

UJI MARSHALL PADA CAMPURAN *ASPHALT CONCRETE BINDER COURSE* (AC-BC) DENGAN TAMBAHAN PARUTAN BAN BEKAS

Cut Khairani DE¹, Sofyan M. Saleh², Sugiarto³

¹⁾ Mahasiswa Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syeh Abdul Rauf No. 7, Darussalam Banda Aceh 23111,
email: cutkhairani.de@gmail.com

^{2,3)} Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syeh Abdul Rauf No. 7, Darussalam Banda Aceh 23111,
email sofyan.saleh@unsyiah.ac.id², sugiarto@unsyiah.ac.id³

Abstract : *Endurance of asphalt concrete pavement on traffic load and temperature depends on the type and composition of aggregates, asphalt and filler used. Many attempts have been made to improve the quality of the mixture, such as using modified asphalt. Modified asphalt made by mixing asphalt pen. 60/70 with addition material. In this research, we used crumb rubber as an aggregate substitute material on AC-BC mixture. This study aims to determine the influence of additional substitution of used crumb rubber. The first step of the research is to find the optimum asphalt content (OAC), then add the crumb rubber as an aggregate substitute material from 0%, 1%, 2%, 3%, 4% and 5% to the weight of the mixture. The results showed that the percentage of crumb rubber influenced Marshall parameters value, especially the value of stability, VIM and VMA at 5.285% asphalt content. The highest stability value was found in the mixture of 2% crumb rubber is 1128.48 Kg. The highest VIM value is in the 5% mixture of the used crumb rubber is 16.94%. The highest VMA value is in the 5% mixture of the used crumb rubber is 27.88% and the highest flow value is in the 5% crumb rubber mixture of 4.97 mm. However, in MQ value increase and decrease that happened very big. No big changes in the density and VFA values for all substitutions of crumb rubber. For the durability value of AC-BC mixture with crumb rubber variation > 90% requirement only on crumb rubber 1%.*

Keywords : *Asphalt Concrete Bearing Course (AC-BC), Crumb Rubber, Marshall Parameters*

Abstrak: Ketahanan perkerasan beton aspal terhadap beban lalu lintas dan temperatur sangat tergantung pada jenis dan komposisi agregat, aspal serta *filler* yang digunakan. Banyak usaha telah dilakukan untuk meningkatkan kualitas campuran, salah satunya dengan menggunakan aspal modifikasi. Aspal modifikasi dibuat dengan mencampur aspal pen. 60/70 dengan bahan tambah. Pada penelitian ini bahan tambah yang digunakan adalah parutan ban karet bekas sebagai bahan pengganti agregat pada campuran AC-BC. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi tambahan ban karet bekas sebagai bahan pengganti agregat. Tahapan awal penelitian adalah mencari Kadar Aspal Optimum (KAO), kemudian dilakukan penambahan parutan ban karet bekas sebagai bahan pengganti agregat mulai dari 0%, 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% terhadap berat campuran. Dari hasil penelitian menunjukkan penambahan persentase parutan ban bekas mempengaruhi nilai parameter Marshall, terutama nilai stabilitas, VIM dan VMA pada kadar aspal 5,285%. Nilai stabilitas tertinggi didapat pada campuran 2% parutan ban bekas yaitu 1128,48 Kg. Nilai VIM tertinggi ada pada campuran 5% parutan ban bekas yaitu 16,94%. Nilai VMA tertinggi ada pada campuran 5% parutan ban bekas yaitu 27,88% dan nilai *flow* tertinggi ada pada campuran 5% parutan ban bekas yaitu 4,97 mm. Namun pada nilai MQ kenaikan dan penurunan yang terjadi sangat besar. Nilai *Density* dan VFA tidak terjadi perubahan yang besar untuk semua substitusi variasi parutan ban. Untuk nilai durabilitas campuran AC-BC dengan variasi parutan ban yang memenuhi persyaratan $\geq 90\%$ hanya pada pemakaian parutan ban 1%.

Kata kunci : Campuran AC-BC, Parutan Ban Karet Bekas, Parameter Marshall

Konstruksi jalan di Indonesia sebagian besar merupakan konstruksi lapisan perkerasan lentur, di mana aspal berfungsi sebagai bahan pengikat agregat berkisar antara 4-10%

berdasarkan berat dan 10-15% berdasarkan volume dari campuran antara agregat dan aspal, sehingga kualitas aspal sangat menentukan keawetan dari suatu perkerasan lentur. Aspal yang berasal dari residu minyak bumi semakin hari semakin menipis persediaannya dengan harga yang cenderung terus naik, sehingga dibutuhkan bahan lain yang dapat menaikkan kualitas aspal dan perkerasan lentur. Salah satunya adalah penggunaan parutan karet bekas untuk mengurangi penggunaan aspal untuk menggantikan batu sebagai agregat pada campuran panas aspal beton.

Penggunaan ban bekas sebagai bahan tambah (*additive*) aspal telah diteliti oleh *US Department of Transportation Federal Highway Administration* di Amerika sejak tahun 1986. Hasilnya penggunaan hasil parutan ban bekas mampu mereduksi kerusakan pada perkerasan lentur yang diakibatkan oleh faktor cuaca dan lalu lintas (Sugiyanto, 2008 dikutip dari AASHTO, 1982). *Road Research Centre, Ministry of Public Work* di Kuwait menyatakan penambahan 2% latek dan 5% parutan ban bekas terhadap aspal dapat mencegah terjadinya retak-retak, *bleeding* dan memperkecil terjadinya pelepasan butir pada permukaan perkerasan lentur.

Sebagai *filler*, Semen *Portland* dalam campuran aspal akan mengisi daerah kosong (rongga-rongga) antara aspal dan agregat kasar. Semen adalah bahan yang mempunyai sifat *adhesif* dan *kohesif* digunakan sebagai bahan pengikat (*Bonding material*) yang dipakai

bersama batu kerikil, pasir dan diberi air dan selanjutnya akan mengeras menjadi suatu masa yang padat.

Berdasarkan hipotesa diatas, maka perlu dilakukan penelitian terhadap pengaruh penggunaan parutan karet bekas sebagai bahan pengganti agregat terhadap karakteristik campuran AC-BC sebesar 0%, 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% terhadap berat campuran dengan menggunakan *filler* semen Portland.

KAJIAN KEPUSTAKAAN

Aspal Modifikasi

Aspal modifikasi adalah aspal yang dibuat dengan mencampur aspal keras dengan suatu bahan tambah. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai modifikasi aspal yaitu polimer (*plastomer* dan *elastomer*).

Rubberized Aspal

Crumb rubber adalah istilah yang biasanya digunakan untuk ban kendaraan bekas yang melalui proses penggilingan hingga berbentuk parutan. Crumb rubber biasanya diklasifikasikan menurut ukuran partikel. Cara mengukur besarnya butiran-butiran tersebut adalah dengan melewatkannya melalui ayakan. Ukuran ayakan yang biasa digunakan adalah mesh. Penambahan bahan tambah seperti parutan karet dalam bekas kendaraan roda 4 ke dalam campuran aspal dapat memberikan daya tahan yang lebih baik terhadap suhu tinggi maupun beban lalu lintas, dibandingkan dengan aspal tanpa bahan tambahan. (Faisal (2013), dikutip dari Kurniati (2004) dan Sugiyanto (2008)).

Lapisan Aspal Beton (Laston)

Laston adalah beton aspal bergradasi menerus yang umum digunakan untuk jalan-jalan dengan beban lalu lintas yang berat (Sukirman, 2003). Berdasarkan fungsinya, Laston terdiri dari tiga macam campuran, yaitu Laston lapis aus (AC-WC), Laston lapis pengikat (AC-BC) dan Laston lapis pondasi (AC-Base).

Lapis pengikat aspal beton atau Aspal Concrete Binder Course (AC-BC) adalah merupakan lapisan penghubung antara aspal beton lapisan aus atau AC-WC dengan lapisan Aspal Base (AC-Base) atau dengan lapisan pondasi atas atau Base

Ketentuan mengenai sifat-sifat dari campuran Laston (AC) dan Laston (AC-Mod) dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Ketentuan Sifat-sifat Laston (AC)

Sifat-sifat Campuran	Mi	Maks.
<i>Density</i> (gr/cm ³)	2	-
VIM (%)	3,0	5,0
VMA (%)	15	-
VFA (%)	65	-
Stabilitas Marshall (kg)	800	-
<i>Flow</i> (mm)	2	4
Marshall <i>Quotient</i> (kg/mm)	250	-
Stabilitas Marshall sisa (%)	90	-

Sumber: Bina Marga (2014)

Agregat

ASTM (*American Society for Testing and Material*) mendefinisikan agregat sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa massa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen. Agregat digunakan sebagai bahan campuran beraspal, membentuk suatu kombinasi ikatan yang seimbang di antara pembentuk campuran beraspal, mortar atau

beton. Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 9 – 95% berdasarkan persentase berat, atau 75% - 85% berdasarkan persentase volume (Sukirman, 2003).

Sement Portland

Semen *Portland* merupakan bahan utama atau komponen beton terpenting yang berfungsi sebagai bahan an-organik dengan bantuan air dan mengeras secara hidrolik. Sement *Portland* inilah yang dapat menyatu antara agregat halus dan agregat kasar sehingga mengeras menjadi beton.

Sement *Portland* harus memenuhi persyaratan yang diperlukan dalam PBI (1971). Kardiyono (1996 : 6) menyebutkan bahwa pada dasarnya dapat disebutkan 4 (empat) unsur yang paling penting dari Sement *Portland* adalah *Trikalsium Silikat* atau $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, *Dikalsium Silikat* atau $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, *Trikalsium Aluminat* atau $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$.

Aspal

Aspal didefinisikan sebagai suatu cairan yang lekat atau berbentuk padat, yang terdiri dari *hydrocarbons* atau turunannya, terlarut dalam *trichloro-ethylene* dan bersifat tidak mudah menguap serta lunak secara bertahap jika dipanaskan. Aspal berwarna hitam atau kecoklatan, memiliki sifat kedap air dan *adhesive*. (*British Standart*, 1989).

Gradasi agregat

Gradasi adalah distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat yang saling

mengisi sehingga terjadinya suatu ikatan yang saling mengunci (*interlocking*).

Rincian gradasi agregat untuk campuran AC-BC sesuai spesifikasi teknis Bina Marga (2014) adalah seperti pada Tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2. Spesifikasi Gradasi Agregat Laston Lapis Antara (AC-BC)

Ukuran Ayakan		% Berat yang Lolos
ASTM	(mm)	AC-BC
1"	25	100
3/4"	19	90 – 100
1/2"	12,5	75 – 90
3/8"	9,5	66 – 82
No. 4	4,75	46 – 64
No.8	2,36	30 – 49
No. 16	1,18	18 – 38
No. 30	0,6	12 – 28
No. 50	0,3	7 – 20
No. 100	0,15	5 – 13
No. 200	0,075	4 – 8

Sumber: Bina Marga (2014)

METODE PENELITIAN

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat dan aspal. Setelah semua hasil dari pemeriksaan sifat-sifat fisis material dan sesuai dengan spesifikasi, maka dilakukan perencanaan pembuatan benda uji dan pengujian Marshall.

Pengujian Material Agregat

Agregat kasar dan agregat halus yang digunakan adalah batu kali yang dipecah dengan mesin pemecah batu (*stone crusher*) yang berasal dari Indrapuri Kabupaten Aceh Besar.

Pemeriksaan sifat fisis agregat yang dilakukan meliputi : berat jenis dan penyerapan, berat isi, kepipihan dan kelongkongan, kekerasan, keausan dan

kelekatan terhadap aspal.

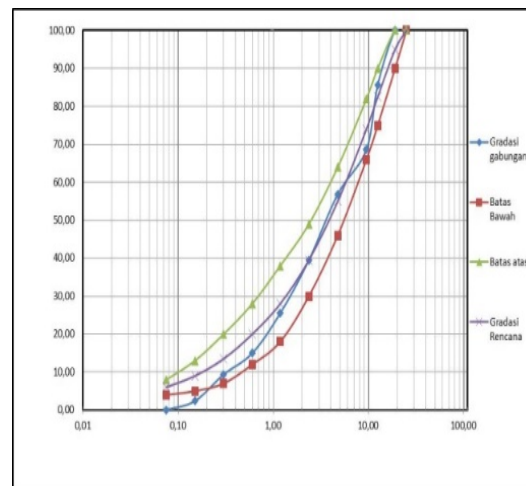
Pengujian material aspal

Aspal terlebih dahulu diperiksa sifat-sifat fisisnya sebelum digunakan. Aspal yang dipakai dalam penelitian ini yaitu aspal keras penetrasi 60/70.

Perencanaan Campuran Aspal Beton

Pemilihan gradasi agregat

Gradasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah gradasi menerus berdasarkan nilai tengah dari spesifikasi teknis Bina Marga (2014) seperti yang diperlihatkan pada Tabel 2. Kurva gradasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah gradasi lapisan AC-BC, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Gradasi

Penentuan Variasi Kadar Aspal

Variasi kadar aspal ditentukan berdasarkan pada kadar aspal awal perkiraan yang merupakan kadar aspal tengah/ ideal. Kadar aspal optimum yang baik adalah kadar aspal yang memenuhi semua sifat campuran yang diinginkan dalam rentang kadar aspal optimum $\pm 0,5\%$ (Sukirman (2003). Variasi

yang digunakan sebanyak 5 variasi kadar aspal yang masing-masing berbeda 0,5%. Variasi kadar aspal benda uji adalah 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5% terhadap berat total campuran.

Pembuatan dan Pengujian Benda Uji

Benda uji campuran AC-BC yang dibuat pada penelitian ini terdiri dari empat kelompok yaitu:

1. Benda uji dengan variasi kadar aspal untuk penentuan kadar aspal optimum (KAO).
2. Benda uji dengan variasi substitusi parutan ban karet pada KAO dan $\pm 0,5\%$ KAO.
3. Benda uji dengan karakteristik Marshall terbaik untuk menghitung nilai durabilitas.

Setelah pembuatan benda uji selesai dilakukan, maka dilanjutkan dengan pengujian-pengujian Marshall sehingga diperoleh data untuk mengetahui karakteristik campuran AC-BC menggunakan aspal pen. 60/70.

Banyaknya benda uji untuk mengetahui sifat-sifat campuran dan penentuan KAO dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3. Benda Uji untuk Menentukan KAO Rendaman 30 Menit

Kadar Aspal	Kode Benda Uji	Jumlah
4,5%	A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	3 buah
5,0%	A ₂₁ , A ₂₂ , A ₂₃	3 buah
5,5%	A ₃₁ , A ₃₂ , A ₃₃	3 buah
6,0%	A ₄₁ , A ₄₂ , A ₄₃	3 buah
6,5%	A ₅₁ , A ₅₂ , A ₅₃	3 buah
Jumlah		15 Buah

Setelah didapat KAO, maka dibuat benda uji pada KAO dan $\pm 0,5\%$ KAO untuk variasi persen parutan ban dalam bekas sebagai bahan

pengganti sebagian agregat. Parutan karet ban dalam bekas yang telah dicampur kedalam agregat ditambahkan dalam kadar aspal optimum. Variasi parutan ban dalam bekas kendaraan roda 4, dimulai dari 0%, 1%, 2%, 3%, 4% dan 5%.

