

Pengaruh Variasi Waktu Perendaman Terhadap Sifat Dan Karakteristik Campuran Aspal Panas Dengan Penambahan *Styrofoam*

Jusat Simon Linus, Tamrin Mallawangeng, Fauzy Lebang

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa

E-mail : jusatsimon17@gmail.com

Artikel info

Artikel history:

Diterima: 24-02-2023

Direvisi: 16-04-2023

Disetujui: 30-05-2023

Abstract. *Hot Rolled Sheet (HRS) According to the Ministry of Public Works (Bina Marga revision 2010), a thin layer of asphalt concrete (lataston) is a cover layer consisting of a mixture of gap graded aggregate, filler and hard asphalt with a certain ratio; which is mixed and hot compacted (within a certain temperature, a minimum of 124°C). The purpose of this study was to determine the effect of variations in immersion time on the properties and characteristics of asphalt with Styrofoam added. This study used Styrofoam food waste with the addition of 5%, 10%, and 20%. Samples of specimens were made as many as 48 samples, 15 normal samples and 27 variations samples, 6 samples of remaining KAO. Treatment of the specimens was carried out with repeated immersion variations of 3, 7, and 14 days. The manufacture of test objects is hot mixed and refers to the 2018 Bina Marga Specifications, the test is carried out with the Marshall test equipment. The results of this test, indicate that the effect of Styrofoam waste as an additive in the HRS type asphalt mixture with repeated immersion can decrease the value of density, stability, MQ, and VFB. While the value of flow, VMA, and VIM increased.*

Abstrak. Hot Rolled Sheet (HRS) 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 (dalam suhu tertentu, minimum 124°C). Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi waktu perendaman terhadap sifat dan karakteristik aspal yang di tambahkan Styrofoam. Penelitian ini menggunakan limbah Styrofoam bekas makanan dengan penambahan 5%,10%, dan 20%. Sampel benda uji dibuat sebanyak 48 sampel, 15 sampel normal dan 27 sampel variasi, 6 sampel KAO sisa. Perawatan benda uji dilakukan dengan variasi perendaman berulang 3, 7, dan 14 hari. Pembuatan benda uji dicampur secara panas dan mengacu pada Spesifikasi Bina Marga 2018, pengujian dilakukan dengan alat uji marshall test. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa pengaruh limbah Styrofoam sebagai bahan tambah pada campuran aspal buton type HRS dengan perendaman berulang dapat menyebabkan nilai kepadatan, stabilitas, MQ, dan VFB menurun. Sedangkan nilai flow, VMA, dan VIM meningkat.

Keywords:

Hot Rolled Sheet Wearing

Course; Styrofoam; Immersion

Time

Corresponden author:

Email: jusatsimon17@gmail.com



artikel dengan akses terbuka dibawah lisensi CC BY -4.0

1. PENDAHULUAN

Jalan adalah salah satu faktor yang mempengaruhi perkembangan pembangunan di Indonesia. Kualitas jalan sebanding dengan tingkat kelancaran transportasi jalan. Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas jalan raya adalah material yang digunakan dalam pembuatan jalan. Material yang digunakan dalam pembuatan jalan diantaranya adalah aspal dan agregat. Penggunaan aspal murni dalam pembuatan sangat mempengaruhi ketersediaan aspal yang ada di dunia. Untuk meminimalisir penggunaan aspal dalam pembuatan jalan maka digunakan aspal modifikasi. Aspal modifikasi terdiri campuran material lain yang digunakan sebagai material penyusun aspal. Pencampuran material tersebut membuat penggunaan aspal menjadi berkurang. Ada beberapa material yang dapat digunakan sebagai material pencampur aspal yaitu salah satunya adalah Styrofoam.

Di era globalisasi, penggunaan Styrofoam tidak bisa lepas dalam kehidupan sehari-hari. Jumlah penggunaan Styrofoam meningkat disetiap tahunnya. Hal ini dikarenakan sifat Styrofoam yang ringan tetapi kuat, tahan air, harganya relatif murah dan terjangkau oleh semua kalangan masyarakat. Selain itu Styrofoam terbukti tidak ramah lingkungan, karena tidak dapat diurai sama sekali. Bahkan pada proses produksinya sendiri menghasilkan limbah yang tidak sedikit sehingga dikategorikan sebagai penghasil limbah berbahaya ke-5 terbesar di dunia oleh EPA (Environmental Protection Agency). Pemamfaatan styrofoam dapat dilakukan dengan menggunakannya sebagai substitusi pada campuran aspal beton lapis pengikat (HRS-WC). Hal ini diharapkan dapat meningkatkan

kualitas aspal beton terhadap karakteristik dan memenuhi syarat teknis untuk digunakan sebagai bahan perkerasan jalan. Selain itu pemanfaatan Styrofoam sebagai bahan tambah campuran aspal bisa mengurangi limbah Styrofoam dan mengurangi jumlah impor aspal.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi waktu perendaman terhadap sifat dan karakteristik aspal yang di tambahkan Styrofoam.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa. Penelitian ini menggunakan limbah Styrofoam bekas makanan dengan penambahan 5%,10%, dan 20%. Sampel benda uji dibuat sebanyak 48 sampel, 15 sampel normal dan 27 sampel variasi, 6 sampel KAO sisa. Perawatan benda uji dilakukan dengan variasi perendaman berulang 3, 7, dan 14 hari. Pembuatan benda uji dicampur secara panas dan mengacu pada Spesifikasi Bina Marga 2018, pengujian dilakukan dengan alat uji marshall test. Benda uji yang telah dipadatkan dan didinginkan kemudian ditimbang untuk mendapatkan berat benda uji diudara, kemudian dilakukan perendaman berulang dengan 3 hari, 7 hari, dan 14 hari. Selanjutnya dilakukan perendaman berulang dengan cara pada hari pertama direndam selama 24 jam kemudian pada hari kedua diangkat dan dilap. Pada pada hari ketiga direndam kembali selama 24 jam, lalu pada hari keempat diangkat dan dilap. Proses berulang tersebut dilakukan sampai 6 hari. Begitu pula dengan perendaman 7 hari dilakukan sama seperti prosedur sebelumnya sampai 14 hari.

Tabel 1. Notasi dan Jumlah Benda Uji

No	Variasi	HRS + Styrofoam (gram)	Styrofoam (%)	Berat Styrofoam (gram)	Waktu Perendaman			Jumlah
1	HRS + 0% Styro	1200.00	0	-	30 m	hari	2x24 jam	6
2	HRS +5% Styro	1200.00	5	4.83	3 hari	7 hari	14 hari	9
3	HRS +10% Styro	1200.00	10	9.66	3 hari	7 hari	14 hari	9
4	HRS +20% Styro	1200.00	20	19.32	3 hari	7 hari	14 hari	9

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2022

Tabel 2. Karakteristik Campuran HRS Marshall Sisa dengan Perendaman Selama 30 Menit dan 2x24 Jam

No	Pemeriksaan	Kadar Aspal 8,05%		Spesifikasi 2018
		Perendaman		
		30 Menit	2 x 24 Jam	
1	Kepadatan	2,20	2,21	-
2	Stabilitas (Kg)	1196,97	1126,0	Min 600
3	FLOW (mm)	3,40	3,68	Min 2-4
4	VMA (%)	20,38	19,87	Min 18
5	VIM (%)	5,83	5,23	Min 4-6
6	VFB (%)	71,38	73,86	Min 68
7	MQ (Kg/mm)	354,9	306,5	Min 250
8	Stabilitas Sisa (%)	94,07		Min 60

Sumber: Hasil Pengujian dan Spesifikasi Bina Marga Kementerian PUPR, 2018

Tabel 3. Karakteristik Campuran HRS Menggunakan Limbah Styrofoam 5% Dengan Perendaman Berulang

No	Pemeriksaan	Penambahan Styrofoam				Spesifikasi 2018
		KAO 8,05 %				
		Kadar Styrofoam 5%				
		KAO 8,05 %	3 Hari	7 Hari	14 Hari	
1	Kepadatan	2,20	2,23	2,23	2,23	-
2	VIM (%)	5,83	4,40	4,61	4,41	4 - 6
3	Stabilitas (Kg)	1196,97	1167,37	1105,38	1064,06	Min 600
4	Flow (mm)	3,40	3,47	3,55	3,65	2 - 4
5	MQ (Kg/mm)	352,89	337,14	311,65	292,26	Min 250
6	VMA (%)	20,38	19,17	19,34	19,17	Min 18
7	VFB (%)	71,38	77,05	76,20	77,04	Min 68

Sumber: Hasil Pengujian dan Spesifikasi Bina Marga Kementerian PUPR, 2018

Tabel 4. Hasil Uji Karakteristik Campuran HRS Menggunakan Limbah Styrofoam 10% Dengan Perendaman Berulang

No	Pemeriksaan	Penambahan Styrofoam				Spesifikasi 2018
		KAO 8,05 %				
		Kadar Styrofoam 10%				
		KAO 8,05 %	3 Hari	7 Hari	14 Hari	
1	Kepadatan	2,20	2,23	2,23	2,23	-
2	VIM (%)	5,83	4,45	4,55	4,87	4 - 6
3	Stabilitas (Kg)	1196,97	1122,47	1082,73	1044,79	Min 600

No	Pemeriksaan	Penambahan Styrofoam				Spesifikasi 2018
		KAO 8,05 %				
		Kadar Styrofoam 10%				
		3 Hari	7 Hari	14 Hari		
4	Flow (mm)	3,40	3,57	3,67	3,75	2 - 4
5	MQ (Kg/mm)	352,89	315,63	296,32	282,17	Min 250
6	VMA (%)	20,38	19,21	19,29	19,71	Min 18
7	VFB (%)	71,38	76,82	76,45	75,28	Min 68

Sumber: Hasil Pengujian dan Spesifikasi Bina Marga Kementerian PUPR, 2018

Tabel 5. Uji Karakteristik Campuran HRS Menggunakan Limbah Styrofoam 20% Dengan Perendaman Berulang

No	Pemeriksaan	Penambahan Styrofoam				Spesifikasi 2018
		KAO 8,05 %				
		Kadar Styrofoam 20%				
		3 Hari	7 Hari	14 Hari		
1	Kepadatan	2,20	2,22	2,22	2,22	-
2	VIM (%)	5,83	4,94	4,79	4,73	4 - 6
3	Stabilitas (Kg)	1196,97	1062,07	1043,00	1036,64	Min 600
4	Flow (mm)	3,40	3,60	3,70	3,82	2 - 4
5	MQ (Kg/mm)	352,89	295,20	282,25	271,64	Min 250
6	VMA (%)	20,38	19,62	19,50	19,45	Min 18
7	VFB (%)	71,38	74,87	75,67	75,67	Min 68

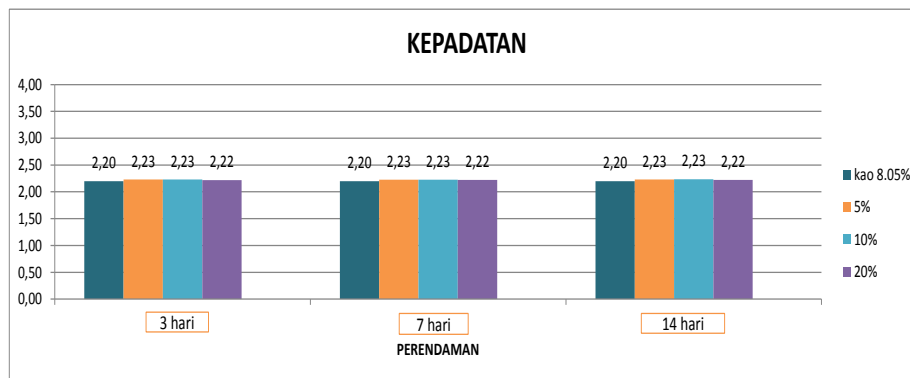
Sumber: Hasil Pengujian dan Spesifikasi Bina Marga Kementerian PUPR, 2018

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pengujian dengan limbah styrofoam pada campuran aspal panas Asphalt Concrete-Waering Course (HRS-WC). pada alat pengujian marshall dengan menggunakan perendaman waterbath selama 30 menit akan diperoleh hasil-hasil parameter marshall dan hasil uji marshall tersebut sebagai berikut:

a. Kepadatan (density)

Nilai *density* (kepadatan) menunjukkan besarnya kerapatan suatu campuran yang sudah dipadatkan. Campuran dengan *density* tinggi dalam batas tertentu akan lebih mampu menahan beban yang lebih berat dibandingkan dengan campuran yang mempunyai *density* yang rendah.

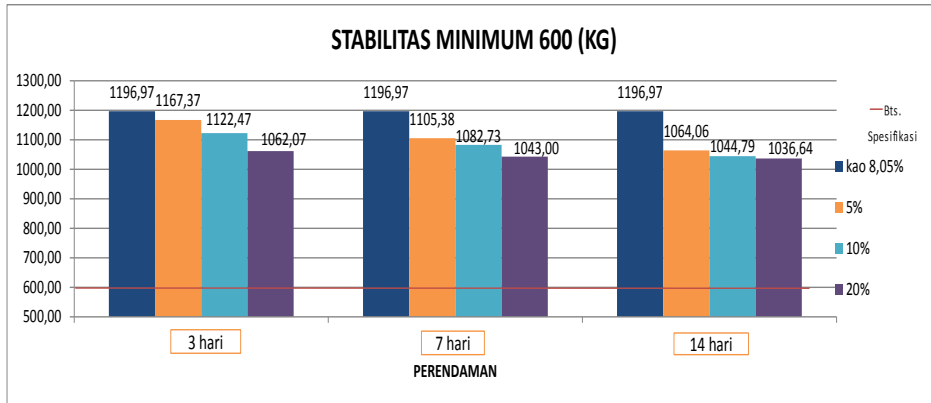


Gambar 1. Diagram hubungan variasi penambahan Styrofoam terhadap kepadatan.

Nilai *density* suatu campuran dipengaruhi oleh kualitas dan komposisi bahan susun serta cara pemadatan, suatu campuran akan memiliki *density* yang tinggi apabila mempunyai bentuk butir yang tidak seragam dan porositas butiran rendah.

b. Stabilitas Minimum 600 Kg

Nilai stabilitas menunjukkan besarnya kemampuan perkerasan menahan beban tanpa mengalami perubahan bentuk (deformasi) tetap. Perkerasan yang memiliki nilai stabilitas yang tinggi akan mampu menahan beban lalu lintas besar, akan tetapi stabilitas yang terlalu rendah akan mengakibatkan perkerasan akan mudah mengalami alur (*rutting*) akibat beban lalu lintas.

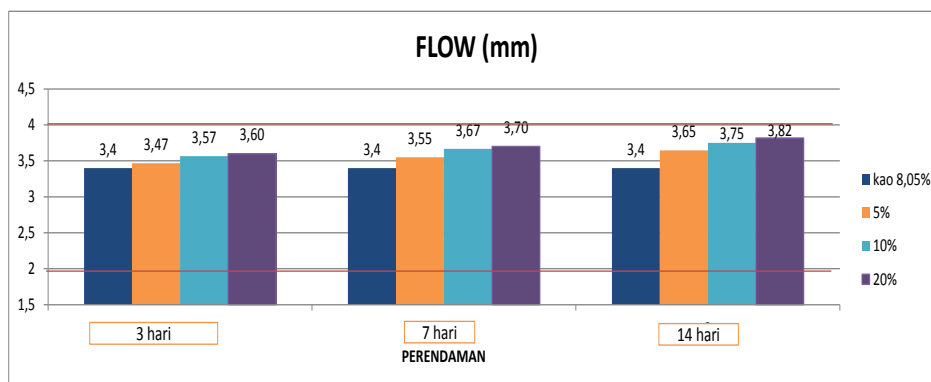


Gambar 2. Diagram Hubungan Variasi Penambahan *Styrofoam* Terhadap Stabilitas

Gambar 2 menunjukkan bahwa Stabilitas campuran yang dilakukan perendaman Nilai stabilitas mengalami penurunan. Ketika campuran aspal direndam dalam air dalam waktu yang lama, air akan berusaha untuk mengisi rongga-rongga dalam campuran dan berinteraksi dengan material penyusun yaitu agregat dan aspal. Air yang berinteraksi dengan agregat akan terserap kedalamnya dan menyelimuti permukaan agregat pada bagian yang tidak terselimuti sempurna oleh aspal. Dengan demikian ternyata semakin lama campuran terendam dalam air, maka adhesi campuran akan berkurang dan peluang terjadinya kehilangan durabilitas.

c. Pelelehan (*Flow*) Minimum 2 - 4 mm.

Nilai *Flow* menyatakan besarnya deformasi yang terjadi pada suatu lapis perkerasan akibat beban lalu lintas. Suatu campuran dengan nilai *Flow* tinggi akan cenderung lembek sehingga akan menyebabkan deformasi permanen apabila menerima beban.



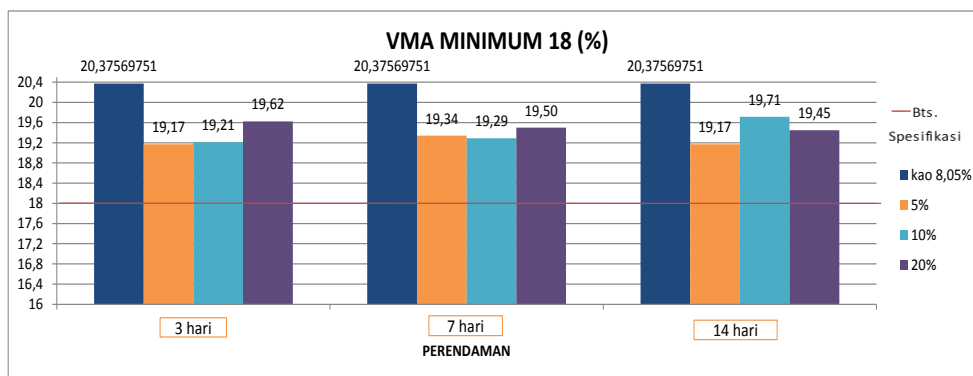
Gambar 3. Diagram Hubungan Variasi Penambahan *Styrofoam* Terhadap Flow.

Sebaliknya jika nilai *Flow* rendah maka campuran menjadi kaku dan mudah retak jika menerima beban yang mengalami daya dukungnya. Grafik nilai Flow HRS variasi penambahan limbah Styrofoam.

Gambar 3 menunjukkan bahwa variasi perendaman menyebabkan nilai Flow meningkat. Semakin lama perendaman air akan berusaha mengisi rongga-rongga dalam campuran dan berinteraksi dengan material penyusun baik agregat maupun aspal. Air yang berinteraksi dengan agregat akan terserap kedalam dan menyelimuti permukaan agregat pada bagian yang tidak terselimuti sempurna oleh aspal. Hal ini mengurangi daya rekat aspal.

d. Rongga Dalam Agregat (*VMA*) Min 18%

Void In Mineral Aggregates (*VMA*) menunjukkan prosentase rongga antar butir agregat, termasuk didalamnya adalah rongga yang terisi udara dan rongga yang terisi aspal efektif. Faktor-faktor yang mempengaruhi *VMA* antara lain adalah jumlah tumbukan, gradasi agregat dan kadar aspal. Nilai *VMA* berpengaruh pada sifat, kedekatan dan keawetan campuran terhadap air dan udara bebas serta kekakuan campuran. Semakin tinggi nilai *VMA* berarti semakin banyak rongga dalam campuran yang terisi aspal sehingga kedekatan campuran terhadap air dan udara semakin tinggi

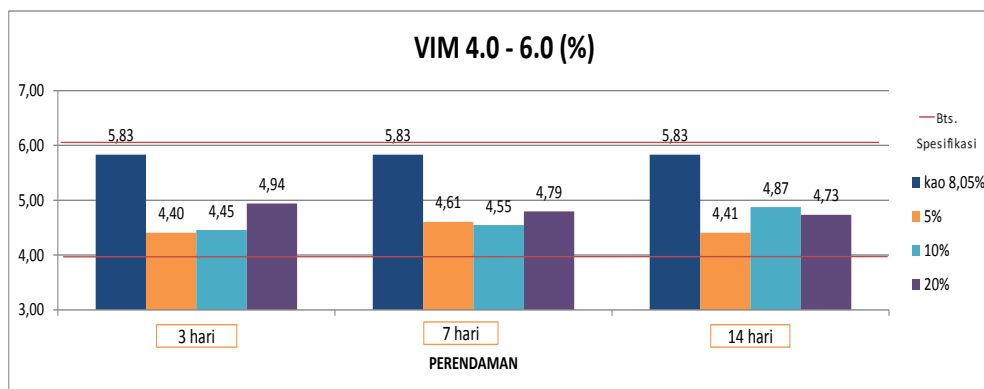


Gambar 4. Hubungan Variasi Penambahan *Styrofoam* Terhadap VMA.

Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin lama variasi perendaman keseluruhan benda uji mengalami peningkatan nilai VMA hal ini disebabkan karena, butiran material akan sulit merapat dikarenakan viskositas aspal yang semakin rendah. Dan penambahan kadar *Styrofoam* pada campuran benda uji HRS juga menyebabkan rongga dalam campuran terisi merata sehingga ikatan antar agregat semakin tidak kuat, yang mana menyebabkan nilai VMA meningkat. Nilai VMA yang terlalu tinggi menunjukkan bahwa rongga udara antar mineral agregat besar, hal ini akan menyebabkan perkerasan jalan menjadi tidak tahan lama nantinya. Persyaratan yang ditetapkan oleh Bina Marga untuk nilai VMA adalah minimum 18%. Untuk keseluruhan benda uji yang ada, nilai VMA yang dihasilkan memenuhi persyaratan yang sudah ditetapkan.

e. Rongga Dalam Campuran (VIM) Minimum 4% – 6%

VIM (void in mixture) merupakan persentase rongga udara dalam campuran antara agregat dan aspal setelah dilakukan pemadatan. *VIM* atau rongga dalam campuran adalah parameter yang biasanya berkaitan dengan durabilitas dan kekuatan dari campuran. Semakin kecil nilai *VIM*, maka akan bersifat kedap air. Namun nilai *VIM* yang terlalu kecil dapat mengakibatkan keluarnya aspal ke permukaan.

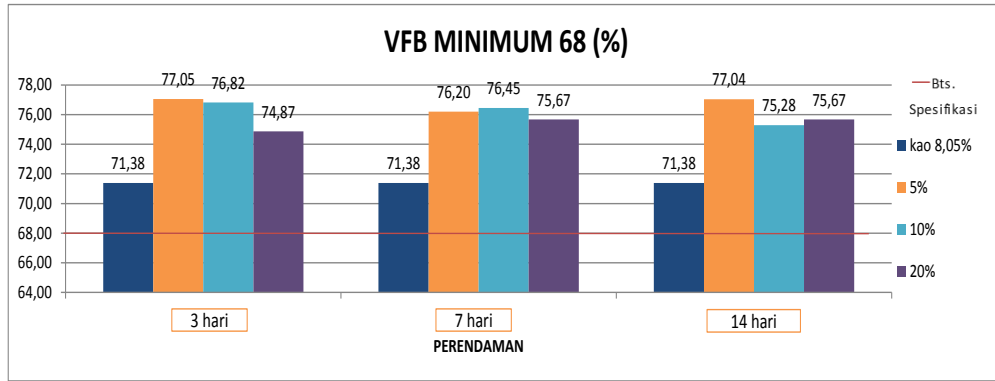


Gambar 5. Diagram Hubungan Variasi Penambahan *Styrofoam* Terhadap VIM.

Gambar 5 menunjukkan bahwa sebagian benda uji mengalami peningkatan nilai VIM pada penambahan *Styrofoam* campuran HRS menyebabkan rongga dalam campuran terisi merata sehingga ikatan antar agregat semakin kuat, yang mana menyebabkan nilai VIM menurun. Hal ini menandakan bahwa rongga yang ada di dalam campuran berkurang karena terisi oleh aspal, sehingga butiran material menjadi rapat pada saat dipadatkan, seiring dengan kenaikan suhu pemadatan. Untuk keseluruhan benda uji yang ada, nilai VIM yang dihasilkan memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh Bina Marga yaitu sebesar 4 – 6%.

f. Rongga Terisi Aspal (VFB) Minimum 60 (%)

Nilai VFB menyatakan persentase rongga yang dapat terisi aspal. Besarnya nilai VFB menentukan tingkat keawetan campuran. Nilai VFB yang besar menunjukkan jumlah aspal yang mengisi rongga besar sehingga kekedapan campuran akan meningkat.

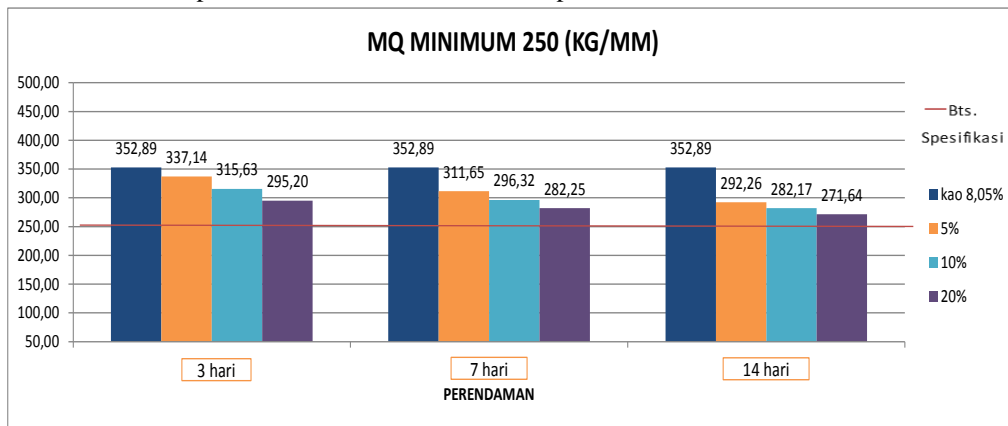


Gambar 6. Hubungan Variasi Penambahan *Styrofoam* Terhadap VFB.

Gambar 6 menunjukkan bahwa bahwa nilai VFB pada hampir semua benda uji mengalami penurunan. Penurunan nilai VFB menyatakan bahwa semakin lama variasi perendaman maka semakin banyak rongga yang ada dalam campuran tidak terisi aspal. Untuk keseluruhan benda uji yang ada, nilai VFB semuanya memenuhi persyaratan Bina Marga yaitu nilai minimum sebesar 68%.

g. Marshall Quotient

Hasil bagi Marshall atau Marshall Quotient adalah perbandingan antara stabilitas dan kelelahan yang juga merupakan indikator terhadap kekuatan campuran secara empiris. Semakin tinggi nilai MQ maka akan semakin tinggi kekakuan suatu campuran dan semakin rentan terhadap keretakan.



Gambar 7. Hubungan Variasi Penambahan *Styrofoam* Terhadap MQ.

Gambar 7 menunjukkan bahwa penambahan *Styrofoam* pada perendaman berulang menurunkan nilai Marshall Quotient. Hal ini disebabkan karena kohesi atau gaya tarik menarik dalam aspal menurun akibat oksidasi selama direndam dalam air.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan *Styrofoam* dan lamanya waktu perendaman menyebabkan menurunnya nilai sifat-sifat campuran aspal, Hal ini disebabkan karena semakin lama perendaman dan semakin banyak penambahan limbah *Styrofoam* daya lekat dalam aspal juga menurun. Selain itu dari hasil pengujian Marshall Test, semakin banyak penggunaan *Styrofoam* pada campuran aspal menyebabkan menurunnya nilai stabilitas campuran aspal

5. DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2014. Penuntun Praktikum Laboratorium Jalan dan Aspal. Jurusan Sipil Fakultas Teknik “45” Makassar.
 Anonim, 2014. Bahan Kuliah Rekayasa Tanah dan Perkerasan Jalan Raya. Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas “45” Makassar.
 BALITBANG-PU dan Direktorat Jendral Bina Marga. 2007. Modul, Training of trainer (TOT). Jakarta.
 Dinas Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Undang-Undang Republik Indonesia No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan.

- Direktorat Jendral Bina Marga. 2018. Spesifikasi Umum 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat : Jakarta.
- Maulana, Kevin. 2019. Pengaruh Penambahan Styrofoam Terhadap Karakteristik Campuran Aspal AC-WC. Medan, Universitas Sumatra utara.
- Sinaga, Alesia Lorenzza. 2020. Pengaruh Penambahan Styrofoam Bekas Terhadap Karakteristik Sifat Aspal. Medan, Universitas Sumatra Utara.
- Sitanggan, Yasinta, Lisna. 2010. Pengaruh Penggunaan Styrofoam Sebagai Bahantamabah terhadap karakteristik Beton aspal. Yogyakarta, Universitas Jaya Yogyakarta.
- Sukirman, Silvia. 2003. Beton Aspal Campuran Panas. Grafika Yuana :Bandung.
- Sukirman, Silvia. 1999. Perkerasan Lentur Jalan Raya. Bandung, Nova.
- Y, Denny Khrisna, Maulana. 2018. Perancangan Kampanye Sosial Tentang Styrofoam. Bandung, Universitas Pasundan.