

Karakteristik Marshall Campuran Asphalt Concrete Wearing Course dengan Modifikasi Karet Alam Padat SIR 20

¹Rochaeti, ²Retno Utami, ³Lentien Febrianty

¹Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : rochaeti054@gmail.com

²Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : retnoutami@polban.ac.id

³Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : lentien.febrianty.mtri17@polban.ac.id

ABSTRAK

Asphalt Concrete Wearing Course (ACWC) adalah lapisan perkerasan lentur jalan yang memiliki nilai struktural. Material penyusun ACWC terdiri dari aspal, agregat dan filler. Karakteristik dari ACWC diketahui melalui pengujian karakteristik dengan alat Marshall. ACWC memiliki karakteristik yang rentan terhadap kerusakan rutting dan deformasi permanen. Untuk mengurangi kerusakan tersebut, dilakukan penambahan material karet jenis SIR 20 pada campuran ACWC. Untuk mengetahui pengaruh penambahan material SIR 20 pada ACWC, dilakukan pengujian campuran dengan metode kepadatan mutlak. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa campuran ACWC yang dimodifikasi dengan material SIR 20 memiliki peningkatan karakteristik pada nilai VMA, VIM dan VFB yang ditandai dengan semakin rendahnya nilai karakteristik tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa SIR 20 meningkatkan kemampuan aspal untuk mengisi rongga pada agregat yang artinya campuran tersebut semakin padat dan ketahanannya terhadap kerusakan rutting dan deformasi permanen akan semakin baik. Pada penelitian ini, dibuat benda uji aspal normal dan aspal modifikasi SIR 20 dengan 4 variasi kadar SIR 20 yaitu 7%, 9%, 11% dan 13%. Hasil yang diperoleh untuk Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 6.25% dan untuk Variasi Kadar Karet Optimum sebesar 9%.

Kata Kunci

Lapis aus perkerasan, SIR 20, Marshall, KAO

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi dari waktu ke waktu, mobilisasi para pengguna jalan juga semakin meningkat. Hal ini berdampak pada kebutuhan sarana jalan yang baik sebagai penunjang. Konstruksi perkerasan jalan yang baik meliputi dari baiknya jalan tersebut secara struktural maupun secara fungsional. Salah

satu aspek yang perlu diperhatikan dalam rangka menunjang konstruksi perkerasan jalan yang baik adalah kepadatan tanah tempat adanya konstruksi jalan dan juga kepadatan lapis perkerasan jalan itu sendiri. Salah satu upaya mempertahankan juga meningkatkan kualitas perkerasan jalan adalah dengan melakukan inovasi penambahan bahan campuran pada aspal..

Karakteristik Asphalt Concrete Wearing Course (ACWC) diketahui dengan melakukan pengujian-pengujian dengan alat Marshall, pengujian kepadatan mutlak dan indeks perendaman (IP). Telah dilakukan ACWC Akibat Penambahan Karet Alam Padat SIR20 dengan variasi kadar karet 0% dan 8% dengan hasil studi didapatkan trendline nilai stabilitas belum menunjukkan kadar stabilitas optimum [1]. Sehingga pada studi ini dipilih variasi kadar karet 7%, 9%, 11% dan 13% dengan harapan diperoleh nilai stabilitas optimum.

Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan nilai Kadar Aspal Campuran Karet Optimum dengan jenis karet alam padat SIR 20. Modifikasi ACWC dengan SIR 20 ini digunakan sebagai inovasi untuk mengurangi kerusakan *rutting* dan deformasi permanen pada struktur perkerasan jalan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jenis Pekerjaan Jalan

Konstruksi jalan dapat dibedakan berdasarkan bahan pengikatnya yang terdiri atas 3 (tiga) bagian, yaitu konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*) [2].

2.2 Agregat

Agregat adalah partikel-partikel butiran mineral yang digunakan dengan kombinasi berbagai jenis bahan perekat membentuk massa beton atau sebagai bahan pengisi lapis perkerasan jalan, *backfill*, dan lainnya [3]. Agregat mempunyai peranan yang sangat penting dalam perkerasan jalan, karena jumlah yang dibutuhkan dalam campuran perkerasan umumnya berkisar antara 90% - 95% dari berat total campuran, atau 75% - 85% dari volume campuran [4].

