

ANALISIS KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL PANAS DENGAN MENGGUNAKAN CAMPURAN ASPAL *REJECT*

I Wayan Gunawan¹, I Nyoman Arya Thanaya², I Gusti Raka Purbanto²

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana

E-mail: wayan_gunawan35@yahoo.com

Abstrak: Bahan perkerasan jalan yang tersedia di alam tidak mudah diperbaharui, diperlukan bahan alternatif lain sebagai bahan perkerasan jalan. Dalam penelitian ini digunakan campuran aspal *reject* sebagai bahan dasar campuran dengan sedikit penambahan agregat kasar, agregat halus, filler dan aspal emulsi. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis karakteristik campuran aspal panas (Laston AC-BC) yang menggunakan campuran aspal *reject* dengan penambahan aspal emulsi. Kadar aspal rata rata dari campuran aspal *reject* atau RAP adalah 7,2%. Kadar aspal optimum campuran Laston AC-BC yang mempergunakan campuran aspal *reject* dengan penambahan sejumlah agregat kasar, agregat halus dan filler adalah 6,2% terhadap berat total campuran (penambahan aspal residu tambahan sebanyak 0,9% terhadap berat material tambahan dan campuran aspal *reject*). Karakteristik campuran Laston AC-BC pada kadar aspal optimum (6,2%) dengan 2 x 75 tumbukan sesuai standar Marshall adalah sebagai berikut. Berdasarkan hasil penelitian, didapat kadar aspal optimum adalah 6,2% dengan nilai stabilitas adalah 3027,07 kg (spec ≥ 800 kg); flow adalah 4,29 mm (spec ≥ 3); Marshall Quotient adalah 716,09 kg/mm (spec ≥ 250); VIM adalah 4,05% (spec 3,0%-5%); VMA adalah 15,349% (spec ≥ 14) dan VFB adalah 73,589% (spec ≥ 63). Karena di lapangan ada kemungkinan pencampuran dilakukan terlalu lama karena menunggu angkutan ataupun kerusakan angkutan yang dapat mengakibatkan terjadinya peningkatan pengerasan aspal, hal ini di lab disimulasikan dengan STOA (*short term oven ageing*) untuk mensimulasi penuaan (*ageing*) saat campuran dalam proses produksi. Karakteristik campuran Laston AC-BC yang menggunakan campuran aspal *reject* sebagai bahan dasar yang dikondisikan dalam STOA (*short term oven ageing*) didapat nilai stabilitas campuran adalah 1658,56 kg, nilai flow campuran adalah 3,98 mm, nilai Marshall quotient adalah 435,39. Sementara untuk nilai VIM, VMA dan VFB berturut-turut adalah 4,54%; 15,447% dan 70,589%.

Kata kunci: Laston AC-BC, Aspal *reject*, Marshall

ANALYSIS ON THE CHARACTERISTICS OF HOTMIX ASPHALT USING ASPHALT *REJECT* MIXTURE

Abstract: Pavement materials available in nature is not easily updated. So that in the long term natural materials would be difficult to obtain, it would require alternative materials as road pavement materials. In this study used of asphalt reject mixture as base material with a slight addition of coarse aggregate, fine aggregate, filler and asphalt emulsion. As for the purpose of the study was to analyze the characteristic of hotmix asphalt (Laston AC-BC) that uses a asphalt reject mixture by the addition of asphalt emulsion. Average bitumen content of the asphalt reject mixture or RAP is 7.2%. Optimum bitumen content Laston AC-BC mixture that uses a asphalt reject mixture by the addition of coarse aggregate, fine aggregate and filler was 6.2% the total weight of the mixture (adding additional asphalt residue weight as much as 0.9% of the additional materials and asphalt reject mixture). Characteristics of Laston AC-BC mixture at the optimum bitumen content (6.2%) in accordance with standard marshall 2 x 75 collision is as follow. Based on research results obtained optimum bitumen content is 6.2% with stabilitas value is 3027.07 kg (spec ≥ 800 kg); flow is 4.29 mm (spec ≥ 3); Marshall Quotient is 716.09 kg/mm (spec ≥ 250); VIM is 4.05% (spec 3.0%-5%); VMA is 15.349% (spec ≥ 14) and VFB is 73.589% (spec ≥ 63). Because there is the possibility of mixing too long because the waiting transport or frage damage wich my result in an increase in asphalt pavements, it is simulated in the lab by STOA (*short term oven ageing*) to simulate the ageing of the mixture in the production process. Characteristics of Laston AC-BC mixture that uses a mix asphalt reject as base material that conditioned in STOA (*short term oven ageing*) obtained the value of stability is 1658.56 kg, the value of flow is 3.98 mm, the value of Marshall Quotien is 435.39. While for values VIM, VMA and VFB row is 4.54%; 15.447% dan 70.589%.

Keywords: Laston AC-BC, Reject Asphalt, Marshall

PENDAHULUAN

Jalan adalah salah satu sarana transportasi yang mempunyai peranan penting dalam pertumbuhan ekonomi, sosial budaya, pengembangan wilayah pariwisata, dan pertahanan keamanan untuk menunjang pembangunan nasional. Mengingat bahan perkerasan jalan yang tersedia di alam tidak mudah diperbaharui, maka diperlukan bahan alternatif lain sebagai bahan perkerasan jalan. Daur ulang hasil material panas dalam campuran aspal dapat digunakan kembali yang dikenal sebagai *reclaimed asphalt pavement* (RAP). Daur ulang perkerasan aspal merupakan pendekatan yang berharga untuk alasan teknis, ekonomis, dan lingkungan.

