

PEMANFAATAN CAMPURAN LIMBAH KARET BAN DENGAN *FILLER* ABU KERANG SIMPING PADA ASPAL BETON

Kiki Nur Indah Sari¹, Akhmad Maliki², Akbar Bayu Kresno Suharso³

^{1,2,3}*Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya*

E-mail: kikinurindah29@gmail.com, maliki.ts@uwks.ac.id, akbarbks@uwks.ac.id

ABSTRAK: Kerusakan jalan raya dapat memberikan dampak kurang baik bagi masyarakat maupun pemerintah. Sehingga, banyak usaha yang dilakukan untuk meningkatkan mutu aspal yaitu dengan memodifikasi sifat fisik serta kimia aspal dengan bahan tambah (*additive*) dan *filler* yang beragam. Penelitian ini menggunakan limbah kerang simping sebagai *filler* dan karet ban bagian dalam dari kendaraan bermotor sebagai bahan *additive* untuk menambah daya lekat serta kekentalan aspal. Penambahan karet ban bekas dan *filler* abu kerang simping pada campuran lapis aspal beton mempengaruhi nilai karakteristik *marshall*. *Filler* abu cangkang kerang simping kadar 5% mampu mengisi rongga pada campuran aspal + karet ban. Dari nilai VFA, *flow* dan stabilitas untuk aspal yang ditambah karet ban dengan kadar 2%, 4% dan 6% memiliki nilai lebih tinggi dari aspal beton tanpa karet ban. Pada nilai VMA untuk aspal dengan karet ban 2%, 4% dan 6% memiliki kinerja yang lebih rendah dari aspal beton tanpa karet ban. Nilai VIM aspal dengan karet ban 4% memiliki nilai paling tinggi yaitu 4,61% untuk kadar aspal 4,5%. Nilai MQ aspal dengan karet ban 2% memiliki nilai paling tinggi yaitu 276,85 kg/mm untuk kadar aspal 4,5%. Sedangkan yang tidak memenuhi persyaratan Bina Marga yaitu nilai VFA aspal tanpa karet ban dengan kadar aspal 4,5% dengan nilai 64,05%, namun untuk pengujian lain sudah memenuhi persyaratan. Hal ini menunjukkan adanya hubungan positif antara penambahan karet ban dan *filler* abu kerang simping terhadap karakteristik *marshall* lapis aspal beton.

KATA KUNCI : Aspal Beton, Limbah Karet Ban, *Filler* Kerang Simping, *Marshall*

1. PENDAHULUAN

Aspal Beton (*hotmix*) merupakan kombinasi agregat halus dengan agregat kasar, serta bahan pengisi (*filler*) dengan bahan pengikat aspal dalam keadaan temperatur panas tinggi. Aspal beton ialah salah satu jenis dari lapis konstruksi perkerasan lentur. Salah satu kategori perkerasan lentur jalan di Indonesia yang digunakan yakni Lapisan Aspal Beton (Laston) sebab mempunyai sifat-sifat tahan terhadap keausan, kedap air, memiliki nilai struktural, stabilitas tinggi, mudah penerapannya dan nyaman untuk pengguna jalan (Fauzi, 2018). Kerusakan jalan raya bisa memberikan akibat kurang baik untuk masyarakat ataupun pemerintah. Usaha yang sudah dilakukan untuk tingkatkan mutu aspal yang terdapat saat ini yaitu dengan memodifikasi sifat-sifat fisik serta kimia aspal dengan bahan tambah yang bermacam-macam. Pemanfaatan bermacam-macam bahan *additive* (bahan tambah) serta *filler* (bahan pengisi) telah banyak dilakukan untuk tingkatkan kualitas aspal beton yang akan dipergunakan pada konstruksi jalan, mulai dari bermacam jenis kapur, *fiber* dan beragam polimer. Hal ini seiring dengan semakin meningkatnya kebutuhan akan jalan yang bermutu tinggi dan juga murah (Fauzi, 2018). Dalam pekerjaan konstruksi jalan *filler* memegang peranan yang sangat penting dalam

mengisi kekosongan rongga antar butiran agregat kasar, untuk mendukung nilai stabilitas jalan yang ingin dicapai (Laswar, 2017). Bahan *filler* yang biasa digunakan untuk campuran aspal panas berupa semen, kapur serta abu batu. Untuk menambah bahan *filler* yang bisa digunakan sebagai bahan pencampur, campuran aspal panas dicoba memakai cangkang kerang simping yang sudah dihaluskan dengan harapan dapat memanfaatkan limbah kerang simping yang banyak didapat di wilayah pesisir pantai (Rizki Cahyadi, 2015). Diharapkan dengan penggunaan *filler* kerang simping juga dapat meningkatkan kualitas dari campuran lapis aspal beton terhadap karakteristik uji *marshall*.

Pada penelitian ini, limbah kerang simping yang digunakan diambil dari daerah kampung Bulak, Kenjeran Surabaya. Meningkatnya beban pada perkerasan jalan, mengakibatkan bahan lapis keras dituntut lebih mampu meneruskan dan menyebarkan beban yang diterima kemudian meneruskannya dan menyebarkan beban tersebut ke lapis yang berada dibawahnya. Salah satu usaha untuk meningkatkan kualitas aspal adalah dengan menambahkan bahan tambah (*additive*). Jenis limbah yang hendak digunakan sebagai bahan tambah yaitu ban sisa kendaraan bermotor (Nurkhayati, 2007). Terdapat banyak penelitian yang dicoba untuk menambah daya lekat serta

PEMANFAATAN CAMPURAN LIMBAH KARET BAN DENGAN *FILLER* ABU KERANG SIMPING PADA ASPAL BETON

(Kiki Nur Indah Sari, Akhmad Maliki, Akbar Bayu Kresno Suharso)

