

PENGARUH PENAMBAHAN KARET BAN BEKAS TERHADAP SIFAT MARSHALL CAMPURAN ASPAL AC-WC

Gilberth Gerent Yoni Riruma¹⁾, Hamkah²⁾, Penina T. Istia³⁾

^{1,2,3)}Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ambon

¹⁾gilberthriruma23@gmail.com, ²⁾hamkah27@yahoo.co.id, ³⁾penina.istia@gmail.com

ABSTRACT

Road damage that occurs in Ambon City where the road always has cracks and holes due to asphalt made from petroleum residue which is getting thinner every day makes people uncomfortable driving, therefore it is necessary to add materials to improve the quality of asphalt. Therefore, the author uses waste rubber from used tires as an added ingredient in the AC-WC asphalt mixture. This study aims to determine the asphalt content of the AC-WC mixture based on the selected working mixture formulation and analyze the effect of adding waste rubber from used tires on the marshall properties of the AC-WC asphalt mixture. From the results of testing and analysis carried out the most effective addition of used tire rubber content is at 6%, with an increase in stability value of 1128.15 kg, VIM of 3.27%, VMA of 15.11%, VFB of 78.33 %, flow is 3.37 mm and MQ is 335.48 kg/mm. Compared with the stability value without the addition of used rubber, the stability value is 426.07 kg. And the added material of used rubber tires with a content of 8% has a decreased stability value of 988.93 kg. The increase in the stability value is also found at the level of 4% with a stability value of 1220.96 kg. an increase also occurred at a level of 2% with a stability value of 1256.17 kg.

ABSTRAK

Kerusakan jalan yang terjadi pada Kota Ambon dimana jalan tersebut selalu terjadi retak-retak dan berlubang dikarenakan aspal yang terbuat dari residu minyak bumi yang semakin hari semakin menipis kemudian membuat masyarakat tidak nyaman dalam berkendara, oleh karena itu perlu penambahan bahan untuk meningkatkan kualitas aspal, maka itu penulis memakai limbah karet ban bekas sebagai bahan tambah dalam campuran aspal AC-WC. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kadar aspal campuran AC-WC berdasarkan rumusan campuran kerja yang dipilih dan menganalisis pengaruh penambahan limbah karet ban bekas terhadap sifat marshall bagi campuran aspal AC-WC. Dari hasil pengujian dan analisis yang dilakukan penambahan kadar karet ban bekas yang paling efektif adalah pada kadar 6%, dengan kenaikan nilai stabilitas yaitu 1128,15 kg, VIM sebesar 3,27%, VMA sebesar 15,11 %, VFB sebesar 78,33%, flow sebesar 3,37 mm dan MQ sebesar 335,48 kg/mm. Dibandingkan dengan nilai stabilitas tanpa penambahan karet ban bekas dengan nilai stabilitas yaitu 426,07 kg. Dan bahan tambah ban karet bekas dengan kadar 8% memiliki penurunan nilai stabilitas yaitu 988,93 kg. Kenaikan nilai stabilitas juga terdapat pada kadar 4% dengan nilai stabilitas yaitu 1220,96 kg. Kenaikan terjadi juga pada kadar 2% dengan nilai stabilitas yaitu 1256,17 kg.

Kata kunci: aspal AC-WC; karet ban bekas; marshall

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan sarana transportasi bagi masyarakat yang sangat penting. Dengan masalah kerusakan sekarang ini yang terjadi di Kota Ambon dimana jalan selalu terjadi retak-retak dan berlubang yang membuat masyarakat tidak nyaman dalam berkendara, kerusakan tersebut terjadi karena aspal yang terbuat dari residu minyak bumi semakin hari semakin menipis yang di karenakan oleh perubahan cuaca dan perubahan lingkungan

Kerusakan tersebut juga terjadi karena pengikisan oleh air hujan dan juga pembebanan yang terjadi berlebihan (*overload*) yang mengakibatkan jalan tersebut berlubang dan retak-retak. Oleh karena dari masalah kerusakan jalan yang terjadi, Maka perlu penambahan bahan untuk meningkatkan kualitas aspal menjadi lebih baik, maka itu peneliti memakai bahan tambahan limbah karet ban bekas sebagai bahan tambahan yang di mana pemakaian limbah karet ban

bekas tersebut bisa mengurangi limbah karet ban bekas.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Metode Marshall