Dalam penelitian ini digunakan campuran aspal *reject* sebagai bahan dasar campuran aspal dengan sedikit penambahan beberapa agregat dan aspal emulsi. Campuran aspal *reject* merupakan campuran aspal yang tidak jadi digunakan atau dihamparkan pada suatu perkerasan. Hal tersebut dapat disebabkan karena temperatur saat penghamparan sudah lebih rendah atau tidak sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan. Untuk mengetahui jenis campuran dari campuran aspal *reject* tersebut maka harus dicek kadar aspal dan gradasinya dengan cara test ekstraksi. Jenis campuran yang akan dicoba harus sesuai dengan hasil gradasi dari test ekstraksi tersebut baik tanpa modifikasi agregat atau dengan modifikasi gradasi agregat sesuai karakteristik campuran aspal tersebut.

Dalam penelitian ini digunakan campuran Laston AC-BC, hal ini dikarenakan hasil gradasi dari campuran aspal *reject* yang didapat mendekati spesifikasi gradasi Laston AC-BC. Campuran dengan aspal emulsi umumnya digunakan pada *coldmix*, namun dalam penelitian ini aspal emulsi dicampur menggunakan *hotmix* agar dapat tercampur dengan campuran aspal *reject*. Karena dilapangan ada kemungkinan pencampuran dilakukan terlalu lama dikarenakan menunggu angkutan ataupun kerusakan angkutan yang dapat mengakibatkan terjadinya peningkatan pengerasan aspal, hal ini di lab disimulasikan dengan STOA (*short term oven ageing*) untuk mensimulasi penuaan (*ageing*) saat campuran dalam proses produksi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengetahui karakteristik

campuran Laston AC-BC yang menggunakan campuran aspal *reject* dengan penambahan aspal emulsi. Karakteristik campuran plastik yang ditinjau adalah sifat volumetrik *Void in Mix* (VIM), *Void filled with Bitumen* (VFB), *Void in Mineral Agregat* (VMA), *Stabilitas Marshall*, *flow*, dan *Marshall Quotient*.

MATERI DAN METODE

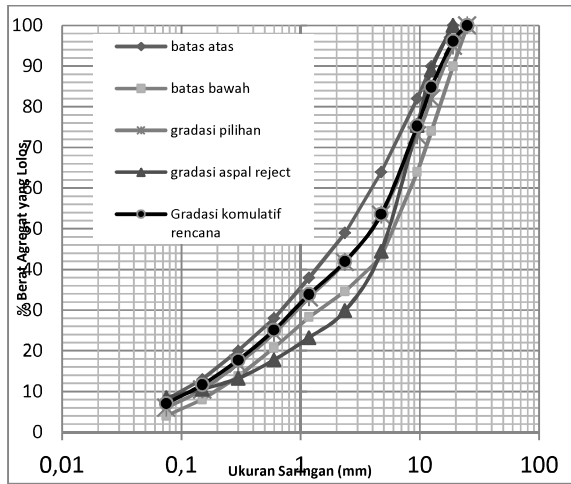
Dalam penelitian ini digunakan campuran Laston AC-BC, dengan menggunakan campuran aspal *reject* sebagai bahan dasar campuran. Sebagai bahan tambah, digunakan agregat standar baik untuk agregat kasar dan agregat halus. *Filler* yang digunakan adalah abu batu. Untuk aspal emulsi sebagai aspal tambahan, digunakan aspal emulsi tipe CSS-1h.

Pemeriksaan Campuran Aspal *Reject* dan Agregat

Pada penelitian ini dilakukan pemeriksaan campuran aspal *reject* dan agregat terlebih dahulu yang dilakukan berdasarkan SNI. Pemeriksaan campuran aspal *reject* yang dilakukan meliputi pemeriksaan ekstraksi dan pemeriksaan gradasi. Pemeriksaan agregat yang dilakukan meliputi, pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat, pemeriksaan angularitas, kadar lumpur, *soundness test*, keausan agregat, kelekatan agregat terhadap aspal, serta *sand equivalent*.

Pencampuran Agregat dengan Pendekatan Proporsional

Pencampuran dilakukan dengan pendekatan proporsional untuk memperoleh proporsi agregat campuran sesuai gradasi spesifikasi yang dituju. Campuran aspal *reject* ditambah agregat kasar, agregat halus dan filler agar proporsinya sesuai dengan spesifikasi gradasi Laston AC-BC berdasarkan titik tengah spesifikasi campuran. Gradasi campuran aspal *reject* yang disesuaikan dengan spesifikasi gradasi Laston AC-BC dapat dilihat pada Gambar 1, sedangkan proporsi agregat dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Grafik Penyesuaian Gradasi Campuran Aspal Reject Terhadap Spesifikasi Laston AC-BC

Penentuan Kadar Aspal Emulsi Awal

Untuk memperoleh proporsi kadar aspal emulsi, maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$KAE\ awal = (P/X)$$

Dimana:

P = % kadar aspal residu awal terhadap berat sampel

X = kadar aspal residu dari aspal emulsi

Berdasarkan rumus tersebut diatas, kadar aspal emulsi awal dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Prosentase kadar aspal total pada sampel

Tambahan Kadar Aspal Emulsi (%)	Berat aspal dalam aspal reject (gr)	Total berat aspal (gr)	Berat agregat total (gr)	Total Berat sampel (gr)	% kadar aspal (%)	
A	B	C	D=B+C	E	F=D+E	G=(D/F) X100%
0%	0	50,4	50,4	999,6	1050	4,80
0,50%	8,75	50,4	59,15	999,6	1058,75	5,59
1%	17,5	50,4	67,90	999,6	1067,50	6,36
1,50%	26,25	50,4	76,65	999,6	1076,25	7,12
2%	35	50,4	85,40	999,6	1085,00	7,87
2,50%	43,75	50,4	94,15	999,6	1093,75	8,61

Rancangan Campuran Benda Uji

Berdasarkan komposisi agregat dan variasi kadar aspal, maka dibuat rancangan campuran bendasetiap

rancangan campuran benda uji dibuat pada variasi kadar aspal 4,8%, 5,59%, 6,36%, 7,12%, 7,87% dan 8,61% untuk menentukan kadar aspal optimum.

