

PENGARUH PENGKONDISIAN BENDA UJI TERHADAP SIFAT VOLUMETRIK CAMPURAN BERASPAL PANAS LAPIS AUS (THE CONDITIONING EFFECT OF SPECIMENS ON VOLUMETRIC PROPERTIES OF WEARING COURSE OF HOT MIX ASPHALT)

Dani Hamdani¹⁾, Nono²⁾

^{1),2)} Pusat Litbang Jalan dan Jembatan

^{1),2)} Jalan A.H. Nasution no.264, Bandung 40294

¹⁾ e-mail: dani.hamdani@pusjatan.pu.go.id

²⁾ e-mail: nono.bbpj@pusjatan.pu.go.id

Diterima: 05 Februari 2014; direvisi: 20 Maret 2014; disetujui: 04 April 2014

ABSTRAK

Benda uji campuran beraspal panas yang disiapkan di laboratorium memiliki sifat campuran yang berbeda dengan yang diproduksi di Unit Pencampur Aspal (UPA). Sesuai AASHTO R30-02 (2010) salah satu perbedaannya adalah lamanya waktu pengkondisian yang berakibat pada penuaan aspal atau proses oksidasi dari campuran beraspal panas yang disiapkan di laboratorium dan yang diproduksi di AMP. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji pengaruh pengkondisian benda uji terhadap sifat volumetrik campuran beraspal panas lapis aus. Campuran beraspal panas lapis aus dibuat dua tipe, yaitu yang dikondisikan di dalam oven pemanas selama 2 jam \pm 5 menit pada temperatur yang setara temperatur pepadatan \pm 3°C dan yang tidak dikondisikan/standar. Berdasarkan hasil kajian di laboratorium dapat diambil kesimpulan, yaitu campuran beraspal panas yang dikondisikan akan mengalami perubahan volumetrik dan penurunan nilai penetrasi aspal hasil recovery dari pelarutnya setelah ekstraksi dari campuran beraspal panas dibandingkan dengan yang tidak dikondisikan, campuran beraspal panas Laston Lapis Aus dengan gradasi halus dan gradasi kasar yang dikondisikan memiliki kekuatan sangat baik, yaitu ditunjukkan dengan nilai stabilitas yang lebih besar dari campuran beraspal panas yang tidak dikondisikan, untuk mengatasi penuaan dan penyerapan aspal yang lebih tinggi, campuran beraspal panas Laston Lapis Aus dengan gradasi halus dan gradasi kasar yang dikondisikan memerlukan kadar aspal optimum dan tebal film aspal yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak dikondisikan.

Kata kunci: Sifat volumetrik, campuran beraspal panas, benda uji, Laston Lapis Aus, penuaan.

ABSTRACT

Specimens of hot mix asphalt prepared in the laboratory has a different mix properties than hot mix asphalt which produced in the Asphalt Mixing Plant (AMP). Based on AASHTO R 30-02 (2010) one difference is in the length of conditioning time that will result in aging or oxidation of hot mix asphalt were prepared in the laboratory and AMP. The purpose of this study was to assess the conditioning effect of specimens on volumetric properties of wearing course of hot mix asphalt. The mixture of hot mix asphalt made two types, which have been conditioned in the heating oven for 2 hours \pm 5 minutes at a temperature equal to the compaction temperature \pm 3°C and unconditioned/standards. Based on the results of the study in the laboratory, it can be concluded, that the hot mix asphalt conditioned will undergo volumetric changes and decrease in asphalt penetration from recovery of asphalt from solution after extraction compared with the hot mix asphalt is not conditioned, Asphalt Concrete Wearing Coarse hot mix asphalt layer with smooth gradation and coarse gradation which have been conditioned has a very well strength, that is indicated by greater stability values than hot mix asphalt is not conditioned, to overcome the problems of higher aging and asphalt absorption, Asphalt Concrete Wearing Coarse hot asphalt mixture layer with smooth gradation and coarse gradation conditioned require higer optimum bitumen content and thick asphalt films compared to the hot mix asphalt which is not conditioned.

Keywords: Volumetric properties, hot mix asphalt, specimens, asphalt concrete wearing coarse, aging.

PENDAHULUAN

Sifat volumetrik campuran dari campuran beraspal panas yang disiapkan di laboratorium memiliki sifat volumetrik campuran yang berbeda dari yang diproduksi di Unit Pencampur Aspal (*Asphalt Mixing Plant, AMP*). Salah satu alasannya adalah penuaan (*aging*) dari campuran beraspal panas selama proses pencampuran di AMP, selama penyimpanan dan transportasi menuju lokasi pekerjaan. Selama proses tersebut, temperatur campuran beraspal panas akan lebih dingin karena adanya penurunan temperatur akibat adanya selang waktu dari proses pencampuran hingga tiba di lokasi pekerjaan. Aspal yang menyelimuti agregat akan bereaksi dengan oksigen di udara sehingga aspal akan menjadi lebih keras dan lebih rapuh. Beberapa fraksi volatil dari aspal juga akan didorong keluar pada temperatur tinggi selama pelaksanaan konstruksi. Penyerapan aspal ke agregat juga dapat terjadi selama bahan pengikat masih cukup cair untuk berpindah ke dalam pori-pori agregat. Proses penuaan atau proses reaksi oksidasi akan berlangsung pada tingkatan yang lebih tinggi di daerah yang beriklim panas atau selama bulan-bulan musim kemarau ketika temperatur lebih tinggi (AASHTO 2010).