Setelah semua benda uji dibuat maka tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian untuk memperoleh hasil yang diinginkan dengan alat yang bernama *Marshall Test*. Pemeriksaan dengan *Marshall Test* pertama kali diperkenalkan oleh Bruce Marshall dan dikembangkan oleh U.S Corps of Engineer. Hasil pemeriksaannya, Marshall menggunakan prosedur PC-020176, AASHTO T 245-74 atau ASTM D 1559-62T (Sukirman, 2010). *Marshall Test* merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan *proving ring* (cincin penguji) yang berkapasitas 2500 kg atau 5000 pon. *Proving ring* dilengkapi dengan arloji pengukur yang berguna untuk mengukur stabilitas campuran, sedangkan arloji kelelahan (*flow meter*) berfungsi untuk mengukur kelelahan plastis (*flow*). Setelah

dilakukan *Marshall Test* menurut Sukirman (2010) dikutip dari Fauzi Satyagraha (2018), metode marshall akan diperoleh data- data sebagai berikut :

1. Stabilitas yang dinyatakan dalam bilangan bulat. Stabilitas menunjukkan kekuatan dan ketahanan terhadap terjadinya alur (*ruting*).
2. Kelelahan plastis (*flow*) yang dinyatakan dalam mm atau 0,01 inch. *Flow* dapat digunakan sebagai indikator terhadap lentur.
3. VIM (*Void In Mix*) yang merupakan persen rongga dalam campuran dan dinyatakan dalam bilangan desimal satu angka belakang koma.
4. VMA (*Void in Mineral Agregat*) yang merupakan persen rongga terhadap agregat dan dinyatakan dalam bilangan bulat. VMA bersama dengan VIM merupakan indikator.
5. Marshall Question adalah nilai pendekatan yang hampir menunjukkan nilai kekakuan suatu campuran beraspal dalam menerima beban. Nilai MQ diperoleh dari perbandingan antara nilai stabilitas yang telah di koreksi terhadap nilai kelelahan (*flow*), dan dinyatakan dalam satuan kg/mm atau KN/mm dari durabilitas.

Berikut ini merupakan rumus-rumus yang digunakan untuk mencari nilai dari parameter-parameter marshall:

1. Stabilitas

$$S = pxq \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- S : Nilai stabilitas (kg)
- p : Pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat
- q : Angka koreksi tebal benda uji

2. Kelelahan (*Flow*)

Flow adalah tingkat kelelahan campuran ketika diuji dalam keadaan suhu ekstrim yaitu 60 °C. Dikarenakan tidak tersedianya alat *flowmeter* di laboratoium, maka nilai flow didapat dari hasil mengurangi rata-rata diameter awal benda uji sebelum pengujian dengan rata-rata diameter benda uji setelah pengujian.

3. VIM (*void in the mix*)

$$Vim = \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- VIM :Rongga udara pada campuran, (%)
- G_{mm} :Berat jenis campuran maksimum setelah pemadatan, (gr/cc)
- G_{mb} :Berat jenis *bulk* campuran setelah pemadatan, (gr/cc)

4. VMA (*void in mineral agregate*)

$$VMA = \frac{100(G_{sb} - G_{mb} + G_{mb})Ps}{G_{mm}} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- G_{mb} : Berat jenis *bulk* campuran setelah pemadatan, (gr/cc)
- G_{sb} : Berat janis *bulk* dari total agregat, (gr/cc)

Ps : Presentase kadar agregat terhadap berat total campuran (%)

VMA : Rongga udara pada mineral agregat (%)

5. VFA(*void filled with asphalt*)

$$VFA = \frac{VMA - VIM}{VMA} 100 \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

- VFA : Persentase rongga udara yang terisi aspal, (%)
- VMA : Persentase rongga udara pada mineral agregat, (%)
- VIM : Persentase rongga udara pada campuran, (%)

6. Marshall Quotient

$$MQ = \frac{S}{F} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

- MQ= Nilai Marshall Quotient (kg/mm)
- S = nilai stabilitas (kg)
- F= nilai *flow* (mm)

3. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode kuantitatif dengan rancangan penelitian eksperimen di laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Ambon dengan menggunakan metode pengujian Sifat Marshall dengan variasi kadar karet ban bekas 0%, 2%, 4%, 6%, dan 8%. Pemilihan kadar karet ban bekas 0%, 2%, 4%, 6%, dan 8% agar dapat memenuhi spesifikasi karena dipengujian sebelumnya menggunakan kadar karet ban bekas 0%, 1%, 2%, 3%, 4% namun tidak memenuhi spesifikasi umum Bina Marga 2018 maka dapat disimpulkan jika terlalu sedikit atau terlalu banyak kadar karet ban bekas maka tidak memenuhi spesifikasi dan tidak mendapatkan hasil yang maksimal. Pembuatan briket dari masing –masing kadar karet ban bekas yaitu 3 briket , jadi jumlah pembuatan briket yaitu 15 buah briket. Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan :

- a. Aspal, agregat halus, agregat kasar dari Quarry Air Sakula Desa Laha, Kecamatan Teluk Ambon.
- b. Serbuk ban bekas kendaraan roda 2 dari bengkel Kenzo Desa Tawiri Kecamatan Teluk Ambon. Proses ini dilakukan dengan cara menggunting ban bekas kemudian dibakar hingga menjadi serbuk.



Sumber: Penulis, 2022

Gambar 1. Bahan Uji material

Benda uji yang digunakan yaitu gunting, kompor, kaleng bekas. Dimana proses pengujiannya dilakukan dengan menimbang karet ban bekas masing-masing 2%, 4%, 6%, dan 8%. Kemudian panaskan aspal dengan penetrasi 60/70 pada suhu 160°C. Setelah itu masukan karet ban bekas dengan kadar yang telah ditentukan dan diaduk kemudian masukan agregat lainnya yang sudah ditimbang setelah itu diaduk.

2. Alat :

- a. 1 unit alat uji analisa saringan
- b. 1 unit alat uji nberat jenis dan penyerapan
- c. 1 unit Mesin Los Angels
- d. 1 unit alat penetrasi
- e. 4 unit alat pencetak Briket (Mold)
- f. 1 unit alat marshall
- g. 1 unit alat daktilitas
- h. 1 unit alat penetrasi
- i. 1 unit alat uji titik lembek

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Marshall

Analisa terhadap data marshall didasarkan pada Bina Marga Nomor 16.1/SE/Db/2020 tentang sepsifikasi umum Bina Marga 2018 untuk pekerjaan konstruksi jalan dan jembatan (Revisi 2). Dimana untuk campuran aspal beton (AC-WC) parameter Marshall dianjurkan untuk dipenuhi dalam penentuan kadar aspal optimum adalah kepadatan, stabilitas, kelelahan (*Flow*), Marshall Question. Berikut ini adalah tabel spesifikasi ketentuan sifat-sifat laston AC.

Tabel 1. Spesifikasi ketentuan-ketentuan sifat laston AC

Sifat-sifat campuran	Laston	Satuan
Kadar aspal efektif	Min 5,9	%
Rongga dalam campuran (VIM)	Min 3 Maks 5	%
Rongga dalam agregat (VMA)	Min 15	%
Rongga terisi aspal (VFB)	Min 65	%
Stabilitas marshall	Min 800	Kg
Pelelehan (<i>flow</i>)	Min 2	Mm
	Maks 4	Mm
Marshall quotient (MQ)	Min 250	Kg/mm

Sumber : bina marga 2018

Tabel 2..Perhitungan Marshall

% AC Spec. no	% eff. a.c Spec. no	Berat Benda Uji (gram)			Isi Benda F	BJ campuran padat G	BJ Maksimum H	
		kering C	dalam air D	ssd E				
A	B	C	D	E	F	G	H	
% a.c by wt of mix	% Eff a.c by wt of mix				E - D	C	100	
						F	A	100 - A
							T	V
6.10	5.46	1188.03	681.00	1191.11	510.11	2.33		
		1185.17	675.00	1189.25	514.25	2.30		
		1183.33	679.00	1187.22	508.22	2.33		
						2.32		2.34
6.10	5.46	1188.36	678.00	1191.81	513.81	2.31		
		1179.70	671.00	1189.66	518.66	2.27		
		1186.83	675.00	1189.66	514.66	2.31		
						2.30		2.34
6.10	5.46	1188.98	666.00	1189.75	523.75	2.27		
		1184.26	679.00	1187.63	508.63	2.33		
		1185.94	674.00	1192.50	518.50	2.29		
						2.30		2.34
6.10	5.46	1185.42	668.00	1190.20	522.20	2.27		
		1184.82	666.00	1189.07	523.07	2.27		
		1188.39	670.00	1196.35	526.35	2.26		
						2.26		2.34
6.10	5.46	1193.82	684.00	1199.08	515.08	2.32		
		1187.78	678.00	1194.79	516.79	2.30		
		1189.89	680.00	1195.83	515.83	2.31		
						2.31		2.34
SPESIFIKASI TEKNIS TAHUN 2010 REVISI 3								