Penentuan Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal optimum ditentukan dengan menggunakan Metode *Bar Chart*. Nilai kadar aspal optimum ditentukan sebagai nilai tengah dari rentang kadar aspal maksimum dan minimum yang memenuhi spesifikasi.

Tabel 1. Gradasi agregat campuran aspal reject yang disesuaikan dengan spesifikasi campuran AC-BC.

Nomor Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Aspal Reject			Tambahan (Coba-Coba) (gram)	Jumlah Pada Tiap Ayakan			Spesifikasi Laston AC-BC Rentang (%)
		Komulatif Gradasi Aspal Reject (%)	Tertahan (%)	% Tertahan dari 649,6 gr aspal reject (gram)		F=D+E (gram)	G=(F/999,6)x100%	Komulatif H	
									A
1 1/2"	37,5								
1"	25							100	100
3/4"	19	100,00		0	39	38,5	4	96,15	95
1/2"	12,5	89,07	10,93	71,05	42	113,05	11,31	84,84	82
3/8"	9,5	74,45	14,62	94,99	0	94,99	9,50	75,34	73
No. 4	4,75	41,07	33,38	216,93	0	216,93	2,70	53,63	53,5
No. 8	2,36	25,31	15,76	102,41	14	116,41	11,65	41,99	41,8
No. 16	1,18	18,21	7,11	46,2	35	81,20	8,12	33,87	33,15
No. 30	0,6	12,31	5,89	38,29	49	87,29	8,73	25,13	24,35
No. 50	0,3	7,42	4,89	31,78	42	73,78	7,38	17,75	16,85
No. 100	0,15	4,53	2,90	18,83	42	60,83	6,09	11,67	10,5
No. 200	0,075	2,33	2,20	14,28	32	45,78	4,58	7,09	6
	Pan		0,23	14,84	56	70,84	7,09	0	
		JUMLAH	100	649,6	350	999,60	100,00		
		Persentase Terhadap jumlah (%)		64,99	35,01				

Proporsi Material Untuk Sampel Benda Uji

Proporsi campuran aspal *reject* yang digunakan pada sebuah sampel adalah 700 gram atau jika diprosentasekan adalah 66,60% yang terdiri dari 649,6 gram berat agregat dan 50,4 gram berat aspal. Proporsi agregat kasar dan agregat halus tambahan disesuaikan dengan prosentase ukuran butirnya yang sudah disiapkan (diayak) terlebih dahulu. Setelah ditentukan proporsi agregat, maka diperlukan perhitungan terhadap proporsi kadar aspal residu optimum. Agar kadar aspal residu campuran sesuai variasi kadar aspal, dilakukan penambahan kadar aspal emulsi dengan cara coba-coba dimulai dari penambahan kadar aspal residu 0,5% dan seterusnya yang diproporsikan agar sesuai variasi kadar aspal. Perincian kebutuhan material secara praktis dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Proporsi material untuk sampel benda uji

Material	Ayakan (mm)	1 Sampel (gr)	2 Sampel (gr)	3 Sampel (gr)
Campuran Aspal Reject 66,60%	19-0,075	700	1400	2100
Agregat Kasar Tambahan 7,71%	19	39	78	234
	12,5	42	84	126
	9,5	0	0	0
	4,75	0	0	0
Agregat Halus Tambahan 20,36%	23,6	14	28	42
	1,18	35	70	105
	0,6	49	98	147
	0,3	42	84	126
	0,15	42	84	126
	0,075	32	64	96
Filler 5,33%	Pan	55	110	165
100	Total	1050	2100	3150

Kebutuhan Tambahan Aspal

% Kadar aspal residu awal	Perhitungan tambahan residu aspal emulsi untuk setiap sampel	1 Sampel (gr)	2 Sampel (gr)	3 Sampel (gr)
0%	(0% x berat sampel) /60%	0	0	0
0.50%	(0.5% x berat sampel) /60%	8,75	17,50	26,25
1%	(1% x berat sampel) /60%	17,5	35,00	52,50
1.50%	(1.5% x berat sampel) /60%	26,25	52,50	78,75
2%	(2% x berat sampel) /60%	35	70,00	105,00
2.50%	(2.5% x berat sampel) /60%	43,75	87,50	131,25

Metode Pembuatan Benda Uji

Berikut prosedur pencampuran dan pemanasan material:

1. Masukkan campuran aspal *reject* dan agregat tambahan ke dalam wajan, lalu dipanaskan.
2. Aduk sampai campuran aspal *reject* dengan agregat tercampur.
3. Tuangkan tambahan aspal emulsi yang ke dalam campuran yang telah dipanaskan.
4. Aduk sampai campuran terselimuti aspal dengan merata.

