



## Penentuan Kadar Optimum Aspal pada Campuran Beraspal Panas AC-WC yang Menggunakan Karet Alam sebagai Bahan Substitusi Aspal dengan Pendekatan Laboratorium<sup>1</sup>

### *Determination of Optimum Asphalt Content in Hot Asphalt Mix AC-WC Using Natural Rubber as Asphalt Substitute Material with Laboratory Approach*

Novie Olivia<sup>a</sup>, Joni Arliansyah<sup>b,2</sup>, Edi Kadarsa<sup>b,3</sup>

<sup>a</sup> Mahasiswa Magister Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Jalan Raya Palembang-Prabumulih Km 32, Indonesia.

<sup>b</sup> Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Jalan Raya Palembang-Prabumulih Km 32, Indonesia.

#### ABSTRAK

Perkerasan jalan merupakan bagian jalan yang diperkeras untuk menahan beban kendaraan yang lewat. Perencanaan material dan jenis campuran yang baik harus mampu menjadikan perkerasan yang tahan terhadap kerusakan. Studi terdahulu untuk aspal polimer salah satu memodifikasi aspal untuk meningkatkan kekuatan campuran agar lebih tahan terhadap kerusakan serta memiliki hasil yang baik terhadap campuran beraspal. Pada penelitian ini untuk lateks pekat, lateks pravulkanisasi dan serbuk karet alam padat masing-masing kadar 7% terhadap berat aspal sebagai substitusi digradasi campuran *asphalt concrete wearing course* (AC-WC). Pengujian marshall dilakukan pada rentang kadar aspal antara 5% sampai dengan 7% untuk memperoleh kadar aspal optimum. Sifat aspal yang dimodifikasi dengan karet alam sebagai pengganti aspal mempengaruhi penetrasi, titik lembek, titik nyala, berat jenis, daktilitas. Serta memberikan pengaruh pada nilai parameter marshall VMA, VIM, VFA, stabilitas, dan flow. Campuran dengan nilai stabilitas Marshall tertinggi adalah sampel yang menggunakan Kadar Aspal Optimum (KAO) diperoleh bahwa campuran yang menggunakan lateks pekat memiliki nilai KAO sebesar 6,9%, Lateks pravulkanisasi memiliki nilai KAO 5,8%. dan serbuk karet alam padat memiliki nilai KAO sebesar 6,65%.

*Kata kunci:* Lateks Pekat, Lateks Pravulkanisasi, Serbuk Karet Alam Padat, AC-WC.

#### ABSTRACT

Road pavement is a part of the road that is hardened to withstand the load of passing vehicles. Proper material selection and the correct mixture type are essential for making the pavement resistant to damage. Previous studies on polymer asphalt have modified the asphalt to increase the strength of the mixture, making it more durable and resistant to damage, with promising results for asphalt mixtures. This study investigates the use of concentrated latex, prevulcanized latex, and solid natural rubber powder, each with a content of 7% of the weight of the asphalt, as a substitute for the asphalt concrete wearing course (AC-WC) mixture gradation. Marshall testing was carried out with asphalt content ranging from 5% to 7% to determine the optimum asphalt content. The properties of asphalt modified with natural rubber, as a substitute for asphalt, affect penetration, softening point, flash point, specific gravity, and ductility. These modifications also influence the Marshall test parameters, including VMA (Voids in Mineral Aggregate), VIM (Voids in Mineral), VFA (Voids Filled with Asphalt), stability, and flow. The mixture with the highest Marshall stability value used the optimum asphalt content (OAC). It was found that the mixture with concentrated latex had an OAC of 6.9%, the mixture with prevulcanized latex had an OAC of 5.8%, and the mixture with solid natural rubber powder had an OAC of 6.65%.

<sup>1</sup> Info Artikel: Received: 30 September 2024, Accepted: 24 Desember 2024

<sup>2</sup> Corresponding Author: Joni Arliansyah, [joniarliansyah@ft.unsri.ac.id](mailto:joniarliansyah@ft.unsri.ac.id)

*Keywords: Concentrated Latex, Prevulcanized Latex, Solid Natural Rubber Powder, AC-WC.*