Untuk jumlah benda uji dengan parutan ban dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Benda Uji dengan Parutan Ban Dalam Bekas Kendaraan dengan Rendaman 30 Menit

Kadar Ban (%)	Kadar Aspal (%)	Kode Benda Uji	Jumlah
0%	KAO - 0,5	B ₁₁ , B ₁₂ , B ₁₃	9 buah
	KAO	B ₂₁ , B ₂₂ , B ₂₃	
	KAO + 0,5	B ₃₁ , B ₃₂ , B ₃₃	
1%	KAO - 0,5	B ₄₁ , B ₄₂ , B ₄₃	9 buah
	KAO	B ₅₁ , B ₅₂ , B ₅₃	
	KAO + 0,5	B ₆₁ , B ₆₂ , B ₆₃	
2%	KAO - 0,5	B ₇₁ , B ₇₂ , B ₇₃	9 buah
	KAO	B ₈₁ , B ₈₂ , B ₈₃	
	KAO + 0,5	B ₉₁ , B ₉₂ , B ₉₃	
3%	KAO - 0,5	B ₁₀₁ , B ₁₀₂ , B ₁₀₃	9 buah
	KAO	B ₁₁₁ , B ₁₁₂ , B ₁₁₃	
	KAO + 0,5	B ₁₂₁ , B ₁₂₂ , B ₁₂₃	
4%	KAO - 0,5	B ₁₃₁ , B ₁₃₂ , B ₁₃₃	9 buah
	KAO	B ₁₄₁ , B ₁₄₂ , B ₁₄₃	
	KAO + 0,5	B ₁₅₁ , B ₁₅₂ , B ₁₅₃	
5%	KAO - 0,5	B ₁₆₁ , B ₁₆₂ , B ₁₆₃	9 buah
	KAO	B ₁₇₁ , B ₁₇₂ , B ₁₇₃	
	KAO + 0,5	B ₁₈₁ , B ₁₈₂ , B ₁₈₃	
Jumlah			54

Setelah didapat hasil pengujian dengan kadar % parutan ban pada benda uji, maka dipilih dua dari substitusi variasi persentase parutan ban yang terbaik untuk diuji kembali pada rendaman 30 menit dan 24 jam untuk mendapatkan nilai durabilitas seperti yang terlihat pada Tabel 5 di bawah ini:

Tabel 5. Benda Uji untuk Pengujian Durabilitas

Benda Uji	Jumlah Benda Uji	
	Rendaman 30 Menit	Rendaman 24 Jam

Dengan substitusi parutan ban (%)	3 buah	3 buah
-----------------------------------	--------	--------

Lanjutan Tabel. 5

Dengan substitusi parutan ban (%)	3 buah	3 buah
Jumlah	6 buah	6 buah
	12 buah	

Total benda uji keseluruhan dalam penelitian ini adalah sebagaimana disajikan pada Tabel 6 di bawah ini:

Tabel 6. Rekapitulasi Jumlah Benda Uji Keseluruhan

Uraian	Jumlah
Benda uji untuk penentuan KAO	15 buah
Benda Uji dengan parutan Ban Dalam Bekas Kendaraan pada KAO dan $\pm 0,5$	54 buah
Benda Uji dengan parutan Ban Dalam Bekas Kendaraan dengan Rendaman 30 menit dan 24 jam	12 buah
Jumlah	81 buah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisis Agregat

Hasil pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat disajikan pada Tabel 7 di bawah ini:

Tabel 7. Hasil Pemeriksaan Sifat-sifat Fisis Agregat

Sifat-sifat Fisis yang diperiksa	Satuan	Hasil	Syarat
Berat Jenis	-	2,775	Min. 2,5
Penyerapan	%	1,119	Maks. 3
Berat Isi	kg/dm ³	1,656	Min. 1
Indeks Kepipihan	%	9,245	Maks. 10
Indeks Kelonjongan	%	10,660	Maks. 10
Impact	%	8,94	Maks. 30
Keausan	%	15,00	Maks. 40
Kelekatan Agregat Terhadap Aspal	%	98	Min. 95

Dari hasil penelitian, sifat-sifat fisis agregat yang digunakan telah memenuhi syarat, kecuali nilai indeks kelonjongan yang berada diatas 10%, akan tetapi di dalam spesifikasi terdapat ketentuan yang menyatakan apabila terdapat ketidaksesuaian, nilai tersebut dapat ditolerir, apabila agregat memenuhi semua ketentuan lainnya, terutama hasil dari pengujian abrasi dengan mesin *Los Angeles* dan hasil pengujian *impact* telah memenuhi syarat.

Hasil pemeriksaan aspal penetrasi 60/70

Data hasil pemeriksaan sifat-sifat fisis aspal pen. 60/70 memperlihatkan bahwa aspal tersebut dapat digunakan karena memenuhi persyaratan. Hasil pemeriksaan sifat-sifat fisis aspal tersebut disajikan pada Tabel 8 di bawah ini:

Tabel 8. Hasil Pemeriksaan Sifat-sifat Fisis Aspal Pen. 60/70

Sifat-sifat Fisis Aspal	Satuan	Hasil	Syarat
Berat jenis	-	1,020	Min. 1
Penetrasi	(0,1 mm)	64	60-79
Titik lembek	°C	48	Min. 48
Daktilitas	cm	132	Maks. 100

Hasil Pengujian Marshall untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Berdasarkan hasil pengujian, nilai kadar aspal optimum (KAO) diperoleh adalah sebesar 5,285% yang memenuhi semua persyaratan parameter Marshall. Nilai KAO tersebut selanjutnya digunakan untuk pengujian karakteristik campuran AC-BC dengan substitusi variasi persentase parutan

ban sebagai bahan pengganti sebagian agregat. Dari hasil pengujian akan dipilih persentase parutan ban terbaik untuk selanjutnya dilakukan pengujian durabilitas.

Marshall untuk variasi persentase aspal dan parutan ban dalam bekas kendaraan roda 4, pada kadar aspal optimum (KAO) disajikan pada Tabel 9 s.d Tabel 11.

