

Kajian Parameter Marshall Campuran Hangat Lataston (HRS-WC) Menggunakan *Reclaimed Asphalt Pavement (RAP)*

MEGA MEILANI, RANNA KURNIA

Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung
Email: megameilani125@gmail.com

ABSTRAK

Pemanasan global di Indonesia semakin meningkat dengan bertambahnya waktu yang diakibatkan oleh banyaknya limbah, dan penggunaan bahan bakar dalam pembuatan jalan. Untuk mengurangi dampak tersebut, maka digunakan pemanfaatan material perkerasan beraspal lama (RAP) dan digunakan metode campuran hangat (*Warm Mix*) dengan Spesifikasi Umum 2018 Direktorat Jendral Bina Marga. Penelitian bertujuan untuk mengkaji parameter marshall campuran hangat lataston (HRS-WC) dengan menggunakan material *Reclaimed Asphalt Pavement (RAP)*. Tiga campuran disiapkan dalam penelitian ini yang terdiri dari 0% RAP, 20% RAP, dan 30% RAP. Berdasarkan hasil penelitian, besarnya persentase agregat RAP yang digunakan mempengaruhi nilai KAO, hal tersebut akan membuat KAO semakin kecil dikarenakan agregat RAP telah memiliki kandungan aspal. Hasil parameter marshall menunjukkan ketiga campuran memenuhi persyaratan. Namun, campuran 20% menunjukkan kinerja yang lebih baik dibandingkan kedua campuran yang lain dapat dilihat dengan nilai stabilitas yang lebih besar disebabkan oleh kecilnya rongga udara yang dimiliki pada campuran 20% RAP.

Kata kunci: *Marshall, HRS-WC, Campuran Hangat, Reclaimed Asphalt Pavement (RAP)*

ABSTRACT

Global warming in Indonesia is increasing with increasing time due to a large amount of waste, and the use of fuel in road construction. To reduce this impact, the use of old asphalt pavement material (RAP) is used and the Warm Mix method is used with General Specifications 2018 of the Directorate General of Highways. This research aims to study the parameters of Marshall Warm Mix Hot Rolled Sheet Wearing Course using Reclaimed Asphalt Pavement (RAP). Three mixtures were prepared in this study consisting of 0% RAP, 20% RAP, and 30% RAP. Based on the results of the study, the large percentage of RAP aggregates used affects the value of KAO, this will make KAO smaller because RAP aggregates already have asphalt content. Marshall parameter results show that all three mixtures meet the requirements. However, the 20% mixture showed better performance compared to the other two blends, which can be seen with a greater stability value due to the small air cavity that has on the 20% RAP mixture.

Keywords: *Marshall, HRS-WC, Warm Mixture, Reclaimed Asphalt Pavement (RAP)*

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat. Setiap tahunnya pemerintah melakukan pembangunan jalan maupun perbaikan jalan untuk pelayanan umum maupun untuk fungsi ekonomi. Selain itu, pembuatan perkerasan jalan juga menggunakan material aspal dan agregat dimana aspal yang dihasilkan dari penyulingan minyak bumi yang jika digunakan terus menerus dapat menimbulkan kelangkaan sumber daya karena minyak bumi tidak dapat diperbaharui. Teknologi daur ulang aspal atau *asphalt recycling* adalah salah satu upaya yang dilakukan untuk mengatasi masalah lingkungan dalam bidang transportasi.

Pemanfaatan aspal daur ulang pada umumnya digunakan untuk mengurangi penggunaan agregat baru. *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) adalah material hasil pengelupasan permukaan jalan yang menjadi limbah tak terpakai. Untuk mengurangi penumpukan material RAP tuntutan terhadap pengaruhnya terhadap lingkungan dan juga masyarakat, pencampuran dapat dilakukan dengan menggunakan pengolahan campuran pada suhu rendah, maka dapat dilakukan penghematan terhadap penggunaan terhadap bahan bakar yang cukup besar.

Penelitian ini merupakan studi kasus dari analisis parameter Marshall dengan menggunakan campuran hangat laston (HRS-WC) menggunakan material *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP). Persentase material *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) yang digunakan adalah 0%RAP, 20%RAP, dan 30%RAP.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui karakteristik agregat RAP dan membandingkan Parameter Marshall dari tiga campuran yaitu 0% RAP , 20% RAP, dan 30% RAP menggunakan suhu pencampuran dan suhu pemadatan yang lebih rendah dibandingkan *Hot Mix* pada lapisan laston (HRS-WC).