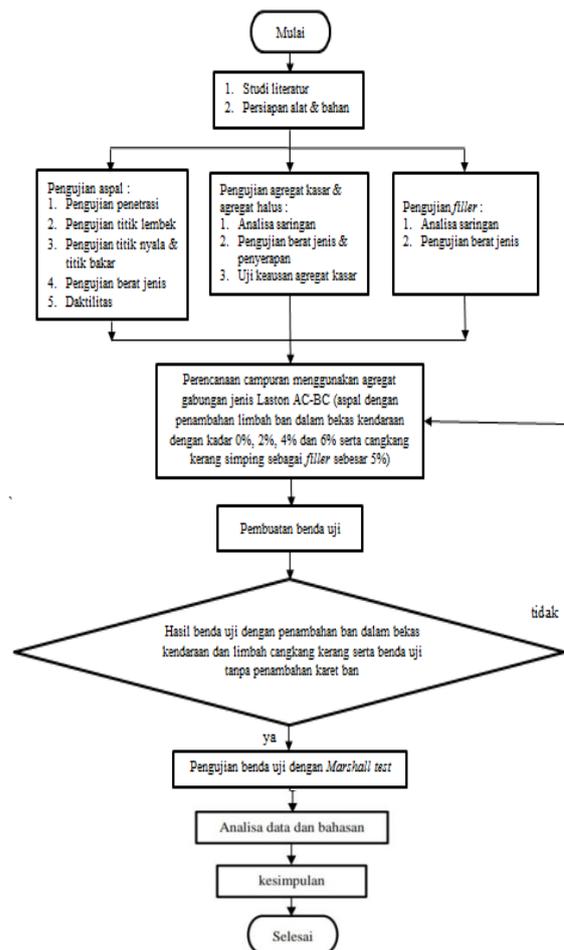
kekentalan aspal salah satunya dengan pemakaian bahan lateks atau pemakaian ban dalam sisa kendaraan. Karet ban merupakan salah satu bahan tambahan yang diharapkan mampu meningkatkan kualitas aspal dalam memenuhi karakteristik aspal sebagai bahan ikat. Limbah ban dalam sisa kendaraan merupakan karet alam yang telah melewati proses pabrikasi serta telah melewati penambahan campuran tertentu lalu dicetak dalam bentuk ban dalam untuk kendaraan bermotor. Sisa-sisa ban dalam bekas kendaraan ini dapat digunakan sebagai bahan tambahan untuk campuran Laston, diharapkan dengan menambahkan campuran limbah karet ban dalam untuk konstruksi perkerasan jalan pada campuran aspal bisa memberikan banyak keuntungan, diantaranya permukaan perkerasan jadi lebih tahan lama, menambah daya cengkram akibat pengereman, tahan terhadap retakan akibat lendutan yang berlebih serta retakan akibat kelelahan bahan, dan juga mengurangi kebisingan akibat gesekan ban roda kendaraan dengan permukaan perkerasan.

Pada penelitian ini digunakan limbah ban kendaraan bermotor yang terdapat pada bengkel-bengkel sekitar rumah penulis yaitu di Kelurahan Sambikerep, Kecamatan Sambikerep Surabaya. Berdasarkan beberapa hal tersebut, timbul ketertarikan untuk melakukan penelitian tentang campuran aspal dengan menggunakan material alternatif yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Material alternatif tersebut berupa serbuk cangkang kerang simping yang nantinya akan diuji sebagai bahan pengisi (*filler*) yang banyak dijumpai di wilayah pesisir laut serta limbah karet ban kendaraan sebagai bahan tambahan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Diagram Alir Penelitian

Langkah kerja penelitian dapat dilihat dalam diagram alir (*flowchart*) berikut ini:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.2 Persiapan Alat & Bahan

Alat dan bahan diperlukan untuk menunjang kelancaran penelitian ini. Oleh karena itu, sebelum kegiatan penelitian dilakukan di laboratorium, semua alat dan bahan untuk campuran yang meliputi pengujian sifat bahan agregat dan aspal disiapkan terlebih dahulu.

2.3 Pengujian Aspal

2.3.1 Uji Penetrasi

Prosedur uji penetrasi mengacu pada SNI 2456:2011. Penetrasi merupakan kedalaman yang dicapai oleh suatu jarum standar (diameter 1 mm) pada suhu 25°C, beban total 100 gram dengan berat jarum 50 gram dan pemberat 50 gram, dan selama waktu 5 detik dinyatakan dalam 0,1 mm. Pengujian penetrasi aspal bertujuan untuk memeriksa tingkat kekerasan aspal. Persyaratan nilai penetrasi yaitu minimal 50 mm dan maksimal 80 mm.

2.3.2 Uji Titik Lembek

Prosedur uji titik lembek mengacu pada SNI 2434:2011. Titik lembek ialah suhu pada saat

bola baja dengan berat tertentu mendesak turun suatu lapisan aspal yang tertahan dengan cincin kuningan, aspal tersebut akan menyentuh pelat dasar akibat kecepatan pemanasan tertentu. Persyaratan nilai titik lembek yaitu minimal 48°C dan maksimal 58°C.

2.3.3 Uji Daktilitas

Prosedur uji daktilitas mengacu pada SNI 2432:2011. Pengukuran daktilitas adalah pengujian tidak langsung untuk menunjukkan sifat adhesi dan kohesi aspal. Persyaratan nilai daktilitas yaitu minimal 100 cm.

2.3.4 Uji Titik Nyala dan Titik Bakar

Prosedur uji titik nyala dan titik bakar mengacu pada SNI 2433:2011. Pengujian titik nyala dan titik bakar bertujuan untuk menentukan titik nyala dan titik bakar dari aspal beton. Titik nyala dan titik bakar perlu diketahui untuk menentukan temperatur maksimum pemanasan aspal sehingga tidak terbakar. Persyaratan nilai titik nyala dan titik bakar yaitu minimal 232°C.

2.3.5 Uji Berat Jenis

Prosedur uji berat jenis mengacu pada SNI 2441:2011. Berat jenis merupakan perbandingan antara berat aspal dan berat air dengan isi yang sama pada suhu ruang. Persyaratan nilai berat jenis yaitu minimal 1,0 gr/cc.