5. Tuangkan campuran ke dalam *mould*.
6. Sampel di padatkan.

Untuk pembuatan benda uji yang dikondisikan dalam STOA (*Sort Term Oven Ageing*), prosedur pembuatan benda uji sebagai berikut:

1. Masukkan campuran aspal *reject* dan agregat tambahan ke dalam wajan, lalu dipanaskan.
2. Aduk sampai campuran aspal *reject* dengan agregat tercampur.
3. Tuangkan tambahan aspal emulsi (KAO) yang ke dalam campuran yang telah dipanaskan.
4. Aduk sampai campuran terselimuti aspal dengan merata.
5. Oven campuran dengan suhu 135°C selama 4 jam.
6. Tuangkan campuran ke dalam *mould*.
7. Sampel di padatkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Terhadap Campuran Aspal Reject

Tes ekstraksi dilakukan untuk mengetahui kadar aspal dari campuran aspal *reject*. Dari pengujian yang dilakukan didapatkan kadar aspal yaitu 7,2%.

Gradasi campuran aspal *reject* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil tes gradasi campuran aspal *reject*

Diameter Ayakan		Kumulatif
ASTM	(mm)	Lolos Gradasi RAP (%)
3/4"	19	100,00
1/2"	12,5	89,07
3/8"	9,5	74,45
No. 4	4,75	41,07
No. 8	2,36	25,31
No. 16	1,18	18,21
No. 30	0,6	12,31
No. 50	0,3	7,42
No. 100	0,15	4,53
No. 200	0,075	2,33
Pan		0

Karakteristik Material Agregat

Karakteristik material agregat dirangkum dalam Tabel 5 dan Tabel 6. Berat jenis agregat lama dihitung untuk melengkapi data pada perhitungan sifat volumetric. Semua karakteristik agregat memenuhi spesifikasi yang ditentukan dan dapat digunakan sebagai bahan campuran Laston AC-BC.

Tabel 5. Hasil pemeriksaan berat jenis agregat lama

Jenis Agregat	Berat Jenis (%)			Absorption	Eff. SG. = (SG.Bulk+SG.App/2)
	Bulk	SSD	App		
Agregat Kasar	2,333	2,386	2,462	2,25	2,397
Agregat Halus	2,364	2,422	2,510	2,193	2,437

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat

Jenis Pengujian Agregat Kasar	Hasil				Spesifikasi
	Bulk	SSD	Apparent	Penyerapan	
Berat Jenis & Penyerapan	2,585	2,619	2,675	1,3%	Maks 3%
Angulantas	99,985%				≥ 95%
Kadar Lumpur	0,043%				≤ 1%
Soundness Test	4,377%				≤ 12%
Keausan Agregat	30,213%				Maks 40%
Kelekatan Agregat thd. Aspal	97,5%				Min 95%

Jenis Pengujian Agregat Halus	Hasil				Spesifikasi
	Bulk	SSD	Apparent	Penyerapan	
Berat Jenis & Penyerapan	2,399	2,448	2,522	2,011%	Maks 3%
Angulantas	46,117%				Min 45%
Kadar Lumpur	0,898%				≤ 1%
Sand Equivalent	91,375%				≥ 50%

Jenis Pengujian Agregat Filler	Hasil			Spesifikasi
	Bulk	SSD	Apparent	
Berat Jenis & Penyerapan	2,458	2,458	2,458	Maks 3%

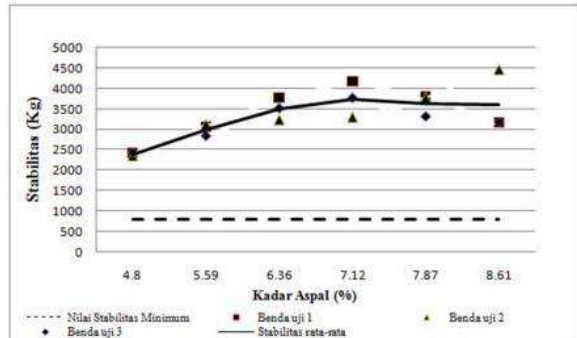
Karakteristik Campuran Laston AC-BC

Ringkasan karakteristik campuran Laston AC- nilai stabilitas, flow, Marshall Quotient, VIM, VMA, dan VFB dapat dilihat pada Tabel 5.

Karakteristik Campuran	Kadar Aspal (%)						Persyaratan Campuran
	4,8	5,9	6,36	7,12	7,87	8,61	
Stabilitas (Kg)	2397,04	2999,68	3507,10	3741,94	3626,46	3600,28	Min 800
Flow (mm)	3,38	3,92	4,66	4,74	4,82	5,15	Min 3
Marshall quotient (kg/m)	714,13	775,52	789,10	796,43	756,56	696,28	Min 250
VIM (%)	6,971	5,870	3,981	3,023	2,220	1,901	3,5-5,0
VMA (%)	14,192	15,293	15,428	15,497	16,145	17,543	Min 14
VFB (%)	50,907	63,180	74,321	80,496	86,443	89,176	Min 63

Hubungan Variasi Kadar Aspal Terhadap Karakteristik Laston AC-BC

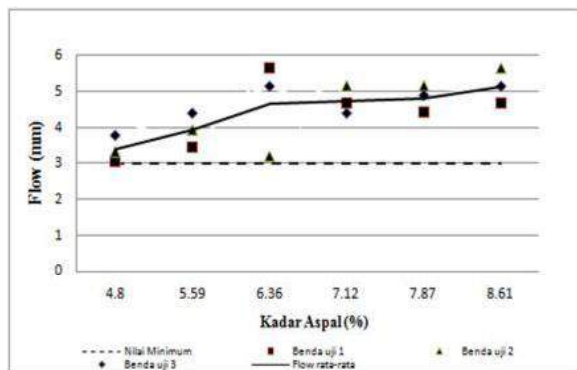
Hubungan variasi kadar aspal terhadap karakteristik Laston AC-BC dapat dilihat pada Gambar 2 sampai dengan Gambar 8.