Tabel 1. Amplop Gradasi Campuran Asphalt Concrete [5]

Ukuran Ayakan (mm)	WC	BC	Base
37,5			100
25		100	90 - 100
19	100	90 - 100	76 - 90
12,5	90 - 100	75 - 90	60 - 78
9,5	77 - 90	66 - 82	52 - 71
4,75	53 - 69	46 - 64	35 - 54
2,36	33 - 53	30 - 49	23 - 41
1,18	21 - 40	18 - 38	13 - 30
0,6	14 - 30	12 - 28	10 - 22
0,3	9 - 22	7 - 20	6 - 15
0,15	6 - 15	5 - 13	4 - 10
0,075	4 - 9	4 - 8	3 - 7

Ukuran Ayakan (mm)	Laston (AC)		
	WC	BC	Base
37,5			100
25		100	90 - 100
19	100	90 - 100	76 - 90
12,5	90 - 100	75 - 90	60 - 78
9,5	77 - 90	66 - 82	52 - 71
4,75	53 - 69	46 - 64	35 - 54
2,36	33 - 53	30 - 49	23 - 41
1,18	21 - 40	18 - 38	13 - 30
0,6	14 - 30	12 - 28	10 - 22
0,3	9 - 22	7 - 20	6 - 15
0,15	6 - 15	5 - 13	4 - 10
0,075	4 - 9	4 - 8	3 - 7

2.3 Aspal

Aspal adalah suatu bahan bentuk padat atau setengah padat berwarna hitam sampai coklat gelap, bersifat pekat (*cementious*) yang akan melembek dan meleleh bila dipanasi. Aspal tersusun terutama dari sebagian besar bitumen yang keseluruhannya terdapat dalam bentuk padat atau setengah padat dari alam atau hasil pemurnian minyak bumi, atau merupakan campuran dari bahan bitumen dengan minyak bumi atau derivatnya [6].

Aspal dengan penetrasi 60/70 (aspal pen 60/70) yang memenuhi persyaratan spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum Tahun 2010 Revisi 3 adalah jenis aspal yang digunakan pada penelitian ini.

2.4 Karet Alam Padat SIR 20

Standar mutu karet bongkah Indonesia tercantum dalam standar Indonesia Rubber (SIR). SIR adalah karet bongkah (karet remah) yang telah dikeringkan dan dikilang menjadi bendela-bendela dengan ukuran yang telah ditentukan. Karet alam SIR 20 berasal dari koagulum (lateks yang sudah digumpalkan) atau hasil olahan seperti lum, getah kering sisa, yang diperoleh dari perkebunan karet rakyat dengan asal bahan baku yang sama dengan koagulum.

2.5 Aspal Beton Modifikasi Karet

Modifikasi *asphalt concrete* adalah penambahan suatu bahan pada campuran *asphalt concrete*. Tujuan modifikasi *asphalt concrete* ini adalah untuk menambah nilai keawetan (*durability*) pada lapis AC-WC dengan memanfaatkan bahan atau sumber daya alam yang tersedia. Dengan begitu, diharapkan perkerasan aspal dapat mencapai umur layan yang telah direncanakan.

Bahan yang digunakan sebagai bahan modifikasi *asphalt concrete* pada penelitian ini yaitu karet alam padat SIR 20. Beberapa penelitian telah dilakukan terkait dengan penggunaan karet sebagai bahan tambah pada lapis permukaan suatu struktur perkerasan. Ada pula pengujian yang telah dilakukan pada aspal karet antara lain:

- Uji mutu aspal karet: penetrasi, titik lembek, titik nyala, viskositas dan daktilitas.
- Uji mutu agregat dan filler: gradasi, berat jenis, abrasi, sand equivalent dan kelekatan.
- Uji Marshall: stabilitas Marshall dan flow. [7]

Adapun standar untuk *Asphalt Concrete Modifikasi Elastomer*. Standar tersebut disajikan pada Tabel berikut:

Tabel 2. Ketentuan-Ketentuan Aspal Pen 60/70 [5]

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Tipe I Aspal Pen 60/70	Tipe II Aspal yang Dimodifikasi	
				A	B
1	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 06-2456-1991	60-70	Min. 50	Min. 40
2	Titik Lembek (°C) Daktilitas	SNI 2434:2011	≥ 48	≥ 53	≥ 54
3	pada 25°C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100	≥ 100	≥ 100

4	Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥ 232	≥ 232	≥ 232
5	Berat Jenis	SNI 2441:2011	≥ 1,0	≥ 1,0	≥ 1,0

3. METODE PENELITIAN

3.1 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji Marshall digunakan untuk mencari kadar aspal optimum dengan beberapa variasi kadar aspal dengan variasi kadar karet 0%, 7%, 9%, 11% dan 13%. Selain untuk mencari kadar aspal optimum, penelitian ini juga dilakukan untuk mengetahui karakteristik Marshall.

Untuk menentukan kadar aspal rencana, dilakukan perhitungan secara empiris dengan persamaan sebagai berikut:

$$P_b = 0,035 (\% CA) + 0,045 (\% FA) + 0,18 (\% FF) + K \quad (1)$$

Keterangan:

P_b = Perkiraan kadar aspal rencana

CA = Agregat kasar tertahan saringan nomor 8

FA = Agregat halus lolos saringan nomor 8

FF = Bahan pengisi lolos saringan nomor 200

Nilai K = Konstanta untuk *asphalt concrete wearing course* (kira-kira 0,5 – 1 untuk Laston)

Nilai P_b hasil perhitungan dibulatkan mendekati 0,5% dan ditentukan 2 (dua) kadar aspal diatas dan 2 (dua) kadar aspal dibawah kadar aspal perkiraan awal yang sudah dibulatkan mendekati 0,5% ini, kemudian siapkan benda uji untuk uji Marshall.

Pengujian marshall dilakukan untuk mendapatkan nilai stabilitas dan flow. Pada tahap ini dilakukan pengujian Marshall standar (2 x 75) tumbukan, hal tersebut bertujuan untuk menentukan VIM, stabilitas, kelelahan (*flow*). Dari grafik hubungan antara kadar aspal dengan parameter Marshall, ditarik garis ditengah-tengah rentang karakteristik Marshall ditambah 0,1% untuk

menentukan kadar aspal optimum (KAO). Pertambahan nilai 0,1% dalam penentuan KAO ini dikarenakan nantinya pada aspal akan ditambahkan karet alam padat, seperti diketahui bahwa dengan penambahan karet akan mengakibatkan semakin lembeknya aspal yang digunakan sewaktu pengujian. Setelah itu, benda uji divariasikan KAO dengan komposisi variasi kadar karet dalam aspal 0%, 7%, 9%, 11% dan 13% kemudian masing-masing dibuat 3 (tiga) buah benda uji. Lakukan kembali uji Marshall standar (2 x 75) tumbukan.

4. PENYAJIAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Hasil Pengujian Agregat

Hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap karakteristik agregat untuk campuran AC-WC modifikasi diperlihatkan pada Tabel 3 dan Tabel 4 berikut:

Tabel 3. Karakteristik Agregat Kasar

Karakteristik	Satuan	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
Berat Jenis SSD		2,65		
Berat Jenis Kering Oven		2,58		
Berat Jenis Apparent		2,78		
Penyerapan Air	%	2,77		
Abrasi	%	14,19	30%	OK
Kadar Butir Lolos # No. 200	%	0,46	Maks 2%	OK

Tabel 4. Karakteristik Agregat Halus

Karakteristik	Satuan	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
Berat Jenis SSD		2,64		
Berat Jenis Kering Oven		2,55		
Berat Jenis Apparent		2,79		
Penyerapan Air	%	3,32		

Kadar Butir Lolos # No. 200	%	10,95	Maks 10%	NOT OK
Sand Equivalent	%	79,1	Min 60%	OK

Dari Tabel 3 dan Tabel 4 dapat dilihat bahwa agregat yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi syarat spesifikasi Bina Marga terkecuali untuk uji lolos 200. Terdapat kelebihan sebesar 0.95% dari yang disyaratkan. Tetapi jika dilihat dari nilai *Sand Equivalent* sebesar 79.1% (lebih besar dari yang disyaratkan yaitu 60%) menunjukkan butir yang lolos #200 kecenderungan bukan bahan plastis dan selisihnya tidak terlalu besar sehingga perbedaan tersebut diabaikan.