## **PENDAHULUAN**

Perkerasan jalan merupakan suatu lapisan yang digunakan untuk memberikan pelayanan pada sarana transportasi dengan cara menopang beban lalu lintas yang terletak diatas lapisan tanah dasar (Bahruddin et al., 2020). Direktur Jenderal Bina Marga menerbitkan Surat Nomor BM.03.03-Db/1083 tanggal 29 November 2019 perihal Instruksi Penerapan Teknologi Asbuton, Aspal Karet, Aspal Plastik, Teknologi Daur Ulang, Batu Kapur/Material Lokal, dan Pemanfaatan Tailing Tahun Anggaran 2020 yang ditujukan kepada seluruh Kepala Balai Besar/Balai Pelaksanaan Jalan Nasional I s.d. XXII sehingga kebutuhan karet akan sangat diperlukan sebagai bahan substitusi aspal dalam pekerjaan perkerasan jalan. Karet merupakan polimer yang berasal dari alam dengan sifat yang elastis, fleksibel dan tahan terhadap suhu tinggi sehingga cocok untuk digunakan sebagai bahan campuran aspal (Wititanapanit et al., 2021).

Penelitian terdahulu telah menunjukkan penggunaan berbagai jenis karet untuk meningkatkan sifat campuran aspal diantaranya karet alam jenis lateks berasal dari getah karet cair yang dicampur dengan bahan stabilisasi untuk mempertahankan sifat cairnya. Jenis karet ini lebih mudah dicampur dengan aspal. Ada juga karet alam jenis padatan berasal dari getah karet cair yang digumpal dan kemudian dicetak menjadi bentuk kompon padat, lembaran tipis, atau cacahan. Serta karet pravulkanisasi yang berasal dari limbah ban kendaraan berbentuk cacahan yang memiliki gradasi tertentu biasanya disebut dengan *crumb rubber*. Berdasarkan studi literatur tentang penelitian aspal karet banyak yang menggunakan jenis karet cair yaitu dalam bentuk lateks seperti yang dilakukan oleh (Prastanto et al., 2019), (Tilik, 2022) dan (Yanti et al., 2024). Namun untuk saat ini pemerintah Indonesia juga menghimbau untuk penyerapan karet alam padat pada bidang konstruksi jalan (Jimmyanto et al., 2024). Penelitian terdahulu menggunakan karet alam tersebut sebagai bahan tambahan dalam aspal, namun masih sedikit penelitian terdahulu yang menggunakan karet alam sebagai bahan substitusi aspal/ pengganti aspal, sehingga dalam penelitian ini diusulkan menggunakan beberapa jenis karet alam seperti lateks pekat, lateks pravulkanisasi dan serbuk karet alam padat untuk menambah informasi dalam bidang keilmuan perkerasan jalan.

Di Indonesia sudah terdapat dua spesifikasi aspal karet yaitu (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2019) pd-08-2019-B dan SKh-2.M.04. Namun komposisi karet terhadap aspal hanya sebatas sebagai bahan tambahan. Berdasarkan latar belakang tersebut maka dapat dilakukan penelitian mengenai “Analisa Campuran AC-WC yang Menggunakan Lateks Pekat, Lateks Pravulkanisasi dan Serbuk Karet Alam Padat Sebagai Bahan Substitusi Aspal” dengan tujuan menginvestigasi dan menganalisis karakteristik aspal, menganalisis parameter marshall lateks pekat, lateks pravulkanisasi dan serbuk karet alam padat sebagai bahan substitusi aspal. Serta menganalisis kadar aspal optimum pada campuran AC-WC yang dilihat dari pengujian Marshall.

## **METODE PENELITIAN**

### **Material**

Material yang digunakan dalam penelitian adalah aspal penetrasi 60/70, agregat yang terdiri dari agregat 1/1, agregat 1/2, pasir, abu batu dan filler semen serta bahan karet berupa lateks pekat, lateks pravulkanisasi dan serbuk karet alam padat.

### **Pengujian Karakteristik Material**

Pengujian karakteristik material terdiri dari pengujian karakteristik aspal, pengujian karakteristik agregat, pengujian karakteristik lateks pekat, lateks pravulkanisasi dan serbuk karet alam padat. Berikut adalah hasil pengujian material aspal yang terdiri dari pengujian penetrasi, titik lembek, berat jenis, titik nyala dan daktilitas.