Sumber: Penulis, 2023

Eff Aspal J	Volume % of total		V.M.A (%) M	% Voids filled VFB N	Stability (kg)		Flow (mm) S	Marshall Question (kg/mm) T
	Aggregat K	air void L			means O	adjust P		
B x G	(100-A) x G	H - G x 100	G x (100-A)					
		H	U					
T	U	or 100 - J - K	or J + L					
					116.0	283.50	2.70	105.00
					204.0	498.58	3.10	160.83
					203.0	496.13	2.40	206.72
12.11	86.88	1.01	13.12	92.30	426.07	2.73	157.52	
					264	1267.37	3.10	408.83
					248	1190.56	2.90	410.54
					273	1310.57	3.70	409.68
11.99	86.02	1.99	13.98	85.79	1256.17	3.2	409.68	
					245	1176.16	3.10	379.41
					245	1176.16	3.40	345.93
					273	1310.57	3.80	344.89
11.98	85.93	2.09	14.07	85.11	1220.96	3.25	356.74	
					230	1104.15	3.20	345.05
					230	1104.15	3.50	315.47
					245	1176.16	3.40	345.93
11.82	84.77	3.41	15.23	77.58	1128.15	3.37	335.48	
					210	1008.13	3.40	296.51
					133	638.49	3.60	177.36
					275	1320.18	3.50	377.19
12.04	86.39	1.57	13.61	88.49	988.93	3.50	283.69	
		3 - 5	Min 15	Min 65		Min 800	Min 2-4	Min 250

Tabel 3. Stabilitas, Flow dan Marshall Question

Stability (kg)		Flow	Marshall Question
Means	adjust	(mm)	(kg/mm)
O	P	S	T
116	183,50	2,70	165,00
204	498,58	3,10	160,83
203	496,13	2,40	206,72
	426,07	2,73	157,52
264	1267,17	3,10	408,83
248	1190,36	2,90	410,54
273	1310,37	3,70	409,68
	1256,17	3,2	409,68
245	1176,16	3,10	319,41
245	1176,16	3,40	315,93
273	1310,37	3,80	314,89
	1220,96	3,25	356,74
230	1104,15	3,20	315,03
230	1104,15	3,50	315,47
245	1176,16	3,40	315,93
	1128,15	3,37	335,48
210	1008,13	3,40	296,51
133	338,49	3,60	177,36
275	1320,18	3,50	317,19
	988,93	3,50	283,69
	Min 800	Min 2-4	Min 250

Sumber: Penullis, 2022

Keterangan :

- a. Warna hijau : Memenuhi spesifikasi teknis 2018 revisi II
- b. Warna merah : Tidak memenuhi spseifikasi teknis 2018 revisi II

Berdasarkan tabel 2 dan 3 maka hasil pengujian dari penambahan karet ban bekas terhadap sifat marhall yang memenuhi spesifikasi bina marga 2018 revisi 2 yaitu paling efektif yaitu pada kadar karet ban bekas 6% dengan nilai VIM sebesar 3,1%, nilai VMA sebesar 15,23%, nilai VFB sebesar 77,8%, nilai stabilitas sebesar 1128,15kg , nilai flow sebesar 3,37 mm dan nilai MQ sebesar 335,48 kg/mm.

4.2. Data Marshall

Tabel 4. Data Marshall

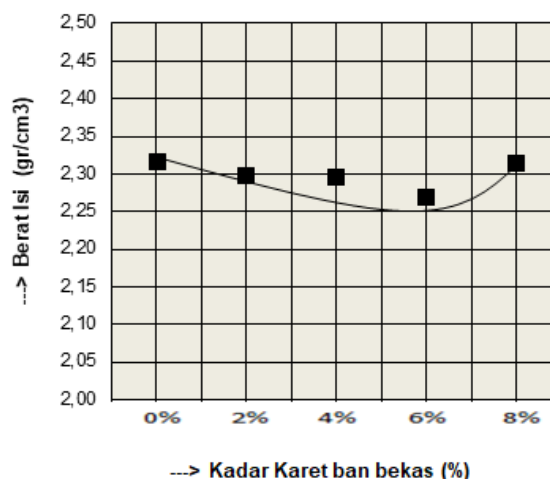
Data marshall untuk AC-WC							
KA	BI	VMA	VIM	VFB	STABIL	FLOW	MQUES
6,10	2,32	13,12	1,01	92,30	426,07	2,73	157,52
6,10	2,30	13,98	1,59	85,79	1310,57	3,70	409,68
6,10	2,30	14,07	2,09	85,11	1220,96	3,25	356,74
6,10	2,26	15,23	3,41	77,58	1128,15	3,37	335,48
6,10	2,31	13,61	1,57	88,49	988,93	3,50	283,69
		Min 15	3-5	Min 55	Min 800	Min 2-4	Min 250

