

## Pengaruh Penggunaan *Rubber Sheet* Pada Campuran Lapis *Asphalt Concrete-Wearing Coarse* Terhadap Karakteristik Marshall

Ika Sulianti<sup>1\*</sup>; Ibrahim<sup>1</sup>; Agus Subrianto<sup>1</sup>; Anna Elvaria<sup>1</sup>; Intan Septiana Maharani<sup>1</sup>;  
Kanaya Tabhita Sundang<sup>1</sup>; Krisna Deka Ramadhan<sup>1</sup>

1. Politeknik Negeri Sriwijaya, Jl. Sriwijaya Negara, Bukit Lama, Ilir Barat I, Palembang,  
Sumatera Selatan 30128, Indonesia

\*Email: [ikasulianti74@gmail.com](mailto:ikasulianti74@gmail.com)

Received: 10 Oktober 2023 | Accepted: 29 November 2023 | Published: 15 Desember 2023

### ABSTRACT

Road asphalt must be in prime condition to provide safety road for users. Asphalt concrete coating (*Laston*) is a kind of asphalt coating that can adapt well to high traffic. Asphalt concrete's quality can be gotten to the next level by adding a substitute asphalt mixture, such as *Rubber Sheet*. This research was completed on the stage to determining *Optimum Asphalt Content (KAO)* for asphalt mixtures in general. Rubber sheet substitution was completed with varieties in satisfied of 1%; 1.5%; 2%; 2.5%; what's more, 3% after reaching a *KAO* value of 5.7%. From the Marshall characteristic test results, it was found that the ideal rubber sheet content is 1.5% with stability of 1134 kg, flow of 3.95 mm, *VMA* of 16.71%, *VIM* of 4.44%, *VFB* of 73.17%, and the *MQ* value is 287 Kg/mm. The consequences of these qualities demonstrate that the expansion of rubber sheet impacts the expansion in the strength of asphalt concrete to accept traffic loads.

**Keywords:** *Rubber Sheet, Asphalt, Marshall, AC-WC Pavement*

### ABSTRAK

Aspal jalan harus dalam kondisi prima agar memberikan keamanan bagi pengguna jalan. Lapisan aspal beton (*Laston*) adalah sejenis lapisan aspal yang dapat beradaptasi dengan baik untuk lalu lintas tinggi. Kualitas dari aspal beton dapat meningkat dengan penambahan suatu substitusi campuran aspal, seperti *Rubber Sheet*. Penelitian ini dilakukan pada tahap dasar penentuan berapa persen *Kadar Aspal Optimum (KAO)* sebagai campuran aspal pada umumnya. Substitusi rubber sheet dilakukan dengan variasi kadar sebesar 1%; 1.5%; 2%; 2.5%; dan 3% setelah mencapai nilai *KAO* sebesar 5,7%. Dari hasil pengujian nilai karakteristik Marshall diperoleh kandungan rubber sheet yang ideal adalah 1,5% dengan stabilitas 1134 kilogram, flow 3,95 mm, *VMA* 16,71%, *VIM* 4,44%, *VFB* 73,17%, dan nilai *MQ* 287 Kg/mm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan rubber sheet mempengaruhi peningkatan daya tahan beton aspal untuk menerima beban lalu-lintas.

**Kata Kunci:** *Rubber Sheet, Aspal, Marshall, Lapisan AC-WC*

## 1. PENDAHULUAN

Dalam proses perkembangan dan pemerataan pembangunan di suatu wilayah, infrastruktur jalan memiliki peranan yang krusial. Oleh karena itu kondisi perkerasan jalan harus dalam kondisi prima agar dapat menciptakan kelancaran lalu lintas di atasnya. Salah satu teknologi perkerasan yang dikembangkan untuk tahan terhadap berbagai kondisi cuaca, serta dapat memikul beban lalu lintas yang tinggi adalah perkerasan aspal beton. Penambahan *rubber sheet* yang ramah lingkungan pada campuran aspal adalah suatu upaya untuk mendukung kelancaran lalu lintas pada struktur perkuatan jalan. *Rubber sheet* sebagai bahan tambah dalam pembuatan aspal akan membuat lapisan aspal tidak mengalami deformasi berlebihan ketika cuaca ekstrem serta meminimalisir retak karena kekuatan lapisan perkerasan meningkat.

