

## ANALISIS KADAR OPTIMUM SERBUK KARET BAN DALAM BEKAS PADA CAMPURAN ASPAL

Hariman Al FaritzieHijriah<sup>1</sup>, Zuul Fitriana Umari<sup>2</sup>, Ricardo Panjaitan<sup>3</sup>

Prodi Teknik Sipil Universitas Tridianti Palembang<sup>1,2</sup>

E-mail : alfaritzie@univ-tridianti.ac.id<sup>1</sup>, zuulfitrianaumari@univ-tridianti.ac.id<sup>2</sup>

### ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil karet terbesar ke-2 di dunia, pada tahun 2011 menghasilkan sebesar 2.982.000 ton karet alam dalam hal ini Indonesia mempunyai kontribusi terhadap produksi karet dunia sebesar 27,06%. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari limbah ban dalam bekas kendaraan terhadap karakteristik aspal dengan menggunakan pengujian marshall yang menggunakan bahan tambah limbah ban dalam bekas kendaraan 0% 2 %, 4 %, dan 6 % masing masing dibuat sebanyak 3 benda uji. Peneliti melakukan eksperimen terhadap variabel terikat yaitu karakteristik marshall dan variabel bebas yaitu penambahan serbuk karet ban dalam bekas kendaraan pada campuran AC-WC. Pengujian ini dilakukan guna mengetahui nilai dari VIM (Void in the mix), VMA (Void in Mineral Agregate), VFA (Void Filled With Asphalt), Pelelehan (Flow), Stabilitas dan MQ (Marshall Quitient). Dari hasil penelitian bahwa kadar karet ban bekas dengan rentang 0% hingga 6% yang memenuhi semua parameter Marshall, lalu rentang tersebut diambil nilai tengahnya dan didapatkan penambahan kadar serbuk karet ban bekas optimumnya sebesar 4%.

**Kata Kunci :** Aspal, Limbah, Karet, Marshall, Optimum.

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil karet terbesar ke-2 di dunia, pada tahun 2011 menghasilkan sebesar 2.982.000 ton karet alam dalam hal ini Indonesia mempunyai kontribusi terhadap produksi karet dunia sebesar 27,06%, sebagian besar karet alam yang di hasilkan berasal dari perkebunan rakyat. Dipilihnya menggunakan bahan tambah yaitu karet ban dalam bekas dikarenakan oleh bahan tersebut banyak ditemukan di lingkungan sekitar dan juga harganya yang ekonomis karena sudah termasuk dalam golongan limbah padat.

Produksi ban di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun, seiring dengan itu maka limbah ban bekas yang tidak terpakai di lingkungan semakin meningkat. Masalah ini semakin besar

dikarenakan karena ban adalah salah satu bahan limbah yang susah terurai secara alami (*no degradable*)(Winansa dkk., 2019).

Aspal pada lapisan perkerasan jalan berfungsi sebagai ikatan antar butiran agregat agar terbentuk material yang padat, sehingga dapat memberikan kekuatan dan ketahanan campuran dalam mendukung beban kendaraan. Dalam upaya memperbaiki perkerasan jalan kinerja campuran beraspal, selain menggunakan campuran beraspal panas dengan pemilihan agregat dan material yang bermutu baik dapat pula dengan memodifikasi aspal menggunakan bahan tambahan. Salah satu bahan tambah yang dapat digunakan yaitu hasil sampingan dari proses pemotongan dan penggilingan ban bekas (*crumb rubber*) (Ambaiowei dkk., 2013).

Berdasarkan dari latar belakang yang telah di kemukakan, maka permasalahan yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah :

1. Modifikasi aspal dengan campuran karet ban dalam bekas;
2. Uji analisis kekuatan aspal setelah ditambahkan serbuk karet ban dalam bekas dan perbandingan dengan aspal konvensional;

Menentukan campuran optimum dari karet ban dalam bekas untuk modifikasi aspal.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Serbuk Ban Bekas (*Crumb Rubber*)

Serat limbah ban karet yang terkadang disebut serbuk ban bekas yang diistilahkan dengan crumb rubber adalah produk yang ramah lingkungan karena diperoleh dari ban bekas, dan tidak larut dalam tanah ataupun air tanah. Selain mengurangi jumlah limbah karet yang terbuang ke lingkungan, pemakaian kembali limbah produk karet tertentu, dapat menekan harga karet sebagai salah satu komponen penting penentu harga produk jadi yang dihasilkan (Azhari, 2018).

### Aspal Keras-Panas

Aspal keras-panas, aspal yang berbentuk padat pada temperatur ruangan. Di Indonesia, aspal ini dibedakan dari hasil penetrasinya yang umumnya digunakan adalah aspal penetrasi 60/70 dan 80/100.

Tabel 1. Persyaratan Aspal Keras Penetrasi 60/70 dan 80/100

Jenis Pengujian	Penetrasi				Satuan
	60/70		80/100		
	Min	Maks	Min	Maks	
Penetrasi (25°C 5 detik)	60	70	80	99	0,1 mm
Titik Lembek	48	58	46	54	°C
Titik Nyala	232	-	225	-	°C
Kehilangan Berat (163°C, 5 jam)	-	0,8	-	0,1	% berat
Kelarutan (C <sub>2</sub> HCL <sub>3</sub> )	99	-	99	-	% berat
Daktilitas (25°C, 5 cm/menit)	100	-	100	-	Cm
Penetrasi setelah kehilangan berat	54	-	50	-	% awal
Daktilitas setelah kehilangan berat	50	-	75	-	Cm
Berat Jenis (25°C)	1	-	1	-	gr/cc

(Departemen Pekerjaan Umum SNI-03-1737-F, 2018)

## Pengujian Sifat Karakteristik Aspal

Terdapat beberapa pemeriksaan laboratorium untuk memeriksa sifat- sifat aspal untuk memenuhi syarat yang telah ditetapkan agar dapat dipergunakan untuk perkerasan jalan (SNI 2432:2011). Adapun pemeriksaan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pengujian Penetrasi Bahan Bitumen (Aspal)
2. Pengujian Titik Lembek Aspal
3. Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal
4. Pengujian Daktilitas Aspal
5. Pengujian Berat Jenis Aspal
6. Pengujian Kehilangan Berat Akibat Pemanasan
7. Pengujian Kelarutan Aspal

### Marshall Test

Pengujian Marshall bertujuan untuk memeriksa dan menentukan stabilitas campuran agregat dan aspal terhadap kelelahan plastis (flow). Flow didefinisikan sebagai perubahan deformasi atau regangan suatu campuran mulai dari tanpa beban sampai beban maksimum yang dinyatakan dalam millimeter atau 0,01". (RSNI M-01-2003)

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Milik PT. Bangka Cakra Karya di Jalan Lintas Sumatera Kabupaten Ogan Komering Ilir Provinsi Sumatera Selatan. Bahan pengikat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah aspal penetrasi 60/70 dari PT. Bangka Cakra Karya. Material agregat kasar dan halus yang akan digunakan dalam penelitian ini diambil dari PT. Bangka Cakra Karya.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen. Peneliti melakukan eksperimen terhadap variabel terikat yaitu karakteristik *marshall* dan variabel bebas yaitu penambahan serbuk

karet ban dalam bekas kendaraan pada campuran AC-WC.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari limbah ban dalam bekas kendaraan terhadap karakteristik aspal dengan menggunakan pengujian *marshall*. Penelitian ini dibuat benda uji sebanyak 12 benda uji, dimana benda uji yang menggunakan bahan tambah limbah ban dalam bekas kendaraan 0% 2 %, 4 %, dan 6 % masing masing dibuat sebanyak 3 benda uji. Sedangkan benda uji yang tidak diberi limbah ban dalam bekas kendaraan juga dibuat sebanyak 3 benda uji.

Proses penelitian ini dilakukan secara bertahap, mulai dari pengujian aspal yaitu untuk mengetahui nilai dari penetrasi aspal, titik lembek, titik nyala, titik bakar dan titik bakar yang semuanya dilakukan minimal 3 kali untuk mendapatkan data yang akurat. Selanjutnya dilakukan pengujian agregat halus yang lolos saringan 16, 30, 50, 100, dan 200. Serta pengujian agregat kasar yang lolos ayakan 1,5; 1; 0,75; 0,37; no 4, dan no 8. Pengujian ini meliputi analisa saringan, berat jenis, dan penyerapan air pada agregat. Pengujian terakhir yang dilakukan pada proses ini adalah pengujian terhadap campuran aspal menggunakan *marshall test*. Pengujian ini dilakukan guna mengetahui nilai dari:

1. VIM (*Void in the mix*)
2. VMA (*Void in Mineral Aggregate*)
3. VFA (*Void Filled With Asphalt*)
4. Pelelehan (*Flow*)
5. Stabilitas
6. MQ (*Marshall Quotient*)

## HASIL PENELITIAN

### *Marshall Test*

Berdasarkan hasil pengujian *Marshall*, didapatkan nilai KAO untuk campuran AC-WC sebesar 6,15%. Nilai KAO tersebut akan menjadi acuan untuk

mendapatkan nilai parameter *Marshall* pada campuran AC-WC yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian *Marshall* terhadap Nilai KAO campuran AC-WC

No	Parameter	KAO (x)	Pers. y	Hasil	Syarat
1	VMA		$y = -0,086x^2 + 2,2533x + 8,4747$	19,072	Min 17
2	VFA		$y = 0,0078x^2 + 5,9538x + 39,41$	82,359	-
3	VIM		$y = -0,0923x^2 + 0,3575x + 6,7656$	4,627	4 - 5
4	Stabilitas	6,15	$y = -95,598x^2 + 1267,7x - 3192,2$	984,519	Min. 750
5	Flow		$y = 0,0914x^2 - 0,932x + 5,6636$	3,673	2 - 4,5
6	MQ		$y = -30,37x^2 + 382,3x - 911,22$	269,644	-

(Hasil Pengujian, 2021)

Berdasarkan pada tabel diatas, dapat diketahui bahwa hasil pengujian *Marshall* untuk campuran AC-WC terhadap nilai KAO menunjukkan bahwa seluruh parameter *Marshall* yang didapatkan telah memenuhi persyaratan yang ditentukan pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

Rekapitulasi nilai parameter *Marshall* terhadap nilai KAO antara campuran SMA halus aspal karet, campuran SMA halus aspal buton, dan campuran SMA halus aspal minyak dapat dilihat pada tabel berikut:

Table 3. Rekapitulasi Hasil *Marshall* Aspal Karet

Kadar Karet	VMA	VFA	VIM	Stabilitas	Flow	MQ
Aspal+Karet 0%	19,072	82,359	4,627	984,519	3,673	269,644
Aspal+Karet 2%	19,678	75,691	6,179	1435,654	3,86	372,504
Aspal+Karet 4%	20,053	69,805	4,925	1425,254	3,733	381,983
Aspal+Karet 6%	21,011	62,923	5,276	1441,070	3,6	400,572

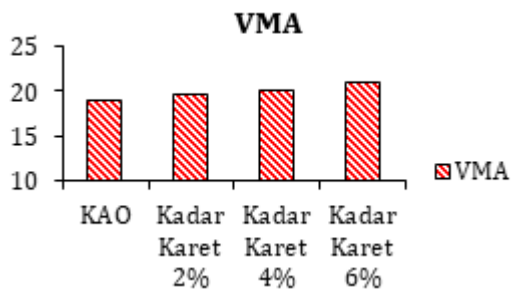
(Hasil Pengolahan Data, 2021)

Pembahasan terhadap pengujian karakteristik *Marshall* yang digunakan dalam benda uji sebagai berikut :

### *Void In Mineral Aggregate (VMA)*

*Void In Mineral Aggregate (VMA)* adalah rongga udara antar butir agregat aspal padat yang dinyatakan dalam persentase. Nilai *VMA* yang kecil mengakibatkan terbatasnya aspal dalam menyelimuti agregat dan menghasilkan selimut aspal yang tipis. Selimut aspal yang tipis akan mudah lepas sehingga

mengakibatkan lapis tidak kedap air dan lapis perkerasan menjadi rusak. Berdasarkan hasil pengujian di Laboratorium diperoleh nilai grafik *Void In Mineral Aggregate (VMA)* dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.



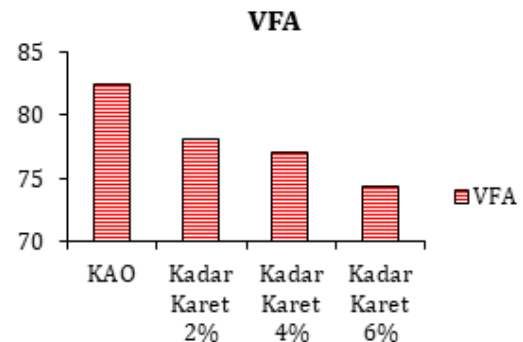
Gambar 1. Grafik Hubungan Kadar Aspal Karet dan Kadar Aspal Optimum (KAO) *Void In Mineral Aggregate (VMA)*.

Berdasarkan grafik pada Gambar diatas dapat disimpulkan bahwa penambahan kadar karet *menyebabkan* peningkatan nilai VMA. Peningkatan ini disebabkan oleh penambahan persentase jumlah karet dalam campuran aspal KAO membuat rongga antar agregat yang terdapat di dalam campuran semakin bertambah karena rongga-rongga di dalam agregat tidak dapat terisi. Jika di bandingkan dengan aspal yang dalam kondisi KAO nilai perbandingan nya tidak terlalu jauh berbeda. Dengan hasil pengujian tersebut masih masuk dalam standart Bina Marga 2018 yang mensyaratkan minimum 17%.

#### **Void Filled with Asphalt (VFA)**

*Void Filled with Asphalt (VFA)* adalah nilai yang menunjukkan banyaknya persen rongga yang ada dalam campuran terisi oleh aspal. Besarnya nilai VFA akan berpengaruh pada kedapan campuran terhadap air dan udara yang pada akhirnya akan berpengaruh pada keawetan dan ketahanan suatu perkerasan. Faktor yang mempengaruhi VFA antara lain kadar aspal, gradasi agregat, jumlah dan tempratur

pemadatan. Berdasarkan hasil pengujian di Laboratorium diperoleh grafik VFA dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



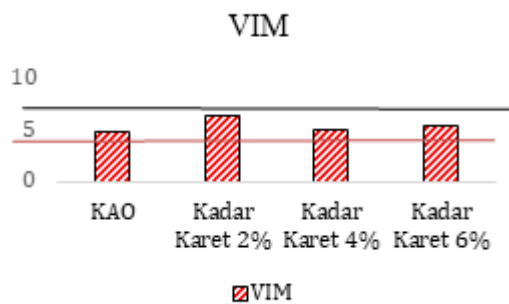
Gambar 2. Grafik Hubungan Kadar Aspal Karet dan Kadar Aspal Optimum (KAO) *Void Filled with Asphalt (VFA)*.

Berdasarkan grafik pada Gambar diatas dapat dilihat bahwa seiring dengan bertambahnya kadar karet maka nilai VFA akan semakin berkurang. Berkurangnya nilai VFA disebabkan oleh fungsi aspal selain sebagai bahan ikat juga sekaligus sebagai pengisi rongga dalam campuran sehingga semakin bertambahnya kadar karet maka campuran semakin sedikit. Bila dibandingkan dengan kadar aspal optimum (KAO) nilai kadar karet 2% ada perbedaan yang signifikan, selanjutnya dengan bertambah kadar karet dengan kelipatan 2% mengalami penurunan nilai tetapi tidak signifikan.

#### **Void in Mixture (VIM)**

*Void in Mixture (VIM)* merupakan volume total dari kantung udara diantara agregat yang terselimuti aspal setelah dilakukan pemadatan. Nilai VIM berpengaruh terhadap durabilitas dari campuran serta diperlukan agar memberikan cukup ruang untuk pemadatan akibat beban lalu lintas dan juga pengaruh peningkatan tempratur. Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, nilai VIM yang disyaratkan untuk campuran AC-WC adalah sebesar 4%-5%. Hal ini menunjukkan bahwa campuran modifikasi menggunakan karet

ban bekas atau *crumb rubber* memiliki kemampuan yang berbeda dalam mengisi rongga. Namun jika ketiga campuran tersebut dibandingkan dengan campuran KAO nilai VIM pada aspal yang sudah dimodifikasi dengan karet ban bekas terlihat lebih besar. Berdasarkan hasil pengujian di Laboratorium diperoleh grafik VIM dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 3. Grafik Hubungan Kadar Aspal Karet dan Kadar Aspal Optimum (KAO) Void in Mixture (VIM).

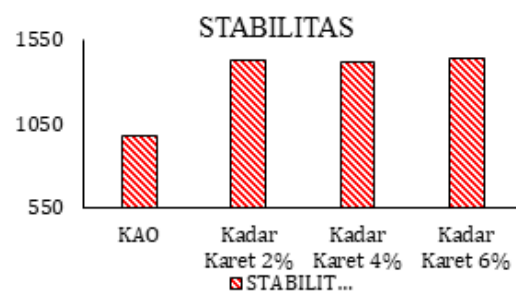
Dari hasil pengujian ini dapat dilihat bahwa dengan bertambahnya kadar karet dalam campuran aspal, maka nilai VIM menjadi semakin menurun. Pada Gambar 4.10 terlihat bahwa perbedaan nilai VIM antara ketiga variasi campuran dengan nilai KAO. Hal ini menunjukkan bahwa campuran modifikasi menggunakan karet ban bekas atau *crumb rubber* memiliki kemampuan yang berbeda dalam mengisi rongga. Namun jika ketiga campuran tersebut dibandingkan dengan campuran KAO nilai VIM pada aspal yang sudah dimodifikasi dengan karet ban bekas terlihat lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa satu jenis campuran ialah kadar karet 4% dengan modifikasi karet ban bekas lebih kuat terhadap pengelupasan.

Nilai VIM yang kecil menunjukkan kekuatan terhadap pengelupasan, namun nilai minimum VIM harus dibatasi karena VIM yang terlalu kecil memiliki potensi terjadinya *bleeding* dan campuran rentan terhadap alur plastis. Hal ini disebabkan tidak tersedianya ruang yang cukup untuk menampung ekspansi aspal

akibat pemadatan lanjutan oleh lalu lintas dan peningkatan temperatur. Sebaliknya apabila nilai VIM terlalu tinggi seperti yang terjadi pada campuran aspal karet 2% dan 6% mengindikasikan campuran bersifat porous dan mudah terjadi oksidasi yang dapat mempercepat penuaan aspal dan menurunkan durabilitas campuran sehingga menyebabkan keretakan bila diberikan pembebanan sekunder oleh lalu lintas. Dengan hasil pengujian tersebut kadar karet 2% masih masuk dalam standart Bina Marga 2018 yang mensyaratkan minimum 4% dan maksimum 5%.

### Stabilitas

Stabilitas merupakan parameter untuk *mengetahui* kemampuan perkerasan jalan dalam menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur dan *bleeding*. Ketentuan nilai stabilitas menurut Spesifikasi Bina Marga 2018 untuk campuran AC-WC dibatasi minimal 750 kg. Perbandingan nilai stabilitas setiap campuran disajikan pada Gambar sebagai berikut.



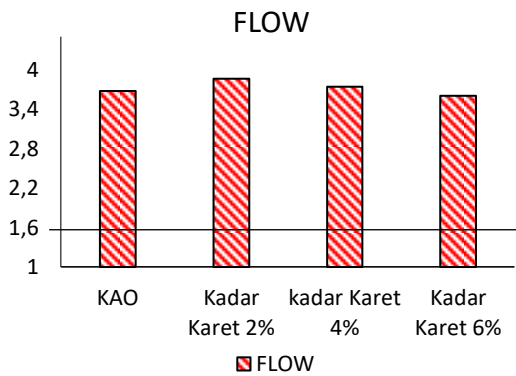
Gambar 4. Grafik Hubungan Kadar Aspal Karet dan Kadar Aspal Optimum (KAO) Stabilitas.

Berdasarkan Gambar diatas terlihat bahwa stabilitas pada campuran modifikasi lebih tinggi dari campuran konvensional atau KAO. Hal ini disebabkan oleh bentuk permukaan partikel *crumb rubber* yang lebih kasar dan keras dibandingkan dengan permukaan partikel agregat sehingga mengurangi kelekatan dari aspal terhadap

campuran. Selain itu, karena peran *crumb rubber* sebagai pengganti aspal dalam campuran sehingga *crumb rubber* berfungsi untuk memperkeras aspal dalam campuran.

**Kelelahan (Flow)**

Kelelahan (*flow*) adalah fungsi dari kekakuan aspal pengikat dan kadar aspal campuran. Kelelahan merupakan parameter yang menjadi indikator terhadap kelenturan atau perunahan bentuk plastis campuran beraspal yang diakibatkan oleh beban. Dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 disyaratkan bahwa kelelahan minimum untuk campuran AC-WC di batasi minimum 2mm dan maksimum sebesar 4,5mm. Perbandingan nilai kelelahan keempat jenis campuran terhadap perubahan kadar aspal ditunjukkan pada Gambar sebagai berikut.



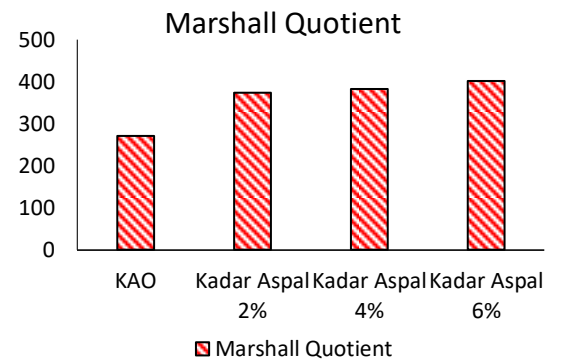
Gambar 5. Grafik Hubungan Kadar Aspal Karet dan Kadar Aspal Optimum (KAO) Kelelahan (*flow*).

Berdasarkan Gambar diatas campuran modifikasi dengan kadar karet 2% dan 4% memiliki nilai *flow* lebih tinggi jika dibandingkan dengan campuran konvensional atau KAO, dan sedangkan kadar karet 6% memiliki nilai yang lebih rendah terhadap aspal campuran konvensional KAO. Kondisi ini disebabkan karena campuran modifikasi lebih cenderung lebih lentur dan juga lebih kuat dibandingkan dengan campuran konvensional. Nilai kelelahan

yang rendah mengindikasikan campuran yang kekurangan kadar aspal dan akan membuat campuran menjadi kaku dan rentan retak. Nilai kelelahan yang tinggi mengindikasikan suatu campuran aspal yang memiliki perilaku plastis dan memiliki potensi untuk mengalami *rutting* pada saat terjadi pembebanan. Namun pada pengujian ini telah melalui standart pengujian Bina Marga 2018 yang mensyaratkan 2-4,5 dan semua variasi kadar karet yang telah di uji memenuhi standart yang telah di gunakan.

1. Hasil bagi *Marshall (Marshall Quotient)*

Nilai perbandingan antara stabilitas dan kelelahan yang dinyatakan dengan nilai *Marshall Quotient (MQ)*. Hasil bagi *Marshall* dan *Marshall Quotient (MQ)* merupakan indikator terhadap kekakuan campuran secara empiric. Semakin tinggi nilai MQ, maka kemungkinan akan semakin tinggi kekakuan suatu campuran dan semakin rentan campuran tersebut terhadap keretakan, sebaliknya bila nilai MQ yang rendah menunjukkan bahwa suatu campuran rentan terhadap perubahan bentuk dan potensi terhadap *rutting*. Perbandingan nilai MQ keempat jenis campuran ditunjukkan pada Gambar sebagai berikut.



Gambar 6. Grafik Hubungan Kadar Aspal Karet dan Kadar Aspal Optimum (KAO) *Marshall Quotient (MQ)*.

Dapat dilihat bahwa campuran konvensional KAO memiliki MQ lebih

rendah dibandingkan dengan campuran modifikasi, semakin banyak jumlah kadar karet semakin meningkat nilai MQ yang di dapat. Dan dapat disimpulkan campuran konvensional memiliki kekakuan campuran yang lebih rendah dibandingkan dengan campuran modifikasi.

Dari pembahasan di atas didapat data untuk menentukan kadar optimum dari rata-rata nilai masing-masing parameter *marshall*, kemudian di buat grafik batang untuk menentukan kadar optimum serbuk karet ban bekas, dapat dilihat bahwa kadar karet ban bekas dengan rentang 0% hingga 6% yang memenuhi semua parameter *Marshall*, lalu rentang tersebut diambil nilai tengahnya dan didapatlah kadar serbuk karet ban bekas optimumnya sebesar 4%.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dengan menambahkan bahan *tambah Crumb Rubber* yang berasal dari daur ulang karet ban dalam bekas kedalam campuran aspal campuran AC-WC yang dilakukan di laboratorium PT. Bangka Cakra Karya yang terletak di Kabupaten Ogan Komering Ilir, dapat disimpulkan yaitu pada campuran aspal dengan variasi penambahan karet ban bekas, nilai VMA, VIM stabilitas, dan MQ cenderung meningkat. Sedangkan VFA dan flow cenderung menurun jika dibandingkan dengan aspal pada posisi KAO. Secara keseluruhan, penambahan karet ban bekas dalam campuran memberikan pengaruh yang signifikan terhadap aspal campuran AC-WC.

## DAFTAR PUSTAKA

Ambaiowei, D., Tighe, S. (2013): Optimizing Crumb Rubber Modifiers (CRM) and Reclaimed Asphalt Pavements (RAP) in Typical Ontario Hot Mix Asphalt, Canadian Technical Asphalt

Association.

Azhari, D. (2018): Analisis Pengaruh Penggunaan Crumb Rubber Sebagai Bahan Penambah Aspal Dengan Filler Abu Cangkang Sawit Untuk Campuran Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC), UMSU.

Direktorat Jenderal Bina Marga (2018): Spesifikasi Umum Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Winansa, F., Winansa, F. A., dan Setiawan, A. A. (2019): Kajian Penggunaan Potongan Ban Bekas Terhadap Kuat Tekan Beton, *WIDYAKALA: JOURNAL OF PEMBANGUNAN JAYA UNIVERSITY*, 6(0), 1–5.