

KARAKTERISTIK *ULTRA THIN SURFACING HOT MIX ASPHALT* DITINJAU DARI NILAI MARSHALL, KUAT TARIK TIDAK LANGSUNG, KUAT TEKAN BEBAS, DAN PERMEABILITAS

Hafid Riyan Purnomo¹⁾, Ary Setyawan²⁾, Djoko Sarwono³⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

²⁾³⁾Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jln Ir Sutami 36 A, Surakarta 57126

e-mail : hafidriyanpurnomo@gmail.com

Abstract

The roads in Indonesia already have a strong structure, the damage that usually occurs is a surface defects. Overlay that used to resolve it still too thick. Ultra-Thin Surfacing Hot Mix Asphalt (UTSHMA) has a thickness of 12-15mm. UTSHMA gradation decided based on the highest Marshall Quotient value tested by performing Marshall test to 5 types of variants gradation from Standard Specification Construction of Transport Systems (Georgia Department of Transportation, 2001) with CA (Coarse Aggregate) and FA (Fine Aggregate) fraction-proportion calibration. Optimum Bitumen Content (OBC) obtained by Marshall test to 5 variants asphalt content, that are (Pb-1)%, (Pb-0.5)%, (Pb)%, (Pb+0.5)%, (Pb+1)%. The bitumen used for this is penetration 60/70. The test of ITS (indirect tensile strength), UCS (unconfined compressive strength), and water permeability are performed to the best mix gradation UTSHMA and OBC. Gradation with the fraction-proportion of CA at least has the greatest Marshall Quotient. OBC obtained was 6.35%. UTSHMA can be used as a pavement in Indonesia because it has met the Laston standard AC-WC Bina Marga. UTSHMA has ITS value, strain, modulus of elasticity, and coefficient of water permeability greater than the AC mixture. UTSHMA has a smaller UCS stability value than the AC mixture.

Keywords: UTSHMA, Marshall, ITS, UCS, Water Permeability

Abstrak

Jalan di Indonesia umumnya memiliki struktur yang kuat, kerusakan yang biasanya terjadi adalah cacat permukaan. Overlay yang dilakukan untuk mengatasinya masih terlalu tebal. Ultra Thin Surfacing Hot Mix Asphalt (UTSHMA) memiliki ketebalan 12-15mm. Gradasi UTSHMA ditentukan berdasarkan nilai Marshall Quotient tertinggi dari pengujian Marshall kepada 5 jenis varian gradasi dari Standard Specification Construction of Transport Systems (Georgia Department of Transportation, 2001) dengan penyesuaian proporsi fraksi CA (Coarse Agregate) maupun FA (Fine Agregate). Kadar Aspal Optimum (KAO) didapat dari pengujian Marshall kepada 5 varian kadar aspal, yakni (Pb-1)%, (Pb-0,5)%, (Pb)%, (Pb+0,5)%, (Pb+1)%. Aspal yang digunakan adalah penetrasi 60/70. Pengujian kuat tarik tidak langsung/ ITS (indirect tensile strength), kuat tekan bebas/ UCS (unconfined compressive strength), dan permeabilitas (water permeability) dilakukan kepada UTSHMA dengan gradasi terbaik dan KAO. Gradasi dengan proporsi fraksi CA terkecil memiliki Marshall Quotient terbesar. KAO yang didapat adalah 6,35%. UTSHMA dapat digunakan sebagai perkerasan di Indonesia karena memenuhi standar Laston AC-WC Bina Marga. UTSHMA memiliki nilai ITS, regangan, modulus elastisitas, dan koefisien permeabilitas yang lebih besar dibandingkan campuran panas AC. UTSHMA memiliki nilai stabilitas dan UCS yang lebih kecil dibandingkan campuran panas AC.

Kata kunci: UTSHMA, Marshall, ITS, UCS, Permeabilitas

PENDAHULUAN

Jalan memerlukan beberapa peremajaan untuk meningkatkan mutu pelayanannya sehingga dapat mencapai umur layan sesuai perencanaan. Peremajaan dilakukan sesuai jenis kerusakan yang dialami masing-masing jalan. Kerusakan jalan secara garis besar dibagi menjadi 2 jenis, yakni kerusakan fungsional dan kerusakan struktural.

Sebagian besar jalan di Indonesia telah memiliki daya dukung secara struktural yang kuat, kerusakan yang biasanya terjadi adalah kerusakan non-struktural, sebagai contoh cacat permukaan. Cacat permukaan jalan tersebut menyebabkan penurunan fungsi jalan karena mengganggu kenyamanan serta kelancaran dalam berlalu-lintas. Hal yang biasanya dilakukan untuk mengatasi kerusakan terhadap cacat permukaan jalan adalah overlay.

Overlay umumnya dilakukan dengan melapisi perkerasan yang sudah ada dengan aspal baru yang memiliki ketebalan tertentu. Selama ini perencanaan tebal lapisan overlay masih terlalu besar, sebagai contoh Laston AC-WC memiliki tebal minimum 4 cm. Oleh karena itu, diperlukan suatu perencanaan lapis tipis aspal untuk overlay yang lebih hemat dalam penggunaan bahan baku dan memiliki kekuatan yang tetap memenuhi persyaratan yang ditentukan di Indonesia.

Ultra Thin Surfacing Hot Mix Asphalt pada dasarnya harus bersifat kesat dan kedap dalam menjalankan tugasnya sebagai Wearing Course (Lapis Permukaan). Kekesatan dapat tercapai dengan meningkatkan koefisien gesek antara

ban dan perkerasan jalan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan cara memperbaiki kerusakan permukaan seperti *fretting* (pelepasan agregat) dan retak. Kekesatan akan meningkatkan faktor keamanan pengguna jalan dari bahaya selip. Kecedapan dapat tercapai dengan memperkecil koefisien permeabilitas terhadap penetrasi air dengan cara memperkecil prosentase pori dalam campuran. Kecedapan dapat melindungi *base course* dari kerusakan struktural. Hal yang perlu diperhatikan adalah *Ultra Thin Surfacing Hot Mix Asphalt* hanya dapat dilakukan pada perkerasan dengan *base course* yang masih mantap dan penampang melintang yang baik karena *Ultra Thin Surfacing Hot Mix Asphalt* bersifat non-struktural.

Dipandang perlu diadakan penelitian tentang desain campuran lapis ultra tipis aspal panas sehingga dapat diaplikasikan sebagai metode perbaikan jalan dengan kerusakan permukaan.

***Ultra Thin Surfacing Hot Mix Asphalt*(UTSHMA)**

Lapis tipis permukaan biasanya menggunakan aspal modifikasi. UTSHMA adalah jenis lapis tipis permukaan, yang menggunakan aspal penetrasi 60/70 agar dapat digunakan di Indonesia yang beriklim tropis dan lebih murah karena mudah didapat. Di beberapa negara, lapis tipis permukaan memiliki berbagai penamaan. Masing-masing penamaan lapis tipis permukaan memiliki persyaratan gradasi maupun tebal campuran yang berbeda, tetapi dari keseluruhan penelitian tentang lapis tipis permukaan bertujuan untuk mencari metode *overlay* yang lebih hemat dalam penggunaan bahan baku dan memiliki kekuatan yang tetap memenuhi persyaratan yang ditentukan di masing-masing negara. UTSHMA hanyalah sebuah penamaan yang penulis buat untuk membedakan metode yang dilakukan penulis dengan metode yang dilakukan di negara lain.

Ultra Thin Friction Course (UTFC) telah berhasil dilaksanakan pada beberapa jalan di Afrika Selatan pada tahun 1999. Desain UTFC saat ini adalah empiris dan akan tetap demikian di masa depan sebagai pengalaman telah menunjukkan bahwa volume trik tidak sepenuhnya berlaku untuk produk ini, dalam kata lain tidak selamanya yang memiliki dimensi lebih besar akan menghasilkan kekuatan yang lebih besar pula. (T.M Gilbert, P.A. Oliver, dan N.E Gale.)

Penelitian terhadap *Ultra Thin Bounded Wearing Course* (UTBWC) telah menunjukkan bahwa UTBWC mengurangi kerusakan yang disebabkan oleh pelapukan, oksidasi, lalu lintas dan memberikan skid resistance yang baik, mengurangi kebisingan bergulir, pengurangan hydroplaning, dan pengurangan menyempitnya air dari jalan. UTBWC tidak meningkatkan kapasitas struktural perkerasan, namun penggunaan UTBWC sebagai lapis permukaan pada perkerasan baru bisa dipertimbangkan. (Malaki Musa Ruranika dan Jerry Geib).

Ultra-thin Bonded Bituminous Surface (UBBS) ditujukan sebagai perawatan permukaan untuk jalan raya membutuhkan rehabilitasi karena *raveling*, pelapukan, dan oksidasi. UBBS juga bertujuan untuk mengembalikan keausan permukaan oleh bekas roda sekitar kedalaman 12.5 mm (1/2 inci) dan penyimpangan lain permukaan. Selain itu, meremajakan umur HMA permukaan perkerasan. UBBS tidak dirancang untuk meningkatkan kapasitas struktural perkerasan. UBBS tidak dimaksudkan untuk menjembatani titik-titik lemah atau untuk menutupi kekurangan-kekurangan perkerasan yang mendasari. Setiap retakan yang lebih besar dari 6,2 mm (1/4 inci) lebar harus ditutup sebelum menggunakan aplikasi UBBS untuk memastikan kinerja yang baik. Penutupan tidak diperlukan untuk retak yang kurang dari 6,2 mm (1/4 inci) karena penerapan lapis tipis aspal emulsi (Russell et al. 2008).

Ultra Thin Surfacing Hot Mix Asphalt menggunakan gradasi dari *Standard Specification Construction of Transport Systems* (Georgia Department of Transportation, 2001). Persyaratan gradasi UTSHMA dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persyaratan Gradasi UTSHMA

<i>Asphaltic Concrete – 4,75 mm Mix</i>		
<i>Mixture Control Tolerance</i>	<i>Grading Requirements</i>	<i>% Passing</i>
± 0,0	1/2 “	100
± 5,6	3/8”	90 – 100
± 5,7	# 4	75 – 95
± 4,6	# 8	60 – 65
± 3,8	# 50	20 – 50
± 2,0	# 200	4 - 12

Sumber: *Standard Specification Construction of Transport Systems* (Georgia Department of Transportation, 2001)

Uji Volumetrik

Pengujian volumetrik pada benda uji bertujuan untuk mendapatkan nilai densitas, SG_{mix} dan porositas dari setiap benda uji. Porositas adalah prosentase pori atau rongga udara yang terdapat dalam suatu campuran. Porositas dipengaruhi oleh densitas dan *specific gravity* campuran. Densitas menunjukkan besarnya kepadatan pada campuran. *Specific Gravity* campuran adalah perbandingan persen berat tiap komponen pada campuran dan *specific gravity* tiap komponen.

Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan lapis perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang (deformasi permanen), alur ataupun *bleeding* (keluarnya aspal ke permukaan). Stabilitas terjadi dari hasil geseran antar agregat, penguncian butir partikel (*interlock*) dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal. Angka - angka stabilitas benda uji didapat dari pembacaan alat uji Marshall. Angka stabilitas ini masih harus dikoreksi lagi dengan kalibrasi alat dan ketebalan benda uji.

Pengujian ITS

Kuat tarik ialah kemampuan untuk menahan gaya luar yang cenderung menarik elemen benda uji secara bersamaan. ITS adalah sebuah pengujian gaya tarik tidak langsung yang bertujuan mengetahui karakter *tensile* dari campuran perkerasan. Sifat uji ini adalah untuk memperkirakan potensiretakan pada campuran aspal.

Pengujian UCS

Kuat tekan adalah suatu metode untuk mengetahui nilai gaya tekan dari suatu campuran perkerasan. Kuat tekan adalah kemampuan lapisan perkerasan untuk menahan beban yang ada secara vertikal yang dinyatakan dalam kg atau lb.

Uji Permeabilitas

Permeabilitas merupakan salah satu sifat perkerasan yang harus diperhatikan, mengingat banyaknya kerusakan perkerasan yang salah satu sebabnya dikarenakan oleh air. Permeabilitas mempengaruhi durabilitas dan stabilitas campuran aspal. Permeabilitas campuran asphalt concrete dapat diukur dengan nilai yang menunjukkan nilai permeabilitas atau koefisien permeabilitas (k), (cm/detik).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Perkerasan Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Standar pembuatan UTSHMA mengacu pada *Standard Spesification Construction of Transport Systems (Georgia Department of Transportation, 2001)*, sedangkan pengujian terhadap benda uji mengacu pada standar yang dikeluarkan oleh *The Asphalt Institute (1997) Superpave Series No.1 (SP-1)* dan mengadopsi dari metode – metode yang disahkan atau distandarkan oleh Bina Marga yang berupa SK SNI. Tahap penelitian meliputi penentuan gradasi terbaik, penentuan kadar aspal optimum, pembuatan benda uji dengan kadar aspal optimum, pengujian ITS, pengujian UCS, pengujian permeabilitas. Jumlah benda uji pada penentuan gradasi terbaik adalah 3 buah untuk masing-masing varian gradasi. Jumlah benda uji pada penentuan KAO adalah 3 untuk masing-masing kadar aspal. Jumlah benda uji pada pengujian kuat tarik tidak langsung, pengujian kuat tekan bebas, dan permeabilitas adalah 3 buah untuk masing-masing pengujian.

Data pemeriksaan agregat dan data pemeriksaan aspal merupakan data sekunder yang diperoleh dari Laboratorium Jalan Raya UNS dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Data Pemeriksaan Agregat

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat
1.	Kerusakan dengan menggunakan mesin Los Angeles (%)	20,04	max. 40
2.	Penyerapan air (%)	2,508	maks.3
3.	Berat jenis <i>bulk</i> (gr/cc)	2,543	min.2,5
4.	Berat jenis SSD (gr/cc)	2,607	min.2,5
5.	Berat jenis <i>apparent</i> (gr/cc)	2,716	min.2,5

Sumber : Lab. Perkerasan Jalan Raya UNS

Tabel 3. Data Pemeriksaan Aspal Keras

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Satuan	Spesifikasi	
				Minimum	Maksimum
1.	Penetrasi	71	0,1 mm	60	79
2.	Daktalitas	>150	cm	100	-
3.	Titik lembek	48,5	celcius	48	58
4.	Titik nyala	266	celcius	200	-
5.	Titik bakar	270	celcius	200	-
6.	Berat jenis aspal	1,045	gr/cc	1	-
7.	Kelekatan	97	%	95	-

Sumber : Lab. Perkerasan Jalan Raya UNS

Untuk menentukan gradasi terbaik, dilakukan pengujian *Marshall* kepada 5 varian gradasi dengan penyesuaian proporsi fraksi CA maupun FA. Varian gradasi tersebut diberi kode “BA”, “CA+”, “M”, “FA+”, dan “BB”. Perencanaan *job mix* masing-masing varian gradasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perencanaan *Job Mix* untuk Penentuan Gradasi Terbaik

Nomor Saringan	Spesifikasi (%)	Gradasi (%)				
		BA	CA +	M	FA +	BB
1/2 “	100	100	100	100	100	100
3/8”	90 – 100	99	99	95	91	91
# 4	75 – 95	94	94	85	76	76
# 8	60 – 65	64	64	62,5	61	61
# 50	20 – 50	49	21	35	49	21
# 200	4 – 12	11	5	8	11	5

Berdasarkan Pedoman Teknik No.028 / T / BM / 1999, kadar aspal optimum rencana (Pb) diperoleh persamaan sebagai berikut ini :

$$Pb = 0,035 (\% CA) + 0,045 (\% FA) + 0,18 (\% FF) + \text{konstanta}$$

Keterangan :

CA =Fraksi agregat kasar, yaitu persen berat material yang tertahan saringan No.8 terhadap berat total campuran.

FA =Fraksi agregat halus, yaitu persen berat material yang lolos saringan No.8 dan tertahan saringan No.200 terhadap berat total campuran.

FF =Fraksi bahan pengisi, yaitu persen berat material yang tertahan saringan No.200 terhadap berat total campuran.

Nilai konstanta kira – kira 0,5 sampai 1,0 untuk Laston dan 2,0 sampai 3,0 untuk Lataston. Untuk jenis campuran lain digunakan nilai 1,0 sampai 2,5.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Tabel 5. Hasil Uji *Marshall* penentuan Gradasi Terbaik

Kode Benda Uji	Densitas (gr/cc)	Pori (%)	Stabilitas Koreksi (kg)	Flow (mm)	Marshall Quotient (kg/mm)
BA	2,30	1,63	1.218,49	3,2	389,24
CA+	2,26	4,01	265,24	2,5	119,97
M	2,30	2,10	533,81	3,5	152,80
FA+	2,29	2,19	667,93	3,2	207,60
BB	2,23	5,06	352,66	4,2	92,61

Gradasi terbaik berdasarkan nilai *Marshall Quotient* yang tertinggi yakni gradasi “BA” dengan nilai *Marshall Quotient* sebesar 389,24 kg/mm. Penentuan gradasi terbaik dilakukan berdasarkan *Marshall Quotient* tertinggi karena hal terpenting yang harus dimiliki oleh suatu *thin surfacing* adalah kemampuan *thin surfacing* menerima pembebanan vertikal yang besar dengan defleksi vertikal yang relatif kecil, dengan catatan defleksi vertikal minimal harus terpenuhi agar faktor kenyamanan sebagai perkerasan lentur terpenuhi. *Marshall Quotient* didapat dari hasil bagi Stabilitas dan *Flow*, jika nilai stabilitas tinggi sedangkan nilai flow rendah maka campuran akan bersifat getas dan

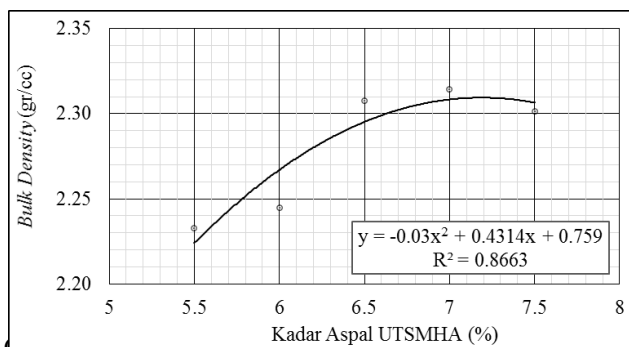
mudah mengalami retak, jika nilai stabilitas rendah sedangkan nilai flow tinggi maka campuran akan kelebihan sifat plastis dan mudah mengalami deformasi.

Rekapitulasi hasil pengujian *Marshall* pada tahap penentuan KAO dapat dilihat pada Tabel 6.

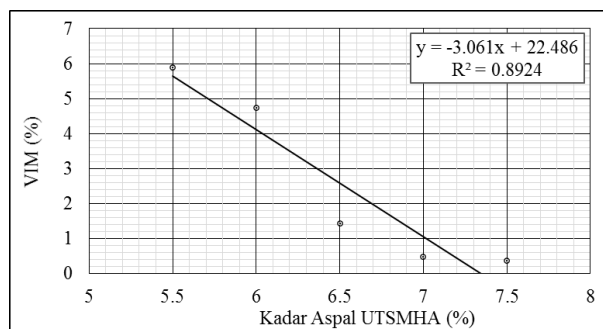
Tabel 6. Hasil Uji *Marshall* penentuan KAO

Kadar Aspal (%)	Densitas (gr/cc)	Pori (%)	Stabilitas Koreksi (kg)	Flow (mm)	Marshall Quotient (kg/mm)
5,5	2,23	5,90	1.091,93	3,6	314,16
5	2,24	4,75	1.099,59	3,8	337,74
5,5	2,31	1,44	1.315,65	3,4	381,88
6	2,31	0,49	1.116,75	5,4	259,02
6,5	2,30	0,37	895,98	5,7	162,64

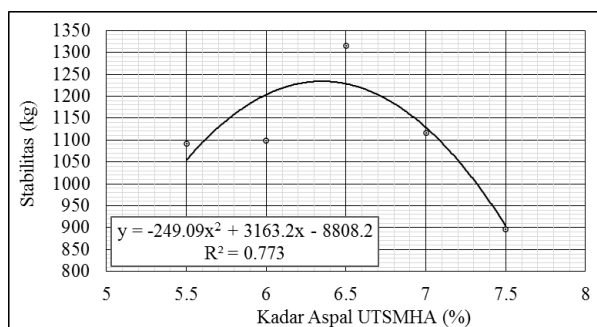
Rekapitulasi hasil pengujian *Marshall* kemudian dibuat grafik untuk mengetahui korelasi masing-masing karakteristik dengan kadar aspal yang terkandung. Korelasi masing-masing karakteristik dengan kadar aspal yang terkandung dapat dilihat pada Gambar 1 sampai Gambar 5.



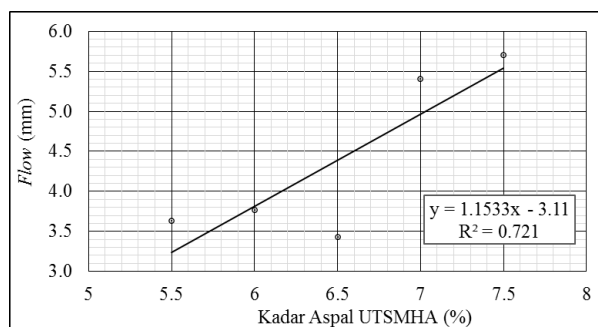
Gambar 1. Korelasi Kadar Aspal dengan *Bulk Density*



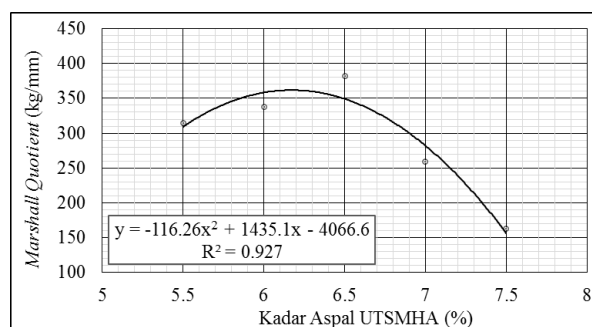
Gambar 2. Korelasi Kadar Aspal dengan Pori



Gambar 3. Korelasi Kadar Aspal dengan Stabilitas



Gambar 4. Korelasi Kadar Aspal dengan *Flow*



Gambar 5. Korelasi Kadar Aspal dengan *Marshall Quotient*

Dari persamaan "Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas" yakni

$$y = -249,09x^2 + 3163,2x - 8808,2$$

$$y' = 0$$

$$2 \cdot (-249,09x) + 3163,2 = 0$$

$$(-498,18)x = (-3163,2)$$

$$x = 6,35 \text{ (Jadi kadar aspal optimum berdasarkan stabilitas adalah } = 6,35\%)$$

Kadar aspal yang didapat kemudian dimasukkan pada persamaan masing-masing karakteristik campuran untuk didapat besar karakteristik campuran.

Tabel 7. Nilai Karakteristik *Marshall* Benda Uji dengan gradasi terbaik dan KAO

Kadar Aspal Optimum	Karakteristik Campuran	Nilai
6,35 % aspal	Densitas (gram/cc)	2,29
	Porositas (%)	3,05
	Stabilitas (kg)	1.234,19
	Flow (mm)	4,21
	<i>Marshall Quotient</i> (kg/mm)	358,39

Hasil penelitian nilai karakteristik *Marshall* di atas perlu dibandingkan dengan standar perkerasan jalan di Indonesia agar dapat diketahui selayakan untuk dapat digunakan sebagai campuran perkerasan jalan di Indonesia. Lazimnya jalan dengan beban lalu lintas tinggi menggunakan campuran Laston, sebagai contoh jalan kelas I. UTSHMA merupakan suatu campuran lapis permukaan sehingga dibandingkan dengan spesifikasi campuran Laston AC-WC.

Tabel 8. Perbandingan Hasil UTSHMA dengan Standar Bina Marga

Karakteristik	Spesifikasi		Hasil	Keterangan
	Laston AC-WC Min	Max	Pengujian UTSHMA	
Kadar Aspal Efektif (%)	5,1	-	6,35	Memenuhi
Porositas (%)	3	5	3,05	Memenuhi
Stabilitas (Kg)	800	-	1.234,19	Memenuhi
Flow (mm)	3	-	4,21	Memenuhi
<i>Marshall Quotient</i> (kg/mm)	250	-	358,39	Memenuhi

Sumber: *Spesifikasi Umum Campuran Laston, Bina Marga (2010)*

Berdasarkan tabel di atas dapat kita lihat bahwa UTSHMA memenuhi beberapa standar karakteristik Laston AC-WC, sehingga dapat digunakan sebagai lapis permukaan (*wearing course*) jalan di Indonesia.

Standar mengenai ITS, UCS, dan Permeabilitas belum ditetapkan oleh Bina Warga. Perbandingan hasil penelitian UTSHMA dengan penelitian yang terdahulu diharapkan dapat digunakan sebagai tolak ukur keunggulan maupun kekurangan UTSHMA. Pengujian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Pengujian Terdahulu

No	Jenis Pengujian	Campuran Panas AC *)
1	ITS (KPa)	637,13
2	Regangan	0,0083
3	Modulus elastisitas (MPa)	76,96
4	UCS (KPa)	4.508,65
5	Permeabilitas (cm/detik)	6,85E-04

Sumber: *) *Fajar Nugrobo (2009)*

Tabel 10. Hasil Perhitungan ITSUTSHMA

Kode Benda Uji	Tebal Benda Uji (m)	Dial (lb)	Kuat Tarik Terkalibrasi (kg)	ITS (kg/m ²)	ITS (KPa)
O1	0,0134	6,00	109,9526	51.709,7802	507,2729
O2	0,0133	12,00	219,9053	103.613,5934	1.016,4494
O3	0,0137	9,00	164,9290	75.652,1168	742,1473
	Nilai Rata-rata		164,9290	76.991,8301	755,2899

Hasil penelitian menunjukkan nilai ITS UTSHMA sebesar 755,29 KPa, sedangkan campuran panas AC memiliki nilai ITS sebesar 637,13 KPa. Penelitian terhadap nilai ITS dari benda uji menunjukkan bahwa campuran UTSHMA menghasilkan nilai ITS yang lebih besar dari campuran panas AC. Dapat disimpulkan bahwa campuran UTSHMA memiliki ketahanan terhadap retak lebih besar daripada campuran panas AC, dengan kata

lain kemungkinan terjadi retak lebih kecil. Besarnya kuat tarik tidak langsung disebabkan karena kadar aspal optimum UTSHMA lebih tinggi dibandingkan campuran panas AC, sehingga campuran UTSHMA lebih bersifat plastis. UTSHMA pada dasarnya ditujukan sebagai lapis permukaan, sehingga retak harus sebisa mungkin dimimalisir.

Tabel 11. Hasil Perhitungan Regangan dan Modulus Elastisitas UTSHMA

Kode Benda Uji	ITS (KPa)	Devormasi Vertikal (mm)	Devormasi Horisontal (mm)	Regangan (ϵ)	Modulus Elastisitas (MPa)
O1	507,2729	0,80	0,28	0,002760	183,796
O2	1.016,4494	1,80	0,63	0,006210	163,681
O3	742,1473	1,00	0,35	0,003450	215,117
Rata-rata	755,2899	1,20	0,42	0,004140	187,531

Berdasarkan penelitian nilai regangan UTSHMA sebesar 0,0041, sedangkan campuran panas AC menghasilkan regangan sebesar 0,0083. Hal tersebut menunjukkan bahwa benda uji UTSHMA menghasilkan nilai regangan lebih rendah bila dibandingkan dengan campuran panas AC, dengan kata lain campuran UTSHMA mengalami perubahan dimensi (tebal) lebih kecil.

Hasil penelitian menunjukkan nilai Modulus Elastisitas dari UTSHMA sebesar 187,53 MPa, sedangkan nilai Modulus Elastisitas campuran panas AC sebesar 76,96 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa Modulus Elastisitas UTSHMA lebih besar dibandingkan campuran panas AC. Hal ini disebabkan karena UTSHMA memiliki kuat tarik yang lebih besar dibandingkan campuran panas AC, tetapi memiliki nilai regangan yang lebih kecil.

Tabel 12. Hasil Perhitungan UCS UTSHMA

Kode Benda Uji	Tebal Benda Uji	Beban Maksimum (KN)	UCS (N/mm ²)	UCS (KPa)	Devormasi Vertikal (mm)	Regangan (ϵ)
O8	13,20	3,83	0,4741	474,051	1,93	0,146212
O9	13,79	3,8	0,4703	470,338	1,1	0,079782
Rata-rata	13,49	3,815	0,4722	472,194	1,52	0,112997

Penelitian terhadap UTSHMA menghasilkan nilai kuat tekan yang lebih kecil daripada campuran dingin AC maupun campuran panas AC. Terlihat dari hasil pengujian terhadap UTSHMA yang menghasilkan kuat tekan sebesar 472,19 KPa, sedangkan campuran panas AC memiliki kuat tekan sebesar 4.508,65 KPa. Hal tersebut disebabkan karena penyusun UTSHMA sebagian besar terdiri dari agregat dengan ukuran yang lebih kecil. UTSHMA pada dasarnya ditujukan sebagai lapis permukaan yang tidak terlalu menitikberatkan pada kekuatan maksimal tegangan yang dapat diterima karena fungsi tersebut telah menjadi tugas lapisan *base* di bawahnya sebagai lapis struktural.

Tabel 13. Hasil Perhitungan Permeabilitas UTSHMA

Kode Benda Uji	Tebal benda uji (L) (cm)	Waktu rembesan (T) (detik)	Koefisien Permeabilitas (k) (cm/detik)	Klasifikasi
O4	1,3125	83	6,52418E-05	<i>poor drainage</i>
O5	1,3575	84	6,66754E-05	<i>poor drainage</i>
O6	1,3300	78	7,03497E-05	<i>poor drainage</i>
Nilai Rata-rata		82	6,74223E-05	<i>poor drainage</i>

Campuran UTSHMA menghasilkan koefisien permeabilitas yang lebih kecil dari campuran panas AC. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil penelitian UTSHMA yang menghasilkan koefisien permeabilitas sebesar 6,74E-05 cm/detik, sedangkan campuran panas AC 6,85E-04 cm/detik. Hal tersebut disebabkan karena UTSHMA memiliki nilai porositas yang lebih kecil. UTSHMA pada dasarnya ditujukan sebagai lapis permukaan, sehingga lewatnya air harus sebisa mungkin dimimalisir agar tidak merusak lapis struktural yang ada di bawahnya.

SIMPULAN

Kesimpulan dari hasil pengujian karakteristik *Marshall*, ITS, UCS, dan permeabilitas adalah sebagai berikut : Penelitian campuran UTSHMA dilakukan dengan memakai gradasi dari “*Standard Spesification Construction of Transport Systems (Georgia Department of Transportation, 2001)*” dengan proporsi fraksi CA terkecil (gradasi dengan kode “BA”) dan dengan aspal penetrasi 60/70 memiliki *Marshall Quotient* terbesar. KAO yang didapat setelah melakukan pengujian *Marshall* adalah 6,35%. UTSHMA dapat digunakan sebagai campuran perkerasan di Indonesia karena telah memenuhi standart Laston AC-WC Bina Marga. UTSHMA memiliki nilai kuat tarik tidak langsung, regangan, modulus elastisitas, dan koefisien permeabilitas yang lebih besar dibandingkan dengan campuran panas AC. UTSHMA memiliki nilai stabilitas dan kuat tekan bebas yang lebih kecil dibandingkan dengan campuran panas.

REKOMENDASI

Rekomendasi yang dapat kami berikan untuk menindaklanjuti hasil penelitian ini adalah Penelitian lebih lanjut tentang stabilitas dan kuat tekan bebas disarankan menggunakan agregat dengan nilai abrasi yang lebih tinggi dan control terhadap bentuk agregat diperketat agar tercapai nilai stabilitas dan kuat tekan yang lebih besar agar dapat mempunyai stabilitas dan kuat tekan setara dengan campuran panas AC.

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan. Terelesaikannya penyusunan penelitian ini berkat dukungan dan doa dari orang tua, untuk itu kami ucapkan terima kasih. Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Ir. Ary Setyawan, M.Sc., PhD dan Ir. Djoko Sarwono, MT, selaku pembimbing yang dengan penuh kesabaran telah memberi koreksi dan arahan sehingga menyempurnakan penyusunan. Rasa terima kasih penulis sampaikan khusus untuk Anang, Yoga, Arif, dan Didit yang telah membantu dalam proses penelitian. Pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah berperan dalam mewujudkan penelitian ini secara langsung maupun tidak langsung khususnya mahasiswa sipil UNS 2008.

REFERENSI

- Anonim. 2010. Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 2). Divisi 6 Perkerasan Aspal. Direktorat Jendral Bina Marga. Jakarta.
- Georgia Department of Transportation*. 2001. *Standart Specifications Construction of Transportation Systems*. Georgia.
- Nugroho, Fajar. 2009. Tinjauan Permeabilitas, Kuat Tekan, dan Kuat Tarik Tidak Langsung Aspal Beton dengan Limbah Ban sebagai Pengganti Sebagian Agregat Medium. Universitas Sebelas Maret. Skripsi. Surakarta.
- Ruranika, M. M., Geib, Jerry. 2007. *Performance of Ultra Thin Bounded Wearing Course (UTBWC) Surfacing Treatment On US-169 Princeton*, MN. United States.
- Russell, M.A., Pierce L.M., Uhlmeyer, J.S., dan Anderson, K.W. 2008. NovaChip. Report No. WA-RD 697.1, Washington State Department of Transportation, Olympia, Washington.
- Setyawan, Ary. 2007. Handout Mata Kuliah Perkerasan Jalan. Bahan Ajar. Surakarta: Program S1 Jurusan Teknik Sipil UNS.
- T.M Gilbert, P.A. Oliver, dan N.E Gale. 2004. Ultra Thin Friction Course : Five Years on in South Africa. Sun City. South Africa.