

STUDI KARAKTERISTIK CAMPURAN HRS-WC DENGAN AGREGAT DILAPISI PLASTIK TIPIS BEKAS

I Nyoman Arya Thanaya, I Made Agus Ariawan, dan Anak Agung Istri Mirah Primaswari

*Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Udayana, Denpasar
Email: aryathanaya@unud.ac.id*

ABSTRAK

Salah satu permasalahan lingkungan adalah meningkatnya jumlah limbah plastik seperti kresek dan kemasan plastik tipis lain. Oleh karena itu perlu adanya suatu upaya untuk menggunakan limbah plastik tersebut. Pada penelitian ini limbah kemasan plastik tipis dipergunakan untuk memproduksi campuran perkerasan jalan. Penelitian ini bertujuan mengetahui: efektivitas penyalutan plastik terhadap agregat; sifat agregat yang diselimuti plastik; karakteristik Marshall campuran HRS-WC. Limbah plastik tipis dipotong secara manual dengan ukuran < 10mm dan 10-20mm. Agregat dipanaskan dan ditaburi potongan plastik, diaduk dan ditambahkan kadar aspal optimum (KAO), diaduk rata dan dipadatkan 2x75 tumbukan Marshall. Ditemukan bahwa penyalutan plastik tipis (diamati secara visual) hanya efektif pada agregat kasar menggunakan ukuran plastik 10-20mm. Pengujian Marshall dilakukan pada campuran HRS-WC dengan agregat yang telah terselimuti plastik dengan variasi KAO, KAO-0,5, dan KAO-1. Diperoleh KAO 7.55%. Untuk menyaluti agregat kasar diperlukan adalah 30 gr plastik (8,6% terhadap berat total agregat kasar) dan 15 gr (4,3%) dari berat total agregat kasar) untuk penyalutan 50%. Hasil pengujian karakteristik Marshall tanpa dan dengan penambahan plastik tidak berbeda signifikan, dimana terjadi penurunan nilai stabilitas Marshall namun masih memenuhi spesifikasi. Dari hasil pengujian Marshall dan perhitungan, diperoleh data berupa nilai karakteristik meliputi nilai stabilitas, Flow, Marshall Quotient, VIM, VMA, dan VFB untuk campuran HRS-WC dengan plastik pada KAO dengan penyalutan plastik 50% pada agregat kasar berturut-turut yaitu 1017,35 kg; 3,05mm; 333,69 kg/mm; 298,94 kg/mm; 4,288%; 18,055%; dan 76,376%. Sedangkan karakteristik pada penyalutan 100% berturut-turut yaitu 1075,07 kg; 3,59mm; 298,94 kg/mm; 4,037%; 17,462%; dan 76,900%.

Kata kunci: *lataston (HRS-WC), plastik tipis bekas, Marshall*

STUDY ON THE CHARACTERISTICS OF HRS-WC MIXTURE WITH AGGREGATES COATED BY THIN PLASTIC WASTE

ABSTRACT

One problem of the environment is the increasing amount of plastic waste especially thin plastic bag and other thin plastic packaging, therefore effort is needed to utilize those plastic waste. Within this experiment thin plastic waste was use on the production of road asphalt mixture. The aim of this experiment was: to know the effectivity of the plastic coating onto the aggregate; the properties of the aggregate coated with thin waste plastic; and the Marshall characteristic of HRS-WC. Waste thin plastic waste was manually cut with size: <10mm and 10-20mm. The aggregate was heated, then plastic waste was spreaded, mixed, added with optimum asphalt content (OAC), evenly mixed and compacted 2x75 Marshall blow. Plastic coating was found only effective (observed visually) on the coarse aggregate using wider plastic size 10-20mm. Samples of HRS-WC were made with aggregate coated with plastic at OAC; OAC-0.5%; and OAC-1%. It was obtained that: the OAC was 7.55%. For 100% coating the coarse aggregate the amount of plastic needed was 30gram (8.6% by weight of total aggregate), and 15gram to coat 50%. The difference on Marshall Characteristic without and with added plastic was not significant and difficulties was experienced to meet volumetric properties, nontheles there was increase in Marshall stability. It was found that, the Marshall stability, flow, Marshall Quotient, VIM, VMA, and VFB on OAC with 50% plastic coating on the coarse aggregate, were consecutively: 1017.35 kg; 3.05mm; 333.69 kg/mm; 298.94 kg/mm; 4.288%; and 18.055%. Meanwhile on 100% coating, consecutively: 1075.07 kg; 3.59mm; 298.94 kg/mm; 4.037%; 17.462%; dan 76.90%.

Keywords: *lataston (HRS-WC), thin waste plastic, Marshall*

1 PENDAHULUAN

Beberapa tahun belakangan ini, permasalahan lingkungan menjadi persoalan yang sering diperbincangkan seperti permasalahan sampah. Salah satu jenis sampah yang sukar diatasi dan kerap dijumpai masyarakat adalah sampah plastik. Sampah plastik tidak hanya menjadi masalah di perkotaan, melainkan di sungai dan di lautan. Sebuah studi memperkirakan 4,8 hingga 12,7 juta metrik ton plastik mencemari lautan setiap tahunnya (Jambeck et al., 2015). Produksi sampah di provinsi Bali mencapai 11.506 m³ sehari. Dimana dari jumlah tersebut, sebanyak 30% atau sekitar 3.452 m³ merupakan sampah plastik (Armadi, 2014).

Berbagai jenis sampah plastik yang sering dijumpai seperti botol bekas dan gelas plastik laku untuk didaur ulang, sedangkan plastik tipis nilai ekonominya rendah dan sebagian besar bank sampah tidak mau menerima. Plastik-plastik tipis yang secara umum seperti kemasan makanan ringan, tas kereseck atau kantung plastik, ramai dikonsumsi masyarakat karena bahannya yang ringan, fleksibel, dan relatif murah, tetapi sangat sulit untuk dihancurkan.

Sejauh ini, upaya pemanfaatan sampah plastik beberapa ada yang dapat didaur ulang, untuk jenis plastik tipis dalam kaitannya dengan perkerasan jalan belum banyak dipakai di Indonesia. Baru-baru ini dilakukan trial untuk campuran aspal, salah satunya di Bali yaitu di areal Rektorat Universitas Udayana. Sedangkan di luar negeri sudah dilakukan yaitu di Negara India oleh Prof. Dr. R Vasudevan yang mencapai sekitar 120.000 km jalan dan di negara lainnya seperti di Inggris telah dimanfaatkan sebagai bahan blok bangunan.

Pada tahun 2002, pencampuran plastik pada jalan raya di India mulai dilakukan oleh Prof. Vasudevan dan telah dipatenkan pada tahun 2006. Seiring berjalannya waktu, jalan plastik ini belum menunjukkan tanda kerusakan hingga lebih dari 6 tahun dan hampir tidak ada biaya pemeliharaan jalan selama 10 tahun. Cacahan plastik ditambahkan ke dalam campuran dengan cara kering dan dapat menyelimuti agregat panas yang tergolong gradasi kasar pada suhu 175^oC Vasudevan (2015). Selain itu, dari hasil pengujian laboratorium lainnya, terjadi peningkatan nilai stabilitas Marshall 40% dan lebih tahan terhadap deformasi dan retak leleh pada kadar limbah plastik tertentu yaitu 5% dan 10% dari kadar aspal dibandingkan dengan campuran beraspal panas standar. Tetapi untuk kadar plastik 10% menghasilkan campuran yang fatiguenya lebih cepat runtuh sehingga lebih getas (Pusjatan, 2017).

Berbagai penelitian dilakukan hanya dengan menghamparkan plastik ke dalam campuran aspal baik dengan cara kering maupun basah, namun tidak diketahui bagaimana reaksi plastik tersebut terhadap agregat ataupun aspal. Maka dari penelitian ini, akan ditinjau bagaimana pelapisan plastik terhadap agregat yang dipanaskan dilihat dari kemampuan plastik tersebut menyelimuti agregat kasar, atau agregat halus dan filler. Berdasarkan hipotesa, plastik yang ditambahkan kurang mampu menyelimuti agregat yang bergradasi halus dan filler karena akan menggumpal atau menjadi butiran sendiri, dan lebih memungkinkan terjadinya penyelimutan pada agregat kasarnya saja. Sehingga, dari penambahan plastik tersebut akan menutup rongga pada agregat, sehingga berpengaruh pada karakteristik agregat yaitu berat jenis, tingkat penyerapan air, dan jumlah kebutuhan kadar aspal yang kemudian dapat mengetahui karakteristik dari penambahan plastik tipis dalam campuran HRS-WC ditinjau dari karakteristik Marshall.

2 GRADASI AGREGAT DAN KARAKTERISTIK HRS-WC

Lataston merupakan Lapis Tipis Aspal Beton atau sering juga disebut *Hot Rolled Sheet* (HRS) yaitu salah satu jenis lapis perkerasan jalan lentur yang bahannya terdiri dari agregat dan aspal penetrasi dimana terdapat lebih banyak komposisi gradasi agregat halus daripada agregat kasar sehingga bersifat non-struktural dan tebal perkerasan untuk campuran ini tidak lebih dari 3 cm. Ada 2 (dua) jenis campuran HRS berdasarkan lapisannya, yaitu *HRS-Base* untuk lapis pondasi dan *HRS-Wearing Course* (HRS-WC) untuk lapis aus. Perencanaan campuran HRS-WC untuk penelitian ini masih dilaksanakan dengan mengacu pada spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 3. Gradasi yang dipakai dalam campuran HRS-WC menggunakan persyaratan yang dicantumkan pada Tabel 1, dan sifat campuran disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Gradasi Agregat Campuran HRS-WC

No.	Saringan	Lolos Saringan (%)
	Ukuran Ayakan (mm)	
1	1/2"	37,5
2	1"	25
3	3/4"	19
4	1/2"	12,5
5	3/8"	9,5
		100
		90-100
		78-85

Tabel 1. Gradasi Agregat Campuran HRS-WC (lanjutan)

No.	Saringan	Lolos Saringan (%)
	Ukuran Ayakan (mm)	
8	2,36	50-72
30	0,6	35-60
200	0,075	1 ½”6-10

Tabel 2. Persyaratan Campuran Lataston (HRS-WC).

Sifat-sifat Campuran		Lataston			
		Lapis aus		Lapis Pondasi	
		Senjang	Semi Senjang	Senjang	Semi Senjang
Kadar aspal efektif (%)	Min.	5.9	5.9	5.5	5.5
Penyerapan aspal (%)	Maks.			1.7	
Jumlah tumbukan per bidang				75	
Rongga dalam campuran (%)	Min.			4	
	Maks.			6	
Rongga dalam agregat (VMA, %)	Min.		18		17
Rongga terisi aspal (%)	Min.			68	
Stabilitas Marshall (kg)	Min.			800	
Pelelehan (mm)	Min.			3	
Marshall Quotient (kg/mm)	Min.			250	
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min.			90	
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (<i>refusal</i>)	Min.			3	

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3)

3. PLASTIK

Plastik merupakan suatu polimer rantai panjang yang tidak mudah terurai oleh mikroorganisme karena bobot molekulnya tinggi dimana atom-atom penyusunnya saling mengikat satu sama lain. Beberapa kelebihan dari plastik yakni ringan, kuat, transparan, dan tahan air sehingga banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Disamping itu, plastik juga memiliki beberapa kelemahan, diantaranya yaitu tidak tahan panas, dapat mencemari produk sehingga mengandung resiko keamanan dan kesehatan konsumen dan plastik termasuk bahan yang tidak dapat dihancurkan dengan cepat dan secara alami (non-biodegradable). Adapun jenis-jenis plastik menurut kode kemasannya, yaitu PET, PP, HDPE, LDPE, PVC, PS, dan bahan jenis lain.

4. METODE

Percobaan diawali dengan penyiapan dan pengujian agregat kasar, agregat halus, filer, dan aspal. Kemudian agregat diproporsikan berdasarkan gradasi tengah spesifikasi HRS-WC (Tabel 3). Kadar aspal awal diestimasi dan divariasi untuk membuat sampel dengan pemadatan 2x75 tumbukan, dan diuji Marshall. Hasil uji sampel dianalisa untuk menentukan kadar aspal optimum (KAO).

Untuk penyiapan potongan limbah plastik tipis dilakukan dengan memotong secara manual menggunakan gunting. Dibuat potongan plastik berukuran < 10 mm. Pada awalnya, agregat kasar, halus dan filer dipanaskan dan diaduk rata kemudian ditaburi potongan plastik tipis yang berukuran <10mm. Pada cara pencampuran seperti ini, plastik menggumpal setelah dipanaskan dan tidak bisa menyelimuti agregat. Kemudian dicoba membuat potongan plastik tipis dengan ukuran dan antara 10-20mm. Agregat kasar saja yang terlebih dahulu dipanaskan kemudian ditaburi potongan plastik sampai agregat kasar terselimuti plastik secara relatif merata (dibuat untuk penyelimutan 50% dan 100%). Kemudian ditambahkan agregat halus dan filer yang sudah dipanaskan sebelumnya secara terpisah dan aspal panas sesuai KAO, kemudian diaduk rata. Setelah itu sampel

dipadatkan 2x75 tumbukan Marshall dan didinginkan. Sampel kemudian dikeluarkan dari cetakan dan diuji secara volumetrik dan Marshall.

Tabel 3. Proporsi kebutuhan material HRS-WC

Material	Ukuran ag.	Proporsi		1 sampel	2 sampel	3 sampel
	(mm)	(%)	(%)	(gram)	(gram)	(gram)
Agregat Kasar (A)	19-12,5	29	5	60	120	180
	12,5-9,5		15	180	360	540
	9,5-4,75		9	108	216	324
	4,75-2,36		10	120	240	360
Agregat Halus/ Pasir (B)	2,36-1,18	62	7.5	90	180	270
	1,18-0,6		6	72	144	216
	0,6-0,3		13.5	162	324	486
	0,3-0,075		25	300	600	900
	Filer (C)		0,075	9	9	108
Total		100	100	1200	2400	3600
Perhitungan kebutuhan aspal	$P_b = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) + k$					
	k untuk HRS = 2 - 3 , disini dipilih k = 2 maka $P_b (\%) = 7.245$					
	$P_b = 7,5 \%$ (dibulatkan) , kemudian divariasasi					
Variasi kadar aspal	Kebutuhan aspal (% thd berat total campuran):					
6,5%	$= 6,5 / (100 - 6,5) \times \text{berat agregat (gram)}$			83.4	166.8	250.3
7,0%	$= 7,0 / (100 - 7,0) \times \text{berat agregat (gram)}$			90.3	180.6	271.0
7,5%	$= 7,5 / (100 - 7,5) \times \text{berat agregat (gram)}$			97.3	194.6	291.9
8,0 %	$= 8,0 / (100 - 8,0) \times \text{berat agregat (gram)}$			104.3	208.7	313.0
8,5%	$= 8,5 / (100 - 8,5) \times \text{berat agregat (gram)}$			111.5	223.0	334.4

6 HASIL DAN PEMBAHASAN

6.1 Hasil Pemeriksaan Agregat, Aspal dan Plastik

Pengujian agregat dilakukan dengan maksud mengetahui serta menganalisis karakteristik agregat kasar, halus, dan filler agar memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan untuk campuran aspal. Hasil pemeriksaan agregat, aspal dan plastik, disajikan pada Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6. Hasil uji agregat dan aspal memenuhi spesifikasi (Kementerian PU, 2010).

Tabel 4. Hasil pemeriksaan agregat

Pemeriksaan	Hasil	Spek.
B. J dan penyerapan agregat kasar		
-Berat jenis <i>bulk</i>	2,69	-
-Berat jenis SSD	2,72	-
-Berat jenis <i>apparent</i>	2,76	-
-Penyerapan air	1,22%	3%
B. J dan penyerapan agregat halus		
-Berat jenis <i>bulk</i>	2,51	-
-Berat jenis SSD	2,58	-
-Berat jenis <i>apparent</i>	2,685	-
-Penyerapan air	2,61%	3%
Berat jenis filler	2,458	-
Keausan agregat kasar	30,836%	Maks 40%
Gumpalan lempung		
-Agregat kasar	0,22%	Maks 1%
-Agregat halus	0,84%	
Angularitas		
-Agregat kasar	99,985%	Min 95%
-Agregat halus	46,117%	Min 45%
Nilai setara pasir agregat halus	65%	Min 50%
Sifat kekekalan agregat kasar	2,996%	Maks 12%
Kelekatan agregat terhadap aspal	97,5%	Min 95%

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Aspal Pen 60/70

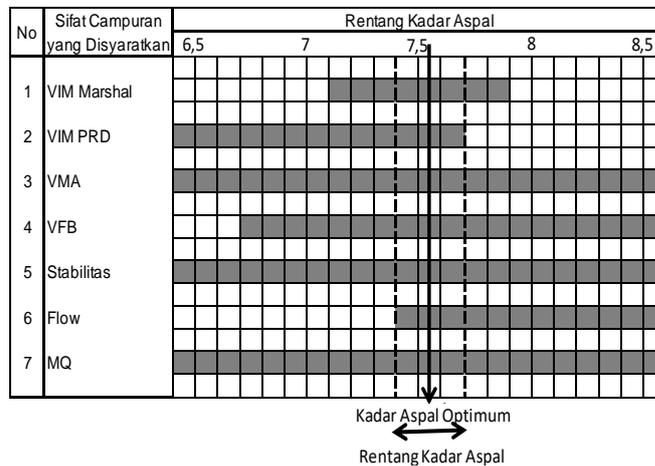
Pemeriksaan	Hasil	Spec.
Penetrasi	67,36	60-79
Titik nyala	344°C	≥ 200°C
Titik lembek	50,5°C	48-58 ≥ °C
Berat jenis	1,01	Min. 1,0
Daktilitas	152,5 cm	Min 100 cm
Kehilangan berat aspal	0,335%	Maks. 0,8%

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Plastik.

Material	Pemeriksaan	Hasil	Spec.
Plastik tipis	Berat jenis	0,639	-

6.2 Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Berdasarkan perhitungan karakteristik campuran HRS-WC didapat KAO 7,55% dengan metode *barchart* seperti pada Gambar 1 (Sukirman, 2003). Nilai KAO ditentukan berdasarkan nilai tengah dari rentang kadar aspal minimum dan maksimum yang memenuhi spesifikasi terhadap nilai stabilitas, *flow*, *Marshall Quotient*, VMA, VIM, dan VFB. Karakteristik Marshall pada KAO disajikan pada Tabel 9 dan 10.



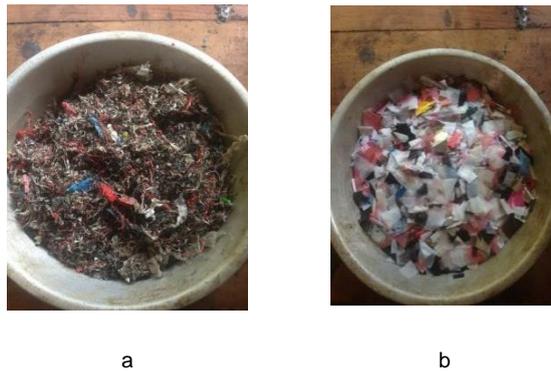
Gambar 1. Barchart Penentuan KAO

6.3 Penentuan Nilai Stabilitas Marshall Sisa untuk Campuran HRS-WC pada KAO

Hasil penelitian menunjukkan nilai stabilitas Marshall dengan rendaman 24 jam (60°C) adalah sebesar 991,934kg. Stabilitas marshall sisa adalah persentase perbandingan antara stabilitas rendaman selama 24 jam (60°C) dengan stabilitas rendaman selama 30-40 menit (60°C) adalah 1011,11kg. Jadi nilai stabilitas marshall sisa untuk campuran HRS-WC pada kadar aspal optimum 7,55% adalah sebesar 98,103%. Nilai ini telah memenuhi persyaratan minimum nilai stabilitas Marshall sisa sebesar 90% (Kementerian PU, 2010).

6.4 Efektivitas Penyelimutan Agregat dengan Plastik

Bahan tambah plastik yang dicacah relatif halus seperti pada Gambar 2(a) yang digunakan kurang mampu menyelimuti agregat yang bergradasi kasar maupun halus. Maka dari itu, untuk meningkatkan efektivitas penyelimutan agregat dibuat cacahan plastik tipis yang lebih lebar ±1-2 cm seperti pada Gambar 3(b). Setelah dilakukan penyelimutan agregat dengan plastik, pada agregat halus plastik tidak mampu menyelimuti atau menempel pada permukaan agregat dimana plastik tipis lebih cepat menggumpal sebelum menyelimuti agregat halus seperti pada Gambar 3(a). Sedangkan pada Gambar 3(b) dapat diamati bahwa plastik dengan cacahan lebih lebar mampu menyelimuti agregat kasar. Oleh karena itu, penambahan plastik untuk menyelimuti agregat dilakukan hanya pada agregat kasar yang jumlahnya 29% dari berat total agregat. Hal ini bisa diakibatkan perbedaan gradasi dan cara pencampuran (Vasudevan, 2015) dan (Pusjatan, 2017).



Gambar 2. (a) Plastik Cacahan Halus, (b) Plastik Cacahan 10-20mm



Gambar 3. (a) Penyelimutan Agregat Halus (b) Penyelimutan Agregat Kasar

Pada gradasi campuran HRS-WC, untuk penyelimutan agregat kasar 100% setelah diobservasi secara visual diperlukan sebanyak 30gram yaitu 8,6% cacahan plastik dari berat total agregat kasar. Untuk penyelimutan 50% dapat digunakan setengah bagian dari berat plastik pada penyelimutan 100% yaitu sebanyak 15 gram atau 4,2% dari berat total agregat kasar.

6.5 Karakteristik Agregat Setelah diselimuti Plastik

Pemeriksaan karakteristik agregat kasar yang telah diselimuti plastik tipis terbatas pada pengujian keausan (abrasi), berat jenis dan penyerapan agregat kasar. Hasil dari pemeriksaan karakteristik agregat yang telah terselimuti plastik tipis akan dirangkum pada Tabel 7.

Tabel 7. Karakteristik agregat terselimuti plastic

Pemeriksaan	Hasil			
	Bulk	SSD	Semu	Absorpsi
Berat jenis & penyerapan	2,333	2,360	2,398	1,149%
Abrasi	15,562%			

Berdasarkan hasil pemeriksaan keausan agregat diperoleh nilai keausan sebesar 15,562%. Ini menunjukkan bahwa agregat yang telah terselimuti kuat dan tahan untuk tidak mengalami keausan atau kehacuran selama proses pencampuran, penghamparan, dan pemadatan. Ini dikarenakan agregat terbungkus oleh plastik sehingga mengurangi terjadinya pemecahan pada partikel agregat. Dengan membandingkan hasil penyerapan agregat kasar yang telah terselimuti plastik dan tanpa plastik pada Tabel 4, penyerapan agregat kasar dengan plastik lebih kecil daripada tanpa plastik. Hal ini dikarenakan agregat diselimuti oleh plastik dimana plastik bersifat kedap sehingga mengurangi penyerapan air pada agregat kasar. Hal ini sesuai juga dengan hasil uji Pusjatan (Pusjatan, 2017)

6.6 Karakteristik Campuran HRS-WC dengan Agregat Terselimuti Plastik

Karakteristik campuran disajikan pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8. Karakteristik Campuran HRS-WC dengan Agregat Dilapisi Plastik Pada Penyelimutan 50%

Karakteristik campuran		KAO (%)	Penyelimutan 50% dengan Kadar Aspal (%)		Persyaratan campuran	
		7,55	7,55	7,05		6,55
Stabilitas	(Kg)	1441,66	940,40	996,10	928,25	Min. 800
Flow	(mm)	3,35	3,05	2,57	2,47	Min. 3
MQ	(kg/mm)	434,3	308,37	388,83	375,41	250
VIM	(%)	4,553	4,288	5,881	7,601	4,0-6,0
VMA	(%)	18,707	18,055	18,465	19,007	Min. 18
VFB	(%)	75,295	76,376	69,280	62,095	Min. 68

Tabel 9. Karakteristik Campuran HRS-WC dengan Agregat Dilapisi Plastik Pada Penyelimutan 100%

Karakteristik campuran		KAO (%)	Penyelimutan 100% dengan Kadar Aspal (%)		Persyaratan campuran	
		7,55	7,55	7,05		6,55
Stabilitas	(Kg)	1441,66	1043,52	1296,45	966,95	Min. 800
Flow	(mm)	3,35	3,59	3,29	3,16	Min. 3
MQ	(kg/mm)	434,3	290,77	393,40	305,41	250
VIM	(%)	4,553	4,021	5,623	7,032	4,0-6,0
VMA	(%)	18,707	17,445	17,892	18,189	Min. 18
VFB	(%)	75,295	76,972	69,713	63,479	Min. 68

Dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9, dibandingkan dengan karakteristik Marshall sampel dengan kadar aspal optimum (KAO) 7,55% tanpa plastik, sampel dengan tambahan plastik mengalami penurunan stabilitas sekitar 30 % sampai 35% pada agrgat asar yg dilapisi 50% plastic pada agregat kasar, dan terjadi penurunan ;ebih kecil antara 10 % sampai 30% pada penyelimutan 100%, namun masih diatas spesifikasi. Hal ini bisa terjadi karena ketebalan lapis pastik tidak terkontrol dengan baik sehingga mengakibatkan sifat saling kunci (interlock) antar butir agregat tidak optimal, karena selain ada lapis plastik juga ada lapis aspal. Karakteristik selain stabilitas juga masih memenuhi spesifikasi bila kadar aspal dikurangi sampai 1 %.

7 KESIMPULAN

Dari hasil uji sampel dan analisis, diperoleh kesimpulan:

1. Peyelimutan plastik tipis (diamati secara visual) hanya efektif pada agregat kasar menggunakan ukuran plastik 10-20mm
2. Hasil pengujian karakteristik Marshall tanpa dan dengan penambahan plastik ada perbedaan yang kurang beraturan, dimana terjadi penurunan nilai stabilitas Marshall namun masih memenuhi spesifikasi.

3. Dari hasil pengujian Marshall dan perhitungan, diperoleh data berupa nilai karakteristik meliputi nilai stabilitas, Flow, Marshall Quotient, VIM, VMA, dan VFB untuk campuran HRS-WC dengan plastik pada KAO dengan penyelimutan plastik 50% pada agregat kasar berturut-turut yaitu 1017,35 kg; 3,05mm; 333,69 kg/mm; 298,94 kg/mm; 4,288%; 18,055%; dan 76,376%. Sedangkan karakteristik pada penyelimutan 100% berturut-turut yaitu 1075,07 kg; 3,59mm; 298,94 kg/mm; 4,037%; 17,462%; dan 76,900%.

DAFTAR PUSTAKA

- Armadi, N. M. 2014. Sampah Plastik di Bali Capai 1.150 Truk per Hari. <http://www.tribunnews.com/regional/2014/12/22/sampah-plastik-di-bali-capai-1150-truk-per-hari> (Diakses 5/02/2017).
- Badan Standardisasi Nasional. 2008. *Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles*. SNI-2417-2008.
- Cooper, K. E., Brown, S. F. & Pooley, G. R. 1985. *The Design of Agregate Gradings for Asphalt Basecourses*. *Journal of The Association of Asphalt Paving Technologists*.
- 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. 2003. *Metode Pengujian Campuran Beraspal Panas Dengan Alat Marshall*. RSNI M-01-2003.
- Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia. 2006. *Pedoman Tentang Pelaksanaan Lapis Campuran Beraspal Panas*. Revisi SNI 03-1737-1989.
- Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia. 2006. *Cara Uji Penetrasi Aspal*. Revisi SNI 06-2456-1991.
- Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia. 2006. *Cara uji titik lembek aspal dengan alat cincin dan bola (ring and ball)*. SNI 06-2434-1991.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2004. *Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas*.
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., et al. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*. 347. 768-771.
- Kementerian PU RI-Ditjen Bina Marga-Revisi3. 2010. *Dokumen Pelelangan Nasional Penyediaan Pekerjaan Konstruksi (Pemborongan) Untuk Harga Satuan, Spesifikasi Umum, Campuran Beraspal Panas*.
- Krebs, R.D. and Walker, R.D. 1971. *Highway Materials*. McGraw-Hill Book Company.
- Pusjatan. 2017. Uji Gelar Teknologi Aspal Plastik di Pasuruan. Available: <http://www.pusjatan.pu.go.id/news/detail/uji-gelar-teknologi-aspal-plastik-di-pasuruan> [Accessed 2017].
- Sukirman, S. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- Sukirman, S. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta: Granit.
- Sukirman, S. 2007. *Beton Aspal Campuran Panas*. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.
- Suroso, T.W. 2012. Pengaruh Penambahan Plastik LDPE (Low Density Poly Ethilen) Cara Basah dan Cara Kering terhadap Kinerja Campuran Beraspal. *Media Komunikasi Teknik Sipil* 15.
- Vasudevan, R. 2015. Prof. Vasudevan: India's 'Plastic Man' Turns Litter Into Paved Roads | Amazing Indians [Online]. TIMES NOW. Available: <https://youtu.be/rXT71U1Dqo8> (Accessed 4/01/2017).