

## Pengaruh Dan Perbandingan Penambahan Beberapa Jenis Limbah Plastik Terhadap Kekuatan Jalan Aspal AC – WC

Alvi Maulana Putera<sup>1)</sup>, Rudy Santosa<sup>2)</sup>, Dwi Muryanto<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo Surabaya  
Jl. Semolowaru 84, Surabaya 60118  
Email : [alvimp171@gmail.com](mailto:alvimp171@gmail.com)

<sup>2)</sup> Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo Surabaya  
Jl. Semolowaru 84, Surabaya 60118  
Email : [Rudy.santosa@unitomo.ac.id](mailto:Rudy.santosa@unitomo.ac.id)

<sup>3)</sup> Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo Surabaya  
Jl. Semolowaru 84, Surabaya 60118  
Email : [tugas.akhirta2020@gmail.com](mailto:tugas.akhirta2020@gmail.com)

### Abstrak

Jumlah penggunaan plastik yang terus meningkat setiap tahunnya dan tidak diimbangi dengan cara pengolahan limbahnya akan berakibat pada kerusakan lingkungan dan menjadikan lingkungan menjadi kumuh. Limbah plastik dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambah pada campuran aspal beton (AC – WC). Pencampuran limbah plastik ke dalam bahan campuran aspal memiliki beberapa tujuan, yaitu mengetahui pengaruh pencampuran limbah plastik pada campuran aspal dengan cara substitusi dan mengetahui jenis plastik apa yang lebih baik digunakan untuk bahan tambahan untuk campuran jalan beraspal. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis plastik terbaik yang dapat digunakan sebagai bahan tambah aspal beton lapis pengikat (AC – WC) dan mengacu pada Spesifikasi Bina Marga 2010. Penelitian ini menggunakan limbah plastik jenis LDPE (Low Density Polyethylene) 4%, HDPE (High density polyethylene) 4% dan PET (Polyethylene Terephthalate) 4%, metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental di laboratorium. Semua limbah plastik yang digunakan sebagai bahan tambah dalam penelitian ini sebelumnya telah dipotong / dicacah menjadi ukuran yang kecil kurang lebih 1cm x 1cm. Langkah awal yang dilakukan adalah membuat benda uji untuk mengetahui nilai Kadar Aspal Optimum (KAO), dari pengujian tersebut diperoleh nilai KAO 5,7%. Selanjutnya dilakukan penambahan limbah plastik pada lapisan pengikat (aspal) dengan kadar plastik LDPE 4%, HDPE 4% dan PET 4%, setelah melakukan pembuatan benda uji dengan penambahan limbah plastik pada lapisan pengikat (aspal) dilakukan pengujian dan analisa data test Marshall. Dapat disimpulkan bahwa pada campuran limbah plastik jenis PET 4% memiliki hasil yang cenderung memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2010 hal tersebut dapat dilihat pada hasil test sebagai berikut : Nilai Stabilitas 1.604 Kg > Spesifikasi Bina Marga 2010 min 800 Kg ; Nilai Flow / Kelelahan 4,5 mm > Spesifikasi Bina Marga 2010 2 – 5 mm ; Nilai Rongga dalam Agregat (VMA) 24,61 % > Spesifikasi Bina Marga 2010 min 15 % ; Nilai VIM 4,97 % > Spesifikasi Bina Marga 2010 3 – 5 %.

Kata kunci : (Asphalt concrete – Wearing course) ; Laston ; karakteristik Marshall ; limbah plastik

### Abstract

The number of plastic uses that continues to increase every year and is not balanced by the way the waste is treated will result in environmental damage and make the environment slum. Plastic waste can be used as an additive to the asphalt concrete mixture (AC – WC). The mixing of plastic waste into the asphalt mixture has several purposes, namely to find out the effect of mixing plastic waste in the asphalt mixture by means of substitution and to find out what type of plastic is better used as an additive for the asphalt road mixture. The purpose of this study was to determine the best type of plastic that can be used as an added material for binder layer concrete asphalt (AC - WC) and refers to the 2010 Bina Marga Specifications. This research uses plastic waste type LDPE (Low Density Polyethylene) 4%, HDPE (High density polyethylene) 4% and PET (Polyethylene Terephthalate) 4%, the method used in this study is an experimental method in the laboratory. All plastic waste used as an additive in this study has previously been chopped into small sizes approximately 1cm x 1cm. The initial step taken was to make a test object to determine the value of the Optimum Asphalt Content (KAO), from this test the KAO value was obtained 5.7%. Furthermore, plastic waste was added to the binder layer (asphalt) with plastic content of 4% LDPE, 4% HDPE and 4% PET, after making the test object with the addition of plastic waste to the binder layer (asphalt), testing and analysis of the Marshall test data were carried out. that the 4% PET type plastic waste mixture has results that tend to meet the 2010 Bina Marga Specifications. This can be seen in the following test results: Stability value of 1.604 Kg> Specifications of Bina Marga 2010 min 800 Kg; Value of Flow / Fatigue 4.5 mm> Specifications Bina Marga 2010 2 - 5 mm; Cavity Value in Aggregate (VMA) 24.61%> Highways Specifications 2010 min 15%; VIM Value 4.97%> Specifications of Bina Marga 2010 3 - 5%.

Keywords: (Asphalt concrete - Wearing course) ; Laston ; Marshall characteristics ; plastic waste

### PENDAHULUAN

Perkerasan jalan dengan kualitas yang baik dapat memberikan rasa aman untuk pengguna jalan. Kerusakan jalan yang dapat mengganggu keselamatan dan kenyamanan saat berkendara dapat disebabkan oleh beban muatan yang berlebih (*overload*), banyaknya kendaraan yang melintas (*repetisi beban*) akibat dari pertumbuhan jumlah kendaraan yang sangat cepat, terutama kendaraan pribadi dan perubahan lingkungan sekitar karena fungsi drainase yang kurang baik.

Salah satu upaya peningkatan kualitas dan perbaikan pada kerusakan perkerasan lentur yaitu dengan menaikkan mutu aspal. Cara umum yang digunakan untuk menaikkan mutu aspal adalah dengan penambahan bahan *aditif*, contohnya polimer, plastik, arang atau biasa disebut dengan aspal modifikasi (Saez-alvan, L.D.P, et al, 2003). Saat ini pemerintahan Indonesia melalui Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) sedang mengembangkan teknologi campuran aspal plastik atau karet yang terus diterapkan di beberapa

ruas jalan di Indonesia sebagai upaya pemerintah dalam pemanfaatan limbah plastik. Hal ini disebabkan karena volume sampah di Indonesia mencapai 65 juta ton setahun, dimana komposisinya didominasi sampah organik sebesar 60 persen dan 14 persen oleh sampah plastik (Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2017). Teknologi campuran aspal dengan plastik memiliki kelebihan salah satunya tidak mudah meninggalkan jejak roda kendaraan pada saat aspal basah dilalui kendaraan, meningkatkan ketahanan campuran terhadap deformasi atau alur, serta meningkatkan ketahanan terhadap retak (Kementrian PUPR, 2017).

Berdasarkan dari uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian terkait dengan judul sebagai berikut : “ PENGARUH DAN PERBANDINGAN PENAMBAHAN BEBERAPA JENIS LIMBAH PLASTIK TERHADAP KEKUATAN JALAN ASPAL AC – WC “

#### Tujuan Penelitian

Mengetahui pengaruh penambahan limbah plastik terhadap kekuatan jalan beraspal.

Mengetahui plastik mana yang lebih tepat digunakan untuk campuran aspal, jenis plastik yang digunakan antara lain HDPE, LDPE & PET dengan kadar 4%

#### METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Metode eksperimental yaitu melakukan percobaan terhadap benda uji campuran beraspal AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Coarase*) dengan penambahan limbah plastik jenis HDPE (*high density polyethylene*), LDPE (*low density polyethylene*) dan PET (*polyethylene terephthalate*) dengan kadar 4%.

##### 1. Persiapan Penelitian

Persiapan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi : agregat kasar, agregat halus, aspal, limbah plastik (HDPE, LDPE & PET). Agregat kasar dan halus didapatkan dari AMP PT. BUMINDO SAKTI yang berlokasi di Driyorejo, Gresik. Alat-alat yang digunakan dalam pengujian agregat kasar, agregat halus, aspal dan limbah plastik harus dalam kondisi yang baik dan terkalibrasi.

##### 2. Pemeriksaan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari agregat kasar, agregat halus, aspal dan

limbah plastik HDPE, LDPE & PET yang terlebih dahulu dilakukan pengujian sesuai dengan metode pengujian yang digunakan. Adapun pengujian yang dilakukan untuk agregat meliputi : analisa saringan, berat jenis dan penyerapan agregat, keausan agregat dan tes kelelahan agregat terhadap aspal. Untuk pengujian limbah plastik HDPE, LDPE dan PET meliputi : penetrasi, berat jenis dan kehilangan berat.