Spesifikasi teknis tahun 2018 revisi 2

Sumber: Marshall 2018

4.3. Diagram Hasil Perhitungan Marshall Test

KADAR KARET BAN BEKAS VS BERAT ISI

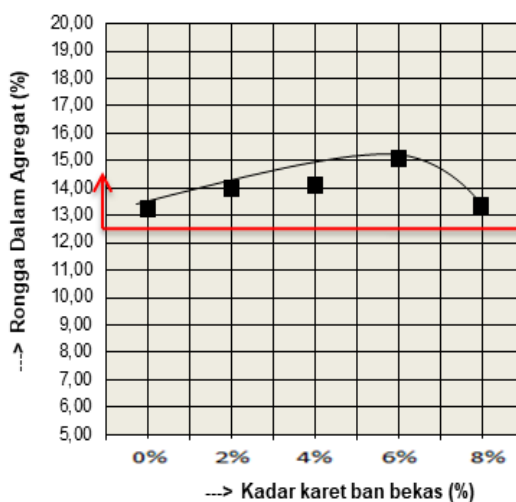


Sumber: Penulis, 2022

Gambar 2. Grafik hubungan kadar karet ban bekas VS Berat isi

Sesuai dengan gambar 2 hubungan kadar karet ban bekas VS berat isi dari grafik diatas memiliki nilai yang berbeda-beda yaitu sebagai berikut berat isi 0% mendapat nilai 2,32 gr/cm³, berat isi 2% dan 4% memiliki nilai yang sama yaitu 2,30 gr/cm³, berat isi 6% memiliki nilai 2,26 gr/cm³, berat isi 8% mendapat nilai sebesar 2,31 gr/cm³ maka nilai tertinggi tercapai pada campuran aspal dan karet ban bekas pada kadar 0%, dengan hasil rata-rata nilai berat isi sebesar 2,32 gr/cm³.

KADAR KARET BAN BEKAS VS VMA

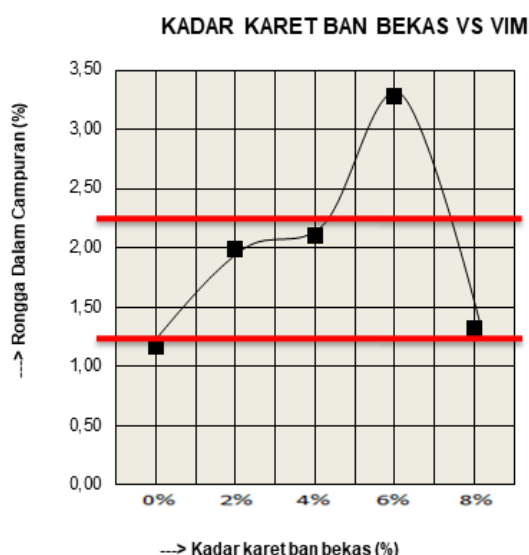


Sumber: Penulis, 2022

Gambar 3. Diagram hubungan VMA dan Karet Ban Bekas

Hubungan kadar karet ban bekas VS VMA sesuai gambar 3 menunjukkan bahwa penambahan karet ban bekas mempengaruhi nilai VMA. Dimana nilai VMA menggunakan penambahan karet ban

bekas lebih tinggi dari pada yang tidak menggunakan bahan tambah karet ban bekas, tetapi juga terlihat bahwa lebih banyak penambahan kadar karet ban bekas juga terdapat penerunan nilai VMA seperti gambar di atas di lihat bahwa penerunan terjadi pada kadar aspal 8% dengan nilai VMA sebesar 13,61% . Penambahan karet ban bekas yang efektif dan memenuhi spesifikasi bina marga 2018 revisi 2 terdapat pada kadar karet ban bekas 6%, dengan nilai VMA sebesar 15,23%.