Rekapitulasi Hasil pengujian parameter

Tabel 9. Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall dengan Variasi Kadar Aspal Pen. 60/70

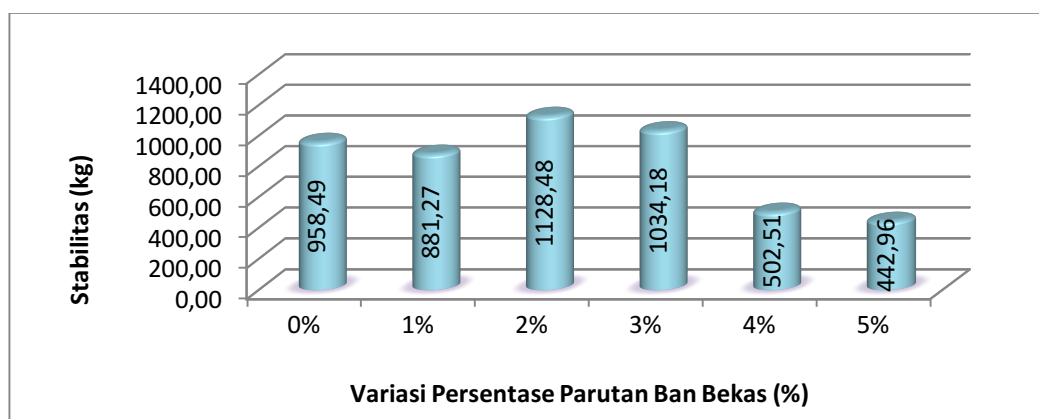
Karakteristik Campuran	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi Dept. PU (2014)
	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50	
Stabilitas (kg)	918,67	1017,6	1009,8	1003,1	1063,4	Min. 800
Flow (mm)	3,4	3,9	3,9	4,1	4,9	2 - 4
MQ (kg/mm)	298,32	268,69	284,67	247,15	229,77	Min. 250
Density (gr/cm ³)	2,39	2,43	2,45	2,46	2,46	Min. 2
VIM (%)	7,40	4,80	3,26	2,25	1,32	3 - 5
VMA (%)	17,92	16,73	16,48	16,71	17,02	Min. 14
VFA (%)	59,00	71,35	80,29	86,55	92,26	Min. 65

Tabel 10. Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall untuk Variasi Parutan Ban Karet pada Kadar Aspal 5,285%

Karakteristik Campuran	Kadar Aspal (%)						Spesifikasi Dept. PU (2014)
	0%	1%	2%	3%	4%	5%	
Stabilitas (kg)	958,49	881,27	1128,48	1034,18	502,51	442,96	Min. 800
Flow (mm)	4,1	4,0	3,6	4,6	4,3	5,0	2 - 4
MQ (kg/mm)	243,74	220,06	324,99	227,75	126,25	94,70	Min. 250
Density (gr/cm ³)	2,41	2,37	2,37	2,33	2,19	2,11	Min. 2
VIM (%)	5,40	6,78	6,89	8,43	13,78	16,94	3 - 5
VMA (%)	17,86	19,07	19,16	20,50	25,14	27,88	Min. 14
VFA (%)	69,88	64,52	64,36	59,51	45,51	49,65	Min. 65

Tabel 11. Rekapitulasi Nilai Durabilitas untuk Variasi Parutan Ban Karet pada Kadar Aspal 5,285%

Variasi % Kombinasi Parutan Ban Dalam Bekas	Stabilitas Rendaman 30 Menit	Stabilitas Rendaman 24 Jam	Nilai Durabilitas (%)
a	b	c	d = c / b x 100
1%	863,73	810,38	93,82
2%	1269,30	650,19	51,22



Gambar 2. Grafik Stabilitas

Stabilitas

Berdasarkan hasil penelitian, nilai stabilitas untuk variasi persentase parutan ban bekas sebagai bahan pengganti sebagian agregat tidak semuanya memenuhi persyaratan, yaitu min. 800 kg.

Penggunaan 2% parutan ban bekas mempunyai stabilitas tertinggi yaitu 1128,48 Kg. Pada persentase parutan 4% dan 5% nilai stabilitas rata-rata tidak memenuhi spesifikasi minimum. Hal ini dapat terjadi karena persentase parutan ban terlalu tinggi sehingga aspal tidak efektif lagi menyelimuti agregat.

Flow

Nilai *flow* mengalami peningkatan dan penurunan pada semua substitusi persentase ban. Nilai *flow* rata-rata yang tinggi disebabkan oleh kadar parutan ban yang terlalu tinggi sehingga perkerasan akan mudah mengalami perubahan bentuk. Hampir semua nilai *flow*

tidak memenuhi persyaratan, yaitu 2 – 4 mm.

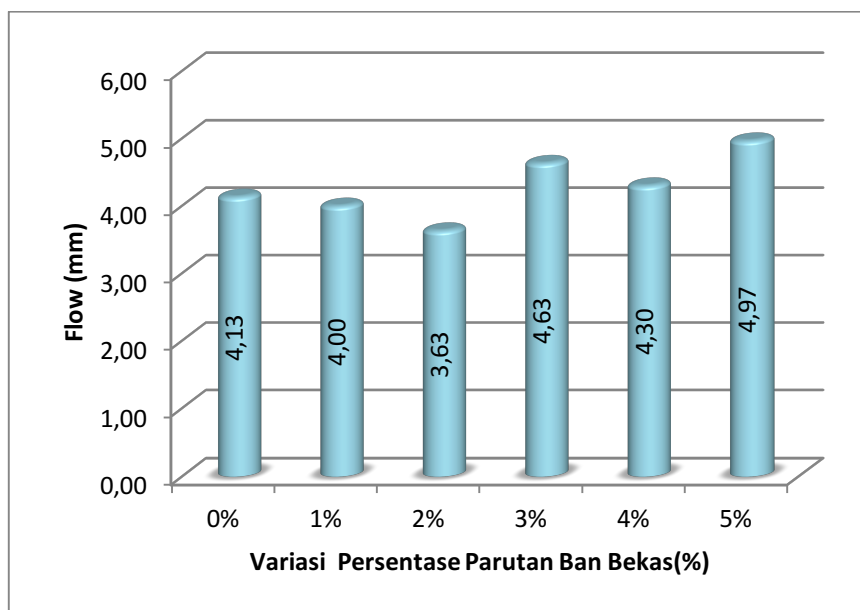
Marshall Quotient

Nilai MQ meningkat pada pemakaian 2% parutan ban. Besarnya nilai MQ yang diperoleh memberikan indikasi bahwa campuran aspal semakin kaku dan kurang lentur.

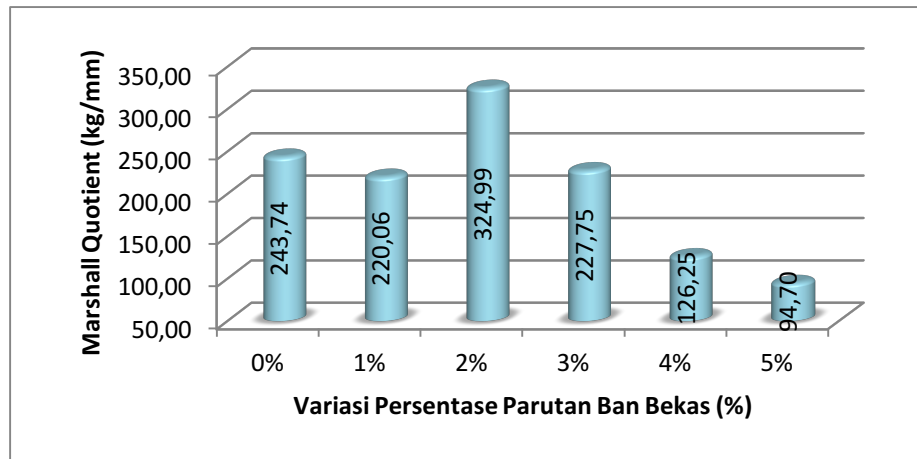
Density

Berdasarkan hasil penelitian, nilai *density* dari semua variasi parutan ban memenuhi persyaratan, yaitu min. 2 gr/mm.

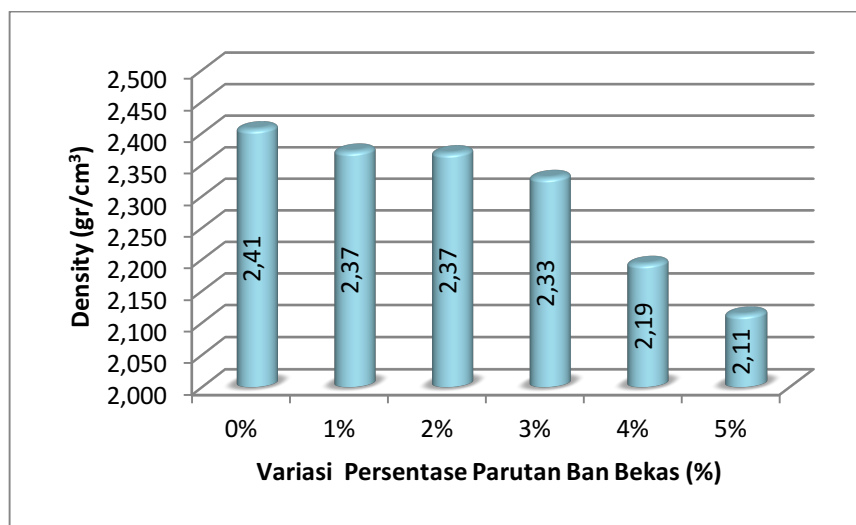
Nilai *density* dari berbagai variasi persentase parutan ban bekas cenderung mengalami penurunan dengan bertambahnya persentase parutan ban bekas. Hal ini disebabkan karena bahan agregat yang disubstitusi parutan ban bekas tersebut cenderung mengalami peningkatan sehingga mengurangi kuantitas aspal di dalam campuran.



Gambar 3. Grafik *Flow*



Gambar 4. Grafik *MQ*



Gambar 5. Grafik *Density*

VIM

Nilai VIM merupakan persentase rongga dalam campuran beton aspal. VIM dibutuhkan untuk tempat bergesernya butir-butir agregat, akibat pemadatan tambahan yang terjadi oleh repetisi beban lalu lintas atau tempat aspal menjadi lunak, akibat meningkatnya temperatur.

Nilai VIM cenderung semakin besar seiring dengan peningkatan kadar parutan ban. Nilai VIM yang tinggi dapat menimbulkan oksidasi/penuaan aspal dengan masuknya udara sehingga campuran bersifat *porous*. Nilai VIM tidak ada yang memenuhi persyara-

tan untuk campuran beton aspal AC-BC yaitu 3% - 5%.

VMA

Nilai VMA terus meningkat seiring dengan bertambahnya kadar parutan ban dalam campuran. Besar kecilnya nilai VMA dipengaruhi oleh kadar aspal yang menyelimuti agregat, kadar aspal yang besar akan membentuk selimut butir agregat yang tebal, akibatnya rongga antar agregat semakin besar. Sebaliknya, kadar aspal yang sedikit akan menghasilkan selimut agregat yang tipis, sehingga rongga antar agregat semakin kecil.

Nilai VMA masih memenuhi persyaratan yaitu

lebih besar dari 14%.

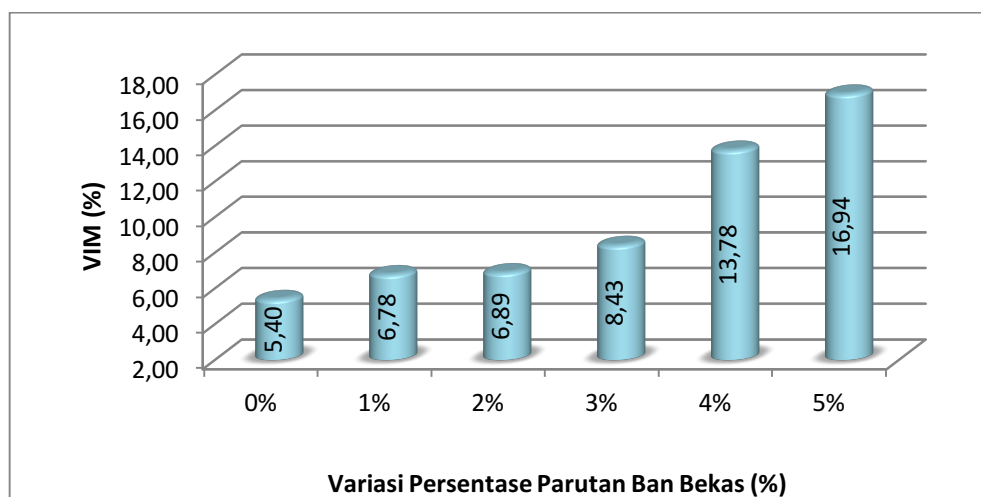
VFA

Nilai VFA semakin menurun seiring dengan bertambahnya kadar parutan ban sebagai bahan pengganti sebagian agregat. Hal ini disebabkan pada saat pencampuran, parutan ban bekas tidak larut ke dalam aspal, masih berbentuk butiran agregat yang juga ikut diselimuti aspal dan mengurangi jumlah aspal yang seharusnya mengisi rongga dalam campuran.

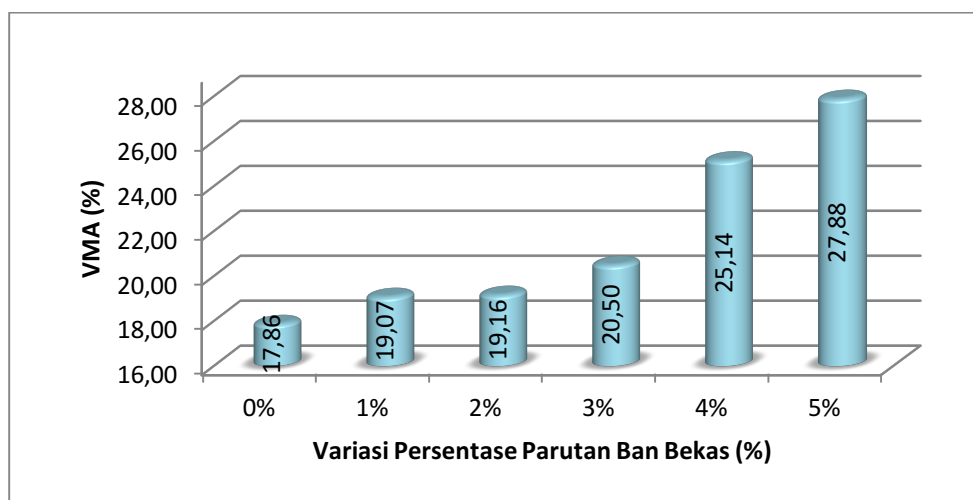
Hasil Perhitungan Nilai Durabilitas

Nilai durabilitas tertinggi yaitu 93,82% pada campuran beton AC-BC dengan variasi parutan ban bekas sebagai bahan pengganti agregat 1%. Nilai durabilitas yang besar pada campuran aspal ini disebabkan karena parutan ban bekas yang digunakan hanya sedikit sehingga *filler* PC yang digunakan dapat mengisi rongga-rongga yang terdapat di dalam campuran dengan baik.

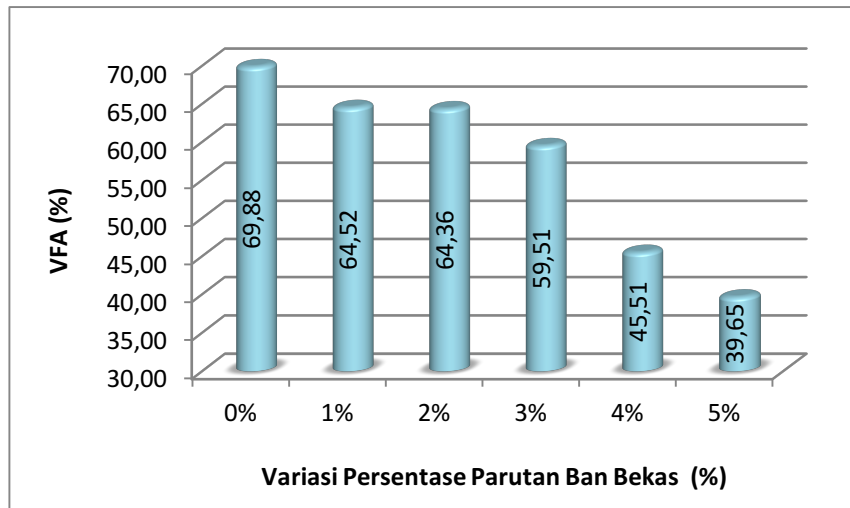
Durabilitas diperoleh dari perbandingan antara stabilitas rendaman 24 jam dengan stabilitas rendaman 30 menit.