Tujuan penelitian ini adalah mengkaji pengaruh pengkondisian benda uji terhadap sifat volumetrik campuran beraspal panas lapis aus. Yang dimaksud dengan pengkondisian disini adalah pengkondisian untuk bahan campuran beraspal panas yang tidak dipadatkan untuk perancangan sifat volumetrik campuran sebagai simulasi penuaan aspal yang terjadi selama proses perancangan campuran.

KAJIAN PUSTAKA

Tipe campuran beraspal panas Laston sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga

Jenis campuran beraspal panas Laston yang selanjutnya disebut AC yang ada pada Spesifikasi Umum Bina Marga (Indonesia 2010) terdiri atas tiga jenis campuran, AC Lapis Fondasi (*AC-Base*), AC Lapis Antara (*AC*

Binder Course, AC-BC) dan AC Lapis Aus (*AC Wearing Course, AC-WC*).

Jenis campuran beraspal panas yang diteliti adalah campuran Laston Lapis Aus (*AC-WC*) dengan gradasi halus dan Laston Lapis Aus (*AC-WC*) dengan gradasi kasar. Laston bergradasi kasar dapat digunakan pada daerah yang mengalami deformasi yang lebih tinggi dari biasanya, seperti pada daerah pegunungan, gerbang tol atau pada dekat persimpangan lampu lalu lintas. Gradasi agregat campuran dan ketentuan sifat campuran Laston Lapis Aus disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Gradasi agregat campuran Laston Lapis Aus (*AC-WC*)

Ukuran saringan		Spesifikasi* Laston (<i>AC-WC</i>)	
ASTM	(mm)	Halus	Kasar
3/4"	19,0	100	100
1/2"	12,5	90 – 100	90 – 100
3/8"	9,50	72 – 90	72 – 90
No.4	4,75	54 – 69	43 – 63
No.8	2,36	39,1 – 53	28 – 39,1
No.16	1,18	31,6 – 40	19 – 25,6
No.30	0,600	23,1 – 30	13 – 19,1
No.50	0,300	15,5 – 22	9 – 15,5
No.100	0,150	9 – 15	6 – 13
No.200	0,075	4 – 10	1 – 10

*) Sumber: Indonesia (2010)

Tabel 2. Ketentuan sifat campuran Laston Lapis Aus (*AC-WC*)

Sifat Campuran		Spesifikasi* Laston (<i>AC-WC</i>)	
		Halus	Kasar
Kadar aspal efektif (%)	Min.	5,1	4,3
Penyerapan aspal (%)	Maks.		1,2
Jumlah tumbukan per bidang			75
Rongga dalam campuran (%)	Min.		3,0
	Maks.		5,0
Rongga dalam agregat, <i>VMA</i> (%)	Min.	15	14
Rongga terisis aspal (%)	Min.	65	63
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800	
Pelelehan (mm)	Min.	3	
<i>Marshall Quotient</i> (kg/mm)	Min.	250	
Stabilitas Marshall Sisa (%)	Min.	90	
Rongga dlm campuran (%) pada kepadatan membal	Min.	2	

*) Sumber: Indonesia (2010)

Pengkondisian campuran beraspal panas sesuai dengan AASHTO R 30-02 (AASHTO 2012)

Prosedur pengkondisian campuran beraspal panas dibagi menjadi tiga tipe, yaitu:

1. Pengkondisian untuk bahan campuran beraspal panas yang tidak dipadatkan untuk perancangan volumetrik campuran (*mixture conditioning for volumetric design*) (simulasi penuaan yang terjadi selama perancangan campuran).
2. Pengkondisian jangka pendek (*short term conditioning*) untuk bahan campuran beraspal panas yang tidak dipadatkan untuk pengujian sifat mekanis campuran (simulasi penuaan yang terjadi sebelum tahap pemadatan pada saat konstruksi, yaitu selama proses pencampuran di AMP, penyimpanan dan transportasi menuju lokasi pekerjaan).
3. Pengkondisian jangka panjang (*long term conditioning*) untuk bahan campuran beraspal panas yang tidak dipadatkan dan dipadatkan untuk pengujian sifat mekanis campuran (simulasi penuaan yang terjadi selama tujuh tahun sampai dengan sepuluh tahun umur layanan perkerasan jalan).

Prosedur persiapan pengkondisian bahan campuran beraspal panas untuk penelitian ini hanya dijelaskan untuk satu tipe saja, yaitu prosedur pengkondisian untuk bahan campuran beraspal panas yang tidak dipadatkan untuk perancangan volumetrik campuran, tahapan pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

1. Letakkan bahan campuran beraspal panas gembur dalam wadah/*pan* dan sebarkan sehingga tebal bahan campuran beraspal panas gembur antara 25 mm - 50 mm.
2. Masukkan bahan campuran beraspal panas dan wadahnya ke dalam oven selama 2 jam \pm 5 menit pada temperatur yang setara dengan temperatur pemadatan \pm 3°C.
3. Aduk bahan campuran beraspal panas setelah 60 menit \pm 5 menit untuk menjaga keseragaman bahan.
4. Setelah 2 jam \pm 5 menit, keluarkan bahan campuran beraspal panas dari oven. Bahan campuran beraspal panas yang telah dikondisikan sekarang siap untuk diuji atau dipadatkan.