Gambar 2. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan stabilitas rata-rata

Untuk campuran Laston AC-BC, nilai stabilitas menurut Bina Marga minimal 800 kg. Nilai stabilitas campuran Laston AC-BC pada kadar aspal 4,8%; 5,59%; 6,36%; 7,12%; 7,87%; 8,61% berturut-turut adalah 2397,04 kg; 2999,68 kg; 3507,10 kg; 3741,94 kg; 3626,46 kg; 3600,28 kg. Nilai stabilitas meningkat dari kadar aspal 4,8%; 5,59%; 6,36%; sampai 7,12% dan kemudian menurun pada kadar aspal 7,87% dan 8,61%, seperti Gambar 2.

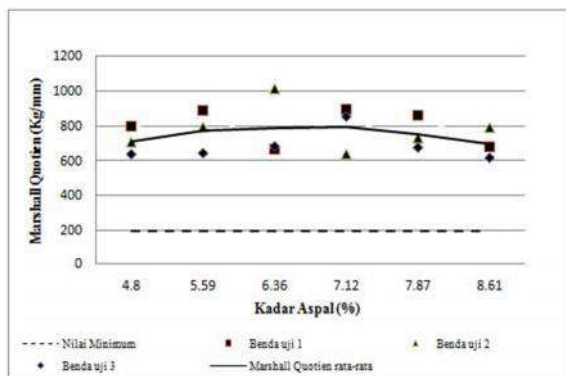
Gambar 2 menunjukkan bahwa kadar aspal yang rendah menghasilkan pemadatan yang kurang padat karena material bersifat masih kaku saat dipadatkan. Nilai stabilitas campuran menurun akibat penambahan kadar aspal 7,87% dan 8,61%, ini disebabkan karena kandungan aspal terlalu tinggi sehingga aspal tidak efektif lagi menyelimuti agregat. Semakin tebal selimut aspal, sifat saling kunci antar agregat menjadi semakin berkurang.



Gambar 3. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan Flow rata-rata

Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai flow yang diperoleh meningkat sesuai dengan bertambahnya kadar aspal. Hal ini terjadi karena rongga udara dalam campuran yang terisi aspal semakin banyak sehingga ruang udara dalam campuran semakin kecil. Dengan bertambahnya jumlah aspal yang menyelimuti agregat, waktu kelelehannya bertambah panjang sehingga pada saat diberikan beban akan lebih mampu mengikuti perubahan bentuk akibat pembebanan.

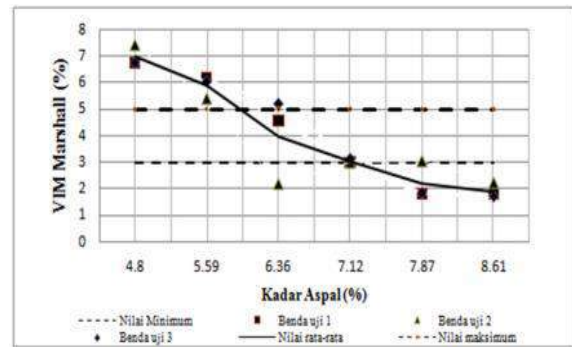
Untuk campuran Laston AC-BC, nilai Flow mempunyai spesifikasi menurut Bina Marga minimal 3 mm. Nilai Flow untuk campuran Laston AC-BC pada kadar aspal 4,8%; 5,59%; 6,36%; 7,12%; 7,87%; 8,61% berturut-turut adalah 3,38 mm; 3,92 mm; 4,66 mm; 4,74 mm; 4,82 mm; 5,15 mm.



Gambar 4. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan MQ rata-rata

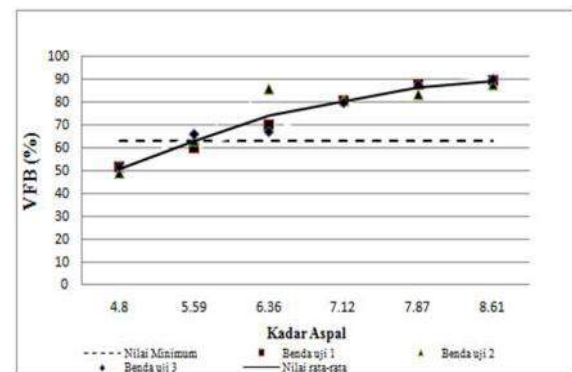
Gambar 4 menunjukkan bahwa pada kadar aspal 7,87% dan 8,61% nilai Marshall Quotient (MQ) menurun, ini disebabkan karena bertambah besarnya nilai pelelehan dan berkurangnya stabilitas. Faktor kekakuan sangat penting untuk mendapatkan campuran yang fleksibel. Bila campuran tidak cukup kaku maka akan mudah mengalami deformasi, sebaliknya bila campuran terlalu kaku maka campuran akan menjadi getas sehingga mudah retak.

Untuk campuran Laston AC – BC mempunyai spesifikasi menurut Bina Marga minimal 250 kg/mm. Nilai Marshall Quotient (MQ) untuk campuran Laston AC – BC pada kadar aspal 4,8%; 5,59%; 6,36%; 7,12%; 7,87%; 8,61% berturut-turut adalah 714,13 kg/mm; 775,52 kg/mm; 789,10 kg/mm; 796,43 kg/mm; 756,56 kg/mm; 696,28 kg/mm.