Berikut Ruang Lingkup yang akan dikaji dalam penelitian:

1. Jenis Aspal yang digunakan adalah aspal Pen. 60/70.
2. Bahan tambah yang digunakan adalah Zeolit powder.
3. Campuran yang digunakan dengan metode campuran aspal hangat (*Warm Mix Asfalt*).
4. Variasi RAP yang digunakan terdiri dari tiga jenis.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pembentuk Beton Aspal

Beton aspal adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal dengan atau tanpa bahan tambahan. Untuk mendapatkan beton aspal yang memenuhi mutu yang diharapkan, hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain adalah pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengolahan agregat. Di samping itu, pengetahuan tentang bahan pengikat seperti aspal menjadi dasar untuk merancang campuran sesuai jenis perkerasan yang diinginkan. Kekuatan dan perkerasan beton aspal diperoleh melalui struktur agregat yang saling mengunci (*interlocking*), sehingga menghasilkan geseran internal yang tinggi dan saling bersama oleh lapisan tipis aspal diantara butiran agregat. Sebelum melakukan pembuatan benda uji perlu dilakukan penentuan kadar aspal yang akan digunakan. Kadar aspal acuan dalam campuran dapat ditentukan dengan **Persamaan 1**.

$$KAA = 0,035(\%CA) + 0,045(\%FA) + 0,18(\%filler) + K \quad \dots(1)$$

halmana:

KAA = Kadar aspal acuan, persen terhadap berat campuran.

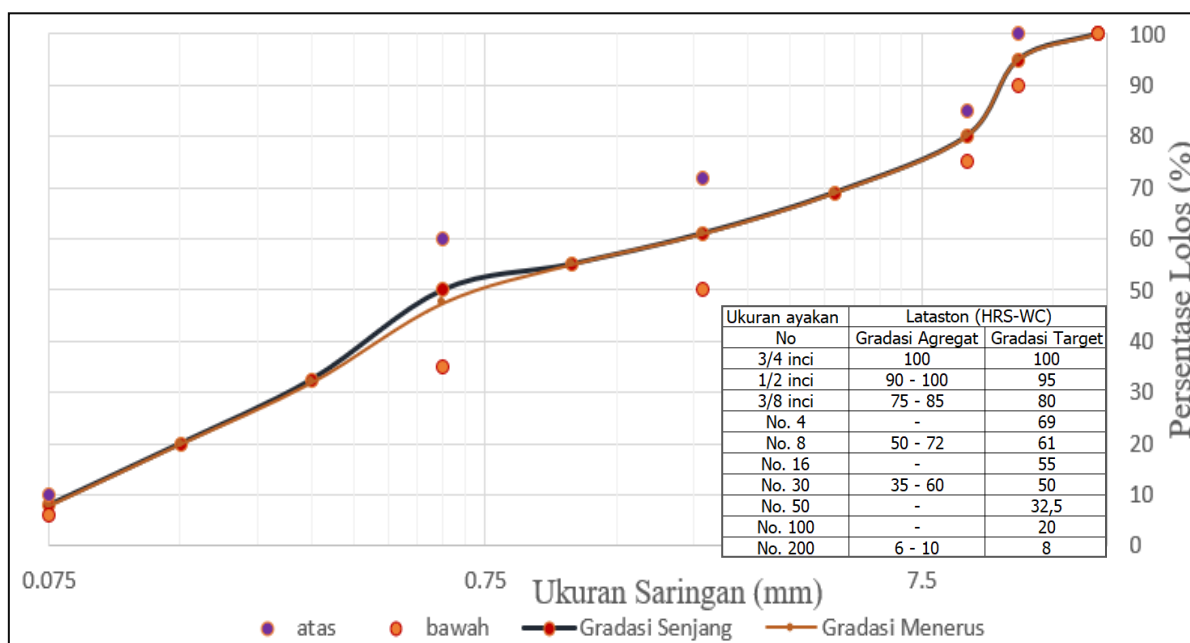
Kajian Parameter Marshall Campuran Hangat Lataston (HRS-WC)
Menggunakan *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP)

- CA = Persen agregat tertahan saringan No.8,
 F = Persen agregat lolos saringan No.8 dan tertahan saringan No.200,
 Filler = Persen agregat lolos No.200,
 K = Konstanta (0,5 – 1,0 untuk lapisan aspal beton).

2.2 Hot Rolled (HRS)

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum Bina Marga (2018), *Hot Rolled Sheet* (HRS) atau disebut Lataston adalah lapisan penutup yang terdiri dari campuran agregat bergradasi senjang, filler dan aspal keras dengan perbandingan tertentu yang dicampurkan dan dipadatkan secara panas (dalam suhu tertentu, minimum 124°C), dengan tebal nominal minimum 3 cm. Konstruksi perkerasan HRS dalam penggunaan dibagi menjadi dua kelas yaitu kelas A dan kelas B. Perbedaan kedua konstruksi perkerasan tersebut terdapat pada gradasi agregat yang digunakan, beban lalu lintas dan segi pemakaian. Jenis agregat yang digunakan terdiri dari agregat kasar, agregat halus, dan butir pengisi (*filler*), sedangkan aspal yang digunakan biasanya jenis aspal keras AC 60/70 dan AC 80/100.

