

ANALISIS KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL BETON MENGGUNAKAN KOMBINASI SEMEN DENGAN CANGKANG LOKAN DAN SABUT KELAPA SEBAGAI FILLER

Veranita¹, Bambang Tripoli², Hadi Kesuma³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar
Jl. Kampus Alue Peunyareng, Meulaboh- Aceh Barat, 23615

email: veranita100281@gmail.com , hadi81527@gmail.com

Abstract: Along the coast of West Aceh, there are many coconut plantations. Up to the present, people use coconut only as copra, coconut oil and as a drink, while coco fiber is rarely used for other purposes. In addition, resources of the materials are plenty considering the extensive beach length along the west coast of Aceh. Furthermore, there are also long rivers and swamps which can also be a source of community economic income from conch cultivation. Loans are consumed a lot for food, whereas clam shells are still not optimally utilized. Researchers are trying to utilize this clam shell as a filler for asphalt mixture. This study aims to determine the characteristics of asphalt concrete mix using lokan shell ash and coconut coir ash as a filler. The method used is Road Construction of Public Works Department (Bina Marga), by making two scenarios of laboratory experiments. The first test with a variation of cement and shell ash 20: 80% and 50: 50%. The second test is the variation of cement and coconut fiber ash with a ratio of 60: 40% and 50: 50%. The optimum bitumen content obtained from testing variation 1 is 4.1% and 4.9%. From variation 2, the optimum asphalt content is 4.8% and 4.4%. The use of the variation of cement filler and shell ash is found to have a higher stability value compared to the use of coconut fiber. This research reveals that the use of variations of filler ash shell can be said to be better if used in heavy traffic.

Keywords : Characteristic, asphalt concrete, fillers, variation, clam shell ash, coconut husk ash.

Abstrak: Di sepanjang pesisir pantai Aceh Barat banyak terdapat perkebunan kelapa rakyat. Selama ini masyarakat memanfaatkan buah kelapa ini hanya sebatas menjadikan kopra, minyak kelapa dan sebagai minuman. Sedangkan sabut kelapa belum banyak dimanfaatkan secara optimal. Selain panjang pantai yang cukup luas di wilayah Aceh Barat juga terdapat sungai dan rawa yang cukup panjang yang juga dapat menjadi sumber pendapatan perekonomian masyarakat dari budidaya lokan sungai. Lokan banyak dikonsumsi untuk makanan, sedangkan cangkang lokan masih belum optimal pemanfaatannya. Peneliti mencoba untuk memanfaatkan cangkang lokan ini dijadikan sebagai *filler* untuk campuran aspal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik campuran aspal beton dengan menggunakan abu cangkang lokan dan abu sabut kelapa sebagai *filler*. Metode yang digunakan adalah Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat dengan membuat dua pengujian laboratorium. Pengujian pertama dengan variasi semen dan abu cangkang lokan 20:80% dan 50:50%. Pengujian kedua adalah variasi semen dan abu sabut kelapa dengan perbandingan 60:40% dan 50:50%. Kadar aspal optimum yang didapat dari pengujian variasi 1 yaitu 4,1% dan 4,9%. Dari variasi 2 didapat kadar aspal optimum sebesar 4,8% dan 4,4%. Penggunaan dari variasi *filler* semen dan abu cangkang lokan didapat nilai stabilitas lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan sabut kelapa, hal ini menunjukkan bahwa penggunaan variasi *filler* abu cangkang lokan dapat dikatakan lebih baik jika digunakan pada lalu lintas yang berat.

Kata kunci : karakteristik, aspal beton, filler, variasi, abu cangkang lokan, abu sabut kelapa.

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Aceh Barat merupakan kawasan yang terletak di pesisir pantai dengan panjang garis pantai sejauh 250 km dan berpapasan langsung dengan Samudera Hindia dan Selat Malaka. Di sepanjang pesisir pantai banyak terdapat perkebunan kelapa rakyat. Dampak buruk yang terjadi akibat tsunami tahun

2004 mengakibatkan banyaknya perkebunan kelapa rakyat hancur. Seiring dengan rekonstruksi pasca tsunami masyarakat kembali menanam pohon kelapa di sepanjang pinggiran pantai guna untuk meningkatkan perekonomian masyarakat. Hasil studi awal penulis selama di lapangan menunjukkan bahwa

selama ini masyarakat memanfaatkan buah kelapa ini hanya sebatas menjadikan kopra, minyak kelapa dan sebagai minuman kelapa muda. Sedangkan pemanfaatan sabut kelapa belum banyak digunakan dan dimanfaatkan secara optimal. Sebagian masyarakat hanya menggunakan sabut kelapa sebagai bahan untuk membuat tali, mencuci piring sebagai bahan bakar untuk memasak. Dalam hal ini peneliti mengkaji potensi pemanfaatan sabut kelapa untuk dijadikan sebagai *filler* untuk campuran aspal. Pemanfaatan ini belum banyak dilakukan terhadap sabut kelapa yang tumbuh di sepanjang pantai barat Provinsi Aceh.