Kinerja Marshall campuran beraspal panas

Konsep dasar dari metode Marshall dalam campuran beraspal panas dikembangkan oleh Bruce Marshall bersama-sama dengan *The Mississippi State Highway Department*. Kemudian *The U.S. Army Corp of Engineers*, melanjutkan penelitian dengan intensif dan mempelajari hal-hal yang ada kaitannya dengan kinerja Marshall. Selanjutnya meningkatkan dan menambah kelengkapan pada prosedur pengujian Marshall, dan pada akhirnya mengembangkan kriteria rancangan campuran pengujiannya, kemudian distandarisasikan didalam *American Society for Testing and Material (ASTM)*, ASTM D6987-06 (ASTM 2010)

Dua parameter penting yang ditentukan dalam pengujian tersebut, seperti beban maksimum yang dapat dipikul benda uji sebelum hancur atau stabilitas Marshall dan deformasi permanen dari benda uji sebelum hancur, yang disebut pelelehan, serta turunan dari keduanya yang merupakan perbandingan antara stabilitas Marshall dengan pelelehan yang disebut dengan *Marshall Quotient*, yang merupakan nilai kekakuan berkembang (*speudo stiffness*), yang menunjukkan ketahanan campuran beraspal panas terhadap deformasi permanen (Shell Bitumen 1990).

Kepadatan mutlak (*refusal density*)

Kepadatan mutlak adalah kepadatan tertinggi (maksimum) yang dicapai sehingga campuran tersebut praktis tidak dapat menjadi lebih padat lagi. Berdasarkan pedoman perencanaan campuran beraspal dengan pendekatan kepadatan mutlak (Indonesia 1999) disebutkan bahwa rongga dalam campuran setelah dilalui lalu lintas dalam beberapa tahun mencapai kurang dari 1% sehingga terjadi perubahan bentuk plastis.

Untuk kondisi seperti tersebut di atas, maka metode Marshall dengan 2 x 75 tumbukan sudah tidak sesuai lagi. Untuk menambah kesempurnaan dalam prosedur perencanaan campuran maka ditentukan pengujian tambahan yaitu pemadatan ultimit pada benda uji sempat mencapai kepadatan mutlak (*refusal density*).

Metode Marshall masih dapat digunakan sebagai dasar untuk perencanaan secara volumetrik. Untuk mengendalikan kepadatan, maka diperkenalkan kriteria kadar rongga minimum dan maksimum dalam persyaratan campuran, terutama untuk campuran beraspal panas sebagai lapis permukaan.

Kepadatan mutlak ini berguna untuk menjamin bahwa dengan pendekatan adanya pemadatan oleh lalu lintas setelah beberapa tahun umur rencana, lapis permukaan tidak akan mengalami perubahan bentuk plastis (*plastic deformation*). Bila pengujian ini diterapkan maka kinerja perkerasan jalan beraspal yang dicampur secara panas akan meningkat.

Dachlan dan Sjahdanulirwan (2012) melakukan penelitian berdasarkan data laboratorium yang diambil dari sejumlah lokasi menunjukkan penerapan uji kepadatan membal yang direpresentasikan dengan rongga dalam campuran minimum 2,5% dapat menambah keandalan kinerja perkerasan jalan yang lebih mendekati perencanaan untuk kegiatan pekerjaan pembangunan dan pemeliharaan, terutama untuk lalu lintas berat dan temperatur tinggi di Indonesia.

Tebal film aspal (*asphalt film thickness*)

Campuran beraspal panas yang memiliki tebal film aspal lebih tebal (kadar aspal yang lebih tinggi) secara efektif dapat mencegah campuran beraspal panas dari penuaan dan pengerasan. Campuran beraspal panas yang memiliki tebal film aspal lebih tebal akan membuat ketahanan (*durability*) untuk mempertahankan kualitas campuran beraspal lebih tinggi (Kandhal dan Chakraborty 1996).

Campen, dkk (1959) meneliti pengaruh rongga, luas permukaan dan ketebalan film aspal terhadap ketahanan (*durability*) campuran beraspal panas dengan gradasi rapat (*dense graded*). Hal itu menunjukkan bahwa campuran beraspal panas yang memiliki tebal film aspal lebih tebal menghasilkan campuran yang fleksibel dan tahan lama, sedangkan campuran beraspal panas yang memiliki tebal film aspal lebih tipis akan membuat campuran beraspal panas lebih rapuh, kecenderungan retak

berlebihan, kinerja perkerasan menurun dan mengurangi umur pelayanan jalan.

Kandhal dan Chakraborty (1996) juga melakukan beberapa penelitian untuk mengukur hubungan antara tebal film aspal dan karakteristik penuaan campuran aspal. Untuk campuran aspal dengan kadar rongga 8%, ketebalan film aspal dari 9 μm - 10 μm direkomendasikan oleh penulis, tebal film aspal di bawah nilai 9 μm penuaan dari campuran beraspal panas akan lebih cepat secara signifikan.

Kandhal, dkk (1998) meninjau persyaratan rongga dalam campuran beraspal panas di *Superpave* dan menyarankan bahwa rata-rata ketebalan film aspal minimum 8 μm untuk digunakan sebagai pengganti persyaratan rongga dalam campuran minimum.

HIPOTESIS

Campuran beraspal panas yang mengalami pengkondisian di laboratorium akan mengalami penuaan dan penyerapan aspal yang lebih tinggi. Jadi agar sifat volumetrik benda uji yang dikondisikan tetap memenuhi persyaratan sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga (Indonesia 2010), maka diperlukan kadar aspal optimum yang lebih besar dibandingkan dengan benda uji yang tidak dikondisikan.

METODOLOGI

Untuk mencapai tujuan penelitian, pada tahap awal dilakukan kajian pustaka untuk berbagai tipe pengkondisian bahan campuran beraspal panas yang digunakan di beberapa negara. Selanjutnya mengkaji spesifikasi campuran beraspal panas jenis Laston Lapis Aus, yang menggunakan gradasi halus dan gradasi kasar.

Kegiatan yang dilakukan di laboratorium meliputi persiapan bahan dan peralatan pengujian, pengujian bahan dan pengujian campuran dengan bahan campuran beraspal panas yang dibuat dua tipe, yaitu telah dikondisikan selama 2 jam \pm 5 menit pada

temperatur yang setara dengan temperatur pemadatan $\pm 3^{\circ}\text{C}$ di dalam oven pemanas dan yang tidak dikondisikan/standar. Persiapan bahan mencakup penyediaan aspal dan agregat. Selanjutnya dilaksanakan pengujian karakteristik bahan aspal dan agregat, karakteristik volumetrik, dan karakteristik Marshall campuran beraspal panas, dimana prosedur perancangan campuran beraspal panas dilakukan pengujian tambahan yaitu pemadatan ultimit pada benda uji sampai mencapai kepadatan mutlak (*refusal density*).

HASIL DAN ANALISIS

Hasil pengujian bahan

Bahan campuran beraspal panas Laston Lapis Aus dengan gradasi halus dan gradasi kasar yang akan dilakukan pengujian dibuat dua tipe, yaitu yang dikondisikan dan yang standar. Adapun sifat agregat yang digunakan memiliki sifat seperti disajikan pada Tabel 3 dan memenuhi persyaratan sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga (Indonesia 2010). Jenis aspal yang digunakan adalah aspal pen 60. Sifat aspal tersebut memenuhi persyaratan sesuai Spesifikasi Umum yang berlaku (Indonesia 2010), yaitu seperti disajikan pada Tabel 4.

Hasil pengujian campuran

Dalam pembuatan campuran beraspal panas Laston Lapis Aus yang dikondisikan dan yang tidak dikondisikan (standar) dibuat dua gradasi, yaitu gradasi halus atas dan gradasi kasar. Data kedua tipe gradasi tersebut disajikan pada Gambar 1.

Pembuatan benda uji campuran beraspal panas dilakukan dengan penumbuk Marshall

sebanyak 2x75 tumbukan. Pembuatan benda uji campuran beraspal panas dilakukan juga untuk pengujian kepadatan membal (*refusal density*). Adapun sifat campuran beraspal panas Laston Lapis Aus dengan dua tipe gradasi disajikan pada Tabel 5.

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 5, campuran beraspal panas yang mengalami pengkondisian akan mengalami perubahan volumetrik campuran beraspal panas apabila dibandingkan dengan campuran beraspal panas yang tidak dikondisikan/standar, untuk campuran beraspal panas Laston Lapis Aus yang tidak dikondisikan/standar menghasilkan nilai stabilitas yang lebih kecil dari pada nilai stabilitas campuran beraspal panas yang dikondisikan. Pada perancangan campuran beraspal panas yang tidak dikondisikan/standar memerlukan kadar aspal optimum yang lebih kecil dibandingkan kadar aspal optimum pada campuran beraspal panas yang dikondisikan untuk gradasi halus dan gradasi kasar. Hal ini berlaku pula pada tebal film aspal campuran yang tidak dikondisikan/standar lebih kecil dari pada tebal film aspal pada campuran beraspal panas yang dikondisikan untuk gradasi halus dan gradasi kasar.

Pada Tabel 6 terlihat nilai penetrasi aspal berdasarkan sifat aspal setelah ekstraksi sesuai dengan ASTM D2172-11 (ASTM 2011) dengan cara pemulihan aspal (*recovery*) dari pelarutnya sesuai dengan ASTM D5404-12 (ASTM 2012) pada campuran AC-WC gradasi halus dan gradasi kasar yang dikondisikan lebih kecil dibandingkan nilai penetrasi aspal pada campuran AC-WC gradasi halus dan gradasi kasar yang tidak dikondisikan.

