

## PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH PLASTIK PADA CAMPURAN LASTON (AC-WC) TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL

Dwi Kartikasari <sup>1)</sup>, Samsul Arif <sup>2)</sup>

<sup>1),2)</sup>Teknik Sipil, Universitas Islam Lamongan  
Jl. Veteran 53A Lamongan  
Email : dkartika27@gmail.com

**Abstrak.** Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) melalui Badan Penelitian dan Pengembangan (Balitbang) saat ini tengah mengembangkan pemanfaatan limbah plastik sebagai campuran aspal. Jumlah sampah plastik di Indonesia tahun 2019 diperkirakan mencapai 9,52 juta ton atau 14% dari total sampah yang ada. Jenis limbah plastik yang digunakan dalam penelitian adalah PE (Polyethylene terephthalate), LDPE (Low Density Polyethylene) dan PP (Polypropylene). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah plastik pada campuran Laston (AC-WC) terhadap karakteristik Marshall, dengan komposisi tambahan limbah plastik 0%, 2% dan 4%. Karakteristik Marshall yang ditinjau adalah VIM (Void In Mix), VFWA (Void Filled With Asphalt), stabilitas, Flow (Kelelahan Plastis), Marshall Quotient, dan Density (Kepadatan). Dari hasil pengujian diketahui campuran laston AC-WC dengan penambahan limbah plastik PE (Polyethylene terephthalate), LDPE (Low Density Polyethylene) dan PP (Polypropylene) dapat meningkatkan stabilitas sekitar 36% dari campuran normal, sehingga ketahanan laston lebih baik. Selain itu pengaruh penambahan limbah plastik juga berpengaruh terhadap nilai kelelahan plastis, semakin besar penambahan kadar plastik semakin rendah nilai flow. Penambahan limbah plastik juga mempengaruhi kekakuan campuran, semakin besar komposisi penambahan plastik, semakin tinggi juga nilai kekakuan laston.

**Kata kunci :** Laston AC-WC, Polyethylene terephthalate, Low Density Polyethylene, Polypropylene, Karakteristik Marshall

### 1. Pendahuluan

Aspal adalah bahan pengikat campuran yang merupakan faktor utama dan mempengaruhi kinerja campuran beraspal [1]. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) melalui Badan Penelitian dan Pengembangan (Balitbang) saat ini tengah mengembangkan pemanfaatan limbah plastik sebagai campuran aspal. Hal tersebut merupakan komitmen Indonesia untuk mengurangi sampah plastik laut sebesar 70% hingga tahun 2025. Jumlah sampah plastik di Indonesia tahun 2019 diperkirakan mencapai 9,52 juta ton atau 14% dari total sampah yang ada. Dengan estimasi plastik yang digunakan 2,5-5 ton/km jalan, maka limbah plastik dapat menyumbang kebutuhan jalan sepanjang 190.000 km. Setelah berhasil diujicoba di Universitas Udayana, selanjutnya pemanfaatan limbah plastik untuk aspal juga akan dilaksanakan pada jalan nasional di Jakarta, Bekasi dan Surabaya pada pertengahan Agustus tahun 2017 [2].

Dari latar belakang tersebut, maka akan dilakukan penelitian pengaruh penambahan limbah plastik dari beberapa jenis plastik pada campuran laston (AC-WC) terhadap karakteristik Marshall. Jenis limbah plastik yang digunakan dalam campuran tersebut adalah PE (Polyethylene terephthalate), LDPE (Low Density Polyethylene) dan PP (Polypropylene). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah plastik pada campuran Laston (AC-WC) terhadap karakteristik Marshall.

Pemeriksaan agregat kasar dan halus meliputi pemeriksaan gradasi agregat, berat jenis dan penyerapan. Sedangkan pemeriksaan aspal meliputi penetrasi aspal, titik lembek, titik nyala dan titik bakar. Kadar aspal optimum yang digunakan dalam campuran sebesar 5% dari total agregat (1200 gram). Pelaksanaan penelitian seperti pembuatan benda uji, perawatan dan pengujian benda uji dilakukan di Laboratorium Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan. Penelitian yang akan diuji pada campuran Laston (AC-WC) adalah *Marshall test* dengan komposisi tambahan limbah plastik 0%, 2% dan 4%. Semua bahan yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada spesifikasi umum yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga tahun 2010 Revisi 3. Pemahaman akan karakteristik Marshall secara umum dapat dijelaskan sebagai berikut [3]:

a. Nilai VIM (*Void In Mix*)

*Void In Mix (VIM)* adalah perbandingan (prosentase) volume rongga terhadap volume total campuran padat atau nilai yang menunjukkan banyaknya rongga dalam suatu campuran. VIM dinyatakan dalam persentase terhadap volume campuran aspal.

b. Nilai VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

*Void Filled With Asphalt (VFWA)* adalah nilai yang menunjukkan besarnya rongga yang terisi oleh aspal yang dinyatakan dalam persen (%). Besarnya nilai VFWA sangat berpengaruh terhadap keawetan suatu perkerasan. Apabila nilai VFWA tinggi berarti banyak rongga yang terisi aspal, sehingga kedekatan campuran terhadap air dan udara menjadi tinggi.

c. Nilai Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan lapisan perkerasan untuk menahan deformasi atau perubahan bentuk tetap, seperti : gelombang, alur, bleeding. Nilai stabilitas diperoleh melalui pembacaan dial atau arloji pada alat Marshall yang dikalikan dengan kalibrasi alat Marshall, nilai koreksi tinggi benda uji, dan konversi satuan dari lbs ke kg.

d. Nilai *Flow* (Kelelehan Plastis)

*Flow* merupakan besarnya deformasi yang terjadi pada suatu lapis perkerasan akibat menahan beban yang diterima. Besarnya nilai deformasi pada lapis perkerasan dipengaruhi oleh nilai VIM, VFWA, dan stabilitas. Nilai *flow* diperoleh melalui pembacaan dial atau arloji pada alat *Marshall*. Nilai *flow* dinyatakan dalam mm.

e. Nilai *Marshall Quotient*.

*Marshall Quotient* adalah hasil bagi dari nilai stabilitas dengan nilai *flow*, yang digunakan sebagai pendekatan terhadap tingkat kekakuan campuran. Nilai MQ dinyatakan dalam kg/mm. Nilai MQ akan memberikan nilai fleksibilitas pada campuran, semakin besar nilai MQ berarti perkerasan semakin kaku dan sebaliknya semakin kecil nilai MQ maka perkerasan semakin lentur.

f. *Density* (Kepadatan)

Nilai *density*, yaitu nilai yang menunjukkan besaran kepadatan campuran. Kepadatan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain gradasi campuran, jenis dan kualitas bahan penyusun, kadar aspal, kekentalan aspal, jumlah dan suhu pemadatan.

## 2. Pembahasan

### 2.1 Pemeriksaan Bahan

a. Agregat Kasar dan Halus

Hasil pemeriksaan agregat kasar dan halus dilakukan untuk menentukan kualitas agregat memenuhi standar yang ditentukan. Hasil penelitian ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Agregat

Jenis Pengujian	Hasil	Spesifikasi Pengujian [4]		Keterangan
		Minimal	maksimal	
<b>Agregat Kasar</b>				
Berat jenis bulk	2,56	-	-	
Berat jenis apparent	2,69	2,5	-	memenuhi
Berat jenis efektif	2,61	-	-	
Penyerapan	1,82	-	3	memenuhi
<b>Agregat Halus</b>				
Berat jenis bulk	2,58	-	-	
Berat jenis apparent	2,72	2,5	-	
Berat jenis efektif	2,63	-	-	
Penyerapan	1,97	-	3	

b. Aspal

Hasil pemeriksaan aspal dilakukan untuk menentukan kualitas aspal memenuhi standar yang ditentukan. Aspal yang digunakan merupakan aspal penetrasi 60/70. Hasil penelitian ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Aspal

Jenis Pengujian	Hasil	Spesifikasi Pengujian [4]		Keterangan
		Minimal	maksimal	
Penetrasi	67	60	70	memenuhi
Titik lembek	51	48	-	memenuhi
Titik nyala	277	232	-	memenuhi
Titik bakar	295	232		memenuhi

Sumber : hasil penelitian

### 2.3 Hasil Pengujian Tes Marshall

Peninjauan karakteristik *Marshall* meliputi *VIM* (*void in mix*), *VFWA* (*void fillet with asphalt*), stabilitas, kelelahan plastis (*flow*), *Marshall Quotient* (*MQ*), kepadatan (*density*). Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Tes Marshall

Sifat Marshall	Hasil Tes							Spesifikasi [4]	Keterangan
	0%	PE 2%	PE 4%	LDPE 2%	LDPE 4%	PP 2%	PP 4%		
VIM (%)	4,5	4,3	4,6	4,5	4,5	4,6	4,8	3 - 5,5	memenuhi
VMA (%)	16,2	16	16	16,1	15,9	16,2	16,1	> 15	memenuhi
VFWA (%)	72,8	73,9	73,5	73,3	74,2	72,5	72,9	> 65	memenuhi
Stabilitas (kg)	1111	1521	1462	1511	1429	1462	1545	> 800	memenuhi
Flow (mm)	3,6	3,6	3,4	3,6	3,3	3,9	3,9	> 3	memenuhi
MQ (kg/mm)	308	425	436	426	433	379	401	> 250	memenuhi

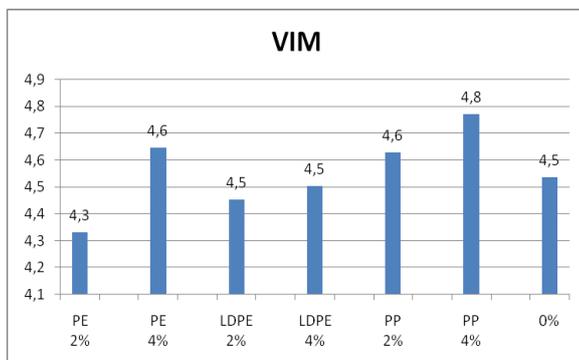
Sumber : hasil penelitian

#### a) Rongga Udara di dalam Campuran (VIM)

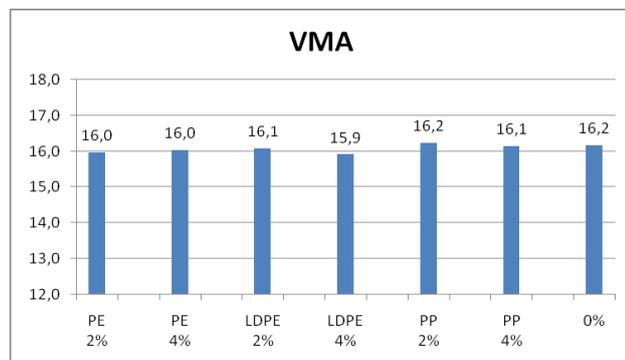
Nilai VIM menunjukkan prosentase rongga dalam campuran. Dari Gambar 1 terlihat nilai VIM tertinggi pada campuran PP (*Polypropylene*) dengan kadar campuran 4%. Sedangkan nilai terendah 4,3 terdapat pada campuran PE (*Polyethylene*). Sesuai spesifikasi Bina Marga nilai VIM berkisar 3% - 5,5% sehingga nilai VIM masih memenuhi ketentuan Bina Marga.

#### b) Rongga Udara di dalam Agregat (VMA)

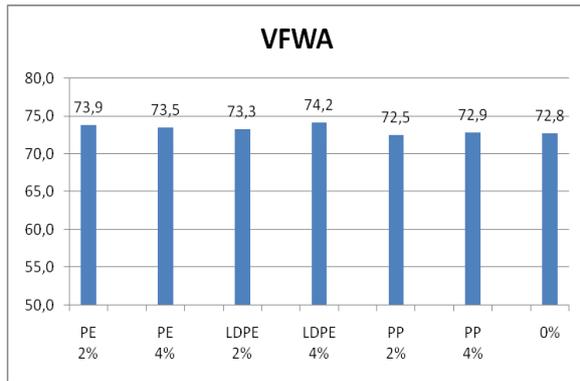
Nilai VMA menunjukkan prosentase volume rongga yang terdapat diantara partikel agregat campuran beraspal. Dari Gambar 2 terlihat nilai VMA rata-rata bernilai 16%. Nilai tersebut masih memenuhi kriteria yaitu lebih dari 15%.



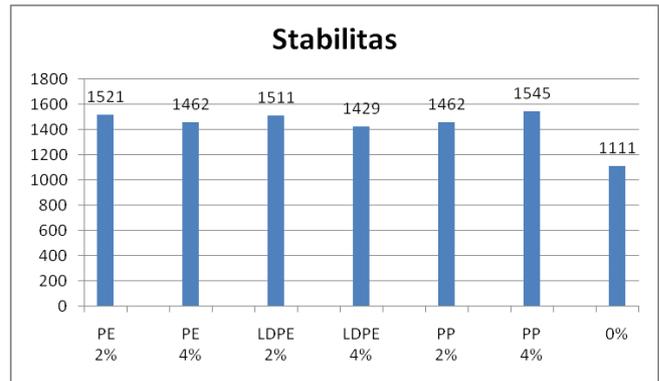
Gambar 1. VIM (*void in mix*)



Gambar 2. VMA (*void in mineral aggregate*)



Gambar 3. VFWA (void filled with asphalt)



Gambar 4. Stabilitas (kg)

c) Rongga Udara Terisi Aspal (VFWA)

Nilai VFWA menunjukkan prosentase rongga dalam agregat yang terisi aspal. Dari Gambar 3 terlihat nilai VFWA terbesar pada campuran LDPE 4%. Spesifikasi dari Bina Marga nilai VFWA minimal 65. Nilai VFWA yang terlalu tinggi dapat menyebabkan naiknya aspal ke permukaan saat suhu perkerasan tinggi.

d) Stabilitas

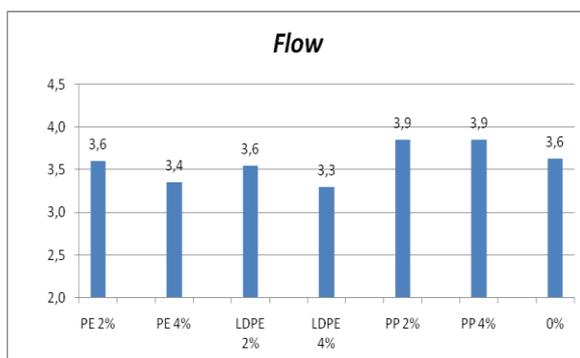
Nilai stabilitas digunakan sebagai ukuran kemampuan campuran untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas. Dari gambar 4 terlihat nilai stabilitas terendah yaitu pada campuran normal sebesar 1111 kg. Sedangkan nilai tertinggi pada campuran PP 4% sebesar 1545 kg. Berdasarkan spesifikasi Bina Marga nilai stabilitas yang disyaratkan yaitu minimal 800 kg, sehingga nilai stabilitas dengan berbagai komposisi plastik sudah memenuhi ketentuan.

e) Kelelahan plastis (flow)

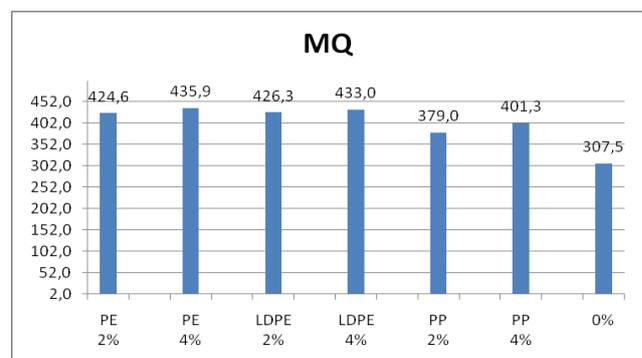
Kelelahan menunjukkan deformasi akibat pembebanan. Nilai ini langsung dapat dibaca dari pembacaan arloji saat pengujian Marshall. Nilai *flow* yang tinggi menunjukkan campuran bersifat plastis dan lebih mampu mengikuti deformasi akibat beban, sedangkan *flow* yang terlalu rendah mengisyaratkan kandungan aspal yang terlalu rendah sehingga berpotensi retak dini. Nilai *flow* yang disyaratkan dari Bina Marga minimal 3. Dari hasil pengujian campuran dengan berbagai komposisi plastik sudah memenuhi ketentuan.

f) Marshall Quotient (MQ)

MQ merupakan perbandingan dari nilai stabilitas dan kelelahan yang digunakan sebagai ukuran kekakuan campuran. Semakin besar nilai MQ maka campuran semakin kaku. Dari hasil penelitian diketahui nilai MQ terbesar yaitu pada campuran PE 4% dan nilai MQ terendah terdapat pada campuran normal.



Gambar 5. Flow



Gambar 6. Marshall Quotient (MQ)

### 3. Simpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Campuran laston AC-WC dengan penambahan limbah plastik PE (*Polyethylene terephthalate*), LDPE (*Low Density Polyethylene*) dan PP (*Polypropylene*) dapat meningkatkan stabilitas sekitar 36% dari campuran normal, sehingga ketahanan laston lebih baik.

2. Pengaruh penambahan limbah plastik juga berpengaruh terhadap nilai kelelahan plastis, semakin besar penambahan kadar plastik semakin rendah nilai *flow*.
3. Penambahan limbah plastik juga mempengaruhi kekakuan campuran, semakin besar komposisi penambahan plastik, semakin tinggi juga nilai kekakuan laston.
4. Dari hasil penambahan kadar plastik 2% dan 4% pada campuran laston menunjukkan nilai VIM, VMA, dan VFWA, memenuhi ketentuan dari Bina Marga.

### **Ucapan Terima Kasih**

Dalam penyusunan penelitian ini tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan yang telah memberikan dukungan finansial sehingga penyusunan penelitian ini dapat berjalan lancar.

### **Daftar Pustaka**

- [1]. Sukirman, 1992, "Perkerasan Lentur Jalan Raya", Penerbit Nova, Bandung.
- [2]. Aditiasari, Dana, "Pemerintah Jokowi Sukses Sulap Sampah Plastik Jadi Aspal", <http://finance.detik.com> diakses pada tanggal 21 Agustus 2017
- [3]. Riyanto, Agus, Akbar S.Y, "Pengaruh Nilai Sand Equivalent terhadap Karakteristik Marshall dan Durabilitas pada Campuran AC (Asphalt Concrete)", dalam Simposium Nasional Teknologi Terapa (SNTT) 4 2016, ISSN:2339-028X
- [4]. Bina Marga, 2010, "Spesifikasi Umum", Departemen Pekerjaan Umum Jendral Bina Marga, Semarang.