Terdapat tiga alasan mengapa penelitian ini dilakukan oleh peneliti. Alasan pertama adalah *rubber sheet* memungkinkan digunakan untuk bahan substitusi campuran aspal pada lapis *asphalt concrete wearing coarse*. Alasan kedua adalah penggunaan *rubber sheet* dapat mempengaruhi kenaikan terhadap nilai stabilitas pada campuran aspal. Alasan ketiga adalah dapat memberikan dampak positif terhadap lingkungan dengan mengurangi limbah *rubber sheet* dengan cara daur ulang.

Manfaat dari pelaksanaan penelitian ini terdiri dari dua hal. Manfaat yang pertama adalah untuk mendapatkan alternatif suatu bahan substitusi campuran aspal yang baru karena menggunakan limbah konstruksi. Manfaat yang kedua adalah untuk memperkenalkan lebih luas manfaat limbah *rubber sheet* sebagai alternatif bahan substitusi campuran aspal.

Penelitian ini dilakukan karena belum adanya penelitian yang membahas *rubber sheet* sebagai substitusi campuran aspal. Oleh karena itu, penelitian ini didasari oleh penelitian karet ban sebagai substitusi campuran aspal karena memiliki kesamaan bahan pembuatan antara *rubber sheet* dan karet ban yang dilakukan oleh Heru Hariyadi dkk [1], didapatkan bahwa penambahan bahan karet ban sebagai pengganti campuran aspal sebesar 2% mempunyai nilai kestabilan yang lebih tinggi, khususnya pada bahan aspal sebesar 6% dengan kualitas campuran baik sesuai ketentuan Bina Marga pada tahun 2010. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO) yang ideal serta untuk menentukan pengaruh substitusi *Rubber Sheet* pada Lapisan AC-WC terhadap karakteristik Marshall.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan yang dilakukan terdiri dari persiapan material dan alat yang digunakan dalam penelitian.

### 2.2. Material Yang Digunakan

Penggunaan material pada penelitian berhubungan dengan pengaruh substitusi *Rubber Sheet* kadar 1% ; 1,5% ; 2% ; 2,5% ; 3% pada Lapis AC-WC terhadap karakteristik Marshall. Aspal diperoleh dari PT. RABANA ASPALINDO, agregat kasar dan abu batu diperoleh dari Lampung Andesit, serta *Rubber Sheet* yang diperoleh dari limbah Proyek Pembangunan Jalan Tol Kayuagung-Palembang-Betung Paket II Seksi 2.

### 2.3. Perhitungan Benda Uji Aspal

Sampel benda uji yang dibuat pada penelitian berdasarkan pada:

1. Penentuan KAO menggunakan benda uji kandungan aspal 4% ; 5% ; 6% dengan masing-masing dua benda uji.

2. Pengujian KAO menggunakan benda uji substitusi kandungan *Rubber Sheet* 1% ; 1,5% ; 2% ; 2,5% ; 3% dengan masing-masing dua benda uji.

**2.4. Rencana Kerja Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hakaaston Palembang. Tahapan dari penelitian ini adalah:

1. Pengujian sifat fisik agregat kasar, abu batu, dan aspal sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI).
2. Pengujian sifat fisik agregat kasar, abu batu, dan aspal tersebut didasarkan pada pengujian sebagai berikut:
  - a. Pengujian pada agregat kasar berukuran 1/2 dan 1/1, berupa pengujian terhadap analisa saringan, berat jenis dan penyerapan air, kadar air dan kadar lumpur, berat isi agregat, serta keausan agregat [2] [3] [4] [5] [6] [7].
  - b. Pengujian abu batu, berupa pengujian terhadap analisa saringan, berat jenis dan penyerapan air, kadar air dan kadar lumpur, serta berat isi agregat [2] [3] [5] [7] [8].
  - c. Pengujian aspal, berupa pengujian terhadap berat jenis, titik lembek, penetrasi dan daktilitas [9] [10] [11] [12] [13].
3. Tahap selanjutnya adalah pemeriksaan terhadap hasil dari pengujian yang telah dilakukan, apakah hasil pengujian memenuhi standar ketentuan.
4. Tahap perencanaan campuran aspal sesuai ketentuan dilakukan, kemudian benda uji dibuat dengan kadar aspal 4% ; 5% ; 6% untuk menentukan nilai KAO terhadap karakteristik Marshall [14].
5. Kadar Aspal Optimum (KAO) dari tahap sebelumnya digunakan dalam pembuatan benda uji campuran aspal dengan substitusi *rubber sheet* 1% ; 1,5% ; 2% ; 2,5% ; 3% terhadap karakteristik Marshall.
6. Analisa data dan penarikan kesimpulan dibuat sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1. Pengujian Material**