**Tabel 1** Pengujian Aspal Penetrasi

<b>Pengujian Parameter</b>	<b>Hasil Pengujian</b>	<b>Metode Pengujian</b>
Penetrasi 25°C	69 mm	SNI 2456:2011 / ASTM D 5-05
Titik Lembek	50,85 °C	SNI 2434:2011 / ASTM D-36
Berat Jenis	1,00	SNI 2441:2011 / ASTM D 70-03
Titik Nyala	290 °C	SNI 2433:2011 / ASTM D 92-02B
Daktilitas	>170 cm	SNI 2432:2011 / ASTM D113

Agregat yang digunakan perlu dilakukan pengujian agar dapat diketahui gradasi dari masing – masing agregat, berat jenis, penyerapan air dan keausan. Berikut adalah gradasi agregat yang digunakan.

**Tabel 2** Gradasi Agregat

<b>Saringan ASTM</b>	<b>Ukuran (mm)</b>	<b>%Lolos Kumulatif</b>				
		<b>Agregat 1-2</b>	<b>Agregat 1-1</b>	<b>Pasir</b>	<b>Abu Batu</b>	<b>Filler Semen</b>
3/4"	19	98.48	99.60	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.5	40.06	99.36	100.00	98.52	100.00
3/8"	9.5	9.28	93.88	100.00	97.40	100.00
No.4	4.75	0.00	46.52	99.47	96.12	100.00
No.8	2.36	0.00	6.61	97.67	79.28	100.00
No.16	1.18	0.00	0.84	92.01	49.72	100.00
No.30	0.6	0.00	0.08	46.96	26.56	100.00
No.50	0.3	0.00	0.00	12.16	14.76	100.00
No.100	0.15	0.00	0.00	1.27	6.16	100.00
No.200	0.075	0.00	0.00	0.00	2.92	100.00

Karakteristik agregat diperlukan untuk menghitung parameter volumetrik pada hasil pengujian Marshall. Berikut adalah hasil pengujian karakteristik agregat.

**Tabel 3** Hasil Pengujian Karakteristik Agregat

<b>No</b>	<b>Jenis Pengujian</b>	<b>Hasil Pengujian</b>			
		<b>Agregat 1-2</b>	<b>Agregat 1-1</b>	<b>Pasir</b>	<b>Abu Batu</b>
1	Berat Jenis Kering	2.602	2.576	2.555	2.487
2	Berat Jenis SSD	2.642	2.625	2.586	2.548
3	Berat Jenis Semu	2.712	2.709	2.637	2.648
4	Penyerapan Air (%)	1.57	1.906	1.222	2.444

5	Keausan (%)	21.72	21.52	-	-
---	-------------	-------	-------	---	---

### **Pembuatan Aspal Modifikasi dengan Karet**

Aspal modifikasi yang dibuat berasal dari penggabungan antara aspal penetrasi dan karet. Proses pencampuran antara aspal dan karet menggunakan alat pengaduk dengan spesifikasi 800 rpm selama 25 menit untuk jenis karet lateks pekat dan lateks pravulkanisasi sedangkan pencampuran aspal dengan serbuk karet alam padat selama 30 menit. Adapun komposisi pencampuran antara aspal dan karet yaitu 93% : 7% sesuai dengan SE Menteri PUPR 04/SE/M/2019 (Pedoman Aspal Karet) dimana fungsi karet sebagai substitusi aspal. Gambar 1 Lateks Pekat dari kebun petani karet di lampung. Gambar 2 Lateks Pravulkanisasi dari peneliti perkebunan nusantara Bogor. Gambar 3 Serbuk Karet Alam Padat dari peneliti perkebunan nusantara Bogor. Gambar 4 alat pengaduk dan proses pencampuran. Untuk suhu pencampuran antara aspal dan karet sebesar 165°C untuk karet lateks pekat dan lateks pravulkanisasi sedangkan suhu 175°C untuk serbuk karet alam padat dimana suhu ini diperoleh dari peneliti terdahulu (Ramadhani et al., 2023) dan (Jimmyanto et al., 2023). Tabel 4 menunjukkan sampel pembuatan aspal modifikasi beserta nama sampel dan komposisi campurannya.