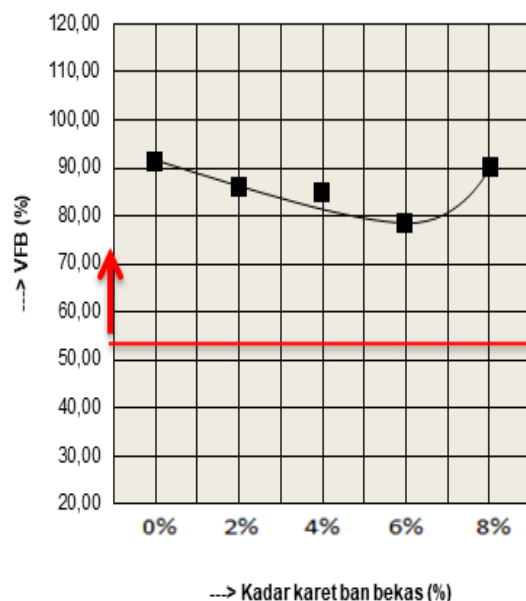
Sumber: Penulis, 2022

Gambar 4. Diagram hubungan VIM dan karet ban bekas

Gambar 4 menunjukkan hubungan kadar karet ban bekas VS VIM menunjukkan bahwa penambahan karet ban bekas mempengaruhi nilai VIM. Dimana nilai VIM menggunakan penambahan karet ban bekas lebih tinggi dari pada yang tidak menggunakan bahan tambah karet ban bekas, tetapi juga terlihat bahwa lebih banyak penambahan kadar karet ban bekas juga terdapat penerunan nilai VIM seperti gambar di atas di lihat bahwa penerunan terjadi pada kadar aspal 8% dengan nilai VIM sebesar 1,57% . Penambahan karet ban bekas yang efektif dan memenuhi spesifikasi bina marga 2018 revisi 2 terdapat pada kadar karet ban bekas 6%, dengan nilai VIM sebesar 3,41%.

Keterangan : garis hitam membandingkan beberapa kumpulan data atau hasil pengujian sehingga dapat membantu pembaca untuk dapat mengidentifikasi dengan tujuan mengetahui dimana perubahan atau peningkatan yang terjadi. Garis merah yaitu sebagai batas untuk mengetahui hasil terendah dan tertinggi.

KADAR KARET BAN BEKAS VS VFB

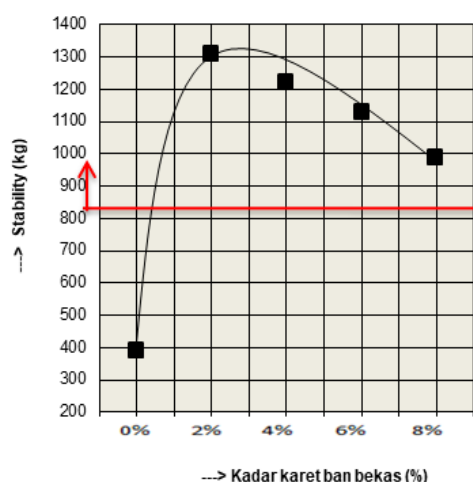


Sumber: Penulis, 2022

Gambar 5. Diagram hubungan VFB dan karet ban bekas

Dari gambar 5 hubungan kadar karet ban bekas VS VFB menunjukkan bahwa semua kadar karet ban bekas mempengaruhi nilai VFB. Dimana semua nilai VFB memenuhi spesifikasi bina marga 2018 revisi 2. Nilai VFB tertinggi terdapat pada kadar karet ban bekas dengan nilai VFB sebesar 92,30%. Pada diagram di atas nilai VFB tertinggi penambahan karet ban bekas terdapat pada kadar karet ban bekas 8% dengan nilai VFB sebesar 88,89%.

KADAR KARET BAN BEKAS VS STABILITY

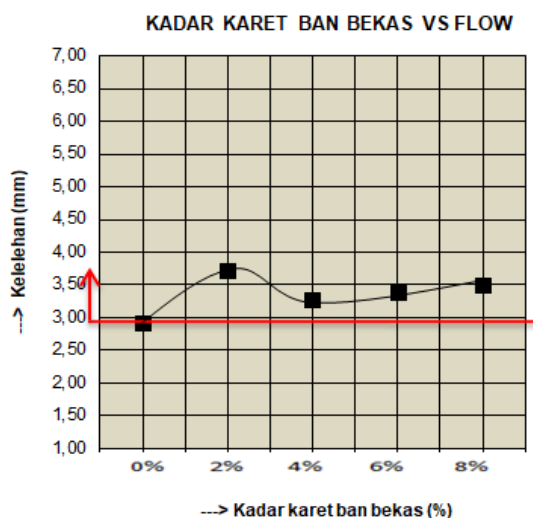


Sumber: Penulis, 2022

Gambar 6. Diagram hubungan stability dan karet ban bekas

Pada gambar 6 hubungan kadar karet ban bekas VS stability menunjukkan bahwa semua penambahan

