.6
5	Stabilitas	Min 800	1349	1314	1372	1325	1369
6	Flow (mm)	2-4	2.67	3.27	3.86	4.45	4.91
7	MQ (Kg/mm)	Min 250	495	437	384	339	295

KaO mengacu pada nilai tengah antara variasi minimum dan maksimum yang memenuhi semua karakteristik (Sukirman, 2007). Maka untuk menentukan nilai KAO pada campuran AC-WC ini digunakan grafik pita seperti gambar berikut ini :



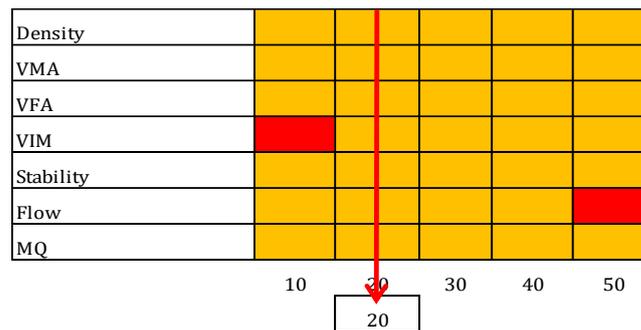
Gambar 3. Grafik Pita KAO

Berdasarkan Gambar 3 syarat untuk mendapatkan nilai kadar/aspal optimum (KAO) ditinjau dari nilai karakteristik marshall yang dapat memenuhi semua minimum dan maksimum yang memenuhi semua persyaratan campuran, dari grafik tersebut yang memenuhi semua nilai karakteristik marshall pada kadar 6% nilai yang paling dominan diantara nilai parameter yang paling memenuhi spesifikasi.

Tabel 7 Hasil Pengujian Marshall Dengan Variasi *Filler* Abu Cangkang Kerang

No	Karakteristik	Spesifikasi	Pengujian Marshall					
			Variasi Kadar <i>Filler</i> abu cangkang kerang (%)					
			0	10	20	30	40	50
1	Density (Gr/cc)	-	2.282	2,235	2,256	2,267	2,263	2,244
2	VMA (%)	Min. 15	15.1	16,8	16,0	15,6	15,8	16,5
3	VIM (%)	3-5	3,40	5,2	4,5	4,1	4,2	5,0
4	VFA (%)	Min. 65	77,4	68.8	72.0	74.1	73.2	69.6
5	Stability (Kg)	Min. 800	1372	1826	1877	1811	1713	1576
6	Flow (Mm)	2-4	3.86	3.97	3.78	3.77	3.92	4.29
7	MQ (Kg/mm)	Min. 250	384	460	497	481	437	368

Dengan data hasil pengujian *Marshall* yang telah dilakukan, maka dapat diketahui bahwa kadar *filler* yang menggunakan abu cangkang kerang yang memenuhi standar karakteristik *Marshall*, seperti *Density*, *VMA*, *VIM*, *VFA*, *Stability*, *Flow*, dan *Marshall Quotient* terletak pada kadar 20%. **Gambar 4** di bawah mengenai Grafik pita pengujian *Marshall* seperti gambar berikut ini :



Gambar 4 Grafik Pita Pengujian *Marshall* dengan Substitusi *Filler* Abu Cangkang Kerang

Berdasarkan **Gambar 4** tentang Diagram batang penentuan kadar aspal optimum maka diperoleh campuran dengan kadar *filler* cangkang kerang 20% merupakan campuran terbaik karena memasuki semua spek yang telah ditentukan.

Density (Kepadatan) Adalah Nilai kepadatan atau ketebalan menggambarkan kondisi campuran setelah pemadatan. Semakin tinggi nilai *density* suatu campuran, semakin baik kepadatannya (fauziah & wijayati, 2016). Tentu dengan penambahan variasi kadar cangkang kerang ini berpengaruh terhadap nilai *density* pada campuran asphalt (AC-WC). Hal utama yang menyebabkan kepadatan menjadi tinggi nilai *density* naik adalah campuran abu cangkang kerang dengan *filler* yang membuat kerapatan dengan agregat menjadi tinggi sehingga sifat *interlocking* dari partikel agregat campuran *filler* dan abu cangkang kerang bertambah, maka dengan ini seiring penambahan jumlah kadar abu cangkang kerang paling tinggi kadar 30%. apabila melebihi kadar tersebut maka akan menjadi terlalu padat dan pengaruh perkerasan tersebut akan mengalami keretakan saat diberikan beban.

Void in mineral aggregate (VMA) merupakan rongga udara yang ada di antara mineral agregat di dalam campuran beraspal panas yang sudah di padatkan termasuk ruang yang terisi aspal. Tentu pada penelitian ini dengan penambahan abu cangkang kerang berpengaruh terhadap nilai VMA pada campuran aspal (AC-WC). Agregat bergradasi baik atau bergradasi rapat memberikan rongga antara butiran agregat (VMA) yang kecil. Sehingga aspal, agregat, dan *filler* menutup sebagian rongga antara butiran, sehingga lapisan kedap air dan tidak mudah mengalami kerusakan pada lapisan aspal. Nilai VMA pada penambahan abu cangkang kerang dari 10%, 20%, 30%, 40%, 50% memenuhi spesifikasi yang telah di tentukan pada batas spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2.

Void in mix (VIM) atau disebut juga dengan rongga dalam campuran digunakan untuk mengetahui besarnya rongga campuran dalam persen. pada penelitian ini nilai VIM berpengaruh terhadap campuran aspal (AC-WC). Nilai VIM tertinggi terdapat pada kadar 10% yaitu 5,2%. Pada pengganti *filler* dengan menggunakan abu cangkang kerang dari kadar 20%, 30%, 40%, 50% VIM memenuhi spesifikasi yang telah di tentukan dan memenuhi syarat yang di tentukan pada syarat Bina Marga 2018, sehingga mengakibatkan campuran aman dari retakan (*cracking*) dan keros. apabila rendah pada kadar 10% maka tidak dianjurkan untuk menambah kan menjadi *filler* karna tidak baik untuk menutup rongga rongga ataupun *void* yang ada dan apabila terlalu tinggi dapat membuat campuran bersifat keros (*porous*) sehingga mengakibatkan air mudah masuk kedalam campuran aspal dan mengurangi kewaetan pada campuran aspal (AC-WC).

Void Filled With Asphalt (VFA) adalah suatu volume pori dalam beton aspal yang padat yang terisi oleh aspal, atau volume lapisan/selimut aspal (Silvia Sukirman, 2003). Dengan variasi kadar abu cangkang kerang menunjukkan bahwa nilai VFA tidak stabil dari setiap penambahan kadar abu cangkang kerang. Nilai VFA terendah di peroleh pada kadar 10% dengan nilai VFA 68,8% sedangkan nilai VFA tertinggi pada kadar 30% dengan perolehan nilai VFA 74,1%. Dapat dikatakan pada penelitian ini pengganti *filler* dengan menggunakan abu cangkang kerang berpengaruh terhadap nilai VFA pada campuran (AC-WC). Ini disebabkan karena penambahan presentase kadar abu cangkang kerang pada campuran (AC-WC) mengakibatkan rongga yang berada dalam campuran (VIM) yang terisi akan semakin bertambah dan tentu dapat mengakibatkan rongga yang terisi aspal campuran bertambah, sehingga menyebabkan campuran beraspal panas lebih awet, nilai VFA yang terlalu tinggi dapat juga menyebabkan *bleending* pada suhu tinggi karena nilai VIM yang rendah, sehingga aspal naik ke permukaan saat perkerasan menerima beban, sebaliknya apabila nilai VFA yang rendah dapat menyebabkan penyerapan air dan udara yang lebih mudah, sehingga campuran menjadi rentan terhadap kerusakan (Kholiq & Hidayatullah, 2017.)

Stability adalah kemampuan suatu lapisan perkerasan jalan untuk menahan deformasi akibat adanya beban lalu lintas yang bekerja di atasnya tanpa mengalami perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur (*rutting*) atau *bleending*. Campuran yang memiliki nilai stabilitas dan kekuatan campuran serta mengurangi tendensi terjadi bekas roda lalu lintas. Stabilitas mengacu pada kemampuan campuran aspal untuk menahan beban maksimum hingga plastis deformasi. Kemampuan ini di ukur dalam kilogram beban maksimum. Agregat dengan gradasi yang rapat memberikan stabilitas tinggi dan rongga udara yang rendah dalam campuran. Agregat dengan gradasi yang rapat akan menghasilkan stabilitas tinggi dan rongga udara yang minimum dalam campuran. Selain itu ukuran agregat juga berpengaruh terhadap stabilitas lapisan aspal beton. (lilis Widodo, 2016). Dari hasil data stabilitas dengan variasi penggantian *filler* abu cangkang

kerang terlihat bahwa keseluruhan variasi campuran cangkang kerang yang digunakan mendapatkan hasil yang sesuai dengan spesifikasi Bina Marga 2018. Jika stabilitas terlalu tinggi, campuran menjadi terlalu kaku sehingga mudah retak saat menanggung beban. Sebaliknya, jika stabilitas terlalu rendah, campuran mudah retak karena beban lalu lintas atau perubahan bentuk *Subgrade*.

flow adalah kondisi perubahan untuk campuran yang disebabkan oleh pembebanan sehingga mencapai batas maksimum yang diukur dalam satuan panjang (mm). Dari Hasil *flow* dengan variasi penggantian *filler* abu cangkang kerang menunjukkan bahwa nilai *flow* mengalami peningkatan. Hal ini mengakibatkan dengan penambahan abu cangkang kerang dapat membuat campuran aspal beton (AC-WC) tidak mudah untuk mengalami perubahan bentuk akibat beban lalu lintas yang tinggi dan berat. Namun jika *flow* terlalu rendah maka campuran akan terlalu kaku dan rentan untuk mengalami retak. Nilai *flow* maksimum dengan variasi cangkang kerang tertinggi yaitu terdapat pada 50% (4,29 mm) Nilai *flow* terendah terdapat pada kadar 30% (3,77 mm). pada pengganti *filler* dengan cangkang kerang ini pada variasi 50% tidak memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan dimana nilai tersebut melebihi spesifikasi yaitu 2-4 mm.

Marshall Quotient (MQ) adalah rasio stabilitas-arus yang menunjukkan kekakuan dan fleksibilitas campuran aspal panas nilai aliran, yang di pengaruhi oleh viskositas, kadar aspal, gradasi bahan, dan jumlah tumbukan, serta stabilitas, yang dipengaruhi oleh kohesi campuran bahan dan gesekan antara butiran dan kunci antara butiran antar partikel agregat, menentukan nilai MQ. Pada nilai MQ kenaikan dan penurunan nilai MQ dipengaruhi oleh stabilitas dan *Flow* pada campuran. Dikarnakan MQ diperoleh dari perbandingan antara stabilitas dan *Flow*. Stabilitas yang kecil dan *flow* yang besar menghasilkan campuran yang lembek dan mudah berubah bentuk jika terjadi beban. Nilai MQ yang lebih rendah dapat membuat campuran lebih rentan terhadap deformasi plastis, sementara nilai MQ yang lebih tinggi menunjukkan kemungkinan kekakuan campuran yang lebih besar serta resiko retak yang lebih tinggi.

KESIMPULAN

Setelah ditambahkan abu cangkang kerang, pada campuran ini, nilai stabilitas mengalami kenaikan pada variasi 20% sebesar 1877 Kg dan pada nilai MQ sebesar 97 Kg pada nilai MQ KAO. Pada nilai density, flow, VMA, VIM, VFA tidak terlalu mengalami kenaikan. Hasil pemeriksaan dan analisis mengenai efek penambahan filler cangkang ke agregat ditunjukkan dalam karakteristik berikut: proporsi 10%, 20%, 30%, 40%, 50%. Dari berat total filler dalam campuran aspal beton lapisan aus AC-WC pada kadar aspal ideal, dinyatakan dalam sifat-sifat berikut ; Filler 10%, Diperoleh hasil berupa Density 2,235 Gr/cc dengan nilai VMA mencapai 16,8%. Persentase VIM terukur sebesar 5,2% sementara VFA berada pada angka 68,8%. Pengukuran parameter Stability menunjukkan hasil 1826 Kg, diikuti dengan Flow 3,97% dan MQ 460 Kg/mm ; Filler 20%, Parameter Density tercatat 2,256 Gr/cc. Hasil pengukuran VMA menunjukkan nilai 16,0% dan VIM sebesar 4,5%. VFA pada campuran ini mencapai 72,0%, sedangkan Stability terukur pada 1877 Kg dengan Flow 3,78% dan MQ 497 Kg/mm ; Filler 30%, Menghasilkan Density 2,263 Gr/cc dan VMA 15,8%. VIM pada komposisi ini berada pada angka 4,2% dengan VFA mencapai 73,2%. Parameter Stability terukur 1713 Kg, sementara Flow sebesar 3,92% dan MQ 481 Kg/mm ; Filler 40%, Nilai Density sebesar 2,267 Gr/cc. VMA terukur pada angka 15,6% dengan VIM sebesar 4,1%. Persentase VFA mencapai 74,1%, sedangkan Stability berada pada nilai 1811 Kg. Flow terukur sebesar 3,77% dengan

MQ 437 Kg/mm ; Filler 50%, Hasil Density 2,244 Gr/cc dan VMA 16,5%. Nilai VIM tercatat 5,0% dengan VFA 69,6%. Parameter Stability tercatat sebesar 1576 Kg, disertai Flow 4,29% dan MQ pada angka 368 Kg/mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Agisman, F., Malik, A., & Wibisono, G. (2018). Penggunaan Abu Kulit Kerang Sebagai Bahan Pengisi (Filler) Dalam Campuran Aspal Jenis AC-WC Dengan Pengujian marshall. *Jurnal online mahasiswa*, volume 5 no 2.
- Cahyadi, R., Sylviana, R., & Yulius, E. (2015). Perbandingan nilai Stabilitas Penggunaan Filler Serbuk Kulit Kerang dengan Abu Batu pada Campuran Beton Aspal. *RESULTAN: Jurnal Kajian Teknologi*, 15(2), 1-12.
- Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga (2018). Spesifikasi Umum Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 Divisi 6. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- SNI-03-2417-2008. (2008). Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Los angeles. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- SNI-06-2439-2011. (2011). Metode Pengujian Kelekatan Agregat Terhadap Aspal. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- SNI-06-2489-1990. (1990). Langkah-langkah pembuatan benda uji marshall. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- SNI-06-2456-2011. (2011). Metode Pengujian Penetrasi Aspal. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- SNI-1969-2016. (2016). Metode Pengujian Berat Jenis Semu. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- SNI-1969-2016. (2016). Metode Pengujian Berat Jenis SSD. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- SNI-1969-2016. (2016). Metode Pengujian Penyerapan Air. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).