

**LAPORAN PENELITIAN**



**PENGUNAAN PLASTIK  
POLYETHYLENE PEREPHTALATE  
SEBAGAI BAHAN TAMBAH PADA HRS-WC**

**Oleh ;**

**Ir. JF. Soandrianie Linggo, MT**

**Leo Pandu Triantoro**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**

**YOGYAKARTA  
2013**

**LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN**

|     |  |   |                       |
|-----|--|---|-----------------------|
| 1.  | Judul Proposal Penelitian                      | Penggunaan Plastik Polyethylene Perekphalate Sebagai Bahan Tambah Pada HRS-WC   |                       |
| 2.  | Kata Kunci                                     | Plastik Polyethylene Perekphalate, karakteristik Marshall,HRS-WC  |                       |
| 3.  | Jenis Kegiatan                                 | Laboratorium  |                       |
| 4.  | Nama Ketua Peneliti                            | JF. Soandrijanie Linggo, Ir. M.T.   |                       |
|     | Pangkat/Golongan                               | Asisten Ahli / IIIA   |                       |
|     | NPP / NIDN                                     | 03.92.385 / 0519086601  |                       |
|     | Jabatan  | Dosen Tetap   |                       |
|     | Unit/Fakultas/Jurusan                          | Teknik/Teknik Sipil   |                       |
|     | Alamat   | Keparakan Lor, Gang Ketimun, MG I/1064 RT 32 RW 07 Yogyakarta 55152   |                       |
|     | No. Telp                                       | 081 2271 4991   |                       |
|     | Email  | jose@staff.uajy.ac.id   |                       |
|     |  | Anggota   |                       |
|     | Nama Lengkap                                   | Leo Pandu Triantoro   |                       |
|     | NPM  | 06 02 12611   |                       |
|     | Jabatan  | Mahasiswa   |                       |
|     | Unit/Fakultas/Jurusan                          | Teknik/Teknik Sipil   |                       |
| 5.  | Lokasi Penelitian                              | Laboratorium Transportasi FT-UAJY   |                       |
| 6.  | Jarak dari kampus UAJY                         | 0 km  | 0 jam                 |
| 7.  | Waktu Pel;aksanaan                             | Periode : 6 bulan   | Efektif : 650 jam     |
| 8.  | Berbebani SKS                                  | Ketua : -   | Anggota : 4 sks       |
| 9.  | Sesuai dengan rencana unit                     | Sesuai dengan Agenda Penelitian PPS Transportasi, Bidang Perkerasan Jalan Raya  |                       |
| 10. | Sesuai dengan track record pengusul            | Pengusul telah beberapa kali melakukan penelitian dan publikasi ilmiah sesuai dengan Agenda Penelitian PPS Transportasi |                       |
| 11. | Sesuai dengan agenda kegiatan pribadi pengusul | Minimal 1 penelitian dan atau publikasi ilmiah dalam 1 tahun  |                       |
| 12. | Dana yang disetujui                            | Dana UAJY   | Dana Pribadi Peneliti |
|     |  |   | -                     |
|     | Jumlah Total                                   | Rp.7.500.000  |                       |
|     | Terbilang                                      | Tujuh Juta Lima Ratus Ribu Rupiah   |                       |

Yogyakarta, 21 Oktober

2013

Mengetahui dan Menyetujui ,

Ketua Peneliti,

Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng  
Linggo, M.T

NPP:01.88.265/NIDN:0522026201

NPP:03.92.385/NIDN:0519086601

Ir. JF. Soandrijanie

Mengetahui dan Menyetujui  
Ketua LPPM,

Dr. Ir. Y. Djarot Purbadi, M.T  
NPP:07.87.217/NIDN:0516065701

### **KATA HANTAR**

Tuntutan akan kebutuhan prasarana transportasi yang kuat, aman, dan nyaman harus selalu disesuaikan dengan perkembangan sarana transportasi maupun iklim yang terjadi di suatu negara.

Banyaknya jenis kendaraan berdan peningkatan peningkatan jumlah kendaraan bermotor yang lalu lalang di jalan dapat mempercepat terjadinya kerusakan pada lapis perkerasan jalan. Untuk itu perlu adanya pemikiran untuk mengembangkan penggunaan bahan-bahan tambah guna memperbaiki kinerja campuran aspal.

Dalam penelitian ini mencoba memanfaatkan plastik jenis *Polyethylene Terephthalate (PET)* yang berasal dari botol bekas air mineral sebagai bahan tambah pada HRS-WC.

Penelitian ini tidak luput dari bantuan berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini diucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Ketua LPPM Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. Staff Laboratorium Transportasi Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
5. Leo Pandu Triantoro yang telah banyak membantu terlaksananya penelitian ini

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih belum sempurna, untuk itu saran untuk penyempurnaan laporan ini sangat kami harapkan. Kiranya laporan ini dapat bermanfaat.

Yogyakarta, 21 Oktober 2013

Penulis

## INTISARI

### **Penggunaan Plastik *Polyethylene Perephthalate* Sebagai Bahan Tambah Pada HRS-WC**

**Ir. JF. Soandrijanie Linggo, MT  
Leo Pandu Triantoro**

Tuntutan akan ketersediaan bahan-bahan pembuat lapis perkerasan lentur yang kuat, aman, nyaman dan menghasilkan lapis perkerasan yang memenuhi persyaratan-persyaratan spesifikasi tidak akan pernah berhenti. Berbagai penelitian terus dilakukan untuk memenuhi tuntutan tersebut.

Penggunaan plastik *polyethylene perephthalate* sebagai bahan tambah pada HRS-WC diharapkan dapat memperbaiki kinerja lapis perkerasan. Dalam penelitian ini dibuat campuran dengan penambahan *polyethylene perephthalate* 0%, 0,15%, 0,3%, 0,45%, dan 0,5%. Kadar aspal yang digunakan pada masing-masing variasi 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7%. Masing-masing variasi campuran dibuat *duplo*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan plastik *polyethylene perephthalate* sebagai bahan tambah pada HRS-WC mampu memperkecil VITM,meningkatkan VFWA,dan meningkatkan stabilitas bahkan sampai mencapai 2 kali lipat lebih. Kadar aspal optimum diperoleh pada campuran 0,15% *polyethylene perephthalate* dengan kadar aspal 7%, kadar 0,3 %, 0,45%, 0,5% *polyethylene perephthalate* dengan kadar aspal 6,75%. Pada pengujian dengan kadar aspal optimum, hasil terbaik didapat pada campuran 0,15% *polyethylene perephthalate* dengan kadar aspal 7% dan 0,3% *polyethylene perephthalate* dengan kadar sapal 6,75%

**Kata kunci :** *polyethylene perephthalate*, HRS-WC,aspal, stabilitas

## DAFTAR ISI

|  |     |
|--|-----|
| LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN HASIL PENELITIAN ..... | ii  |
| KATA HANTAR .....                                      | iii |
| INTISARI .....   | iv  |
| DAFTAR ISI.....  | v   |
| DAFTAR TABEL   | vi  |

|  |      |        |
|--|------|--------|
| DAFTAR .....                                 | vii  | GAMBAR |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                         | viii |        |
| I. PENDAHULUAN.....                          |      |        |
| I.1. Latar Belakang .....                    |      | 1      |
| I.2. Rumusan Masalah .....                   |      | 1      |
| I.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian .....     |      | 2      |
| I.4. Batasan Masalah.....                    |      | 2      |
| II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI..... |      | 4      |
| II.1. Konstruksi Perkerasan Jalan .....      |      | 4      |
| II.2. Agregat .....                          |      | 5      |
| II.3. Aspal .....                            |      | 6      |
| II.4. Bahan Tambah .....                     |      | 8      |
| III. PENELITIAN.....                         |      | METODE |
| III.1. Lokasi Penelitian .....               |      | 10     |
| III.2. Jenis Pengujian .....                 |      | 10     |
| III.3. Alat dan Bahan .....                  |      | 11     |
| III.4. Cara dan Syarat Pengujian .....       |      | 12     |
| III.5. Tahap Pembuatan Benda Uji .....       |      | 13     |
| IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....    |      | 14     |
| IV.1. Hasil Penelitian .....                 |      | 14     |
| IV.2. Pembahasan .....                       |      | 16     |

|                      |    |     |
|----------------------|----|-----|
| V. KESIMPULAN        |    | DAN |
| SARAN.....           | 25 |     |
| V.1. Kesimpulan      |    | 25  |
| V.2 Saran            |    | 25  |
| DAFTAR PUSTAKA ..... |    | 26  |
| LAMPIRAN .....       |    | 27  |