**Tabel 4** Sampel Pembuatan Aspal Karet

No.	Sampel Aspal Karet	Jenis Karet Alam	Komposisi campuran	
			% Aspal	% Karet
1	P7%	Lateks Pekat (P7%)	93	7
2	LP7%	Lateks Pravulkanisasi (LP7%)	93	7
3	SKAP7%	Serbuk Karet Alam Padat (SKAP7%)	93	7



**Gambar 1** Lateks Pekat



**Gambar 2** Lateks Pravulkanisasi



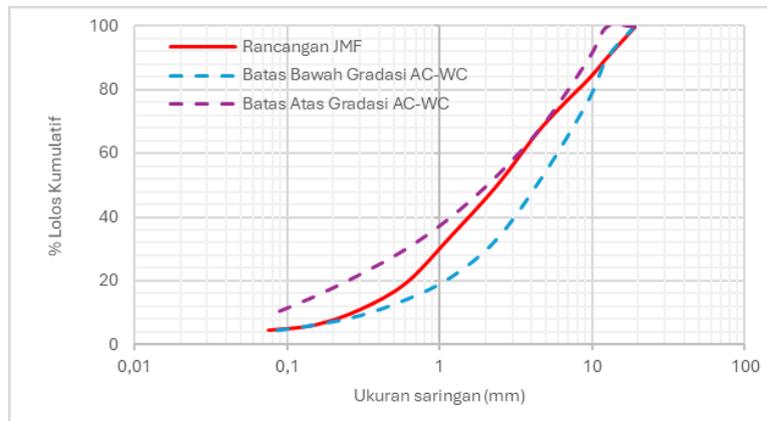
**Gambar 3** Serbuk Karet Alam Padat



**Gambar 4** Proses Pencampuran Aspal dan Karet

### **Perancangan Campuran Beraspal AC-WC**

Dalam Pembuatan sampel Marshall, rencana kadar aspal yang digunakan yaitu 5%; 5,5%; 6,0%; 6,5%; 7,0% dengan masing-masing sampel berjumlah 3 buah. Setelah diperoleh kadar aspal rencana, dilakukan analisis mengenai komposisi dari rencana gradasi campuran AC-WC yang menggunakan material seperti yang tertera pada Tabel 2. Penentuan komposisi pada masing-masing material menggunakan analisis matematika yaitu dengan matriks 5 x 5. Batas dalam penentuan gradasi ini bergantung pada batas gradasi AC-WC yang diambil dari hasil pengujian analisa saringan pada Tabel 2. Berdasarkan hasil analisis matriks 5 x 5 diperoleh komposisi sebagai berikut: Agregat 1/2 sebesar 15.00%, Agregat 1/1 sebesar 27.00%, Pasir sebesar 8.00%, Abu Batu sebesar 47.00% dan Filler semen sebesar 3.00%. Untuk mengetahui apakah komposisi yang diusulkan masuk dalam batas-batas gradasi AC-WC maka dilakukan penggambaran grafik analisa saringan yang ditunjukkan pada Gambar 5. Gradasi rencana campuran yang telah dibuat masih masuk dalam batas gradasi AC-WC sehingga dapat dipergunakan untuk merancang campuran aspal dan pembuatan sampel Marshall.



**Gambar 5** Rencana Gradasi Campuran AC-WC

### **Pengujian Campuran Beraspal AC-WC**

Pengujian campuran AC-WC yang dilakukan yaitu pengujian Marshall dengan mengacu pada Spesifikasi Aspal Karet Indonesia Pd08-2019-B. Pembuatan sampel Marshall menggunakan alat compactor dengan 2 x 75 tumbukan. Tabel 5 merupakan jumlah sampel yang dibuat dalam penelitian ini dimana untuk sampel Marshall sebanyak 60 unit digunakan untuk memperoleh kadar aspal optimum campuran (KAO).

**Tabel 5** Sampel untuk Pengujian Marshall

No.	Sampel	Aspal Karet yang dibuat	Kadar Aspal					Total
			5%	5.5%	6%	6.5%	7%	
1	Normal	Aspal penetrasi 60/70	3	3	3	3	3	15
2	P7%	Lateks Pekat (P7%)	3	3	3	3	3	15
3	LP7%	Lateks Pravulkanisasi (LP7%)	3	3	3	3	3	15
4	SKAP7%	Serbuk Karet Alam Padat (SKAP7%)	3	3	3	3	3	15

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil Pengujian Karakteristik Aspal Modifikasi**