##### 3. Menentukan Kombinasi

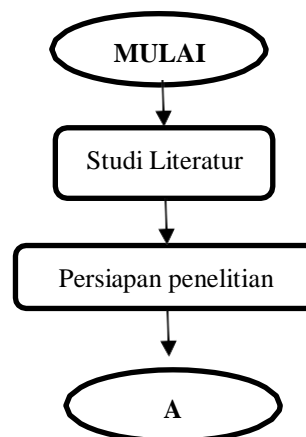
Kadar aspal optimum yang di dapatkan dari perhitungan adalah 5,7% dari total berat agregat (1200 gram) atau sebanyak 68,4 gram. Kadar plastik yang di rencanakan sebesar 4%. Sebagai contoh, untuk kadar aspal 4% didapatkan dari berat total aspal (68,4 gram) atau sebesar 2,74 gram. Kemudian plastik yang sudah ditimbang dilelehkan terlebih dahulu sampai plastik meleleh, kemudian dicampurkan kedalam aspal yang sedang dipanaskan dan diaduk sampai plastik dan aspal tercampur merata.

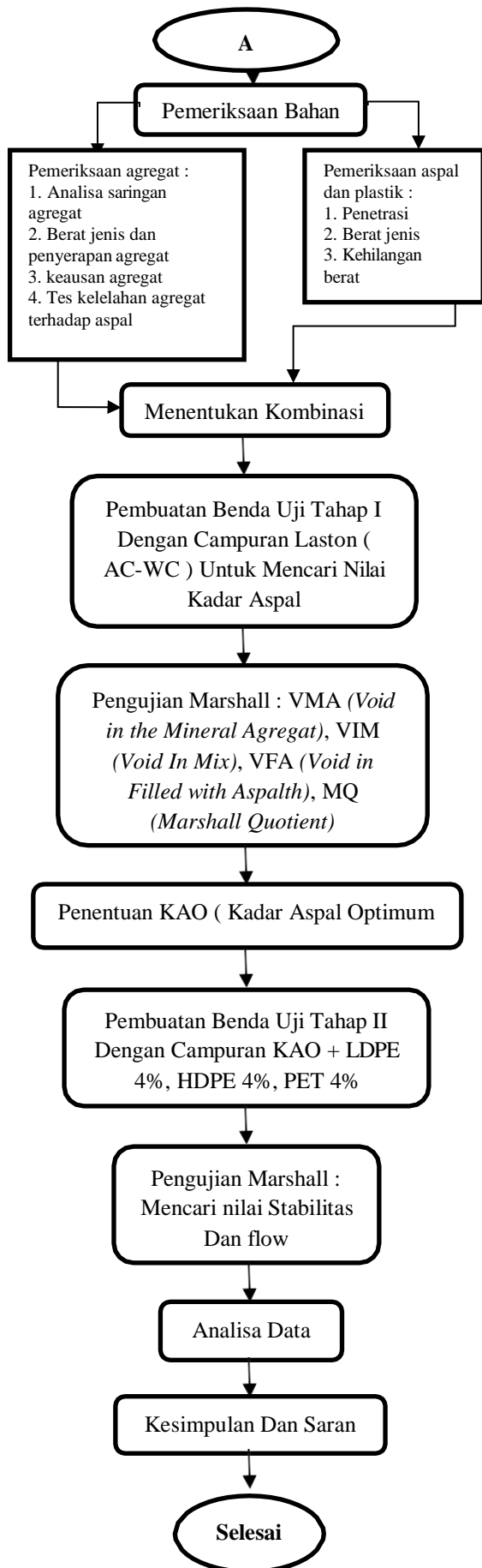
##### 4. Pembuatan Benda Uji

Pada tahap ini pembuatan benda uji dilakukan berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, dan berat campuran yang di dapat adalah sebagai berikut 1131,6 gram (agregat), 65,66 gram (aspal) dan 2,74 gram (berat campuran plastik yang didapatkan dari hasil kali kadar aspal optimum 5,7% dengan kadar plastik 4%). Setelah dilakukan penimbangan, lalu agregat dimasukkan kedalam campuran aspal dan plastik yang telah dipanaskan terlebih dahulu, kemudian campuran tersebut diaduk sampai campuran benar-benar tercampur dan dimasukkan kedalam alat tumbuk untuk ditumbuk sebanyak 2 x 75 kali. Benda uji dibuat 3 setiap jenis plastiknya.