### DAFTAR TABEL

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Tabel 3.1. | Persyaratan Karakteristik Marshall Lapis Tipis Aspal Beton               | 12 |
| Tabel 3.2. | Rancangan Benda Uji .....  | 13 |
| Tabel 4.1. | Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar .....                                    | 14 |
| Tabel 4.2. | Hasil Pemeriksaan Agregat Halus .....                                    | 14 |
| Tabel 4.3. | Hasil Pemeriksaan Aspal Penetrasi 60/70.....                             | 14 |
| Tabel 4.4. | Hasil Pengujian Marshall Beton Aspal Normal .....                        | 15 |
| Tabel 4.5. | Kadar Aspal Optimum Lapis Aspal Beton Normal .....                       | 22 |
| Tabel 4.6. | Kadar Aspal Optimum Variasi <i>Polyethylene Perephtalate</i> (PET) 0,15% | 22 |
| Tabel 4.7. | Kadar Aspal Optimum Variasi <i>Polyethylene Perephtalate</i> (PET) 0,30% | 23 |
| Tabel 4.8. | Kadar Aspal Optimum Variasi <i>Polyethylene Perephtalate</i> (PET) 0,45% | 23 |
| Tabel 4.9. | Kadar Aspal Optimum Variasi <i>Polyethylene Perephtalate</i> (PET) 0,50% | 23 |

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai *Density* dari Berbagai Variasi Penambahan *Polyethylene Pterephtalate* (PET)  
16

Gambar 4.2. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VFWA dari Berbagai Variasi Penambahan *Polyethylene Pterephtalate* (PET)  
17

Gambar 4.3. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VITM dari  
Berbagai Variasi Penambahan *Polyethylene Perekphthalate* (PET)  
18

Gambar 4.4. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai Stabilitas dari  
Berbagai Variasi Penambahan *Polyethylene Perekphthalate* (PET)  
19

Gambar 4.5. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai *Flow* dari  
Berbagai Variasi Penambahan *Polyethylene Perekphthalate* (PET)  
20

Gambar 4.6. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai QM dari  
Berbagai Variasi Penambahan *Polyethylene Perekphthalate* (PET)  
21

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Pemeriksaan Penetrasi Aspal
- Lampiran 2. Pemeriksaan Kehilangan Berat Aspal
- Lampiran 3. Pemeriksaan Kelarutas Aspal Keras dalam CCL<sub>4</sub>
- Lampiran 4. Pemeriksaan Daktilitas
- Lampiran 5. Pemeriksaan Titik Nyala & Titik Bakar Aspal Keras
- Lampiran 6. Pemeriksaan Titik Lembek
- Lampiran 7. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal Keras
- Lampiran 8. Pemeriksaan *Sand Equivalent* dan *Soundness Test* Agregat
- Lampiran 9. Pemeriksaan Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles
- Lampiran 10. Pemeriksaan Berat Jenis & Penyerapan Agregat Kasar
- Lampiran 11. Pemeriksaan Berat Jenis & Penyerapan Agregat Halus
- Lampiran 12. Kelekatan Agregat Terhadap Aspal Penetrasi 40/50 dan Pemeriksaan Berat Jenis *Styrofoam*
- Lampiran 13. Lembar Kerja Kalibrasi Proving Ring Kapasitas 6000 LBF
- Lampiran 14. Tabel Angka Korelasi

## I. PENDAHULUAN

### I.1. Latar Belakang

Adanya tuntutan kualitas yang semakin tinggi terhadap pembuatan jalan baru maupun terhadap pemeliharaan suatu jalan, baik dari segi kekuatan, kenyamanan, maupun keamanan, menuntut ketersediaan bahan-bahan pembuat jalan yang mencukupi dan memenuhi persyaratan-persyaratan spesifikasi.

Lataston merupakan lapisan permukaan yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, *filler*, dan aspal dengan IP 60 atau 80. Lataston juga disebut HRS (*Hot Rolled Sheet*) yang terdiri dari dua tipe yaitu HRS tipe A (WC) dan HRS tipe B (Base).

*Hot Rolled Sheet* (HRS) merupakan lapis perkerasan lentur yang banyak digunakan di Indonesia karena memiliki sifat kedap air dan ketahanan yang cukup tinggi terhadap kelelahan/*fatigue* dibandingkan dengan jenis beton aspal yang lain.

Cuaca yang tidak menentu di Indonesia akhir-akhir ini dengan suhu yang pernah mencapai 34°C dapat mempercepat kerusakan lapis perkerasan jalan. Hal ini menuntut adanya pemikiran untuk mengembangkan ataupun mencari bahan-bahan baru sebagai bahan tambah untuk memperbaiki kinerja campuran aspal. Kondisi ini memberikan adanya peluang untuk menggunakan bahan tambah pada campuran perkerasan lentur jalan raya untuk memperbaiki kinerja perkerasan tersebut.

Suroso (2004), menjelaskan bahwa untuk menaikkan mutu campuran beraspal, salah satunya dengan menambahkan plastik yang dalam istilah kimianya disebut polimer.

Plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) merupakan salah satu bahan yang bersifat liat, kuat, tahan nyala api, dan tidak beracun. Plastik jenis ini biasa digunakan antara lain sebagai botol air mineral, *soft drink*, kemasan sirup, saos, selai, dan minyak goreng. Dengan memanfaatkan plastik bekas jenis PET selain dapat mengurangi volume sampah plastik juga diharapkan dapat memperbaiki kinerja lapis perkerasan.

## **I.2. Perumusan Masalah**

Seberapa jauh manfaat plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) dalam campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course* (HRS-WC) sehingga dapat meningkatkan atau memperbaiki karakteristik campuran HRS-WC.

## **I.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui :

1. Seberapa banyak penggunaan plastik PET akan mempengaruhi karakteristik campuran HRS-WC.
2. Komposisi campuran yang terbaik yang dapat menghasilkan mutu jalan yang lebih baik.

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh manfaat sebagai berikut :

1. Dapat merekomendasikan penggunaan plastik PET dalam meningkatkan mutu perkerasan lentur jalan raya.
2. Meningkatkan memanfaatkan limbah plastik sekaligus mengurangi jumlah timbulan sampah plastik.
3. Menumbuhkan minat mahasiswa Universitas Atma Jaya Yogyakarta, khususnya mahasiswa Program Studi Teknik Sipil untuk melakukan penelitian.

## **I.4. Batasan Masalah**

Agar penelitian tidak terlalu luas dan lebih terarah, maka dalam penelitian ini diberikan beberapa batasan, antara lain :

1. Penelitian ini hanya dibatasi pada perkerasan lentur jenis laston tipe A (WC).
2. Jenis aspal yang digunakan adalah aspal minyak pen 60/70 produksi PT. Pertamina.
3. Agregat berasal dari Clereng
4. Jenis plastik yang digunakan sebagai bahan tambah adalah botol plastik dengan kode 1.
5. Bahan pengisi atau *filler* yang digunakan adalah abu batu.
6. Ukuran maksimum plastik : panjang 1 cm dan lebar 2 cm.
7. Variasi kadar aspal yang digunakan adalah 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7%.

