

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 dapat diperbaharui, namun dapat dipakai kembali. Dalam jangka panjang material alam akan semakin sulit diperoleh, maka 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. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis karakteristik campuran aspal panas (Laston AC-BC) yang menggunakan campuran aspal *reject* sebagai bahan utama dengan penambahan aspal emulsi. Kadar aspal rata rata dari campuran aspal *reject* adalah 7,2%. Kadar aspal optimum campuran Laston AC-BC adalah 6,2% terhadap berat total campuran (dengan 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: nilai stabilitas 3027,07 kg (spec \geq 800kg); flow adalah 4,29 mm (spec \geq 3); Marshall Quotient adalah 716,09 kg/mm (spec \geq 250); VIM adalah 4,05% (spec 3,0%-5%); VMA adalah 15,349% (spec \geq 14) dan VFB adalah 73,589% (spec \geq 63). Ada kemungkinan pencampuran dilapangan dilakukan terlalu lama karena permasalahan dalam pengangkutan 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 aspal *reject* sebagai bahan dasar yang dikondisikan dalam STOA adalah: nilai stabilitas campuran 1658,56 kg, nilai flow campuran adalah 3,98 mm, nilai Marshall quotien adalah 435,39. Sementara untuk nilai VIM, VMA dan VFB berturut-turut adalah 4,54%; 15,447% dan 70,589%, yang seluruhnya memenuhi spesifikasi.

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

ANALYSIS ON THE CHARACTERISTICS OF HOTMIX ASPHALT USING ASPHALT REJECT MIXTURE

Abstract: Natural road materials are not renewable, but they can be reused. In long term it is getting more difficult to obtain natural materials; therefore alternative materials are needed for road pavement. Within this experiment, it was used reject asphalt mixture as the main material and added with some coarse aggregate, fine aggregate, filler and asphalt emulsion. The aim of this experiment is to analyze the properties of Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC), that utilize reject asphalt mixture as the main material and added with asphalt emulsion. The asphalt content of the reject asphalt mixture was 7.2%. The optimum asphalt content of the AC-BC was 6.2% by weight of total mixture (with 0.9% added residual asphalt emulsion towards the weight of the reject asphalt mixture). The properties of the AC-BC at its optimum 6.2% asphalt content with 2x75 Marshall blows was: stability 3027,07 kg (spec \geq 800kg); flow 4,29 mm (spec \geq 3); Marshall Quotient 716,09 kg/mm (spec \geq 250); VIM 4,05% (spec 3,0%-5%); VMA 15,349% (spec \geq 14) and VFB 73,589% (spec \geq 63).

There is a possibility that the time for mixing of asphalt mixture during production on site is longer than it should be, due to problem on transportation which can cause hardening of the asphalt binder. This situation is simulated by doing STOA (*short term oven ageing*) test. The properties of the AC-BC above after STOA treatment gives: stability of 1658,56 kg, flow 3,98 mm, Marshall quotient 435,39. Meanwhile the VIM, VMA and VFB are respectively 4,54%; 15,447% dan 70,589%, all meet the specification.

Keywords: AC-BC, Reject Asphalt, Marshall

PENDAHULUAN

Jalan adalah salah satu sarana transportasi yang mempunyai peranan penting sebagai 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, sehingga dalam jangka panjang material alam akan semakin sulit diperoleh, 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*.

MATERIAL 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.

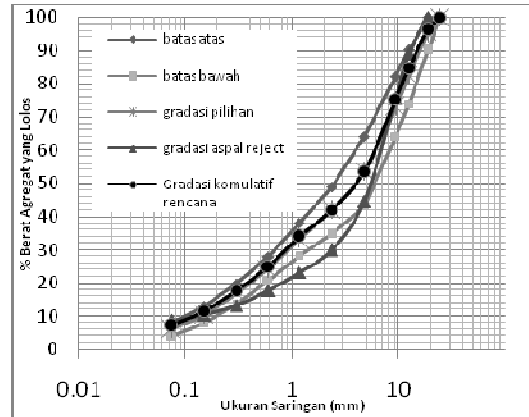
Pemeriksaan Campuran Aspal Reject dan Agregat

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 Tabel 1 Gradasi agregat campuran aspal reject yang disesuaikan dengan spesifikasi campuran 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

Nomor Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Aspal Reject			Tambahan (Coba-Coba) (gram)	Jumlah Pada Tiap Ayakan			Spesifikasi Laston AC-BC
		Kumulatif Gradasi Aspal Reject (%)	Tertahan (%)	% Tertahan dari 649,6 gr aspal reject (gram)		F=D+E (gram)	Rentang (%)		
							B	C	D= (649,6xC)/100
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				