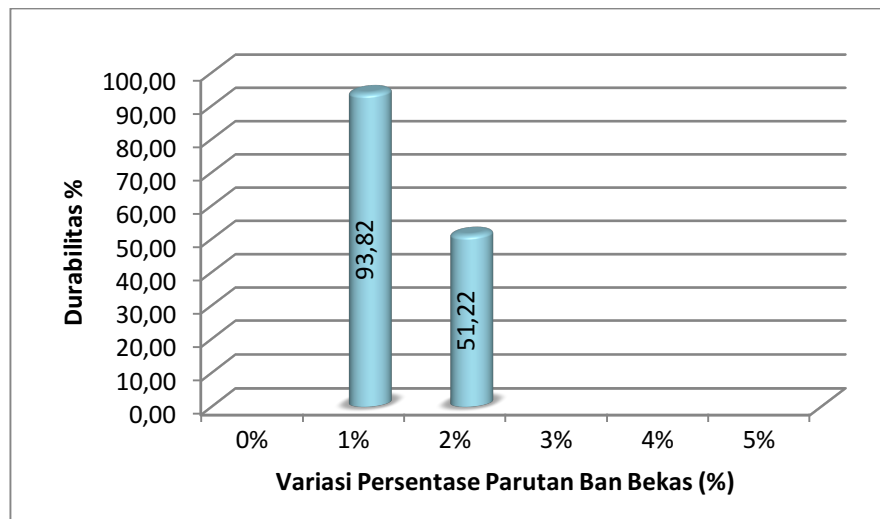
Gambar 6. Grafik VIM



Gambar 7. Grafik VMA



Gambar 8. Grafik VFA



Gambar 9. Grafik Durabilitas

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Dari hasil penelitian menunjukkan penambahan persentase parutan ban bekas sebagai bahan pengganti agregat dalam campuran beton aspal AC-BC, mempengaruhi nilai parameter Marshall, yaitu nilai stabilitas, *flow*, *Marshall quotient*, VIM, VMA dan VFA. Sedangkan nilai Density tidak ada pengaruh akibat bertambahnya persentase parutan ban bekas. Secara keseluruhan dengan adanya bahan parutan ban bekas sebagai

substitusi dari agregat pada campuran aspal, maka nilai stabilitas campuran semakin meningkat.

2. Penggunaan 2% parutan ban bekas mempunyai stabilitas tertinggi yaitu 1128,48 Kg. Sedangkan nilai durabilitas tertinggi ada pada penggunaan 1% parutan ban bekas dengan nilai 93,82%.
3. Penggunaan parutan ban bekas sebagai pengganti bahan agregat belum dapat digunakan karena nilai *flow*, *Marshall quotient*, VIM dan VFA yang ditentukan berdasarkan spesifikasi teknis Bina Marga

(2014) belum terpenuhi.

Saran

1. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat dilihat mengenai penggunaan parutan ban bekas sebagai substitusi aspal, sehingga diperoleh formula yang paling optimum untuk menggantikan sebagian aspal dengan parutan karet ban bekas sehingga dapat diketahui kinerja dari campuran AC-BC yang masih memenuhi spesifikasi Bina Marga Tahun 2010.
2. Perlu kiranya dilakukan penelitian tentang susunan kimia dari parutan ban bekas setelah dicampur dengan aspal dan agregat batu pecah

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- AASHTO, 1990, Standard Specification for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing, 15thed, AASHTO, Washington, DC.
- Asphalt Institute, 1985, A Basic Asphalt Emulsion Manual, USA
- Bukhari, dkk, 2004, Rekayasa Bahan dan Tebal Perkerasan Jalan Raya, Bidang Studi Teknik Transportasi Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2007, Spesifikasi Umum Divisi 6, Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen PU, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010, Revisi 3 (2014), Seksi 6.3 Spesifikasi Campuran Beraspal Panas, Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen PU, Jakarta
- Faisal, 2013, Karakteristik Marshall Campuran Aspal Beton AC-BC Menggunakan Material Agregat Basalt dan Aspal Pen. 60/70 dengan Tambahan Parutan Band Dalam Bekas Kendaraan Kendaraan Roda 4, Jurnal Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Vol.3, No. 3, Agustus 2014
- Fithra, H, 2011, Karakteristik Penggunaan Serbuk Ban Bekas Pada Campuran Panas Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC), Jurnal Teknik Sipil, Universitas Malikussaleh, Vol.1, No. 2, Juni 2011
- Kardiyono, T, 1996, Teknologi Beton, Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Kurniati, N, 2004, Karakteristik Campuran Beton Aspal dengan Substitusi Ban Bekas Sebagai Agregat, Tesis Magister, Program Studi Teknik Sipil Bidang Rekayasa Transportasi, ITB, Bandung
- Sugiyanto, G, 2008, Kajian Karakteristik Campuran Hot Rolled Asphalt Akibat Penambahan Limbah Parutan karet Bekas, Jurnal Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya, Vol. 8 No. 2, 91-104
- Sukirman, S, 2003, Campuran Beraspal Panas, Penerbit Granit, Bandung