Tabel 3. Sifat agregat

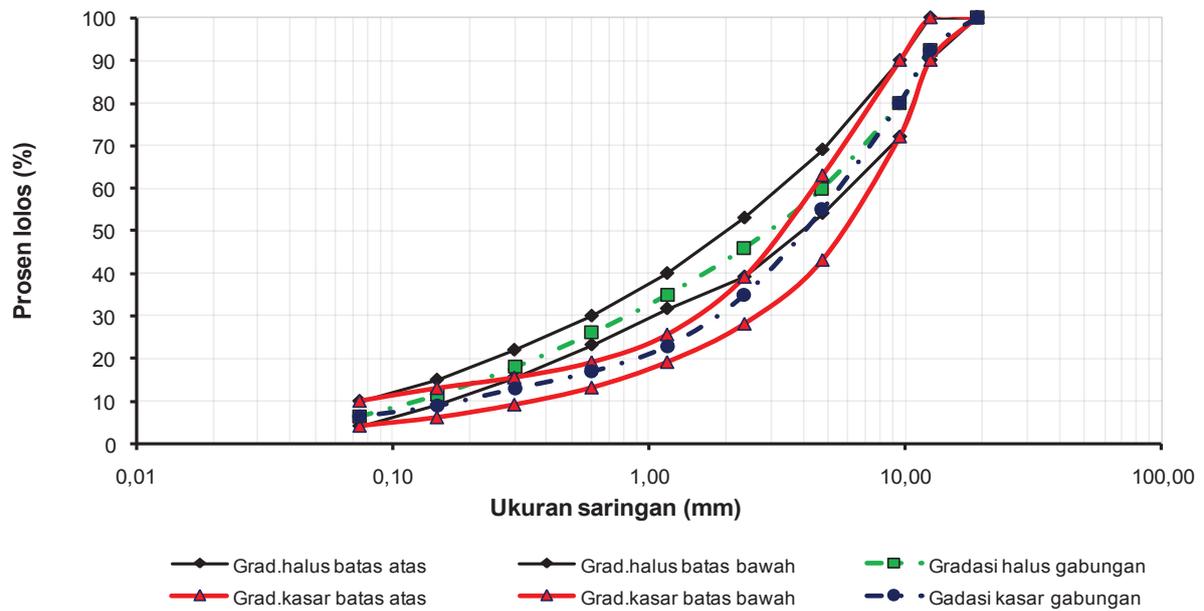
No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil Pengujian			Spesifikasi*
			Agregat kasar	Agregat sedang	Agregat halus	
1.	Abrasi, %	SNI 2417:2008	17,5	-	-	Maks 40
2.	Setara pasir, %	SNI 03-4428-1997	-	-	61,0	Min 60
3.	Berat jenis					
	<i>Bulk</i>	SNI 03-1969-2008	2,647	2,676	2,658	-
	<i>SSD</i>	&	2,688	2,710	2,691	-
	<i>Apparent</i>	SNI 03-1970-2008	2,760	2,771	2,748	-
4.	Penyerapan, %	SNI 1969:2008	1,543	1,269	1,235	Maks 3
5.	Angularitas agregat halus, %	SNI 03-6877-2002	-	-	48,50	Min 45
6.	Angularitas agregat kasar, %	ASTM D 5821-01	99,9/99,6	-	-	Min 95/90
7.	Kelekatan terhadap aspal, %	SNI 2439:2011	-	+95	-	Min 95
9.	Partikel pipih dan lonjong, %	ASTM D4791	1,0	-	-	Maks 10
10.	Pelapukan, %	SNI 03-3407-1994	0,3	0,4	1,8	Maks 12
11.	Analisa saringan, % lolos	SNI 03-1968-1990				
	3/4" (19,1 mm)		100,0	100,0		-
	1/2" (12,5 mm)		57,2	99,6		-
	3/8" (9,5 mm)		16,9	81,5	100,0	-
	# 4 (4,76 mm)		6,4	2,4	99,3	-
	# 8 (2,36 mm)		3,6	1,1	79,1	-
	# 16 (1,18 mm)		1,9	0,8	54,0	-
	# 30 (0,60 mm)		1,3	0,7	36,5	-
	# 50 (0,30 mm)		1,0	0,7	23,7	-
	# 100 (0,149 mm)		0,7	0,6	14,1	-
	# 200 (0,075 mm)		0,5	0,5	9,9	-

*) Sumber: Indonesia (2010)

Tabel 4. Sifat aspal Pen-60

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil Pengujian Aspal Pen 60	Spesifikasi*
1.	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 2456:2011	66	60-70
2.	Titik lembek (°C)	SNI 2434:2011	49,9	≥48
3.	Indeks penetrasi		-0,4949	≥
4.	Daktilitas pada 25°C, 100 g, 5 cm/menit	SNI 2432:2011	>140	≥100
5.	Titik nyala (°C)	SNI 2433:2011	328	≥232
6.	Kelarutan dalam <i>Trichlor Ethylen</i> (%)	ASTM D2042	≥99	≥99
7.	Berat jenis aspal	SNI 2441:2011	1,036	≥1,0
	Pengujian Residu hasil <i>TFOT</i> :			
7.	Berat yang Hilang (%)	SNI 06-2440-1991	0,0103	≤0,8
8.	Penetrasi pada 25°C (%)	SNI 2456:2011	83,3	≥54
9.	Indeks penetrasi		-0,5058	
10.	Titik lembek (°C)	SNI 2434:2011	51,7	
11.	Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 2432:2011	>140	≥50

*) Sumber: Indonesia (2010)



Gambar 1. Gradasi rencana agregat campuran beraspal panas jenis Laston Lapis Aus gradasi halus dan Laston Lapis Aus gradasi kasar

Tabel 5. Sifat campuran beraspal panas Laston Lapis Aus gradasi halus dan gradasi kasar

Uraian	Hasil Pengujian Campuran Laston Lapis Aus (AC-WC)				Spesifikasi Laston Lapis Aus (Bina Marga, 2010 Revisi 2)*
	Gradasi Halus		Gradasi Kasar		
	Standar	Dikondisikan	Standar	Dikondisikan	
Kadar aspal optimum, %	5,93	6,08	5,97	6,19	-
Kepadatan, ton/m ³	2,350	2,352	2,345	2,330	-
Rongga dlm agregat <i>VMA</i> , %	17,25	17,27	16,80	17,57	Min. 15
Rongga terisi aspal <i>VFB</i> , %	75,54	77,29	76,03	74,90	Min. 65
Rongga dalam campuran, %	4,27	3,86	4,04	4,40	3,0 – 5,0
Stabilitas, kg	975,5	1377,8	1089,8	1110,9	Min. 800
Pelelehan, mm	3,57	3,92	3,56	4,20	Min. 3,0
<i>Marshall Quotient</i> (kg/mm)	270,6	357,2	313,7	256,6	Min. 250
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal	2,64	3,18	2,69	2,72	Min. 2
Tebal film aspal*, μm	8,39	8,62	9,91	10,32	-