4.2 Hasil Pengujian Aspal Pen 60/70

Hasil pengujian laboratorium terhadap karakteristik aspal Pen 60/70 diperlihatkan pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Karakteristik Aspal Pen 60/70

Karakteristik	Satuan	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
Penetrasi		63	60-70	OK
Viskositas	cST	360	≥ 300	OK
Titik lembek	°C	48,5	≥ 48	OK
Titik nyala	°C	330	≥ 232	OK
Berat jenis		1,0317	≥ 1,0	OK
Daktilitas		>140	≥ 100	OK

Tabel 5 menunjukkan bahwa aspal pen 60/70 yang digunakan pada penelitian ini telah memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga Revisi 3 Tahun 2010.

4.3 Hasil Pengujian Karakteristik Aspal Karet

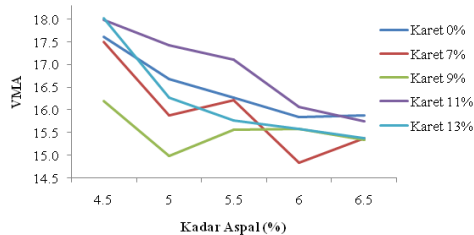
Selain bahan aspal pen 60/70, pada penelitian ini digunakan pula aspal modifikasi dengan karet alam yang bersifat elastomer sebagai bahan campuran. Karakteristik dari pencampuran aspal pen 60/70 dan karet alam disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Karakteristik Aspal Karet

Karakteristik	Satuan	Hasil Pengujian dengan Kadar Variasi Karet				
		0%	7%	9%	11%	13%
Penetrasi		63	57	55	52	48
Viskositas	cST		288	30	470	520
			"-	5"-	"-	"-
		360	610	64	970	110
				6		0
Titik Lembek	°C	48.5	54.2	55.4	56.6	57.7
Titik Nyala	°C	330	324	326	326	332
Berat		103	103	10	103	103
Jenis		17	56	36	63	67
Daktilitas	mm	>14	>14	>1	>14	>14
		0	0	40	0	0

4.3 Analisis Pengujian Karakteristik Campuran Aspal Modifikasi

Hasil dari pengujian Marshall untuk mendapatkan nilai VMA dengan kadar aspal dan kadar variasi karet yang telah ditentukan ditunjukkan pada Gambar 1.

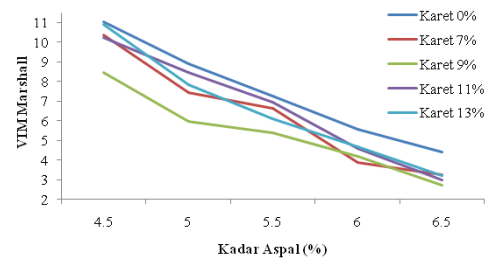


Gambar 1. Grafik VMA pada 5 Variasi Kadar Karet

Pada campuran aspal modifikasi karet, nilai VMA lebih rendah daripada campuran aspal tanpa karet. Pada Gambar 1 terlihat bahwa aspal modifikasi 7% terjadi peningkatan nilai VMA pada kadar aspal 5.5. Nilai VMA yang diinginkan adalah nilai yang seminimum mungkin tetapi masih dalam batasan nilai VMA sesuai dengan spesifikasi yang menjadi acuan. Pada kadar karet 11% nilai VMA mengalami kenaikan tetapi pada kadar karet 13% kadar VMA mengalami penurunan kembali. Hal ini mengindikasikan bahwa kadar optimum untuk nilai VMA ada pada kadar karet 11%. Hal ini menunjukkan bahwa rongga yang dapat diisi oleh aspal semakin sedikit pada kadar karet 13%. Batas

minimum VMA yaitu 15%, dengan demikian seluruh benda uji telah memenuhi persyaratan.

Hasil dari pengujian Marshall untuk mendapatkan nilai VIM dengan kadar aspal dan kadar variasi karet yang telah ditentukan ditunjukkan pada Gambar 2 berikut:

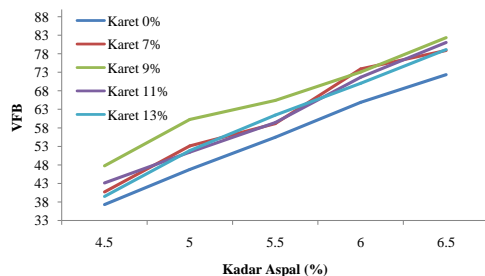


Gambar 2. Grafik VIM pada 5 Variasi Kadar Karet

Void In Mix (VIM) adalah volume total udara yang berada di antara partikel agregat yang terselimuti aspal dalam suatu campuran yang telah dipadatkan, dan dinyatakan dalam persen volume *bulk* (Puslitbang, 2000). Nilai VIM dibutuhkan campuran untuk memberikan cukup ruang untuk pemadatan akibat beban lalu lintas juga akibat pengaruh peningkatan suhu. Nilai minimum VIM harus dibatasi karena jika rongga dalam campuran terlalu sedikit akan menyebabkan *bleeding* dan campuran rentan terhadap alur plastis (*rutting*). Campuran bersifat porous dan dapat menurunkan durabilitas campuran jika nilai VIM terlalu tinggi [5]. Pada Gambar 2 terlihat bahwa penambahan karet pada aspal dapat menurunkan nilai VIM. Penurunan nilai VIM dapat menjadi indikasi ketahanan campuran terhadap defomasi karena pori agregat terisi dengan baik. Hal ini merupakan salah satu tujuan dari penelitian yang dilakukan yaitu meningkatkan ketahanan campuran aspal terhadap deformasi. Nilai VIM pada kadar karet 11% semakin mendekati nilai VIM aspal normal merupakan indikasi rongga agregat terisi dengan baik telah mencapai ambangnya. Sementara itu, kadar karet 9% terlihat memiliki nilai VIM yang paling rendah. Diindikasikan bahwa kadar karet 9%

merupakan kadar karet yang paling optimum pada nilai VIM. Batas minimum nilai untuk VIM Marshall yaitu 3%, sedangkan batas maksimumnya yaitu 5%. Sehingga pada seluruh benda uji dengan modifikasi karet telah memenuhi syarat pada kadar aspal 6% hingga 6,5%.

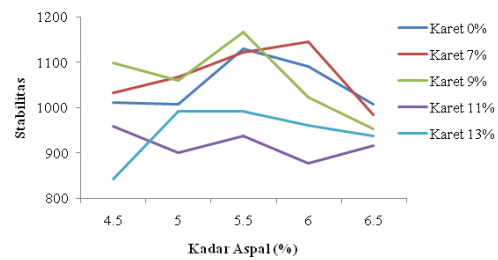
Hasil dari pengujian Marshall untuk mendapatkan nilai VFB dengan kadar aspal dan kadar variasi karet yang telah ditentukan ditunjukkan pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Grafik VFB pada 5 Variasi Kadar Karet

Rongga terisi aspal (*Void Filled with Bitumen*) memiliki pengaruh terhadap keawetan dari campuran beraspal. Nilai VFB adalah persentase dari nilai VMA yang dikurangi oleh VIM. Pada aspal modifikasi karet, VFB didapatkan lebih tinggi daripada campuran aspal tanpa modifikasi karet. Selain itu, penambahan karet pada campuran juga mempengaruhi kemampuan aspal untuk mengisi rongga agregat, dimana kenaikan nilai VFB tidak terlalu tinggi apabila dibandingkan dengan campuran aspal tanpa modifikasi karet. Hal ini menunjukkan bahwa karet membantu kemampuan aspal untuk mengisi rongga agregat. Batas minimum untuk nilai VFB yaitu 65%. Sehingga pada seluruh benda uji dengan modifikasi karet telah memenuhi syarat pada kadar aspal 6% hingga 6,5%.

Hasil dari pengujian Marshall untuk mendapatkan nilai Stabilitas dengan kadar aspal dan kadar variasi karet yang telah ditentukan ditunjukkan pada Gambar 4 berikut:

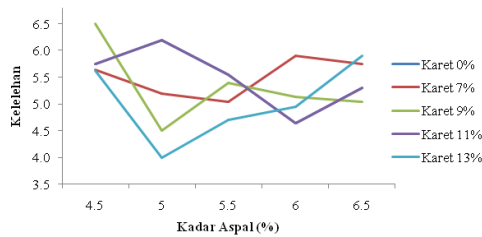


Gambar 4. Grafik Stabilitas pada 5 Variasi Kadar Karet

Kemampuan campuran aspal untuk menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk seperti gelombang, alur maupun *bleeding* ditunjukkan oleh stabilitas. Kohesi dari aspal adalah salah satu faktor yang berpengaruh terhadap stabilitas. Apabila viskositas aspal lebih tinggi atau ketika suhu menurun maka sifat kohesi akan meningkat.

Stabilitas pada campuran aspal modifikasi 11% dan 13% lebih rendah daripada stabilitas pada campuran aspal dengan kadar karet 0%. Jika pada volume campuran yang sama, viskositas lebih tinggi dan karet lebih mudah bercampur dengan aspal sehingga tidak hanya mengisi rongga dalam agregat saja melainkan menambah ruang berisi ikatan aspal, maka sifat kohesi akan meningkat. Di sisi lain, kadar karet 7% dan 9% menunjukkan nilai stabilitas yang lebih tinggi dari kadar karet 0%. Maka kesimpulan sementara kadar karet optimum untuk stabilitas berada pada range kadar karet 9%. Batas minimum untuk nilai stabilitas yaitu 800 kg. Sehingga seluruh benda uji telah memenuhi syarat nilai minimum stabilitas.

Hasil dari pengujian Marshall untuk mendapatkan nilai flow dengan kadar aspal dan kadar variasi karet yang telah ditentukan ditunjukkan pada Gambar 5 berikut:



Gambar 5. Grafik Flow pada 5 Variasi Kadar Karet

Kelelahan atau *flow* adalah deformasi vertikal yang terjadi mulai awal pembebanan sampai kondisi stabilitas menurun, yang menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapis perkerasan akibat menahan beban yang diterimanya. Besarnya nilai flow dinyatakan dalam mm atau 0,01” [8]. Pada Gambar 5 terlihat bahwa nilai kelelahan menurun seiring penurunan kadar aspal. Pada campuran aspal modifikasi karet 0%, 7% dan 9%, nilai kelelahan mengalami penurunan, namun pada kadar karet 11% dan 13% kelelahan mengalami kenaikan. Hal ini menunjukkan bahwa campuran aspal modifikasi karet 0%, 7% dan 9% lebih kaku dan rentan terhadap retak. Batas nilai Flow minimum yaitu 2 mm dan maksimum 4 mm. Didapatkan untuk nilai Flow tidak ada benda uji yang memenuhi syarat karena nilai Flow yang didapatkan pada seluruh benda uji yaitu >4 mm.

4.3.1 Pengujian Indeks Perendaman (IP)

Pengujian indeks perendaman atau disebut juga uji stabilitas sisa dilakukan dengan membandingkan kekuatan antara campuran yang direndam pada durasi normal yaitu 30 menit dengan campuran yang direndam selama 24 jam pada suhu yang sama yaitu 60°C. Perendaman ini dilakukan untuk menentukan durabilitas dan *flow* pada campuran. Pengujian ini menghasilkan nilai persentase stabilitas sisa campuran yang direndam selama 24 jam dengan minimum 90% kekuatan sisa. Hasil pengujian indeks perendaman ditunjukkan pada Tabel 7 berikut:

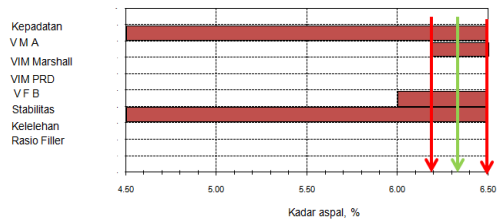
Tabel 7. Hasil Uji Stabilitas Sisa

No	Campuran	Kadar Aspal Optimum (KAO)	Stabilitas		Stabilitas Sisa (>90%)	
			30 menit	24 Jam		
1	0	% Karet 0%	6.30	1116.2	984	88,2%
2	7	% Karet 5%	6.25	1142.7	1103	96,5%
3	9	% Karet 5%	6.25	1116.2	1031.6	92,4%
4	11	% Karet 5%	6.25	1269.6	1158.5	91,3%
5	13	% Karet 5%	6.25	1269.6	1158.5	91,3%

Tabel di atas menunjukkan bahwa seluruh benda uji dengan modifikasi karet telah memenuhi standar nilai stabilitas sisa. Standar nilai stabilitas sisa yaitu >90% sehingga seluruh benda uji dengan modifikasi karet telah memenuhi syarat nilai stabilitas sisa.

4.4 Analisis Kadar Aspal Optimum

Berdasarkan analisis hasil Marshall, didapatkan perkiraan kadar aspal optimum sementara yaitu antara 6,2% sampai dengan 6,5%. Namun demikian, kadar aspal ini masih bersifat sementara karena terdapat karakteristik campuran aspal yang tidak memenuhi persyaratan yaitu kelelahan. Kadar aspal optimum sementara dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Kadar Aspal Optimum

Gambar 6 di atas adalah contoh kadar aspal optimum pada benda uji tanpa modifikasi karet. Kadar aspal optimum yang diperoleh berdasarkan Gambar 6 di atas berkisar antara 6,2% hingga 6,5%, sehingga ditentukan kadar aspal optimum sebesar 6,35%. Hal yang sama juga dilakukan dalam penentuan kadar aspal optimum pada benda uji dengan modifikasi karet. Nilai kadar aspal optimum pada benda uji dengan modifikasi karet berkisar antara 6% dan 6,5%, sehingga ditentukan kadar aspal optimum pada benda uji dengan modifikasi karet sebesar 6,25%.

4.5 Perbandingan Karakteristik Campuran Aspal Modifikasi pada Kadar Aspal Optimum

Setiap campuran aspal modifikasi karet memiliki kadar aspal optimum masing-masing. Tabel 8 menunjukkan bahwa untuk campuran aspal tanpa modifikasi karet memiliki kadar aspal optimum 6,35%. Sedangkan untuk campuran aspal modifikasi karet 7%, 9%, 11% dan 13% memiliki kadar aspal optimum 6,25%. Sehingga, pada penelitian ini ditentukan kadar aspal optimum sebesar 6,25%. Berdasarkan kadar aspal optimum, dilakukan perhitungan karakteristik campuran lainnya untuk kemudian ditentukan kadar karet optimum. Berikut kadar aspal optimum ditunjukkan pada Tabel 8 berikut:

Tabel 8. Tabel Kadar Aspal Optimum dan Resume Nilai Karakteristik

Satuan	Variasi Kadar Karet (%)				
	0	7	9	11	13

KAO	%	6,3	6,2	6,2	6,2	6,2
		5	5	5	5	5
Kepadatan	t/m ³	2,3	2,3	2,3	2,1	2,3
		68	95	87	62	75
VMA	%	15,	15,	15,	16	15,
		8	2	4		4
VIM Marshall	%	4,7	4,1	3,6	3,4	4,1
		3	9	5	4	5
VFB	%	69,	75,	78,	65,	74,
		35	64	01	46	96
Stabilitas	kg	104	105	100	122	96,
		7	7	6	8	5
Kelelehan	mm	5,0	5,6	4,9	5,5	5,3
		7	7	8		1
Stabilitas Sisa	%	88,	96,	92,	91,	91,
		2	5	4	3	3
Kdr Aspal Efektif	mikron	4,8	5,0	5,2	5,3	5,0
		2	2	4	2	3

Dari hasil pengujian-pengujian karakteristik di atas, ditentukan kadar karet optimum ada pada kadar karet 9%. Walaupun pada pengujian stabilitas nilai kadar karet 11% lebih baik, akan tetapi hasil pengujian pada kadar karet 11% dianggap sudah menunjukkan ketidakstabilan. Salah satunya ditunjukkan dengan nilai kelelehan (*flow*) yang terlalu tinggi. Akan tetapi terlihat pada karakteristik kadar karet 9%, nilai kepadatan yang diperoleh tidak terlalu jauh dengan nilai kepadatan variasi 0% dan 7%. Selain itu pada nilai stabilitasnya juga sudah mencapai 1000 kg, juga untuk nilai kelelehan yang tidak terlalu tinggi. Hal-hal tersebut menunjukkan bahwa pada kadar variasi karet 9% memiliki nilai karakteristik yang paling baik.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dari data yang didapat dari hasil pengujian, maka dapat disimpulkan bahwa:

- Penambahan karet pada alam padat SIR20 pada aspal beton lapis aus memberikan pengaruh yang sesuai dengan harapan di beberapa parameter karakteristik aspal, diantaranya pada stabilitas, kelelehan dan rongga dalam campuran.
- Setelah dilakukan analisis terhadap beberapa parameter karakteristik aspal

modifikasi karet, didapatkan KAO sebesar 6.25% dan Kadar Karet Alam Padat SIR 20 Optimum yaitu pada variasi kadar karet 9%.

Saran

Adapun saran dari hasil studi yang dilakukan, diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Sebelum melakukan pengujian, ada baiknya jika kalibrasi alat pengujian dicek kembali agar hasil pengujian akurat dan benar.
- b. Pada saat proses pencampuran aspal dengan karet, perhatikan suhu pencampuran. Jangan sampai melebihi 160°C, karena jika melebihi, akan menyebabkan karet kurang menyatu dengan aspal.
- c. Untuk studi selanjutnya, disarankan untuk menggunakan kadar karet tidak lebih dari 13% karena terlihat pada pengujian karakteristik yang telah dilakukan pada studi ini, hasil dari pengujian benda uji dengan kadar karet 13% sudah menunjukkan hasil yang kurang baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini tidak akan berjalan dengan lancar tanpa adanya dukungan dari pihak-pihak lain yang terlibat. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Seluruh staff Laboratorium Uji Bahan Politeknik Negeri Bandung atas ilmu-ilmu bermanfaat dan bimbingan yang telah diberikan.
2. Seluruh staff Puslitbang Jalan dan Jembatan yang seraya memberikan ilmu-ilmu yang bermanfaat kepada penulis.
3. Seluruh pihak-pihak terkait yang ikut terlibat yang tidak dapat penulis tuliskan satu per satu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Nindya, "Kinerja Modifikasi Asphalt Concrete Wearing Course Akibat Penambahan Karet Alam Padat SIR 20.", 2018.
- [2] Sukirman,S. (2003), Perkerasan Lentur Jalan Raya, Penerbit Nova, Bandung.
- [3] Atkins (1997)
- [4] Asphalt Institute, "Principles of Construction of Hot Mix Asphalt Pavements.", Annual Books of The Asphalt Institute. 1983.
- [5] Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 3 2010
- [6] ASTM, (1997), *Test Method for Indirect Tension Test for Resilient Modulus for Bituminous Mixture*, D 4123 – 82 (1995), Annual Books of ASTM Standards.
- [7] H. Prastanto, A. Cifriadi, A. Ramadhan, "Karakteristik dan Hasil Uji Marshall Aspal Termodifikasi dengan Karet Alam Terdepolimerisasi sebagai Aditif." *Jurnal Penelitian Karet* 33 (1): 75 - 82. 2015.
- [8] Wahjoedi. "Karakteristik Marshall dan Indeks Kekuatan Sisa (IKS) pada Campuran Butonite Mastic Asphalt (BMA).