Gambar 5. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan VIM Marshall rata-rata

Gambar 5 menunjukkan nilai VIM marshall standar untuk Laston AC – BC pada kadar aspal 4,8%; 5,59%; 6,36%; 7,12%; 7,87%; 8,61% berturut-turut adalah 6,971%; 5,870%; 3,981%; 3,023%; 2,220% dan 1,901%. Syarat spesifikasi VIM Marshall untuk campuran Laston AC - BC menurut Bina Marga memiliki standar minimum 3,0% dan maksimum 5,0%

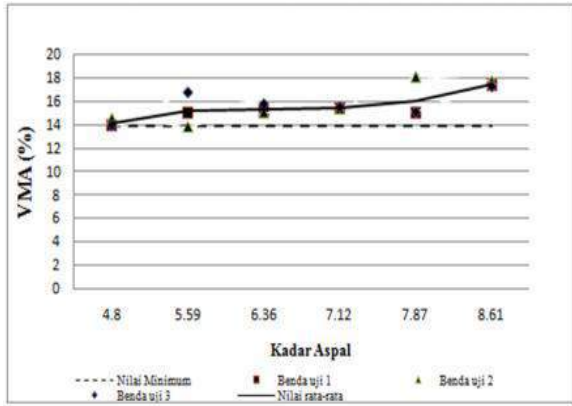


Gambar 6. Grafik hubungan antara VIM Marshall dengan VIM PRD

Gambar nilai VIM PRD untuk campuran Laston AC – BC pada kadar aspal 5,02%; 5,52% dan 6,02% berturut-urut adalah 4,817%; 3,962%; 2,773%. Syarat spesifikasi VIM PRD untuk campuran Laston AC - BC menurut Bina Marga memiliki standar minimum 2%.

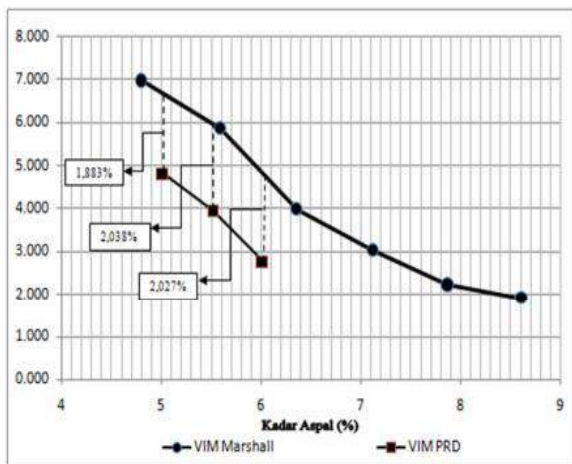
Gambar 5 dan 6 menunjukkan bahwa bertambahnya kadar aspal, nilai VIM semakin menurun, hal ini disebabkan karena rongga – rongga udara dalam campuran terisi oleh aspal secara keseluruhan. Nilai VIM Marshall Standar yang memenuhi spesifikasi dalam Bina Marga adalah nilai VIM dengan kadar aspal 6,36% dan 7,12%, sedangkan untuk nilai VIM PRD seluruh

kadar aspal untuk PRD memenuhi spesifikasi yaitu kadar aspal 5,02%; 5,52% sampai 6,02%. Perbedaan nilai atau selisih dari VIM benda uji yang dipadatkan dengan Marshall standar dengan yang dipadatkan sampai dengan mencapai kepadatan mutlaknya tidak boleh lebih besar dari 3% (maksimal 3%).



Gambar 7. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan VMA rata-rata

Gambar 7 menunjukkan bahwa nilai VMA semakin meningkat seiring dengan bertambahnya kadar aspal pada kadar aspal 4,8%; 5,59%; 6,36%; 7,12%; 7,87% dan 8,61%. Pada spesifikasi Bina Marga syarat minimum nilai VMA untuk campuran Laston AC – BC adalah 14 %. Didapat nilai VMA untuk campuran Laston pada kadar aspal 4,8%; 5,59%; 6,36%; 7,12%; 7,87%; 8,61% berturut-turut adalah 14,192%; 15,293%; 15,428%; 15,497%; 16,145%; 17,543%.



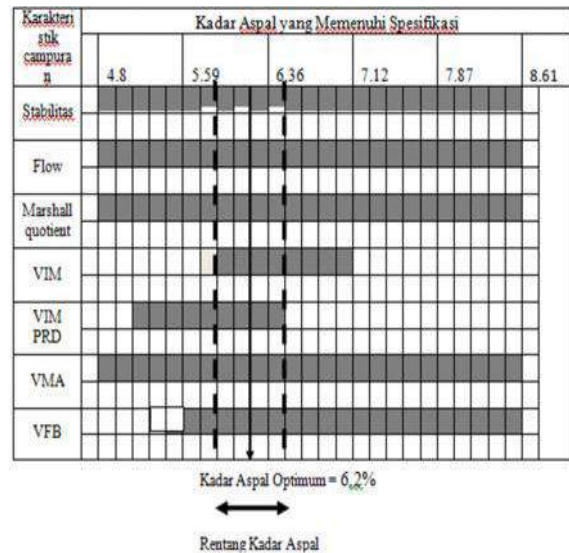
Gambar 8. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan VFB rata-rata

Syarat spesifikasi VFB untuk campuran Laston AC – BC menurut Bina Marga adalah

minimal 63%. Nilai VFB untuk campuran Laston AC – BC pada kadar aspal 4,8%; 5,59%; 6,36%; 7,12%; 7,87%; 8,61% berturut-turut adalah 50,907%; 63,180%; 74,321%; 80,496%; 86,443%; 89,176%. Gambar 4.8 menunjukkan bahwa dengan bertambahnya kadar aspal, nilai VFB semakin meningkat. Ini berarti bahwa aspal lebih banyak mengisi rongga campuran sehingga meningkatkan kekedapan dan keawetan campuran.