*) Sumber: Hasil analisis perhitungan tidak termasuk dalam Spesifikasi Umum Bina Marga (Indonesia 2010)

Tabel 6. Sifat aspal setelah ekstraksi dengan cara pemulihan aspal (*recovery*) dari pelarutnya

Uraian	Hasil Pengujian Ekstraksi Campuran Laston Lapis Aus (AC-WC)			
	Gradasi Halus		Gradasi Kasar	
	Standar	Dikondisikan	Standar	Dikondisikan
Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	57	37	55	36
Titik lembek (°C)	49,9	54,0	51,5	56,2
Daktilitas pada 25°C, 100 g, 5 cm/menit (cm)	>140	>140	>140	>140

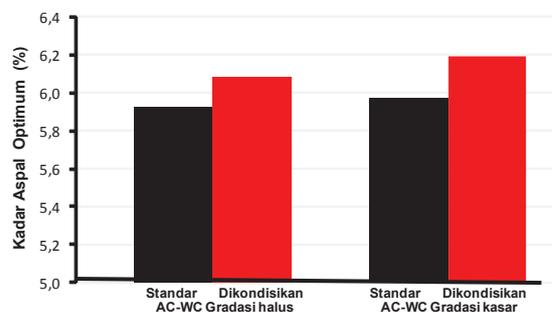
PEMBAHASAN

Campuran beraspal panas Laston Lapis Aus dibuat dengan dua tipe pengondisian, yaitu yang dikondisikan dan yang tidak dikondisikan/standar serta dengan dua tipe gradasi, yaitu gradasi halus dan gradasi kasar yang menggunakan bahan pengikat aspal pen 60. Selanjutnya campuran beraspal dilakukan pengujian di laboratorium dan hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 5 memenuhi persyaratan sesuai yang ditetapkan berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga (Indonesia 2010).

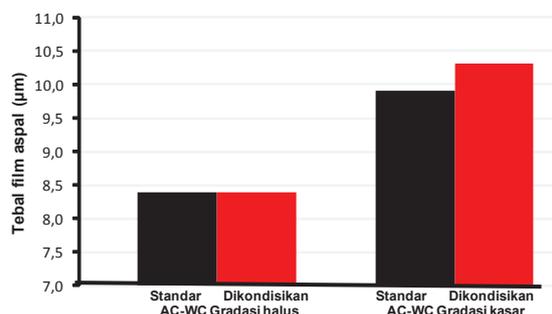
Apabila membandingkan antara sifat campuran beraspal panas Laston Lapis Aus gradasi halus dan gradasi kasar dengan dua tipe pengondisian dengan persyaratan Spesifikasi Lapis Aus Laston Bina Marga (Indonesia 2010), maka seperti ditunjukkan pada Tabel 5 dan Tabel 6 campuran beraspal panas yang mengalami pengondisian akan mengalami penuaan dan penyerapan aspal yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran beraspal panas yang tidak dikondisikan. Jadi agar sifat volumetrik benda uji yang dikondisikan tetap memenuhi persyaratan sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga (Indonesia 2010), maka diperlukan kadar aspal optimum yang lebih besar untuk campuran beraspal panas yang dikondisikan sebesar 6,08% untuk gradasi halus dan 6,19% pada gradasi kasar dibandingkan dengan benda uji yang tidak dikondisikan memerlukan kadar aspal optimum sebesar 5,93% untuk gradasi halus dan 5,97% pada gradasi kasar seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Nilai kadar aspal optimum yang lebih besar untuk campuran beraspal panas yang dikondisikan menunjukkan bahwa penyerapan aspal untuk campuran beraspal panas yang dikondisikan lebih tinggi dibandingkan dengan campuran beraspal panas yang tidak dikondisikan.

Hal ini berlaku pula pada tebal film aspal campuran yang dikondisikan sebesar 8,62 μm untuk gradasi halus dan 10,32 μm pada gradasi kasar. Tebal film aspal campuran ini lebih besar dari pada tebal film aspal pada campuran beraspal panas yang tidak dikondisikan sebesar

8,39 μm untuk gradasi halus dan 9,91 μm pada gradasi kasar seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

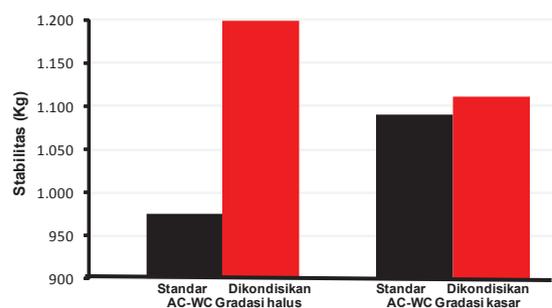


Gambar 2. Kadar aspal optimum (%)



Gambar 3. Tebal film aspal (μm)