Pengujian material dilakukan pada material agregat kasar, abu batu, dan aspal.

**3.2. Hasil Pengujian Terhadap Sifat Fisik Agregat Kasar**

Pada penelitian ini digunakan agregat kasar berukuran 1/2 dan 1/1 yang diperoleh dari Lampung Andesit. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, semuanya telah sesuai standar ketentuan. Hasil pengujian terlihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Terhadap Sifat Fisik Agregat Kasar

Jenis Pengujian	Hasil		Satuan	Spesifikasi	Spesifikasi Menurut SNI
	Agregat Kasar				
	1/2	1/1			
Analisa Saringan	7,888	6,57	-	5-8	SNI ASTM C136:2012
Berat Jenis Bulk	2,587	2,565	-	2,5-2,7	SNI 1969:2016
Berat Jenis SSD	2,617	2,599	-	2,5-2,7	SNI 1969:2016
Berat Jenis Semu	2,668	2,657	-	2,5-2,7	SNI 1969:2016
Berat Jenis Efektif	2,6275	2,611	-	2,5-2,7	SNI 1969:2016

Penyerapan	1,180	1,355	%	<3%	SNI 1969:2016
Kadar Air	1,999	1,01	%	-	SNI 1971:2011
Kadar Lumpur	0,157	0,641	%	<1%	SNI 03-4142-1996
Bobot Isi Gembur	1,439	1,391	gr/cm <sup>3</sup>	Min 1,2	SNI 03-4804-1998
Bobot Isi Padat	1,540	1,437	gr/cm <sup>3</sup>	Min 1,2	SNI 03-4804-1998
Keausan Agregat	18,60	20,861	%	<40%	SNI 2417:2008

**3.3. Hasil Pengujian Terhadap Sifat Fisik Abu Batu**

Pengujian abu batu pada penelitian ini menggunakan abu batu yang diperoleh dari Lampung Andesit. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, semuanya telah sesuai standar ketentuan. Hasil pengujian terlihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Terhadap Sifat Fisik Abu Batu

Jenis Pengujian	Hasil	Satuan	Spesifikasi	Spesifikasi Menurut SNI
Analisa Saringan	3,785	-	1,5-3,8	SNI ASTM C136:2012
Berat Jenis Bulk	2,551	-	2,5-2,7	SNI 1970:2008
Berat Jenis SSD	2,601	-	2,5-2,7	SNI 1970:2008
Berat Jenis Semu	2,685	-	2,5-2,7	SNI 1970:2008
Berat Jenis Efektif	2,618	-	2,5-2,7	SNI 1970:2008
Penyerapan	1,958	%	<3%	SNI 1970:2008
Kadar Air	6,821	%	-	SNI 1971-2011
Kadar Lumpur	1,568	%	<5%	SNI 03-4142-1996
Bobot Isi Gembur	1,391	gr/cm <sup>3</sup>	Min 1,2	SNI 03-4804-1998
Bobot Isi Padat	1,437	gr/cm <sup>3</sup>	Min 1,2	SNI 03-4804-1998
Keausan Agregat	3,785	-	1,5-3,8	SNI ASTM C136:2012

**3.4. Hasil Pengujian Terhadap Sifat Fisik Aspal**

Pengujian aspal menggunakan aspal pen. 60/70 yang diperoleh dari PT. RABANA ASPALINDO. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, semuanya telah sesuai standar ketentuan, yang diperlihatkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Pengujian Terhadap Sifat Fisik Aspal

Jenis Pengujian	Hasil	Satuan	Spesifikasi	Spesifikasi Umum Menurut Standar Nasional Indonesia
Berat Jenis	1,033	-	≥1,0	SNI 2441:2011
Titik Lembek	49	°C	45-58	SNI 2434:2011
Penetrasi	62,5	mm	60-70	SNI 02432:2011
Daktalitas	120	cm	≥100	SNI 2432:2011

**3.5. Hasil Pembahasan**

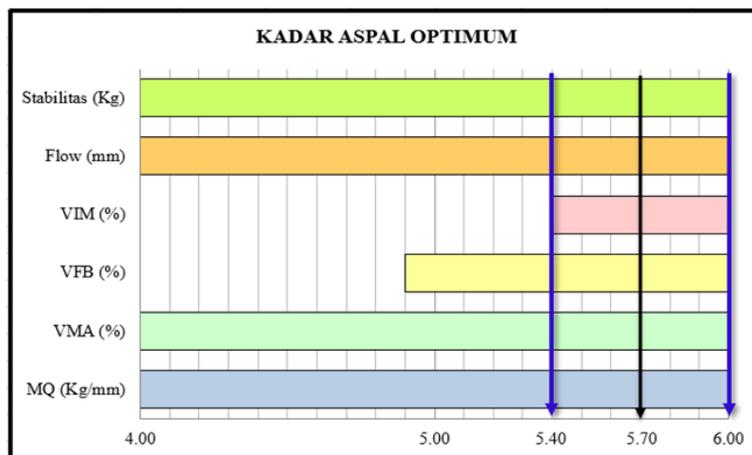
Tujuan dari pengujian penelitian adalah menentukan nilai dari KAO (Kadar Aspal Optimum) dengan persentase aspal sebesar 4% ; 5% ; 6%, kemudian nilai pengujian KAO tersebut dilakukan pengujian lagi dengan substitusi *rubber sheet* 1% ; 1,5% ; 2% ; 2,5% ; 3% terhadap karakteristik Marshall [14]. Pengujian ini dilakukan dengan masing – masing 2 buah benda uji.

1. Karakteristik Marshall Untuk Mendapatkan Nilai KAO (Kadar Aspal Optimum)  
 Pada penelitian ini, pengujian terhadap aspal menggunakan kadar aspal sebesar 4% ; 5% ; 6%, dimana pengujian dilakukan sebanyak 75 kali tumbukan. Nilai kadar aspal optimum

(KAO) sesuai standar ketentuan Bina Marga 2018 Revisi 2 yang diperoleh adalah 5,7% [15].

**Tabel 4.** Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall Untuk Mendapatkan KAO (Kadar Aspal Optimum)

Karakteristik Campuran	Satuan	Kadar Aspal (%)			Spesifikasi
		4	5	6	
Stabilitas	Kg	902	957	935	Min. 800
Flow	mm	3,05	3,35	3,50	2-4
VIM	%	6,80	5,58	4,11	3-5
VFB	%	57,88	66,45	75,67	Min. 65
VMA	%	16,14	16,63	16,88	Min. 15
Marshall Quotient	Kg/mm	296	286	267	Min. 250 kg/mm



**Gambar 1.** Diagram Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall Untuk Mendapatkan KAO (Kadar Aspal Optimum)

2. Pengujian Marshall Menggunakan Substitusi *Rubber Sheet*

Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap kadar aspal optimum 5,7% substitusi *rubber sheet* 1% ; 1,5% ; 2% ; 2,5% ; 3%. Hasil pengujian terlihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Rekapitulasi Hasil Pengujian KAO (Kadar Aspal Optimum) dengan Substitusi *Rubber Sheet*

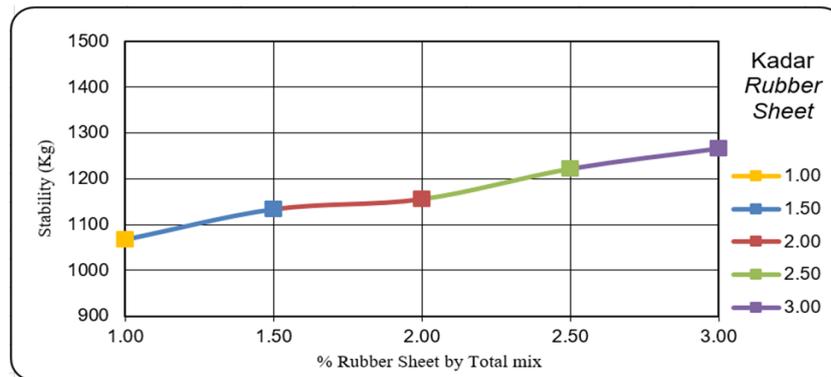
Karakteristik Campuran	Satuan	Kadar <i>Rubber Sheet</i> (%)					Spesifikasi
		1	1,5	2	2,5	3	
Stabilitas	Kg	1067	1134	1156	1222	1266	Min. 1000
Flow	mm	3,65	3,95	4,35	4,70	5,15	2-4
VIM	%	4,63	4,44	4,24	4,28	4,50	3-5
VFB	%	72,28	73,17	74,08	73,91	72,86	Min. 65
VMA	%	16,71	16,54	16,37	16,40	16,60	Min. 15
Marshall Quotient	Kg/mm	292	287	266	260	246	Min. 250 kg/mm

### 3.6. Analisa Data Nilai Karakteristik Marshall Campuran Lapis AC-WC

Analisis data setiap karakteristik campuran Marshall yang telah diperoleh dari pengujian diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Hubungan Kadar *Rubber Sheet* terhadap Nilai Stabilitas

Stabilitas didefinisikan sebagai ketahanan lapis aspal untuk mampu menahan pembebanan di atasnya tanpa berubah bentuk. Stabilitas merupakan indikator untuk menentukan kekuatan dari suatu lapisan perkerasan. Nilai stabilitas campuran lapis AC-WC modifikasi sesuai standar ketentuan bina marga tahun 2018 Revisi 2 adalah minimum sebesar 1000 kg [15].

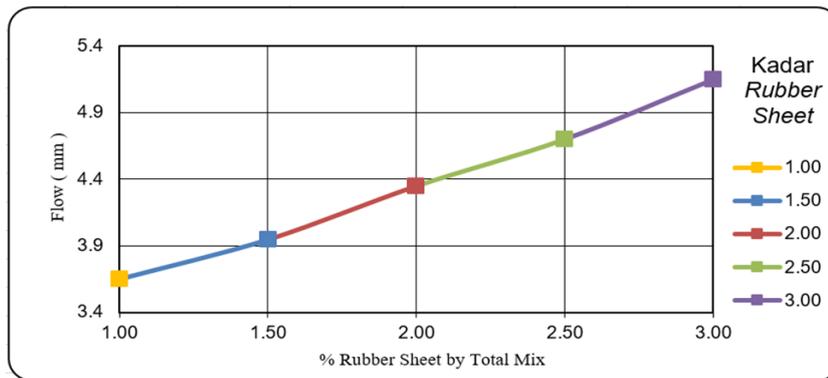


**Gambar 2.** Hubungan Kadar *Rubber Sheet* terhadap Nilai Stabilitas

Terlihat pada Gambar 2 dengan penambahan *rubber sheet* pada campuran AC-WC modifikasi memiliki kecenderungan meningkat pada nilai stabilitas. Pada kadar *rubber sheet* sebesar 3% menyebabkan tingginya nilai stabilitas sebesar 1266 kg. Meningkatnya nilai stabilitas mengindikasikan bahwa lapis perkerasan jalan memiliki daya tahan yang kuat dalam menerima beban.

2. Hubungan Kadar *Rubber Sheet* terhadap Nilai *Flow*

*Flow* merupakan indikator besarnya beban penurunan atau perubahan bentuk benda uji secara vertikal pada kondisi stabilitas maksimum dengan satuannya milimeter (mm). Semakin tinggi nilai *flow* mengindikasikan bahwa komposisi aspal lebih elastis sehingga dapat berdeformasi saat diberikan pembebanan. Sementara jika nilai *flow* rendah mengindikasikan bahwa campuran aspal saat mudah mengalami keretakan. Nilai *flow* campuran lapis AC-WC modifikasi sesuai standar ketentuan bina marga tahun 2018 Revisi 2 adalah sebesar 2 s.d 4 mm [15].