##### 5. Pengujian Benda Uji

Pengujian benda uji ini menggunakan alat Uji Marshall. Alat Marshall merupakan alat tekan yang di lengkapi dengan *proving ring* yang digunakan untuk mengukur kelelahan (*flow*).





## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil pengujian Agregat

Hasil pengujian agregat dapat dilihat pada tabel berikut :

No	Jenis Pengujian	Hasil	Persyaratan
Agregat Kasar			
1	Berat jenis Bulk	2,55	Min 2,5
2	Berat jenis SSD	2,57	
3	Berat jenis Semu	2,62	
4	Penyerapan	1,07	Maks 3%
Agregat Halus			
1	Berat jenis Bulk	2,68	Min 2,5
2	Berat jenis SSD	2,71	
3	Berat jenis Semu	2,78	
4	Penyerapan	1,3	Maks 3%

Tabel 1. Hasil pengujian agregat

Sumber ; Hasil Herhitungan di Lab, 2019

### 2. Hasil pengujian aspal

Pada penelitian ini aspal yang digunakan adalah aspal dengan penetrasi 60/70. Pemeriksaan dilakukan dengan dan tanpa penambahan limbah plastik jenis HDPE, LDPE & PET dengan berat 4% per variasi. Hasil pemeriksaan aspal dapat dilihat pada tabel berikut.

No	Jenis pemeriksaan	Spek	Hasil pemeriksaan			
			Mur ni	HDP E	LD PE	PE T
1	Penetrasi 25°C	40	67,8	65,3	53,0	52
2	Titik lembek (°c)	≥ 48	52	53,2	56,5	56
3	Berat jenis	≥ 1	1,04	1,02	1,01	1,07
4	Daktilitas	≥ 100	119,75	109,35	140	103

Tabel 2. Hasil Pengujian Aspal

Sumber ; Hasil Herhitungan di Lab, 2019

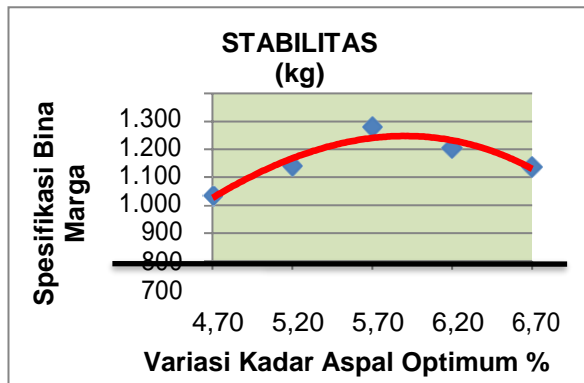
### 3. Hasil penentuan Kadar Aspal Optimum

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan untuk mencari Kadar Aspal Optimum didapat nilai KAO (Kadar Aspal Optimum) sebesar 5,70%.

3.1 Hasil uji KAO terhadap nilai Stabilitas sebagai berikut :

- Kadar aspal 4,7 % didapat 93 3kg > 700 kg
- Kadar aspal 5,2 % didapat 1.042 kg > 700 kg
- Kadar aspal 5,7 % didapat 1.180 kg > 700 kg
- Kadar aspal 6,2 % didapat 1.106 kg > 700 kg
- Kadar aspal 6,7 % didapat 1.037 kg > 700 kg

Grafik hubungan kadar aspal dengan nilai stabilitas dapat dilihat pada grafik berikut :

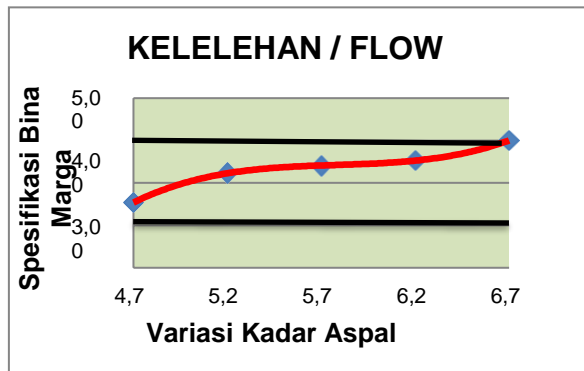


Gambar 1. Grafik hubungan KAO dengan Stabilitas  
Sumber : Hasil Penelitian di Lab, 2019

3.2 Hasil uji KAO terhadap kelelahan / Flow sebagai berikut :

- Kadar aspal 4,7 % didapat 2,5 mm > 2-4 mm
- Kadar aspal 5,2 % didapat 3,2 mm > 2-4 mm
- Kadar aspal 5,7 % didapat 3,4 mm > 2-4 mm
- Kadar aspal 6,2 % didapat 3,5 mm > 2-4 mm
- Kadar aspal 6,7 % didapat 4,0 mm > 2-4 mm

Grafik hubungan kadar aspal dengan nilai stabilitas dapat dilihat pada grafik berikut :

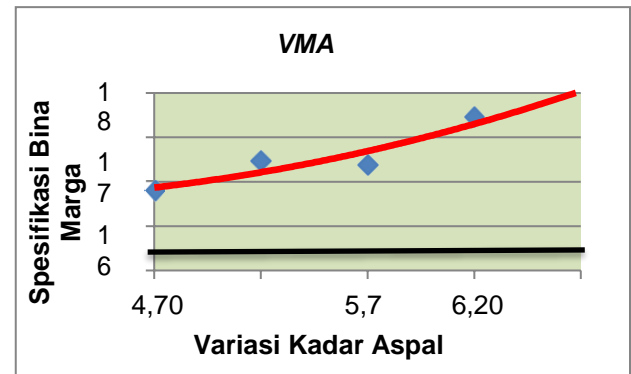


Gambar 2. Grafik hubungan KAO dengan flow  
Sumber : Hasil Penelitian di Lab, 2019

3.3 Hasil uji KAO terhadap Rongga dalam agregat sebagai berikut :

- Kadar aspal 4,7 % didapat 15,79 % > 15 %
- Kadar aspal 5,2 % didapat 16,47 % > 15 %
- Kadar aspal 5,7 % didapat 16,38 % > 15 %
- Kadar aspal 6,2 % didapat 17,46 % > 15 %
- Kadar aspal 6,7 % didapat 18,02 % > 15 %

Grafik hubungan antara kadar aspal dengan nilai rongga dalam agregat dapat dilihat pada grafik berikut :

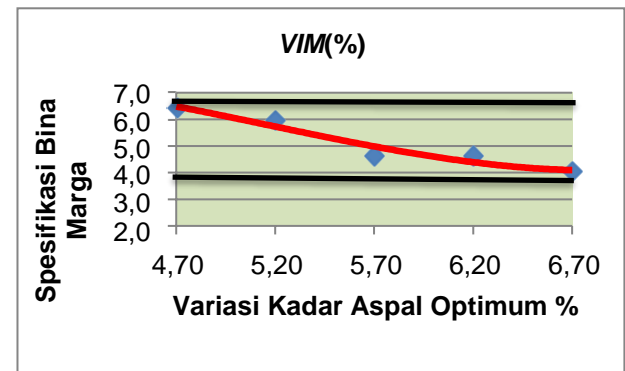


Gambar 3. Grafik hubungan KAO dengan rongga dalam agregat  
Sumber : Hasil Penelitian di Lab, 2019

3.4 Hasil pengujian Kao terhadap Void In Mix adalah sebagai berikut :

- Kadar aspal 4,7 % didapat 6,43 % > 4-7 %
- Kadar aspal 5,2 % didapat 5,96 % > 4-7 %
- Kadar aspal 5,7 % didapat 4,63 % > 4-7 %
- Kadar aspal 6,2 % didapat 4,63 % > 4-7 %
- Kadar aspal 6,7 % didapat 4,04 % > 4-7 %

Grafik hubungan antara kadar aspal dengan nilai Void In Mix dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 4. Grafik hubungan KAO dengan Void In Mix  
Sumber : Hasil Penelitian di Lab, 2019

#### Pembuatan Benda Uji tahap II

Pada pembuatan benda uji tahap II aspal dicampurkan bersama dengan limbah plastik jenis HDPE, LDPE & PET4% dengan rumus / hitungan sebagai berikut :

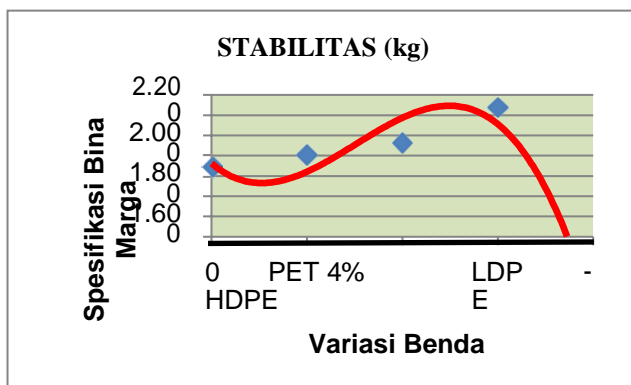
- Berat aspal = Total berat campuran x KAO  
= 1200 x 5,7 = 68,4 gram
- Berat plastik HDPE 4% = 68,4 x 0,04 = 2,74 gram
- Berat plastik LDPE 4% = 68,4 x 0,04 = 2,74 gram
- Berat plastik Pet 4% = 68,4 x 0,04 = 2,74 gram
- Aspal untuk bahan uji II = 68,4 - 2,74 = 65,66 gram.

Berikut adalah tabel berat agregat perayakan :

Ukuran saringan	Jumlah agregat lolos %	Hasil agregat
1/2"	7,7	87.13
3/8"	11,2	126.74
4	15,8	178.79
8	21,8	246.69
16	14,5	164.08
30	8,5	95.05
50	8,1	91.66
100	4,6	52.05
200	3,2	36.21
<b>Total</b>		1078,4 gram

Tabel 3. Hasil Perhitungan Berat Agregat di pan =  $1200 - 1078,4 - 65,66 - 2,74 = 53,2$  gram

1. Hasil uji benda uji terhadap nilai stabilitas : Nilai stabilitas digunakan sebagai parameter untuk mengukur ketahanan terhadap kelelahan plastis dari suatu campuran aspal atau kemampuan campuran untuk menahan deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas. Untuk grafik hubungan antara campuran aspal dengan limbah plastik dapat dilihat pada gambar berikut :



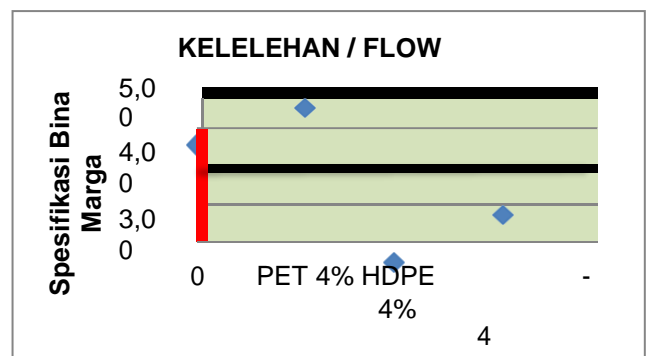
Gambar 5. Grafik Pengujian Terhadap Stabilitas  
Sumber : Hasil Pengujian di Lab, 2019

Pada gambar diatas di dapat hasil dari pengujian benda uji tahap II terhadap nilai stabilitas sebagai berikut :

- Plastik HDPE 4% di dapat hasil 1728 kg > spesifikasi bina marga yaitu 800 kg
- Plastik LDPE 4% di dapat hasil 2073 kg > spesifikasi bina marga yaitu 800 kg
- Plastik PET 4% di dapat hasil 1604 kg > spesifikasi bina marga yaitu 800 kg

Pada hasil data diatas disimpulkan bahwa ketiga spal dengan campuran limbah plastik memenuhi spesifikasi bina marga 2010.

2. Hasil uji benda uji terhadap nilai kelelahan : Kelelahan menunjukkan deformasi benda uji akibat pembebanan. Nilai kelelahan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain : gradasi, kadar aspal, bentuk dan permukaan agregat. Nilai ini langsung dapat dibaca dari pembacaan arloji kelelahan (*flow*) saat pengujian *Marshall*. Untuk grafik hubungan antara campuran aspal dengan limbah plastik dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 6. Grafik Pengujian Terhadap Flow  
Sumber : Hasil Pengujian di Lab, 2019

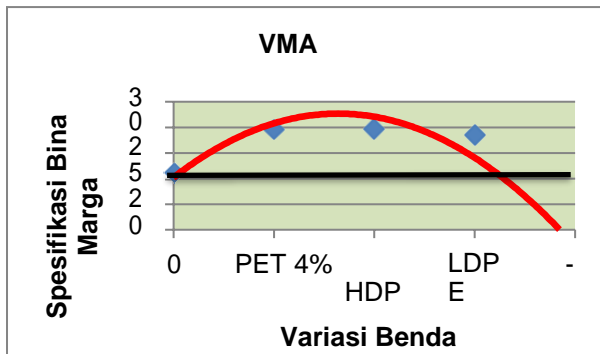
Pada gambar diatas di dapat hasil pengujian benda uji tahap II terhadap nilai kelelahan / *flow* sebagai berikut :