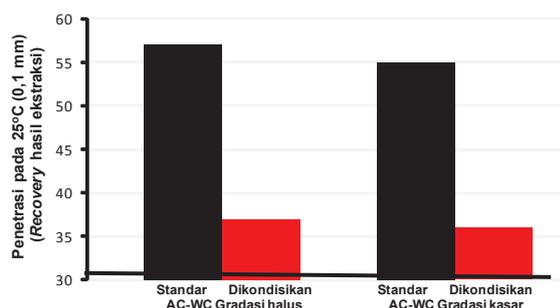
Campuran beraspal panas Laston Lapis Aus dengan gradasi halus dan gradasi kasar yang dikondisikan memiliki kekuatan sangat baik, yaitu ditunjukkan dengan nilai stabilitas sebesar 1377,8 kg untuk gradasi halus dan 1110,9 kg pada gradasi kasar yang lebih besar dari campuran beraspal panas yang tidak dikondisikan/standar sebesar 975,5 kg untuk gradasi halus dan 1089,8 kg pada gradasi kasar seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Stabilitas (kg)

Kinerja aspal sangat dipengaruhi oleh sifat aspal tersebut setelah digunakan sebagai bahan pengikat dalam campuran dan setelah dihampar di lapangan. Hal ini disebabkan karena sifat-sifat aspal akan berubah secara signifikan akibat oksidasi/penuaan yang terjadi baik pada saat pencampuran, pengangkutan dan penghamparan campuran beraspal panas di lapangan. Perubahan sifat ini akan menyebabkan aspal menjadi keras dan getas atau dengan kata lain aspal telah mengalami penuaan. Penuaan aspal yang menyebabkan aspal menjadi keras dan getas disebabkan oleh menguapnya fraksi ringan dalam aspal dan berubahnya fraksi cair (*maltens*) menjadi fraksi padat (*asphaltenes*) hal ini terlihat pada Tabel 6 sifat aspal setelah ekstraksi sesuai dengan ASTM D2172-11 dengan cara pemulihan aspal (*recovery*) dari pelarutnya sesuai dengan ASTM D5404-12 (ASTM 2012).

Pada Tabel 6 terlihat nilai penetrasi aspal pada campuran AC-WC gradasi halus yang dikondisikan dengan nilai 37 dmm lebih kecil dibandingkan nilai penetrasi aspal pada campuran AC-WC gradasi halus yang tidak dikondisikan dengan nilai 57 dmm. Begitu juga pada nilai penetrasi aspal campuran AC-WC gradasi kasar yang dikondisikan dengan nilai 36 dmm lebih kecil dibandingkan nilai penetrasi aspal pada campuran AC-WC gradasi kasar yang tidak dikondisikan dengan nilai 55 dmm seperti ditunjukkan pada Gambar 5.

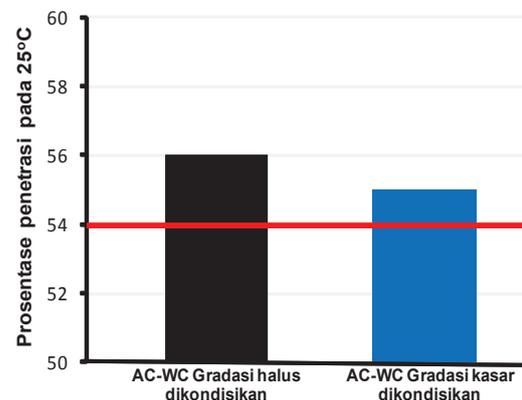


Gambar 5. Penetrasi pada 25°C (0,1 mm) (*Recovery* hasil ekstraksi)

Nilai penetrasi di atas menunjukkan bahwa penuaan aspal setelah digunakan sebagai bahan pengikat dalam campuran beraspal panas, dan setelah dipadatkan untuk campuran AC-WC

gradasi halus dan kasar yang dikondisikan, mengalami penuaan/pengerasan aspal yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak dikondisikan dimana hal ini akan mengakibatkan *workability* campuran beraspal semakin rendah.

Apabila persyaratan prosentase penetrasi pada 25°C $\geq 54\%$ sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga (Indonesia 2010) dijadikan persyaratan, maka prosentase penetrasi pada 25°C untuk aspal pada campuran beraspal panas AC-WC gradasi halus yang dikondisikan adalah 56% dan prosentase penetrasi pada 25°C untuk aspal pada campuran beraspal panas AC-WC gradasi kasar yang dikondisikan adalah 55% masih memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga (Indonesia 2010) seperti ditunjukkan pada Gambar 6. Tingginya tingkat penuaan aspal pada proses perancangan campuran beraspal, dan berdasarkan nilai prosentase penetrasi pada 25°C untuk aspal pada campuran beraspal panas AC-WC gradasi halus dan kasar yang dikondisikan sudah mendekati batas minimum persyaratan prosentase penetrasi pada 25°C $\geq 54\%$, maka dapat diindikasikan durabilitas aspal setelah terhampar/tergelar di lapangan akan rendah.



Gambar 6. Prosentase penetrasi pada 25°C

Pada penelitian ini ditunjukkan alasan digunakannya cara pengkondisian adalah dengan ditunda semakin lama (dikondisikan) campuran beraspal panas dalam kondisi gembur (*loose mixture*) sebelum dipadatkan meskipun temperatur masih memenuhi temperatur pemadatan akan tetapi berdasarkan nilai penetrasi pada Tabel 6 maka nilai penetrasi aspal

pada campuran beraspal panas yang dikondisikan akan semakin turun/mengecil dan semakin keras dimana hal ini akan mengakibatkan *workability* campuran beraspal semakin rendah. Berdasarkan Tabel 5 dengan ditunda semakin lama (dikondisikan) campuran beraspal panas dalam kondisi gembur (*loose mixture*) maka sifat volumetrik dan campuran beraspal panas setelah dipadatkan akan mengalami perubahan.

