

PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH PLASTIK HDPE TERHADAP DURABILITAS CAMPURAN HRS-WC

Ayu Stefany

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya
e-mail: ayustefany1995@gmail.com

Ina Elvina

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya
e-mail: inaelvina@eng.upr.ac.id

Desriantomy

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya
e-mail: desriantomy@jts.upr.ac.id

Abstract: The use of plastic as an additive in improving the quality of asphalt is based on the availability of abundant plastic waste in Indonesia. The purpose of this study was to find out what Marshall characteristics value resulted from the mixture without HDPE plastic waste and with the addition of HDPE plastic waste and also to know the durability value (Residual strength index) of the composition with KAO and with the added material of HDPE plastic waste in the HRS-WC mixture. The variation of the addition of plastic content of the plan 0%, 2%, 4%, 6%, 8% and 10% obtained at the addition of plastic content of 0%, 2%, 4%, and 6% meet the specifications of Marshall parameter characteristics, while in addition to the plastic content of 8% and 10% do not meet the specifications. The based on these results obtained a maximum plastic content of 7%. The test data of residual strength index in conditions without the addition of plastic and with the addition of plastic a maximum of 7% obtained residual strength index values starting from 0% without the addition of plastic to 3.9% with the addition of plastics that meet the specifications.

Keywords: durability, High Density Polyethylene (HDPE), HRS-WC, marshall parameters

Abstrak: Penggunaan plastik sebagai bahan aditif dalam meningkatkan mutu aspal didasari oleh tersedianya limbah plastik yang melimpah di Indonesia. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui berapa nilai karakteristik *Marshall* yang dihasilkan dari campuran tanpa limbah plastik HDPE dan dengan penambahan limbah plastik HDPE dan juga untuk mengetahui nilai durabilitas (Indeks kekuatan sisa) dari komposisi dengan KAO dan dengan bahan tambah limbah plastik HDPE pada campuran HRS-WC. Variasi penambahan kadar plastik rencana 0%, 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% didapat pada penambahan kadar plastik 0%, 2%, 4%, dan 6% memenuhi spesifikasi karakteristik parameter *Marshall*, sedangkan pada penambahan kadar plastik 8% dan 10% tidak memenuhi spesifikasi. Berdasarkan hasil tersebut didapatkan kadar plastik maksimum sebesar 7%. Data percobaan indeks kekuatan sisa pada kondisi tanpa penambahan plastik dan dengan penambahan plastik maksimum 7% didapat nilai-nilai indeks kekuatan sisa dimulai dari 0% tanpa penambahan plastik hingga 3,5% dengan penambahan plastik yang memenuhi spesifikasi.

Kata kunci: durabilitas, *High Density Polyethylene* (HDPE), HRS-WC, parameter *marshall*

PENDAHULUAN

Perkerasan jalan di Indonesia umumnya mengalami yang berlebihan (*over loading*), temperatur (kerusakan sebelum mencapai umur rencana. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kerusakan jalan lebih awal

(kerusakan dini) antara lain akibat pengaruh beban lalu lintas kendaraan cuaca), air, dan konstruksi perkerasan yang kurang memenuhi persyaratan teknis. Seiring dengan pertumbuhan kendaraan yang semakin tinggi, maka kebutuhan akan prasarana transportasi terutama

jalan raya yang lapisan permukaannya memiliki keawetan sangat perlu ditingkatkan.

Salah satu usaha mengurangi kerusakan jalan akibat beban yang berlebih adalah menaikkan mutu campuran beraspal dengan cara memperbaiki atau meningkatkan mutu aspal (bitumen). Untuk meningkatkan mutu aspal dapat dilakukan dengan menambahkan limbah plastik ke dalam aspal atau menambahkan polimer, tetapi harga polimer di Indonesia masih relatif mahal. Aspal sendiri merupakan bahan pengikat yang memegang peranan penting dalam kuat tidaknya suatu campuran beraspal. Penggunaan plastik sebagai bahan aditif dalam meningkatkan mutu aspal didasari oleh tersedianya limbah plastik yang sangat melimpah di Indonesia, sehingga selain meningkatkan mutu bitumen penggunaan limbah plastik juga dapat mengurangi kerusakan lingkungan akibat limbah. (Rezza Permana, 2009).

Penelitian ini akan dilakukan uji coba dengan pemanfaatan plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) sebagai bahan tambahan dalam campuran lapisan HRS-WC (*Hot Rolled Sheet-Wearing Course*) untuk peningkatan nilai stabilitasnya, sekaligus salah satu langkah sebagai penanganan pengurangan sampah yang sulit terurai dengan peningkatan nilai fungsinya. Pada penelitian ini peneliti akan menggunakan limbah plastik jenis HDPE berupa botol kosmetik sebagai penambah campuran aspal sebagai modifikasi aspal dan kemudian dihitung tingkat durabilitas campuran aspal HRS-WC yang telah ditambahkan limbah plastik HDPE, penambahan HDPE diharapkan dapat meningkatkan kualitas campuran aspal dan juga meningkatkan kemampuan lapis perkerasan dalam menerima beban lalu lintas sehingga memberikan umur layanan yang lebih lama.

Rumusan masalah

1. Berapa nilai karakteristik *Marshall* yang dihasilkan dari campuran tanpa limbah plastik HDPE dan dengan penambahan limbah plastik HDPE ?
2. Berapa nilai Durabilitas (Indeks kekuatan sisa) dari komposisi dan KAO agregat dengan bahan campuran limbah plastik HDPE ?

Tujuan penelitian

1. Untuk mengetahui berapa nilai karakteristik *Marshall* yang dihasilkan dari campuran tanpa limbah plastik HDPE dan dengan penambahan limbah plastik HDPE.
2. Untuk mengetahui berapa nilai Durabilitas (Indeks kekuatan sisa) dari komposisi dengan KAO dan dengan bahan tambah limbah plastik HDPE.

Batasan masalah

1. Dalam penelitian ini menggunakan agregat kasar dan agregat halus ex Merak, dan bahan tambah limbah plastik jenis HDPE berupa botol kosmetik.
2. Penelitian ini bersifat uji laboratorium.
3. Kinerja campuran diuji menggunakan alat *Marshall Test*.
4. Penelitian dibatasi pada lapis tipis aspal beton (Lataston) lapis aus atau HRS-WC spesifikasi Bina Marga 2018.
5. Dalam penelitian ini aspek kimia yang terjadi pada fraksi agregat atau campuran aspal diabaikan.

TINJAUAN PUSTAKA

Plastik

Plastik termasuk salah satu jenis makromolekul yang terbentuk akibat proses polimerisasi. Polimerisasi merupakan proses penggabungan dari beberapa molekul sederhana melalui proses kimia menjadi makromolekul atau polimer. Plastik merupakan senyawa polimer yang memiliki unsur penyusun utamanya berupa karbon dan hidrogen (Suro, 2013)

HDPE merupakan polietilena dengan jumlah rantai cabang yang lebih sedikit. Rantai cabang yang lebih sedikit ini membuat plastik HDPE memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi. Ikatan hidrogen antar molekul yang berada pada plastik ini juga berperan dalam menentukan titik leleh plastik (Harper, 1975). HDPE memiliki titik leleh yang cukup tinggi, oleh karena sifatnya ini HDPE sering digunakan pada kemasan untuk botol susu, tupperware, galon air minum, kursi lipat, kemasan deterjen, kemasan susu.

Perkerasan jalan

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Agar perkerasan jalan yang sesuai dengan mutu yang diharapkan, maka pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengolahan dari bahan penyusun perkerasan jalan sangat diperlukan (Sukirman, 2003).

Lataston (lapis tipis aspal beton)

Lataston adalah beton aspal bergradasi senjang. Lataston biasa pula disebut dengan *Hot Rolled Sheet* (HRS). Karakteristik beton aspal yang terpenting pada campuran ini adalah durabilitas dan fleksibilitas. Sesuai dengan fungsinya, lataston mempunyai dua macam campuran (sukirman, 2003), yaitu:

1. Lataston sebagai lapisan aus, dikenal dengan HRS-WC. Tebal minimum HRS-WC adalah 3 cm.
2. Lataston sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama *Hot Rolled Sheet-Base* (HRS-Base). Tebal minimum HRS-Base adalah 3,5 cm.

Campuran beraspal panas

Perencanaan campuran mencakup kegiatan pemilihan dan penentuan proporsi material untuk mencapai sifat-sifat akhir dari campuran aspal yang diinginkan (*Asphalt Institute*, 1993). Tujuan dari perencanaan campuran aspal adalah untuk mendapatkan campuran efektif dari gradasi agregat dan aspal yang akan menghasilkan campuran aspal yang memiliki sifat-sifat campuran, yaitu: stabilitas, fleksibilitas, durabilitas, *impermeability*, pemadatan, temperatur, dan *workability*.

Pengujian marshall

Pengujian *Marshall* dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan plastis (*flow*) dari campuran aspal dan agregat. Kelelahan plastis adalah keadaan perubahan bentuk suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam mm atau 0,01 inci. Nilai stabilitas dan nilai *flow* minimal

sebesar 600 kg. Untuk aspal modifikasi nilai stabilitas dan nilai *flow* minimal sebesar 1000 kg (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2018)

Durabilitas

Pada lapis permukaan diperlukan untuk dapat menahan keausan yang terjadi akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan roda kendaraan. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi menurunnya sifat durabilitas suatu campuran adalah air. Jika suatu lapisan aspal terendam air, maka sifat durabilitasnya dinyatakan dengan parameter indeks kekuatan sisa IKS, (Bina Marga, SNI M-58-1990). Adapun untuk menghitung nilai IKS digunakan rumus sebagai berikut:

$$IKS = \frac{S_2}{S_1} \times 100\% \quad (1)$$

dengan IKS = indeks kekuatan sisa (%), S1 = stabilitas rendaman awal (kg), S2 = stabilitas rendaman ke-n (kg)

Penelitian terdahulu

Sepriskha Diansari (2016), dengan judul penelitian "Aspal Modifikasi dengan Penambahan Plastik *Low Linear Density Polyethylene* (LLDPE) ditinjau dari karakteristik *Marshall* dan uji penetrasi pada lapisan aspal beton (AC-BC). Yang bertujuan sebagai salah satu cara peningkatan mutu pada perkerasan lentur ditinjau dengan peningkatan nilai stabilitas campuran aspal dan *flow*, serta pengurangan plastik LLDPE. Didapatkan grafik stabilitas pada bentuk grafik menyerupai parabola dengan adanya titik maksimum sebagai puncak, sehingga semakin tinggi penambahan kadar LLDPE maka nilai stabilitasnya bertambah.

Yance 2017, dengan judul penelitian "Kajian Laboratorium *Open Graded Asphalt* (OGA) menggunakan agregat Hampangen dan bahan tambah *High Density Polyethylene* (HDPE) dan suhu rendaman ditingkatkan". Yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kadar aspal optimum, bahan tambah optimum, suhu optimum dan nilai karakteristik *Marshall* dengan menggunakan agregat Hampangen dan HDPE sebagai bahan tambah. Didapatkan hasil komposisi agregat campuran dengan proporsi batu pecah 1-2 sebesar 40% , batu pecah ½-1 sebesar 60%. Pengujian *Marshall* 1 diperoleh

KAO sebesar 5,41%. Pengujian *Marshall* 2 diperoleh nilai tambah optimum 1,67%. Pengujian *Marshall* 3 diperoleh suhu optimum 62,5°C dimana hasil nilai karakteristik *Marshall* masih memenuhi persyaratan APA.

Yusrizal Yahya (2018), dengan judul penelitian “Analisis Karakteristik *Marshall* Campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course* (HRS-WC) menggunakan bahan tambah plastik bekas jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET)”. Dengan tujuan memanfaatkan limbah plastik dengan menggunakannya sebagai bahan tambah pada campuran aspal panas lapis aus (HRS-WC). Didapatkan hasil kadar penambahan plastik optimum sebesar 7,80%. Nilai parameter karakteristik *Marshall* pada KAO dan penambahan kadar plastik optimum menghasilkan stabilitas 1010 kg. Flow 3,40 mm, VIM 4,20%, VFB 80,50% dan MQ 297,50 kg. Karena selain nilai stabilitasnya tinggi, Parameter *Marshall* seperti VIM, VFA, VMA, MQ dan Flow juga telah memenuhi syarat spesifikasi Bina Marga 2010.

METODE PENELITIAN

Umum

Metode penelitian yang digunakan adalah metode uji laboratorium. Material berupa agregat yang berasal dari Base Camp AMP (*Asphalt Mixing Plant*) PT. Amin Permai jalan Sutoyo S, No.16 Mentawa Baru Hulu, Mentawa Baru Ketapang, Sampit. Limbah plastik yang akan digunakan berupa botol kosmetik jenis HDPE.

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dimulai selama \pm 1 bulan bertempat di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Pengambilan data

Pengambilan data dilakukan dengan membuat briket/benda uji sebanyak 48 buah. Benda uji tersebut dibagi dalam 2 (dua) kali percobaan. Percobaan pertama, dibuat 15 briket/benda uji yang terdiri dari masing – masing 3 komposisi. Dan diuji 3 komposisi tersebut diambil 1 komposisi terbaik kemudian hasilnya dirata-ratakan untuk kemudian didapatkan nilai Kadar

Aspal Optimum (KAO). Percobaan kedua, Kadar Aspal Optimum (KAO) yang didapat pada percobaan pertama dipergunakan sebagai kadar aspal untuk memuat 15 buah briket/benda uji, yang terdiri dari 5 variasi persentase berat plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) terhadap berat aspal yang diperoleh dari Kadar Aspal Optimum (KAO) dengan bahan tambah berat plastik persentase 2%, 4%, 6%, 8% dan 10%. Tiap variasi persentase berat plastik dibuat 3 buah briket/benda uji.

Tahap penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Pengumpulan bahan dan alat.
2. Pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat yang meliputi pengujian berat jenis dan penyerapan agregat, gradasi agregat, keausan, dan kadar lempung.
3. Pengujian aspal meliputi pengujian penetrasi, pengujian daktilitas, pengujian titik nyala dan titik bakar.
4. Penentuan proporsi campuran, dengan menggunakan metode diagonal.
5. Persiapan bahan tambah plastik jenis HDPE berupa botol kosmetik.
6. Pembuatan benda uji.
7. Pengujian dengan menggunakan alat *Marshall*.
8. Analisis dan pembahasan berdasarkan hasil pengujian *Marshall*.
9. Kesimpulan dari hasil penelitian.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat

Pengujian sifat-sifat fisik agregat terdiri dari pengujian gradasi agregat, pengujian berat jenis dan penyerapan agregat, pengujian keausan (Abrasi) agregat kasar dan pengujian kadar lempung agregat halus (*sand equivalent*).

Tabel 1. Pemeriksaan sifat fisik agregat

Pemeriksaan	Ex.Merak		Spesifikasi
	Agregat Kasar batu pecah	Agregat Halus abu batu	
Berat Jenis (gram/cm ³)	2,63	2,806	-

Tabel 1. Lanjutan

Pemeriksaan	Ex.Merak		Spesifikasi
	Agregat Kasar batu pecah	Agregat Kasar batu pecah	
Berat Jenis Kering Permukaan / SSD (gram/cm ³)	2,68	2,829	-
Berat Jenis Semu (gram/cm ³)	2,768	2,871	-
Penyerapan (%)	1,903	0,807	Max. 3%
Keausan / Abrasi (%) Sand	28,654	-	Max. 40%
Equivalent (%)	-	-	Min. 50%

Sumber: Hasil pemeriksaan (2020)

Pengujian aspal

Pengujian aspal terdiri dari pengujian penetrasi aspal, pengujian titik nyala dan titik bakar aspal

dan pengujian daktilitas aspal. Hasil pengujian aspal dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian aspal

No.	Pemeriksaan	Satuan	Hasil pemeriksaan
1	Penetrasi aspal	0,1 mm	66
2	Titik nyala aspal	°C	298
3	Titik bakar aspal	°C	301
4	Daktilitas aspal	Cm	69,33

Sumber: Hasil pemeriksaan (2020)

Pengujian marshall

Berdasarkan pengujian *Marshall* dengan variasi kadar aspal rencana didapat Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 7,25%. Setelah KAO didapat kemudian dibuat benda uji dengan bahan tambah limbah plastik HDPE yang nantinya dilakukan perendaman selama 30 menit dan 24 jam untuk mencari nilai durabilitas pada campuran HRS-WC.

Tabel 3. Rencana komposisi campuran dengan variasi kadar limbah plastik HDPE

Berat Total Agregat Campuran	Persentase dan Berat KAO terhadap Total Campuran		Persentase Plastik terhadap Berat Aspal (KAO)	Berat Plastik terhadap Berat Aspal (KAO)	Berat Total Campuran	Kode Sampel
	Gram	%				
1200	93,8	7,25	0	0	1293,8	A
1200	93,8	7,25	2	1,91	1295,71	B
1200	93,8	7,25	4	3,9	1297,7	C
1200	93,8	7,25	6	5,98	1299,78	D
1200	93,8	7,25	8	8,15	1301,95	E
1200	93,8	7,25	10	10,42	1304,22	F

Sumber: Hasil perhitungan (2020)

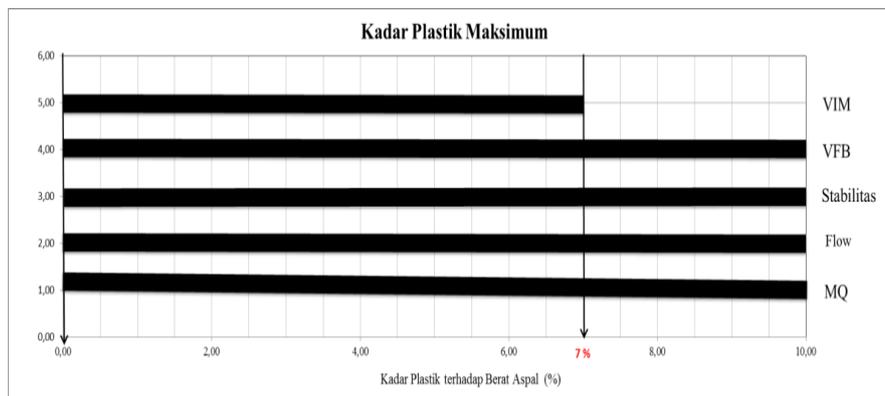
Tabel 4. Hasil pengujian karakteristik *Marshall* dengan bahan tambah limbah plastik HDPE dengan lama perendaman 30 menit

Kadar Plastik terhadap Berat Aspal (%)	Parameter Karakteristik <i>Marshall</i>				
	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	VIM (%)	VFB (%)	MQ (kg/mm)
0	1110,00	4,10	5,000	76,500	265,000
2	1122,46	4,10	5,017	77,162	273,823
4	1156,18	4,13	4,451	79,334	279,758
6	1175,45	4,20	4,010	81,036	279,977
8	1180,27	4,23	3,840	81,724	278,830
10	1189,91	4,27	3,506	83,111	278,936
Spesifikasi	> 600	> 3,00	4-6	> 68	> 250

Tabel 5. Hasil pengujian karakteristik *Marshall* dengan bahan tambah limbah plastik HDPE dengan lama perendaman 24 jam

Kadar Plastik terhadap Berat Aspal (%)	Parameter Karakteristik <i>Marshall</i>				
	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	VIM (%)	VFB (%)	MQ (kg/mm)
0	1016,48	3,73	5,032	77,105	272,291
2	1030,93	3,83	4,933	77,482	269,015
4	1035,75	3,97	4,489	79,153	261,130
6	1040,57	4,00	4,022	80,986	260,219
8	1059,84	4,13	3,842	81,709	256,454
10	1083,92	4,20	3,508	83,084	258,229
Spesifikasi	> 600	> 3,00	4-6	> 68	> 250

Sumber: Hasil perhitungan (2020)

**Gambar 1.** Grafik hubungan nilai parameter *Marshall* terhadap kadar penambahan limbah plastik dengan lama perendaman 30 menit**Tabel 6.** Perbandingan nilai parameter *Marshall* campuran tanpa penambahan limbah plastik dan dengan kadar plastik maksimum dengan lama perendaman 30 menit

Komposisi Campuran	Kadar Plastik	Parameter Karakteristik <i>Marshall</i>				Hasil Bagi <i>Marshall</i> (kg/mm)
		Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Rongga dalam Campuran (%)	Rongga Terisi Aspal (%)	
Tanpa Limbah Plastik	0	1110	4,1	5	76,5	265
Kadar Plastik Maksimum	7%	1180	4,2	4	81,5	280
Spesifikasi	-	>600	>3	4-6	>68	>250

Sumber: Hasil perhitungan 2020

Dapat dilihat pada Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6 dengan lama perendaman 30 menit dan 24 jam dengan variasi penambahan limbah plastik HDPE mempengaruhi nilai-nilai karakteristik *Marshall*. Pada perendaman 30 menit dan 24 jam pada penambahan kadar limbah plastik 0%, 2%, 4%, dan 6% memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Sedangkan pada penambahan kadar limbah plastik 8% dan 10% tidak memenuhi spesifikasi karena nilai VIM yang kurang dari spesifikasi yang disyaratkan.

Pada perendaman 30 menit dapat dilihat pada kadar plastik 0% (tanpa penambahan limbah plastik) terlihat nilai stabilitas sebesar 1110,00 kg kemudian setelah ditambah kadar plastik 2% nilai stabilitas meningkat menjadi 1122,46 kg. Dan peningkatan nilai stabilitas ini juga berlaku pada penambahan kadar limbah plastik 4%, 6%, 8% dan 10%. Untuk nilai flow pada perendaman 30 menit kadar plastik 0% didapat nilai sebesar 4,10 mm setelah penambahan kadar plastik 2% nilai flow masih sama namun pada penambahan kadar limbah plastik 4%, 6%,

8% dan 10% nilai flow meningkat. Sedangkan untuk nilai VIM dengan kadar limbah plastik 0% didapat nilai VIM sebesar 5,000%, dan ketika ditambahkan kadar limbah plastik 2%, 4%, 6% 8% dan 10% nilai VIM mengalami penurunan. Untuk Nilai VFB pada penambahan kadar plastik 0% didapat nilai sebesar 76,500%, dan setelah ditambahkan kadar limbah plastik 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% nilai VFB meningkat seiring dengan penambahan kadar limbah plastik. Nilai MQ pada kadar plastik 0% didapat nilai sebesar 265,000 kg/mm, setelah ditambah kadar limbah plastik 2%, 4%, 6% nilai MQ meningkat tetapi pada kadar penambahan limbah plastik 8% dan 10% nilai MQ mengalami penurunan.

Pada perendaman 24 jam dapat dilihat untuk nilai stabilitas semakin meningkat seiring

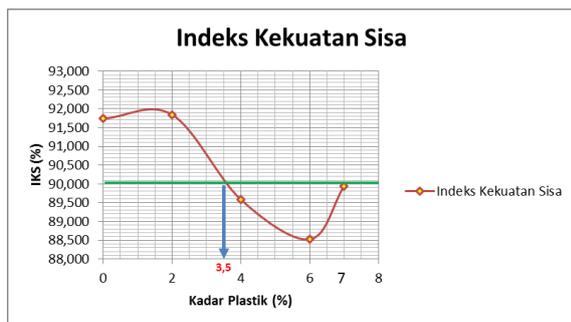
dengan penambahan limbah plastik. Untuk nilai *flow* juga mengalami peningkatan seiring dengan penambahan kadar limbah plastik. Pada nilai VIM dapat terlihat mengalami penurunan seiring dengan penambahan kadar limbah plastik. Pada nilai VFB seiring dengan penambahan kadar limbah plastik nilai nya semakin meningkat. Sedangkan pada nilai MQ pada kadar plastik 0%, 2%, 4%, 6% dan 8% nilai semakin meningkat namun pada kadar plastik 10% nilai MQ menurun.

Dapat dilihat pada Gambar 1 berdasarkan hasil pembacaan grafik variasi kadar plastik yang memenuhi spesifikasi karakteristik parameter *Marshall* dapat ditentukan batasan kadar plastik maksimum sebesar 7%.

Tabel 7. Nilai IKS dengan variasi kadar plastik pada lama perendaman 30 menit dan 24 jam

Variasi kadar plastik pada lama rendaman 30 menit dan 24 jam		Stabilitas pada lama rendaman 30 menit dan 24 jam		IKS ≥ 90
30	24	30	24	
0	0	1110,00	1016,478	91,739
2	2	1122,46	1030,931	91,846
4	4	1156,18	1035,748	89,584
6	6	1175,45	1040,566	88,525
7	7	1179,50	1060,900	89,945

Sumber: Hasil perhitungan (2020)



Gambar 2. Grafik hubungan nilai kadar penambahan limbah plastik terhadap nilai indeks kekuatan sisa

Dapat dilihat dari Gambar 2, dari data percobaan indeks kekuatan sisa pada kondisi tanpa penambahan plastik dan dengan penambahan kadar plastik maksimum 7% didapat nilai-nilai indeks kekuatan sisa yang kemudian di plot menjadi sebuah kurva, dan dari kurva tersebut kemudian dapat dilihat bahwa indeks kekuatan sisa tersebut dapat

dipenuhi dimulai dari 0% tanpa penambahan plastik hingga 3,9% dengan penambahan plastik.

KESIMPULAN

Kesimpulan

1. Dari variasi penambahan kadar plastik rencana 0%, 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% didapat pada penambahan kadar plastik 0%, 2%, 4%, dan 6% memenuhi spesifikasi karakteristik parameter *Marshall*, sedangkan pada penambahan kadar plastik 8% dan 10% tidak memenuhi spesifikasi. Dan berdasarkan hasil tersebut didapatkan kadar plastik maksimum sebesar 7%.
2. Semakin besar persentase penambahan limbah plastik dapat meningkatkan nilai stabilitas. Pada perendaman 30 menit stabilitas pada persentase 0% (tanpa limbah plastik) sebesar 1110,00%, setelah

ditambahkan kadar plastik 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% stabilitas menjadi meningkat seiring dengan bertambahnya kadar plastik, dan ini juga berlaku pada perendaman 24 jam.

3. Durabilitas pada campuran HRS-WC tanpa penambahan limbah plastik dan dengan penambahan limbah plastik HDPE berupa botol kosmetik pada penambahan kadar limbah plastik 0% hingga 3,5% masih memenuhi standar Bina Marga yaitu lebih dari 90%. Namun pada penambahan kadar limbah plastik 4%, 6% dan 7% tidak memenuhi spesifikasi.
4. Persentase yang menghasilkan tingkat durabilitas tertinggi terdapat pada penambahan kadar limbah plastik 2% yaitu sebesar 91,846%.
5. Semakin lama benda uji direndam maka akan mempengaruhi nilai stabilitas dan durabilitas.

Yahya Y 2019, Analisis Karakteristik *Marshall* Campuran Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC) Menggunakan Bahan Tambah Plastik Bekas Jenis Polyethylene Terephthalate (PET), Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, Palangka Raya.

Yance 2017, Kajian Laboratorium Open Graded Asphalt (OGA) Menggunakan Agregat Hampangan dan Bahan Tambah High Density Polyethylene dan Suhu Rendaman Yang Ditingkatkan, Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, Palangka Raya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2018. Spesifikasi Umum Devisi 6 Perkerasan Aspal. Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta.
- Asphalt Institute. 1993. Mix Design Methods for Asphalt Concrete and other Hot Mix Types, Manual Series No 2 (MS-2), 5th Edition, Lexington, Kentucky, USA.
- British Standards. 1985. Specification for Rolled Asphalt (Hot Process) for Road and Other Paved Areas, British Standards Institution, London.
- British Standards. 1992. Hot Rolled Asphalt for Roads and Other Paved Area Part 1; Specification for Constituent Materials and Asphalt Mixtures, British Standards Institution, London.
- Kerbs, R.D. and Walker. 1971. Highway Material. Mc.Graw-Hill Book Company. New York.
- Nahyo, Sudarno., Bagus H.S. 2015. Durabilitas Campuran Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC) Akibat Rendaman Menerus dan Berkalan Air Rob. Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Permana, Rezza. 2009. Studi Sifat-sifat Reologi Aspal Yang dimodifikasi Limbah Tas Plastik.
- Sepriskha, D. 2016. Aspal Modifikasi Dengan Penambahan Plastik Low Linear Density Poly Ethylene (LLDPE) Ditinjau Dari Karakteristik *Marshall* Dan Uji Penetrasi Pada Lapisan Aspal Beton (Ac-Bc), Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Sukirman, S. 2003. Beton Aspal Campuran Panas. Jakarta: Granit.