Pembuatan *Hot Rolled Sheet* (HRS) bertujuan untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan atau lapisan antara perkerasan jalan raya yang mampu memberikan sumbangan daya dukung serta berfungsi sebagai lapisan kedap air yang dapat melindungi konstruksi berada di bawahnya. *Hot Rolled Sheet* bersifat lentur dan mempunyai durabilitas yang tinggi, hal ini disebabkan campuran HRS dengan gradasi timpang mempunyai rongga dalam campuran yang cukup besar, sehingga mampu menyerap jumlah aspal dalam jumlah banyak (7%-8%) tanpa terjadi *bleeding*. Selain itu, HRS mudah dipadatkan sehingga lapisan yang dihasilkan mempunyai kedekatan terhadap air dan udara tinggi. Gradasi target yang digunakan dalam penelitian ini seperti pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Gradasi Campuran Lataston
(Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum Bina Marga 2018)

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum Bina Marga (2018), untuk memperoleh gradasi HRS-WC yang senjang, maka paling sedikit 80% agregat lolos ayakan No.8 (2,36 mm) dan harus lolos ayakan No.3 (0,600 mm), yang menggunakan suatu campuran agregat kasar dan agregat halus. Untuk HRS-WC paling sedikit 80% agregat lolos ayakan No.8 (2,36 mm)

harus juga lolos ayakan N0.30 (0,600 mm). Pada gradasi yang digunakan dapat dilihat pada **Tabel 1** terdapat kesenjangan dengan nilai 11%.

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Kasar

Ukuran Ayakan	Alternatif [%]	Alternatif Terpilih [%]
% lolos No. 8	61	61
% lolos No. 30	paling sedikit 48,8	50
% Kesenjangan	12,2 atau lebih	11

2.3 Reclaimed Asphalt Pavement (RAP)

Daur ulang perkerasan yaitu pemakaian ulang dari *scarified* permukaan jalan atau lapisan jalan yang kasar dengan cara *me-rotavating*-nya sampai kedalaman 20 cm (8 inci) dan mencampurnya dengan bahan pengikat bitumen yang panas atau dingin, sering kali akan seperti semen (Scott, 1993). Material yang digunakan untuk metode daur ulang adalah bahan garukan aspal dan bila diperlukan ditambahkan aspal dan agregat baru. Bahan garukan aspal ini mengandung aspal dan agregat lama. Untuk mencapai hasil yang memadai, pada umumnya aspal dan agregat lama perlu diperbaharui baik sifat-sifatnya maupun gradasinya.

Beberapa sifat material RAP yang bisa digunakan sebagai batasan adalah sebagai berikut:

1. Agregat masih mempunyai daya tahan cukup baik untuk mempertahankan gradasi (jumlah, ukuran, bentuk dan komposisi butiran).
2. Sifat rheologi aspal (penetrasi atau viskositas) mengalami penurunan, namun hal ini dapat dikembalikan dengan penambahan bahan peremaja (*rejuvenating agent*).

2.4 Warm Mix (WMA)

Campuran aspal hangat (WMA) adalah campuran perkerasan yang proses pembuatan dan penghampirannya pada suhu yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan HMA. Namun, dengan karakteristik perkerasan yang sama ataupun lebih baik dibandingkan campuran aspal panas (HMA). Apabila HMA diproduksi pada suhu 160°C–140°C, WMA memungkinkan produksi campuran pada suhu 100°C–140°C. Pada suhu yang lebih rendah dari 100°C, campuran tersebut tergolong pada "*half warm asphalt*".

Keuntungan campuran beraspal hangat WMA adalah sebuah istilah umum yang sering digunakan untuk berbagai teknologi yang memungkinkan proses pembuatan bahan perkerasan Hot Mix Asphalt HMA untuk menurunkan suhu, di mana bahan ini dicampur dan dihampar di lapangan. Teknologi ini sudah terbukti berguna untuk:

1. Mengurangi biaya perkerasan.
2. Memperpanjang umur perkerasan.
3. Meningkatkan proses pemadatan aspal.
4. Membuat campuran aspal dapat diangkut pada jarak yang lebih jauh lagi.
5. Meningkatkan kondisi kerja dengan mengurangi paparan emisi bahan bakar, asap, dan panas.

Penurunan temperatur hingga 30°C dibandingkan dengan campuran beraspal panas serta hasil pengamatan selama sembilan ulan terhadap uji gelar lapangan, baik pada perkerasan yang menggunakan campuran beraspal hangat maupun HMA menunjukkan nilai rata-rata alur yang terjadi lebih kecil dari 2,5 mm sedangkan nilai *International Roughness Index (IRI)* campuran dengan zeolit dan HMA secara berturut-turut antara 2,5-3,5 m/km dan 2,4-3,5

m/km. Penghematan penggunaan bahan bakar juga dilaporkan mencapai 25% dibandingkan campuran HMA-nya (Affandi, F., Kusnanti, N., 2013).

Kekentalan (*Viscosity*) aspal pada teknologi pencampuran hangat merupakan tujuan utama dari teknologi WMA sehingga dapat dihasilkan aspal dengan kemampuan yang cukup untuk menyelimuti agregat pada saat pencampuran dan tanpa kehilangan kemudian kerjanya (*workability*) pada saat pemadatan.

2.5 Pengujian Marshall

Pengujian Marshall dilakukan untuk memeriksa kerentanan campuran terhadap kerusakan yang disebabkan oleh air. Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) dan kelelahan plastisitas (*flow*) dari campuran aspal. Prosedur pengujian Marshall di Indonesia disesuaikan dengan SNI 06-2489-1991.

Hasil pengujian dengan alat Marshall akan diperoleh parameter sebagai berikut:

1. *Quotient* Marshall, adalah rasio antara nilai stabilitas dan kelelahan.
2. Berat volume benda uji.
3. Berat jenis *bulk* aspal padat (*Gmb*).
4. Berat jenis efektif agregat campuran (*Gse*).
5. Berat jenis *bulk* agregat campuran (*Gsb*).
6. Berat jenis maksimum aspal yang belum dipadatkan (*Gmm*).
7. Volume rongga dalam campuran benda uji (*VIM*).

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini dibuat dengan dasar dari beberapa studi yang pernah dilakukan sebelumnya yang digunakan sebagai bahan perbandingan dan kajian. Penelitian menggunakan material daur ulang pada campuran Laston lapis pengikat (AC-BC) yang dimodifikasi dengan Aspal Modifikasi Elvaloy Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) bertambah tinggi dengan bertambahnya kadar RAP yang digunakan yaitu campuran A₁ sebesar 6%, campuran A₂ sebesar 5,8%, campuran B₁ sebesar 6,1% dan campuran B₂ sebesar 5,9% (Zurni, R., 2013). Penelitian ini mengambil RAP sebesar 30% sebagai bahan pengganti agregat baru didalam penelitian ini dikaitkan dengan metode pencampuran hangat khususnya terhadap temperatur yaitu pada 135°C (hasil modifikasi AM.P60/70 akibat penambahan sasobit). Pada pengujian pencampuran antara agregat baru dengan RAP akan diperoleh temperatur baru yang besarnya dibatasi minimal 135°C (Affandi., et.al. 2015).

3. METODE PENELITIAN

Sebelum penelitian dilakukan, terlebih dahulu dilakukan penyusunan rencana kerja dan persiapan bahan, hal ini dimaksudkan untuk mempermudah pelaksanaan penelitian. Setelah melakukan persiapan bahan, dilakukan pengujian terhadap agregat, aspal Pen. 60/70, lalu dilakukan pembuatan benda uji campuran hangat Laston dari tiga jenis RAP dengan aspal Pen. 60/70 dan ditambah dengan bahan Zeolit sesuai dengan Spesifikasi Bina Marga tahun 2018 sebesar 1% terhadap agregat campuran. Setelah pengujian Marshall selesai dilakukan, hitung nilai KAO dari masing-masing jenis campuran, dan bandingkan nilai parameter Marshall dari tiga jenis penggunaan campuran RAP yaitu 0%RAP, 20%RAP, dan 30%RAP untuk melihat pengaruh dari penggunaan material RAP terhadap campuran hangat.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Agregat

Pengujian agregat yang dilakukan untuk campuran hangat Lataston yaitu pengujian berat jenis agregat kasar, agregat halus, penyerapan, abrasi, pipih, lonjong, dan *soundness*. Hasil pengujian agregat kasar dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat Kasar

Pengujian	Persyaratan [%]	Agregat Kasar					Agregat Halus			
		1/2	3/8	No.4	No.8	No.16	No.30	No.50	No.100	No.200
Berat Jenis Bulk	≤ 2,5	2,43	2,44	2,45	2,46	2,50	2,49	2,51	2,50	2,50
Berat SSD	≤ 2,5	2,49	2,50	2,51	2,52	2,55	2,55	2,57	2,56	2,54
Berat Jenis Semu	≤ 2,5	2,57	2,60	2,61	2,62	2,63	2,66	2,66	2,65	2,61
Berat Jenis Efektif	≤ 2,5	2,50	2,52	2,53	2,54	2,56	2,57	2,59	2,58	2,56
Penyerapan	≥ 3	2,19	2,39	2,51	2,51	1,94	2,54	2,21	2,19	1,75

Hasil pengujian Agregat dilihat bahwa Agregat yang digunakan baik untuk campuran, karena hasil berat jenis dan penyerapan memenuhi persyaratan yaitu maksimum 3% dan berat jenis yaitu 2,27.

4.2 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Campuran

Nilai berat jenis agregat campuran sesuai gradasi target seperti pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Persentase Gradasi Target

Ukuran Ayakan		Lataston (HRS-WC)		
No	Bukaan [mm]	Gradasi Rencana	% Tertahan	Presentase Ayakan
3/4 inci	19	100	0	
1/2 inci	12,5	95	5	P1
3/8 inci	9,5	80	15	P2
No. 4	4,75	69	11	P3
No. 8	2,36	61	8	P4
No. 16	1,18	55	6	P5
No. 30	0,6	50	5	P6
No. 50	0,3	32,5	17,5	P7
No. 100	0,15	20	12,5	P8
No. 200	0,075	8	12	P9
<i>filler</i>			8	P10

Hasil perhitungan berat jenis *bulk* dan berat jenis efektif campuran Lataston didapat nilai berat jenis *bulk* 2,515 dan berat jenis efektif sebesar 2,584.

4.3 Pengujian Aspal

Hasil pemeriksaan aspal pada penelitian ini dilakukan terhadap aspal Pen. 60/70. Aspal yang digunakan telah memenuhi persyaratan untuk penelitian, seperti tertera pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Hasil Pengujian Aspal Pen. 60/70

Jenis Pemeriksaan	Persyaratan		Hasil Aspal Pen 60/70	Satuan
	Min	Maks		
Penetrasi	60	70	65,6	0,1 mm
Titik Lembek	48	-	50,5	OC
Viskositas	300	-	340,5	Cst
Titik Nyala	232	-	319	OC
Berat Jenis	1	-	1,039	-
Titik Bakar	232	-	327	OC
Daktilitas	100	-	≥100	Cm
Penetrasi	-	-	65,6	-

4.3 Pengujian Marshall

Pengujian Marshall dilakukan setelah benda uji direndam selama 30 menit di dalam *water bath* dengan suhu 60°. Hasil pengujian Marshall dapat dilihat pada **Tabel 5**, dan **Tabel 6**.

Tabel 5. Parameter Marshall campuran 0%RAP

Kadar Aspal	VIM	Stabilitas	Flow	MQ [kg/mm]
5,5	10,25	1,164	3,56	326,91
	10,79	1,169	3,67	318,61
	10,68	1,203	3,84	313,38
6,0	8,32	1,298	3,57	363,58
	9,59	1,235	3,58	345,05
	9,16	1,282	3,59	357,22
6,5	6,58	1,306	3,27	399,36
	7,55	1,333	3,57	373,32
	7,73	1,419	3,87	366,55
7,0	6,28	1,478	3,94	375,22
	5,75	1,428	3,72	383,79
	5,77	1,350	3,60	374,97
7,5	3,93	1,236	3,88	318,51
	4,45	1,269	3,75	338,31
	5,02	1,253	3,72	336,74
8,0	3,50	1,247	3,68	338,84
	3,90	1,248	3,53	353,57
	3,57	1,224	4,22	290,06

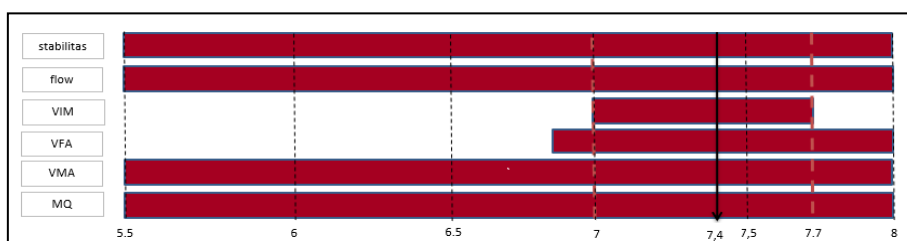
Tabel 6. Parameter Marshall 20% RAP dan 30% RAP

Kadar Aspal	VIM		Stabilitas		Flow		MQ [kg/mm]	
	20% RAP	30% RAP	20% RAP	30% RAP	20% RAP	30% RAP	20% RAP	30% RAP
5,5	10,19	11,07	1,363	1,369	3,78	3,62	360,56	378,28
	9,56	11,07	1,480	1,345	3,81	3,58	388,46	375,65
	9,99	10,39	1,289	1,424	3,60	3,71	358,19	383,94
6,0	8,84	9,08	1,337	1,435	3,57	3,91	374,49	367,06
	8,25	9,69	1,297	1,283	3,58	3,69	362,31	347,68
	7,86	8,85	1,477	1,165	3,59	3,76	411,33	309,73

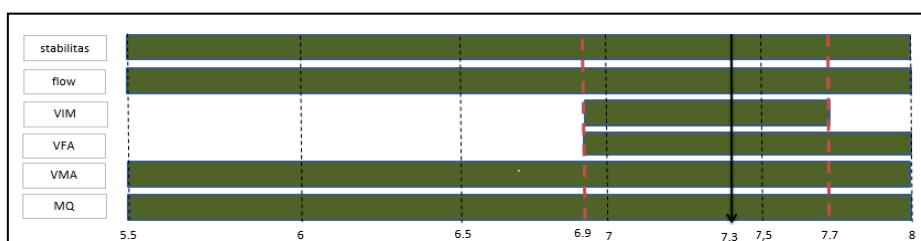
Tabel 6. Parameter Marshall 20% RAP dan 30% RAP lanjutan

Kadar Aspal	VIM		Stabilitas		Flow		MQ [kg/mm]	
	20% RAP	30% RAP	20% RAP	30% RAP	20% RAP	30% RAP	20% RAP	30% RAP
6,5	7,18	5,97	1,578	1,253	3,27	3,86	482,45	324,70
	7,09	6,84	1,447	1,535	3,57	3,60	405,37	426,36
	7,54	7,44	1,405	1,516	3,87	3,54	363,03	428,22
7,0	5,20	5,90	1,547	1,623	3,84	3,59	402,79	452,21
	5,35	5,88	1,601	1,517	3,72	3,87	430,49	391,92
	4,19	5,96	1,461	1,471	3,60	3,54	405,90	415,62
7,5	4,74	4,59	1,390	1,445	3,73	3,88	372,64	372,37
	4,95	3,80	1,375	1,384	3,75	3,75	366,59	368,98
	5,22	4,81	1,393	1,266	3,72	3,58	374,56	353,60
8,0	3,68	3,66	1,293	1,212	3,78	3,69	342,09	328,35
	2,81	3,99	1,270	1,291	3,83	3,78	331,53	341,61
	3,62	3,62	1,224	1,384	3,81	3,88	321,34	356,62

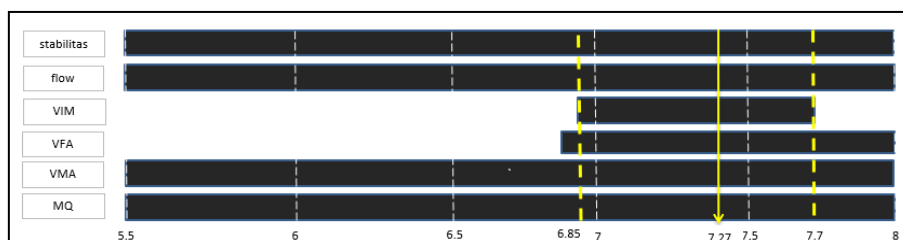
Data dari **Tabel 5** dan **Tabel 6** dibuat grafik hubungan antara parameter Marshall dan kadar aspal Masing-masing dari parameter Marshall digambarkan batasan kadar aspal yang memenuhi batasan spesifikasi campuran. KAO adalah kadar aspal tengah dari rentang yang memenuhi spesifikasi parameter Marshall seperti **Gambar 2**, **Gambar 3**, dan **Gambar 4**.



Gambar 2. Hasil KAO campuran 0% RAP

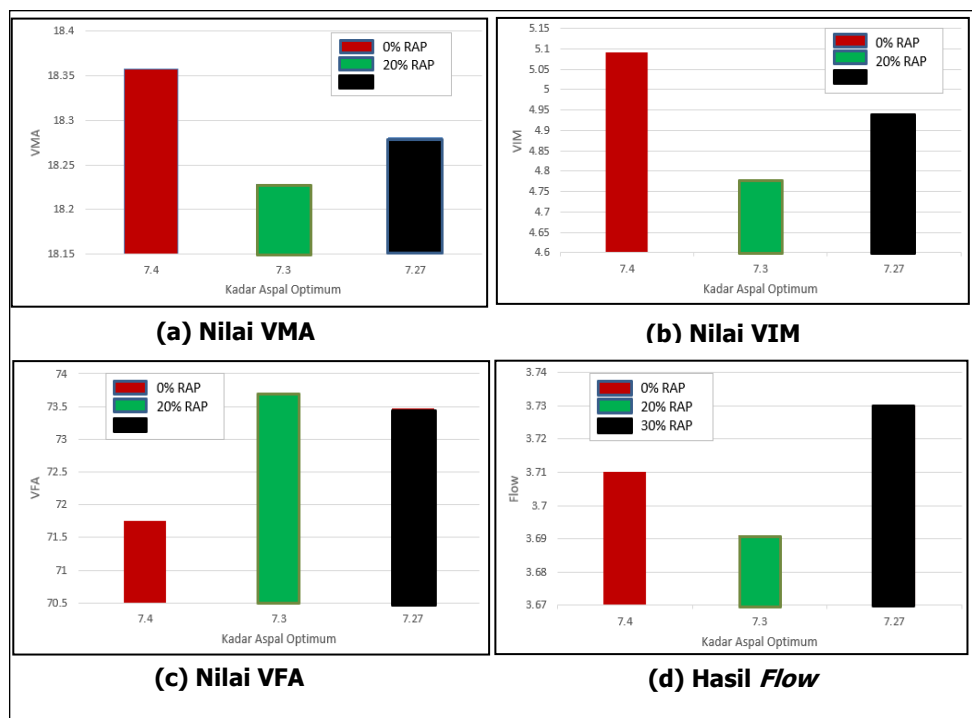


Gambar 3. Hasil KAO campuran 20% RAP

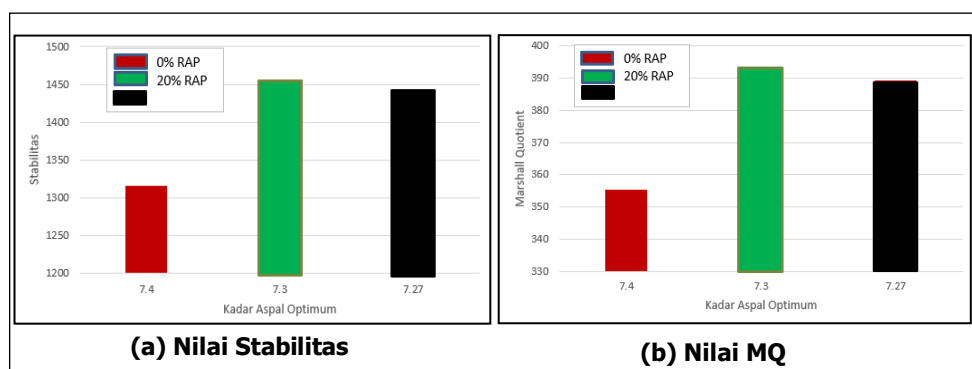


Gambar 4. Hasil KAO campuran 30% RAP

Kajian Parameter Marshall Campuran Hangat Lataston (HRS-WC)
Menggunakan *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP)



Gambar 5. Analisis Parameter terhadap KAO



Gambar 6. Analisis Parameter terhadap KAO

4.5 Perbandingan Nilai VMA

Nilai VMA seperti pada **Gambar 5.a** dapat dilihat campuran 0% RAP memiliki rongga yang lebih besar, campuran 20% RAP memiliki rongga yang paling kecil dibandingkan dengan kedua campuran namun, masih cukup untuk menutupi rongga. Hal ini berbeda pada campuran 30% RAP yang memiliki VMA lebih besar ini terjadi diperkirakan tidak semua butiran agregat RAP terurai sebagaimana hasil pengujian saringan setelah mengalami ekstraksi, bisa saja butiran tersebut menjadi lebih kasar dan tidak sesuai dengan yang telah direncanakan.

4.6 Perbandingan Nilai VIM

Nilai VIM seperti pada **Gambar 5.b** Campuran 0% RAP memiliki VIM yang lebih besar dibandingkan kedua campuran. Kedua campuran yang menggunakan Agregat RAP sebagai substitusi baik 20% maupun 30% memiliki VIM yang lebih kecil, kecilnya nilai VIM yang dimiliki agregat RAP disebabkan pori agregat RAP telah diisi oleh aspal. Sehingga nilai VIM pada material RAP lebih kecil.

4.7 Perbandingan Nilai VFA

Nilai VFA seperti pada **Gambar 5.c** Tiga campuran memiliki perbandingan yang tidak jauh berbeda, VFA 20% RAP lebih besar dibandingkan dengan 30% RAP dan 0% RAP. Besarnya nilai VFA 20% RAP tersebut dikarenakan campuran memiliki nilai VMA lebih kecil, hal tersebut mengakibatkan persentase rongga terisi aspal lebih besar.

4.8 Perbandingan Nilai Flow

Hasil flow seperti pada **Gambar 5.d** Hasil flow untuk 0% RAP dan 20% RAP memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan campuran 30% RAP. Kecilnya nilai pada campuran tersebut diakibatkan karena kandung aspal yang lebih sedikit dibandingkan campuran 30% RAP. Sehingga ruang dalam campuran semakin besar.

4.9 Perbandingan Nilai Stabilitas

Nilai Stabilitas seperti pada **Gambar 6.a** Nilai Stabilitas campuran 20%RAP lebih besar dibandingkan dengan nilai stabilitas campuran 30%RAP dan 0%RAP. besarnya nilai stabilitas pada campuran 20% ini di hubungkan dengan nilai VMA yang kecil. Sehingga, campuran tersebut memiliki rongga yang kecil dan mampu menahan beban dan nilai stabilitas yang besar.

4.10 Perbandingan Nilai MQ

Nilai MQ seperti pada **Gambar 6.b** Nilai MQ akan sangat berpengaruh terhadap nilai Stabilitas dan Nilai Flow, Kecilnya nilai yang dihasilkan dikarenakan stabilitas yang didapatkan lebih kecil dibandingkan dengan stabilitas dengan menggunakan material RAP. Rekapitulasi nilai Marshall terhadap KAO dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Rekapitulasi Nilai Marshall terhadap KAO

Parameter	0% RAP	20% RAP	30% RAP
KAO	7,40	7,30	7,27
VMA	18,36	18,23	18,28
VIM	5,09	4,78	4,94
VFA	71,76	73,69	73,47
Flow	3,71	3,69	3,73
Stabil	1.316,43	1.454,83	1.443,46
MQ	355,44	393,22	389,40

4.11 Analisis Parameter Marshall dengan Nilai KAO

Analisis dari nilai KAO pada **Gambar 5** dan **Gambar 6** Campuran yang baik untuk campuran Hangat Lataston (HRS-WC) dengan menggunakan Reclaimed Asphalt Pevemen (RAP) adalah campuran dengan persentase 20% RAP karena nilai VIM yang didapatkan lebih kecil dibandingkan dengan 0% RAP dan 30% RAP. kecilnya rongga pada 20% RAP dikarenakan butiran RAP pada campuran 20% RAP mampu mengisi rongga campuran lataston (HRS-WC). Karakteristik pada lapisan Lataston yaitu durabilitas yang diutamakan karena lapisan ini berada pada lapisan atas dan berhubungan langsung dengan cuaca dan iklim sehingga lapisan tersebut harus mempunyai nilai VIM yang kecil agar mendapatkan lapisan yang kedap air dan awet.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil analisis dari studi kasus dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. RAP yang digunakan pada ruas jalan Tanjungsari dilakukan pengujian ekstraksi untuk mengetahui kadar aspal yang terkandung pada agregat RAP. Hasil ekstraksi agregat RAP sebesar 5,11% yang digunakan untuk perhitungan kebutuhan campuran.
2. Campuran 0% RAP memiliki nilai KAO terbesar yaitu sebesar 7,4% untuk campuran 20% adalah 7,3 sedangkan untuk campuran 30% sebesar 7,27%.
3. Campuran 0% RAP memiliki nilai VMA sebesar 18,36% lebih besar hal tersebut diperkirakan tidak semua butiran agregat RAP terurai sebagaimana hasil pengujian saringan setelah mengalami ekstraksi, bisa saja butiran tersebut menjadi lebih kasar dan tidak sesuai dengan yang telah direncanakan.
4. Nilai VIM pada campuran RAP lebih kecil yaitu 4,779% untuk 20% RAP dan 4,942 untuk 30% RAP dibandingkan dengan campuran 0% RAP sebesar 5,092. kecilnya nilai VIM yang dimiliki agregat RAP disebabkan pori agregat RAP telah diisi oleh aspal.
5. Campuran dengan kadar aspal 6,5% nilai VFA hampir dikatakan sama hal ini dapat dikatakan bahwa pada campuran 0% RAP aspal dapat mengisi rongga hingga maksimum.
6. Campuran 0% RAP dan 20% RAP memiliki nilai *Flow* yang tidak jauh berbeda dan memiliki nilai lebih kecil dibandingkan dengan campuran 30% RAP.
7. Campuran 20%RAP dengan nilai Stabilitas sebesar 1.454,83 kg lebih besar dibandingkan dengan nilai stabilitas campuran 30%RAP dan 0%RAP.
8. Nilai MQ akan sangat berpengaruh terhadap nilai Stabilitas dan Nilai *Flow*, pada 0% RAP nilai MQ yang dihasilkan jauh lebih kecil sebesar 355,44 kg/mm yaitu 393,22 kg/mm pada campuran 20%RAP dan 389,402 kg/mm pada campuran 30%RAP.
9. Campuran yang baik untuk campuran Hangat Lataston(HRS-WC) dengan menggunakan *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) adalah campuran dengan persentase 20% RAP karena nilai VIM yang didapatkan lebih kecil dibandingkan dengan 0% RAP dan 30% RAP. kecilnya rongga pada 20% RAP dikarenakan butiran RAP pada campuran 20% RAP mampu mengisi rongga campuran lataston (HRS-WC) dan agregat RAP dengan suhu pencampuran 135°C dikatakan mampu untuk menguraikan sehingga sesuai dengan *desain mix*. Karakteristik pada lapisan Lataston yaitu durabilitas dan *fleksibilitas* yang diutamakan karena lapisan ini berada pada lapisan atas dan berhubungan langsung dengan cuaca dan iklim sehingga lapisan tersebut harus mempunyai nilai VIM yang kecil agar mendapatkan lapisan yang kedap air dan awet. dan VMA yang terkecil. Sehingga berpengaruh terhadap kecilnya rongga dan pori pada campuran sehingga dapat awet dan tahan terhadap air. Hal tersebut yang dibutuhkan untuk Lataston karena sifat campuran terpenting adalah durabilitas.

5.2 Saran

Langkah selanjutnya dapat dilakukan pemisahan larutan *Trichloro Ethylene* (TCE) yang berada pada hasil ekstraksi aspal RAP di uji kembali dengan pengujian viskositas dan penetrasi untuk mengetahui nilai kekentalan dan kepadatan aspal RAP dan pengujian abrasi pada agregat RAP untuk mengetahui keausan agregat RAP tersebut.. Lakukan pengujian Indeks Kekuatan Sisa yang tertera pada Spesifikasi Bina Marga untuk mengetahui nilai Durabilitas campuran RAP.

DAFTAR RUJUKAN

- Affandi, et. al. (2015). Kinerja Campuran Beraspal Hangat Laston Lapis Pengikat (AC-BC) dengan Reclaimed Asphalt Pavement (RAP). *Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 22(1), 59-60.
- Affandi, F., Kusnanti, N. (2013). Pengaruh Jenis Aspal pada Temperatur Pemadatan Berkaitan dengan Workability dari Campuran Beraspal Panas. *Jurnal Pusat Litbang Jalan dan Jembatan*, 30(2), 108-109.
- Scott, J. (1993). *Kamus Lengkap Teknik Sipil Edisi Keempat*. Jakarta: Erlangga.
- Kementerian Pekerjaan Umum Bina Marga. (2018). *Spesifikasi Umum 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Zurni, R. (2013). *Kinerja Modulus Resilien dan Deformasi Plastis Campuran Laston Lapis Pengikat (AC-BC) Menggunakan Material Daur Ulang (RAP) dan Aspal Modifikasi Elvaloy*. Tugas Akhir. Bandung: Institut Teknologi Nasional