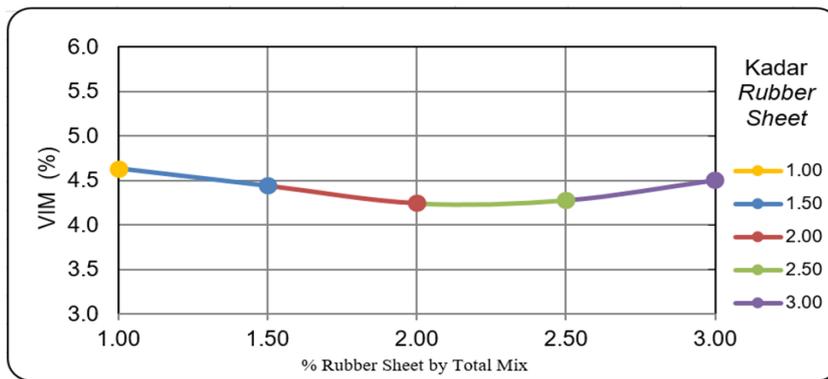


Gambar 3. Hubungan Kadar Rubber Sheet terhadap Nilai Flow

Terlihat pada Gambar 3, adanya penambahan *rubber sheet* pada campuran AC-WC modifikasi menyebabkan nilai *flow* cenderung meningkat. Hanya pada kadar *rubber sheet* 1% dengan nilai *flow* 3,65 dan kadar *rubber sheet* 1,5% dengan nilai *flow* 3,95 yang memenuhi spesifikasi. Nilai *flow* yang lebih besar dari 4 milimeter akan meningkatkan potensi deformasi pada lapisan perkerasan.

3. Hubungan Kadar Rubber Sheet terhadap Nilai VIM

VIM adalah ruang-ruang udara antar partikel agregat yang tertutup aspal pada campuran yang terpadatkan. Hal ini dinyatakan sebagai persentase dari total volume campuran. Nilai VIM campuran lapis AC-WC modifikasi yang sesuai standar ketentuan bina marga tahun 2018 Revisi 2 adalah sebesar 3-5% [15].



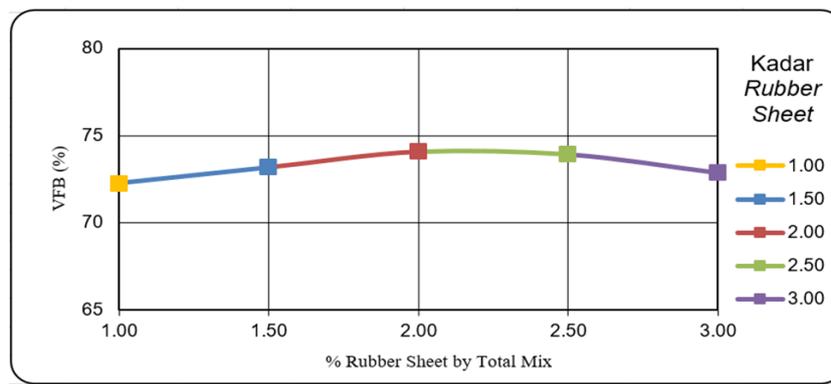
Gambar 4. Hubungan Kadar Rubber Sheet terhadap Nilai VIM

Terlihat pada Gambar 4 bahwa substitusi *rubber sheet* pada campuran AC-WC modifikasi menyebabkan nilai VIM cenderung menurun pada kadar *rubber sheet* 1,5% dan 2%, namun meningkat pada kadar *rubber sheet* 2,5% dan 3%. Pada semua kadar *rubber sheet* nilai VIM telah memenuhi spesifikasi. Semakin meningkatnya nilai VIM mengindikasikan dalam campuran aspal terdapat banyak rongga-rongga. Rongga-rongga tersebut dapat meningkatkan potensi penurunan jalan yang lebih cepat, jalan tidak tahan terhadap pembebanan berulang, serta menyebabkan terjadinya alur dan keretakan.

#### 4. Hubungan Kadar *Rubber Sheet* terhadap Nilai VFB

VFB didefinisikan sebagai ruang-ruang dalam benda uji yang terisi dengan aspal, dimana aspal yang mengisi VFB tersebut menyelimuti butiran agregat pada beton aspal padat. Nilai VFB campuran lapis AC-WC modifikasi yang sesuai standar ketentuan bina marga tahun 2018 Revisi 2 adalah minimum sebesar 65% [15].

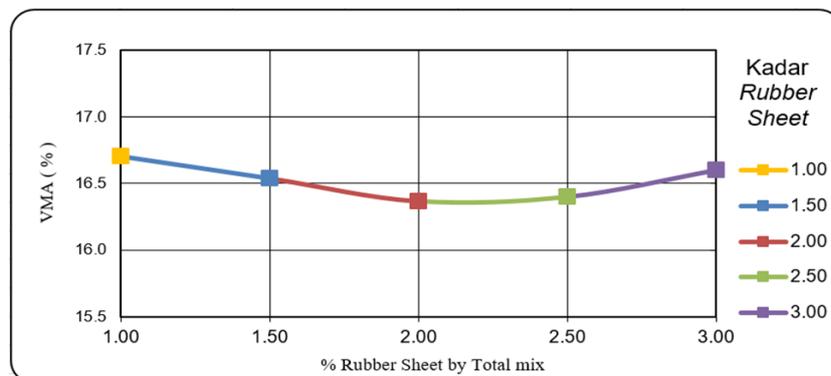
Dapat dilihat pada Gambar 5 bahwa kadar *rubber sheet* yang ditingkatkan pada campuran AC-WC modifikasi menyebabkan nilai VFB cenderung meningkat pada kadar *rubber sheet* 1,5% dan 2%, namun menurun pada kadar *rubber sheet* 2,5% dan 3%. Pada semua kadar *rubber sheet* nilai VFB telah memenuhi spesifikasi. Meningkatnya nilai VFB mengindikasikan semakin meningkat juga rongga-rongga udara yang diisi oleh aspal. Kondisi seperti ini menyebabkan campuran aspal kedap air dan udara. Selain itu, tingginya nilai VFB dapat mengakibatkan terjadinya *bleeding* pada lapisan perkerasan.



**Gambar 5.** Hubungan Kadar *Rubber Sheet* terhadap Nilai VFB

#### 5. Hubungan Kadar *Rubber Sheet* terhadap Nilai VMA

VMA merupakan rongga udara di dalam agregat atau volume rongga antara partikel agregat dalam campuran aspal yang dipadatkan dengan satuan persen dari total volume campuran. Nilai VMA campuran Lapis AC-WC modifikasi yang sesuai standar ketentuan bina marga tahun 2018 Revisi 2 adalah minimum sebesar 15% [15].

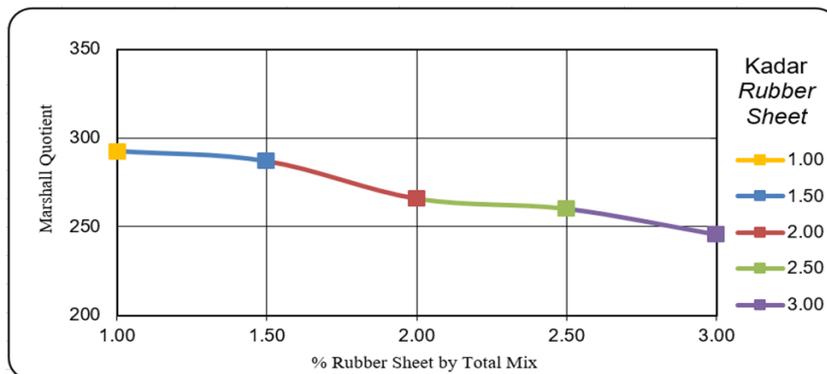


**Gambar 6.** Hubungan Kadar *Rubber Sheet* terhadap Nilai VMA

Dapat dilihat pada Gambar 6 bahwa adanya penambahan *rubber sheet* pada campuran AC-WC modifikasi menyebabkan nilai VMA cenderung menurun pada kadar *rubber sheet* 1,5% dan 2%, namun meningkat pada kadar *rubber sheet* 2,5% dan 3%. Pada semua

kadar *rubber sheet* nilai VMA telah memenuhi spesifikasi. Meningkatnya nilai VMA menyebabkan kerapatan pada campuran meningkat karena rongga antara agregat lebih kecil sehingga pengikatan agregat oleh aspal menjadi lebih baik.

