

ANALISIS KARAKTERISTIK CAMPURAN LATASTON (HRS-WC) AKIBAT RENDAMAN AIR LAUT PASANG (ROB) DENGAN ASPAL MODIFIKASI POLIMER STARBIT E-55

Dwi Esti Intari¹ Woelandari Fathonah² Farista Widya Kirana³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jenderal Sudirman Km.3 Cilegon 42435, Banten
Email : faristawidya@gmail.com

INTISARI

Perkerasan jalan di Indonesia umumnya mengalami kerusakan sebelum mencapai umur rencana, salah satu penyebabnya adalah genangan air laut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh air laut terhadap karakteristik campuran beraspal jenis Lataston Lapis Aus atau dikenal dengan istilah *Hot Rolled Sheet – Wearing Course (HRS-WC)* dengan penggunaan aspal modifikasi polimer.

Penelitian ini menggunakan variasi kadar aspal 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, dan 8% terhadap total berat agregat dan pada pembuatan campuran *HRS-WC* gradasi semi senjang ini mengacu pada spesifikasi Bina Marga 2010. Perendaman benda uji pada suhu ruang dan variasi waktu perendaman dengan air tawar selama 24 jam dan dengan air laut selama 24 dan 48 jam.

Berdasarkan hasil penelitian, air laut mempengaruhi karakteristik *Marshall* pada benda uji. Jika dibandingkan dengan air tawar, nilai VMA dengan air laut mengalami kenaikan sebesar 3,80% dan 12,83%, nilai VFA dengan air laut mengalami penurunan sebesar 10,62% dan 18,37%, nilai VIM dengan air laut mengalami kenaikan sebesar 26,34% dan 55,77%, nilai stabilitas dengan air laut mengalami penurunan sebesar 12,39% dan 25,19%, nilai *flow* dengan air laut mengalami penurunan sebesar 28,80% dan 6,08%, serta nilai MQ dengan air laut saat 24 jam naik sebesar 28,73% dan saat 48 jam turun sebesar 19,98%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa air laut dapat menjadi salah satu penyebab utama campuran mengalami penurunan keawetan, namun dengan penggunaan aspal modifikasi polimer *Starbit E-55* nilai stabilitas, *flow* dan MQ masih memenuhi persyaratan.

Kata Kunci : *HRS-WC*, aspal modifikasi polimer, air laut pasang, karakteristik *Marshall*

ABSTRACT

Road pavement in Indonesia was commonly damaged before it has reached its lifespan, one of the causes was tidal inundation. The aim of this study was to evaluate the effect of tidal water against characteristics of Hot Rolled Sheet – Wearing Course mixture using polymer modified asphalt.

In this study, the variations of asphalt used 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, and 8% to total weight aggregate and for arranging a mixture of semi-gap graded HRS – WC was refer to Bina Marga 2010 Specification. The mixtures were soaked at room temperature and the variations of immersion time with fresh water for 24 hours and with seawater for 24 and 48 hours.

Based on the results, tidal water affects the characteristics of the Marshall on the mixture. Compared with fresh water, the value of VMA with seawater increased by 3.80% and 12.83%, VFA values with sea water decreased by 10.62% and 18.37%, VIM value with sea water increased by 26.34% and 55.77%, stability value with seawater decreased by 12.39% and 25.19%, the value of flow with sea water decreased by 28.80% and 6.08%, and the value of MQ with seawater during 24 hours increased by 28.73% and 48 hours down by 19.98%. The result showed that the seawater could be the one of the main causes in reducing the durability of the mixtures, however, with the use of polymer modified asphalt (Starbit E-55) the stability, flow and MQ values still meet the requirements.

Keyword : *HRS-WC*, polymer modified asphalt, tidal water, characteristics of *Marshall*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan dan pertumbuhan penduduk di Indonesia saat ini sangat pesat yang diiringi dengan peningkatan mobilitas penduduk. Oleh karena itu diperlukan

peningkatan baik kualitas maupun kuantitas jalan yang memenuhi kebutuhan masyarakat. Jalan merupakan sarana transportasi darat untuk menghubungkan satu tempat ke tempat lain dalam rangka untuk pemenuhan

kebutuhan ekonomi sehingga harus tetap dipertahankan dalam kondisi baik.

Perkerasan jalan merupakan hal yang utama untuk menunjang transportasi secara aman, nyaman dan mudah maka dibutuhkan perkerasan jalan yang kuat dan awet dalam segala kondisi untuk dipergunakan. Lapisan perkerasan jalan menggunakan aspal merupakan salah satu perkerasan yang banyak digunakan di Indonesia karena mudah didapat, efisien, dan lebih ekonomis.

Perkerasan jalan di Indonesia umumnya mengalami kerusakan sebelum mencapai umur rencana, salah satu penyebabnya adalah genangan air laut. Beberapa ruas jalan yang permukaannya lebih rendah dari muka air laut atau terletak dekat dengan pantai mengalami permasalahan dengan genangan air laut yang kebanyakan disebabkan oleh cuaca ekstrem sehingga mengakibatkan terjadinya banjir pasang atau dikenal dengan istilah air rob, yaitu naiknya permukaan air laut yang menggenangi jalan dengan perkerasan aspal.

Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu dilakukan penelitian dengan uji laboratorium mengenai pengaruh air laut terhadap karakteristik kekuatan campuran beraspal jenis Lataston Lapis Aus atau dikenal dengan istilah *Hot Rolled Sheet – Wearing Course (HRS-WC)* dengan penggunaan aspal modifikasi polimer.

2. TINJAUAN PUSTAKA

a. Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston)

Salah satu jenis campuran aspal panas yang sering digunakan di Indonesia adalah Lataston atau yang dikenal dengan nama *Hot Rolled Sheet (HRS)* merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran agregat bergradasi timpang atau senjang, *filler* dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur, dihampar, dan dipadatkan pada suhu panas dengan tebal padat maksimum 2,5 – 3 cm. Menurut Kementerian Pekerjaan Umum (Bina Marga revisi 2010), lapis tipis aspal beton (lataston) adalah lapisan penutup yang terdiri dari campuran agregat bergradasi senjang, *filler*, dan aspal keras dengan perbandingan tertentu yang dicampur dan dipadatkan secara panas.

Bahan utama pembentuk Lataston adalah agregat atau batuan. ASTM (1974) mendefinisikan batuan sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen. Berikut adalah amplop gradasi agregat.

Tabel 1. Gradasi Agregat Campuran Lataston

Ukuran Ayakan (mm)	% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat dalam Campuran Lataston (HRS)			
	Gradasi Senjang		Gradasi Semi Senjang	
	WC	Base	WC	Base
25				
19	100	100	100	100
12,5	90 – 100	90 – 100	87 – 100	90 – 100
9,5	75 – 85	65 – 90	55 – 88	55 – 70
4,75				
2,36	50 – 72	35 – 55	50 – 62	32 – 44
1,18				
0,600	35 – 60	15 – 35	20 – 45	15 – 35
0,300			15 – 35	5 – 35
0,150				
0,075	6 – 10	2 – 9	6 – 10	4 – 8

(Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2010)

Pembuatan *Hot Rolled Sheet (HRS)* bertujuan untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan atau lapisan antar pada perkerasan jalan raya yang mampu memberikan sumbangan daya dukung serta berfungsi sebagai lapis kedap air yang dapat melindungi konstruksi bawahnya.

b. Aspal Modifikasi Polimer *Starbit E-55*

Aspal polimer adalah suatu material yang dihasilkan dari modifikasi antara polimer alam atau polimer sintesis dengan aspal. Modifikasi aspal polimer telah dikembangkan selama beberapa dekade terakhir, umumnya dengan sedikit penambahan bahan polimer (biasanya 2-6%) sudah dapat meningkatkan hasil ketahanan yang lebih baik, mengatasi keretakan-keretakan dan meningkatkan ketahanan dari kerusakan akibat umur sehingga dihasilkan pembangunan jalan lebih tahan lama serta juga dapat mengurangi biaya perawatan atau perbaikan jalan. Modifikasi polimer aspal yang diperoleh dari interaksi antara komponen aspal dengan bahan aditif polimer dapat meningkatkan sifat-sifat dari aspal tersebut. Penggunaan polimer sebagai bahan

untuk memodifikasi aspal terus berkembang di dalam dekade terakhir.

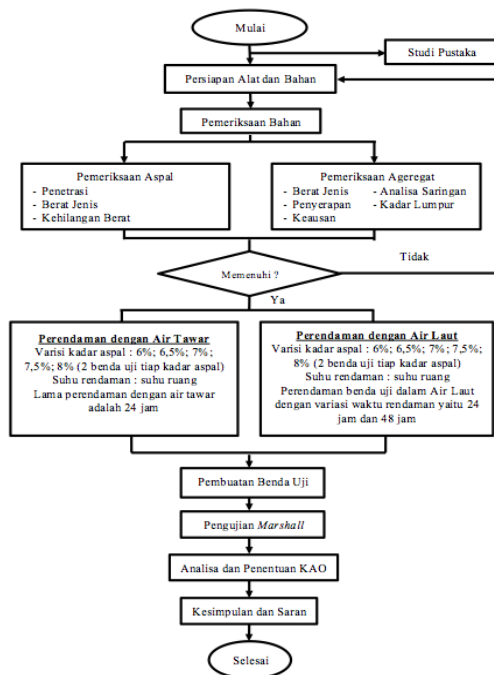
c. Pengaruh Air Laut Terhadap Campuran Aspal Panas

Laut merupakan wilayah yang paling luas di permukaan dunia, dengan luas mencapai 70% dari seluruh permukaan dunia, dan memiliki sifat korosifitas yang sangat agresif. Dalam dunia konstruksi perkerasan jalan, sifat agresifitas lingkungan laut juga memberi pengaruh yang buruk terhadap konstruksi perkerasan dimana faktor penyebab dari kerusakan jalan khususnya pada jalan yang berada pada daerah pantai selain dari adanya masalah teknis dalam perencanaan maupun pelaksanaan juga akibat adanya pengaruh dari dari genangan air laut.

3. METODOLOGI PENELITIAN

a. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dengan melihat pengaruh air laut terhadap campuran lapis tipis aspal beton *Hot Rolled Sheet – Wearing Course (HRS-WC)* bergradasi semi senjang dengan panduan standar pada Spesifikasi Umum Divisi 6 Bina Marga 2010.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian
(Sumber : Hasil Analisis, 2018)

b. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Aspal Polimer merk *Starbit E-55* dari PT. Bintang Djaja.
2. Agregat kasar, berupa split 1-2 dengan ukuran maks. ¾” dan *screening* yang diambil dari *quarry* yang berlokasi di Merak.
3. Agregat halus, berupa abu batu yang diambil dari *quarry* yang berlokasi di Merak.
4. Air laut yang berasal dari Merak.

c. Langkah Perencanaan Campuran

Langkah-langkah dalam merencanakan campuran aspal sebagai berikut :

1. Menentukan Fraksi Agregat
Persentase fraksi agregat yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sesuai dengan spesifikasi yang digunakan yaitu *HRS-WC*.

2. Menghitung perkiraan awal kadar aspal (Pb) sebagai berikut :

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

Keterangan :

Pb : Kadar aspal tengah (ideal), persen terhadap berat campuran

CA : Persen agregat tertahan saringan No. 8

FA : Persen agregat lolos saringan No. 8 dan tertahan saringan No. 200

FF : Persen agregat minimal 75% lolos No. 200

K : Konstanta

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

3. Bulatkan perkiraan Pb sampai 0,5% terdekat.
4. Mempersiapkan benda uji dengan ketentuan pada masing-masing variasi kadar aspal.
5. Setelah didapat nilai kadar aspal, selanjutnya menghitung berat jenis maksimum dengan mengambil data dari percobaan berat jenis agregat halus dan agregat kasar.
6. Jika semua data telah didapatkan, yang dilakukan berikutnya adalah menghitung berat sampel, berat aspal, berat agregat

dan menghitung kebutuhan agregat tiap sampel berdasarkan persentase tertahan.

d. Jumlah Benda Uji

Tabel 2. Jumlah Benda Uji

Kadar Aspal (%)	Jumlah Benda Uji per Waktu Perendaman (buah)		
	Air Tawar		Air Laut
	24 Jam	24 Jam	48 Jam
6	2	2	2
6,5	2	2	2
7	2	2	2
7,5	2	2	2
8	2	2	2
Jumlah	10	10	10
Total	30		

e. Parameter Pengujian Marshall

1. Stabilitas

2. Kelelahan (*Flow*)

3. *Voids In the Mix (VIM)*

Volume rongga udara dalam campuran dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$VIM = 100 \times \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

VIM = Rongga udara dalam campuran, persen total (%)

G_{mm} = Berat jenis maksimum campuran, rongga udara 0 (gr/cm³)

G_{mb} = Berat jenis *bulk* campuran padat (gr/cm³)

4. *Voids in the Mineral Aggregate (VMA)*

VMA dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb}}{G_{sb}} \times \frac{100}{(100 + P_b)} \times 100 \dots\dots(2)$$

Keterangan :

VMA = Rongga diantara mineral agregat, persen volume *bulk* (%)

G_{mb} = Berat jenis *bulk* campuran padat (gr/cm³)

G_{sb} = Berat jenis *bulk* agregat (gr/cm³)

P_b = Kadar aspal terhadap berat total campuran (%)

5. *Voids Filled with Asphalt (VFA)*

Rumus adalah sebagai berikut :

$$VFA = \frac{100 (VMA - VIM)}{VMA} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

VFA = Rongga terisi aspal (%)

VIM = Rongga udara dalam campuran, persen total (%)

VMA = Rongga diantara mineral agregat, persen volume *bulk* (%)

6. *Marshall Quotient (MQ)*

Berikut adalah persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai *MQ* :

$$Marshall\ Quotient = \frac{Stabilitas}{Flow} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

MQ = Rasio antara nilai stabilitas dan kelelahan (kg/mm)

Stabilitas = Nilai stabilitas *marshall* (kg)

Flow = Kelelahan (mm)

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kualitas dari bahan yang akan digunakan, terdiri dari pemeriksaan agregat dan aspal modifikasi polimer sebagai pemeriksaan dasar dan pemeriksaan benda uji dengan alat *Marshall* sebagai tujuan pokok penelitian.

Hasil rancangan campuran terhadap agregat dapat dilihat tabel berikut ini :

Tabel 3. Hasil Rancangan Campuran Agregat *HRS-WC* Gradasi Semi Senjang

Ukuran Saringan	% Agregat Lolos			Hasil Gradasi Campuran	Spesifikasi Agregat Semi Senjang	
	Agregat Kasar		Agregat Halus		Batas Atas	Batas Bawah
	Split 1-2	Screening	Abu Batu			
Inc (mm)	15	25	60			
¾" (19)	100	100	100	100	100	
½" (12,5)	35,86	100	100	90,38	87	
3/8" (9,5)	14,73	99,25	100	87,02	55	
No. 8 (2,36)	0	7,01	87,37	54,18	50	
No. 30 (0,6)	0	1,48	38,48	23,46	20	
No. 50 (0,3)	0	1,39	29,46	18,02	15	
No. 200 (0,075)	0	0,83	9,92	6,16	6	
Pan	0	0	0	0	0	

(Sumber : Hasil Pengujian, 2018)

Hasil-hasil pengujian fisik terhadap agregat dapat dilihat tabel berikut ini :

Tabel 4. Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi Pengujian		Standar
			Minimal	Maksimal	
I. Agregat Kasar (Split 1-2)					
1	Berat Jenis <i>Bulk</i>	2,65	-	-	SNI 1969 : 2008
2	Berat Jenis <i>Apparent</i>	2,76	-	-	SNI 1969 : 2008
3	Berat Jenis SSD	2,69	2,5	-	SNI 1969 : 2008
4	Penyerapan (%)	1,45	-	3	SNI 1969 : 2008
5	Pengujian Abrasi (%)	17,71	-	40	SNI 2417 : 2008
No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi Pengujian		Standar
II. Agregat Kasar (Screening)					
1	Berat Jenis <i>Bulk</i>	2,65	-	-	SNI 1969 : 2008
2	Berat Jenis <i>Apparent</i>	2,70	-	-	SNI 1969 : 2008
3	Berat Jenis SSD	2,67	2,5	-	SNI 1969 : 2008
4	Penyerapan (%)	0,74	-	3	SNI 1969 : 2008
III. Agregat Halus (Abu Batu)					
1	Berat Jenis <i>Bulk</i>	2,503	-	-	SNI 1970 : 2008
2	Berat Jenis <i>Apparent</i>	2,716	-	-	SNI 1970 : 2008
3	Berat Jenis SSD	2,582	2,5	-	SNI 1970 : 2008
4	Penyerapan (%)	3,128	-	3	SNI 1970 : 2008

(Sumber : Hasil Pengujian, 2018)

Hasil pengujian sifat fisik dari aspal polimer *Starbit E-55* dapat dilihat pada Tabel 5 berikut :

Tabel 5. Hasil Pengujian Sifat Fisik Aspal

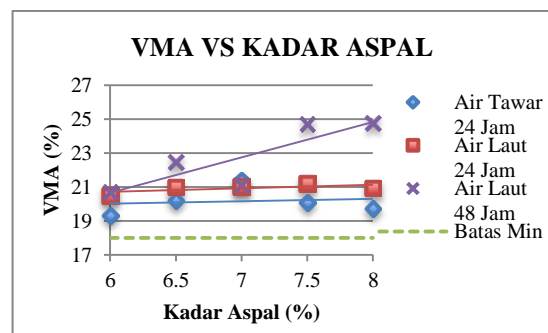
No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi Pengujian		Standar
			Minimal	Maksimal	
Aspal Polimer <i>Starbit E-55</i>					
1	Penetrasi, 25 °C; 100 gr; 5 detik; 0,1 mm	65,7	40	-	SNI 06-2456-1991
2	Berat Jenis	1,057	1	-	SNI 06-2441-1991
3	Berat yang Hilang; %	0,24	-	0,8	SNI 06-2456-1991

(Sumber : Hasil Pengujian, 2018)

a. Analisis pengaruh kadar aspal terhadap VMA

Tabel 6. Hasil Pengujian VMA

Kadar Aspal (%)	Air Tawar 24 Jam	Air Laut 24 Jam	Air Laut 48 Jam
6	19,33	20,50	20,69
6,5	20,21	20,99	22,46
7	21,44	21,00	21,10
7,5	20,08	21,19	24,69
8	19,75	20,94	24,78



Grafik 1. Hubungan kadar aspal dan VMA

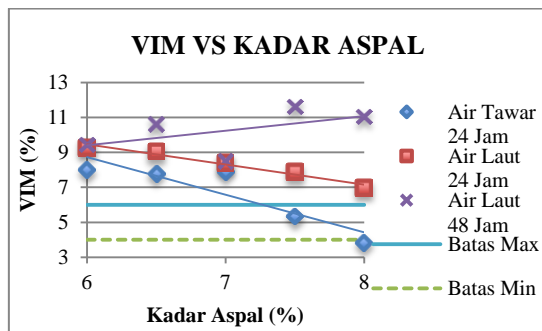
Seperti terlihat pada grafik 1. nilai VMA ketiga jenis benda uji cenderung naik seiring dengan meningkatnya kadar aspal yang digunakan. Ini dikarenakan dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran, berarti memberikan persentase rongga atau ruang kosong yang lebih banyak kepada aspal dalam aspal beton padat. Rongga inilah yang nantinya akan diisi aspal sebagai VFA dan VIM dalam campuran.

Pada grafik VMA terlihat bahwa nilai VMA yang perendamannya dengan air laut cenderung lebih tinggi dari VMA yang perendamannya dengan air tawar. Nilai VMA dari tiga jenis perendaman telah memenuhi syarat minimal yaitu 18%. Campuran HRS-WC semi senjang mempengaruhi nilai yang diperoleh karena VMA akan meningkat jika agregat yang digunakan bergradasi terbuka dan untuk nilai dengan perendaman dengan air laut lebih tinggi daripada dengan air tawar, hal ini disebabkan karena air laut memiliki kandungan garam yang dapat mempengaruhi volume pori dalam aspal padat.

b. Analisis pengaruh kadar aspal terhadap VIM

Tabel 7. Hasil Pengujian VIM

Kadar Aspal (%)	Air Tawar 24 Jam	Air Laut 24 Jam	Air Laut 48 Jam
6	7,98	9,23	9,43
6,5	7,77	9,04	10,60
7	7,93	8,37	8,46
7,5	5,32	7,87	11,60
8	3,81	6,93	11,02



Grafik 2. Hubungan kadar aspal dan VIM

Kurva VIM akan terus menurun dengan bertambahnya aspal. Karena dengan bertambahnya aspal, proporsi agregat dalam

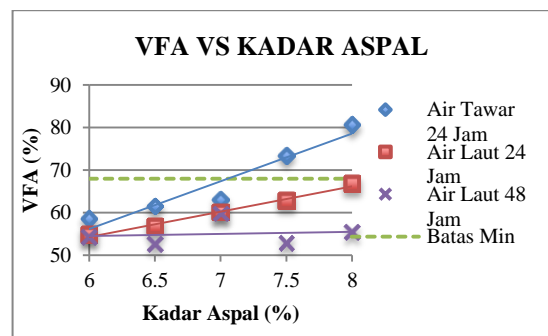
beton semakin berkurang. Ditambah dengan jumlah rongga terisi aspal yang lebih banyak, menyebabkan rongga udara yang tersisa dalam beton aspal (VIM) berkurang. Hal ini terlihat pada benda uji yang perendamannya dengan air tawar dan air laut 24 jam, terus menurun seiring dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran namun tidak untuk air laut 48 jam.

Dari grafik pengaruh kadar aspal terhadap nilai VIM terlihat bahwa tidak semua rentang kadar aspal yang diuji dalam penelitian menghasilkan beton aspal dengan nilai VIM yang sesuai dengan yang disyaratkan. Untuk beton aspal dengan perendaman air tawar rentang kadar yang memenuhi persyaratan berkisar pada kadar aspal 7,4-7,8%. Sedangkan untuk beton aspal dengan perendaman air laut tidak ada yang memenuhi persyaratan. Hal ini dikarenakan air laut mempercepat proses oksidasi aspal sehingga nilai VIM terlalu besar yang mengakibatkan berkurang kedekatan airnya dan juga dapat menurunkan sifat durabilitas beton aspal serta mempercepat penuaan aspal.

c. Analisis pengaruh kadar aspal terhadap VFA

Tabel 8. Hasil Pengujian VFA

Kadar Aspal (%)	Air Tawar 24 Jam	Air Laut 24 Jam	Air Laut 48 Jam
6	58,69	54,97	54,40
6,5	61,58	56,91	52,78
7	63,01	60,17	59,88
7,5	73,50	62,84	53,02
8	80,69	66,89	55,52



Grafik 3. Hubungan kadar aspal dan VFA

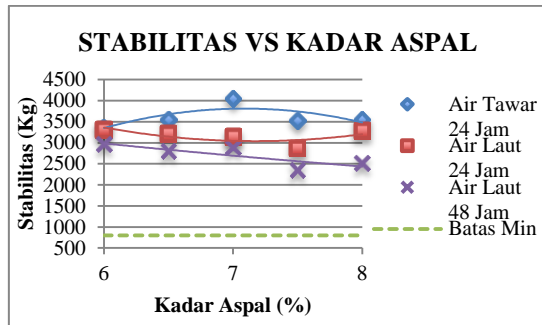
Grafik 3. menunjukkan grafik nilai VFA beton aspal dengan berbagai jenis

perendaman cenderung terus naik seiring bertambahnya kadar aspal. Dari hasil pengujian terlihat bahwa pengaruh air laut serta lamanya perendaman terhadap aspal menyebabkan VFA yang diperoleh menjadi lebih rendah dari pada VFA yang dihasilkan dengan perendaman air tawar. Hal ini bisa disebabkan karena sifat agresifitas air laut yang memberi pengaruh buruk terhadap konstruksi perkerasan sehingga campuran aspal menjadi tidak kedap terhadap air dan udara lalu dapat berakibat rusaknya struktur lapisan perkerasan jalan di bawahnya.

d. Analisis pengaruh kadar aspal terhadap Stabilitas

Tabel 9. Hasil Pengujian Stabilitas

Kadar Aspal (%)	Air Tawar 24 Jam	Air Laut 24 Jam	Air Laut 48 Jam
6	3739,95	3678,84	2972,27
6,5	3948,91	3570,42	2795,43
7	4504,03	3482,10	2886,33
7,5	3923,28	3189,96	2344,79
8	3936,29	3646,12	2511,34



Grafik 4. Hubungan kadar aspal dan Stabilitas

Grafik 4. menunjukkan nilai stabilitas dari ketiga jenis benda uji mengalami penurunan dengan semakin besarnya jumlah kadar aspal yang digunakan. Gejala penurunan ini bisa disebabkan karena beberapa hal. Penambahan kadar aspal menyebabkan persentase agregat dalam beton aspal berkurang. Bila jumlah aspal yang ditambahkan mengakibatkan ikatan antar agregat menjadi lebih baik, dan beton aspal menjadi lebih padat, maka stabilitas bisa lebih tinggi dari sebelumnya. Namun bila persentase kadar aspal aspal dalam beton terlalu banyak, lebih banyak dari jumlah yang dibutuhkan untuk mengikat butiran

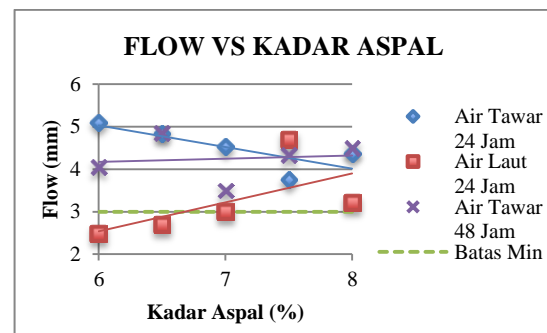
agregat, gesekan internal dalam beton akan berkurang. Selain karena berkurangnya jumlah agregat, selimut aspal yang terlalu tebal menghalangi gesekan yang terjadi antar butiran agregat. Aspal malah akan berperan sebagai pelicin. Hal ini menyebabkan agregat dalam beton aspal menjadi kurang stabil, sehingga stabilitas menurun.

Dari grafik hubungan kadar aspal dengan stabilitas terlihat kecenderungan beton aspal *Starbit E-55* menghasilkan beton aspal dengan nilai stabilitas yang lebih tinggi dari batas minimum yang disyaratkan. Hal ini dikarenakan beton aspal dengan modifikasi polimer dapat meningkatkan stabilitas dan kekuatan beton beraspal serta meningkatkan ketahanan lelah (*fatigue*) campuran beraspal.

e. Analisis pengaruh kadar aspal terhadap Flow

Tabel 10. Hasil Pengujian Flow

Kadar Aspal (%)	Air Tawar 24 Jam	Air Laut 24 Jam	Air Laut 48 Jam
6	5,10	2,49	4,05
6,5	4,85	2,70	4,85
7	4,525	3,00	3,50
7,5	3,75	4,70	4,325
8	4,375	3,20	4,50



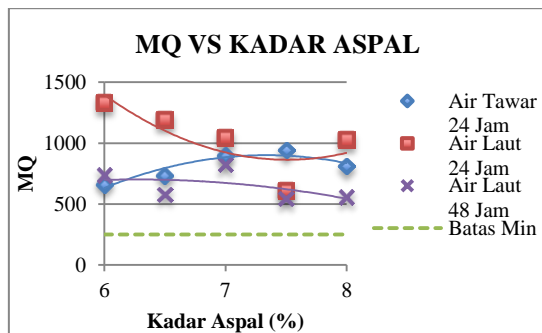
Grafik 5. Hubungan kadar aspal dan Flow

Perendaman dengan air laut dalam campuran beton aspal menghasilkan nilai *flow* yang lebih rendah dibandingkan dengan perendaman dengan air tawar. Dari grafik 5. terlihat, syarat minimum *flow* (>3mm) diperoleh pada perendaman dengan air tawar. Hal ini menandakan bahwa air laut mengurangi kemampuan perkerasan jalan aspal dalam menahan beban.

f. Analisis pengaruh kadar aspal terhadap MQ

Tabel 11. Hasil Pengujian *Marshall Quotient*

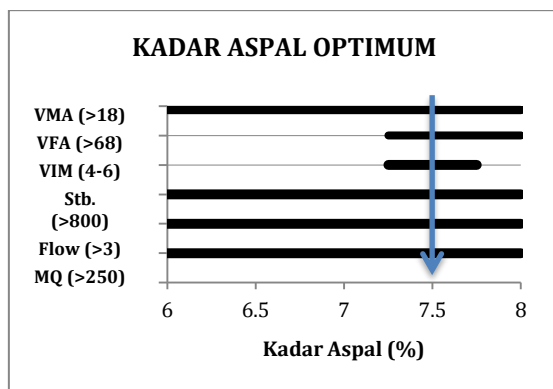
Kadar Aspal (%)	Air Tawar 24 Jam	Air Laut 24 Jam	Air Laut 48 Jam
6	733,32	1477,45	733,89
6,5	814,21	1322,38	576,38
7	995,36	1160,70	824,67
7,5	1046,21	678,71	542,15
8	899,72	1139,41	558,08



Grafik 6. Hubungan kadar aspal dan MQ

Grafik 6. menunjukkan bahwa nilai MQ yang semakin menurun seiring dengan bertambahnya kadar aspal yang berarti bahwa bertambahnya nilai kadar aspal maka campuran tersebut memiliki nilai fleksibilitas tinggi dan tidak kaku. Secara keseluruhan, nilai MQ ketiga campuran ini masih memenuhi persyaratan Lataston lapis aus, yaitu lebih dari 250 Kg/mm. Penggunaan aspal modifikasi polimer *Starbit E-55* jika dilihat dari nilai MQ memiliki kualitas yang baik dalam perkerasan jalan di daerah yang terkena air laut apabila digunakan.

g. Kadar Aspal Optimum



Gambar 2. Kadar Aspal Optimum

Dari gambar 2. menunjukkan bahwa kadar aspal optimum pada campuran beton aspal dengan rendaman air tawar selama 24 jam menggunakan aspal modifikasi polimer *Starbit E-55* diperoleh pada nilai 7,5% dengan nilai VIM yaitu 20,08%; nilai VFA yaitu 73,50%; nilai VIM yaitu 5,32%; nilai stabilitas yaitu 3923,28 Kg; nilai *flow* yaitu 3,75 mm; dan nilai MQ yaitu 1046,21 Kg/mm.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan disimpulkan bahwa dampak dari penggunaan aspal polimer, perendaman dengan air laut, serta variasi lama perendaman terhadap karakteristik pengujian *Marshall* dan nilai kadar apal optimum pada campuran *Hot Rolled Sheet – Wearing Course (HRS-WC)* adalah sebagai berikut:

1. Perendaman campuran beraspal akibat air laut memberikan pengaruh pada parameter-parameter *Marshall*. Hal ini terlihat pada nilai stabilitas yang mengalami penurunan. Pada kadar aspal 7,5%, perendaman dengan air laut selama 24 jam menghasilkan stabilitas sebesar 3189,96 Kg namun setelah dilakukan perendaman selama 48 jam stabilitas menurun menjadi 2344,79 Kg.
2. Hasil perhitungan untuk kadar aspal optimum didapatkan untuk campuran aspal dengan perendaman air tawar aspal selama 24 jam diperoleh nilai sebesar 7,5%, sedangkan untuk campuran dengan perendaman air laut selama 24 dan 48 jam tidak diperoleh kadar aspal optimumnya.
3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa air laut dapat menjadi salah satu penyebab utama campuran mengalami penurunan keawetan, namun dengan penggunaan aspal modifikasi polimer *Starbit E-55* nilai stabilitas, *flow* dan MQ masih memenuhi persyaratan.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dapat disampaikan saran agar dapat dikembangkan lebih lanjut, diantaranya sebagai berikut:

1. Penambahan benda uji dilakukan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.
2. Diharapkan adanya pengujian fisik aspal yang lainnya agar dapat diketahui nilai fisik aspal polimer *Starbit E-55*.
3. Hendaknya dalam proses pencampuran maupun pembuatan benda uji dalam penelitian tidak dilakukan secara manual agar kualitas benda uji yang dihasilkan sama dan mengurangi kesalahan yang terjadi selama penelitian.

6. DAFTAR PUSTAKA

AASHTO. (1998). Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing. Washington D.C.

Asphalt Institute. (1983). Principles of Construction of Hot Mix

Asphalt Pavement. Manual Series No.22. The Asphalt Institute.

Badan Standarisasi Nasional. (2008). *SNI 1969-2008 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.* Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU.

Badan Standarisasi Nasional. (2008). *SNI 1970-2008 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.* Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU.

Badan Standarisasi Nasional. (2008). *SNI 2417-2008 Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles.* Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU.

Departemen Pekerjaan Umum. (1991). *SNI 06-2441-1991 Metode Pengujian Berat Jenis Aspal Padat.* Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU.

Departemen Pekerjaan Umum. (1991). *SNI 06-2489-1991 Metode Pengujian Campuran*

Aspal dengan Alat Marshall. Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU.

Departemen Pekerjaan Umum. (1991). *SNI 06-2440-1991 Metode Pengujian Kehilangan Berat Minyak dan Aspal.* Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU.

Departemen Pekerjaan Umum. (1991). *SNI 06-2434-1991 Metode Pengujian Penetrasi Bahan-Bahan Bitumen.* Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU.

Departemen Pekerjaan Umum. (2010). Spesifikasi Umum. Jakarta : Direktorat Bina Marga.

Departemen Pekerjaan Umum, (1999), Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Panas dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak., No.025/T/BM/1999, Direktorat Jenderal Bina Marga.

Edison, Bambang. Jurnal APTEK Vol. 2 No.1 dengan judul "Karakteristik Campuran Aspal Panas (*Asphalt Concrete-Binder Course*) Menggunakan Aspal Polimer. 2010.

Fauziah, Miftahul, dkk, Jurnal Universitas Islam Indonesia dengan judul "Pemanfaatan Aspal Starbit E-55 Untuk Menahan Penurunan Kinerja Akibat Rendaman Air Hujan Pada Campuran Split Mastic Asphalt. 2017.

Jurusan Teknik Sipil. (2012). *Pedoman Penulisan Dan Penyusunan Tugas Akhir Mahasiswa.* Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Cilegon

Maulana, Arief, dkk. Program Studi Teknik Sipil Universitas Tanjungpura Pontianak dengan judul "Karakteristik Kekuatan Campuran Beraspal Akibat Air Laut". 2014.

Muaya, George Stefen, dkk. Pada Jurnal Sipil Statik Universitas Sam Ratulangi Manado dengan judul “Pengaruh Terendamnya Perkerasan Aspal Oleh Air Laut Yang Ditinjau Terhadap Karakteristik Marshall”. 2015.

Pangaraya, Damianus Kans. *Journal of Civil Engineering Forum* dengan judul “*Laboratorium Study Of Asphalt Starbit E-55 Polymer Modified Application On Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*”. 2015.

Prabowo, Agung Hari. Jurnal Pilar Universitas Diponegoro dengan

judul “Pengaruh Rendaman Air Laut Pasang (ROB) Terhadap Kinerja Lataston (HRS-WC) Berdasarkan Uji Marshall Dan Uji Durabilitas Modifikasi”. 2003.

Sukirman, S. (1992). Perkerasan Lentur jalan Raya. Bandung : Anova.

Sukirman, S. (2003). Beton Aspal Campuran Panas. Jakarta : Anova