

PEMANFAATAN KARET MENTAH PADA FLEXIBLE PAVEMENT LASTON AC-WC DAN LATASTON HRS-WC

Mirka Pataras¹, Ratna Dewi², Ahmad Dicky Prasetya³ dan Friko Denu Bazidno⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
(Jl. Raya Prabumulih - Km 32 Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan)

Abstract

With the many problems that begin to occur from the young asphalt cracked, the asphalt is not durable, the bumpy asphalt, and so it needs a new breakthrough to find a solution so that in the world of pavement in Indonesia can be better. The objective of this research is to add raw rubber or latex as an added ingredient of mixed laston (AC-WC) and lataston or HRS-WC as well as the effect of change of AC and HRS characteristics in addition to the percentage amount of raw rubber. This research was done by adding crude rubber on asphalt with percentage addition of 5%, 10% and 15%. The optimum asphalt content obtained from the mixture of normal test specimen as much as 15 specimens is 6.25% and from the bitumen content is then used to make asphalt raw rubber mixture as much as 3 specimens from each percentage of rubber addition. After that the research is continued by comparing the characteristics of the normal asphalt test results that have been in can with the addition of asphalt raw rubber mixture from each presentse is in search of the percentage addition of crude rubber included in the specification. From the result of this research, it is obtained that the optimum bitumen content at the normal mixture is 6,25% and the increase of optimal crude rubber percentage is at the crude rubber content 5% and 10% with the stability, melt and marshall quotient (MQ) value obtained appropriate and included in the specification of the test results marshall conducted.

Key Words: asphalt concrete, latex, rubber crude, laston, lataston

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya beban lalu lintas mendorong terjadinya kerusakan dini berupa retak dan terjadinya deformasi pada perkerasan. Jalan yang rusak sebelum masa pelayanannya habis juga didapatkan masi banyak yang rusak. Hal ini ditinjau dari sebagian macam faktor antara lain beban-beban kendaraan yang berlebih, kondisi Indonesia yang beriklim tropis membuat temperatur udara cukup tinggi, radiasi sinar matahari, curah hujan yang tinggi dan lain sebagainya, ataupun pengawasan yang kurang baik saat penghamparan lapis perkerasan dilapangan.

Lapisan perkerasan jalan adalah bagian penting dari konstruksi jalan yang mendukung beban lalu lintas. Jenis lapis perkerasan jalan yang digunakan sangat banyak jenisnya sesuai dengan perkembangan sains dan teknologi antara lain dengan memakai berbagai kombinasi agregat kasar, sedang, halus dan filler. Struktur lapisan perkerasan yang biasa digunakan salah satunya adalah struktur perkerasan lentur (*flexible pavement*). Dimana struktur ini menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan aspal beton (AC) berdasarkan fungsinya pada konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi tiga macam yaitu sebagai lapis permukaan atau lapisaus (*AC-Wearing Course*), sebagai lapis

pengikat *AC-binder* dan laston lapis pondasi *AC-base*. Perkerasan lentur yang biasa dipakai sebagai lapis permukaan antara lain Laston (Lapis Aspal Beton), Lataston (Lapis Tipis Aspal Beton), Lapen (Lapisan Penetrasi Macadam) dan lain sebagainya.

Perkerasan Lentur merupakan lapisan penutup yang terdiri dari campuran antara agregat, mineral pengisi (*filler*), dan aspal padat dengan perbandingan tertentu yang dicampurkan dan dipadatkan dalam keadaan panas. Ada beberapa upaya untuk kajian penggunaan Lataston HRS-WC dan Laston AC-WC salah satunya dengan menambahkan sebagian bahan pengisi campuran beraspal dengan material lain, pada penelitian ini dicoba menambahkan karet mentah sebagai bahan tambahan.

Karet Mentah adalah salah satu bahan penting yang digunakan secara luas dalam aplikasi teknik, penggunaannya terutama disebabkan oleh kelembutan alaminya dan kemudahan pembentukannya. Dalam penelitian in dicoba memanfaatkan karet mentah sebagai bahan tambah campuran laston wearing course (AC-WC) dan lataston HRS-WC dengan metode marshall test yang akan dilakukan dilaboratorium, dan bagaimana karakteristik yang didapat dari campuran AC-WC dan HRS-WC dengan

campuran karet mentah apa sudah sesuai atau tidak dengan spesifikasi Bina Marga.

Tujuan dari penelitian untuk mengetahui karakteristik antara campuran laston AC-WC dan lataston HRS-WC yang ditambahkan karet mentah apakah dapat digunakan atau tidak.

Ruang lingkup dari penelitian ini yaitu menguji campuran laston AC-WC dan lataston HRS-WC dengan campuran aspal normal dan dengan penambahan karet mentah atau lateks.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Nurkhayati Darunifah pada laporan tugas akhir Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang pada tahun 2007.

Ada juga penelitian terdahulu pada jurnal yang digunakan penulis mengenai “Pemanfaatan Getah Karet pada Aspal 60/70 terhadap stabilitas Marshall pada Asphalt Treated Base (ATB)” yang ditulis oleh Andi Syaiful Amal

Ada pula pada jurnal penelitian lainnya yang ditulis oleh Agus Faisal, “Pengembangan proses Degradasi Karet Alam menggunakan Lindi hitam sebagai bahan tambah Aspal Termodifikasi (Dibawah bimbingan Ono Suparno dan Adi Cifriadi. 2010).

Karet alam adalah salah satu bahan penting yang digunakan secara luas dalam aplikasi teknik. Penggunaannya terutama disebabkan oleh kelembutan alamnya dan kemudahan pembentukannya. Karet alam diperoleh dari getah resin karet (lateks karet alam) yang disebut *hevea brasiliensis* yang berasal dari daerah amazon dengan cara penggumpalan dan pengeringan. Beberapa kalangan mengatakan bahwa bahan olah karet bukan produksi perkebunan besar, melainkan merupakan boka (bahan olah karet rakyat) karena biasanya diperoleh dari petani yang mengusahakan kebun karet.

Daerah penghasil karet alam terbesar yang memproduksi 70% dari jumlah seluruh produksi karet dunia adalah Indonesia, Thailand dan Malaysia. Karet alam mengandung beberapa bahan antara lain : karet hidro karbon, protein, lipid netral, lipid polar, karbohidrat, garam anorganik, dan lain – lain.

Getah karet adalah cairan getah (Lateks) yang didapat dari bidang sadap pohon karet. Lateks yang baik harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

- Tidak terdapat kotoran atau benda-benda lain, seperti daun atau kayu.
- Tidak tercampur dengan bubur Lateks, air ataupun serum Lateks.
- Warna putih dan berbau karet segar
- Mempunyai kadar karet kering 20 % sampai 28 %

Agar pembuatan aspal karet dapat digunakan secara efektif, maka bahan tambah harus memenuhi persyaratan. Bahan yang ditambahkan dengan aspal harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

- Sifat baik dari aspal semula harus dipertahankan, termasuk pada saat penyimpanan, pengeringan dan masa pelayanan.
- Mudah diproses meskipun dengan peralatan konvensional
- Secara fisik dan kimia tetap baik pada saat penyimpanan, pengerjaan, maupun masa pelayanan.

Karet alam dirasa dapat meningkatkan daya guna aspal walaupun dispersi polimer dalam campuran aspal biasanya kurang homogen. Karet alam (dispersi cair polimer) yang ditambahkan secara langsung ke dalam pencampuran aspal tidak memodifikasi sifat – sifat aspal pada derajat yang sama dengan plastomer dan elastomer yang membutuhkan perlakuan pra-pencampuran dengan aspal panas (Robinson, 2004)

Dalam penelitian ini jenis karet yang akan digunakan berupa karet gumpalan (*lumb*), yaitu karet atau lateks yang langsung dibentuk menjadi *crepe* (karet padat) tanpa diberi perlakuan apapun.



Gambar 1. Getah karet



Gambar 2. Getah Karet atau Lateks

3. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium PU Propinsi Bina Marga (Talang Buruk Palembang) dengan dasar menggunakan sistem pencampuran aspal panas *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC) dengan prosedur test yang telah distandarkan oleh Bina Marga berupa SK SNI 06-2489-1991 yang merupakan dasar dari pembangunan Jalan raya dan banyak digunakan oleh Bina Marga dan juga penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Universitas Sriwijaya dengan dasar menggunakan sistem pencampuran aspal panas Hot Rolled Sheet – Wearing Course (HRS-WC) dengan prosedur test yang telah distandarkan oleh Bina Marga berupa SK SNI 06-2489-1991 yang merupakan dasar dari pembangunan jalan raya dan banyak digunakan oleh Bina Marga.

Sumber literatur referensi didapat dari buku-buku yang berkaitan dengan pengujian Marshall test itu sendiri sedangkan untuk literatur data didapatkan dari hasil pengujian di laboratorium.

Pekerjaan lapangan yang akan dilakukan adalah berupa pengambilan sampel yang digunakan untuk diteliti. Material yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

- Agregat kasar berupa split dan screen dari Lahat
- Agregat halus terdiri dari abu batu (dust) dan pasir (pasir) berasal dari Tanjung Rajo, OKI.
- Bahan pengisi (*filler*) berupa semen portland yang banyak dijual dipasaran.
- Karet mentah berasal dari Kab. Banyuasin
- Aspal yang digunakan adalah aspal BSA penetrasi 60/70.

Dalam pengujian laboratorium dilakukan pengujian terhadap agregat, aspal pen. 60/70, filler, dan karet mentah. Dalam pengujian agregat, agregat kasar yang digunakan adalah dari batu alam yang didapat dari mesin pemecah batu (*stone crusher*). Spesifikasi yang digunakan adalah menggunakan spesifikasi Bina Marga. Pengujian agregat kasar dan agregat halus terdiri dari sebagai berikut: Analisa saringan, Berat jenis, Kadar air, Kadar Lumpur, Berat isi, *Abrasi Los Angeles* dan *Agregat Impact Value*.

Untuk pengujian aspal yang digunakan untuk material pengikat pada konstruksi perkerasan lentur harus dilakukan pengujian untuk mendapatkan kadar aspal optimum. Pengujian laboratorium terhadap bahan aspal meliputi: Berat jenis, Penetrasi, Daktilitas, Titik nyala dan titik bakar, Titik lembek, *Viscositas* dan Penetrasi Indeks (PI)

Pengujian titik lembek bertujuan untuk mengetahui suhu dimana aspal mulai lembek dan dapat digunakan dengan menggunakan alat *Ring and Ball*. Suhu inipun menjadi acuan di lapangan atas kemampuan aspal menahan suhu permukaan yang terjadi untuk tidak lembek sehingga mengurangi biaya lekatnya.

Pengujian titik nyala dan titik bakar ini dimaksudkan untuk menentukan pada suhu berapa aspal mulai menyala dan terbakar, sehingga batas aman bila mana aspal dipanaskan dapat diketahui. Titik nyala adalah batas temperatur pemanasan, dimana terlihat nyala api singkat kurang dari 5 detik, sedangkan Titik bakar adalah suhu pada saat terlihat nyala sekurang-kurangnya 5 detik pada suatu titik dipermukaan aspal.

Pengujian penetrasi dimaksudkan untuk mengukur kekerasan atau kelunakan aspal dengan persyaratan tertentu. Hasil test berupa jarak sepersepuluh centimeter, dari sebuah jarum standar penetrasi, masuk secara vertikal pada suatu contoh kecil aspal, yang ditempatkan pada wadah tepat dibawah jarum tersebut. Standar penetrasi tersebut adalah diakibatkan oleh beban 100 gram yang diberikan pada jarum selama 5 detik, pada kondisi temperatur 25°C.

Pengujian daktilitas alat untuk mengetahui kekenyalan aspal yang dinyatakan dengan panjang pemuluran aspal yang dapat tercapai hingga sebelum putus. Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui salah satu sifat mekanik bahan aspal yaitu seberapa besar bahan ini menahan kekuatan tarik yang diwujudkan dalam bentuk kemampuannya untuk memenuhi syarat jarak tertentu (dalam pemeriksaan ini adalah 100cm) tanpa putus. Apabila bahan aspal tidak putus setelah melewati jarak 100 cm, maka dianggap bahan ini mempunyai kemampuan untuk menahan kekuatan tarik yang tinggi.

Dalam melakukan pengujian Berat jenis aspal kita membandingkan antara berat aspal dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu, yaitu dilakukan dengan cara menggantikan berat air dengan berat aspal dalam wadah yang sama. Berat jenis aspal sangat tergantung pada nilai penetrasi dan suhu dari aspal itu sendiri.

Pengujian viskositas pada aspal beton bertujuan untuk memeriksa kekentalan aspal. Prinsip kerja dari pengujian ini adalah menentukan waktu yang dibutuhkan untuk suatu larutan dengan isi tertentu mengalir dalam kapiler didalam viscosimeter kapiler yang terbuat dari gelas pada temperatur tertentu. Disini hubungan antara kekentalan dan suhu memegang peranan penting. Sebelum dilakukan perencanaan campuran, biasanya kekentalan material aspal harus ditentukan dulu, karena bila tidak akan mempengaruhi sifat campuran aspal itu selanjutnya. Misalnya pada suhu pencampuran tertentu, apabila viskositasnya terlalu tinggi, maka akan menyulitkan dalam pelaksanaan campuran. Sebaliknya pada suhu tersebut apabila viskositasnya terlalu rendah, maka aspal tersebut menjadi kurang berperan sebagai bahan perekat pada campuran dan ini akan mengurangi stabilitas campuran.

Dalam bentuk paling sederhana *Job Mix* terdiri dari dua bagian :

- Bagian pertama adalah gradasi agregat hasil blending dari dua fraksi batuan atau lebih.
- Bagian Kedua adalah berapa jumlah kadar aspal yang akan digunakan di dalam campuran.

Job Mix Formula merupakan cara perhitungan komposisi campuran agregat dapat diselesaikan dengan menggunakan metode eliminasi Gauss Jordan. Dalam perhitungannya menggunakan sistem persamaan linier 5 variabel. Menggunakan 5 variabel karena menggunakan 5 macam jenis agregat yaitu batu pecah $\frac{3}{4}$ ", batu pecah $\frac{3}{8}$ ", abu batu, pasir dan filler.

Kemudian dapat diselesaikan dengan tehnik penyulihan mundur (*backward substitution*) dan membentuk matriks segitiga atas. Setelah terbentuk matriks segitiga atas kemudian diselesaikan dengan metode substitusi untuk mendapatkan nilai x dari matriks segitiga tersebut. Maka dari itu didapat komposisi campuran agregat yang terbaik.

Design Mix Formula adalah suatu pencampuran agregat dan Aspal dalam menentukan kadar aspal campuran atau penentuan kadar aspal rencana untuk lapis permukaan AC-WC didapat dengan perhitungan analitis menggunakan titik kontrol yang telah ditetapkan dalam spesifikasi teknis (Saodang, 2005:171).

Perkiraan awal kadar aspal optimum dapat direncanakan setelah dilakukan pemilihan dan pengabungan pada agregat. Sedangkan perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$P_b = 0,035(\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18(\%Filler) + K \quad (1)$$

dimana :

P_b = kadar aspal perkiraan

CA = persen berat material yang tertahan saringan no.8 terhadap berat total campuran

FA = Persen berat material yang lolos saringan no.8 dan tertahan no. 200 terhadap berat total campuran

F = persen berat material yang lolos saringan no. 200 terhadap total campuran

Setelah melakukan perhitungan DMF dan JMF, maka selanjutnya bisa dilakukan pembuatan benda uji untuk menentukan kadar aspal optimum (KAO). Untuk mencari nilai KAO dibuat 15 benda uji berdasarkan Aspal AC-WC, 15 pengujian Aspal normal inimasing-masing dibuat dibagi menjadi 3 buah benda uji dengan persentase berbeda.

Proses pembuatan benda uji campuran karet mentah sama dengan proses pembuatan benda uji untuk menentukan nilai KAO, hanya yang membedakannya untuk benda uji campuran karet mentah menggunakan kadar aspal optimum yang

didapat dari pengujian benda uji campuran normal sebelumnya. Setelah benda uji campuran karet mentah dicampur ditumpahkan pada aspal AC-WC maka akandidapat hasil perbandingan dengan aspal AC-WC normal.

Prinsip dasar dari metode Marshall adalah pemeriksaan stabilitas dan kelelahan (*flow*), serta analisis kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk. Dalam hal ini benda uji atau briket beton aspal padat dibentuk dari gradasi agregat campuran yang telah didapat dari hasil uji gradasi, sesuai spesifikasi campuran. Pengujian *Marshall* untuk mendapatkan stabilitas dan kelelahan (*flow*) mengikuti prosedur SNI 06-2489-1991 atau AASHTO T245-90. Dari hasil gambar hubungan antara kadar aspal dan parameter Marshall, maka akan diketahui kadar aspal optimumnya

Setelah pengujian Marshall, didapatlah hasilnya berupa nilai stabilitas dan flow kemudian data dianalisa dan diambil kesimpulan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah kerja atau prosedur pengujian pada penelitian ini mengikuti petunjuk dalam SNI 06-2489-1991. Dalam melakukan Penelitian ini dimulai dari persiapan alat, pengujian mutu bahan yang berupa agregat dan aspal, perencanaan campuran kemudian dilakukan pelaksanaan pengujian dengan *Marshall Test*.

Dalam Pengujian agregat penelitian ini meliputi pengujian agregat kasar dan agregat halus. Dimana hasil dari pengujian yang dilakukan di laboratorium ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Metode	Syarat	Hasil	
				BP1/2	BP1/1
1.	Kadar Air	SNI 1969-2008	Maks. 3%	0,535%	0,575%
2.	Berat Jenis Bulk	SNI 1969-2008		2,58	2,66
3.	Berat Jenis SSD	SNI 1969-2008		2,59	2,67
4.	Berat Jenis Apparent	SNI 1969-2008		2,61	2,69
5.	Keausan, LA Abrasion test, 500 Putaran	SNI 2417-2008	Maks. 40%	25,915 %	
6.	Impact value	SNI 2417-2008		9 %	

Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat Halus

No.	Jenis Pengujian	Metode	Syarat	Hasil	
				Dust	Sand
1.	Kadar Air	SNI 1970-2008	Maks. 3%	0,475%	2,81%
2.	Berat Jenis Bulk	SNI 1970-2008		2,50	2,52
3.	Berat Jenis SSD	SNI 1970-2008		2,56	2,60
4.	Berat Jenis Apparent	SNI 1970-2008		2,66	2,75
5.	Sand Equivalent	SNI 03-4428-1997	Min. 60%	66,67%	90,91%

Adapun hasil pengujian agregat yang telah dilakukan didapat bahwa agregat yang digunakan termasuk dalam spesifikasi yang telah ditentukan oleh SNI.

Pengujian sifat aspal produksi BSA dengan penetrasi 60/70 yang dilakukan di laboratorium dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sifat-sifat Aspal

No	Karakteristik	Standar Pengujian	Persyaratan	Hasil
1.	Penetrasi (25°C, 100gr, 5 detik)	SNI 2456-2011	60-70	64,2
2.	Berat Jenis (25°C)	SNI 2441-2011	Min 1	1,060
3.	Daktilitas (25°C, 5cm/menit)	SNI 2432-2011	Min 100cm	135,5
4.	Titik Lembek	SNI 2434-2011	Min 48°C	51°C
5.	Titik Nyala dan Titik Bakar	SNI 2433-2011	Min 232°C	343,5°C
6.	Kehilangan Berat (163°C, 5 jam)	SNI 2440-2011	Maks 0,8	0,0054
7.	Penetrasi Setelah Kehilangan Berat	SNI 2456-2011	Min 54	61,3
8.	Daktilitas Setelah Kehilangan Berat	SNI 2432-2011	Min 100 cm	132
9.	<u>Viskositas</u>	SNI 03-6721-2002		Pencampuran : 155°C Pemadatan : 145°C

Sumber: *Percobaan Laboratorium* (2014)

Untuk perhitungan kadar aspal rencana yang diperlukan pada kadar campuran aspal menggunakan metode Bina Marga dari metode *California*. Setelah melakukan perhitungan dengan metode ini didapat kadar aspal rencana sebesar 7,5%. Dari nilai kadar aspal rencana tersebut kemudian dilakukan perkiraan rentang kadar aspal sebagai acuan mendapatkan nilai kadar aspal optimum.

Tabel 4. Spesifikasi Gradasi Agregat

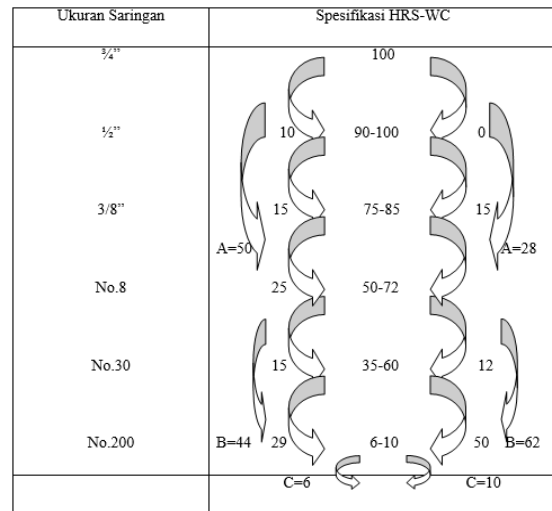
Ukuran Saringan	Spesifikasi HRS-WC
¾"	100
½"	90-100
3/8"	75-85
No.8	50-72
No.30	35-60
No.200	6-10

Sumber : *Spesifikasi Umum 2010*

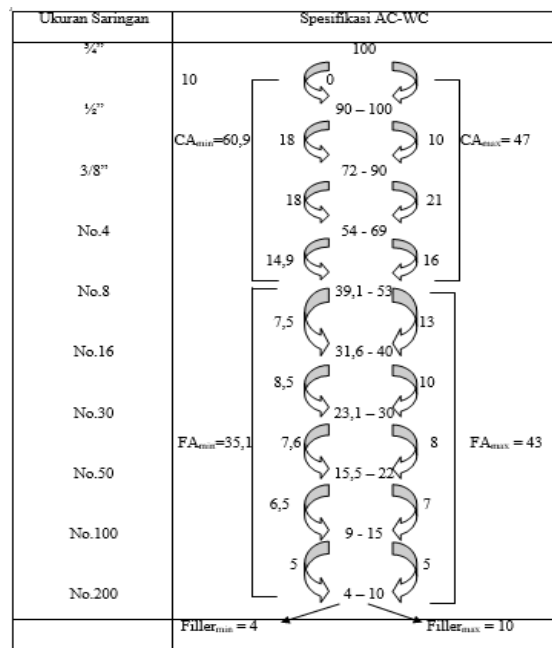
Ukuran Saringan	Spesifikasi AC-WC
¾"	100
½"	90-100
3/8"	72-90
No.4	54-69
No.8	39,1-53
No.16	31,6-40
No.30	23,1-30
No.50	15,5-22
No.100	9-15
No.200	4-10

Sumber : *Spesifikasi Umum, 2010 revisi 2*

Tabel 5. Tabulasi Perhitungan dengan Metode Bina Marga



Sumber: *Analisa Perhitungan*



(Sumber: *Analisa Perhitungan*)

Tabel 6. Perkiraan Nilai Kadar Aspal AC-WC

Pengurangan (%)	Kadar Aspal Rencana (%)	Penambahan (%)
-1,0	-0,5	+0,5
5	5,5	6

Sumber: *Analisa Perhitungan*

HRS-WC

Pengurangan (%)	Kadar Aspal Rencana (%)	Penambahan (%)
-1,0	-0,5	+0,5
6,5	7	8

Sumber: *Analisa Perhitungan*

Tabel 7. Komposisi Campuran Agregat Untuk Aspal Campuran Normal HRS-WC

No.	Agregat	% Gradasi Campuran
1.	Batu Pecah ½ (Split)	9,02%
2.	Batu Pecah ¼ (Screen)	19,80%
3.	Abu Batu (Dust)	22,25%
4.	Pasir (Sand)	42,72%
5.	Filler	6,20%

Sumber: *Analisa Perhitungan*

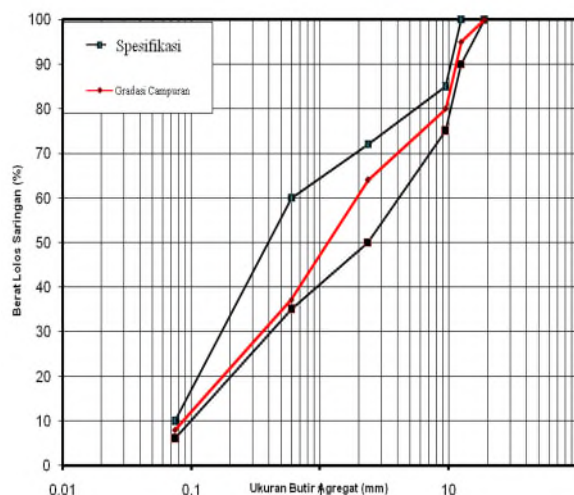
AC-AW

No.	Agregat	% Gradasi Campuran
1.	Batu Pecah $\frac{1}{2}$ (Split)	10,60%
2.	Batu Pecah $\frac{1}{1}$ (Screen)	25,48%
3.	Abu Batu (Dust)	50,91%
4.	Pasir (Sand)	8,38%
5.	Filler	4,63%

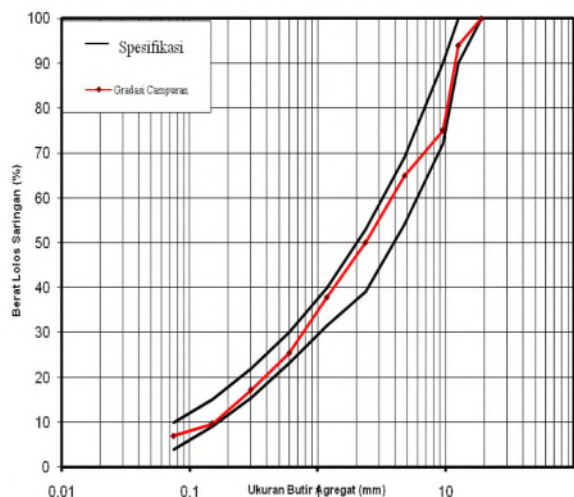
Sumber: Analisa Perhitungan

Hasil perhitungan yang telah didapat diperiksa kembali terhadap spesifikasi bina marga terhadap campuran AC-WC dan HRS-WC. Komposisi di atas telah sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan.

HRS-WC



AC-WC



Gambar 3. Standar Campuran Agregat Untuk Aspal HRS-WC dan AC-WC

Tabel 8. Hasil Pengujian *Marshall* Gradasi Campuran untuk aspal campuran normal

HRS-WC							
Kode Briket	Spec. Kadar Aspal (%)	VIM (%)	VMA (%)	VFA (%)	Stabilitas (kg)	Kelelahan (mm)	MQ (kg/mm)
		4,0-6,0	≥ 18	≥ 68	≥ 800	≥ 3	≥ 250
HRS-1	6.50	5.763	18.02	68.01	1366.40	4.03	339.06
HRS-2	6.50	5.969	18.20	67.20	1270.55	3.94	322.72
HRS-3	6.50	6.172	18.37	66.41	1356.20	3.33	407.51
Rata-rata	6.50	5.97	18.20	67.21	1331.05	3.77	356.43
HRS-1	7.00	5.97	19.18	68.88	1510.18	4.17	362.07
HRS-2	7.00	5.15	18.48	72.15	1277.68	3.15	406.13
HRS-3	7.00	4.89	18.26	73.21	1376.60	3.60	382.07
Rata-rata	7.00	5.33	18.64	71.42	1388.15	3.64	383.42
HRS-1	7.50	5.10	19.42	73.75	1744.71	4.64	376.01
HRS-2	7.50	5.24	19.54	73.16	1614.19	3.86	417.86
HRS-3	7.50	5.08	19.41	73.81	1689.64	4.42	382.01
Rata-rata	7.50	5.14	19.46	73.57	1682.84	4.31	391.96
HRS-1	8.00	4.05	19.50	79.26	1747.77	5.01	348.58
HRS-2	8.00	4.04	19.50	79.29	1670.27	3.48	479.55
HRS-3	8.00	4.00	19.46	79.44	1709.02	4.21	405.56
Rata-rata	8.00	4.03	19.49	79.33	1709.02	4.24	411.23
HRS-1	8.50	3.60	20.10	82.11	1596.85	4.20	380.66
HRS-2	8.50	2.35	19.07	87.67	1684.54	5.11	329.66
HRS-3	8.50	2.84	19.48	85.39	1745.73	5.16	338.19
Rata-rata	8.50	2.93	19.55	85.06	1675.71	4.82	349.50

Sumber: Analisa Perhitungan

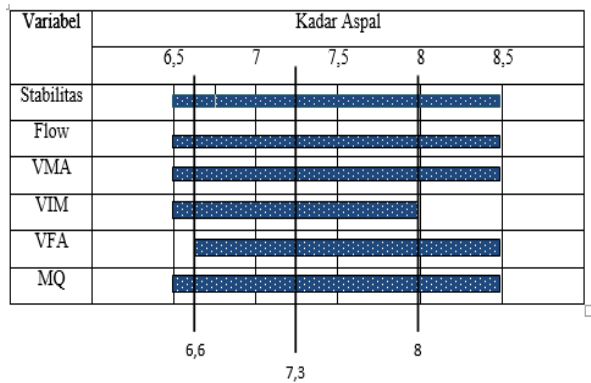
AC-WC

Kode Briket	Spec. Kadar Aspal (%)	VIM (%)	VMA (%)	VFA (%)	Stabilitas (kg)	Kelelahan (mm)	MQ (kg/mm)
		3,0-5,0	≥ 15	≥ 65	≥ 800	≥ 3	≥ 250
A-1	5.00	7.464	16.50	54.77	1165.52	3.41	341.69
A-2	5.00	7.164	16.23	55.86	1275.64	3.56	358.43
A-3	5.00	7.208	16.27	55.70	1264.43	3.23	391.83
Rata-rata	5.00	7.28	16.33	55.44	1235.20	3.40	363.98
B-1	5.50	4.21	15.21	72.33	1149.20	3.86	298.11
B-2	5.50	5.13	15.43	66.75	1415.34	3.19	443.68
B-3	5.50	3.78	15.05	74.89	1336.83	3.97	336.39
Rata-rata	5.50	4.37	15.23	71.32	1300.46	3.67	359.39
C-1	6.00	3.50	15.02	76.73	1491.82	3.97	375.77
C-2	6.00	4.84	16.20	70.14	1584.61	3.89	407.36
C-3	6.00	4.62	16.01	71.13	1572.38	4.35	361.47
Rata-rata	6.00	4.32	15.74	72.66	1549.60	4.07	381.53
D-1	6.50	3.48	16.03	78.27	1057.43	3.66	288.92
D-2	6.50	4.95	17.31	71.42	1218.54	3.15	386.84
D-3	6.50	3.63	16.16	77.52	1210.38	3.15	384.25
Rata-rata	6.50	4.02	16.50	75.74	1162.12	3.32	353.33
E-1	7.00	3.39	16.97	80.01	1127.79	4.26	264.99
E-2	7.00	3.55	17.10	79.24	1087.00	3.48	312.00
E-3	7.00	3.35	16.93	80.20	1186.93	3.51	338.16
Rata-rata	7.00	3.43	17.00	79.82	1133.91	3.75	305.05

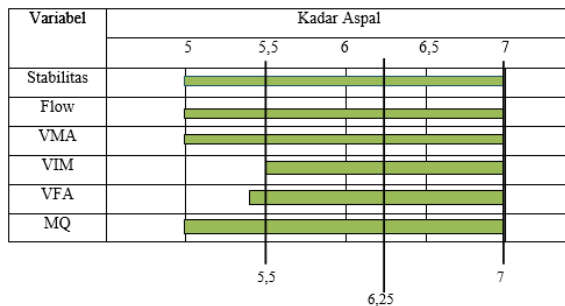
Sumber: Analisa Perhitungan

Dari Tabel 8 di atas dapat dari hasil benda uji campuran normal yang dilakukan pengujian tes *marshall* di laboratorium, hasil data yang didapat dalam pengujian *marshall* dapat dilihat secara lengkap dalam lampiran hasil uji tes.

Hasil data yang diperoleh dari pengujian *marshall* kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik untuk disetiap parameternya. Selanjutnya hasil lengkap berupa grafis dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut ini:



Gambar 4. Grafik Kadar Aspal Optimum pada Campuran Normal (HRS-WC).



Gambar 5. Grafik Kadar Aspal Optimum pada Campuran Normal (AC-WC).

Tabel 9. Hasil Pengujian Marshall Gradasi Campuran untuk aspal campuran karet mentah HRS-WC

Kode Briket	Kadar Aspal (%)	Kadar Karet (%)	VIM (%)	VMA (%)	VFA (%)	Stabilitas (kg)	Kelelahan (mm)	MQ (kg/mm)
			4,0-6,0	≥ 18	≥ 68	≥ 800	≥ 3	≥ 250
A-5.1	7,3	5%	4,041	18,12	77,70	2455,44	4,03	608,84
A-5.2	7,3	5%	3,77	17,89	78,93	2439,12	3,95	617,50
A-5.3	7,3	5%	4,08	18,16	77,54	2453,40	4,01	611,82
Rata-rata	7,3	5%	3,96	18,06	78,06	2449,32	4,00	612,72
B-10.1	7,3	10%	3,45	17,52	77,85	2338,17	3,91	597,85
B-10.2	7,3	10%	3,52	17,47	78,96	2328,99	3,60	646,94
B-10.3	7,3	10%	3,28	17,39	76,36	2355,51	3,94	597,84
Rata-rata	7,3	10%	3,42	17,46	77,72	2340,89	3,82	614,21
C-15.1	7,3	15%	3,01	17,10	75,92	2322,88	3,05	761,60
C-15.2	7,3	15%	2,88	16,89	76,25	2300,44	3,04	756,72
C-15.3	7,3	15%	3,36	17,38	79,72	2337,15	3,08	758,82
Rata-rata	7,3	15%	3,08	17,12	77,30	2320,16	3,06	759,05

Sumber: Analisa Perhitungan

AC-WC

Kode Briket	Kadar Aspal (%)	Kadar Karet (%)	VIM (%)	VMA (%)	VFA (%)	Stabilitas (kg)	Kelelahan (mm)	MQ (kg/mm)
			3,0-5,0	≥ 15	≥ 65	≥ 800	≥ 3	≥ 250
5-1	6,25	5%	3,224	15,29	78,92	2250,48	3,89	578,53
5-2	6,25	5%	3,72	15,72	76,37	2397,31	3,56	673,59
5-3	6,25	5%	3,59	15,62	76,99	2590,04	3,69	701,91
Rata-rata	6,25	5%	3,51	15,55	77,43	2412,61	3,71	651,34
10-1	6,25	10%	4,21	15,46	72,77	2295,34	3,20	717,07
10-2	6,25	10%	2,38	14,56	83,63	2400,37	3,60	666,77
10-3	6,25	10%	3,78	15,81	76,10	2614,51	4,04	647,16
Rata-rata	6,25	10%	3,46	15,28	77,50	2436,74	3,61	677,07
15-1	6,25	15%	2,66	14,80	82,03	2651,22	3,10	854,96
15-2	6,25	15%	2,24	14,43	84,51	2481,95	3,59	691,35
15-3	6,25	15%	2,32	14,51	83,99	2571,68	3,95	651,06
Rata-rata	6,2	15%	2,41	14,58	83,51	2568,28	3,55	732,46

Sumber: Analisa Perhitungan

Tabel 10. Perbandingan hasil pengujian marshall pencampuran normal dan pengujian terhadap campuran karet mentah

HRS-WC

Benda Uji	Spec.	VIM (%)	VMA (%)	VFA (%)	Stabilitas (kg)	Kelelahan (mm)	MQ (kg/mm)
		4,0-6,0	≥ 18	≥ 68	≥ 800	≥ 3,0	≥ 250
Normal	7,3	5,2	19,05	72,5	1580	3,95	400
Karet	5%	7,3	3,96	18,06	2449,32	4,00	612,72
	10%	7,3	3,42	17,46	2340,89	3,82	614,21
	15%	7,3	3,08	17,12	2320,16	3,06	759,05

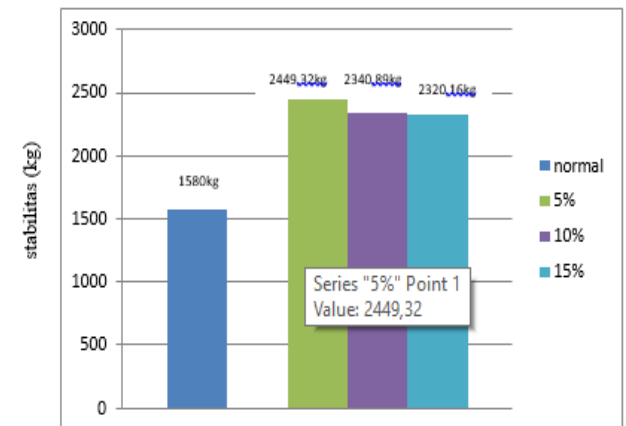
Sumber: Analisa Perhitungan

AC-WC

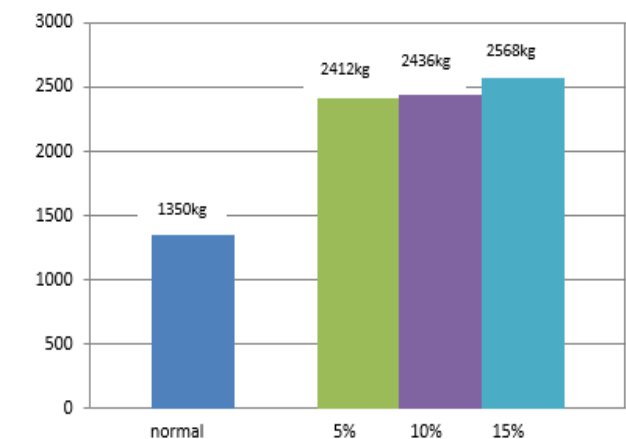
Benda Uji	Spec.	VIM (%)	VMA (%)	VFA (%)	Stabilitas (kg)	Kelelahan (mm)	MQ (kg/mm)
		3,0-5,0	≥ 15	≥ 65	≥ 800	≥ 3,0	≥ 250
Normal	6,25	3,7	15,8	76	1350	3,75	360
Karet	5%	6,25	3,51	15,5	2412	3,71	651,34
	10%	6,25	3,46	15,28	2436	3,61	677,07
	15%	6,25	2,41	14,58	2568	3,55	732,46

Sumber: Analisa Perhitungan

HRS-WC



AC-WC



Gambar 6. Grafik stabilitas (kg) pada aspal campuran normal dan karet mentah

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Kadar Aspal Optimum pada campuran normal sebesar 6,25 % dan untuk penambahan karet diambil 5%, 10% dan 15% untuk campuran Laston wearing course (AC-WC).
- 2) Kadar Aspal 5% memiliki marshall quotient (MQ) sebesar 363,98 kg/mm, kadar aspal 5,5% memiliki marshall quotient (MQ) sebesar 359,39 kg/mm, 6% memiliki marshall quotient (MQ) sebesar 381,53 kg/mm, 6,5% memiliki marshall quotient (MQ) sebesar 353,33 kg/mm, 7% memiliki marshall quotient (MQ) sebesar 305,05 kg/mm, kadar aspal 6,25% dengan penambahan karet sebesar 5% dari kadar aspal memiliki marshall quotient (MQ) sebesar 594,52, kadar aspal 6,25% dengan penambahan karet sebesar 10% dari kadar aspal memiliki marshall quotient (MQ) sebesar 691,06, kadar aspal 6,25% dengan penambahan karet sebesar 15% dari kadar aspal memiliki marshall quotient (MQ) sebesar 752,88.
- 3) Hasil pengujian pada aspal campuran normal nilai kadar aspal optimum (KAO) yang didapat adalah sebesar 7,3%, kemudian pengujian pada aspal campuran karet mentah menggunakan nilai dari KAO normal untuk penambahan karet 5%, 10% dan 15% ke dalam benda uji pada pengujian marshall.
- 4) Setelah dilakukan penelitian didapatkan hasil sebagai berikut :

Benda Uji	Kadar Aspal (%)	Spec.	VIM (%)	VMA (%)	VFA (%)	Stabilitas (kg)	Kelelahan (mm)	MQ (kg/mm)
			4,0-6,0	≥ 18	≥ 68	≥ 800	≥ 3,0	≥ 250
Normal	7,3		5,2	19,05	72,5	1580	3,95	400
	5%	7,3	3,96	18,06	78,06	2449,32	4,00	612,72
Karet	10%	7,3	3,42	17,46	77,72	2340,89	3,82	614,21
	15%	7,3	3,08	17,12	77,30	2320,16	3,06	759,05

Dari hasil penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa pada campuran aspal menggunakan bahan karet 5% memiliki nilai stabilitas (2449,32 kg) dan flow (4,00 mm) paling tinggi diantara campuran aspal yang lain.

- 5) Untuk kadar aspal 6,5% memiliki nilai stabilitas 1331,05 , kelelahan 3,77 dan MQ 356,43, untuk kadar aspal 7% memiliki nilai stabilitas 1388,15 , kelelahan 3,64 dan MQ 383,42, untuk kadar aspal 7,5% memiliki nilai stabilitas 1682,84 , kelelahan 4,31 dan MQ 391,96, untuk kadar aspal 8% memiliki nilai stabilitas 1709,02 , kelelahan 4,24 dan MQ 411,23, untuk kadar aspal 8,5% memiliki nilai stabilitas 1675,71 , kelelahan 4,82 dan MQ 349,50, sedangkan untuk kadar aspal 7,3% dengan penambahan karet sebesar 5% memiliki nilai stabilitas 2449,32, kelelahan 4,00 dan MQ 612,72, untuk kadar aspal 7,3% dengan penambahan karet sebesar 10% memiliki nilai

stabilitas 2340,89, kelelahan 3,82 dan MQ 614,21, untuk kadar aspal 7,3% dengan penambahan karet sebesar 15% memiliki nilai stabilitas 2320,16, kelelahan 3,06 dan MQ 759,05.

REFERENSI

1. Darunifah. Nurkhayati. 2007. Pengaruh Bahan Tambahan Karet Padat Terhadap Karakteristik Campuran *HOT ROLLED SHEET WEARING COURSE (HRS-WC)*. Skripsi. Semarang: Universitas Diponegoro.
2. Kusnata. 2012. *Perubahan karakteristik Campuran Aspal Akibat Penggunaan Retona Blend 55 Pada Jenis Perkerasan Lataston (HRS-WC)*. Skripsi. Pontianak: Universitas Tanjungpura.
3. Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga , 2006, Spesifikasi Teknis Nasional , Dinas Pekerjaan Umum, Palembang.
4. Departemen Pekerjaan Umum. 1999. *Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Dengan Pendekatan Mutlak*. PT. Medisa:Jakarta.
5. Saodang, Hamirhan. 2004. *Konstruksi Jalan Raya, Geometrik Jalan..* Nova:Bandung
6. Saodang, Hamirhan. 2004. *Konstruksi Jalan Raya, Perancangan Perkerasan Jalan Raya*. Nova:Bandung.
7. Silvia Sukirman, 1995, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung.