

PENGARUH PENAMBAHAN KARET SOL PADA BETON ASPAL YANG TERENDAM AIR LAUT (204M)

JF Soandrijanie L¹ dan Andri Kurniawan²

¹ Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl Babarsari 44 Yogyakarta
Email: jose@staff.uajy.ac.id

² Alumni Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta

ABSTRAK

Jalan adalah prasarana transportasi yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Lapis Aspal Beton (Laston) merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan raya yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat bergradasi menerus, dicampur, dihampar, dan dipampatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Pada daerah pesisir utara Jawa, terutama di daerah Semarang sering kali terjadi banjir yang diakibatkan pasang naik air laut, yang dikenal dengan istilah banjir *rob*. Oleh sebab itu diperlukan penggunaan bahan tambah (*additive*) pada campuran beton aspal untuk meningkatkan kualitas beton aspal. Salah satunya adalah karet jenis karet sol berwarna hitam yang banyak digunakan sebagai sol sepatu. Penggunaan karet sol pada campuran beton aspal diharapkan dapat meningkatkan kualitas beton aspal yang terendam air laut akibat banjir *rob*. Pada penelitian ini akan ditinjau pengaruh penambahan karet sol pada beton aspal yang terendam air laut terhadap nilai karakteristik Marshall. Penelitian ini menggunakan beberapa variasi perbandingan benda uji yang masing-masing dibuat ganda. Kadar aspal yang digunakan 5,5% dan variasi kadar karet sol adalah 0%; 6%; 8%, dan 10% dengan variasi lama perendaman 0 sampai 7 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan karet sol pada beton aspal belum mampu mempertahankan kualitas perkerasan terhadap rendaman air laut, meskipun nilai stabilitas dan *flow* pada kadar karet sol 8% dan 10% untuk perendaman 0 sampai 7 hari masih memenuhi syarat spesifikasi Bina Marga 1987. Nilai optimum diperoleh pada campuran kadar aspal 5,5% dengan karet sol 10% dan hanya tahan terendam air laut maksimum 4 hari

Kata kunci : Laston, Banjir *rob*, Karakteristik *Marshall*, Karet sol,

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi yang sangat penting dan tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia sehari-hari. Jalan sebagai prasarana transportasi sangat dibutuhkan untuk mendukung pembangunan nasional, baik disektor ekonomi, sosial budaya, politik, industri, pertahanan dan keamanan. Pada daerah industri dan pusat lalu lintas perdagangan di tepi laut seperti di daerah Tanjung Mas di Semarang, jalan sebagai prasarana transportasi mutlak diperlukan sebagai akses utama distribusi barang dari pelabuhan menuju daerah lain. Akan tetapi daerah tersebut sangat sering terkena banjir *rob* atau banjir akibat pasang air laut.

Tergenangnya lapis perkerasan jalan oleh air laut dapat mempercepat proses terjadinya kerusakan pada struktur perkerasan tersebut yang menyebabkan umur rencana perkerasan tidak tercapai. Secara tidak langsung hal ini akan menimbulkan dampak pada bidang ekonomi. Kerusakan perkerasan jalan tidak hanya menimbulkan kerugian secara ekonomi, tetapi juga menimbulkan bahaya bagi kehidupan dan kenyamanan pengguna jalan.

Salah satu cara untuk menaikkan mutu campuran aspal adalah, dengan menambahkan bahan tambah (*additive*). *Additive* adalah suatu komponen tambahan di luar komponen utama dalam aspal beton yang dicampurkan sehingga dapat memberikan pengaruh yang positif di dalamnya. Karet sol adalah salah satu bentuk olahan dari karet alam. Pada dasarnya hampir semua olahan yang berasal dari karet alam memiliki kesamaan sifat baik fisik maupun kimia. Tipe karet yang akan digunakan hanya satu macam yaitu limbah keret sol

Hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Prayoga (2009) dalam "Pengaruh penambahan limbah karet soal pada parameter marshall campuran aspal beton" diperoleh kadar aspal optimum adalah 5,475%, untuk campuran tanpa limbah karet sol dengan nilai stabilitas 1178,25 kg. Pengaruh penambahan limbah karet sol ditinjau dari stabilitas Marshall pada penambahan 2% diperoleh stabilitas Marshall 1132,8 kg, pada penambahan 4% diperoleh stabilitas Marshall 1111,37 kg, pada penambahan 6% diperoleh stabilitas Marshall 1283,91 kg, pada penambahan 8% diperoleh stabilitas Marshall 1300,63 kg, dan penambahan 10% diperoleh stabilitas Marshall 1427,28 kg. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa penambahan limbah karet sol pada campuran berpengaruh terhadap

parameter Marshall, dimana nilai stabilitas Marshall semakin naik dengan bertambahnya kadar limbah karet sol dalam campuran.

Penggunaan karet sol sebagai alternatif bahan tambah, selain diharapkan dapat mempertahankan kualitas perkerasan aspal beton yang terendam air laut, juga mendukung gerakan ramah lingkungan dengan memanfaatkan limbah karet sol yang sulit terurai dan didaur ulang, sehingga tidak mencemari lingkungan.

2. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi yang mana selama pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Material utama pembentuk lapisan perkerasan jalan adalah agregat, yaitu sebesar 90%-95% dari berat campuran perkerasan. Daya dukung lapisan perkerasan ditentukan dari sifat-sifat butir agregat dan gradasi agregatnya. Pengetahuan tentang sifat bahan pengikat seperti aspal dan semen menjadi dasar untuk merancang suatu campuran sesuai jenis perkerasan yang diijinkan/dirancang.

Menurut Departemen Pekerjaan Umum pada Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk jalan raya, SKBI-2.4.26.1987, lapis aspal beton adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan raya yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus, dicampur, dihampar, dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Pada penelitian ini, campuran yang dibuat dikondisikan untuk lalu lintas berat. Persyaratan- persyaratan yang harus dipenuhi oleh campuran aspal beton dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persyaratan Campuran Lapis Aspal Beton

Sifat Campuran	L.L. Berat (2 x 75 tumb)		L.L. Sedang (2 x 50 tumb)		L.L. Ringan (2 x 35 tumb)	
	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks
Stabilitas (kg)	550	-	450	-	350	-
Kelelahan (mm)	2,0	4,0	2,0	4,5	2,0	5,0
Stabilitas/Kelelahan (kg.mm)	200	350	200	350	200	350
Rongga dalam campuran (%)	3	5	3	5	3	5

Sumber: Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton, SKBI-2.4.26.1987

Menurut Departemen Pekerjaan Umum pada Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk Jalan Raya, SKBI-2.4.26.1987 agregat campuran harus mempunyai gradasi yang menerus dari butir yang kasar sampai halus. Untuk aspal beton sebagai lapis permukaan akan menggunakan *grading* IV untuk agregat campuran. *Grading* IV agregat campuran dapat dilihat pada Tabel 2. sedangkan syarat-syarat untuk agregat halus dan kasar dapat dilihat pada Tabel 3. dan Tabel 4.

Tabel 2. Batas-Batas Gradasi Menerus Agregat Campuran

No. Campuran : IV	
Gradasi/Tekstur : Rapat	
Tebal Padat (mm) : 25-50	
Ukuran Ayakan	Berat Yang Lolos Ayakan (%)
1 ½" (38,1 mm)	-
1" (25,4 mm)	-
¾" (19,1 mm)	100
½" (12,7 mm)	80 – 100
⅜" (9,52 mm)	70 – 90
No.4 (4,76 mm)	50 – 70
No. 8 (2,38 mm)	35 – 50
No. 30 (0,59 mm)	18 – 29
No. 50 (0,279 mm)	13 – 23
No.100 (0,149 mm)	8 – 16
No.200 (0,074 mm)	4 – 10

Sumber: Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton, SKBI-2.4.26.1987

Tabel 3. Spesifikasi Agregat Kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat	Satuan
1	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i> (PB-0206-76)	Max 40	%
2	Kelekatan dengan aspal (PB-0205-76)	>95	%
3	Penyerapan terhadap air (PB-0202-76)	<3	%
4	Berat jenis <i>bulk</i> (PB-0202-76)	>2,5	gr/cc

Sumber: Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton, SKBI-2.4.26.1987

Tabel 4. Spesifikasi Agregat Halus

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat	Satuan
1	<i>Sand Equivalent</i>	Min 50	%
2	Penyerapan terhadap air (PB-0202-76)	< 3	%
3	Berat jenis <i>bulk</i> (PB-0202-76)	>2,5	gr/cc

Sumber: Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton, SKBI-2.4.26.1987

Menurut SBP Board Of Consultants and Engineers (1987) dalam suatu Karya Ilmiah dari Universitas Sumatra Utara (2010), dikatakan bahwa formula sol sepatu sangat bervariasi, tergantung pada kualitas dan karakteristik tertentu yang perlu dipertimbangkan, tetapi umumnya formula dasarnya tertera pada Tabel 5.

Tabel 5. Formula Kompon Sol Sepatu Secara Umum

Bahan-bahan:	Kompon:
Karet alam	50 sampai 100
ZnO	3 sampai 5
Asam lemak	0,5 sampai 2,5
Antioksidan	0 sampai 1
Bahan-bahan :	Kompon :
Belerang (sulfur)	2 sampai 4
Pigmen / pewarna*	80 sampai 200
Resin atau Oli	5 sampai 30
Pencepat	0,5 sampai 1,5

Stichting (1983) dalam Karya Ilmiah Universitas Sumatra Utara, dijelaskan bahwa sifat mekanik karet alam tergantung pada derajat vulkanisasi. Temperatur Penggunaan yang paling tinggi sekitar 99⁰C, melunak pada 130⁰C dan terurai sekitar 200⁰C. Sifat kimianya jelek terhadap ketahanan minyak dan ketahanan pelarut. Zat tersebut dapat larut dalam hidrokarbon, ester asam asetat, dan sebagainya.

3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Marshall dengan melakukan percobaan di laboratorium yang bertujuan untuk menyelidiki apakah penambahan karet sol dapat meningkatkan ketahanan lapis aspal beton yang terendam air laut

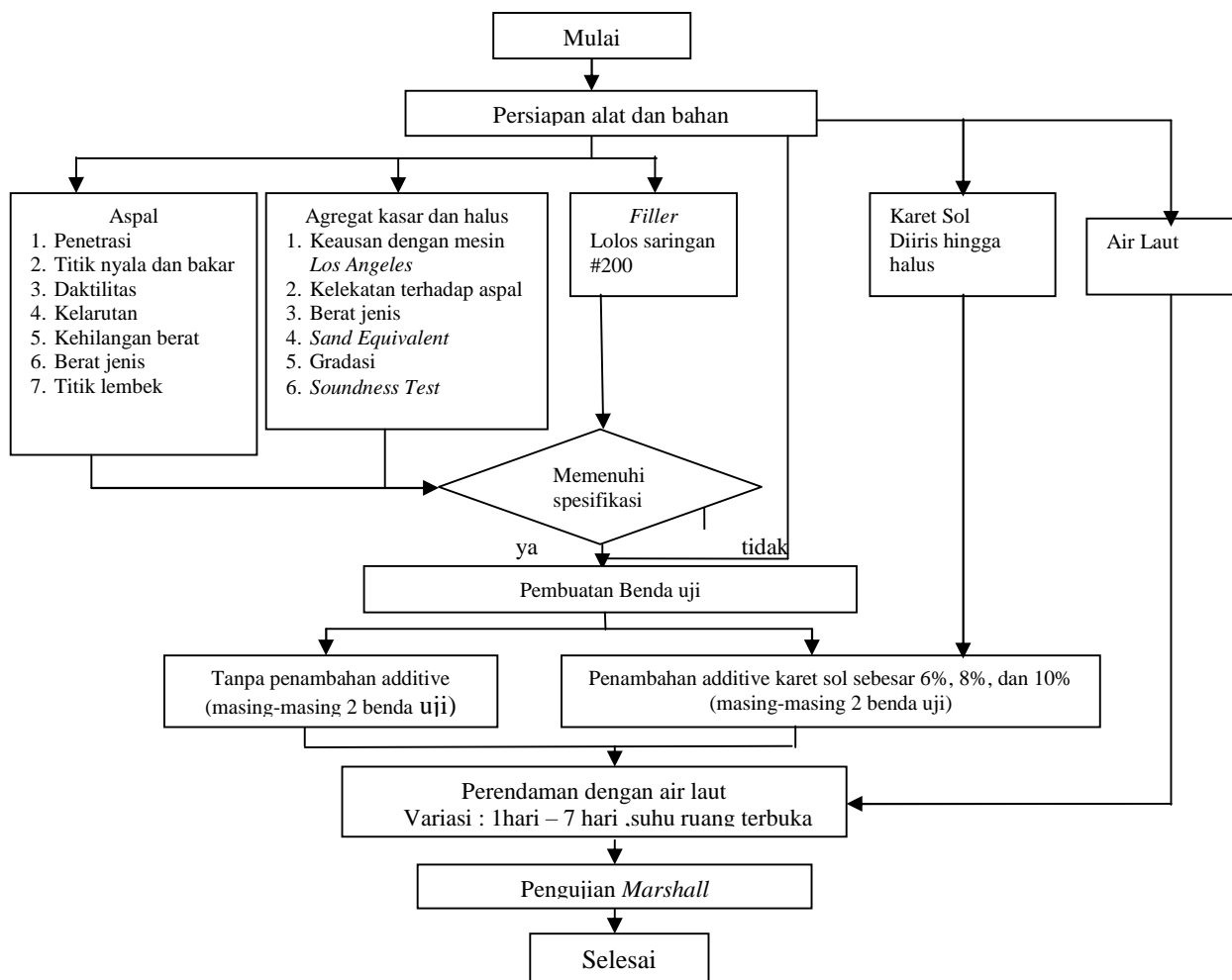
Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini :

- Agregat, berupa batu pecah dari mesin pemecah batu dari PT. Perwita Karya.
- Aspal, aspal yang digunakan adalah jenis aspal keras dengan penetrasi 40/50 yang berasal dari PT. Perwita Karya.
- Bahan pengisi (*filler*) yang digunakan adalah batu kapur.
- Karet sol yang digunakan sebagai *additive* adalah karet sol yang banyak digunakan sebagai sol sepatu dan sandal jenis karet kompon keras berwarna hitam.
- Air laut yang digunakan untuk merendam benda uji adalah air laut dari Tanjung Mas, Semarang.

Tabel 6. Rancangan Jumlah Benda Uji

Kadar Aspal	Kadar Karet sol	Lama Perendaman Dalam Air Laut								Total
		0 hari	1 hari	2 hari	3 hari	4 hari	5 hari	6 hari	7 hari	
5,5 %	0%	2	2	2	2	2	2	2	2	16
	6%	2	2	2	2	2	2	2	2	16
	8%	2	2	2	2	2	2	2	2	16
	10%	2	2	2	2	2	2	2	2	16
Total										64

Langkah-langkah pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan bahan susun dilakukan untuk menentukan karakteristik dan untuk mengetahui apakah bahan tersebut memenuhi persyaratan yang ditentukan atau tidak. Berdasarkan hasil pemeriksaan karet sol, diperoleh hasil berat jenis karet sol = 1,53 , sedangkan hasil pemeriksaan bahan susun yang lain dapat dilihat pada Tabel 7,8 dan 9. Hasil pengujian Marshall dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 7. Persyaratan dan Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Syarat	Hasil	Satuan	Keterangan
1.	Abrasi dengan mesin Los Angeles	Maks 40	27,86	%	Memenuhi
2.	Soundness terhadap larutan Na ₂ SO ₄	Maks 12	1,96	%	Memenuhi
3.	Berat jenis <i>bulk</i>	Min 2,5	2,577	-	Memenuhi
4.	Kelekatan terhadap aspal	Min 95	95	%	Memenuhi

Tabel 8. Persyaratan dan Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Syarat	Hasil	Satuan	Keterangan
1.	Soundness terhadap larutan Na ₂ SO ₄	Maks 10	7,36	%	Memenuhi
2.	Nilai <i>Sand Equivalent</i>	Min 50	84,4	%	Memenuhi
3.	Berat jenis <i>bulk</i>	Min 2,5	2,645	-	Memenuhi

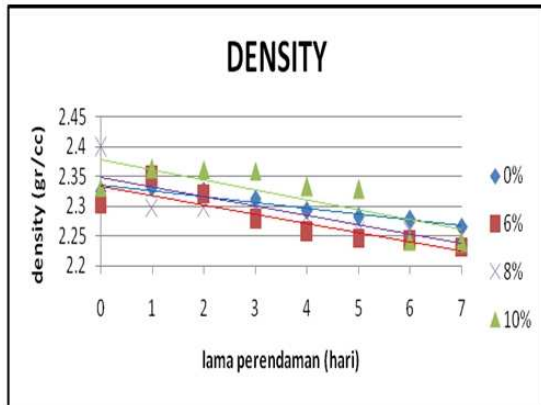
Tabel 9. Persyaratan dan Hasil Pemeriksaan Aspal

No	Jenis Pengujian	Syarat	Hasil	Satuan	Keterangan
1.	Penetrasi aspal 25°C	Min 40, Maks 59	44,7	0,1 mm	Memenuhi
2.	Titik lembek	Min 51, Maks 63	54	°C	Memenuhi
3.	Titik nyala dan titik bakar	Min 235	326 & 338	°C	Memenuhi
4.	Kehilangan berat 163°C	Maks 0,8	0,213	% berat	Memenuhi
5.	Kelarutan dalam CCl ₄	Min 99	99	% berat	Memenuhi
6.	Daktilitas 25°C, 5 cm/menit	Min 100	130	cm	Memenuhi
7.	Berat jenis aspal 25°C	Min 1	1.05	gr/cc	Memenuhi

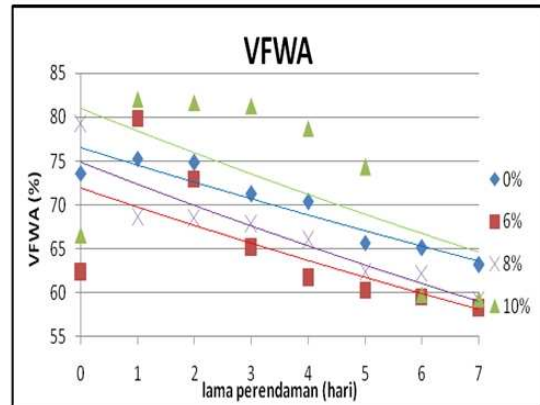
Tabel 10. Hasil Pengujian Karakteristik *Marshall*

Karakteristik Marshall	Kadar Aspal (%)	Kadar Karet Sol	Lama Perendaman							
			0 Hari	1 Hari	2 Hari	3 Hari	4 Hari	5 Hari	6 Hari	7 Hari
Density (gr/cc)	5,5	0%	2.3245	2.3324	2.3245	2.3127	2.2939	2.2816	2.2780	2.2661
	5,5	6%	2.3045	2.3504	2.3210	2.2780	2.2561	2.2468	2.2419	2.2320
	5,5	8%	2.3986	2.2984	2.2972	2.2938	2.2823	2.2602	2.2599	2.2536
	5,5	10%	2.3323	2.3630	2.3613	2.3596	2.3326	2.3282	2.2422	2.2399
VFWA (%)	5,5	0%	73.6046	75.2882	74.8407	71.2595	70.3336	65.6662	65.0799	63.1775
	5,5	6%	62.2723	79.9086	72.9705	65.1200	61.6427	60.2712	59.5492	58.2032
	5,5	8%	79.1942	68.5766	68.4088	67.7667	65.9825	62.2515	62.2067	59.0731
	5,5	10%	66.5968	82.0593	81.6646	81.2787	78.7481	74.3006	59.7740	59.2795
VITM (%)	5,5	0%	4.1547	3.4249	4.1520	5.0347	6.1966	7.0830	7.2272	7.7128
	5,5	6%	6.5433	2.6805	4.2959	6.4587	7.7416	8.5009	8.7010	9.1007
	5,5	8%	3.5296	4.8321	5.2790	5.8108	6.6718	7.9540	7.9659	8.8573
	5,5	10%	5.8081	2.1580	2.6342	3.1086	4.6156	5.1837	8.6880	8.7821
Stabilitas (kg)	5,5	0%	1140.7937	1191.8367	1143.6098	1046.3054	935.9433	935.9433	980.2467	891.6399
	5,5	6%	1158.3266	820.6181	766.9585	761.1823	711.5425	663.8451	565.8604	545.9549
	5,5	8%	1251.6160	1099.0021	710.3821	686.1971	678.5849	660.9824	654.2640	640.2285
	5,5	10%	1256.1023	957.2117	901.8163	779.0494	761.4109	736.6343	636.5298	621.0904
Flow (mm)	5,5	0%	3.93	3.65	3.70	3.49	4.65	4.80	5.00	4.85
	5,5	6%	1.90	2.05	1.90	2.50	2.40	2.85	1.85	3.65
	5,5	8%	3.05	2.25	2.40	2.55	2.85	2.80	3.30	3.70
	5,5	10%	2.65	2.05	2.63	2.68	2.75	3.25	3.55	3.75
QM (kg/mm)	5,5	0%	290.2783	326.5306	309.0837	299.8010	201.2781	194.9882	196.0493	183.8433
	5,5	6%	609.6456	400.3015	403.6624	304.4729	296.4760	232.9281	305.8705	149.5767
	5,5	8%	410.3659	488.4454	295.9925	269.0969	238.1000	236.0651	198.2618	173.0347
	5,5	10%	474.0009	466.9325	343.5491	291.2334	276.8767	226.6567	179.3042	165.6241

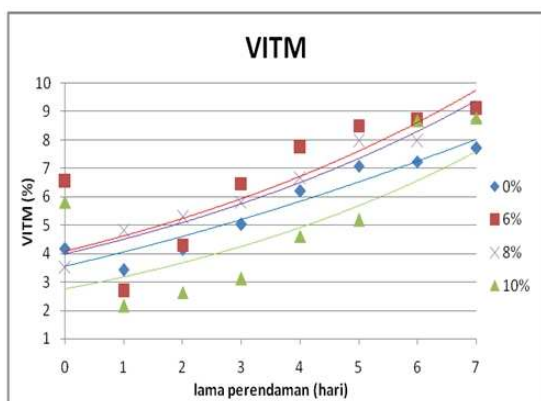
■ = memenuhi persyaratan SKBI-2.4.26.1987



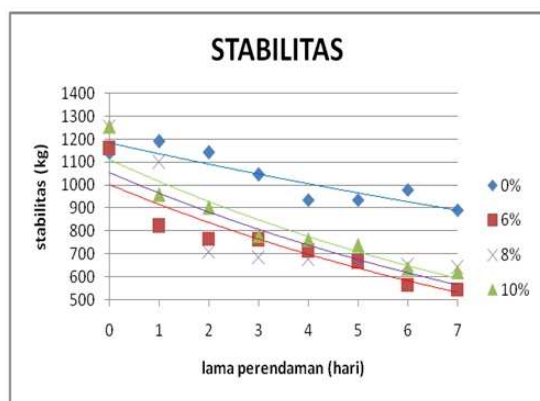
Gambar 2. Grafik Hubungan Lama Perendaman dari Berbagai Variasi Kadar Karet Sol dengan Density



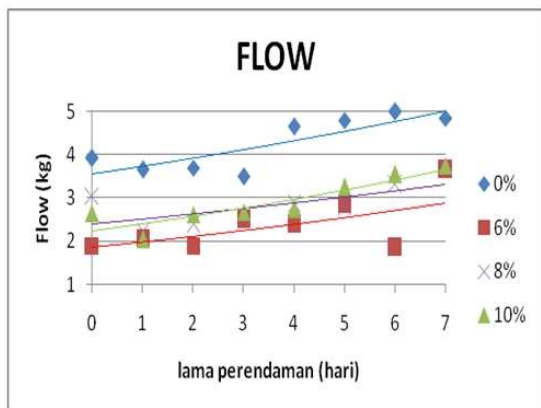
Gambar 3. Grafik Hubungan Lama Perendaman dari Berbagai Variasi Kadar Karet Sol dengan VFWA



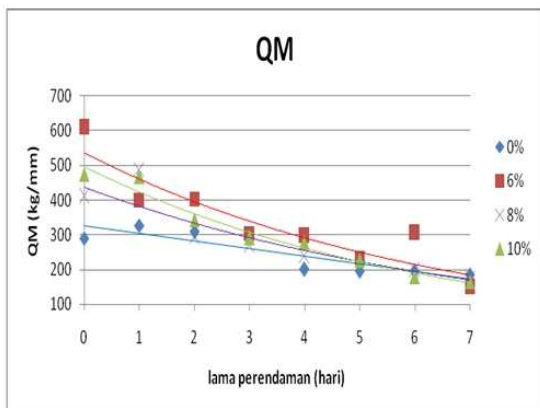
Gambar 4. Grafik Hubungan Lama Perendaman dari Berbagai Variasi Kadar Karet Sol dengan VITM



Gambar 5. Grafik Hubungan Lama Perendaman dari Berbagai Variasi Kadar Karet Sol dengan Stabilitas



Gambar 6. Grafik Hubungan Lama Perendaman dari Berbagai Variasi Kadar Karet Sol dengan Flow



Gambar 7. Grafik Hubungan Lama Perendaman dari Berbagai Variasi Kadar Karet Sol dengan QM

Perbedaan berat jenis antara karet sol dan aspal tidak berpengaruh pada massa campuran, sehingga kepadatan atau nilai density yang dihasilkan pada campuran aspal beton dengan penambahan karet sol maupun tanpa karet sol hampir sama.

Perendaman campuran aspal beton dalam air laut membuat ikatan bahan susun dalam campuran menurun seiring bertambahnya waktu perendaman. Air laut menyebabkan daya rekat aspal terhadap batuan menjadi berkurang, sehingga makin banyak rongga-rongga dalam campuran yang tidak terisi aspal, akibatnya makin besar nilai VITM dan kepadatan campuran juga ikut menurun.

Nilai stabilitas perkerasan yang tidak direndam dalam air laut meningkat seiring meningkatnya penambahan kadar karet sol dalam campuran, tetapi perendaman dalam air laut melemahkan ikatan antar agregat sehingga semakin lama terendam air laut nilai stabilitas semakin turun.

Penambahan karet sol ke dalam campuran aspal beton dapat meningkatkan viskositas campuran, akibatnya nilai kelelahan plastisnya lebih kecil daripada aspal beton normal, tetapi semakin banyak penambahan karet sol dalam campuran akan meningkatkan jumlah bahan ikat dalam campuran akibatnya akan meningkatkan nilai *flow*. Karena perendaman dalam air laut melemahkan ikatan antara bahan-bahan susun, akibatnya semakin lama terendam air laut nilai *fownya* cenderung semakin meningkat.

Penurunan nilai stabilitas dan peningkatan nilai *flow* dalam campuran yang terendam air laut mengakibatkan nilai *Marshall Quotient* semakin menurun yang menunjukkan semakin tinggi tingkat kelenturan campuran tersebut.

5. KESIMPULAN

Nilai *density* dan VFWA pada apal beton yang terendam air laut cenderung menurun seiring bertambahnya lama waktu perendaman, tetapi nilai VITM dan *flow* cenderung makin meningkat.

Semakin banyak kadar karet sol dalam campuran yang terendam air laut, nilai stabilitas cenderung semakin meningkat, meskipun kemampuan mempertahankan nilai stabilitasnya jauh lebih kecil bila dibandingkan dengan campuran aspal beton normal.

Penambahan karet sol pada campuran campuran aspal beton belum mampu mempertahankan kualitasnya bila terendam air laut.

Komposisi campuran yang terbaik dari hasil penelitian ini adalah campuran dengan kadar aspal 5,5% dan karet sol 10% dengan kemampuan mempertahankan kualitasnya akibat terendam air laut maksimum selama 4 hari.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2010, Universitas Sumatra Utara, Sumatra Utara, <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/16589/4/Chapter%20II.pdf>.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1987, *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk Jalan Raya*, SKBI-2.4.26.1987, Yayasan badan penerbit PU, Jakarta.
- Prayoga, BA, 2002, *Pengaruh Penambahan Limbah Karet Sol Pada Parameter Marshall Campuran Aspal Beton*, Universitas Negeri Malang.
- Stichting, 1983, <http://repository.usu.ac.id/bitstream/4/Chapter%20II.pdf>, diakses pada 7 september 2010
- Sukirman, S., 2003, *Beton Aspal Campuran Panas*, Penerbit Yayasan Obor Indonesia, Jakarta
- Sukirman S., 1992, *Perkerasan Lentur jalan Raya*, Nova, Bandung