8. Variasi plastik PET : 0%, 0,15%, 0,3%, 0,45%, dan 0,5%.
9. Teknik pencampuran plastik ke dalam campuran menggunakan proses kering.
10. Penelitian dilakukan hanya sebatas pada pengujian laboratorium.
11. Standar yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk Jalan Raya SKBI-2.4.26.1987.

## II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

### II.1. Kontruksi Perkeraan Jalan

Jenis lapis permukaan yang umum dipergunakan di Indonesia antara lain ( Sukirman,1995)

1. Lapisan bersifat nonstruktural, berfungsi sebagai lapisan aus dan kedap air antara lain:
  - a. Burtu (laburan aspal satu lapis), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam, dengan tebal maksimum 2 cm.
  - b. Burda (laburan aspal dua lapis), merupakan lapis penutup yan terdiri dari lapisan aspal ditaburi agregat dikerjakan dua kali secara berurutan dengan tebal padat maksimum 3,5 cm.
  - c. Latasir (lapis tipis aspal pasir), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal dan pasir alam bergradasi menerus dicampur, dihampar dan dipadatkan dengan tebal padat 1-2 cm.
  - d. Buras (laburan aspal), merupakan lapis penutup terdiri dari lapisan aspal taburan pasir dengan ukuran butir maksimum 3/8 inci.
  - e. Latasbum (lapis tipis asbuton murni), merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran asbuton dan bahan pelunak dengan perbandingan tertentu yang dicampur secara dingin denan tebal padat maksimum 1 cm.
  - f. Lataston (lapis tipis aspal beton), dikenal dengan nama *Hot Rolled Sheet* (HRS), merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, mineral pengisi (*filler*) dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas. Tebal padan antara 2,5 – 3 cm.
2. Lapisan bersifat struktural, berfungsi sebagai lapisan yang menahan dan menyebarkan beban roda
  - a. Penetrasi makadam (lapen), merupakan lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal dengan cara disemprotkan di atasnya dan dipadatkan lapis

demis lapis. Di atas lapisan ini biasanya diberi lapisan aspal dengan agregat penutup. Tebal lapisan satu lapis dapat bervariasi dari 4 – 10 cm.

- b. Lasbutag (lapisan asbuton beragregat) merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran antara agregat asbuton dan bahan pelunak yang diaduk, dihampar dan dipadatkan secara dingin. Tebal padat tiap lapisannya antara 3 – 5 cm.
- c. Laston (lapisan aspal beton), merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu.

## **II.2. Agregat**

Menurut Sulaksono (2001), agregat adalah suatu bahan keras dan kaku yang digunakan sebagai bahan campuran, yang berupa butiran atau pecahan, yang termasuk di dalamnya antara lain : pasir, kerikil, agregat pecah, terak dapur tinggi, abu (debu) agregat. Kadar agregat dalam campuran bahan perkerasan konstruksi jalan pada umumnya berkisar antara 90-95 % dari berat total, atau berkisar antara 75-95 % dari volume total.

Menurut Sukirman (1995), gradasi agregat diperoleh dari hasil analisa saringan dengan menggunakan 1 set saringan dimana saringan yang paling kasar diletakkan di atas dan yang paling halus diletakkan paling bawah. Gradasi agregat dapat dibedakan atas :

1. Gradasi seragam (*uniform graded*), adalah agregat dengan ukuran hampir sama/sejenis atau mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka. Agregat dengan gradasi seragam akan menghasilkan lapisan perkerasan jalan dengan sifat permeabilitas tinggi, stabilitas kurang, berat volume kecil.
2. Gradasi rapat (*dense graded*), merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang berimbang, sehingga dinamakan juga agregat bergradasi baik (*well graded*). Agregat dengan gradasi rapat akan menghasilkan lapis

perkerasan dengan stabilitas tinggi, kurang kedap air, sifat drainase jelek dan berat volume besar.

3. Gradasi buruk/jelek (*poorly graded*), merupakan campuran agregat yang tidak memenuhi 2 kriteria di atas. Agregat bergradasi buruk yang umum digunakan untuk lapisan perkerasan lentur yaitu gradasi celah (*gap graded*), merupakan campuran agregat dengan 1 fraksi hilang atau 1 fraksi sedikit sekali, sering disebut juga gradasi senjang. Agregat dengan gradasi senjang akan menghasilkan lapisan perkerasan yang mutunya terletak di antara kedua jenis di atas.

### **II.3 Aspal**

Menurut Sulaksono (2001), aspal adalah sejenis mineral yang banyak digunakan untuk konstruksi jalan, khusus perkerasan lentur. Aspal merupakan material organik (*hydrocarbon*) yang kompleks yang dapat diperoleh langsung dari alam atau dengan proses tertentu (*artificial*). Aspal adalah material penting dalam perkerasan lentur karena dapat merekatkan (bersifat sebagai perekat), mengisi rongga (sebagai *filler*) dan memiliki sifat kedap air (*waterproof*). Umumnya aspal terbagi atas bentuk cair, semipadat dan padat pada suhu ruang ( $25^0$  C). Penggunaan aspal sebagai material perkerasan cukup luas, mulai dari lapis permukaan, lapis fondasi, lapis aus, maupun lapis penutup. Aspal dibedakan menjadi lima, yaitu:

1. Aspal alam

Aspal alam ditemukan di pulau Buton (Sulawesi tenggara-Indonesia), Perancis, Swiss, dan Amerika Latin. Menurut sifat kekerasannya aspal alam dapat dibagi secara berurutan sebagai batuan (*Rock Asphalt*), plastis (*Trinidad Lake Asphalt=TLA*), cair (*Bermuda Lake Asphalt = BLA*).

2. Aspal buatan

Jenis aspal ini dibuat dari minyak bumi sehingga dikenal sebagai aspal minyak. Karena aspal jenis ini keras pada suhu kamar maka sering disebut sebagai aspal keras dan karena aspal ini harus dipanaskan terlebih dahulu sebelum digunakan maka sering juga disebut sebagai aspal panas. Bahan baku

minyak bumi yang baik untuk pembuatan aspal adalah minyak bumi yang banyak mengandung *asphaltene* dan hanya sedikit mengandung *parafin*. Untuk bahan aspal *parafin* kurang disukai karena akan mengakibatkan aspal bersifat getas, mudah terbakar dan memiliki daya lekat yang buruk dengan agregat. Minyak bumi dapat digolongkan ke dalam 3 kelompok, yaitu:

- a. *Parafin base crude oil* ialah minyak bumi yang berkadar *parafin* tinggi.
- b. *Asphaltene base crude oil* ialah minyak bumi dengan kadar *parafin* rendah.
- c. *Mixed-base crude oil* adalah campuran dari keduanya, *Asphaltene base crude oil* mengandung banyak gugusan aromatik dan siklis sehingga kadar aspalnya tinggi sedangkan kadar *parafin*nya rendah.

Minyak bumi tersebut lalu disuling untuk memisahkan bagian-bagian yang sukar menguap. Sisa dari destilasi ini disuling kembali pada suhu yang sama akan tetapi pada tekanan rendah (hampa udara) akan menghasilkan fraksi-fraksi seperti gas, minyak pelumas, sebagai sisa akan dihasilkan *straight run asphalt*.

### 3. Aspal cair

Aspal cair adalah aspal keras yang diencerkan dengan 10 – 20% *kerosin*, *white spirit* atau *gas oil* untuk mencapai viskositas tertentu dan memenuhi fraksi destilasi tertentu. Viskositas ini dibutuhkan agar aspal tersebut dapat menutupi agregat dalam waktu singkat dan akan meningkat terus sampai pekerjaan pemadatan dilaksanakan.

### 4. Aspal emulsi


Aspal emulsi adalah aspal yang lebih cair daripada aspal cair dan mempunyai sifat dapat menembus pori-pori halus dalam batuan yang tidak dapat dilalui oleh aspal cair biasa karena sifat pelarut yang membawa aspal dalam emulsi mempunyai daya tarik terhadap batuan yang lebih baik daripada pelarut dalam aspal cair, terutama apabila batuan tersebut agak lembab.