Penentuan Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal optimum diperoleh 6,2%, ditentukan dengan menggunakan metode *Bar Chart* seperti pada Gambar 9. Nilai kadar aspal optimum ditentukan sebagai nilai tengah dari rentang kadar aspal maksimum dan minimum yang memenuhi persyaratan nilai stabilitas, *flow*, MQ, VMA, VIM, dan VFB.



Gambar 9. *Bar Chart* karakteristik campuran Laston AC-BC dengan variasi kadar aspal

Analisis Karakteristik Campuran AC-BC Pada Kadar Aspal Optimum

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dikaji, dibuat ringkasan pembahasan hasil pengujian yang dapat dilihat pada Tabel 8 di bawah ini.

Tabel 8. Pembahasan karakteristik campuran pada kadar aspal optimum 6,2%

Karakteristik Campuran		Kadar Aspal Optimum	Persyaratan Campuran
		6.20%	
Stabilitas	(Kg)	3311,47	Min. 800
Flow	(mm)	4,29	Min. 3
Marshall quotient	(kg/mm)	778,08	Min. 250
VIM	(%)	4,053	3,0-5,0
VMA	(%)	15,349	Min. 14
VFB	(%)	73,589	Min. 63

Penentuan Nilai Stabilitas Marshall Sisa Untuk Campuran AC-BC Pada Kadar Aspal Optimum 6,2%

Hasil penelitian menunjukkan nilai stabilitas Marshall dengan rendaman 24 jam (60°C) adalah sebesar 2812,76 kg. Stabilitas marshall sisa adalah persentase perbandingan antara stabilitas rendaman selama 24 jam (60°C) dengan stabilitas rendaman selama 30-40 menit (60°C). Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{IRS} &= \frac{MSI}{MSS} \times 100 \\
 \text{Stabilitas sisa} &= \frac{\text{stabilitas}_{24 \text{ jam}(60^\circ)}}{\text{stabilitas}_{30 \text{ mnt}(60^\circ)}} \times 100 \\
 &= \frac{2812,76 \text{ kg}}{3021,07 \text{ kg}} \times 100\% \\
 &= 92,924\%
 \end{aligned}$$

Jadi nilai stabilitas marshall sisa untuk campuran AC-BC pada kadar aspal optimum 6,2% adalah sebesar 92,924%. Nilai ini telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan Departemen Pekerjaan Umum (DPU), yaitu standar minimum nilai stabilitas marshall sisa sebesar 90%.

Karakteristik Campuran AC-BC Yang Dikondisikan Dalam Short Term Oven Ageing (STOA)

Untuk campuran aspal panas, terdapat dua jenis ageing, yaitu salah satunya adalah *short term oven ageing* (STOA) untuk mensimulasi ageing pada saat proses produksi. Hasil pengujian STOA menunjukkan data berupa nilai stabilitas dan flow dari masing-masing benda uji. Untuk mendapatkan nilai stabilitas, maka pembacaan nilai stabilitas harus dikalibrasi dan dikoreksi terhadap benda uji. Nilai VIM, VMA, Marshall Quotient serta karakteristik campuran lainnya didapat dari hasil perhitungan. Hasil pengujian STOA campuran AC-BC dapat dilihat pada tabel 9 berikut.

Tabel 9. Pembahasan karakteristik campuran AC-BC yang dikondisikan dalam STOA

Karakteristik Campuran		Kadar Aspal (STOA)	Persyaratan Campuran
Stabilitas	(Kg)	1658,56	Min. 800
Flow	(mm)	3,98	Min. 3
Marshall quotient	(kg/mm)	435,39	Min. 250
VIM	(%)	4,538	3,0-5,0
VMA	(%)	15,447	Min. 14
VFB	(%)	70,589	Min. 63

Tabel 9 menunjukkan bahwa nilai stabilitas campuran adalah 1658,56 kg. Nilai tersebut telah memenuhi persyaratan minimum untuk standar campuran AC-BC, yaitu 800 kg. Nilai flow campuran adalah 3,98 mm yang memenuhi persyaratan minimum untuk standar campuran AC-BC, yaitu 3 mm. Untuk nilai Marshall quotient didapat nilai pada campuran adalah 435,39 kg/mm. Sementara untuk nilai VIM, VMA dan VFB berturut-turut adalah 4,54%; 15,447% dan 70,589%. Nilai tersebut telah memenuhi persyaratan untuk standar campuran AC-BC, yaitu VIM adalah 3,0% sampai dengan 5%, VMA adalah minimum 14% sedangkan untuk VFB adalah minimum 63%.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Setelah dilakukan test ekstraksi terhadap campuran aspal *reject*, didapat kadar aspal yang terkandung didalamnya adalah sebesar 7,2%.
2. Karakteristik campuran Laston AC-BC yang menggunakan campuran aspal *reject* sebagai bahan dasar adalah sebagai berikut:
 - a. Stabilitas
Nilai stabilitas campuran Laston AC-BC pada variasi kadar aspal 4,8%; 5,59%; 6,36%; 7,12%; 7,87%; 8,61% berturut-turut adalah 2397,04 kg; 2999,68 kg; 3507,10 kg; 3741,94 kg; 3626,46 kg; 3600,28 kg.
 - b. Flow
Nilai *Flow* untuk campuran Laston AC-BC pada variasi kadar aspal 4,8%; 5,59%; 6,36%; 7,12%; 7,87%;