Sumber: Hasil Analisis (2014)

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

Tambahkan Kadar Aspal Emulsi		Berat aspal dalam aspal reject	Total berat aspal	Berat agregat total	Total Berat sampel	% kadar aspal
(%)	(gr)	(gr)	(gr)	(gr)	(gr)	(%)
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

Sumber: Hasil Analisis (2014)

Rancangan Campuran Benda Uji

Berdasarkan komposisi agregat dan variasi kadar aspal, maka dibuat 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.

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
	23,6	14	28	42
Agregat Halus Tambahan 20,36%	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

Sumber: Hasil Analisis (2014)

Metode Pembuatan Benda Uji

Berikut prosedur pencampuran dan pemanasan material:

Masukan campuran aspal reject dan agregat tambahkanke dalam wajan, lalu dipanaskan.

- Aduk sampai campuran aspal reject dengan agregat tercampur.
- Tuangkan tambahan aspal emulsi yang ke dalam campuran yang telah dipanaskan.
- Aduk sampai campuran terselimuti aspal dengan merata.
- Tuangkan campuran ke dalam *mould*.
- Sampel di padatkan.

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

- Masukan campuran aspal reject dan agregat tambahkan ke dalam wajan, lalu dipanaskan.
- Aduk sampai campuran aspal reject dengan agregat tercampur.
- Tuangkan tambahan aspal emulsi (KAO) yang ke dalam campuran yang telah dipanaskan.
- Aduk sampai campuran terselimuti aspal dengan merata.

- Oven campuran dengan suhu 135°C selama 4 jam.
- Tuangkan campuran ke dalam *mould*.
- 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		Komulatif Lolos Gradasi RAP (%)
ASTM	(mm)	
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

Sumber: Hasil analisis (2014)

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

Sumber: Hasil Analisis (2014)

Tabel 4 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%
<i>Soundness Test</i>	4,377%				≤ 12%
Keausan Agregat	30,213%				Maks 40%
Kelekatkan 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%
<i>Sand Equivalent</i>	91,575%				≥ 50%

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

Sumber: Hasil Analisis (2014)

Karakteristik Campuran Laston AC-BC

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

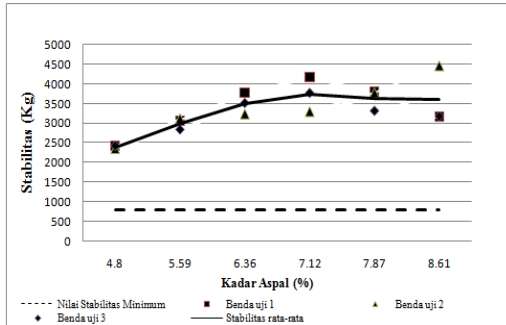
Tabel 7 Karakteristik Campuran Laston AC-BC

Karakteristik Campuran	Kadar Aspal (%)						Persyaratan Campuran
	4,8	5,59	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
<i>Marshall quotient</i> (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

Sumber: Hasil Analisis (2014)

Hubungan Variasi Kadar Aspal Terhadap Karakteristik Laston AC-BC

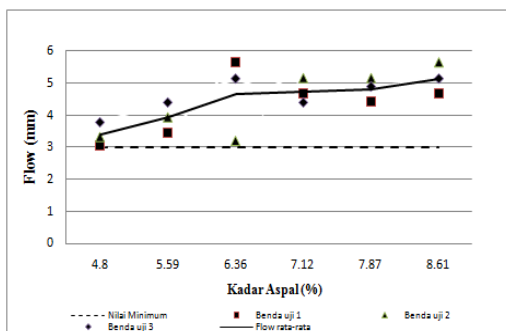
Hubungan variasi kadar aspal terhadap karakteristik Laston AC-BC dapat dilihat pada Gambar 2 sampai dengan Gambar 8.



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; 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.

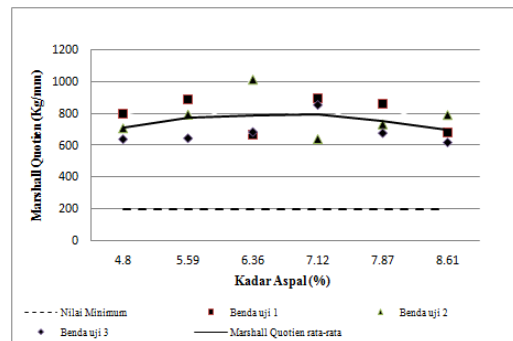
Gambar 2 menunjukkan bahwa kadar aspal yang rendah menghasilkan pematatan yang kurang padat karena material bersifat masih kaku saat dipadatkan. Nilai stabilitas campuran menurun akibat penambahan kadar aspal 7,87% dan 8,61%, ini disebabkan karena kandungan aspal terlalu tinggi sehingga aspal tidak efektif 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.

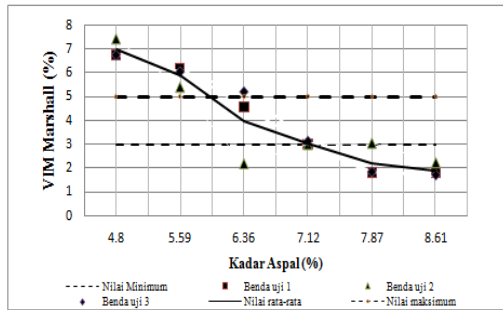


Gambar 4 Grafik hubungan antara kadar aspal dengan MQ rata-rata

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.

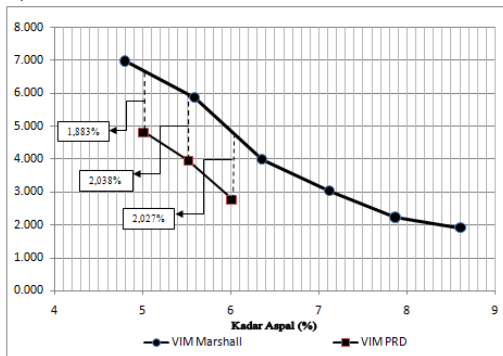
Untuk campuran Laston AC - BC mempunyai spesifikasi menurut Bina Marga minimal 250 kg/mm. Nilai Marshall Quotient (MQ) untuk campuran Laston AC - BC pada kadar aspal 4,8%;

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%

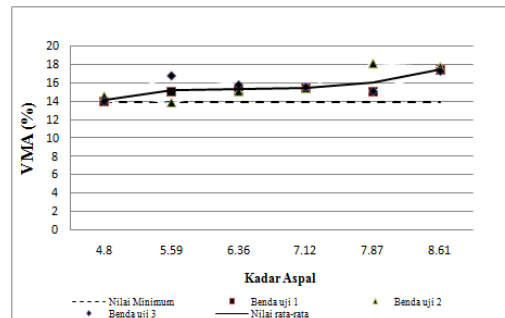


Gambar 6 Grafik hubungan antara VIM Marshall dengan VIM PRD

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%.

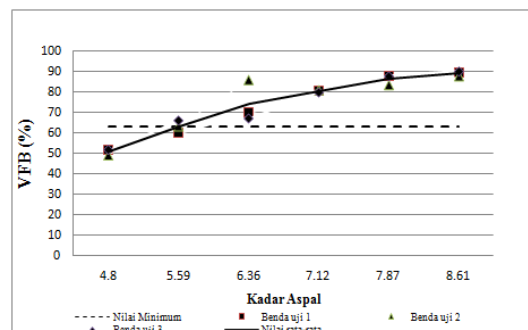
Gambar 5 dan 6 menunjukkan bahwa bertambahnya kadar aspal, nilai VIM semakin menurun, hal ini disebabkan

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 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%.

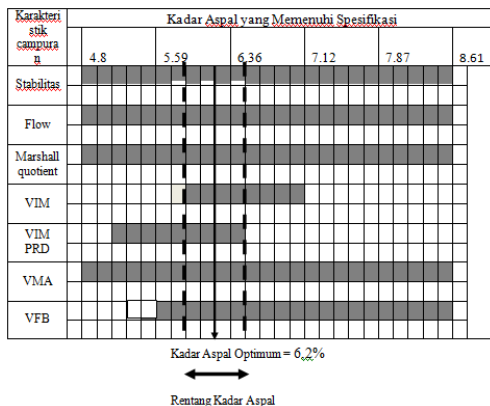


Gambar 8 Grafik hubungan antara kadar aspal dengan VFB rata-rata

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
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

Sumber: Hasil Analisis (2014)

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

Sumber: Hasil Analisis (2014)

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 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 memilikistandar 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

Sesuai dengan hasil penelitian, maka dapat dikemukakan saran sebagai berikut:

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.