Aspal modifikasi yang telah dibuat merupakan perpaduan antara aspal penetrasi 60/70 dengan karet alam dimana fungsi dari karet alam tersebut sebagai bahan substitusi aspal. Sebelum masuk dalam pembahasan campuran beraspal AC-WC, sebaiknya juga diperlukan pengujian karakteristik aspal yaitu berupa pengujian penetrasi, titik lembek, berat jenis, titik nyala dan daktilitas. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perubahan propertis yang terjadi apabila aspal penetrasi 60/70 ini dimodifikasi dengan karet alam. Tabel 6 menunjukkan hasil pengujian karakteristik aspal modifikasi dimana untuk hasil pengujian penetrasi aspal menunjukkan penurunan nilai penetrasi yang artinya efek dari penggunaan karet alam tersebut membuat aspal menjadi lebih keras. Hal ini disebabkan oleh partikel karet alam telah menyatu pada partikel terlarut bitumen yaitu campuran hidrokarbon yang berasal dari proses distilasi minyak mentah dan berfungsi sebagai bahan pengikat dalam campuran aspal sehingga membuat massa padat aspal menjadi lebih besar dan berimbang terhadap kekerasan aspal. Persentase pada campuran aspal modifikasi ini sejumlah 93% aspal dan 7% karet. Untuk penggunaan karet alam yang berbentuk padat memiliki kekerasan yang paling tinggi dengan ditunjukkannya nilai penetrasi yang lebih rendah. Adapun dampak positif yang terjadi akibat peningkatan kekerasan aspal modifikasi yaitu naiknya hasil pengujian titik lembek aspal jika dibandingkan dengan sampel normal. Naiknya titik lembek aspal ini dapat mengindikasikan bahwa aspal yang dimodifikasi dengan karet alam lebih tahan terhadap suhu tinggi (Poovaneshvaran et al., 2020). Untuk hasil pengujian berat jenis aspal modifikasi memiliki hasil yang sama kecuali pada sampel P7%. Hasil pengujian daktilitas menunjukkan bahwa aspal yang dimodifikasi memiliki sifat yang lebih kaku dimana hasil pengujiannya lebih kecil dari pada sampel normal.

**Tabel 6** Hasil Pengujian Karakteristik Aspal Modifikasi

<b>Parameter Pengujian</b>	<b>Satuan</b>	<b>Normal</b>	<b>P7%</b>	<b>LP7%</b>	<b>SKAP7%</b>	<b>Metode Pengujian</b>
Penetrasi 25 °C	0.1 mm	69	37.8	34.0	25.0	SNI 2456:2011 / ASTM D 5-05
Titik Lembek	°C	50.85	63.10	56.05	58.90	SNI 2434:2011 / ASTM D-36
Berat Jenis	-	1.00	1.13	1.00	1.00	SNI 2441:2011 / ASTM D 70-03
Titik Nyala	°C	290	300	290	285	SNI 2433:2011 / ASTM D 92-02B
Daktilitas	cm	> 170	19.8	19.2	13.0	SNI 2432:2011 / ASTM D113

### **Pengujian Karakteristik Marshall**

Pengujian Marshall yang telah dilakukan untuk masing-masing variasi campuran akan dijelaskan pada masing-masing parameter yang diperoleh yaitu VMA (void in mixture aggregate), VIM (void in mix), VFA (void filled with asphalt), stabilitas dan flow. Masing-masing parameter ini akan disajikan nilai rata-ratanya dalam bentuk grafik dan juga dibandingkan dengan batas spesifikasi Aspal Karet Indonesia Pd08-2019-B guna memperoleh nilai kadar aspal optimum pada campuran AC-WC. Gambar 7, 8 dan 9 merupakan sampel Marshall yang dibuat berdasarkan kadar aspal rencana yaitu 5% sampai 7% dimana hasilnya nanti akan digunakan dalam menentukan kadar aspal optimum.



**Gambar 6** Bentuk Sampel Normal



**Gambar 7** Bentuk Sampel Marshall P7%



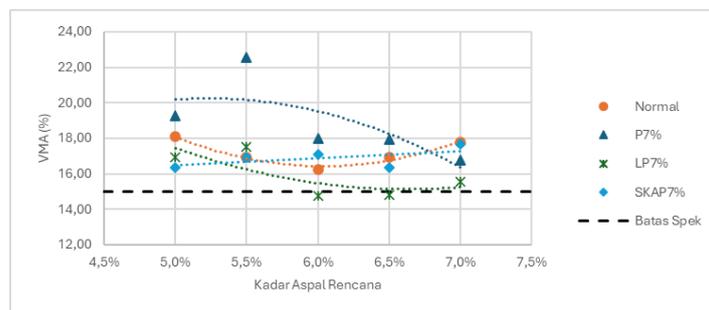
**Gambar 8.** Bentuk Sampel Marshall LP7%



**Gambar 9.** Bentuk Sampel Marshall SKAP7%

### Parameter VMA

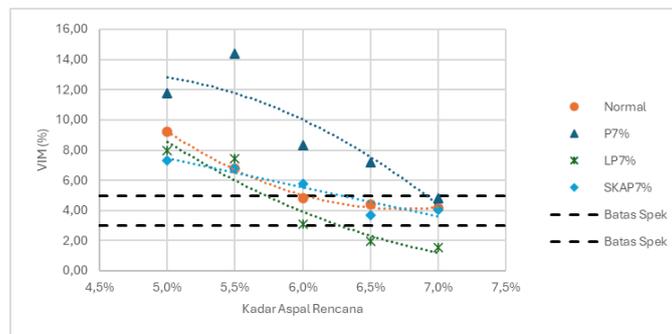
VMA merupakan pori-pori yang terbentuk akibat susunan agregat dalam campuran beraspal AC-WC. Gambar 10 merupakan hasil rata-rata perhitungan VMA dimana masing-masing titik grafik merupakan nilai VMA pada kadar aspal tertentu. Untuk menjelaskan trend VMA ini menggunakan bantuan trendline agar mempermudah melihat hasil VMA pada masing-masing campuran usulan. Gambar 10 menunjukkan bahwa nilai VMA terbesar terletak pada campuran P7% dan diikuti oleh SKAP7% dimulai pada kadar aspal 5,5%. Adapun batas spesifikasi VMA ini yaitu minimal 15% dimana untuk sampel LP7% untuk kadar aspal 6,0% sampai 6,5% tidak memenuhi spesifikasi. Adanya perbedaan nilai VMA ini disebabkan oleh penyerapan aspal terhadap pori-pori agregat.



**Gambar 10** Hasil Perhitungan VMA untuk Campuran Parameter VIM

VIM merupakan pori-pori yang terbentuk pada campuran beraspal dimana pori ini terbentuk akibat belum terisinya aspal pada seluruh campuran. Untuk batas nilai VIM ini menurut Aspal Karet Indonesia Pd08-2019-B yaitu 3,0% sampai 5,0%. Gambar 11 merupakan hasil nilai VIM rata-rata dari masing-masing campuran yang menggunakan

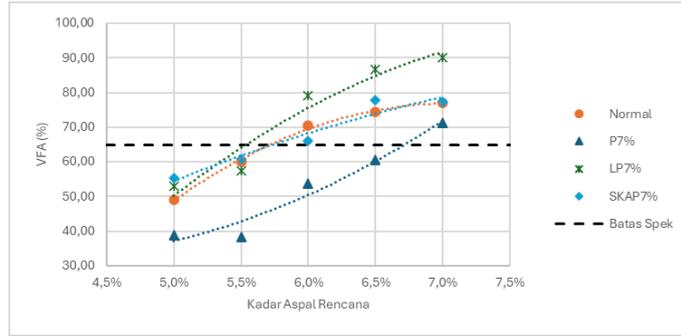
aspal modifikasi dimana nilai VIM saat kadar aspal 5% dan 5,5% belum memenuhi spesifikasi, namun saat kadar aspal ditambah menjadi 6% hanya sampel LP7% dan sampel normal yang masuk spesifikasi VIM. Untuk aspal modifikasi yang menggunakan karet alam jenis cair cenderung membutuhkan kadar aspal yang lebih rendah dibandingkan dengan sampel yang menggunakan karet alam jenis padat. Namun untuk sampel P7% membutuhkan kadar aspal yang lebih besar padahal tipe dari karet alam tersebut adalah cair, hal ini disebabkan oleh P7% merupakan jenis lateks pekat dimana partikel karetnya belum pravulkanisasi sehingga membutuhkan aspal yang lebih banyak untuk berikatan, sebaliknya bila menggunakan lateks yang telah pravulkanisasi maka terbentuknya ikatan silang antar partikel karet dengan partikel aspal sehingga jumlah aspal yang dibutuhkan tidak terlalu banyak untuk berikatan. Sedangkan untuk karet alam jenis padat yaitu SKAP7% membutuhkan jumlah aspal lebih banyak untuk berikatan karena partikel karet padat yang memiliki sifat *swelling* (mengembang) sehingga memungkinkan menyerap aspal lebih banyak untuk saling berikatan dibandingkan dengan karet alam jenis cair. Dengan kata lain, campuran yang menggunakan aspal modifikasi karet alam padat cenderung membutuhkan kadar aspal yang lebih besar untuk mencapai batas nilai VIM.



Gambar 11 Hasil Perhitungan VIM untuk Campuran

### Parameter VFA

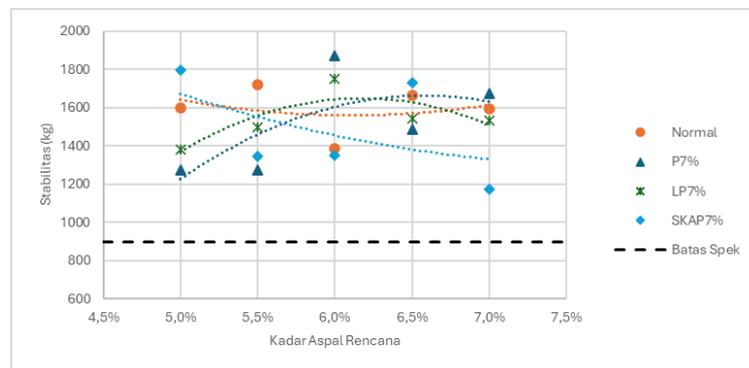
VFA merupakan besarnya jumlah aspal yang mengisi pori-pori pada campuran. Gambar 12 menunjukkan hasil perhitungan nilai VFA untuk berbagai penggunaan aspal modifikasi. Sampel normal, LP7% dan SKAP7% mencapai batas spesifikasi nilai VFA mulai pada kadar aspal 6,0% sampai 7,0%, sedangkan untuk P7% mencapai batas nilai VFA mulai kadar aspal 6,7% sampai 7,0%. Hal ini juga dipengaruhi oleh nilai VIM yang diperoleh dimana semakin besar VIM maka membuat nilai VFA semakin kecil yang berarti aspal tidak sepenuhnya mengisi pori-pori, sebaliknya bila VFA besar artinya aspal mengisi lebih banyak pori sehingga nilai VIM menjadi kecil. Indikasi tren nilai VFA pada campuran P7% berbeda dengan yang lainnya yaitu pada sampel ini aspalnya lebih banyak diserap oleh permukaan agregat dibandingkan untuk mengisi celah yang ada pada campuran. Hal ini juga dipengaruhi oleh tingkat kekentalan aspal untuk menyelimuti campuran.



**Gambar 12** Hasil Perhitungan VFA untuk Campuran

### Parameter Stabilitas

Stabilitas merupakan kemampuan campuran beraspal untuk menahan akibat beban lalu lintas yang bekerja di atasnya. Pengujian stabilitas ini dapat menggunakan alat uji Marshall Compression. Gambar 13 menunjukkan nilai rata-rata stabilitas Marshall untuk masing-masing campuran usulan. Berdasarkan hasil tersebut nilai stabilitas Marshall lebih besar dari spesifikasi yang disyaratkan yaitu 900 kg. Campuran yang memiliki nilai stabilitas tertinggi untuk kadar aspal 5,0% adalah SKAP 7%, untuk kadar aspal 5,5% adalah aspal Normal, untuk kadar aspal 6,0% adalah P7%, untuk kadar aspal 6,5% adalah SKAP7%, dan untuk kadar aspal 7,0% adalah P7%. Sampel yang menggunakan P7% dengan kadar aspal 6,0% merupakan nilai stabilitas tertinggi sebesar 2038,5 kg.



**Gambar 13** Hasil Pengujian Stabilitas Marshall untuk Campuran

### Parameter Flow

Kelelehan (flow) adalah besarnya deformasi vertikal benda uji yang terjadi pada awal pembebanan sehingga stabilitas menurun. Gambar 14. Menunjukkan hasil pengujian flow untuk campuran usulan dimana semakin besar kadar aspal maka cenderung membuat nilai flow semakin meningkat. Berdasarkan spesifikasi Aspal Karet Indonesia Pd08-2019-B batas nilai flow yaitu 2,0 sampai 5,0 mm. Gambar 14 menunjukkan bahwa campuran yang menggunakan SKAP7% dan LP7% memiliki tren yang sama yaitu dari yang terendah menjadi yang tertinggi untuk nilai flownya seiring dengan bertambah kadar aspal. Untuk tren nilai flow pada P7% mengalami penurunan nilai flow pada kadar aspal 6,0% sampai 7,0% sedangkan sampel normal mengalami kenaikan dengan kadar aspal yang sama.