### 4. Tar

Tar adalah sejenis cairan yang diperoleh dari material organik seperti kayu atau batubara melalui proses destilasi dengan suhu tinggi tanpa zat asam.

#### **II.4. Bahan Tambah**

Bahan tambah adalah suatu bahan diluar bahan penyusun utama yang ditambahkan ke dalam suatu campuran untuk memperbaiki kinerja campuran tersebut.

Menurut Mujiarto (2005), *Polyethylene terephthalate* yang sering disebut PET dibuat dari glikol (EG) dan *terephthalic acid* (TPA) atau dimethyl ester atau asam *terephthalat* (DMT). PET merupakan keluarga *polyester* seperti halnya PC. Polymer PET dapat diberi penguat *fiber glass*, atau *filler mineral*. PET film bersifat jernih, kuat, liat, dimensinya stabil, tahan nyala api, tidak beracun, permeabilitas terhadap gas, aroma maupun air rendah. PET *engineer resin* mempunyai kombinasi sifat-sifat kekuatan (*strength*)-nya tinggi, kaku (*stiffness*), dimensinya stabil, tahan bahan kimia dan panas, serta mempunyai sifat elektrik yang baik. PET memiliki daya serap uap air yang rendah, demikian juga daya serap terhadap air. Penggunaan PET sangat luas antara lain untuk botol-botol untuk air mineral, *soft drink*, kemasan sirup, saus, selai, minyak makan. Botol minuman plastik yang beredar di Indonesia terbuat dari PET (*Polyethylene Terephthalate*), dapat dikenali dengan simbol angka 1 (  ) pada bagian dasar botol.

Menurut Suroso (2004), menjelaskan bahwa untuk menaikkan mutu campuran beraspal, salah satunya dengan menambahkan plastik yang dalam istilah kimianya disebut polimer. Ada dua cara pencampuran plastik dalam campuran aspal yaitu:

1. Cara basah (*wet process*)

Yaitu suatu cara pencampuran dimana plastik dimasukkan kedalam aspal panas dan diaduk dengan kecepatan tinggi sampai homogen. Cara ini membutuhkan tambahan dana cukup besar antara lain bahan bakar, mixer kecepatan tinggi sehingga aspal modifikasi yang dihasilkan harganya cukup besar bedanya dibandingkan dengan aspal konvensional.

2. Cara kering (*dry process*)

Yaitu suatu cara pencampuran dimana plastik dimasukkan kedalam agregat yang dipanaskan pada temperatur campuran, kemudian aspal panas

ditambahkan. Cara ini lebih mudah hanya dengan memasukkan plastik dalam agregat panas, tanpa membutuhkan peralatan lain untuk mencampur (*mixer*).

### **III. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang terdiri dari dua tahap. Tahap pertama adalah pengujian bahan-bahan susun campuran laston HRS-WC, yaitu pengujian aspal dan agregat dan tahap kedua adalah uji analisis dan Marshall.

#### **III.1. Lokasi Penelitian**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Transportasi Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

#### **III.2. Jenis Pengujian**

Adapun jenis pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemeriksaan agregat, meliputi :
  - a. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar.
  - b. Berat jenis agregat halus.
  - c. *Sand Equivalent* (SE).
  - d. *Abration test*.
  - e. *Soundness test*.
2. Pemeriksaan aspal, meliputi :
  - a. Penetrasi.
  - b. Kehilangan berat aspal.
  - c. Titik nyala dan titik bakar.
  - d. Titik lembek.
  - e. Daktilitas.
  - f. Berat jenis.
  - g. Kelarutan dalam CCl<sub>4</sub>.
3. Uji analisis, meliputi : density, *Void In The Mix* (VITM), dan *Void Fill With Asphalt* (VFWA).

4. Uji Marshall yang terdiri dari : uji stabilitas, kelelahan (*flow*), dan *Marshall Quotient* (QM).

### **III.3. Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan dalam pengujian campuran HRS-WC dibagi dalam 3 kelompok, yaitu untuk pengujian agregat, aspal, dan Marshall.

1. Peralatan pengujian agregat :
  - a. Mesin *Los Angeles* dan bola-bola baja.
  - b. Satu set ayakan.
  - c. *Vacum pump*.
  - d. *Dunagan tes set*.
  - e. *Oven*.
  - f. Labu Erlenmeyer dan *beaker glass* kapasitas 20 ml.
  - g. Perlengkapan lainnya seperti : panci, timbangan ( ketelitian 0,1 gr dan 0,01 gr), sendok besar, *tin box*, dll
2. Peralatan pengujian aspal :
  - a. Piknometer.
  - b. *Oven* berplat logam dengan putaran 5-6 rpm.
  - c. Cawan *gooch crucible* dan *filter* dari kertas asbes.
  - d. Cincin kuningan dengan bola baja berdiameter 3,5 cm.
  - e. *Cleveland open cup*.
  - f. Penetrometer.
  - g. Jarum penetrasi dan beban 50 gr.
  - h. Labu Erlenmeyer.
  - i. Bak perendam.
  - j. Termometer.
  - k. Kertas saring.
  - l. Pemanas, yaitu : kompor listrik, batang nyala bunsen, dan sumber pemanas.
  - m. Peralatan pelengkap, antara lain : panci, sendok besar, *tin box*, dll.
3. Peralatan pengujian Marshall :
  - a. Satu set alat pengujian Marshall.
  - b. Cetakan benda uji (*mold*) dengan tinggi  $\pm 7,5$  cm dan diameter  $\pm 10$  cm.

- c. Ejector.
- d. Alat pemadat.
- e. Dunagan test set.
- f. Bak perendam.
- g. Perlengkapan lain : timbangan, spatula, jangka sorong, dll

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Agregat, berupa batu pecah dari mesin pemecah batu yang berasal dari Clereng.
2. Aspal keras penetrasi 60/70 produksin Pertamina.
3. Bahan pengisi dari abu batu.
4. Botol plastik bekas dengan kode 1 ( tercantum pada bagian bawah botol).

#### **III.4. Cara dan Syarat Pengujian**

Cara-cara pengujian bahan-bahan susun dan benda uji sesuai dengan persyaratan yang ditentukan dalam Standar Nasional Indonesia dan Bina Marga pada Manual Pemeriksaan Bahan Jalan dari Dinas Pekerjaan Umum.

Benda uji yang dibuat dikondisikan untuk lalu lintas berat. Persyaratan dari karakteristik *Marshall* campuran Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston) untuk beban lalu lintas berat dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Persyaratan Karakteristik *Marshall* Campuran Lapis Tipis Aspal Beton

| Sifat Campuran                    | L. L. Berat<br>( 2 x 75 tumb ) |      |
|-----------------------------------|--------------------------------|------|
|                                   | Min                            | Maks |
| Stabilitas (kg)                   | 550                            | -    |
| Kelelehan ( <i>Flow</i> ) (mm)    | 2                              | 4    |
| Stabilitas/Kelelahan (QM) (kg.mm) | 200                            | 350  |
| Rongga dalam campuran (VITM) (%)  | 3                              | 5    |
| Rongga terisi aspal (VFWA) (%)    | 65                             | -    |

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton, SKBI-3,4.26.1987

### **III.5. Tahap Pembuatan Benda Uji**

Tahap pembuatan benda uji terdiri dari:

1. Persiapan rencana pencampuran.
2. Persiapan cetakan peralatan.
3. Pembuatan benda uji.

Dengan kadar *additive* 0%; 0,15%; 0,30%; 0,45%; dan 0,50% dengan kadar aspal terhadap campuran 5%; 5,5%; 6%; 6,5%; dan 7% maka benda uji untuk marshall test sejumlah  $5 \times 5 = 25$  buah. Benda uji dibuat *duplo*, sehingga total benda uji tersebut sebanyak 50 buah.

Tabel 3.2. Rancangan Benda uji

| Kadar aspal | Kadar <i>Additive</i> |       |       |       |       | Total |
|-------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|             | 0 %                   | 0,15% | 0,30% | 0,45% | 0,50% |       |
| 5,0%        | 2                     | 2     | 2     | 2     | 2     | 10    |
| 5,5%        | 2                     | 2     | 2     | 2     | 2     | 10    |
| 6,0%        | 2                     | 2     | 2     | 2     | 2     | 10    |
| 6,5%        | 2                     | 2     | 2     | 2     | 2     | 10    |
| 7,0%        | 2                     | 2     | 2     | 2     | 2     | 10    |
| Total       | 10                    | 10    | 10    | 10    | 10    | 50    |

Dari hasil uji Marshall diperoleh nilai-nilai karakteristik Marshall yang kemudian digambar dan diperoleh nilai kadar aspal optimum untuk masing-masing kadar *additive*. Selanjutnya dibuat lagi benda uji berdasarkan kadar apal optimum tersebut untuk memperoleh komposisi campuran yang paling baik.

## IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### IV.1. Hasil Penelitian

Dari pengujian dilakukan ini didapat hasil pemeriksaan agregat, pemeriksaan aspal dan hasil pengujian campuran beton aspal dengan metode marshall. Hasil penelitian tersebut diuraikan sebagai berikut:

#### IV.1.1. Hasil Pemeriksaan Agregat

Hasil pemeriksaan agregat kasar dan agregat halus seperti yang tercantum pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

| No | Jenis pemeriksaan   | Syarat  | Hasil   | Satuan | Keterangan |
|----|---|---------|---------|--------|------------|
| 1. | Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i>                           | Max 40  | 22,64   | %      | Memenuhi   |
| 2. | Kelekatan dengan aspal  | > 95    | 97      | %      | Memenuhi   |
| 3. | Penyerapan terhadap air   | < 3     | 0,92688 | %      | Memenuhi   |
| 4. | Berat jenis   | Min 2,5 | 2,562   | %      | Memenuhi   |
| 5. | <i>Soundness</i> terhadap larutan Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Mak 7   | 0       | gr/cc  | Memenuhi   |

Tabel 4.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

| No | Jenis Pengujian        | Syarat | Hasil   | Saruhan | Keterangan |
|----|------------------------|--------|---------|---------|------------|
| 1  | <i>Sand Equivalent</i> | Min 50 | 97.56 % | %       | Memenuhi   |
| 2  | Berat jenis semu       | > 2,5  | 2.76    | %       | Memenuhi   |
| 3  | Peresapan terhadap air | < 3    | 1.01    | %       | Memenuhi   |
| 4  | <i>Soundness</i>       | < 10   | 0       | gr/cc   | Memenuhi   |

#### IV.1.2. Hasil Pemeriksaan Aspal

Tabel 4.3. Hasil Pemeriksaan Aspal Penetrasi 60/70

| No | Jenis Pengujian                        | Syarat    | Hasil    | Keterangan |
|----|--|-----------|----------|------------|
| 1. | Penetrasi (25 °C, 5 detik ) (0,1 mm)   | 60 – 79   | 65,64    | Memenuhi   |
| 2. | Titik lembek (°C)                      | 48 – 58   | 51,25    | Memenuhi   |
| 3. | Titik nyala (°C)                       | min. 200  | 325      | Memenuhi   |
| 4. | Kehilangan berat (%)                   | maks. 0,8 | 0,009354 | Memenuhi   |
| 5. | Kelarutan dalam CCl <sub>4</sub> (%)   | min. 99   | 99,6745  | Memenuhi   |
| 6. | Daktilitas (cm)                        | min. 100  | 100      | Memenuhi   |
| 7. | Penetrasi setelah kehilangan berat (%) | min. 54   | 64,1     | Memenuhi   |
| 8. | Berat jenis (gr/cc)                    | min. 1    | 1,0160   | Memenuhi   |

### IV.1. 3. Hasil Pengujian Marshall

Hasil pengujian Marshall campuran Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston) dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Hasil Pengujian Marshall

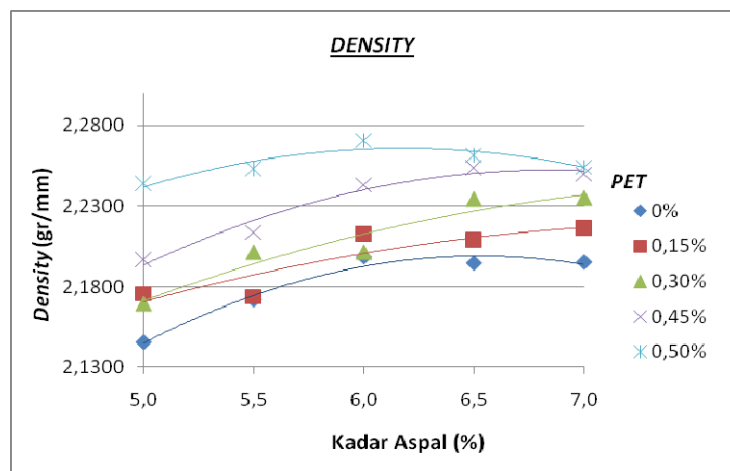
| karakteristik Marshall | Kadar Aspal (%) | Kadar Plastik (PET) |           |           |           |           |
|------------------------|-----------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                        |                 | 0%                  | 0,15%     | 0,30%     | 0,45%     | 0,50%     |
| Density                | 5,0             | 2,1456              | 2,1757    | 2,1696    | 2,1964    | 2,2435    |
|                        | 5,5             | 2,1717              | 2,1739    | 2,2014    | 2,2139    | 2,2528    |
|                        | 6,0             | 2,1986              | 2,2124    | 2,2014    | 2,2432    | 2,2707    |
|                        | 6,5             | 2,1944              | 2,2088    | 2,2345    | 2,2532    | 2,2616    |
|                        | 7,0             | 2,1953              | 2,2159    | 2,2349    | 2,2499    | 2,2543    |
| VFWA (%)               | 5,0             | 49,6806             | 53,3291   | 52,5488   | 56,0855   | 67,6994   |
|                        | 5,5             | 58,0250             | 56,9950   | 60,8788   | 62,7835   | 69,4092   |
|                        | 6,0             | 64,3239             | 66,5036   | 64,7576   | 71,8247   | 77,2025   |
|                        | 6,5             | 67,4179             | 69,6544   | 74,1278   | 77,6960   | 79,3824   |
|                        | 7,0             | 70,9651             | 74,4458   | 77,8911   | 80,8052   | 81,6982   |
| VITM (%)               | 5,0             | 10,1855             | 8,9242    | 9,1821    | 8,0602    | 6,0864    |
|                        | 5,5             | 8,5092              | 8,4167    | 7,2587    | 6,7337    | 5,0946    |
|                        | 6,0             | 6,7936              | 6,2082    | 6,6746    | 4,9024    | 3,7372    |
|                        | 6,5             | 6,3932              | 5,7805    | 4,6848    | 3,8855    | 3,5285    |
|                        | 7,0             | 5,7835              | 4,8978    | 4,0846    | 3,4413    | 3,2517    |
| Stabilitas (kg)        | 5,0             | 740,0611            | 887,1484  | 959,3761  | 994,0523  | 1122,2757 |
|                        | 5,5             | 928,1822            | 936,2586  | 879,7917  | 1067,5271 | 938,2600  |
|                        | 6,0             | 972,0099            | 1030,2878 | 1135,0001 | 1280,9079 | 1343,379  |
|                        | 6,5             | 789,8912            | 855,0052  | 837,0621  | 754,7698  | 975,6837  |
|                        | 7,0             | 850,3765            | 868,7627  | 887,1484  | 994,0523  | 949,6980  |
| Flow (mm)              | 5,0             | 2,6                 | 2,8       | 2,75      | 2,8       | 2,8       |
|                        | 5,5             | 2,5                 | 2,6       | 2,7       | 3,1       | 3,3       |
|                        | 6,0             | 2,9                 | 2,9       | 3,2       | 3         | 3,3       |
|                        | 6,5             | 3                   | 3         | 2,6       | 2,9       | 3,05      |
|                        | 7,0             | 2,8                 | 2,9       | 3,1       | 3,1       | 3,1       |
| QM (kg/mm)             | 5,0             | 284,64              | 316,84    | 348,86    | 355,02    | 400,96    |
|                        | 5,5             | 370,41              | 360,10    | 325,85    | 344,36    | 284,32    |
|                        | 6,0             | 335,18              | 355,27    | 354,69    | 426,97    | 421,52    |
|                        | 6,5             | 263,12              | 285,00    | 321,95    | 260,27    | 319,90    |
|                        | 7,0             | 303,71              | 299,57    | 286,18    | 320,66    | 306,35    |

Catatan : nilai yang tulisannya diarsir merupakan nilai yang memenuhi persyaratan

## **IV.2. Pembahasan**

Dari pengujian Marshall yang dilakukan didapat parameter-parameter: *density*, VITM, VFWA, stabilitas, *flow*, dan QM. Pengaruh dari hasil masing-masing parameter tersebut akan dijelaskan di bawah ini.

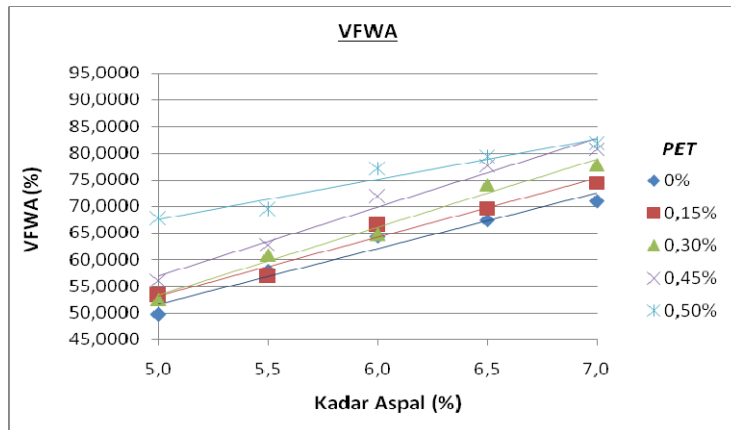
### **IV.2.1. Pengaruh Penambahan *Polyethylene Perephthalate (PET)* Sebagai bahan *additive* pada Campuran Beton Aspal Terhadap *Density***



Gambar 4.1. Grafik Hubungan Nilai *Density* dengan Kadar Aspal

Nilai *density* campuran Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston) dengan *Polyethylene Perephthalate (PET)* cenderung mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Hal ini menunjukkan bahwa *Polyethylene Perephthalate (PET)* dapat bercampur aspal dengan baik. Penambahan *Polyethylene Perephthalate (PET)* juga memudahkan bahan susun mengisi rongga dalam campuran sehingga campuran semakin pampat yang berakibat tingkat kepadatan/*density* semakin meningkat.

### **IV.2.2. Pengaruh penambahan *Polyethylene Perephthalate (PET)* sebagai bahan *additive* pada campuran beton aspal terhadap VFWA (*Void Filled With Asphalt*)**

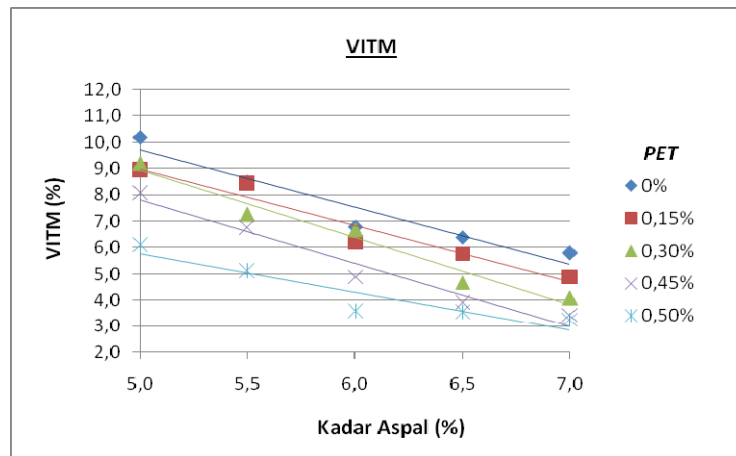


Gambar 4.2. Grafik Hubungan Nilai VFWA dengan Kadar Aspal dengan Berbagai Variasi Penambahan PET

Dengan bertambahnya kadar aspal maupun kadar *Polyethylene Perephthalate (PET)*, nilai VFWA semakin meningkat, karena kedua bahan ini menyelimuti agregat dengan baik sehingga mengakibatkan semakin banyak rongga – rongga yang terisi aspal. Semakin banyak penambahan *Polyethylene Perephthalate (PET)* pada campuran lastaston nilai VFWA makin meningkat. Hal ini disebabkan *Polyethylene Perephthalate (PET)* tercampur dengan baik sehingga memudahkan dalam mengisi rongga – rongga yang ada.

Nilai VFWA yang memenuhi persyaratan adalah pada penambahan *Polyethylene Perephthalate (PET)* 0%-5% pada kadar aspal 6,5%-7%, penambahan *Polyethylene Perephthalate (PET)* 0,15%,0,45%, dan 0,50% pada kadar aspal 6%, penambahan *Polyethylene Perephthalate (PET)* 0,50% pada kadar aspal 5% dan 5,5%.

#### IV.2.3 Pengaruh penambahan *Polyethylene Perekphthalate (PET)* sebagai bahan *additive* pada campuran beton aspal terhadap VITM (*Void In The Mix*)

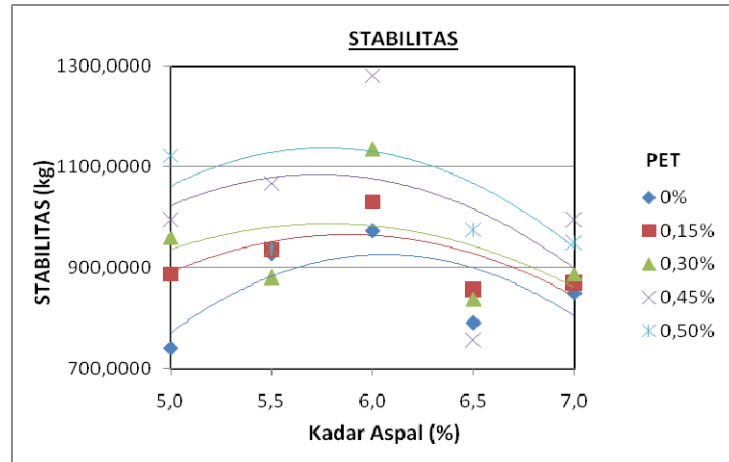


Gambar 4.3. Grafik Hubungan Nilai VITM dengan Kadar Aspal Dari Berbagai Variasi Penambahan PET

Semakin banyak penambahan *Polyethylene Perekphthalate (PET)* dan aspal dalam campuran juga dapat menurunkan nilai VITM, hal ini disebabkan karena *Polyethylene Perekphthalate (PET)* dan aspal dapat tercampur dengan baik dan turut mengisi rongga – rongga dalam campuran yang mengakibatkan rongga dalam campuran berkurang.

Nilai VITM yang memenuhi persyaratan adalah pada penambahan *Polyethylene Perekphthalate (PET)* 0,45% dan 0,5% pada kadar aspal 6% dan 7%, penambahan *Polyethylene Perekphthalate (PET)* 0,30% pada kadar aspal 6,5% dan 7%, penambahan *Polyethylene Perekphthalate (PET)* 0,15% pada kadar aspal 7%.

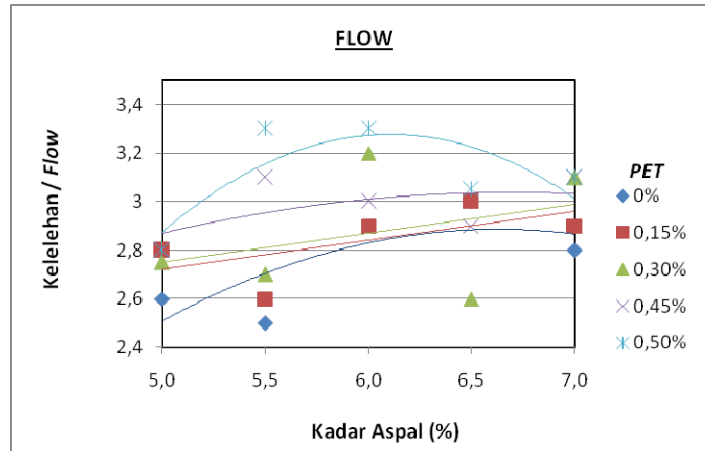
#### IV.2.4. Pengaruh penambahan *Polyethylene Terephthalate (PET)* sebagai bahan *additive* pada campuran beton aspal terhadap Stabilitas



Gambar 4.4. Grafik Hubungan Nilai Stabilitas dengan Kadar Aspal Dari Berbagai Variasi Penambahan PET

Dari gambar grafik di atas nampak bahwa penambahan aspal dan *Polyethylene Terephthalate (PET)* dalam campuran beton aspal meningkatkan nilai stabilitas sampai kadar aspal 6% selanjutnya nilai stabilitas cenderung menurun, hal ini disebabkan karena komposisi campuran *Polyethylene Terephthalate (PET)* 0,15% - 0,5% pada kadar aspal 6% - 7% campuran kurang dapat mempertahankan stabilitas akibat beban yang diberikan tetapi masih memenuhi syarat. Nilai stabilitas memenuhi persyaratan semua variasi campuran >550 kg.

**IV.2.5. Pengaruh penambahan *Polyethylene Perephtalate* (PET) sebagai bahan *additive* pada campuran beton aspal terhadap *Flow* (Kelelehan)**

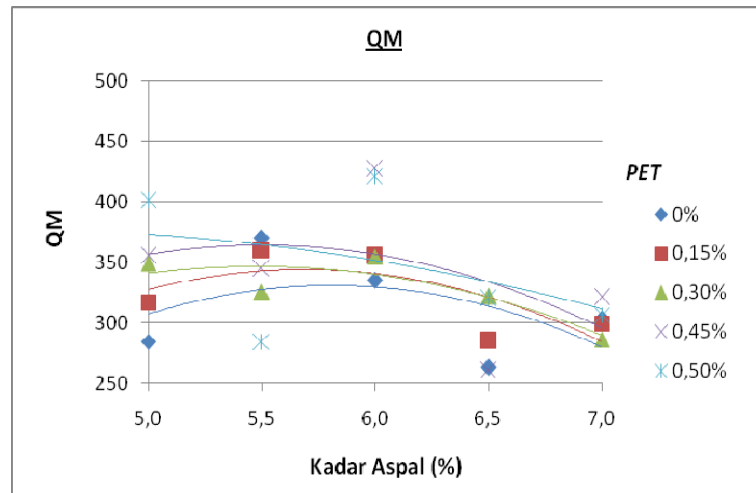


Gambar 4.5. Grafik Hubungan Nilai Kelelehan / Flow dengan Kadar Aspal Dari Berbagai Variasi Penambahan PET

Dari gambar grafik *flow* diatas nampak bahwa bertambahnya kadar *Polyethylene Perephtalate* (PET) seiring dengan meningkatnya kadar aspal dalam campuran, nilai *flow* cenderung meningkat Hal ini terjadi karena *Polyethylene Perephtalate* (PET) dapat menyatu baik dengan aspal, sehingga semakin meningkat kadar aspal dalam campuran akan menyebabkan viskositas pada campuran semakin menurun.

Nilai *flow* semua variasi campuran memenuhi syarat nilai kelelehan, dengan spesifikasi persyaratan 2 – 4 (mm).

**IV.2.6. Pengaruh penambahan *Polyethylene Pterephthalate (PET)* sebagai bahan *additive* pada campuran beton aspal terhadap *Marshall Quotient***



Gambar 4.6. Grafik Hubungan Nilai QM dengan Kadar Aspal Dari Berbagai Variasi Penambahan PET

Nilai Marshall diperoleh dari hasil bagi nilai stabilitas dengan *flow* yang dihasilkan suatu campuran. Dari gambar grafik di atas *Marshall Quotient (QM)* hanya sedikit mengalami kenaikan pada kadar aspal 5,5%-6% kemudian menurun. Bertambahnya kadar aspal membuat viskositas campuran semakin rendah sehingga berakibat menurunnya nilai *Marshall Quotient (QM)*. Penambahan *Polyethylene Pterephthalate (PET)* pada campuran membuat *Marshall Quotient (QM)* meningkat, hal ini disebabkan *Polyethylene Pterephthalate (PET)* yang sudah dingin tingkat kekakuannya lebih besar daripada aspal yang dingin.

*Marshall Quotient* yang memenuhi syarat adalah pada penambahan *Polyethylene Pterephthalate (PET)* 0%-0,3% dengan kadar aspal 5%, *Polyethylene Pterephthalate (PET)* 0,3%-0,5% dengan kadar aspal 5,5%, *Polyethylene Pterephthalate (PET)* 0% dengan kadar aspal 6%, dan *Polyethylene Pterephthalate (PET)* 0%-5% dengan kadar aspal 6,5% dan 7%.

#### IV.2.7. Penentuan Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal optimum adalah jumlah aspal yang digunakan dalam campuran agar dapat mencapai persyaratan *density*, VFWA, VITM, stabilitas, *flow*, dan QM. Penentuan kadar aspal optimum untuk menetapkan besarnya kadar aspal efektif dalam campuran yang diperlukan untuk pembuatan benda uji baru dengan komposisi agregat yang sama tetapi dengan kadar aspal optimum yang telah ditentukan.

Tabel 4.5. Kadar Aspal Optimum Lapis Aspal Beton normal

| No | Karakteritik <i>Marshall</i> | Kadar Aspal (%) |     |   |     |   |
|----|------------------------------|-----------------|-----|---|-----|---|
|    |                              | 5               | 5,5 | 6 | 6,5 | 7 |
| 1  | <i>Density</i>               |                 |     |   |     |   |
| 2  | VFWA                         |                 |     |   |     |   |
| 3  | VITM                         |                 |     |   |     |   |
| 4  | Stabilitas                   |                 |     |   |     |   |
| 5  | <i>Flow</i>                  |                 |     |   |     |   |
| 6  | QM                           |                 |     |   |     |   |

■ = memenuhi persyaratan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton untuk Jalan Raya, SKBI – 2.4.26. 1987.

Tabel 4.6. Kadar Aspal Optimum Variasi *Polyethylene Perephtalate (PET)* 0,15%

| No | Karakteritik <i>Marshall</i> | Kadar Aspal (%) |     |   |     |   |
|----|------------------------------|-----------------|-----|---|-----|---|
|    |                              | 5               | 5,5 | 6 | 6,5 | 7 |
| 1  | <i>Density</i>               |                 |     |   |     |   |
| 2  | VFWA                         |                 |     |   |     |   |
| 3  | VITM                         |                 |     |   |     |   |
| 4  | Stabilitas                   |                 |     |   |     |   |
| 5  | <i>Flow</i>                  |                 |     |   |     |   |
| 6  | QM                           |                 |     |   |     |   |

■ = memenuhi persyaratan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton untuk Jalan Raya, SKBI – 2.4.26. 1987.

Tabel 4.7. Kadar Aspal Optimum Variasi *Polyethylene Perephthalate (PET)* 0,30%

| No | Karakteritik <i>Marshall</i> | Kadar Aspal (%) |     |   |     |   |
|----|------------------------------|-----------------|-----|---|-----|---|
|    |                              | 5               | 5,5 | 6 | 6,5 | 7 |
| 1  | <i>Density</i>               |                 |     |   |     |   |
| 2  | VFWA                         |                 |     |   |     |   |
| 3  | VITM                         |                 |     |   |     |   |
| 4  | Stabilitas                   |                 |     |   |     |   |
| 5  | <i>Flow</i>                  |                 |     |   |     |   |
| 6  | QM                           |                 |     |   |     |   |

■ = memenuhi persyaratan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton untuk Jalan Raya, SKBI – 2.4.26. 1987.

Tabel 4.8. Kadar Aspal Optimum Variasi *Polyethylene Perephthalate (PET)* 0,45%

| No | Karakteritik <i>Marshall</i> | Kadar Aspal (%) |     |   |     |   |
|----|------------------------------|-----------------|-----|---|-----|---|
|    |                              | 5               | 5,5 | 6 | 6,5 | 7 |
| 1  | <i>Density</i>               |                 |     |   |     |   |
| 2  | VFWA                         |                 |     |   |     |   |
| 3  | VITM                         |                 |     |   |     |   |
| 4  | Stabilitas                   |                 |     |   |     |   |
| 5  | <i>Flow</i>                  |                 |     |   |     |   |
| 6  | QM                           |                 |     |   |     |   |

■ = memenuhi persyaratan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton untuk Jalan Raya, SKBI – 2.4.26. 1987.

Tabel 4.9. Kadar Aspal Optimum Variasi *Polyethylene Perephthalate (PET)* 0,5%

| No | Karakteritik <i>Marshall</i> | Kadar Aspal (%) |     |   |     |   |
|----|------------------------------|-----------------|-----|---|-----|---|
|    |                              | 5               | 5,5 | 6 | 6,5 | 7 |
| 1  | <i>Density</i>               |                 |     |   |     |   |
| 2  | VFWA                         |                 |     |   |     |   |
| 3  | VITM                         |                 |     |   |     |   |
| 4  | Stabilitas                   |                 |     |   |     |   |
| 5  | <i>Flow</i>                  |                 |     |   |     |   |
| 6  | QM                           |                 |     |   |     |   |

■ = memenuhi persyaratan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton untuk Jalan Raya, SKBI – 2.4.26. 1987.

Dari hasil tabel di atas, diperoleh campuran dengan penambahan *Polyethylene Terephthalate (PET)* optimum yang secara optimal dan memenuhi persyaratan karakteristik *marshall* yaitu pada kadar *Polyethylene Terephthalate (PET)* 0,15% dengan kadar aspal 7%, kadar *Polyethylene Terephthalate (PET)* 0,30%, 0,45%, 0,5% dengan kadar aspal 6,75%.

Selanjutnya dibuat lagi benda uji berdasarkan kadar aspal optimum.

Tabel 4.10. Hasil Pengujian Marshall dengan Kadar Aspal Optimum

| karakteristik<br><i>Marshall</i> | Kadar<br>Aspal (%) | Kadar Plastik (PET) |           |          |           |
|----------------------------------|--------------------|---------------------|-----------|----------|-----------|
|                                  |                    | 0,15%               | 0,30%     | 0,45%    | 0,50%     |
| <i>Density</i>                   | 7,00               | 2,2159              |           |          |           |
|                                  | 6,75               |                     | 2,2255    | 2,2049   | 2,2208    |
| VFWA (%)                         | 7,00               | 74,4458             |           |          |           |
|                                  | 6,75               |                     | 74,3982   | 71,1868  | 74,1721   |
| VITM (%)                         | 7,00               | 4,8978              |           |          |           |
|                                  | 6,75               |                     | 3,2896    | 4,1848   | 3,4917    |
| Stabilitas (kg)                  | 7,00               | 868,7627            |           |          |           |
|                                  | 6,75               |                     | 1135,3619 | 1322,995 | 1271,9700 |
| <i>Flow</i> (mm)                 | 7,00               | 2,9                 |           |          |           |
|                                  | 6,75               |                     | 3,8       | 3,7      | 2,8       |
| QM (kg/mm)                       | 7,00               | 299,57              |           |          |           |
|                                  | 6,75               |                     | 298,78    | 356,50   | 468,41    |

Catatan : yang diarsir memenuhi persyaratan

Penambahan plastik *Polyethylene Terephthalate (PET)* pada campuran HRS-WC selain dapat meningkatkan nilai stabilitas, juga meningkatkan nilai *Marshall Quotient*. Hal ini menunjukkan bahwa plastik jenis *Polyethylene Terephthalate (PET)* dapat mempertahankan kekuatan perkerasan bila mendapatkan beban lalu lintas yang berat. Komposisi yang baik diperoleh pada campuran kadar aspal 7% dengan PET 0,15% dan kadar aspal 6,75% dengan PET 0,3%.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### V.1. Kesimpulan

Penggunaan plastik jenis *Polyethylene Terephthalate (PET)* sebagai bahan tambah pada HRS-WC dapat meningkatkan nilai kepadatan campuran, *Void Fill With Asphalt (VFWA)*, stabilitas, dan nilai *flow*, serta memperkecil nilai *Void In The Mix (VITM)*. Nilai marshall mulai memenuhi syarat pada penambahan 6,5% dan 7% aspal. Kadar aspal optimum diperoleh pada campuran kadar *Polyethylene Terephthalate (PET)* 0,15% dengan kadar aspal 7%, kadar *Polyethylene Terephthalate (PET)* 0,30%, 0,45%, 0,5% dengan kadar aspal 6,75%. Hasil pengujian selanjutnya berdasarkan kadar aspal optimum diperoleh hasil terbaik pada campuran kadar aspal 7% dengan *Polyethylene Terephthalate (PET)* 0,15% dan kadar aspal 6,75% dengan *Polyethylene Terephthalate (PET)* 0,3%.

### V.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan, disarankan ;

- a. Penelitian sejenis dapat dilakukan untuk jenis perkerasan lentur yang lain.
- b. Mencari bahan lain atau jenis polimer lain yang apabila dicampurkan dengan *Polyethylene Terephthalate (PET)* selain dapat meningkatkan nilai stabilitas, juga dapat mempertahankan fleksibilitas suatu lapis perkerasan lentur.

## H. DAFTAR PUSTAKA

1. Departemen Pekerjaan Umum, Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk Jalan Raya, SKBI-2.4.26.1987, Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta.
2. Laboratorium Transportasi 2005, Petunjuk Praktikum Rekayasa Jalan Raya, Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta
3. Linggo, JF. Soandrijanie dan Purnamasari, Poes Eliza, 2007, Penggunaan Serat Serabut Kelapa Sebagai Bahan Tambah Dengan Filler Serbuk Bentonit Pada HRS-Base dan HRS-WC, Laporan Penelitian, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. Mujiarto, I., 2005, Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif, Traksi Vol.3. No. 2, Desember 2005
5. Sukirman, Silvia, 1995, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Penerbit Nova, Bandung.
6. Sulaksono, S, 2001, Rekayasa Jalan, Penerbit ITB, Bandung.
7. Sukirman; Silvia, 2003, Beton Aspal Campuran Panas, Nova, Bandung.
8. Suroso, T.W., 2004, Pengaruh Penambahan Plastik Cara Basah dan Cara Kering Terhadap Kinerja Campuran Beraspal, Puslitbang Jalan dan Jembatan, diakses 17-9-2012, [http://eprints.undip.ac.id/25076/1/01-Tjitjik Warsiah suroso 28-03-08.pdf](http://eprints.undip.ac.id/25076/1/01-Tjitjik_Warsiah_suroso_28-03-08.pdf)