Wilayah pantai ditemukan cukup luas di wilayah Aceh Barat dan juga terdapat sungai dan rawa yang cukup panjang. Ini dapat menjadi sumber pendapatan perekonomian bagi warga masyarakat dari budidaya lokan sungai. Lokan di wilayah Aceh Barat banyak dikonsumsi untuk makanan dan banyak tersedia. Sedangkan cangkang lokan masih belum optimal pemanfaatannya. Hanya sebahagian kecil digunakan untuk pembuatan kapur. Sisanya terbuang tidak dimanfaatkan. Dalam hal ini peneliti mencoba untuk memanfaatkan cangkang lokan ini dijadikan sebagai *filler* mengingat cangkang lokan ini mengandung kapur yang dapat meningkatkan daya dukung pada suatu campuran [1].

Sejauh ini, penelitian tentang penggunaan cangkang lokan telah dilakukan oleh [2]–[5]. Menurut [5], abu kulit kerang hasil pembakaran suhu 700°C menghasilkan kandungan CaO (Calcium Oksida yang tinggi (55,1%), CaO mempunyai manfaat sebagai bahan perekat pada campuran aspal. Sedangkan penggunaan abu sabut kelapa pada campuran aspal menunjukkan nilai *flow* yang tinggi yang menghasilkan kemampuan dukung lebih rendah namun lebih fleksibel [6]. Menurut [7], penggunaan abu sabut kelapa yang banyak akan menurunkan nilai stabilitas.

Abu sabut kelapa mempunyai berat jenis lebih besar dari aspal, dan penggunaan filler abu sabut kelapa pada kadar aspal yang cukup akan terjadi saling mengisi rongga-rongga campuran dengan baik [8].

2. METODE PENELITIAN

Gambaran Umum Penelitian

Langkah awal dalam suatu penelitian yaitu harus mempersiapkan data-data terlebih dahulu, di antaranya yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data utama yang didapat dari hasil pengujian di laboratorium seperti data yang didapat dari pengujian sifat fisis agregat, sifat fisis aspal dan data uji sifat fisis karakteristik *Marshall*. Data sekunder diperlukan sebagai data pendukung dalam penelitian ini, sebagai contoh data yang diperoleh dari literatur-literatur, dan peta lokasi tempat pengambilan material. Penelitian ini dilakukan sebanyak 2 tahapan pengujian, tahap pertama yaitu pengujian laboratorium untuk mendapatkan kadar aspal optimum dengan menggunakan variasi *filler* semen dan abu cangkang lokan (20:80 dan 50:50) variasi *filler* abu sabut kelapa dan semen (60:40 dan 50:50). Tahap kedua yaitu pengujian untuk mendapatkan nilai durabilitas pada masing-masing kadar aspal optimum yang diperoleh. Variasi kandungan *filler* sangat berpengaruh terhadap besaran kriteria Marshall, nilai rongga dalam campuran juga dapat membatasi kandungan *filler* tertinggi dan terendah [9].

Prosedur pelaksanaan

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan diantaranya yaitu tahapan persiapan, pengujian bahan.

a. Tahap persiapan alat dan bahan

Peralatan yang akan digunakan harus diperiksa kelengkapannya seperti saringan agregat, alat pengujian sifat fisis dan peralatan alat uji *Marshall*. Begitu juga dengan bahan yang akan dipersiapkan yaitu terdiri dari aspal, agregat dan filler semen, abu cangkang lokan dan abu sabut kelapa.

b. Pengujian bahan

Bahan-bahan yang akan digunakan akan diuji sifat-sifat fisisnya sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh [10]. Standar untuk pengujian aspal dan pemeriksaan sifat agregat sesuai standar oleh [11] dapat dilihat pada **Tabel 1** dan **Tabel 2**.

Tabel 1. Pengujian aspal

No	Jenis pengujian	Metode pengujian
1	Penetrasi 25 ⁰ C(mm)	SNI06-2456-1991
2	Titik lembek (25 ⁰ C)	SNI06-2434-1991
3	Daktilitas pada 25 ⁰ C(cm)	SNI06-2432-1991
4	Berat jenis	SNI06-2441-1991

Tabel 2. Pemeriksaan karakteristik agregat.

Agregat kasar		
No	Jenis pengujian	Metode
1	Analisa saringan	SNI 03-1968-1990
2	Berat jenis	SNI 1969:2008
3	Penyerapan air	SNI 1969:2008
4	Keausan agregat	SNI 2417:2008
5	Indeks kepipihan dan kelonjongan	ASTMD-4791
6	Kelekatan agregat Terhadap aspal	SNI 2439:2011
Agregat halus		
1	Analisis saringan	SNI 03-1968-1990
2	Berat jenis	SNI 1970:2008
3	Penyerapan air	SNI 1970:2008

Rancangan campuran benda uji

Langkah awal dalam membuat suatu penelitian yaitu membuat suatu rancangan benda uji. Prosedur penelitian ini menggunakan pengujian Marshall. Berikut beberapa langkah yang akan dilakukan untuk merancang suatu benda uji:

- Mempelajari spesifikasi gradasi agregat campuran sesuai dengan [11].
- Menentukan proporsi agregat melalui analisa saringan menggunakan gradasi rapat. Dari hasil analisa saringan ini akan diketahui jumlah agregat yang tertahan dan jumlah agregat yang lolos saringan, sehingga didapat komposisi agregat kasar, agregat halus dan filler. Gradasi agregat menentukan besarnya pori dalam campuran [12].
- Menentukan berat kadar aspal dengan menggunakan rumus Pb dengan 2 variasi kadar aspal di atas P dan dua variasi kadar aspal di bawah P (-1,0%; -0,5%; P; +0,5%; +1%). Jenis aspal yang digunakan adalah aspal

Pen 60/70. Dengan adanya aspal dalam campuran diharapkan diperoleh lapisan perkerasan yang tidak lolos air.

- Menghitung berapa agregat kasar dan halus yang diperlukan sehingga berat satu benda uji menjadi 1200 gram.
- Menghitung berat aspal dengan rumus persen kadar aspal x 1200 gram (berat total agregat).
- Pembuatan benda uji menggunakan dua variasi *filler* dengan total *filler* sebanyak 6%, masih-masing memiliki 2 variasi yang berbeda, yaitu: inovasi yang pertama penambahan *filler* semen 1,2 %, *filler* cangkang lokan 4,8%, dan *filler* semen 3%, *filler* abu cangkang lokan 3%, dan inovasi yang kedua penambahan *filler* semen 1,2%, *filler* abu sabut kelapa 4,8%, dan *filler* semen 3%, *filler* abu sabut kelapa 3%. Semen yang digunakan adalah jenis semen Portland. Menurut [13], semen Portland dibuat dari kapur dan mineral yang lainnya, dicampur dan dibakar dalam sebuah alat pembakaran dan sesudah itu didapat bahan material yang berupa bubuk. Gradasi yang digunakan adalah gradasi rapat, perhitungan gradasi agregat dapat dilihat pada **Tabel 3** berikut dengan kadar agregat kasar yang diperoleh 71%, agregat halus 23% dan filler 6%. Spesifikasi pada tabel berdasarkan [11].

Tabel 3. Perhitungan gradasi agregat

Saringan		Spesifikasi	%lolos	
Metrik (mm)	ASTM		Persentase Tertahan	Terhadap Total
25	1"	100	0	71
19	¾"	90-100	5	
12,5	½"	71-90	14,5	
9,5	3/8"	58-80	11,5	
4,75	#4	37-56	22,50	
2,36	#8	23-34,6	17,70	
1,19	#16	15-22,3	10,15	23
0,60	#30	10-16,7	5,30	
0,30	#50	7-13,7	4	
0,149	#100	5-11	3,35	
0,075	#200	4-8	6	6

Pembuatan Benda Uji

Setelah semua pemeriksaan agregat sesuai spesifikasi, langkah selanjutnya dengan membuat rancangan campuran (*mix design*). Material yang pakai dalam campuran benda uji yaitu agregat kasar, agregat halus dan *filler*. Agregat dan *filler* ditimbang sesuai dengan spesifikasi gradasi rapat. Berat total agregat campuran merupakan berat agregat yang dapat menghasilkan satu benda uji dengan tinggi benda uji 6,35 cm dan diameter 10,2 cm.

Tahap untuk membuat suatu benda uji adalah sebagai berikut:

a. Pembuatan *filler* abu cangkang lokan

Pertama cangkang lokan ini dicuci bersih sampai airnya jernih kemudian cangkang lokan ini dikeringkan sebentar sambil menyiapkan alat untuk proses pembakaran yaitu kayu bakar, bambu ataupun bisa menggunakan pelepah kelapa. Cangkang lokan ini dibakar di atas bambu atau kayu yang sudah disusun dengan api menyala lebih kurang selama 25 menit diatas suhu 110°C. Kemudian setelah warnanya berubah menjadi warna putih dan menjadi lunak, cangkang lokan diangkat dari perapian. Cangkang lokan diangkat dan dimasukkan kedalam alat penumbuk dan ditumbuk menjadi halus, kemudian setelah semuanya selesai ditumbuk menjadi abu, kemudian abu tersebut disaring menggunakan saringan Nomor 200. Abu yang lolos saringan Nomor 200 itu akan dipakai sebagai *filler* dan ditimbang sebanyak yang dibutuhkan untuk membuat benda uji.