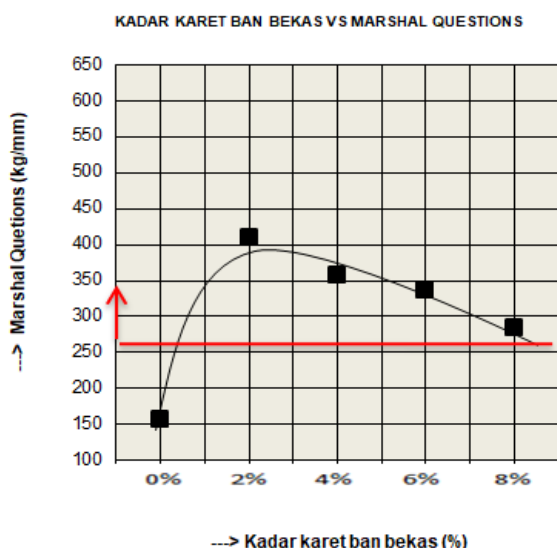
karet ban bekas memenuhi spesifikasi bina marga 2018 revisi 2 kecuali tanpa penambahan kadar karet ban bekas yang tidak memenuhi spesifikasi. Dimana nilai stabilitas tertinggi terdapat pada kadar karet ban bekas 2% dengan nilai sebesar 1310,57 kg.



Sumber: Penulis, 2022

Gambar 7. Diagram hubungan flow dan karet ban bekas

Berdasarkan gambar 7 hubungan kadar karet ban bekas VS flow menunjukkan bahwa semua penambahan karet ban bekas memenuhi spesifikasi bina marga 2018 revisi 2. Dimana nilai flow tertinggi terdapat pada kadar karet ban bekas 2% dengan nilai sebesar 3,70 mm.



Sumber: Penulis, 2022

Gambar 8. Diagram hubungan MQ dan karet ban bekas

Hubungan kadar karet ban bekas VS flow berdasarkan gambar 8 menunjukkan bahwa semua penambahan karet ban bekas memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2 kecuali tanpa penambahan

kadar karet ban bekas atau 0%. Dimana nilai MQ tertinggi terdapat pada kadar karet ban bekas 2% dengan nilai sebesar 409,68 kg/mm. diagram di atas menunjukkan bahwa semakin penambahan kadar karet ban bekas terjadi penurunan nilai MQ. Penurunan terjadi pada kadar aspal 4% dengan nilai MQ sebesar 356,74 kg/mm, pada kadar karet ban bekas 6% dengan nilai MQ sebesar 335,48 kg/mm, penurunan juga terjadi pada kadar karet ban bekas 8% dengan nilai MQ sebesar 283,69 kg/mm. Dengan demikian kadar karet ban bekas yang memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2 terdapat pada kadar aspal ban bekas yaitu 6% . Sedangkan kadar aspal 0%, 2%, 4%, dan 8% tidak memenuhi spesifikasi karena nilai VMA, VIM, VFB, stability, flow, dan marshall question tidak mencakup spesifikasi Bina Marga 2018.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Karakteristik marshall AC-WC pada kadar aspal 6% terdiri dari VIM, VMA, VFB, Stability, Flow, Marshall Questions, dimana nilai VIM sebesar 3,27%, VMA sebesar 15,11 %, VFB sebesar 78,33%, Stability sebesar 1128,15 kg, Flow sebesar sebesar 3,37 mm, dan Marshall Questions (MQ) Sebesar 335,48 kg/mm.
2. Penambahan kadar karet ban bekas yang paling efektif adalah pada kadar 6%, dengan kenaikan nilai stabilitas yaitu 1128,15 kg, VIM sebesar 3,27%, VMA sebesar 15,11 %, VFB sebesar 78,33%, flow sebesar 3,37 mm dan MQ sebesar 335,48 kg/mm.
3. Dibandingkan dengan nilai stabilitas tanpa penambahan karet ban bekas dengan nilai stabilitas yaitu 426,07 kg. Dan bahan tambah ban karet bekas dengan kadar 8% memiliki penurunan nilai stabilitas yaitu 988,93 kg. Kenaikan nilai stabilitas juga terdapat pada kadar 4% dengan nilai stabilitas yaitu 1220,96 kg. kenikan terjadi juga pada kadar 2% dengan nilai stabilitas yaitu 1256,17 kg.