- Plastik HDPE 4% di dapat hasil 1,9 mm < spesifikasi bina marga yaitu 2 – 5 mm
- Plastik LDPE 4% di dapat hasil 1,8 mm < spesifikasi bina marga yaitu 2 – 5 mm
- Plastik PET 4% di dapat hasil 4,5 mm > spesifikasi bina marga yaitu 2 – 5 mm

Pada hasil data diatas dapat disimpulkan aspal dengan campuran limbah plastik jenis PET 4% memenuhi spesifikasi Bina marga 2010, sedangkan aspal dengan campuran plastik LDPE 4% & HDPE 4% tidak memenuhi karena dibawah dari spesifikasi yang telah ditentukan.

3. hasil uji benda uji terhadap nilai rongga dalam agregat :

VMA adalah volume rongga yang terdapat diantara partikel agregat suatu campuran beraspal yang telah dipadatkan. VMA atau yang lebih dikenal dengan rongga dalam agregat merupakan salah satu parameter penting dalam rancangan campuran aspal, karena pengaruhnya terhadap ketahanan dari campuran aspal. Untuk grafik hubungan antara campuran aspal dengan rongga dalam agregat dapat dilihat pada gambar berikut :



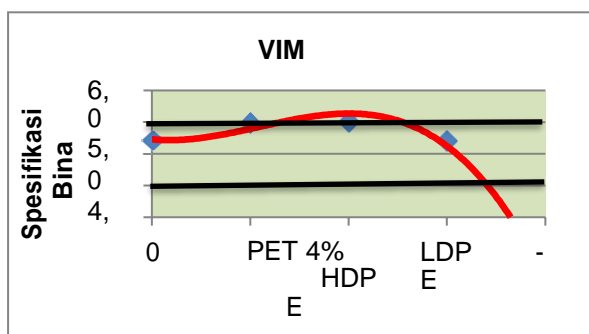
Gambar 7. Grafik Pengujian Terhadap VMA  
Sumber : Hasil Pengujian di Lab, 2019

Pada gambar diatas di dapat hasil dari pengujian benda uji tahap II terhadap nilai rongga dalam agregat/ VMA sebagai berikut :

- Plastik HDPE 4% didapat hasil 24,71 % > spesifikasi bina marga yaitu 15 %
- Plastik LDPE 4% didapat hasil 23,47 % > spesifikasi bina marga yaitu 15 %
- Plastik PET 4% didapat hasil 24,61 % > spesifikasi bina marga yaitu 15 %

Pada hasil diatas dapat disimpulkan aspal dengan campuran limbah plastik jenis HDPE 4%, LDPE 4% & PET 4% memenuhi spesifikasi Bina marga 2010.

4. hasil uji benda uji terhadap nilai VIM :  
Nilai VIM menunjukkan nilai persentase rongga dalam suatu campuran aspal. Nilai VIM berpengaruh terhadap nilai dari durabilitas, semakin besar nilai VIM menunjukkan campuran bersifat keropos. Proses ini mengakibatkan udara dan air mudah masuk kedalam lapis perkerasan sehingga berakibat meningkatkan proses oksidasi yang dapat mempercepat penuaan aspal. Untuk grafik hubungan antara campuran aspal dengan VIM dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 8. Hasil Pengujian Terhadap VIM  
Sumber : Hasil Pengujian di Lab, 2019

Pada gambar diatas di dapat hasil dari pengujian benda uji tahap II terhadap nilai VIM sebagai berikut :

- Plastik HDPE 4 % didapat hasil 5,00 % > spesifikasi bina marga yaitu 3 – 5 %
- Plastik LDPE 4 % didapat hasil 4,42 % > spesifikasi bina marga yaitu 3 – 5 %
- Plastik Pet 4% didapat hasil 4,94 % > spesifikasi bina marga yaitu 3 – 5 %

Pada hasil data diatas dapat disimpulkan aspal dengan campuran limbah plastik jenis HDPE 4%, LDPE 4% & PET 4% memenuhi spesifikasi Bina marga 2010.

### Rekapitulasi hasil pengujian aspal dengan penambahan limbah plastik

Setelah melakukan beberapa pengujian dari aspal dengan penambahan limbah dapat disimpulkan bahwa untuk penggunaan dengan penambahan limbah plastik HDPE 4%, LDPE 4% & PET 4% jenis limbah terbaik yang sebaiknya digunakan dalam campuran aspal adalah PET 4% karena telah memenuhi syarat dari semua pengujian pada campuran Laston AC – WC

### KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan penelitian penambahan limbah plastik jenis LDPE, HDPE & PET didapat kesimpulan sebagai berikut. Antara lain :

Dengan penambahan limbah plastik pada campuran jalan aspal mempunyai banyak pengaruh terhadap karakteristik aspal :

- Pada penambahan limbah plastik jenis LDPE 4% didapat nilai stabilitas, VIM, VMA, VFA, VFB dan MQ telah memenuhi syarat dari spesifikasi yang ditentukan. Nilai flow yang didapat dari hasil perhitungan adalah 1,8 mm > dari spesifikasi yaitu 3 mm ;
- Penambahan limbah plastik jenis HDPE 4% didapat nilai stabilitas, VIM, VMA, VFA, VFB dan MQ telah memenuhi syarat dari spesifikasi yang ditentukan. Nilai flow yang didapat dari hasil perhitungan adalah 1,9 mm > dari spesifikasi yaitu 3 mm
- Penambahan limbah plastik jenis PET 4% didapat nilai stabilitas, flow, VIM, VMA, VFA, VFB dan MQ telah memenuhi syarat dari spesifikasi yang ditentukan.

- Hasil terbaik yang di dapat dari penelitian ini adalah plastik jenis PET dengan kadar 4% memiliki hasil yang cenderung memenuhi syarat untuk dijadikan bahan tambah dalam campuran jalan beraspal dibanding dengan 2 plastik lain yaitu jenis HDPE 4% dan LDPE 4% menurut spesifikasi umum 2010 Devisi 6 Perkerasan Beraspal tahun 2010.

Saran yang dapat disampaikan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Perlu ada penelitian dengan cara kering mengenai penambahan limbah plastik PET, HDPE & LDPE pada campuran aspal AC – WC

- Perlu ada penelitian lebih lanjut dengan penambahan limbah plastik PET, HDPE & LDPE dengan kadar plastik berbeda yaitu pada rentang 5% - 10%.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapkan sebanyak – banyaknya kepada keluarga, teman – teman dan para dosen pembimbing yang telah memberikan semangat dan bantuan baik secara material maupun mental untuk bisa menyelesaikan jurnal ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- \_\_\_\_\_. 2010, *Spesifikasi umum 2010 Devisi 6 Perkerasan Beraspal*.  
Direktorat Jendral Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta.
- AASHTO, 1993, *Guide For Design Of Pavement Structure*, Washington DC.
- Asmara,P.Y., Wijaya, A.F., dan Mentari, A.K. 2015, “ *Pengaruh Penambahan Limbah Botol Plastik Polyethylene Terephthalate (PET) dan Minyak Pelumas Bekas (MPB) Dalam Campuran AC-WC Terhadap Parameter Marshall*” . Makalah Lomba CBR UNILA. UAJY
- Buku Petunjuk Pratikum Bahan Jalan, Laboratorium Transportasi dan Geoteknik Diploma Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh November.
- Soehartono. 2015, *Teknologi Aspal dan Penggunaannya dalam Konstruksi Perkerasan Jalan*. Penerbit: Andi Yogyakarta
- Sukirman, Silvia. 1999, “ *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*” .Bandung :Nova.
- Sukirman, Silvia. 2003, *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Suroso, Tjitjik Wasiah. 2008, ” *Pengaruh Penambahan Plastik LDPE (Low Density Polyethilen) Cara Basah dan Cara Kering Terhadap Kinerja Campuran Beraspal*” . Bandung : Puslitbang Jalan dan Jembatan
- Teknik Sipil. 2019, *Pengaruh Penambahan Plastik Jenis Low Density ( LDPE ) Terhadap Karakteristik Campuran Aspal AC – WC*. Sumatera Utara, Februari 2019
- Teknik Sipil. UMY. 2014, *Jurnal PKM Plastik PET*, July 2014
- Widi Wantoro dkk. 2015, ” *Pengaruh Penambahan Plastik bekas Tipe Low Density Polythlene (LDPE) Terhadap Kinerja Campuran Beraspal* “Yogyakarta : Universitas DIponegoro