Berdasarkan data diatas untuk tipe campuran beraspal panas yang dikondisikan akan mengalami proses penuaan (*aging*) yang lebih tinggi daripada tipe campuran beraspal panas yang tidak dikondisikan (standar), untuk mengantisipasi penuaan yang lebih tinggi pada campuran beraspal panas yang dikondisikan memerlukan kadar aspal optimum dan tebal film aspal yang lebih tinggi daripada campuran beraspal panas standar.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian di laboratorium maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu sebagai berikut:

1. Campuran beraspal panas yang dikondisikan akan mengalami perubahan volumetrik campuran salah satunya adalah kadar aspal optimum yang lebih besar dibandingkan dengan campuran beraspal panas yang tidak dikondisikan, dan sifat volumetrik benda uji campuran beraspal panas yang dikondisikan dan benda uji yang tidak dikondisikan tetap memenuhi persyaratan sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga (Indonesia 2010).
2. Campuran beraspal panas Laston Lapis Aus dengan gradasi halus dan gradasi kasar yang dikondisikan memiliki kekuatan sangat baik, yaitu ditunjukkan dengan nilai stabilitas yang lebih besar dari campuran beraspal panas yang tidak dikondisikan (standar), dan tetap memenuhi persyaratan Spesifikasi Lapis Aus Laston dalam Spesifikasi Umum Bina Marga (Indonesia 2010).
3. Untuk campuran beraspal panas Laston Lapis Aus dengan gradasi halus dan gradasi kasar

yang dikondisikan mengalami penuaan yang lebih tinggi, hal ini terlihat pada nilai penetrasi aspal pada campuran AC-WC gradasi halus dan gradasi kasar yang dikondisikan lebih kecil dibandingkan nilai penetrasi aspal pada campuran AC-WC gradasi halus dan gradasi kasar yang tidak dikondisikan dimana hal ini akan mengakibatkan *workability* campuran beraspal semakin rendah. Untuk mengatasi permasalahan penuaan yang lebih tinggi, campuran beraspal panas memerlukan kadar aspal optimum dan tebal film aspal yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran beraspal panas yang tidak dikondisikan.

Saran

Sesuai AASHTO R30-02 (2010) (AASHTO 2012) untuk perancangan campuran beraspal panas, yaitu dalam menentukan volumetrik campuran beraspal panas disarankan dengan pengkondisian. Namun demikian untuk pelaksanaan di lapangan sebaiknya rentang waktu antara proses pencampuran dan awal pelaksanaan pemadatan dilakukan sesegera mungkin.

DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway Transportation Officials Standard. 2012. *Mixture Conditioning of Hot Mix Asphalt (HMA)*. AASHTO R 30-02 (2010). Washington, DC: AASHTO.
- American Society for Testing and Material. 2010. Standard Test Method For Resistance Of Plastic Flow Of Bituminous Mixtures Using Marshall Apparatus. ASTM D6927-06. *2010 Annual Book of ASTM Standards*, section 04, volume 04.03. West Conshohocken : ASTM International.
- American Society for Testing and Material. 2011. Standard Test Methods for Quantitative Extraction of Bitumen From Bituminous Paving Mixture. ASTM D2172-2011. *2011 Annual Book of ASTM Standards*, section 04, volume 04.03. West Conshohocken, : ASTM International.

- . 2012. Standard Practice for Recovery of Asphalt from Solution Using the Rotary Evaporator. ASTM D5404-2012. 2012 *Annual Book of ASTM Standards*, section 04, volume 04.03. West Conshohocken: ASTM International.
- Campan, W.H., Smith, J.R., Erichson, L.G. and Mertz, L.R. 1959. The relationships between voids, surface area, film thickness and stability in bituminous paving mixtures. *Proceedings of the Association of Asphalt Paving Technologists* 28. Minneapolis: Association of Asphalt Paving Technologist, pp. 149-178.
- Dachlan A.T, Sjahdanulirwan M. 2012. “Kajian Pengaruh Modulus Resilien Dan Kepadatan Membal, Terhadap Kekuatan Dan Keawetan Perkerasan Beraspal Panas”. *Jurnal Jalan-Jembatan*, Vol 29 No.1, hal 34-46.
- Indonesia. Kementerian Pekerjaan Umum. Direktorat Jenderal Bina Marga. 1999. *Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak*. No.025/T/BM/1999. Jakarta: Ditjen Bina Marga.
- . 2010. *Spesifikasi Umum Bina Marga Edisi 2010 – Revisi 2*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina.
- Kandhal, P.S. & Chakraborty, S. 1996. *Effect of asphalt film thickness on short - and long - term aging of asphalt paving mixtures*. Washington, D.C: Transportation Research Board
- . Foo, K.Y. & Mallick, R.B. 1998. *A critical review of VMA requirements in superpave, Transportation Research Record. 1609*. Washington, D.C: Transportation Research Board.
- Shell Bitumen. 1990. *Shell Bitumen Handbook*. London: Shell Bitumen.