b. Pembuatan *filler* abu sabut kelapa

Sabut kelapa yang diambil dibersihkan terlebih dahulu sehingga tidak ada kotoran yang melekat kemudian siapkan kualiti atau wajan yang agak besar dan alat pembakaran untuk sabut kelapa berupa korek api dan minyak tanah jika dibutuhkan. Setelah semuanya siap sabut kelapa dibakar didalam kualiti atau wajan dengan api menyala diatas suhu 110°C. Selama lebih kurang 15 menit sabut kelapa diangkat dari kualiti atau wajan setelah menjadi abu, hal ini bisa dilihat dari warna

sabut kelapa tadi sudah berubah menjadi warna hitam. Setelah diangkat dari kualiti atau wajan lalu masukkan abu tadi ke alat penumbuk dan ditumbuk sehingga menjadi halus. Selanjutnya abu disaring dengan saringan Nomor 200. Abu yang lolos saringan digunakan sebagai *filler*. Menurut Hannant dalam [14], serabut kelapa terdiri dari bagian sel serat dan sel non serat.

c. Persiapan benda uji

Bahan-bahan yang sudah dipersiapkan terlebih dahulu dipisahkan dalam suatu wadah. Sebelum pencampuran, bahan agregat dikeringkan di oven selama 24 jam pada suhu 110°C. Pastikan cetakan untuk benda uji harus bersih dari kotoran yang menempel, lalu olesi oli atau pelumas agar sewaktu benda uji dikeluarkan dari cetakan tidak lengket.

d. Tahapan pencampuran

Langkah pertama yaitu dengan memanaskan agregat dan *filler* di dalam kualiti atau wajan, sangrai di atas suhu 110°C. Kemudian aspal yang sudah ditimbang dimasukkan ke dalam campuran tadi, aduk-aduk hingga campuran tersebut tercampur secara merata.

e. Pemadatan campuran

Pastikan campuran aspal, agregat dan *filler* benar-benar merata, setelah itu tuang campuran tersebut ke dalam cetakan sampai penuh. Kemudian ditusuk menggunakan sendok tusuk agar campuran tersebut padat dan tidak banyak rongga di dalam campuran. Setelah ditusuk diratakan, lalu letakkan cetakan di atas alat pemadat dan ditumbuk sebanyak 75 kali tumbukan karena direncanakan untuk lalu lintas berat. Kemudian balik cetakannya dan ditumbuk kembali sebanyak 75 kali tumbukan.

f. Perendaman benda uji

Setelah benda uji dipadatkan kemudian keluarkan benda uji tersebut menggunakan dongkrak hidrolik satu persatu dan letakkan benda uji diatas tempat dan biarkan selama 1 hari 24 jam. Keesokan harinya rendam benda uji selama 24 jam. Jumlah benda uji tahap pertama yaitu sebanyak 60 buah dan tahap kedua sebanyak 24 buah untuk uji stabilitas dan durabilitas.

Selanjutnya benda uji tersebut diuji dengan alat *Marshall* untuk mendapatkan nilai kadar aspal optimum. Alat *Marshall* merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan cincin penguji berkapasitas 22,2 kN dan *flow-meter*. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan kinerja aspal beton, nilai stabilitas dan *flow* dapat ditentukan dengan menggunakan alat *Marshall*. Sedangkan parameter lainnya ditentukan melalui penimbangan benda uji dan perhitungan.

Adapun rumus-rumus parameter *Marshall* dapat dilihat pada **Persamaan 1** sampai **Persamaan 6** berikut:

1. Berat volume (density)

$$g = c/f \quad (1)$$

2. Stabilitas

$$s = p \cdot q \cdot r \quad (2)$$

3. Rongga dalam Campuran (VIM)

$$n = 100 - 100 \frac{g}{h} \quad (3)$$

4. Persen rongga terisi aspal (VFB)

$$m = 100 \times \frac{i}{l} \quad (4)$$

5. Persen rongga antar butir agregat (VMA)

$$I = 100 - j \quad (5)$$

6. *Marshall Quotient*

$$MQ = \frac{s}{flow} \quad (6)$$

Kadar aspal optimum merupakan kadar aspal terbaik yang mewakili seluruh parameter *Marshall* yang terdiri dari stabilitas, *flow*, volume pori (VIM), volume didalam agregat (VMA), *density*. [15]. Menghitung perkiraan awal kadar aspal optimum dengan menggunakan rumus berikut:

$$Pb = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) \quad (7)$$

Tahapan untuk membuat benda uji adalah:

- a. Jumlah benda uji tahap 1

Adapun jumlah benda uji tahap pertama untuk mengetahui nilai kadar aspal optimum yaitu sebanyak 60 benda uji. Campuran tahap pertama

yaitu perbandingan filler semen dan cangkang lokan 20/80 dan 50/50 dan perbandingan sabut kelapa dan semen 60/40 dan 50/50. Berikut dapat dilihat **Tabel 4** untuk jumlah benda uji tahap pertama.

Tabel 4. Jumlah benda uji tahap pertama

No	Kadar Aspal (%)	Jumlah benda uji			
		20:80	50:50	60:40	50:50
1	P = 3	3	3	3	3
2	P = 3,5	3	3	3	3
3	P = 4	3	3	3	3
4	P = 4,5	3	3	3	3
5	P = 5	3	3	3	3
Jumlah benda uji		60			

- b. Jumlah benda uji tahap II

Benda uji tahap kedua dilakukan untuk mendapatkan nilai stabilitas dan durabilitas yaitu sebanyak 24 benda uji. Durabilitas ini merupakan kemampuan aspal beton menerima beban lalu lintas dan dapat menahan keausan akibat pengaruh cuaca. Jumlah benda uji tahap kedua dapat dilihat pada **Tabel 5** berikut:

Tabel 5. Jumlah benda uji tahap kedua

Benda Uji	Jumlah benda uji			
	20:80	50:50	60:40	50:50
Stabilitas	3	3	3	3
Durabilitas	3	3	3	3
Jumlah Benda Uji	24			

- c. Pengujian *Marshall*

Pengujian kinerja aspal beton dilakukan melalui pengujian *Marshall*. Secara keseluruhan pengujian *Marshall* mencakup tahap persiapan benda uji, menentukan berat jenis, pemeriksaan nilai stabilitas dan *flow*, dan perhitungan sifat volumetrik benda uji. Adapun langkah-langkah yang dilakukan sebelum melakukan pengujian *Marshall* yaitu:

- a. Benda uji direndam di dalam *waterbath* atau bak perendaman pada suhu $60^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ selama 30 menit;
- b. Setelah direndam selama 30 menit, benda uji dikeluarkan dari *waterbath*, lalu dilakukan pengukuran dengan menempatkan benda uji pada alat *Marshall* dan beban diberikan kepada benda uji dengan kecepatan 2 inci/menit. Beban pada saat terjadi

keruntuhan dibaca pada arloji pengukur dari *proving ring*, perubahan bentuk yang terjadi pada saat itu merupakan nilai *flow* yang dapat dibaca pada *flowmeter*nya.

3. HASIL PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian yang akan disajikan meliputi hasil pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat dan aspal dan hasil-hasil pengujian parameter Marshall serta grafik-grafik yang menyatakan hubungan antara kadar aspal dengan parameter Marshall.

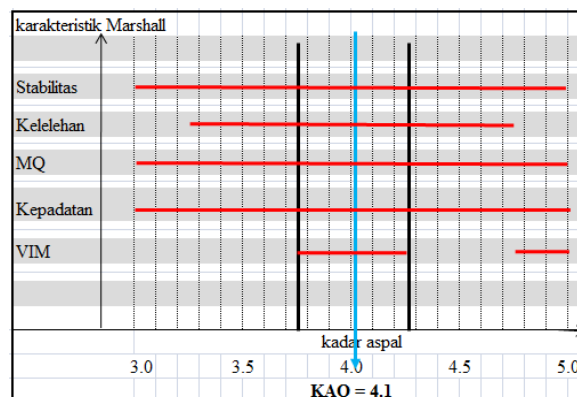
Hasil pengujian Marshall

Data yang di hasilkan dari pengujian Marshall berupa nilai stabilitas, *flow*, VIM, *density*, dan MQ. Hasil pemeriksaan untuk mendapatkan nilai kadar aspal optimum yang diperlihatkan pada Tabel 6 sampai Tabel 9 berikut.

Tabel 6. Hasil pengujian Marshall dengan variasi filler semen dan abu cangkang lokan 20:80 %

No	Karakteristik Campuran	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi Dept PU
		3	3,5	4	4,5	5	
1.	Stabilitas (kg)	1174	941,4	930,97	891,8	885,3	>800
2.	Flow (mm)	2,40	3,03	3,00	3,00	2,77	3-6
3.	MQ(Kg)	539,2	278,4	364,1	302,7	313,3	>250
4.	Density (gr/cm3)	2,37	2,35	2,43	2,37	2,41	>2
5.	VIM (%)	8,27	8,60	4,93	6,62	4,71	3,5-5,5

Dari grafik Marshall diperoleh nilai kadar aspal optimum sebesar 4,1% dapat dilihat pada **Gambar 1** berikut untuk variasi pertama semen dan cangkang lokan 20/80.

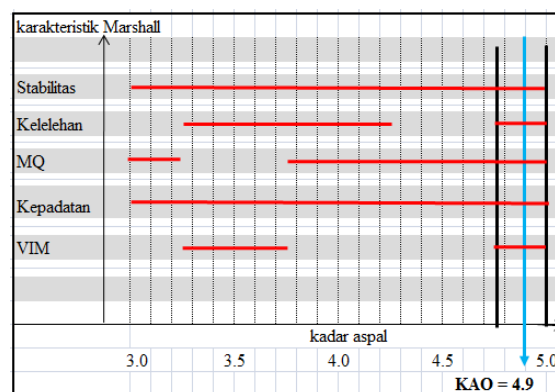


Gambar 1. Grafik kadar aspal optimum variasi 20/80

Tabel 7. Hasil Pengujian Marshall dengan variasi filler semen dan abu cangkang lokan 50:50%

No	Karakteristik campuran	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi Dept PU
		3	3,5	4	4,5	5	
1.	Stabilitas (kg)	928,4	816,1	1091,7	941,4	885,2	>800
2.	Flow (mm)	2,70	3,17	3,17	2,93	3,42	3-6
3.	MQ(Kg)	346,3	226,1	346,7	333,3	262,3	>250
4.	Density (gr/cm3)	2,38	2,45	2,39	2,37	2,44	>2
5.	VIM (%)	8,15	4,83	6,46	6,78	4,43	3,5-5,5

Dari grafik Marshall diperoleh nilai kadar aspal optimum sebesar 4,9% dapat dilihat pada **Gambar 2** berikut untuk variasi kedua semen dan cangkang lokan 50/50.

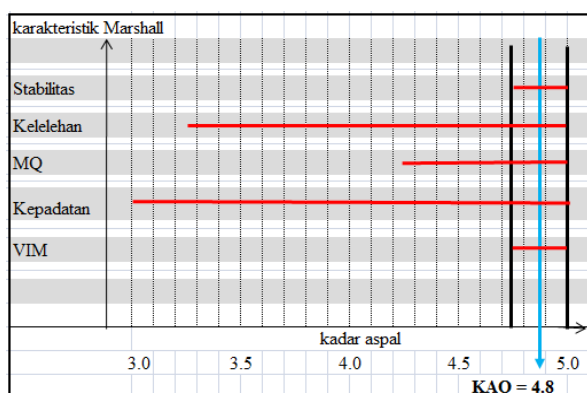


Gambar 2. Grafik kadar aspal optimum variasi 50/50

Tabel 8. Hasil pengujian Marshall dengan variasi filler abu sabut kelapa dan semen 60/40%

No	Karakteristik Campuran	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi Dept PU
		3	3,5	4	4,5	5	
1.	Stabilitas (kg)	516,29	399,33	653,82	655,23	815,5	>800
2.	Flow (mm)	2,90	3,40	3,40	3,10	3,57	3-6
3.	MQ(Kg)	176,61	117,71	193,8	254,5	259,4	>250
4.	Density (gr/cm ³)	2,31	2,31	2,30	2,34	2,30	>2
5.	VIM (%)	10,75	9,72	10,11	8,10	4,98	3,5-5,5

Dari grafik Marshall diperoleh nilai kadar aspal optimum yaitu sebesar 4,8% dapat dilihat pada **Gambar 3** berikut untuk variasi ketiga abu sabut kelapa dan semen 60/40.

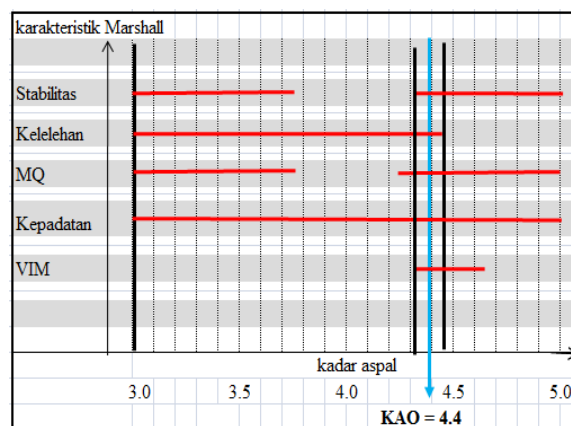


Gambar 3. Grafik kadar aspal optimum variasi 60/40

Tabel 9. Hasil pengujian Marshall dengan variasi filler abu sabut kelapa dan semen 50/50%

No	Karakteristik Campuran	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi Dept PU
		3	3,5	4	4,5	5	
1.	Stabilitas (kg)	802,1	812,1	613,7	810	837,2	>800
2.	Flow (mm)	3,10	3,57	3,23	2,97	2,53	3-6
3.	MQ(Kg)	263,2	257,6	191,7	251,3	335,3	>250
4.	Density	2,31	2,29	2,30	2,33	2,35	>2
5.	VIM (%)	10,89	11,08	9,94	5,65	6,70	3,5-5,5

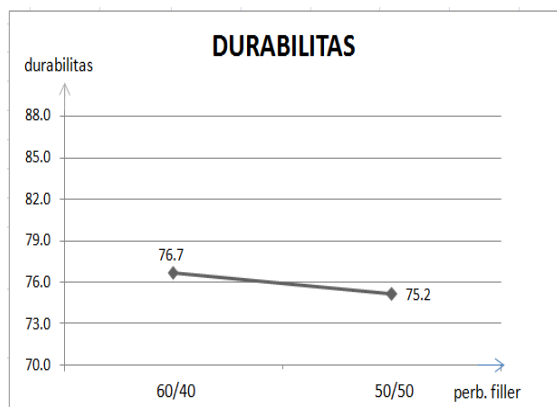
Dari grafik Marshall diperoleh nilai kadar aspal optimum yaitu sebesar 4,4% dapat dilihat pada **Gambar 4** berikut untuk variasi keempat abu sabut kelapa dan semen 50/50.



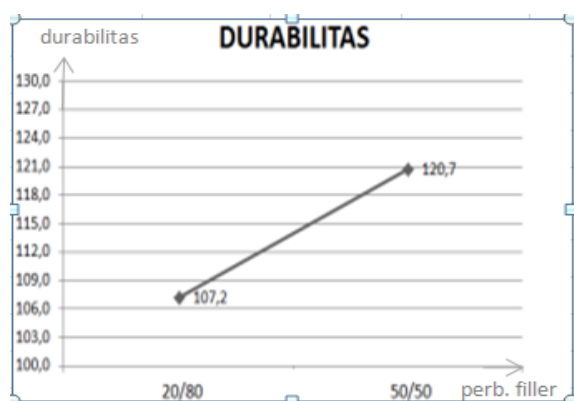
Gambar 4. Grafik kadar aspal optimum variasi 50/50

Tinjauan terhadap nilai durabilitas

Durabilitas merupakan perbandingan antara stabilitas rendaman 24 jam pada suhu 60°C dengan stabilitas standar rendaman 30 menit pada suhu 60°C. Durabilitas sangat ditentukan oleh ketebalan selimut aspal, banyaknya pori di dalam suatu campuran, kepadatan dan kepadatan air, semakin tebal selimut aspal semakin mudah terjadi bleeding yang mengakibatkan jalan menjadi licin. Nilai durabilitas pada variasi filler abu cangkang lokan didapat 107,2 dan 120,7 sedangkan pada variasi filler abu sabut kelapa didapat 76,7 dan 75,2. Kedua variasi masuk ke dalam spesifikasi yang disyaratkan. Tingginya nilai durabilitas pada variasi pertama diduga karena pada saat pencampuran filler tersebut tercampur merata dengan agregat dan aspal sehingga porinya semakin kecil dan kepadatan semakin besar. Sehingga kemampuan menahan keausan semakin baik. Gambar grafik durabilitas untuk kedua perbandingan variasi filler dapat dilihat pada **Gambar 5** dan **Gambar 6**.



Gambar 5. Nilai durabilitas pada perbandingan *filler* abu sabut kelapa dan semen



Gambar 6. Nilai durabilitas pada perbandingan *filler* semen dan cangkang lokan

Pembahasan

Setelah nilai parameter Marshall diperoleh, akan dibahas beberapa hal yang berkaitan dengan hasil yang diperoleh berdasarkan Tabel di atas.

Nilai stabilitas yang menggunakan *filler* semen dan abu cangkang lokan menghasilkan nilai stabilitas yang tinggi. Semakin banyak kandungan *filler* abu cangkang lokan di dalam suatu campuran aspal maka semakin naik nilai stabilitasnya. Campuran ini cocok untuk melayani volume lalu lintas yang tinggi dan dominan terdiri dari kendaraan berat yang membutuhkan perkerasan jalan dengan stabilitas yang tinggi.

Hal ini mengakibatkan film aspal menjadi tipis yang akan mengurangi daya kohesi atau daya ikat aspal.

Sedangkan nilai stabilitas yang menggunakan variasi *filler* abu sabut kelapa sebahagian besar belum memenuhi spesifikasi untuk lalu lintas berat. Campuran seperti ini hanya cocok untuk melayani perkerasan jalan dengan volume lalu lintas sedang. Hal ini disebabkan oleh abu sabut kelapa yang jenisnya sangat lunak sehingga pada saat pencampuran terjadi gesekan internal antar butir-butir agregat yang tidak saling mengunci akibatnya kepadatannya berkurang. Hal ini juga diduga bahwa sabut kelapa adalah bahan organik yang jika dipanaskan akan menjadi abu dan akan lebih baik kalau dijadikan sebagai bahan tambah (aditif).

Nilai Marshall *quotient* pada variasi *filler* abu cangkang lokan memenuhi persyaratan sedangkan pada variasi *filler* abu sabut kelapa banyak yang tidak memenuhi persyaratan Nilai marshall *quotient* dipengaruhi oleh nilai stabilitas dan *flow* dalam campuran.

Nilai *flow* pada kedua variasi sebagian besar memenuhi spesifikasi yang disyaratkan yaitu 3-6 mm. Semakin tinggi kandungan kadar aspal maka semakin tinggi nilai *flow*. Hal ini menunjukkan bahwa campuran ini mampu dalam menyesuaikan diri akibat terjadinya penurunan tanpa terjadi retak. Fleksibilitas dapat ditingkatkan dengan mempergunakan agregat bergradasi terbuka dengan kadar aspal yang tinggi.

Nilai VIM pada variasi *filler* abu cangkang lokan sudah banyak yang memenuhi persyaratan sedangkan pada variasi kedua menggunakan *filler* abu sabut kelapa banyak yang tidak memenuhi syarat, nilai VIM nya sangat tinggi, hal ini diduga abu sabut kelapa sangat lunak sifatnya, yang akan mengakibatkan pematatannya kurang sempurna. Campuran ini mengakibatkan berkurang kekedapan airnya sehingga berakibat meningkatnya proses oksidasi aspal dan menurunkan sifat durabilitas.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Hasil untuk pemeriksaan sifat fisis aspal dan agregat sudah memenuhi spesifikasi yang disyaratkan menurut Bina Marga 2010.

