

Karakteristik Marshall Campuran AC-BC Menggunakan 4% Getah Damar Sebagai Pengganti Aspal

Kusmira Agustian*¹, Roni Agusmaniza²

^{1,2} Program Studi Konstruksi Pondasi, Beton dan Pengaspalan Jalan,
Akademi Komunitas Negeri Aceh Barat

Jl. Iskandar Muda – Komplek STTU Alue Peunyareng, Meulaboh – Aceh Barat 23615

Submitted: 24 Juli 2022;

Accepted: 14, Agustus, 2022

Abstrak

Upaya dalam meningkatkan mutu campuran aspal dapat dilakukan dengan cara memodifikasi aspal. Material yang dapat dipakai dalam memodifikasi aspal diantaranya ialah limbah plastik, limbah ban bekas, getah karet, serta getah damar. Pada riset ini, material modifikasi yang digunakan ialah getah damar sebesar 4% dari berat aspal dalam campuran sebagai material pengganti. Riset ini bertujuan untuk mengetahui dampak pemakaian getah damar pada campuran *asphalt concrete-binder course* (AC-BC) terhadap parameter Marshall. Metode yang digunakan yaitu dengan cara melakukan eksperimen di laboratorium dimulai dengan pencarian kadar aspal optimum (KAO) baik memakai getah damar maupun tidak sebagai campuran aspal perbandingan. Setelah diperoleh nilai KAO dari kedua jenis campuran tersebut, tahap berikutnya dilakukan pembuatan sampel dengan memakai 4% getah damar pada KAO untuk dibandingkan dengan sampel campuran aspal pada KAO tanpa memakai getah damar. Hasil riset menunjukkan bahwa penggunaan material modifikasi aspal berupa bubuk getah damar telah dapat mencapai nilai syarat parameter Marshall yang ditetapkan. Perbedaan yang substansial pada riset ini terdapat pada nilai stabilitas, dimana campuran aspal memakai getah damar diperoleh sebesar 2380,48 kg, sedangkan pada campuran aspal tanpa getah damar diperoleh sebesar 2143,92 kg. Untuk nilai durabilitas campuran memakai getah damar diperoleh sebesar 96,88% dan nilai durabilitas campuran tanpa memakai getah damar didapat sebesar 97,02%. Hal ini menunjukkan bahwa pemakaian getah damar sebagai material modifikasi aspal dapat menghasilkan campuran aspal yang lebih kuat dalam menerima beban roda kendaraan serta mampu bertahan dalam menghadapi perubahan suhu dan cuaca yang ditunjukkan dari hasil nilai durabilitas $\geq 90\%$.

Kata Kunci : aspal modifikasi; getah damar; parameter marshall

Abstract

Efforts to improve the quality of asphalt mixture can be done by modifying the asphalt. Materials that can be used to modify asphalt include plastic waste, waste tires, rubber latex, and gum resin. In this research, the modified material used is gum resin at 4% of the weight of the asphalt in the mixture as a substitute material. This research aims to determine the impact of using gum resin on the asphalt concrete-binder course (AC-BC)

*Corresponding author e-mail kusmira@aknacehbarat.ac.id
Another author email : roni@aknacehbarat.ac.id

mixture on Marshall parameters. The method used is by conducting experiments in the laboratory starting with the search for the optimum asphalt content (OAC) either using gum resin or not as a comparison asphalt mixture. After obtaining the OAC values from the two types of mixtures, the next step is to make samples using 4% gum resin on OAC to be compared with samples of asphalt mixture in OAC without using gum resin.. Research results show that the use of asphalt-modified material in the form of gum resin powder has been able to achieve the value of the Marshall parameter requirements set. A substantial difference in this research is in the stability value, where the asphalt mixture using gum resin is obtained at 2380.48 kg, while the asphalt mixture without gum resin is obtained at 2143.92 kg. The durability value of the mixture using gum resin was obtained at 96.88%, and the durability value of the mixture without gum resin was obtained at 97.02%. It shows that the use of gum resin as a modified asphalt material can produce a mixture of asphalt that is stronger in accepting vehicle wheel loads and can withstand changes in temperature and weather as indicated by the results of a durability value greater than 90%.

Keywords : *asphalt modification; gum resin; marshall parameters*

A. PENDAHULUAN

Perkerasan jalan ialah bagian dari prasarana transportasi publik yang memiliki peran berarti di Indonesia. Hal ini dikarenakan prasarana jalan dibutuhkan dalam menunjang pembangunan infrastruktur yang berkaitan dengan bidang sosial maupun ekonomi. Guna menanggulangi permasalahan pada konstruksi jalan yang rusak/ hancur akibat beban roda lalu lintas, cuaca dan berbagai sebab lainnya, maka diperlukan perbaikan konstruksi perkerasan jalan dengan meningkatkan kualitas dalam perencanaan dan pelaksanaannya. Usaha dalam meningkatkan kualitas pelayanan dalam zona prasarana transportasi darat dihadapkan dengan berbagai hambatan, diantaranya ialah terbatasnya sumber material khususnya material penyusun yang digunakan pada konstruksi jalan. Dalam mengatasi hal tersebut, dibutuhkan terobosan baru seperti memodifikasi aspal dengan cara mengganti sebagian aspal dengan material lain yang secara sifat fisis dan kimiawi memiliki kesamaan.

Riset-riset sebelumnya yang mempunyai relevansi dalam penggunaan material pada aspal sebagai material pengganti telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Agustian & Ridha (2018) melakukan riset tentang pemakaian 6% getah damar pada campuran AC-BC. Hasil riset diperoleh bahwa penggunaan getah damar sebesar 6% sebagai pengganti aspal bisa meningkatkan nilai durabilitas campuran. Hal ini menunjukkan penggunaan getah damar bisa menjadikan campuran aspal lebih mampu menahan kerusakan jalan akibat perubahan cuaca dan iklim.

Sefrus (2013) menganalisa campuran *asphalt concrete-binder course* (AC-BC) dengan penambahan getah damar batu. Hasil analisa menunjukkan bahwa peningkatan kadar getah damar batu dalam campuran berbanding lurus dengan nilai stabilitas, *void filled by asphalt* (VFA) dan *Marshall Quotien*. Perceka & Ing (2019) meneliti tentang penggunaan getah pinus pada aspal beton. Hasil riset memperlihatkan bahwa, stabilitas yang dihasilkan dengan menggunakan getah pinus cenderung menurun seiring meningkatnya kadar getah pinus dalam beton aspal.

Sama halnya dengan nilai durabilitas campuran, semakin besar kadar getah pinus semakin rendah nilai durabilitas. (Rianung, 2016) melakukan riset tentang aspal yang dimodifikasi dengan bahan gondorukem pada campuran jenis AC-BC. Dari riset tersebut diperoleh data bahwa penambahan 2% gondorukem telah menghasilkan sifat Marshall yang memenuhi semua persyaratan.

Pada riset ini, modifikasi aspal yang dipakai ialah kombinasi aspal pen. 60-70 dan getah damar dengan perbandingan 96%;4% dimana kadar getah damar tersebut merupakan material pengganti yang dihitung berdasarkan berat aspal keseluruhan pada campuran dengan metode pencampuran panas. Getah damar yang digunakan berbentuk bongkahan berwarna kuning kecoklatan yang sudah dihaluskan. Sifat elastis yang dimiliki getah damar seperti halnya karakteristik aspal, memiliki kemampuan untuk dapat melekat pada material lain.

Tujuan riset ini adalah untuk mengetahui karakteristik campuran AC-BC dengan memakai getah damar sebesar 4% dari berat aspal terhadap parameter Marshall serta untuk membandingkan nilai-nilai parameter Marshall campuran dengan memakai dan tanpa memakai getah damar sebagai material pengganti aspal.

Perkerasan dengan aspal modifikasi getah damar ini nantinya diharapkan bisa menjadi salah satu pilihan dalam pelaksanaan konstruksi jalan serta dapat menjadi solusi dari permasalahan terbatasnya material dan menghasilkan sifat Marshall yang sesuai dengan ketentuan spesifikasi teknis.

B. TINJAUAN PUSTAKA

1. Lapisan Aspal Beton/ Laston

Laston merupakan lapis bagian atas pada konstruksi jalan yang memiliki

kekuatan secara struktur (Sukirman, 2010).

Direktorat Jenderal Bina Marga (2018) menjelaskan bahwa Laston disusun dari gabungan agregat dengan gradasi menerus/ baik dengan aspal, kemudian dicampur, selanjutnya dihampar serta dipadatkan dalam kondisi panas pada temperatur rencana.

2. Aspal

Aspal/ bitumen merupakan material dengan warna kehitaman dan sedikit coklat yang memiliki sifat visko elastis sehingga akan melunak dan meleleh jika mendapatkan pemanasan dan mengeras jika berada pada suhu rendah (Sukirman, 2016).

3. Agregat

Agregat ialah material berbentuk butiran-butiran batuan yang keras dan saling mengikat. Material yang dikategorikan sebagai agregat diantaranya yaitu kerikil alam, batuan hasil produksi oleh mesin pemecah batu, debu batu serta pasir. Agregat mempunyai fungsi sangat penting pada perkerasan lentur, dimana agregat menempati komposisi paling tinggi dalam campuran, umumnya memiliki persentase 90% - 95% dari jumlah berat total campuran (Sukirman, 2016).

4. Filler

Filler ialah material non-plastis yang minimal 75% dari jumlah beratnya lewat ayakan 0,075mm (Hamzah, Rizky & Kaseke, Oscar, 2016). Material yang umumnya diaplikasikan sebagai *filler* ialah debu batu kapur (*limestone dust*), debu batu, semen serta abu terbang.

5. Aspal Modifikasi

Aspal modifikasi ialah aspal yang terbuat dari gabungan suatu aspal keras dengan tambahan material lain (Studi

Transportasi antar Perguruan Tinggi et al., 2016). Aspal modifikasi dibuat dengan tujuan untuk mengatasi kerusakan jalan seperti *crack* pada musim dingin, menghindari keruntuhan plastis ketika dilalui oleh kendaraan dengan tonase tinggi pada musim panas dan diharapkan

mampu bertahan ketika terjadi perubahan cuaca.

Ketentuan tentang campuran aspal menggunakan aspal modifikasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persyaratan sifat campuran aspal modifikasi (AC - Modif)

Sifat Campuran	Laston (AC-Modif)		
	W	C	Base
Daya Serap Aspal (%)	Maks		1.2
Total Tumbukan per Bidang	75.00		112.00
Void In Mix (%)	Min.		3.00
	Maks		5.00
Void In Mineral Agregate (%)	Min.	15.00	14.00
Void Filled By Asphalt (%)	Min.	65.00	65.00
Stabilitas Marshall (kg)	Min.		1000.00
	Maks		-
Flow (mm)	Min.		2.00
	Maks		4.00
Sisa Stabilitas Marshall (%) Perendaman 24 jam, 60°C	Min.	90.00	
Void In Mix (%) Kondisi Kepadatan Membal (<i>refusal</i>)	Min.	2.00	

(Sumber: DirJen Bina Marga, 2018)

6. Getah Damar

Getah damar adalah resin alami yang diperoleh dari tanaman pada famili *burseraceae* dan *dipterocarpaceae* melalui hasil penyadapan (Jamal, 2015).

Kegunaan getah damar ialah untuk mengikat atau sebagai perekat dari aspal modifikasi serta mengikat agregat dan *filler* yang ada di dalam campuran. Besar kecilnya volume getah damar yang digunakan, sangat berimbas pada hasil uji Marshall campuran aspal. Material getah damar yang dipakai pada riset ini ialah yang sudah berbentuk bubuk/tepung agar pada saat proses pembuatan aspal modifikasi, getah damar yang dicampurkan ke dalam aspal panas dapat larut sempurna sehingga terjadi homogenitas antara kedua material tersebut.

7. Gradasi/ Susunan Butiran Agregat

Gradasi atau susunan butiran agregat dapat diklasifikasikan pada agregat dengan susunan butiran baik dan buruk. Agregat dengan susunan butiran baik (*well*) ialah agregat yang memiliki komposisi yang setara antara agregat berbutir kasar dan berbutir halus pada campuran. Agregat dengan susunan butiran buruk (*poorly*) ialah agregat yang butirannya tersusun dengan tidak terbagi secara merata (Bukhari dkk., 2007).

8. Uji Marshall

Uji Marshall merupakan pengujian utama dalam menentukan sifat parameter campuran beraspal (Sukirman, 2016). Alat yang digunakan dalam uji Marshall ialah alat uji tekan yang sudah

menggunakan *proving ring* berkapasitas 22,2 KN (5000 lbf) untuk melihat bacaan stabilitas dan *flowmeter* sehingga dapat diketahui kekuatan campuran aspal dan nilai plastisitasnya (*flow*).

Karakteristik/ sifat campuran perkerasan beraspal yang merupakan sifat Marshall adalah *density* (kepadatan), *void in mix* (VIM), *void in mineral aggregate* (VMA), *void filled by asphalt* (VFA), stabilitas, *flow* (leleh plastis), *Marshall Quotien* (MQ) dan durabilitas.

C. METODE PENELITIAN

1. Lokasi dan Waktu Riset

Riset ini dilakukan di Laboratorium Material Jalan Akademi Komunitas Negeri Aceh Barat. Waktu riset di laboratorium dilaksanakan pada Bulan Mei sampai dengan Bulan Juli Tahun 2022.

2. Material Riset

Material yang dipakai dalam riset ini adalah getah damar lolos ayakan 0,075mm, aspal pen. 60-70 produksi PT. Pertamina, agregat kasar dan halus dari PT. Wirataco Mitra Mulia, serta *filler* semen *portland*. Khusus untuk getah damar, diperoleh dari perkebunan warga di Kabupaten Aceh Tenggara.

Setiap material yang digunakan dalam riset ini, terlebih dahulu diperiksa sifat-sifat fisiknya, agar diketahui material-material tersebut telah memenuhi syarat atau tidak. Jika telah memenuhi syarat, maka riset dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya.

3. Pemeriksaan Agregat

Pemeriksaan agregat mencakup pemeriksaan susunan butiran, uji berat jenis dan *absorption*, berat isi, kekerasan dengan *impact test*, serta keausan dengan *los angeles machine*.

4. Persiapan Filler

Material pengisi/ *filler* yang dipakai ialah semen *portland* produksi PT. Solusi Bangun Andalas. Sebelum digunakan, semen terlebih dahulu diayak dengan menggunakan ayakan 0,075mm dan material lolos ayakan tersebut yang nantinya digunakan sebagai *filler* dalam campuran AC-BC.

5. Peninjauan Aspal

Sifat aspal yang ditinjau pada riset ini ialah berat jenis, penetrasi, daktilitas/ kelenturan dan titik lembek. Uji aspal dikerjakan terlebih dahulu tanpa memakai getah damar, kemudian dilanjutkan uji aspal dengan penggunaan getah damar sebesar 4% agar teridentifikasi apakah aspal modifikasi getah damar tersebut memenuhi ketentuan atau tidak untuk digunakan.

6. Desain Campuran Aspal

Desain campuran AC-BC ini memiliki dua tahapan sebagai berikut:

a. Penentuan susunan butiran agregat

Susunan butiran yang dipakai dalam riset ini adalah susunan butiran menerus berdasarkan spesifikasi Dirjen Bina Marga (2018). Peninjauan susunan butiran sendiri dilakukan dengan analisa ayakan menggunakan satu set ayakan yang sudah diurutkan berdasarkan ukurannya.

b. Pencarian persentase aspal pada campuran

Variasi persentase aspal dicari berdasar pada persen awal aspal perkiraan (kadar aspal ideal). Kadar aspal ideal dihitung berdasarkan persamaan yang telah ditetapkan. Pada riset ini, berdasarkan desain susunan butiran dengan nilai komposisi untuk setiap ukuran fraksi diperoleh: *Coarse Aggregate* = 60,5%, *Fine Aggregate* = 33,5%, *Filler* = 6,0% dan *Constanta*

sebesar 0,75, sehingga persentase aspal ideal yang diperoleh ialah:

$$P_b = 0,035 \% \text{ coarse aggregate} + 0,045 \% \text{ fine aggregate} + 0,18 \% \text{ filler} + \text{constant} \quad (1)$$

$$P_b = 0,035 \times 60,5 + 0,045 \times 33,5 + 0,18 \times 6 + 0,75$$

$$P_b = 5,46\%$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka digunakan persentase aspal ideal sebesar 5,5% setelah penggenapan angka desimal ke atas, sehingga variasi persentase aspal pada sampel ialah 4,5%; 5%; 5,5%; 6% dan 6,5%.

7. Pembuatan Sampel untuk Pencarian KAO

Setelah semua material memenuhi syarat, tahap selanjutnya adalah membuat sampel berdasarkan komposisi campuran rencana baik memakai getah damar maupun tidak. Setelah pembuatan sampel selesai, selanjutnya dilakukan penimbangan serta pengujian kuat tekan menggunakan alat uji Marshall dengan terlebih dahulu direndam selama 30 menit dalam *water bath* pada suhu 60°C agar diketahui nilai parameter Marshall.

Hasil dari perhitungan nilai parameter Marshall tersebut selanjutnya di analisis agar didapat persentase KAO kedua jenis campuran berdasarkan persyaratan DirJen Bina Marga (2018).

Adapun jumlah sampel untuk menentukan KAO diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah sampel pencarian KAO

% Aspal	Sampel Tanpa GD	96% Aspal dan 4% GD
4,5 %	3	3
5,0 %	3	3
5,5 %	3	3
6,0 %	3	3
6,5 %	3	3
<i>Total</i>	<i>15</i>	<i>15</i>

8. Metode Analisa Data

Analisa data hasil perhitungan parameter Marshall menggunakan metode analisis regresi non-linear dua ordo agar diketahui keterkaitan antara persentase aspal dengan parameter Marshall.

Parameter Marshall yang diperoleh dari eksperimen selanjutnya digambarkan pada suatu sumbu X;Y sehingga terbentuk titik sebar yang umumnya dikenal sebagai diagram pencar dimana sumbu Y merupakan nilai dari setiap parameter Marshall dan sumbu X adalah variasi persentase aspal. Kurva yang dihasilkan dari hubungan setiap titik pada diagram pencar dalam riset ini adalah berbentuk garis lengkung (non-linier).

Analisa tersebut menghasilkan relasi antara persentase aspal dengan parameter Marshall sehingga melalui perhitungan dengan metode *overlapping* dapat ditemukan nilai KAO baik menggunakan getah damar maupun tidak. KAO merupakan persentase aspal yang telah mewakili semua parameter Marshall dan telah sesuai dengan persyaratan.

9. Pembuatan Sampel pada KAO

Setelah KAO kedua jenis campuran diperoleh, selanjutnya dibuat sampel pada masing-masing KAO. Dengan perlakuan yang sama, sampel tersebut ditimbang, dilanjutkan dengan perendaman pada *water bath* dengan suhu 60°C selama 30 menit untuk uji kuat tekan Marshall.

Khusus untuk perhitungan durabilitas, sampel direndam pada *water bath* dengan suhu yang sama yaitu 60°C selama 24 jam, selanjutnya dilakukan uji tekan Marshall agar diketahui sifat Marshall campuran aspal tersebut.

Rincian jumlah sampel yang dibuat pada KAO ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah sampel pada KAO

KAO	Perendaman 30M	Perendaman 24J
0% GD	3	3
4% GD	3	3
<i>Total</i>	<i>6</i>	<i>6</i>

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan data, nantinya dapat diketahui bagaimana dampak penggunaan 4% getah damar pada campuran AC-BC dengan membandingkannya terhadap campuran aspal normal (tanpa getah damar).

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengamatan Gradasi/Susunan Butiran

Hasil pengamatan terhadap susunan butiran yang telah dilakukan menunjukkan bahwa agregat tersebut tidak dapat langsung digunakan dalam campuran AC-BC karena tidak sesuai dengan proporsi susunan butiran yang direncanakan, sehingga perlu dilakukan penyesuaian terlebih dahulu.

Sebagai contoh, hasil penyesuaian proporsi susunan butiran agregat pada persentase aspal pen. 60-70 sebesar 4,5% yang disubstitusi getah damar untuk 1 buah sampel dengan berat 1200 gram disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Penyesuaian proporsi gradasi agregat pada 4,5% kadar aspal

Ukuran Ayakan		Campuran AC-BC		
ASTM	Ukuran (mm)	% Berat yang Lewat		Berat Tertahan untuk 1 Sampel (gr)
		Spek.	% Tertahan	
Aspal Pen. 60-70 Kadar 4,5%				
1"	25,0	100	0,00	0,00
3/4"	19,0	95,0	5,00	57,30
1/2"	12,5	82,5	12,50	143,25
3/8"	9,5	74,0	8,50	97,41
No. 4	4,75	55,0	19,00	217,74
No.8	2,36	39,5	15,50	177,63
No. 16	1,18	28,0	11,50	131,79
No. 30	0,60	20,0	8,00	91,68
No. 50	0,30	13,5	6,50	74,49
No. 100	0,15	9,0	4,50	51,57
No. 200	0,075	6,0	3,00	34,38
Total Persen Agregat Tertahan			94,00	1077,24
<i>Filler</i> (semen)			6,00	68,76
Berat Agregat (gr)			100,00	1146,00
Getah Damar (gr) 4%				2,16
Berat Aspal (gr)				51,84
Berat Campuran (gr)				1200,00

2. Hasil Pengamatan Agregat

Hasil pengamatan agregat dapat dilihat pada Tabel 5.

Hasil tersebut menyimpulkan bahwa agregat yang dipakai telah sesuai

dengan ketentuan DirJen Bina Marga (2018), sehingga agregat ini dapat digunakan untuk pembuatan sampel campuran AC-BC.

Tabel 5. Hasil pengamatan sifat fisis agregat

Pengamatan	Satuan	Hasil	Syarat
Berat Jenis	gr/cm ³	2,668	Min. 2,5
Penyerapan	%	0,314	Maks. 3
Berat Isi	kg/dm ³	1,532	Min. 1
Impact	%	9,75	Maks. 30
Keausan	%	15,00	Maks. 40

3. Hasil Pengamatan Aspal Modifikasi Getah Damar

Pengamatan aspal modifikasi memakai 4% getah damar sebagai material pengganti hanya dilakukan pada uji berat jenis, dikarenakan berat jenis tersebut dibutuhkan dalam perhitungan nilai parameter Marshall suatu campuran aspal. Nilai berat jenis aspal modifikasi getah damar yang didapat yaitu sebesar 1,033 gr/cm³ dan telah sesuai syarat yang ditetapkan oleh DirJen Bina Marga (2018) dimana syarat minimum berat jenis aspal yaitu 1,00 gr/cm³.

4. Hasil Pengamatan Aspal

Hasil pengamatan aspal pen. 60-70 dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil pengamatan aspal pen. 60-70

Pengamatan	Satuan	Hasil	Syarat
Penetrasi	-	62	60 - 70
Berat Jenis	gr/cm ³	1,031	Min. 1
Titik Lembek	°C	50,1	Min. 48
Daktilitas	Cm	140	Min. 100

Berdasarkan pada Tabel 6 di atas, terlihat bahwa aspal tersebut telah memenuhi syarat sehingga dapat digunakan dalam riset.

5. Hasil Perhitungan KAO

Hasil hitungan parameter Marshall yaitu kepadatan, VIM, VMA, VFA, stabilitas, *flow* dan *Marshall Quotien* dengan beberapa kadar aspal baik memakai getah damar ataupun tidak, seterusnya dianalisis menggunakan analisa regresi non-linear agar dapat memperoleh nilai KAO.

Berdasarkan hasil analisis, KAO pada jenis campuran yang tidak memakai getah damar diperoleh sebesar 4,75%, sedangkan KAO campuran aspal dengan getah damar 4% dan 96% aspal pen. 60-70 didapat sebesar 4,55%.

Perbedaan nilai KAO tersebut diakibatkan karena adanya perbedaan jenis aspal yang terdapat di dalam campuran. Dapat disimpulkan bahwa aspal yang dicampur getah damar mampu menyelimuti permukaan agregat pada campuran dengan baik sehingga berakibat pada minimnya kebutuhan aspal pada campuran tersebut jika dibandingkan dengan campuran aspal normal (tanpa memakai getah damar).

Hasil hitungan parameter Marshall campuran AC-BC tanpa memakai dan dengan memakai getah damar untuk mencari nilai KAO dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Parameter Marshall tanpa getah damar

Parameter Marshall	Kadar Aspal (%)					Syarat Bina Marga (2018)
	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	
Density (gr/cm ³)	2,40	2,43	2,42	2,44	2,41	Min. 2
VIM (%)	4,57	2,66	2,53	0,78	1,35	3 - 5
VMA (%)	9,43	18,87	19,82	19,44	20,93	Min. 14
VFA (%)	76,45	85,96	87,27	95,99	93,60	Min. 65
Stabilitas (kg)	1631,48	1846,54	1278,99	1357,09	1118,22	Min. 800
Flow (mm)	3,50	3,90	4,05	4,10	5,30	2 - 4
MQ (kg/mm)	473,98	468,49	314,11	330,82	211,52	Min. 250

Tabel 8. Parameter Marshall memakai 4% getah damar

Parameter Marshall	Kadar Aspal (%)					Syarat Bina Marga (2018)
	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	
Density (gr/cm ³)	2,43	2,46	2,44	2,42	2,44	Min. 2
VIM (%)	3,54	1,61	1,69	1,82	0,35	3 - 5
VMA (%)	18,53	17,98	19,10	20,26	20,11	Min. 14
VFA (%)	80,91	91,25	91,18	91,07	98,26	Min. 65
Stabilitas (kg)	2039,35	1920,70	1713,05	1586,98	1305,18	Min. 1000
Flow (mm)	3,65	4,00	3,75	3,70	3,75	2 - 4
MQ (kg/mm)	560,66	480,43	455,80	446,26	361,63	Min. 250

6. Hasil Parameter Marshall pada KAO

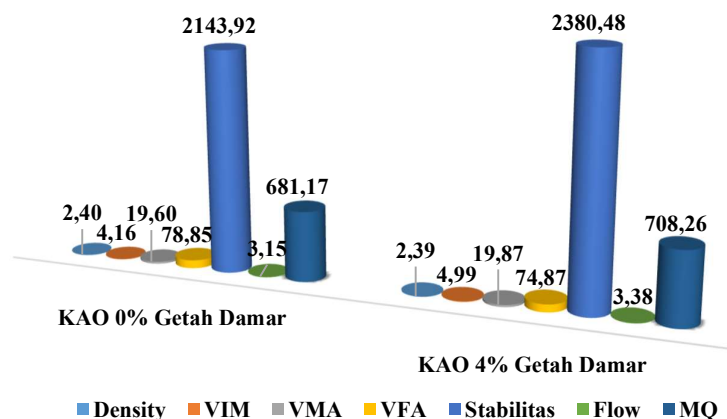
Hasil hitungan parameter Marshall campuran AC-BC pada KAO baik

memakai getah damar sebagai pengganti aspal maupun tidak (campuran aspal normal), dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Parameter Marshall pada KAO

Parameter Marshall	KAO Tanpa GD (4,75%)	KAO 4% GD (4,55%)	Syarat Bina Marga (2018)
Density (gr/cm ³)	2,40	2,39	Min. 2
VIM (%)	4,16	4,99	3 - 5
VMA (%)	19,60	19,87	Min. 14
VFA (%)	78,85	74,87	Min.65
Stabilitas (kg)	2143,92	2380,48	Min. 1000
Flow (mm)	3,15	3,38	2 - 4
MQ (kg/mm)	681,17	708,26	Min. 250

Hasil tersebut dapat digambarkan dalam bentuk grafik histogram seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil parameter Marshall campuran AC-BC dengan dan tanpa getah damar

7. Analisis Nilai Kepadatan (Density)

Density merupakan rasio antara berat kering dengan volume sampel campuran aspal. Dari hasil pengujian

berdasarkan grafik di atas, memperlihatkan bahwa kepadatan kedua jenis campuran aspal telah sesuai dengan ketentuan yang disyaratkan yaitu lebih

besar dari $2,00 \text{ gr/cm}^3$, meskipun terdapat perbedaan namun selisih nilai kepadatannya sangat kecil, berkisar pada angka $0,01 \text{ gr/cm}^3$.

8. Analisis Nilai *Void in Mix* (VIM)

VIM ialah jumlah pori-pori yang terdapat di dalam campuran aspal. Pori-pori ini dibutuhkan sebagai tempat perpindahan butir-butir agregat ketika campuran aspal menerima beban berulang dari putaran roda kendaraan. Pori-pori ini juga memiliki fungsi sebagai tempat mengalirnya aspal pada saat suhu udara meningkat sehingga menyebabkan kelelahan aspal.

Berdasar pada Gambar di atas, terlihat bahwa nilai VIM campuran memakai getah damar diperoleh sebesar 4,99% dan lebih tinggi jika diperbandingkan dengan campuran normal dimana nilai VIM yang didapat ialah sebesar 4,16%. Hasil VIM kedua jenis campuran tersebut telah sesuai dengan ketentuan DirJen Bina Marga (2018) yaitu berkisar pada 3,0% - 5,0%.

Tingginya kadar VIM pada campuran aspal yang memakai getah damar diakibatkan karena rendahnya KAO yang diperoleh bila dibanding dengan campuran aspal normal (tanpa getah damar). Rendahnya KAO tentunya mengurangi proporsi material aspal di dalam perencanaan campuran sehingga menghasilkan selimut aspal yang tipis pada agregat dan berdampak pada peningkatan persentase pori.

9. Analisis *Void in Mineral Aggregate* (VMA)

Grafik VMA di atas memperlihatkan bahwa pada kedua variasi kadar aspal tanpa dan dengan memakai 4% getah damar serta semen *portland* untuk *filler* telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan, yaitu $> 14\%$. VMA pada campuran memakai getah damar diperoleh sebesar 19,87%,

sedangkan campuran tidak memakai getah damar didapat sebesar 19,60%.

Besar kecilnya nilai VMA dipengaruhi oleh kadar aspal yang menyelimuti agregat. Kadar aspal yang besar akan membentuk selimut butir agregat yang tebal, akibatnya rongga pada agregat semakin besar (Agustian & Agusmaniza, 2021). Sebaliknya, kadar aspal yang sedikit akan menghasilkan selimut agregat yang tipis, sehingga rongga dalam agregat semakin kecil.

10. Analisis Nilai *Void Filled by Asphalt* (VFA)

Grafik perbandingan nilai VFA campuran AC-BC pada KAO tanpa memakai dan dengan memakai getah damar sebesar 4% menunjukkan bahwa terdapat selisih pada kedua jenis campuran, hal ini dikarenakan adanya perbedaan kadar aspal dalam campuran. VFA campuran memakai getah damar diperoleh sebesar 74,87%, sedangkan untuk campuran tanpa getah damar didapat VFA sejumlah 78,85%.

Semakin sedikit aspal yang digunakan, tentunya menambah komposisi agregat yang terdapat di dalam campuran. Komposisi agregat yang bertambah dengan kadar aspal yang lebih rendah akan menghasilkan rongga terisi aspal yang cenderung lebih kecil.

11. Analisis Nilai Stabilitas

Campuran aspal dengan memakai dan tanpa memakai getah damar pada riset ini menghasilkan nilai stabilitas untuk kedua jenis campuran AC-BC yang telah memenuhi syarat, yaitu lebih besar dari 800 kg untuk campuran tanpa memakai getah damar dan lebih besar dari 1000 kg untuk campuran yang memakai getah damar (campuran aspal modifikasi). Nilai stabilitas campuran AC-BC tanpa getah damar pada rendaman 30 menit yaitu 2143,92 kg, sedangkan pada campuran AC-BC

memakai 4% getah damar, stabilitas yang dihasilkan mengalami peningkatan yaitu sebesar 2380,48 kg pada lama perendaman yang sama.

Peningkatan nilai stabilitas tersebut disebabkan karena pemakaian getah damar dalam campuran aspal dapat menghasilkan daya lekat yang baik jika diperbandingkan dengan campuran aspal normal. Dilihat dari karakteristiknya, aspal pen. 60-70 cukup baik untuk disubstitusi sebesar 4% getah damar, karena dapat membantu aspal dalam memperkuat ikatan antar material yang terdapat dalam campuran, sehingga terjadi suatu campuran beton aspal dengan kualitas yang lebih baik serta memberikan daya tahan terhadap geser ketika dilintasi oleh kendaraan.

12. Analisis Nilai Flow

Grafik histogram pada Gambar 1 menjelaskan bahwa nilai *flow* campuran AC-BC dengan 4% getah damar lebih tinggi bila diperbandingkan dengan campuran AC-BC tanpa memakai getah damar. *Flow* campuran memakai getah damar yang dihasilkan yaitu sebesar 3,38mm, sedangkan campuran normal sebesar 3,15mm. Hal ini disebabkan karena getah damar yang terdapat dalam aspal pada campuran mengakibatkan aspal tersebut menjadi lebih plastis sehingga memiliki kelenturan yang lebih besar ketika menerima beban roda kendaraan.

Berdasar pada hasil tersebut, nilai *flow* untuk kedua jenis campuran AC-BC telah sesuai persyaratan yang ditetapkan oleh DirJen Bina Marga (2018) berkisar diantara 2mm s.d. 4mm,

sehingga perubahan bentuk (deformasi plastis) akibat beban roda kendaraan dapat terhindar dari kerusakan.

13. Analisis Nilai Marshall Quotien

Marshall Quotien berkorelasi negatif dengan *flow*, penurunan *flow* mengakibatkan nilai *Marshall Quotien* meningkat dan bila *flow* tinggi, maka nilai *Marshall Quotien* rendah. Nilai *Marshall Quotien* campuran aspal yang tinggi menunjukkan bahwa campuran tersebut kurang lentur, bersifat kaku dan bila nilainya lebih rendah maka campuran aspal semakin lentur dan fleksibel.

Berdasar pada diagram di atas, terlihat bahwa nilai *Marshall Quotien* campuran AC-BC normal yaitu 681,17 kg/mm, sedangkan campuran AC-BC dengan memakai 4% getah damar yaitu 708,26 kg/mm. Lebih besarnya nilai *Marshall Quotien* campuran AC-BC dengan 4% getah damar disebabkan karena besarnya nilai stabilitas campuran tersebut bila diperbandingkan dengan nilai stabilitas pada campuran tanpa getah damar. Nilai *Marshall Quotien* kedua jenis campuran tersebut telah memenuhi spesifikasi yang ditentukan oleh DirJen Bina Marga (2018) yaitu ≥ 250 kg/mm.

14. Analisis Nilai Durabilitas

Nilai durabilitas merupakan rasio antara stabilitas perendaman 24 jam dengan stabilitas perendaman 30 menit pada suhu 60°C. Hasil hitungan durabilitas untuk masing-masing jenis campuran AC-BC tanpa dan dengan 4% getah damar dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Rekapitulasi nilai durabilitas

Jenis Campuran Aspal	Stabilitas Rendaman 30M	Stabilitas Rendaman 24J	Nilai Durabilitas (%)
a	b	c	$d = c / b \times 100$
Tanpa Getah Damar	2143,92	2080,24	97,02
4% Getah Damar	2380,48	2306,32	96,88

Berdasarkan Tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa durabilitas kedua jenis campuran aspal telah memenuhi ketentuan yang disyaratkan oleh Dirjen Bina Marga (2018) dimana syarat minimum untuk nilai durabilitas ialah lebih besar atau sama dengan 90%.

E. KESIMPULAN

Hasil riset menunjukkan bahwa pemakaian getah damar sebesar 4% sebagai material pengganti aspal dapat menghasilkan campuran AC-BC yang memenuhi setiap syarat yang diterbitkan oleh Dirjen Bina Marga pada KAO.

KAO yang didapat untuk campuran AC-BC memakai getah damar adalah 4,55%, sedangkan KAO untuk campuran tanpa memakai getah damar didapat sebesar 4,75%.

Berdasarkan analisa parameter Marshall dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang subsatnsial pada nilai stabilitas kedua jenis campuran, dimana nilai stabilitas campuran AC-BC menggunakan getah damar diperoleh sebesar 2380,48 kg, sedangkan campuran AC-BC tanpa getah damar didapat sebesar 2143,92 kg.

Riset tentang pemakaian getah damar sebagai material pengganti aspal diharapkan dapat dilanjutkan oleh peneliti lain untuk penyempurnaan, diantaranya dengan menggunakan persentase jumlah getah damar yang berbeda, metode pencampuran yang berbeda dalam hal ini adalah metode pencampuran kering serta pemakaian jenis campuran aspal yang berbeda pula seperti campuran AC-WC dan AC-Base.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami ucapkan kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi sebagai pemberi dana riset. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Akademi Komunitas Negeri Aceh Barat

yang telah memfasilitasi melalui penggunaan laboratorium dalam setiap pengujian yang dilakukan sehingga pelaksanaan riset dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, K., & Agusmaniza, R. (2021). *Evaluasi Karakteristik Campuran AC-BC menggunakan Abu Cangkang Kemiri sebagai Bahan Substiusi Filler terhadap Parameter Marshall*. 13(2), 86–93.
- Agustian, K., & Ridha, M. (2018). Karakteristik Marshall Campuran AC-BC Dengan Menggunakan 6% Getah Damar Sebagai Bahan Substitusi Aspal. *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, 4(1), 1.
- Bukhari dkk. (2007). Rekaya Bahan dan Tebal Perkerasan. In *Banda Aceh : Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala*. Banda Aceh: Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala.
- Hamzah, Rizky, A., & Kaseke, Oscar, H. (2016). “Pengaruh Variasi Kandungan Bahan Pengisi Terhadap Kriteria Marshall Pada Campuran Beraspal Panas Jenis Lapis Tipis Aspal Beton – Lapis Aus Gradasi Senjang.” *Jurnal Sipil Statik*, 4(7), 447–452.
- Jamal. (2015). *Karakteristik bahan bakar dan pembakaran resin damar (Dipterocarpaceae)* (Universitas Brawijaya). Universitas Brawijaya. Retrieved from <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/161334>
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga. (2018). *Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk Pekerjaan Jalan dan Jembatan (General Specifications of Bina Marga 2018 for Road Works and Bridges)*. (September).
- Perceka, D. P., & Ing, T. L. (2019). Pengaruh Getah Pinus pada

- Stabilitas, Pelelehan, dan Durabilitas Lapos Pengikat Beton Aspal. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(1), 64–83.
- Rianung, S. (2016). Kajian Laboratorium Pengaruh Bahan Tambah Gondrukem pada Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC) Terhadap Nilai Propertis Marshall dan Durabilitas. *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 2(1/Mei).
- Sefrus, T. (2013). Analisa Penambahan Getah Damar Batu (Agathis Alba) Pada Campuran Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC). *Majalah Teknik Simes*, 7(1), 5.
- Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi, F., Saleh, S. M., Anggraini, R., Agustian, K., & Agusmaniza, R. (2016). *Topic 05 FSTPT Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Substitusi Aspal Serta Abu Sekam Padi Dan Abu Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Filler Pada Campuran Laston Ac-Wc.* (October), 979–95721.
- Sukirman, S. (2010). Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur. In *Isbn: 978-602-96141-0-7* (Vol. 53).
- Sukirman, S. 2003. (2016). Beton Aspal Campuran Panas. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53).



© 2022 Siklus Jurnal Teknik Sipil All rights reserved. This is an open access article distributed under the terms of the CC BY Licens (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)