5.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan dari hasil perhitungan penambahan karet ban bekas terhadap sifat marshall campuran aspal AC-WC, maka perlu saran-saran agar penelitian ini lebih baik dan bermanfaat demi kenyamanan dalam berkendara yaitu sebagai berikut :

1. Untuk melakukan penelitian lanjutan terlebih dahulu mencari kadar aspal optimum (KAO) untuk mendapatkan kualitas campuran kadar aspal yang lebih efektif atau lebih baik.
2. Agar pengujian ini dapat dilanjutkan untuk mendapatkan kualitas campuran yang baik. Supaya pemanfaatan limbah karet ban bekas ini dapat mengurangi limbah pada lingkungan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananda, T, S. 2009. *Pengaruh gradasi dan penggunaan serbuk ban bekas terhadap kinerja campuran beton Aspal Lapis Aus (AC-WC)*. Tesis untuk derajat magister system dan jalan raya. Institut Teknologi Bandung
- Anonim,1991, *Metode pengujian campuran aspal dengan alat marshall, SK SNI M-58-1990-03*, yayasan badan penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta
- Binus.2014.*PembuataAspal*.<http://librarybinus.ac.id/2014/02/pembuatanaspal.pdf>
- Bina Marga. 2010. *Spesifikasi Umum 2010*. Balai Besar Pelaksanaan Jalan. Nasional V.
- Bukit, N & Frida, E. 2011. *Pengelolaan Ban Bekas Berwawasan Lingkungan menjadi bahan bumper pada outomotif*. Medan: jurnal teknologi Indonesia
- Bina Marga (2010), *nilai penetrasi Aspal 60/70*.(sumber : Kementerian Pekerjaan Umum-spesifikasi aspal keras).
- Fannisa, H, Wahyudi, M, (2010). *Perencanaan Campuran Aspal Beton dengan Menggunakan Filler Kapur*
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2019). *Spesifikasi campuran beraspal panas dengan aspal yang mengandung karet alam*
- RSNI M-01-2003. *Metode pengujian campuran beraspal panas denga alat marshall*
- Penggunaan limbah ban bekas,(2019). <http://ikft.kemenperin.go.id/industri-kimia-hilir-2/>.
- Sugianto,G. 2008. *Kajian Karakteristik Campuran Hot Rolled Asphalt Akibat Penambahan Limbah Serbuk Ban Bekas*. Jurnal Teknik Sipil, 8(2):91-104
- Sukirman. S 992. *Perkerasan jalan raya*. Bandung:Nova
- Sukirman, (2013) *Marshall menggunakan prosedur PC-020176, AASHTOT 245-74 atau ASTM D 1559-62T*
- Subganata, B., 2012, *Pengaruh penambahan serbuk ban bekas terhadap kinerja campuran aspal panas jenishot rolled sheet (HRS)*. Universitas Darwa Ali. Vol 2 edisi Mei 2012 – Agustus 2012
- Spelman, R.H. 1998. *Perusahaan Ban dan Karet Umum*. Aula Prentice. Universitas Miciga
- Sukirman Silvia, 2010, *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*, Penerbit Nova, Bandung.
- Spesifikasi Teknis Tahun 2018 Revisi II. *Ketentuan sifat-sifat laston (AC)*
- SNI 1969:2011. *Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar sepsifikasi teknis Tahun 2018 Revisi II*.
- SNI 1970:2011. *Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar sepsifikasi teknis Tahun 2018 Revisi II*.
- SNI 2432:2011. *Metode pengujian daktalitas aspal sepsifikasi teknis Tahun 2018 Revisi II*.
- SNI 2441:2011. *Metode pengujian berat jenis aspal sepsifikasi teknis Tahun 2018 Revisi II*.
- SNI 06-2489-1991. *Metode pengujian campuran beraspal dengan alat marshall sepsifikasi teknis Tahun 2018 Revisi II*.
- SNI ASTM C136;2012. *Metode pengujian analisa saringan agregat halus dan agregat kasar sepsifikasi teknis Tahun 2018 Revisi II*.
- SNI 2439:2011.*Metode pengujian kelekatan agregat terhadap aspal sepsifikasi teknis Tahun 2018 Revisi II*.