- b. Hasil kadar aspal optimum yang diperoleh pada variasi *filler* semen dan abu cangkang lokan yaitu 4,1% dan 4,9%. Nilai ini diperoleh berdasarkan evaluasi parameter *Marshall*. Sedangkan untuk variasi *filler* abu sabut kelapa dan semen diperoleh kadar aspal optimum sebesar 4,8% dan 4,4%.
- c. Nilai stabilitas pada variasi *filler* yang menggunakan abu cangkang lokan mempunyai nilai stabilitas yang tinggi, sedangkan abu sabut kelapa menghasilkan nilai stabilitas yang rendah, hal ini disebabkan oleh sabut kelapa jenisnya sangat lunak sehingga pada saat pencampuran abu sabut kelapa tidak saling mengunci antar butir agregat sehingga kepadatannya berkurang.
- d. Nilai durabilitas pada campuran yang menggunakan *filler* abu cangkang lokan menghasilkan nilai durabilitas yang tinggi yaitu sebesar 107,2 dan 120,7. Sedangkan yang menggunakan abu sabut kelapa menghasilkan nilai durabilitas yang rendah sebesar 76,7 dan 75,2, tetapi kedua variasi mempunyai nilai durabilitas yang memenuhi persyaratan.

Saran

Adapun beberapa hal yang perlu disarankan untuk penelitian selanjutnya yaitu melakukan variasi yang berbeda dan bahan pengikat yang berbeda seperti menggunakan aspal jenis penetrasi yang lain, sehingga nantinya dapat diketahui bagaimana perbandingan bahan pengikat yang berbeda dengan variasi persentase *filler* yang memenuhi persyaratan parameter Marshall.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Esentia, "Pengaruh Penggantian Sebagian Filler Semen dengan Kombinasi 40% Serbuk Batu Bata dan 60% Abu Cangkang Lokan pada Campuran Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)," Universitas Bengkulu, 2014.
- [2] R. Cahyadi., R. Sylviana., dan E. Yulius, "Perbandingan Nilai Stabilitas Penggunaan Filler Serbuk Kulit Kerang dengan Abu Batu pada Campuran Beton Aspal," *Resultan J. Kaji. Teknol.*, vol. 15, no. 2, 2015.
- [3] Putra, M. A., "Pemanfaatan Kombinasi Limbah Abu Ampas Tebu Dan Abu Kulit Kerang Sebagai Substitusi Semen Pada Campuran Beton Mutu K225 Dengan Nacl Sebagai Rendaman" *J. Tek. Sipil dan Lingkungan.*, 2014.
- [4] N. A. Syafpoetri dkk., "Pemanfaatan abu kulit kerang (anadara grandis) untuk pembuatan ekosemen 1)," *Water*, 2013.
- [5] Gemelly Katrina, "Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang sebagai Substitusi dan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Semen pada Campuran Beton Mutu K-225," *J. Tek. Sipil dan Lingkungan.*, 2014.
- [6] M. Safriani dan D. Febrianti, "Analisis Pengaruh Penggunaan Abu Sabut Kelapa Sebagai Filler Pada Campuran Aspal Retona Blend," *J. Tek. Sipil dan Teknol. Konstr.*, 2018.
- [7] Akbar. dan Wesli., "Stabilitas Lapis Aspal Beton AC-WC menggunakan Abu Sekam Padi," *Teras Jurnal, J. Tek. Sipil P ISSN 2088-0651*, vol. 2, no. 4, pp. 239–247, 2012.
- [8] O. Ondriani, S. M. Saleh, dan M. Isya, "Uji Durabilitas Campuran Ac-Wc Menggunakan Kombinasi Limbah Plastik Dan Abu Serabut Kelapa Sebagai Filler" *J. Tek. Sipil*, 2018.
- [9] A. Hamzah, Rizky dan H. Kaseke, Oscar, "Pengaruh Variasi Kandungan Bahan Pengisi Terhadap Kriteria Marshall Pada Campuran Beraspal Panas Jenis Lapis Tipis Aspal Beton – Lapis Aus Gradasi Senjang," *J. Sipil Statik*, vol. 4, no. 7, pp. 447–452, 2016.
- [10] Bina Marga, *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Untuk Jalan Raya*, SNI No. 1737 1989 F, 1989. Jakarta: Departemen PU, 2010.
- [11] Spesifikasi Teknis Departemen Pekerjaan Umum, *Ketentuan Agregat Kasar dan Agregat Halus*. 2010.
- [12] Bukhari dkk., *Rekayasa Bahan dan Tebal Perkerasan*. Banda Aceh: Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, 2007.
- [13] Putrowijoyo, *Komposisi Senyawa Kimia Dari Semen Portland*. Yogyakarta: Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gajah Mada, 2006.
- [14] P. M. . Scornov, "Pengaruh Penggunaan Serat Sabut Kelapa Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran SMA (Split Mastic Asphalt)," Universitas Atmajaya Yogyakarta, 2004.
- [15] S. Sukirman, "Perkerasan Lentur Jalan Raya," *Buku*, 1999.