2.4 Pengujian Agregat

Pengujian yang dilakukan adalah uji agregat kasar dan agregat halus. Agregat kasar yang digunakan untuk penelitian ini berupa batu pecah yang berasal dari daerah Jombang. Agregat halus yang digunakan untuk penelitian ini berupa pasir yang berasal dari daerah Kediri. Pengujian agregat kasar meliputi pengujian analisa saringan, uji keausan agregat, berat jenis dan penyerapan air. Sedangkan pengujian untuk agregat halus meliputi analisa saringan, berat jenis dan penyerapan air.

2.5 Pengujian Filler

Pengujian *filler* meliputi pengujian berat jenis dan analisa saringan. *Filler* yang digunakan pada penelitian ini yaitu semen Tiga Roda dan cangkang kerang simping. Sebelum digunakan menjadi *filler*, cangkang kerang simping dibersihkan dari kotoran/lumpur terlebih dahulu kemudian dihaluskan menggunakan mesin penggiling khusus cangkang kerang. Untuk acuan yang digunakan dalam pengujian berat jenis *filler* yaitu AASHTO T-89-81 dan SNI 03-1737-1989 untuk analisa saringan *filler*.

2.6 Perencanaan Campuran

- Menentukan kadar bahan tambah limbah karet ban dalam pada masing-masing benda uji yaitu sebanyak 0%, 2%, 4% dan 6% dari berat total campuran.
- Menentukan kadar *filler* limbah cangkang kerang simping pada campuran aspal + karet ban 2%, 4% dan 6% masing-masing benda uji sebanyak 5% dari berat total agregat sesuai dengan acuan penelitian yang digunakan (AASHTO T-89-81)
- Menghitung aspal optimum dengan rumus:

$$P_b = (0,035 \times \% \text{ batu pecah}) + (0,045 \times \% \text{ pasir}) + (0,18 \times \% \text{ filler}) + 0,5$$
 Kadar aspal optimum yang diperoleh $P_b = 5\%$ akan digunakan sebagai dasar acuan pembuatan benda uji dalam berbagai variasi kadar aspal ($P_b - 0,5\%$), $P_b\%$, ($P_b + 0,5\%$) yaitu 4,5%, 5% dan 5,5%.

2.7 Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang dibuat untuk penelitian ini yaitu berjumlah 12 buah dengan kadar *filler* 5% pada tiap benda uji. *Filler* semen 5% untuk aspal + karet ban 0% dan *filler* abu cangkang kerang simping untuk aspal + karet ban 2%, 4% dan 6%.

Tabel 1. Jumlah benda uji

Kadar karet ban	Benda uji		
	Kadar aspal		
	4,50%	5%	5,50%
Karet ban 0%	1	1	1
Karet ban 2%	1	1	1
Karet ban 4%	1	1	1
Karet ban 6%	1	1	1
Jumlah benda uji	12		

2.8 Pengujian dengan alat Marshall

Prosedur pengujian *marshall* mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi III Tahun 2010. Parameter dari pengujian *Marshall* yaitu:

- VIM (*Void In Mix*) merupakan rongga udara dalam campuran aspal. Rongga udara ini terdiri atas ruang udara di antara partikel agregat yang terselimuti aspal.
- VMA (*Voids in Mineral Aggregate*) atau Rongga di antara mineral agregat adalah ruang di antara partikel agregat pada suatu perkerasan beraspal, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat).
- VFA (*Void Filled with Asphalt*) adalah rongga terisi aspal pada campuran setelah mengalami proses pemadatan.
- Kelelahan (*Flow*) adalah tingkat kelelahan campuran ketika diuji dalam keadaan suhu ekstrim yaitu 60°C. Ketahanan terhadap

PEMANFAATAN CAMPURAN LIMBAH KARET BAN DENGAN *FILLER* ABU KERANG SIMPING PADA ASPAL BETON

(Kiki Nur Indah Sari, Akhmad Maliki, Akbar Bayu Kresno Suharso)

- kelelahan merupakan kemampuan beton aspal menerima lendutan berulang akibat repetisi beban, tanpa terjadinya kelelahan berupa alur dan retak.
- Stabilitas merupakan kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur, dan *bleeding*.
 - Marshall Quotient* (MQ) merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan *flow*. Nilai MQ menyatakan sifat kekakuan suatu campuran. Nilai dari MQ berpengaruh terhadap kualitas aspal. Apabila nilai MQ terlalu tinggi, maka campuran akan cenderung keras dan kaku sehingga aspal akan mudah retak.

1. HASIL DAN PEMBAHASAN

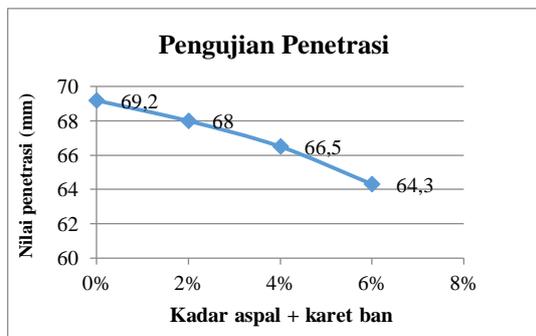
3.1 Pengujian Aspal

Berikut adalah data dari hasil analisa pengujian aspal:

a. Pengujian Penetrasi

Tabel 2. Pengujian penetrasi aspal

Pengujian	Penetrasi aspal (mm)				Spesifikasi (mm)	Ket.
	Karet ban 0%	Karet ban 2%	Karet ban 4%	Karet ban 6%		
1	68	67,5	66	67	Min = 50 Maks = 80	Ok
2	68	69	65	64		
3	71,5	68	67	63,5		
4	67,5	66,5	65,5	62		
5	71	69	69	65		
Rata-rata	69,2	68	66,5	64,3		



Gambar 2. Hasil penetrasi rata-rata

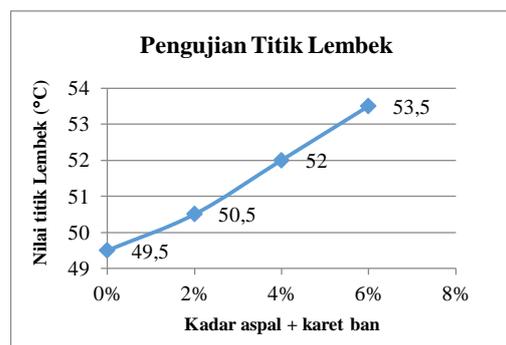
Pada pengujian penetrasi aspal 0% karet ban yang dilakukan sebanyak 5 kali, diperoleh nilai rata-rata yaitu sebesar 69,2 mm. Berdasarkan nilai tersebut maka dapat disimpulkan bahwa aspal yang dipakai telah memenuhi persyaratan dan juga termasuk jenis aspal penetrasi 60/70. Setiap penambahan kadar limbah karet ban 2%, 4%, dan 6% nilai penetrasi mengalami penurunan. Dengan penambahan limbah karet ban menjadikan aspal semakin keras karena karet ban termasuk jenis polimer yang memiliki sifat elastis namun dapat menahan beban. Hasil uji

tersebut telah memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai lapisan jalan.

b. Pengujian Titik Lembek

Tabel 3. Pengujian titik lembek

Pengujian titik lembek			
Benda uji	Hasil (°C)	Spesifikasi	Ket.
Aspal + karet ban 0%	49,5	Min = 48°C Maks = 58°C	Ok
Aspal + karet ban 2%	50,5		
Aspal + karet ban 4%	52		
Aspal + karet ban 6%	53,5		



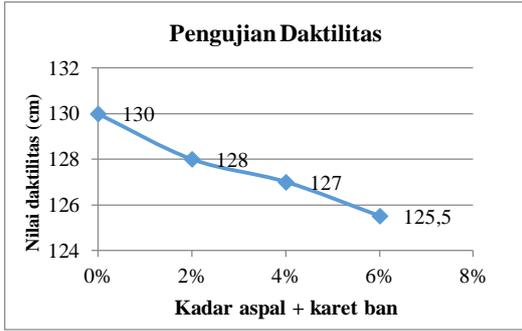
Gambar 3. Hasil pengujian titik lembek

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa pada setiap penambahan kadar limbah karet ban 2%, 4%, dan 6% nilai titik lembek mengalami kenaikan. Sehingga dapat disimpulkan semakin banyak kadar limbah karet ban yang ditambahkan ke dalam aspal, maka aspal membutuhkan suhu yang lebih tinggi agar menjadi lembek dan menjatuhkan bola baja pada saat pengujian. Hasil uji tersebut telah memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai lapisan jalan.

c. Pengujian Daktilitas

Tabel 4. Pengujian daktilitas

Pengujian daktilitas			
Benda uji	Hasil (cm)	Spesifikasi	Ket.
Aspal + karet ban 0%	130	Min 100 cm	Ok
Aspal + karet ban 2%	128		
Aspal + karet ban 4%	127		
Aspal + karet ban 6%	125,5		



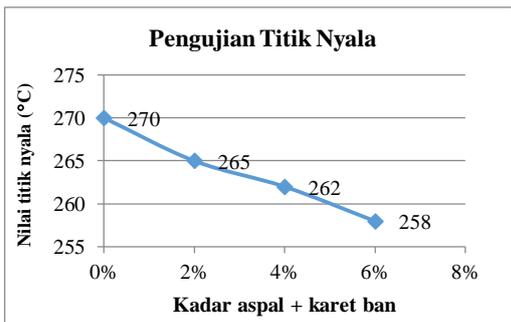
Gambar 4. Hasil pengujian daktilitas

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa pada setiap penambahan kadar limbah karet ban 2%, 4%, dan 6% mengalami penurunan nilai daktilitas pada aspal. Sehingga dapat diketahui bahwa semakin banyak kadar limbah karet ban yang ditambahkan ke dalam campuran aspal, maka aspal akan menjadi semakin keras dan cepat mengalami putus pada saat penarikan. Hasil uji tersebut telah memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai lapisan jalan.

d. Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar

Tabel 5. Pengujian titik nyala

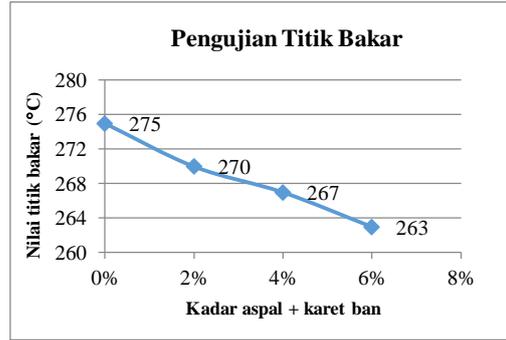
Pengujian titik nyala			
Benda uji	Titik nyala (°C)	Spesifikasi	Ket.
Aspal + ban 0%	270	Min 232°C	Ok
Aspal + ban 2%	265		
Aspal + ban 4%	262		
Aspal + ban 6%	258		



Gambar 5. Hasil pengujian titik nyala

Tabel 6. Pengujian titik bakar

Pengujian titik bakar			
Benda uji	Hasil (°C)	Spesifikasi	Ket.
Aspal + ban 0%	275	Min 232°C	Ok
Aspal + ban 2%	270		
Aspal + ban 4%	267		
Aspal + ban 6%	263		



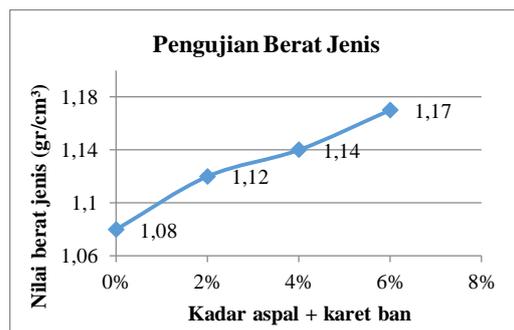
Gambar 6. Hasil pengujian titik bakar

Berdasarkan Gambar 5 dan Gambar 6 dapat dilihat bahwa pada setiap penambahan kadar limbah karet ban 2%, 4%, dan 6% suhu titik nyala dan titik bakar mengalami penurunan yang terjadi karena peningkatan kepekaan terhadap bertambahnya kadar karet ban dalam aspal. Dapat disimpulkan bahwa semakin banyak kadar limbah karet ban yang ditambahkan ke dalam campuran aspal, maka aspal akan menjadi semakin cepat terbakar, akan tetapi masih memenuhi persyaratan apabila digunakan untuk lapisan jalan.

e. Pengujian Berat Jenis

Tabel 7. Pengujian berat jenis

Benda uji	Berat jenis aspal (gr/cm ³)	Spesifikasi	Ket.
Aspal + ban 0%	1,08	Min 1 gr/cm ³	Ok
Aspal + ban 2%	1,12		
Aspal + ban 4%	1,14		
Aspal + ban 6%	1,17		



Gambar 7. Hasil uji berat jenis aspal

Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat bahwa setiap penambahan kadar limbah karet ban 2%, 4%, dan 6% nilai berat jenis aspal mengalami peningkatan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin banyak kadar limbah karet ban yang ditambahkan ke dalam campuran aspal, maka berat jenis akan bertambah. Hasil uji

PEMANFAATAN CAMPURAN LIMBAH KARET BAN DENGAN *FILLER* ABU KERANG SIMPING PADA ASPAL BETON

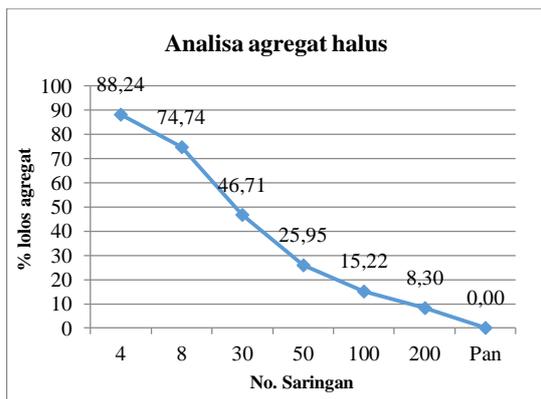
(Kiki Nur Indah Sari, Akhmad Maliki, Akbar Bayu Kresno Suharso)

tersebut telah memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai lapisan jalan.

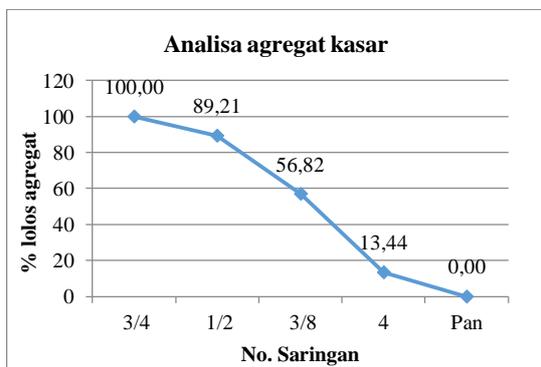
1.2 Hasil Pengujian Agregat

• Hasil uji analisa saringan agregat

Pada pengujian agregat ini dilakukan beberapa pengujian yaitu pengujian analisa saringan, pengujian berat jenis dan penyerapan yang dilakukan terhadap kedua jenis agregat yaitu agregat kasar menggunakan batu pecah dan agregat halus menggunakan pasir.



Gambar 8. Hasil analisa saringan agregat halus



Gambar 9. Hasil analisa saringan agregat kasar

Hasil yang diperoleh yaitu untuk agregat halus 88,24% lolos saringan nomor 4 dan untuk agregat kasar 13,44% lolos saringan nomor 4. Menurut Bina Marga 2017 untuk agregat halus % lolos saringan nomor 4 harus >47%, dan agregat kasar % lolos saringan nomor 4 harus <47%. Dari hasil uji analisa saringan agregat kasar dan agregat halus menunjukkan bahwa hasil tersebut telah memenuhi persyaratan % gradasi butiran serta telah memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai bahan campuran aspal.

• Hasil uji berat jenis dan penyerapan

Tabel 8. Hasil uji berat jenis dan penyerapan agregat

No	Agregat	Jenis pengujian	Persyaratan		Hasil	Satuan	Ket.
			Min	Maks			
1	Agregat halus	Berat jenis bulk	2,5	-	2,61	gr/cc	Ok
		Berat jenis SSD	2,5	-	2,63	gr/cc	Ok
		Berat jenis semu	2,5	-	2,68	gr/cc	Ok
		Penyerapan	-	3	1,01	%	Ok
2	Agregat kasar	Berat jenis bulk	2,5	-	2,78	gr/cc	Ok
		Berat jenis SSD	2,5	-	2,86	gr/cc	Ok
		Berat jenis semu	2,5	-	3,02	gr/cc	Ok
		Penyerapan	-	3	2,86	%	Ok

Dari data tersebut disimpulkan bahwa berat jenis bulk, berat jenis SSD, dan berat jenis semu agregat halus telah memenuhi syarat karena persyaratan nilai minimum masing-masing berat jenis adalah sebesar 2,5 gr/cc dan untuk pengujian penyerapan air dengan persyaratan nilai maksimum 3%. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa pengujian untuk agregat kasar juga dilakukan pengujian berat jenis dan pengujian penyerapan air. Dari hasil tersebut disimpulkan bahwa nilai berat jenis bulk, berat jenis SSD, dan berat jenis semu agregat halus memenuhi syarat karena persyaratan nilai minimum masing-masing berat jenis adalah sebesar 2,5 gr/cc dan untuk pengujian penyerapan air dengan persyaratan nilai maksimum 3%.

• Hasil uji keausan agregat dengan mesin abrasi *Los Angeles*

Tabel 9. Hasil pengujian keausan agregat

Ukuran saringan	Berat dalam gram	
	Lolos	Tertahan
3 in	2,5 in	
2,5 in	2 in	
2 in	1,5 in	
1,5 in	1 in	
1 in	3/4 in	
3/4 in	1/2 in	2500
1/2 in	3/8 in	2500
3/8 in	1/4 in	
1/4 in	no 4	
no 4	no 8	
	no 12	3505
Jumlah berat	5000	3505

A = berat agregat sebelum diuji keausan

B = berat agregat setelah diuji keausan

Agregat yang aus = 5000–3505 = 1495 gr

$$\text{Keausan} = \frac{a-b}{a} \times 100\% = 29,9\%$$

Dari pengujian tersebut berat awal agregat kasar yang ditimbang adalah 5000 gram. setelah dilakukan tes dengan mesin *Los Angeles*, maka didapat berat tertahan saringan no 12 sebesar 3505 gram. Dengan prosentase sebesar 29,9% < 40% maka agregat tersebut baik digunakan, karena telah memenuhi syarat.

1.3 Pengujian Filler

Filler atau bahan pengisi harus lolos saringan no. 200 tidak kurang dari 75% beratnya. Sebaiknya *filler* juga harus bebas dari semua bahan yang tidak dikehendaki. Bahan yang diuji pada penelitian ini adalah semen merek Tiga Roda dan juga abu cangkang kerang simping.

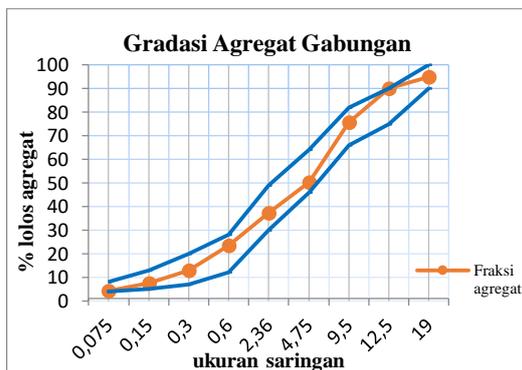
Tabel 10. Hasil pengujian filler

Jenis pengujian	Bahan filler		Spesifikasi	Ket.
	Semen	Cangkang kerang simping		
Analisa saringan	83% lolos	76% lolos	75% lolos	Ok
Berat jenis	2,57 gr/cm ³	2,62 gr/cm ³	-	

1.4 Hasil Uji Gradasi Agregat Gabungan

Spesifikasi yang digunakan untuk gradasi agregat gabungan campuran lapisan aspal beton AC-BC yaitu Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Devisi 6 Perkerasan Aspal. Nilai %CA dan %FA diperoleh dari metode *trial and error* agar nilai fraksi agregat dapat memenuhi persyaratan gradasi gabungan untuk Laston AC-BC.

%CA (agregat kasar) = 45%
 %FA (agregat halus) = 50%



Gambar 10. Grafik fraksi agregat

Gradasi campuran agregat telah memenuhi spesifikasi Bina Marga untuk pencampuran lapis beton aspal AC-BC. Dari metode *trial and error* tersebut, maka nilai %CA dan %FA dapat digunakan untuk menentukan penggunaan kadar Aspal Optimum (ASOP) dalam campuran sesuai

dengan persyaratan yang ditetapkan Bina Marga maka digunakan rumus sebagai berikut :

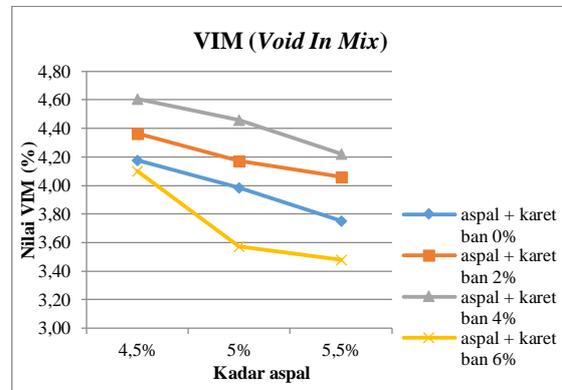
$$\text{Aspal Optimum} = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%Filler) + \text{konstanta}$$

3.5 Pengujian Marshall

a. VIM (Void In Mix)

Tabel 11. Nilai VIM

Benda uji	VIM				Spesifikasi	Ket.
	Aspal + ban 0%	Aspal + ban 2%	Aspal + ban 4%	Aspal + ban 6%		
4,50%	4,18	4,36	4,61	4,10	3%-5%	Ok
5%	3,99	4,17	4,46	3,57		Ok
5,50%	3,75	4,06	4,22	3,48		Ok



Gambar 11. Grafik nilai VIM

Dapat diketahui bahwa karakteristik laston pada rongga udara dalam campuran aspal ini telah memenuhi aturan Bina Marga dimana nilai terendah yang dipersyaratkan 3% dan tertinggi 5%. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa aspal + karet ban dengan kadar 2% dan 4% memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan aspal beton tanpa tambahan karet ban. *filler* abu cangkang kerang simping mengisi rongga pada campuran aspal. Semakin kecil nilai VIM maka semakin awet campuran aspal. Nilai optimum untuk VIM yaitu pada aspal + karet ban 4% dengan *filler* abu kerang simping 5%.

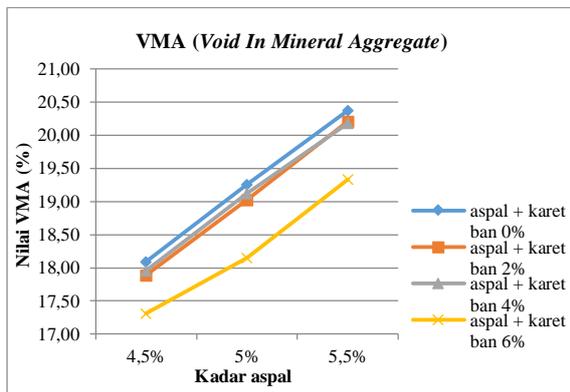
PEMANFAATAN CAMPURAN LIMBAH KARET BAN DENGAN *FILLER* ABU KERANG SIMPING PADA ASPAL BETON

(Kiki Nur Indah Sari, Akhmad Maliki, Akbar Bayu Kresno Suharso)

b. VMA (Void In Mineral Aggregate)

Tabel 12. Nilai VMA

Benda uji	VMA				Spesifikasi	Ket.
	Aspal + ban 0%	Aspal + ban 2%	Aspal + ban 4%	Aspal + ban 6%		
4,50%	18,09	17,89	17,95	17,32	Min 14%	Ok
5%	19,26	19,03	19,12	18,15		Ok
5,50%	20,37	20,21	20,18	19,33		Ok



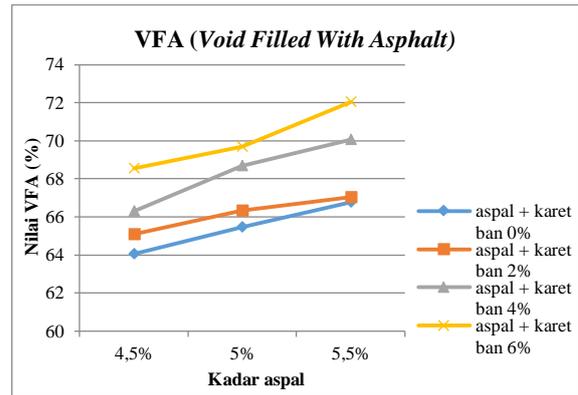
Gambar 12. Grafik nilai VMA

Dari Gambar 12 bahan tambah karet ban dan *filler* abu cangkang kerang telah mengisi rongga-rongga antar agregat yang ada pada campuran beton aspal + karet ban. Dari hasil tersebut, maka semua benda uji telah memenuhi nilai VMA yang disyaratkan oleh Bina Marga yaitu minimal 14%. Nilai optimum untuk VMA yaitu pada aspal + karet ban 2% dengan *filler* abu cangkang kerang simping 5%.

c. VFA (Void Filled With Asphalt)

Tabel 13. Nilai VFA

Benda uji	VFA				Spesifikasi	Ket.
	Aspal + ban 0%	Aspal + ban 2%	Aspal + ban 4%	Aspal + ban 6%		
4,50%	64,05	65,10	66,30	68,55	Min 65%	Ok (kecuali ban 0%)
5%	65,45	66,35	68,70	69,7		Ok
5,50%	66,78	67,04	70,05	72,05		Ok



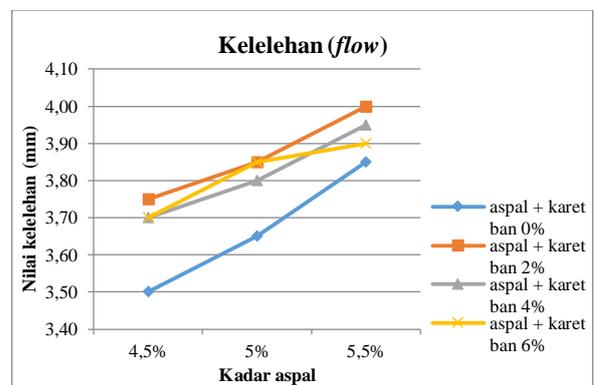
Gambar 13. Grafik nilai VFA

Dari Gambar 13 terlihat bahwa seiring penambahan kadar ban karet bekas, nilai VFA semakin naik. Semakin besar nilai VFA maka campuran semakin awet, karena nilai VFA berpengaruh pada sifat kedekatan campuran terhadap air dan udara serta sifat elastisitas campuran. Begitu juga *filler* abu cangkang kerang simping kadar 5% mampu mengisi rongga pada campuran aspal + karet ban. Nilai optimum untuk VFA yaitu pada aspal + karet ban 6% dengan *filler* abu cangkang kerang simping 5%.

d. Kelelahan (Flow)

Tabel 14. Nilai *flow*

Benda uji	Flow				Spesifikasi	Ket
	Aspal + ban 0%	Aspal + ban 2%	Aspal + ban 4%	Aspal + ban 6%		
4,50%	3,50	3,75	3,70	3,70	Min 3 mm	Ok
5%	3,65	3,85	3,80	3,85		Ok
5,50%	3,85	4,00	3,95	3,90		Ok



Gambar 14. Grafik nilai *flow*

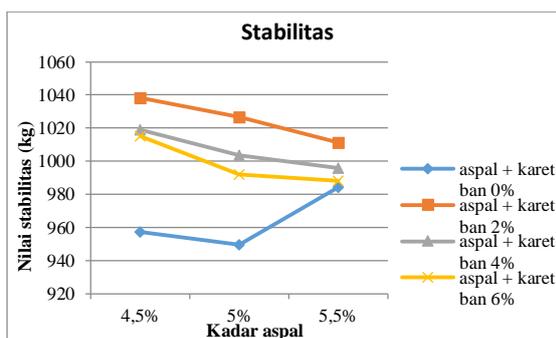
Berdasarkan gambar 14 dapat dilihat bahwa nilai kelelahan atau *flow* telah memenuhi spesifikasi yang dipersyaratkan oleh Bina Marga yaitu >3.

Semakin tingginya nilai *flow* disebabkan karena penambahan karet ban akan membuat campuran aspal memiliki tingkat kelenturan yang cukup besar, sehingga kemampuan deformasi atau perubahan bentuk campuran aspal semakin lama. *Filler* abu cangkang kerang simping kadar 5% mampu mengisi rongga pada campuran aspal + karet ban. Nilai optimum untuk *flow* yaitu pada aspal + karet ban 2% dengan *filler* abu cangkang kerang simping 5%.

e. Stabilitas

Tabel 15. Nilai stabilitas

Stabilitas						
Benda uji	Hasil (kg)				Spesifikasi	Ket.
Kadar aspal	Aspal + ban 0%	Aspal + ban 2%	Aspal + ban 4%	Aspal + ban 6%		
4,50%	957,16	1038,21	1018,91	1015,05	Min 800 kg	Ok
5%	949,44	1026,63	1003,47	991,89		Ok
5,50%	984,17	1011,19	995,75	988,03		Ok



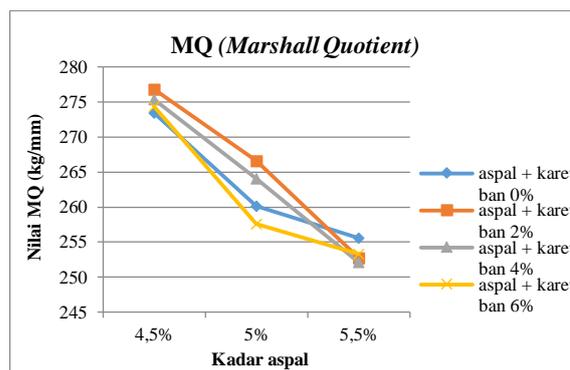
Gambar 15. Grafik nilai stabilitas

Dari Gambar 15 dapat dilihat bahwa nilai stabilitas telah memenuhi persyaratan yaitu >800 kg. Nilai stabilitas yang tinggi akan membuat campuran menjadi kaku dan bersifat getas. *Filler* abu cangkang kerang simping kadar 5% mampu mengisi rongga pada campuran aspal + karet ban. Nilai optimum untuk stabilitas yaitu pada aspal + karet ban 2% dengan *filler* abu cangkang kerang simping 5%.

f. MQ (Marshall Quotient)

Tabel 16. Nilai MQ

MQ (Marshall quotient)						
Benda uji	Hasil (kg/mm)				Spesifikasi	Ket.
Kadar aspal	Aspal + ban 0%	Aspal + ban 2%	Aspal + ban 4%	Aspal + ban 6%		
4,50%	273,47	276,85	275,38	274,34	Min 250 kg/mm	Ok
5%	260,12	266,65	264,07	257,63		Ok
5,50%	255,63	252,79	252,08	253,34		Ok



Gambar 16. Grafik nilai MQ

Berdasarkan Gambar 16 nilai MQ (*Marshall Quotient*) telah memenuhi persyaratan dari Bina Marga dibuktikan bahwa nilai MQ lebih besar dari batas minimal yaitu sebesar 250 kg/mm. Campuran yang memiliki nilai MQ yang rendah maka akan semakin fleksibel, cenderung menjadi plastis dan lentur sehingga mudah mengalami perubahan bentuk saat menerima beban lalu lintas yang tinggi. *Filler* abu cangkang kerang simping kadar 5% mengisi rongga pada campuran aspal. Nilai optimum untuk MQ yaitu pada aspal + karet ban 2% dengan *filler* abu cangkang kerang simping 5%.

2. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pengujian yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan karet ban bekas dan *filler* abu kerang simping pada campuran lapis aspal beton mempengaruhi nilai karakteristik *marshall*. Dari pengujian tersebut menunjukkan bahwa campuran aspal + karet ban kadar 2%, 4% dan 6% memiliki kinerja yang lebih baik dari aspal beton normal/aspal tanpa penambahan karet ban. *Filler* abu kerang simping juga mampu mengisi rongga pada campuran aspal, sehingga dapat membantu menambah nilai karakteristik *marshall*
2. Berdasarkan dari nilai VFA, nilai kelelahan (*flow*) dan juga pada nilai stabilitas aspal + karet ban memiliki nilai lebih tinggi dari aspal beton tanpa penambahan karet ban. Penambahan paling efektif/optimal adalah pada kadar aspal + karet ban 2% ditinjau dari uji *marshall*.

3. UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti ingin mengucapkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala anugrah dan karunia-Nya dan juga ucapan terima kasih kepada Bapak/Ibu Dosen, Orang tua serta

PEMANFAATAN CAMPURAN LIMBAH KARET BAN DENGAN *FILLER* ABU KERANG SIMPING PADA ASPAL BETON

(Kiki Nur Indah Sari, Akhmad Maliki, Akbar Bayu Kresno Suharso)

teman-teman yang senantiasa memberikan dukungan.

4. DAFTAR PUSTAKA

- Cahyadi, Rizki, Rika Sylviana dan Elma Yulius. 2016. "Perbandingan Nilai Stabilitas Penggunaan *Filler* Serbuk Kulit Kerang Dengan Abu Batu Pada Campuran Beton Aspal" Bekasi: Universitas Islam Bekasi. Direktorat Jendral Bina Marga.
- Rini, Tiara Kusuma, Wahyudi Pratama dan Anis Amarwati. 2015. "Pengaruh Penambahan Limbah Karet Ban Terhadap Kuat Tekan Marshall Pada Campuran Beton Aspal" Jakarta: Universitas Borobudur.
- Rosyad, Farlin, Niko Prastyo dan Mudiono Kasmuri. 2018. "Analisis Pengaruh Penambahan Limbah Karet Terhadap Durabilitas Dan Flexibilitas Aspal Beton (AC-WC)" Palembang: Universitas Binadarma.
- Satyagraha, Fauzi. 2018. "Pengaruh Penambahan Limbah Ban Dalam Bekas Kendaraan Dan *Filler* Limbah Karbit Pada Laston (Ac-Bc) Terhadap Karakteristik Marshall" Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Septiawan, Tevit Dwi. 2013. "Pengaruh Penggunaan Bahan Tambah Serbuk Karet Ban Pada Campuran Lapis Aspal Beton" Jurnal Rekayasa Sipil/Vol 1 No 1-Februari 2013 ISSN 2337-7720.
- Simanjuntak, Risma Masniari, Gatto Kijo Abugau. 2020. "Pemanfaatan *Filler* Kapur Cangkang Kerang Sebagai Pengganti *Filler* Abu Batu Untuk Meningkatkan Durabilitas Beton Aspal Terhadap Perendaman" Jakarta: Universitas Kristen Indonesia.
- Siregar, Shinta M. 2009. "Pemanfaatan Kulit Kerang dan Resin Epoksi Terhadap Karakteristik Beton Polimer". Medan: Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara.
- Widyaningsih, Nunung, Fiko Farnolo Hamzah. 2019. "Pengaruh Variasi Kadar *Filler* Abu Cangkang Kerang Terhadap Parameter *Marshall* Di Lapisan Laston Ac-Wc" Jakarta: Universitas Mercu Buana.
- Yamin, R. Anwar, Herman. 2005. "Pengaruh Lingkungan Tropis Indonesia Pada Penuaan Aspal dan Modulus Kekakuan Resilien Campuran Beraspal" Bandung: Institut Teknologi Nasional (Itenas).**