- 8,61% berturut-turut adalah 3,38 mm; 3,92 mm; 4,66 mm; 4,74 mm; 4,82 mm; 5,15 mm.
- c. Marshall Quotient
 Nilai *Marshall Quotient* (MQ) untuk campuran Laston AC – BC pada kadar aspal 4,8%; 5,59%; 6,36%; 7,12%; 7,87%; 8,61% berturut-turut adalah 714,13 kg/mm; 775,52 kg/mm; 789,10 kg/mm; 796,43 kg/mm; 756,56 kg/mm; 696,28 kg/mm.
- d. VIM
 Nilai VIM marshall standar untuk campuran Laston AC – BC pada variasi kadar aspal 4,8%; 5,59%; 6,36%; 7,12%; 7,87%; 8,61% berturut-turut adalah 6,971%; 5,870%; 3,981%; 3,023%; 2,220% dan 1,901%. Syarat spesifikasi VIM Marshall untuk campuran Laston AC - BC menurut Bina Marga memiliki standar minimum 3,0% dan maksimum 5,0%, sehingga nilai VIM marshall yang memenuhi persyaratan adalah pada kadar aspal 6,36% dan 7,12%. Sedangkan nilai VIM PRD untuk campuran Laston AC – BC pada kadar aspal 5,02%; 5,52% dan 6,02% berturut-turut adalah 4,817%; 3,962%; 2,773%.
- e. VMA
 Didapat nilai VMA untuk campuran Laston AC-BC pada variasi kadar aspal 4,8%; 5,59%; 6,36%; 7,12%; 7,87%; 8,61% berturut-turut adalah 14,192%; 15,293%; 15,428%; 15,497%; 16,145%; 17,543%. Pada spesifikasi Bina Marga syarat minimum nilai VMA untuk campuran Laston AC – BC adalah 14 %.
- f. VFB
 Nilai VFB untuk campuran Laston AC – BC pada kadar aspal 4,8%; 5,59%; 6,36%; 7,12%; 7,87%; 8,61% berturut-turut adalah 59,893%; 66,257%; 78,180%; 83,775%; 88,632%; 90,780%. Syarat spesifikasi VFB untuk campuran Laston AC – BC menurut Bina Marga adalah minimal 63%.
- g. Kadar Aspal Optimum
 Berdasarkan hasil penelitian, didapat kadar aspal optimum adalah 6,2% dengan nilai stabilitas adalah 3027,07 kg; flow adalah 4,29 mm; Marshall Quotient adalah 716,09 kg/mm; VIM adalah 4,05%; VMA adalah 15,349% dan VFB adalah 73,589%.
3. Karakteristik campuran Laston AC-BC pada kadar aspal optimum yang menggunakan campuran aspal *reject* sebagai bahan dasar yang dikondisikan dalam STOA (*short term oven ageing*) didapat nilai stabilitas campuran adalah 1658,56 kg. Nilai flow campuran adalah 3,98 mm. Untuk nilai *Marshall quotien* didapat nilai pada campuran adalah 435,39. Sementara untuk nilai VIM, VMA dan VFB berturut-turut adalah 4,54%; 15,447% dan 70,589%. Dari perbandingan karakteristik hasil campuran laston AC-BC pada kadar aspal optimum dengan hasil campuran laston AC-BC dalam kondisi STOA (*Short Term Oven Ageing*) dapat dilihat bahwa kualitas nilai campuran menurun akibat pemanasan yang terlalu lama pada saat pencampuran sehingga campuran menjadi lebih getas.

Saran

Saran yang dapat dikemukakan adalah:

1. Sebaiknya dalam proses pencampuran tidak dilakukan pemanasan yang terlalu lama karena akan mengakibatkan campuran aspal tersebut menjadi getas, sehingga kekuatannya menjadi berkurang.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan penggunaannya dengan mengubah variabel penelitian sebelumnya antara lain:
 - a. Mengganti tipe atau jenis aspal emulsi.
 - b. Mengganti jenis campuran yang digunakan.
 - c. Membahas analisis ekonomi dan analisis kimia.
3. Kesulitan pada penelitian ini terletak pada proses pengadaan dan persiapan material berupa campuran aspal *reject*, karena campuran aspal *reject* merupakan material yang tidak diharapkan terjadi, sehingga ketersediaannya relatif sedikit.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia. 1989. *Tata Cara Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Untuk Jalan Raya*. SNI 03-1737-1989.
- Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia. 2006. *Pedoman Tentang Pelaksanaan Lapis Campuran Beraspal Panas*. Revisi SNI 03-1737-1989.
- Nichols J.C. and Lay J. 2002. *Crushed Glass in Macadam for Binder Course and Road Base Layers*. Proceedings of 4th European Symposium on Performance of Bituminous and Hydraulic Materials in Pavements, BITMAT 4, University of Nottingham, U.K., 11-12 April 2002, pp. 197-212, A.A.Balkema Publishers, Rotterdam Netherlands.
- Wirahadi, A. 2011. *Analisis Sifat-sifat Lapis Tipis Aspal Pasir (latasir) Yang Mempergunakan Bekas Bongkaran Aspal Beton Sebagai Bahan Dasar Campuran*. (Tugas Akhir yang tidak dipublikasikan, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana, 2011).
- Thanaya I N.A. and Zoorob S.E. 2002. Improved Mix Design Procedure For Cold Asphalt Mixes. Proceedings of 5th Malaysia Road Conference (MRC), 7-9 October 2002, Kuala Lumpur.