## **KESIMPULAN**

Penelitian mengenai penentuan kadar aspal optimum pada campuran beraspal AC-WC dengan bahan karet alam sebagai bahan modifikasi aspal telah selesai dilakukan. Melalui tahap pengujian Marshall maka dapat diambil kesimpulan hasil akhir dalam penelitian ini:

1. Karakteristik aspal yang dimodifikasi dengan karet alam mempengaruhi nilai penetrasi, titik lembek, titik nyala, berat jenis dan daktilitas dimana aspal yang dimodifikasi dengan karet alam padat memiliki nilai penetrasi lebih rendah, sedangkan untuk titik lembek aspal tertinggi yaitu menggunakan karet lateks pekat.
2. Penggunaan aspal modifikasi menggunakan karet alam sebagai substitusi aspal sangat mempengaruhi parameter Marshall yaitu VMA, VIM, VFA, Stabilitas dan Flow. Campuran usulan yang memiliki nilai stabilitas Marshall tertinggi yaitu pada sampel Serbuk Karet Alam Padat 7% dan Lateks Pekat 7%.
3. Berdasarkan penentuan kadar aspal optimum untuk campuran yang menggunakan lateks pravulkanisasi sebagai bahan substitusi aspal memiliki nilai kadar aspal optimum terendah jika dibandingkan dengan jenis karet lainnya, penggunaan karet lateks pekat memiliki nilai kadar aspal optimum yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan sampel normal.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Bahrudin, B., Wiranata, A., Malik, A., & Kumar, R. (2020). Karakteristik Marshall dari aspal termodifikasi crepe rubber. *Majalah Kulit, Karet, Dan Plastik*, 36(2), 57. <https://doi.org/10.20543/mkcp.v36i2.6108>
- Jimmyanto, H., Arliansyah, J., & Kadarsa, E. (2023). Rheological Characteristics of Asphalt with a Crumb Rubber and Solid Natural Rubber Combination. *Civil Engineering and Architecture*, 11(5), 3051–3062. <https://doi.org/10.13189/cea.2023.110819>
- Jimmyanto, H., Arliansyah, J., & Kadarsa, E. (2024). The Impact of Utilizing Waste Tire and Solid Natural Rubber as Asphalt Binder Substitutions on the Asphalt Concrete-Wearing Course Mixtures. *Civil Engineering and Architecture*, 12(3), 1660–1677. <https://doi.org/10.13189/cea.2024.120330>
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2019). *Spesifikasi Campuran Beraspal Panas dengan Aspal yang Mengandung Karet Alam*. JDIH Kementerian PUPR.
- Nursandah, F. (2019). Laston Ac-Wc Terhadap Karakteristik Marshall. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*, 4(2), 262–267.
- Poovaneshvaran, S., Mohd Hasan, M. R., & Putra Jaya, R. (2020). Impacts of recycled crumb rubber powder and natural rubber latex on the modified asphalt rheological behaviour, bonding, and resistance to shear. *Construction and Building Materials*, 234. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117357>
- Prastanto, H., Firdaus, Y., Puspitasari, S., Ramadhan, A., & Falaah, A. F. (2019). Study of physical characteristic of rubberized hot mix asphalt based on various dosage of natural rubber latex and solid rubber. *IOP Conference Series: Materials Science and*

*Engineering*, 509(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/509/1/012049>

- Ramadhani, Arliansyah, J., & Kadarsa, E. (2023). Rheological Behavior of Modified Asphalt Binders Using Pre-vulcanized Latex with Dynamic Shear Rheometer Testing. *Civil Engineering and Architecture*, 11(6), 3355–3369. <https://doi.org/10.13189/cea.2023.110611>
- Tilik, L. F. (2022). Studi Karakteristik Marshall Pada Aspal Dengan Perbandingan Lateks Pada Lapisan Wearing Course. *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology*, 3(2), 26–32. <https://doi.org/10.52158/jaceit.v3i2.407>
- Wititanapanit, J., Carvajal-Munoz, J. S., & Airey, G. (2021). Performance-related and rheological characterisation of natural rubber modified bitumen. *Construction and Building Materials*, 268(xxxx). <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121058>
- Yanti, A. T., Masthura, L., & Basrin, D. (2024). Pengaruh Penambahan Getah Karet Terhadap Stabilitas Nilai Marshall pada Campuran Aspal (AC - WC). *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 7(1), 71–78. <https://doi.org/10.24912/jmts.v7i1.24459>