6. Hubungan Kadar *Rubber Sheet* terhadap Nilai *Marshall Quotient*  
*Marshall Quotient* merupakan indikator untuk mendapatkan tingkat fleksibilitas dari suatu campuran melalui perbandingan antara nilai stabilitas dan nilai *flow*. *Marshall Quotient* campuran Lapis AC-WC modifikasi yang sesuai standar ketentuan Bina Marga tahun 2018 Revisi 2 adalah minimum sebesar 250 kg/mm [15].



Gambar 7. Hubungan Kadar *Rubber Sheet* terhadap Nilai *Marshall Quotient*

Dapat dilihat pada Gambar 7 bahwa kadar *rubber sheet* yang ditingkatkan akan menyebabkan terjadinya penurunan nilai dari *Marshall Quotient*. Hanya pada kadar *rubber sheet* 3% yang tidak memenuhi spesifikasi. Nilai *Marshall Quotient* yang semakin tinggi mengindikasikan semakin kakunya campuran aspal. Sementara jika nilai *Marshall Quotient* semakin rendah mengindikasikan bahwa semakin lenturnya campuran aspal [15].

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisa data penelitian terhadap campuran lapis AC-WC dengan substitusi *rubber sheet* dapat ditarik kesimpulan bahwa KAO atau Kadar Aspal Optimum 5,7% dengan substitusi *rubber sheet* 1,5% sebagai substitusi campuran yang paling optimum, sehingga daya tahan beton aspal dalam menerima pembebanan dari lalu-lintas di atasnya semakin meningkat.

Saran yang diberikan peneliti adalah perlunya dilakukan penelitian lanjutan dengan *range rubber sheet* yang lebih kecil, serta konsistensi temperatur pada saat pencampuran *rubber sheet* dengan agregat.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih diucapkan kepada PT. HAKAASTON karena diizinkan peneliti untuk menggunakan fasilitas laboratorium, dan semua pihak yang telah membantu selama proses pelaksanaan penelitian.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hariyadi, Heru dkk., 2018. Pengaruh Ukuran Crumb Rubber Mesh #80 dan Mesh #120 (Serbuk Limbah Ban Karet) pada Penambahan Campuran Laston untuk Perkerasan Jalan.

- [2] Standar Nasional Indonesia, 03-4142:1996. Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No.200.
- [3] Standar Nasional Indonesia, 03-4804:1998. Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara Dalam Agregat.
- [4] Standar Nasional Indonesia, 1969:2016. Metode Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.
- [5] Standar Nasional Indonesia, 1971:2011. Cara Uji Kadar Air Total Agregat dengan Pengeringan.
- [6] Standar Nasional Indonesia, 2417:2008. Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles.
- [7] Standar Nasional Indonesia, ASTM C136:2012. Metode Uji Untuk Analisis Saringan Agregat dan Agregat Kasar.
- [8] Standar Nasional Indonesia, 1970:2008. Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.
- [9] Standar Nasional Indonesia, 2432:2011. Cara Uji Daktilitas Aspal.
- [10] Standar Nasional Indonesia, 2432:2011. Cara Uji Penetrasi Aspal.
- [11] Standar Nasional Indonesia, 2434:2011. Cara Uji Titik Lembek Aspal dengan Alat Cincin dan Bola (Ring and Ball).
- [12] Standar Nasional Indonesia, 2441:2011. Cara Uji Berat Jenis Aspal Keras.
- [13] Sukirman, Silvia. 2003. Beton Aspal Campuran Panas. Granit. Jakarta.
- [14] Standar Nasional Indonesia, 06-2489:1998. Metode Pengujian Campuran aspal Dengan alat Marshall.
- [15] Direktorat Jenderal bina Marga, 2018. Spesifikasi Umum Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan (Revisi 2). Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat.