

## ANALISIS KINERJA STABILITAS CAMPURAN ASPAL BETON YANG DITAMBAH PLASTIK HDPE

Kumita<sup>1</sup>, Jaslidan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Almuslim

<sup>2</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Almuslim

Email: kumitaumuslim@gmail.com

Diterima 2 Oktober 2021/Disetujui 6 Oktober 2021

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik *marshall laston* (ac-wc) dengan tambahan irisan limbah plastik *high density polyethylene (HDPE)* 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% terhadap berat aspal dengan cara kering, mengetahui pengaruh penambahan waktu rendaman 30 menit dan 24 jam, dan mengetahui stabilitas aspal modifikasi. Rancangan penelitian berupa pengumpulan data berguna bagi proses penelitian. Data yang diperoleh dari hasil penyelidikan pengujian Marshall benda uji campuran AC-WC disebut data primer, sedangkan data sekunder merupakan data pendukung yang diperoleh dari brosur produksi material dan literatur lainnya. Metode pengujian mengikuti prosedur *Marshall*, *AASHTO* dan Bina Marga atau standar lainnya. Adapun prosedur penelitian ini terbagi atas beberapa tahap, yaitu pengujian sifat-sifat fisis aspal yang ditambah plastik HDPE, perencanaan campuran beton aspal. Metode *Marshall*, pembuatan benda uji, penentuan berat jenis *bulk* benda uji, pengujian stabilitas dan *flow* dengan alat *Marshall*, pengujian durabilitas dan perhitungan *parameter Marshall* lainnya dari benda uji. Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan mengenai karakteristik campuran AC-WC dengan penambahan variasi persentase limbah plastik HDPE dengan cara kering disimpulkan bahwa pada campuran dengan tambahan limbah plastik HDPE 10% memiliki nilai stabilitas maksimum selama waktu perendaman 24 jam pada suhu 60<sup>0</sup>c yaitu 1140,62 Kg, dan bertambahnya persentase limbah plastik HDPE, maka nilai stabilitas semakin menurun pada rendaman 24 jam, pada substitusi HDPE 25% nilai stabilitas menurun 974,99 Kg, namun masih memenuhi persyaratan yaitu  $\geq 800$  Kg.

**Kata kunci:** *karakteristik marshall, plastik High Density Polyethylene (HDPE), stabilitas*

### PENDAHULUAN

Pembangunan jalan raya adalah proses pembukaan ruangan lalu lintas, melibatkan proses perubahan permukaan tanah yang digunakan untuk pembangunan jalan. Pembangunan jalan pada umumnya menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Bahan pengikat aspal semakin hari semakin banyak dibutuhkan, sementara bahan lain berupa limbah masih memungkinkan untuk digunakan sebagian bahan penambah pada sebagian dari aspal. Maka, untuk memenuhi kebutuhan ini perlu adanya bahan alternatif baru dan salah satunya dapat digunakan bahan limbah plastik.

Aspal digunakan sebagai pengikat agregat dalam campuran pada perkerasan permukaan jalan. Salah satu cara mencegah terjadinya kerusakan dini pada perkerasan jalan yang diakibatkan oleh beban muatan dan pengaruh air adalah dengan meningkatkan mutu aspal sebagai bahan pengikat dari agregat. Penggunaan kemasan plastik *high density polyethylene (HDPE)* tidak terlepas dari keberadaannya dalam sebagian sampah plastik yang sukar diuraikan secara alami (Karuniastuti, 2013). Plastik HDPE (*high density polyethylene*) adalah polietilena termoplastik yang terbuat dari minyak bumi. Membutuhkan 1,7 kg minyak bumi untuk membuat 1 kg HDPE. HDPE dapat didaur ulang dan memiliki nomor 2 pada simbol daur ulang, pada tahun 2007 volume produksi HDPE mencapai 30 ton.

Limbah plastik HDPE akan dimanfaatkan sebagai bahan untuk perkerasan jalan yang dicampur ke dalam aspal. Pemanfaatan plastik jenis HDPE memiliki sifat unggul, seperti ringan, tipis, kuat, transparan, tahan air, serta harganya relatif murah dan terjangkau oleh kalangan masyarakat. Jumlah konsumsi plastik dalam kehidupan masyarakat yang terus melonjak menyebabkan terjadinya gejala

pencemaran lingkungan. (Karuniastuti, 2013). Penggunaan limbah bahan plastik jenis HDPE ini akan menjadi sedikit berkurang dengan adanya pemanfaatan limbah plastik HDPE.

## METODE PENELITIAN

Rancangan penelitian berupa pengumpulan data berguna bagi proses penelitian. Data yang diperoleh dari hasil penyelidikan pengujian Marshall benda uji campuran AC-WC disebut data primer, sedangkan data sekunder merupakan data pendukung yang diperoleh dari brosur produksi material dan literatur lainnya. Metode pengujian mengikuti prosedur *Marshall*, *AASHTO* dan Bina Marga atau standar lainnya. Adapun prosedur penelitian ini terbagi atas beberapa tahap, yaitu pengujian sifat-sifat fisis aspal yang ditambah plastik HDPE, perencanaan campuran beton aspal. Metode *Marshall*, pembuatan benda uji, penentuan berat jenis *bulk* benda uji, pengujian stabilitas dan *flow* dengan alat *Marshall*, pengujian durabilitas dan perhitungan *parameter Marshall* lainnya dari benda uji.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang disajikan berupa evaluasi penggunaan limbah *High Density Polyethylene* (HDPE) sebagai bahan tambahan aspal terhadap karakteristik campuran aspal beton lapis aus (AC-WC) dengan cara kering. Namun, disajikan juga data-data hasil pemeriksaan bahan yang digunakan dalam campuran sebagai pendukung dalam mengevaluasi pengaruh limbah *High Density Polyethylene* (HDPE) terhadap karakteristik campuran aspal beton lapis aus, meliputi:

### Hasil Pemeriksaan Sifat-sifat Fisis Agregat

Data hasil pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat diperoleh setelah dilakukan pemeriksaan agregat batu pecah dari mesin *stone crusher* milik PT. Krueng Meuh yang dijadikan sebagai material penelitian ini. Pemeriksaan sifat-sifat fisis, meliputi pemeriksaan berat jenis, penyerapan, berat isi, keausan, indeks kepipihan, indeks kelonjongan, serta tumbukan dan kelekatan agregat terhadap aspal.

### Hasil Pemeriksaan Sifat-sifat Fisis Aspal

Data hasil pemeriksaan sifat-sifat fisis aspal diperoleh setelah dilakukan pemeriksaan aspal penetrasi 60/70 produksi PT. Pertamina sebagai material penelitian ini. Pemeriksaan sifat-sifat fisis aspal, meliputi pemeriksaan berat jenis, penetrasi, daktilitas dan titik lembek. Dari hasil pemeriksaan memperlihatkan bahwa aspal tersebut dapat digunakan karena memenuhi persyaratan yang ditetapkan. Hasil pemeriksaan sifat-sifat fisis aspal penetrasi 60/70 disajikan sebagai berikut:

**Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Sifat-sifat Fisis Aspal pen 60/70**

No.	Sifat-sifat fisis Aspal	Satuan	Hasil	Persyaratan
1.	Berat Jenis;	gr/cm <sup>3</sup>	1,020	≥1
2.	Penetrasi;	(0,1 mm)	64	60-70
3.	Daktilitas;	cm	130	≥100
4.	Titik Lembek	°C	48,25	≥48

**Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Sifat-sifat Fisis Aspal pen 60/70 Substitusi HDPE**

No.	Sifat-sifat Fisis Aspal yang Diperiksa	Satuan	HDPE			Persyaratan
			2%	4%	6%	
1	Berat Jenis	gr/cm <sup>3</sup>	1,037	1,038	1,039	≥ 1,0
2	Penetrasi	(0,1 mm)	56,67	55,11	53,56	Min. 40
3	Titik Lembek	°C	57,5	58,0	58,75	≥ 54
4	Daktilitas	Cm	64	62	59	≥ 50

### Hasil Pemeriksaan Gradasi

Pemeriksaan gradasi agregat dilakukan dengan analisa saringan. Dari hasil pemeriksaan diperoleh bahwa agregat tersebut tidak dapat digunakan langsung dalam campuran karena tidak memenuhi spesifikasi gradasi yang disyaratkan. Maka, harus dilakukan penyesuaian gradasi sehingga agregat memenuhi syarat spesifikasi yang ditetapkan. Gradasi dalam penelitian ini adalah gradasi menerus berdasarkan nilai tengah dari spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 3 tahun 2014 untuk campuran laston lapis aus (AC-WC). Lalu, dihitung komposisi campuran dan proporsi kadar aspal pen. 60/70, yaitu:

**Tabel 3. Hasil Gradasi Agregat Kasar dan Agregat Halus**

Ukuran Saringan		Laton Lapis Aus (AC-WC)			
		Berat lolos (%)		Berat Tertahan	
ASTM	Ukuran (mm)	Spesifikasi	Gradasi Benda Uji	Berat Tertahan (%)	Berat Tertahan (gr)
<b>Aspal Pen. 60/70 kadar 4,5%</b>					<b>54</b>
3/4"	19,0	100	100		
1/2"	12,5	90 - 100	95	5	57,3
3/8"	9,5	77 - 90	83,5	11,5	131,8
No.4	4,75	53 - 69	61	22,5	257,9
No.8	2,36	33 - 53	43	18	206,3
No.16	1,18	21 - 40	30,5	12,5	143,3
No.30	0,60	14 - 30	22	8,5	97,4
No.50	0,30	9 - 22	15,5	6,5	74,5
No.100	0,15	6 - 15	10,5	5	57,3
No.200	0,075	4 - 9	6,5	4	45,8
Filler	0	0	0	6,5	74,5
<b>Jumlah Total</b>				<b>100</b>	<b>1200</b>

### Hasil Pengujian Marshall untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Berdasarkan hasil pengujian Marshall yaitu Stabilitas, *Flow*, *density*, VIM, VFB, VMA dan *Marshall Quetient*. Hasil pengujian Marshall dengan variasi kadar aspal 4,5%; 5,0%; 5,5%; 6,0%; dan 6,5%, dianalisa untuk memperoleh nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) dan diperoleh sebesar 5,50% memenuhi persyaratan parameter Marshall untuk campuran aspal beton (AC-WC). Rekapitulasi hasil pengujian Marshall untuk variasi kadar aspal disajikan sebagai berikut:

**Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall dengan Variasi Kadar Aspal Penetrasi 60/70**

No.	Karakteristik Campuran	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi Dept. PU (2014)
		4,50	5,00	5,50	6,00	6,50	
1	Stabilitas (Kg)	1608,9	990,9	1313,9	835,8	823,4	Min. 800
2	Flow (mm)	3,43	3,60	3,67	3,07	2,90	2 - 4
3	MQ (Kg/mm)	495,8	276,0	374,6	273,6	288,2	Min. 250
4	Density (t/m <sup>3</sup> )	2,42	2,40	2,46	2,44	2,43	-
5	VIM (%)	6,00	6,04	2,89	3,09	2,72	3 - 5
6	VMA (%)	22,40	23,47	21,97	23,18	23,92	Min. 15
7	VFA (%)	73,24	74,35	86,92	86,69	88,72	Min. 65

Dari hasil pengujian Marshall dengan variasi kadar aspal tersebut diplot pada sumbu salib dengan koordinat kadar aspal (sumbu x) dan salah satu parameter Marshall (sumbu y). Untuk mempermudah perhitungan analisa regresi tersebut dilakukan menggunakan *software microsoft excell*.

### Hasil Percobaan Pelarutan Limbah HDPE dalam Aspal

Setelah melakukan percobaan pelarutan limbah HDPE dalam aspal pen.60/70, maka HDPE yang diiris dapat larut dan menyatu dengan aspal pada suhu 130°, serta lama waktu pelarutan 15 menit. Hal ini relevan dengan penelitian Rahmawati (2015), bahwa plastik HDPE memiliki titik leleh 130°.

### Hasil Pengujian Marshall Pada Kadar Aspal Optimum Tanpa Substitusi dan Substitusi HDPE

Hasil pengujian dan perhitungan parameter Marshall aspal beton (AC-WC) tanpa tambahan dan tambahan variasi HDPE pada kadar aspal optimum (KAO) sebesar 5,50%. Untuk rekapitulasi hasil pengujian Marshall disajikan sebagai berikut:

**Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall untuk Variasi HDPE  
 Cara Kering Rendaman 30 Menit**

No.	Karakteristik Campuran	KAO substitusi persen HDPE						Spesifikasi Dept. PU (2014)
		0%	5%	10%	15%	20%	25%	
1	Stabilitas (Kg)	1031,97	1086,77	1130,65	1139,50	1158,07	1267,30	Min. 800
2	Flow (mm)	2,10	2,30	2,60	2,87	3,43	3,90	2 - 4
3	MQ (Kg/mm)	490,84	472,15	435,36	339,59	337,87	325,21	Min. 250
4	Density (t/m <sup>3</sup> )	2,45	2,45	2,43	2,43	2,43	2,39	-
5	VIM (%)	3,13	3,20	3,92	4,10	4,28	5,77	3 - 5
6	VMA (%)	22,17	22,22	22,80	22,94	23,09	24,29	Min. 15
7	VFA (%)	86,06	85,80	84,75	82,35	82,09	77,60	Min. 65

**Pembahasan**

**Tinjauan terhadap Nilai Stabilitas**

Nilai stabilitas campuran laston AC-WC menggunakan aspal Pen. 60/70 dengan variasi substitusi kadar limbah HDPE pada KAO 5,50% dan variasi waktu perendaman mengidentifikasi terjadi peningkatan dan penurunan nilai stabilitas campuran tanpa penambahan limbah HDPE seiring lama waktu perendaman. Hal ini dipengaruhi oleh sifat-sifat fisis aspal, suhu, lama waktu perendaman dan tingkat keasaman air, nilai stabilitas campuran.

Hasil penelitian *marshall* menunjukkan bahwa campuran aspal beton pada kadar aspal optimum 5,50% dengan menambahkan limbah plastik *High density poleyethline* (HDPE) terhadap aspal dengan pemadatan 2x75 tumbukan diperoleh nilai stabilitas yang meningkat dari 1031,97 Kg menjadi 1267,30 Kg. Nilai minimum stabilitas yaitu  $\geq 800$  Kg. Pada variasi presentase HDPE 0%-25% nilai stabilitas meningkat, menunjukkan semakin besar persentase kadar limbah plastik HDPE terhadap aspal, semakin besar nilai stabilitasnya. Stabilitas minimum  $\geq 800$  Kg dicapai pada kadar variasi presentase HDPE 0% diperoleh dari persamaan regresi linier  $y = 39,983x + 995,77$  dan  $R^2 = 0,90$ , artinya 99,1% stabilitas dipengaruhi kadar limbah palstik HDPE dan 0,9% dipengaruhi faktor lain. Hal ini relevan dengan penelitian Rahmawati (2015) dan Suroso (2009) mengenai kontribusi polimer dalam aspal.

**Tinjauan terhadap Nilai Kelelahan Plastis (Flow)**

Nilai *flow* campuran laston lapis aus AC-WC menggunakan variasi persentase limbah HDPE sebagai pensubstitusi aspal terhadap pengaruh lama waktu perendaman. Semakin besar kadar aspal dalam campuran dapat meningkatkan nilai *flow*, dipengaruhi sifat *rheologi* aspal modifikasi HDPE dan minimnya kadar aspal, karena material HDPE memiliki daya tahan terhadap suhu dan tahan terhadap pengaruh air. Dari masa perendaman, semakin lama benda uji direndam, nilai *flow* semakin meningkat. Namun, nilai *flow* masih memenuhi standar yaitu 2-4 mm. Dari persamaan regresi linier diperoleh  $y = 0,3619x + 1,6$  dan  $R^2 = 0,9676$ , artinya 99,74% *flow* dipengaruhi kadar limbah plastik HDPE dan 0,24% dipengaruhi faktor lainnya.

**Tinjauan terhadap Nilai Marshall Quotient (MQ)**

Nilai *Marshall Quotient* dari campuran laston lapis aus dengan variasi substitusi limbah HDPE dan tanpa substitusi dengan variasi periode waktu rendaman. Nilai *Marshall Quotient* ini dipengaruhi nilai stabilitas dan nilai *flow* dari campuran. Nilai *Marshall Quotient* berkorelasi negatif dengan nilai *flow*, meningkatnya nilai *flow* mengakibatkan nilai *Marshall Quotient* semakin menurun dan jika nilai *flow* semakin menurun, maka *Marshall Quotient* semakin tinggi. Semakin kecilnya nilai *Marshall Quotient* dari suatu campuran, campuran tersebut cenderung memiliki fleksibilitas tinggi, karena nilai *Marshall Quotient* merupakan pendekatan terhadap kekakuan dan kelenturan suatu campuran aspal. Namun, nilai *Marshall Quotient* masih memenuhi standar yaitu  $\geq 250$  Kg/mm. Bertambahnya persen polimer yang dicampur dalam aspal, akan menurunnya nilai *Marshall Quotient*. Dari persamaan regresi linier diperoleh  $y = -36,221x + 536,78$  dan  $R^2 = 0,9744$ , artinya 97,44% *Marshall Qoutient* dipengaruhi kadar limbah plastik HDPE dan 2,56% dipengaruhi faktor lainnya.

### **Tinjauan terhadap Nilai Kepadatan (*Density*)**

Kepadatan (*density*) adalah perbandingan berat kering dan volume benda uji campuran. Nilai *density* pada campuran laston lapis aus dan tanpa substitusi limbah HDPE pada lama waktu rendaman. Semakin besar persentase substitusi limbah HDPE dalam campuran beton aspal, maka nilai *density* semakin rendah. Hal ini dipengaruhi minimnya kadar aspal dalam campuran dan sifat fisis aspal yang disubstitusi limbah HDPE, sehingga berpengaruh terhadap kemampuan aspal mengisi rongga dalam campuran, sebaliknya semakin kecil persentase substitusi limbah HDPE dalam campuran, nilai *density* meningkat saat kadar aspal meningkat. Hal ini menunjukkan terjadinya pemadatan yang baik, sehingga tercipta ikatan yang baik dan meningkatkan ketahanan beban bekerja, sebaliknya nilai *density* yang rendah menghasilkan nilai stabilitas besar. Hal ini menunjukkan campuran dengan substitusi limbah HDPE memiliki ketahanan akan pengaruh air.

### **Tinjauan terhadap Nilai *Voids in Mix* (VIM)**

Nilai VIM menunjukkan banyaknya persentase rongga dalam campuran, yang dinyatakan dalam persen. Nilai VIM semakin kecil tergantung kemampuan aspal dalam mengisi rongga dalam campuran. Nilai VIM pada campuran laston dengan substitusi limbah plastik HDPE tanpa substitusi limbah plastik HDPE dengan lama perendaman. Semakin besar persentase substitusi limbah HDPE dalam campuran aspal nilai VIM cenderung meningkat, meningkatnya nilai VIM dipengaruhi berkurangnya kadar aspal dalam campuran seiring besarnya persentase substitusi limbah HDPE. Penambahan plastik HDPE mempunyai nilai rongga dalam campuran yang lebih kecil, namun pada substitusi HDPE 25% nilai VIM melebihi batas persyaratan yaitu 3-5%.

### **Tinjauan terhadap Nilai *Void in Mineral Agregat* (VMA)**

Nilai VMA pada campuran dengan substitusi limbah plastik HDPE dan tanpa substitusi limbah HDPE dengan variasi lama waktu rendaman. Semakin kecil kadar aspal dalam campuran, semakin besar nilai VMA campuran, hal ini menyebabkan lebih besar ruang yang tersedia untuk terselimuti aspal. Sebaliknya, jika agregat mempunyai nilai VMA yang kecil, aspal yang dapat menyelimuti agregat terbatas dan mengakibatkan selimut aspal yang tipis, sehingga berpengaruh terhadap keawetan dan fleksibilitas campuran. Meningkatnya nilai VMA dipengaruhi jumlah persentase substitusi limbah plastik HDPE dalam aspal, karena limbah HDPE memiliki kemampuan untuk mencair dan menyatu dengan aspal (homogen). Nilai VMA pada campuran aspal substitusi limbah plastik HDPE masih memenuhi persyaratan yaitu lebih besar dari 15%.

### **Tinjauan *Voids Filled Aspal* (VFA)**

Nilai VFA pada campuran laston lapis aus (AC-WC) dengan substitusi limbah plastik HDPE dan tanpa substitusi pada lama waktu perendaman. Besarnya nilai VFA menentukan keawetan campuran aspal beton, semakin besar nilai VFA menjadikan nilai VIM semakin kecil, karena semakin banyak rongga dalam campuran yang terisi aspal, campuran beton aspal semakin awet. Sebaliknya, jika nilai VFA semakin kecil, aspal mengisi rongga lebih sedikit dan aspal yang menyelimuti butiran partikel agregat sangat tipis, sehingga campuran beton aspal tidak awet dan terjadi pelepasan butir agregat. Pada penelitian ini dalam menentukan keawetan campuran tidak hanya dengan melihat nilai VMA, namun dilihat dari nilai indeks durabilitas dari campuran akibat pengaruh inflasi selama waktu rendaman yang lebih lama. Nilai VFA pada campuran laston lapis aus tanpa substitusi limbah plastik HDPE masih memenuhi persyaratan minimum 65%.

### **Tinjauan terhadap Nilai Stabilitas Sisa (IRS)**

Pengujian perendaman marshall (*Marshall Immersion*) untuk memperoleh kekuatan campuran aspal terhadap kerusakan akibat pengaruh beban lalu lintas, melihat dari persentase indeks stabilitas campuran sebagai parameter yang diperoleh setelah melakukan pengujian, pengujian ini merupakan indikator menentukan besaran nilai penurunan stabilitas campuran aspal selama waktu perendaman.

Nilai IRS campuran dengan substitusi limbah plastik HDPE tanpa substitusi limbah plastik HDPE selama waktu perendaman. Nilai Stabilitas Sisa semakin menurun seiring bertambahnya waktu rendaman. Menurut Prabowo (2003), penurunan nilai stabilitas sisa dipengaruhi tingkat keasaman (ph), semakin tinggi tingkat keasaman suatu air, maka semakin besar daya merusak campuran aspal, dan semakin lama campuran terendam membuat kerapatan campuran berkurang, baik dari sisi kohesi maupun adhesi, yang berakibat penguncian (*interlocking*) dan daya ikat aspal terhadap agregat turun.

Pada campuran dengan tambahan limbah plastik HDPE 10% memiliki nilai stabilitas maksimum selama waktu perendaman 24 jam pada suhu 60<sup>o</sup>c yaitu 1140,62 Kg, dan bertambahnya persentase limbah plastik HDPE nilai stabilitas semakin menurun pada rendaman 24 jam, pada substitusi HDPE 25% nilai stabilitas menurun 974,99 Kg, namun masih memenuhi persyaratan yaitu  $\geq 800$  Kg.

### **Tinjauan Persamaan Segresi Linier**

Analisis pengaruh variasi persentase substitusi limbah plastik HDPE terhadap lama waktu rendaman dilakukan dengan cara persamaan segresi linier terhadap nilai Stabilitas, *MQ*, dan *flow* pada variasi kadar substitusi limbah plastik HDPE pada campuran AC-WC dengan perlakuan lama waktu rendaman. Hal ini dikarenakan parameter tersebut didapatkan setelah benda uji direndam dalam *waterbath*, sedangkan parameter lain sebelum perendaman *waterbath*. Pengaruh substitusi limbah plastik HDPE terhadap parameter *marshall* menunjukkan terjadinya pengaruh signifikan terhadap nilai stabilitas, *flow* dan *MQ* seiring lamanya waktu perendaman, karena besarnya variasi persentase substitusi limbah plastik HDPE dalam campuran menyebabkan campuran semakin getas dan kaku, sehingga mengurangi efisiensi aspal modifikasi limbah plastik HDPE dalam mengisi rongga di dalam campuran, sehingga menyebabkan penurunan kekuatan setelah perendaman.

### **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan mengenai karakteristik campuran AC-WC dengan penambahan variasi persentase limbah plastik HDPE dengan cara kering disimpulkan bahwa: 1) nilai stabilitas pada campuran dengan penambahan limbah plastik HDPE terhadap waktu rendaman masih memenuhi syarat yaitu  $\geq 90$ ; 2) berdasarkan evaluasi terhadap karakteristik *marshall* pada campuran AC-WC dengan variasi persentase penambahan limbah plastik HDPE dengan cara kering pada kadar aspal optimum 5,50%, diketahui nilai Stabilitas, MQ, VIM dan VMA menurun seiring besarnya persentase substitusi limbah plastik HDPE dalam campuran, sedangkan nilai *density*, *flow*, dan VFA menurun. Hal ini dipengaruhi sifat fisis aspal yang mulai getas dan mengental seiring besarnya persentase substitusi limbah plastik HDPE, sehingga mengurangi efisiensi aspal mengisi rongga dalam campuran karakteristik *marshall*; 3) pada campuran dengan tambahan limbah plastik HDPE 10% memiliki nilai stabilitas maksimum selama waktu perendaman 24 jam pada suhu 60<sup>o</sup>c yaitu 1140,62 Kg, dan bertambahnya persentase limbah plastik HDPE, nilai stabilitas semakin menurun pada rendaman 24 jam, pada substitusi HDPE 25% nilai stabilitas menurun 974,99 Kg, namun masih memenuhi persyaratan yaitu  $\geq 800$  Kg; dan 4) berdasarkan uji regresi linier, pengaruh penambahan limbah plastik HDPE dengan cara kering terhadap parameter *marshall* menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap nilai stabilitas, *flow* dan MQ seiring lamanya waktu perendaman campuran.

### **REFERENSI**

- Anonim. 2010. *Spesifikasi Umum 2010 Devisi 6 Perkerasan Aspal*. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia.
- Bukhari., Saleh. 2007. *Rekayasa Bahan dan Tebal Perkerasan*. Banda Aceh: Fakultas Teknik, Unsyiah.
- Karuniastuti, N. 2013. *Bahaya Plastik terhadap Kesehatan dan Lingkungan*. Jurnal Forum Teknologi, Vol.3 No.1 Hal. 6-14.

- Nugrohojati, E.S. 2002 *Pengaruh Penggunaan Serat Limbah Plastik Botol Minuman sebagai Additiv pada Campuran HRA Ditinjau dari Ketahanan Terhadap Air*. Yogyakarta: Sarjana Sastra Satu Universitas Gajah Mada.
- Oxtoby, David W., dkk. 2003. *Prinsip-Prinsip Kimia Modern, Ed. Ke 4. Jilid. 1*. Jakarta: Erlangga.
- Rosiyida, M.,A., Oftiana, N. 2013. *Pengaruh Penambahan Plastik Hing Densty Polytilene (HDPE) dalam Campuran Laston*. Tugas Akhir Sarjana Sastra Universitas Muhammadiyah Yokyakarta.
- Sukirman. 2003. *Beton Aspal Capuran Panas Granit*. Jakarta.
- Bukhari., Saleh. 2007. *Rongga Udara dan Volume Kadar Aspal Efektif*. Jakarta.
- Syarief, R.S. Santausa., B. Isyana. 1989. *Teknologi Pengemasan Pangan*. Bogor: Laboratorium Rekayasa Proses Pangan Pusat Antar Universitas dan Gizi IPB.
- Rosyada., Oftiane. 2013. *Pengaruh Limbah Plastic HDPE dalam Campuran Laston AC-WC*. Jakarta.
- Rahmawati. 2015. *Kontribusi Polimer HDPE dalam Aspal*. Jakarta.
- Prabowo. 2003. *Nilai IRS Semakin Menurun Seiring Bertambahnya Waktu Rendaman*. Jakarta.