

## **PENGARUH KOMPOSISI POLIPROPILENA TERHADAP KEKUATAN ASPHALT CONCRETE WEARING COARSE DENGAN PENGUJIAN MARSHALL TEST**

Oleh :

**Budi Florianta Tarigan**<sup>1)</sup>  
**Nurdiana**<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Universitas Quality, Jl.Ring Road No.18 Ngumban Surbakti Medan  
Email: ernafridatarigan@gmail.com

<sup>3)</sup>Universitas Quality, Jl.Ring Road No.18 Ngumban Surbakti Medan

### **Abstrak**

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh penambahan bahan plastik polipropilena terhadap kekuatan campuran Asphalt Concrete Wearing Coarse. Sebelum pembuatan benda uji, dilakukan pembuatan rancang campur (*mix design*) yang meliputi perencanaan, penentuan aspal dan pengukuran komposisi masing-masing fraksi baik masing-masing agregat aspal, *polypropylene* dan *filler*. Setelah dilakukan job mix, sampel dibuat dengan berat 1200 gr, dan dengan memvariasikan komposisi polipropilena 2%, 3%, dan 5% dari berat agregat abu batu. Metode pengujian dilakukan dengan menggunakan Marshall tes yakni dengan memperhatikan hasil Stabilitas, Flow dan Marshal Quontent. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai stabilitas, flow dan Marshal Quontent telah memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3

**Kata Kunci : AC-WC, Polipropilena, Marshall Tes**

### **Abstract**

*Research on the effect of adding to the strength polypropylene plastic material mix Asphalt Concrete Wearing Coarse. Before the making of the specimen, do Design and mixed (mix design) that includes planning, determination and measurement of asphalt composition of each fraction better each aggregate asphalt, polypropylene and filler. After the job mix, made with a sample weight of 1200 g, and by varying the composition of polypropylene 2%, 3%, and 5% of the aggregate weight of stone dust. Methods of testing is done by using the Marshall test ie based on the results of Stability, Flow and Marshal Quontent. The results showed that the value of stability, flow and Marshal Quontent has met the specifications of Highways 2010 Revision 3*

**Keywords: AC-WC, Polypropylene, Marshall Test**

## **I. Pendahuluan**

### **1.Latar Belakang**

Infrastruktur jalan merupakan salah satu hal yang tidak dapat dipisahkan dalam proses pembangunan nasional. Salah satu upaya meningkatkan infrastruktur jalan adalah pemantapan kondisi prasarana jalan. Beberapa hal terkait dengan pemantapan kondisi prasarana jalan adalah adanya kerusakan jalan yang lebih cepat dari

umur rencana seperti adanya beban kendaraan yang berlebih, *fatigue* (Alligátor) *cracking* yaitu serangkaian retak yang saling bersambung, yang disebabkan oleh rusak kelelahan pada permukaan hot mix akibat beban lalu lintas berulang. Akibatnya terjadi kerusakan struktural, retak dapat dimasuki air, *roughness* (kasar), kemudian berlanjut menjadi lubang.

Lapisan perkerasan jalan merupakan konstruksi diatas tanah yang

berfungsi memikul beban lalu lintas dengan memberikan rasa aman dan nyaman. Pemberian konstruksi lapisan perkerasan dimaksudkan agar tegangan yang terjadi sebagai akibat dari pembebanan pada perkerasan ketanah dasar (subgrade) tidak melampaui kapasitas dukung tanah dasar. (Sukirman, 1992). Menurut (Sulaksono, 2001) bahwa suatu konstruksi jalan terdiri atas hal berikut: Tanah dasar yaitu tanah yang dipampatkan, baik hasil dari galian maupun hasil timbunan, Lapis Pondasi yaitu lapis yang terdiri dari lapis pondasi bawah dan lapis pondasi atas dan Lapis permukaan yaitu suatu lapisan yang langsung berhubungan dengan beban (roda kendaraan).

Salah satu upaya untuk menimalisir jenis kerusakan di atas adalah dengan modifikasi campuran beraspal panas *hotmix*. Modifikasi yang dimaksud adalah dengan adanya penambahan bahan tambahan, yang dapat meningkatkan kinerja dari campuran. Jenis bahan tambah yang dapat digunakan dalam hal ini adalah polypropylene (PP) yang digunakan sebagai *filler*. Polypropylene diharapkan dapat meningkatkan kinerja (tingkat kepadatan dan stabilitas) campuran, agar dapat menahan repetisi beban berulang tanpa mengalami retak, dan mempunyai ketahanan yang cukup baik terhadap cuaca, sehingga dapat meminimalisir kerusakan yang berdampak pada biaya ekonomi pemerintah dalam pembangunan nasional.

Di sisi lain, masalah yang timbul terkait dengan konstruksi adalah menipisnya persediaan agregat, seperti batu kerikil dan pasir. Agregat tersebut tidak hanya digunakan untuk perkerasan jalan saja, tetapi juga untuk proyek konstruksi lain, seperti pembuatan gedung-gedung bertingkat, perumahan dan bendungan.

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir, atau mineral lainnya baik berupa hasil alam maupun buatan (SNI No: 1737-1989-F). Menurut (Silvia Sukirman, 2003) agregat merupakan butir-butir batu

pecah, kerikil, pasir atau mineral lain, baik yang berasal dari alam maupun buatan yang berbentuk mineral padat berukuran besar maupun kecil.

Aspal didefinisikan sebagai material hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat. Jika dipanaskan sampai suatu temperatur tertentu aspal dapat menjadi lunak/cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya. Karena itulah aspal disebut bersifat termoplastis. Secara garis besar komposisi kimiawi aspal terdiri dari *asphaltenes*, *resins*, dan *oils*. *Asphaltenes* terutama terdiri dari senyawa hidrokarbon merupakan material yang berwarna coklat atau hitam. *Asphaltenes* menyebar di dalam larutan yang disebut *maltenes* merupakan bagian yang mudah berubah sesuai dengan perubahan temperatur dan umur pelayanan. Durabilitas aspal merupakan fungsi dari ketahanan aspal terhadap perubahan mutu kimiawi selama proses pencampuran dengan agregat, masa pelayanan, dan proses pengerasan seiring waktu. Penggunaan yang paling umum adalah jenis aspal keras (AC).

*Filler* adalah mineral agregat yang umumnya lolos saringan no.200. *Filler* atau bahan pengisi ini akan mengisi rongga antara partikel agregat kasar dalam rangka mengurangi besarnya rongga, meningkatkan kerapatan dan stabilitas dari massa tersebut. Rongga udara pada agregat kasar diisi dengan partikel yang lolos saringan 200, sehingga membuat rongga udara lebih kecil dan kerapatan massanya lebih besar (Sukirman,2003)

Bahan tambah adalah suatu bahan diluar bahan penyusun utama yang ditambahkan ke dalam suatu campuran untuk memperbaiki kinerja campuran tersebut. Nurminah, M (2002), bahan pembuat plastik dari minyak dan gas sebagai sumber alami. Dalam perkembangannya digantikan oleh bahan-bahan sintesis sehingga dapat diperoleh sifat-sifat plastik yang

diinginkan dengan cara kopolimerisasi, laminasi, ekstrusi. Erliza dan Sutedja (2002), plastik dapat dikelompokkan atas dua tipe, yaitu termoplastik dan termoset. Termoplastik adalah plastik yang dapat dilunakkan berulang kali dengan menggunakan panas, antara lain *polyethylene*, *polypropylene*, *polystyrene*, dan *polyvinil choride*.

Pemanfaatan limbah plastik untuk perkerasan jalan yang sering dilakukan di antaranya limbah plastik sebagai bahan untuk meningkatkan kualitas aspal (*asphalt modifier*) (Al-Hadidy dan Qiu, 2008). Dalam penelitian tersebut, digunakan *low density polyethylene* (LDPE) yang dicampurkan dalam aspal dengan komposisi tertentu. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa penambahan LDPE dapat meningkatkan angka stabilitas campuran perkerasan jalan.

Polipropilene mempunyai kombinasi sifat-sifat: kekuatan (*strength*) yang tinggi, kaku (*stiffness*), dimensinya stabil, tahan bahan kimia dan panas, serta mempunyai sifat elektrik yang baik. PP memiliki daya serap uap yang rendah, demikian juga daya serap terhadap air. PP dapat diproses dengan proses ekstrusi (pelelehan) pada suhu tinggi 160°C, selain itu juga dapat diproses dengan teknik cetak injeksi maupun cetak tiup. Penggunaan PP sangat luas antara lain: tali, ayaman, karpet/permadani, kemasan makanan/minuman dan botol minuman.

Karena lebih kuat, botol-botol dari PP dapat dibuat lebih tipis dari pada PE (Mujiarto, I.,2005).

Salah satu cara meningkatkan titik lembek aspal adalah dengan menambahkan plastik. Dari hasil pengujiannya, penambahan plastik ke dalam aspal meningkatkan titik lembek aspal yang juga otomatis menurunkan nilai penetrasi aspal sehingga tidak mudah terpengaruh oleh perbedaan temperatur, menaikkan nilai stabilitas dan *Marshall Quotient* (Soroso T.W, 2004)

Evaluasi perkerasan jalan dengan memodifikasi aspal yang ditambahkan polipropilen,dari hasil

penelitian menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan polipropilena pada aspal dapat meningkatkan stabilitas campuran bahan perkerasan jalan (Alhadidiy, 2009), sedangkan (Tapkin, 2006 ) telah melakukan studi tentang pengaruh serat polipropilen terhadap performa aspal dan dari hasil studi tersebut diperoleh bahwa dengan penambahan serat polipropilena terhadap aspal dapat meningkatkan angka stabilitas.

Penggunaan PP sebagai filler memberikan pengaruh pada campuran Laston terhadap berbagai karakteristik Marshall, yakni untuk nilai stabilitas, kelelahan, VIM, VMA, MQ cenderung mengalami peningkatan, sedangkan nilai VFA cenderung mengalami penurunan (Anita Rahmawati dan Rama Rizan, 2015 ).

Untuk mendapatkan campuran laston yang memenuhi standar maka dilakukan penelitian kekuatan marshall dari *asphalt concrete wearing coarse* (ac-wc) dengan menggunakan *polypropylene* sebagai bahan pengisi (filler) dengan komposisi 0, 2%, 3%, 5%.

Pengujian campuran aspal dengan bahan tambah *polypropylene* ini dilakukan di laboratorium menggunakan alat *Marshall*. Uji *Marshall* tersebut dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (*stabilitas*) dan kelelahan (*flow*) berdasarkan gaya tekan yang diberikan.

## 2. Metode Penelitian

### A. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Oven dan pengatur suhu
- b. Timbangan
- c. Thermometer
- d. Alat pembuat *briket* campuran aspal hangat terdiri dari:
  - a. Satu set cetakan (*mold*) berbentuk silinder dengan diameter 101.45 mm, tinggi 80 mm lengkap dengan plat atas dan leher sambung.

- b. Alat penumbuk (*compactor*) yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder, dengan berat 4.536 kg (10 lbs), tinggi bebas 45.7 cm (18”).
  - c. Satu set alat pengangkat *briket* (dongkrak hidrolik)
  - e. Satu set *water bath*
  - f. Satu set alat marshall., terdiri dari:
    - a. Kepala penekan yang berbentuk lengkung (*Breaking Head*)
    - b. Cincin penguji berkapasitas 2500 kg dengan arloji tekan
    - c. Arloji petunjuk kelelahan
  - g. Alat penunjang
    - Panci, kompor, sendok, spatula, sarung tangan, kunci pas, obeng, *roll* kabel, wajan.
- B. Bahan**  
 Bahan campuran yang dibutuhkan untuk pembuatan sampel AC-WC adalah sebagai berikut:
1. Agregat
    - a. Pasir
    - b. MA 3/8
    - c. CA 1/2
    - d. Semen
    - e. Abu Batu
  2. Aspal
  3. *Polypropylene*
- C. Job Mix Design**  
 Sebelum pembuatan benda uji, dilakukan pembuatan rancang campur (*mix design*). Perencanaan rancang campur meliputi perencanaan agregat, gradasi agregat, penentuan aspal dan pengukuran komposisi masing fraksi baik agregat, aspal, *polypropylene* dan *Filler*.

**Tabel 2.1 Persentase agregat terhadap campuran (JMF)**

No	Agregat	jumlah (%)
1	Pasir	11
2	Medium	49
3	CA ½	14
4	Filler	2
5	Abu batu	24
6	Aspal	6.05

Sumber : Analisa penelitian

Sebelum pembuatan benda uji, dilakukan pembuatan rancang campur (*mix design*) yang meliputi perencanaan, penentuan aspal dan pengukuran komposisi masing-masing fraksi baik masing-masing agregat aspal, *polypropylene* dan *filler*. Setelah

dilakukan *job mix*, sampel dibuat dengan berat 1200 gr, dan dengan memvariasikan komposisi polipropilena 2%, 3%, dan 5% dari berat agregat Abu Batu. Spesifikasi campuran dapat dilihat pada Tabel 3.2

**Tabel 2.2 Komposisi masing masing bahan dengan variasi polipropilena**

No	Polypropylene	Agregat	Berat Agregat (Gr)
1	0%	Aspal	72.6
		CA1/2	157.836
		MA3/8	552.426
		Pasir	124.014
		Abu Batu	270.576
		Filler	22.548
		<i>Polypropylene</i>	0
2	2%	Aspal	72.6
		CA ½	157.836
		MA 3/8	552.426
		Pasir	124.014
		Abu Batu	265.165
		<i>Polypropylene</i>	5.411
		Filler	22.458
3	3%	Aspal	72.6
		CA ½	157.836
		MA 3/8	552.426
		Pasir	124.014
		Abu Batu	262.459
		<i>Polypropylene</i>	8.117
		Filler	22.548
4	5%	Aspal	72.6
		CA ½	157.836
		MA 3/8	552.426
		Pasir	124.014
		Abu Batu	257.048
		<i>Polypropylene</i>	13.528
		Filler	22.548

**3. Hasil dan Pembahasan**

**A. Hasil Pengujian Agregat**

Dari hasil pengujian agregat diperoleh hasil sebagai berikut :

**a. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (CA<sup>1/2</sup>)**

Dari hasil pemeriksaan agregat kasar CA<sup>1/2</sup> diperoleh seperti pada Tabel 3.1

**Tabel 3.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (CA<sup>1/2</sup>)**

NO	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat
1	Penyerapan (%)	1.121%	max. 3 %
2	Berat Jenis <i>Bulk</i>	2,720 gr/cc	min. 2.5 gr/cc
3	Berat Jenis SSD	2,750 gr/cc	min. 2.5 gr/cc
4	Berat Jenis <i>Aparent</i>	2,805 gr/cc	-

**b. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (CA<sup>3/8</sup>)**

Dari hasil pemeriksaan agregat kasar CA<sup>3/8</sup> diperoleh seperti pada Tabel 3.2

**Tabel 3.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (MA 3/8)**

NO	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat
1	Penyerapan (%)	1.84%	max. 3 %
2	Berat Jenis <i>Bulk</i>	2,74 gr/cc	min. 2.5 gr/cc
3	Berat Jenis SSD	2,789 gr/cc	min. 2.5 gr/cc
4	Berat Jenis <i>Aparent</i>	2,885 gr/cc	-

Sumber: AASHTO T-85-81

**c. Hasil pemeriksaan pasir**

Dari hasil pemeriksaan pasir diperoleh seperti pada Tabel 3.3

**Tabel 3.3 Hasil Pemeriksaan Pasir**

NO	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat
1	Penyerapan (%)	2,543%	max. 3 %
2	Berat Jenis <i>Bulk</i>	2,54 gr/cc	min. 2.5 gr/cc
3	Berat Jenis SSD	2,604 gr/cc	min. 2.5 gr/cc
4	Berat Jenis <i>Aparent</i>	2,715 gr/cc	-

Sumber: AASHTO T-85-81

**d. Hasil Pemeriksaan Abu Batu**

Dari hasil pemeriksaan abu batu diperoleh seperti pada Tabel 3.4

**Tabel 3.4 Hasil Pemeriksaan Abu Batu**

NO	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat
1	Penyerapan (%)	2,100%	max. 3 %
2	Berat Jenis <i>Bulk</i>	2,525 gr/cc	min. 2.5 gr/cc
3	Berat Jenis SSD	2,58 gr/cc	min. 2.5 gr/cc
4	Berat Jenis <i>Aparent</i>	2,664 gr/cc	-

**e. Hasil Gradasi Campuran**

Dari hasil pada gradasi campuran diperoleh seperti pada Tabel 3.5

**Tabel 3.5 Gradasi Rencana Campuran Spec IV SNI 03-1968-1990**

Ukuran saringan	Spesifikasi (% Lolos)
3/4"	100
1/2"	90-100
3/8"	77-90
#4	53-69
#8	33-53
#16	21-40

#30	14-30
#50	9-22
#100	6-15
#200	4-90

Sumber : SNI 03-1968-1990

### B. Hasil Pemeriksaan Aspal

Data hasil pemeriksaan aspal Pertamina penetrasi 60/70 merupakan data hasil pengujian laboratorium. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, Aspal

mempunyai karakteristik yang telah memenuhi spesifikasi petunjuk lapis Aspal Beton sesuai dengan revisi SNI 03-1737-1989. Hasil pemeriksaan Aspal seperti disajikan pada Tabel 3.6.

**Tabel 3.6 Hasil Pemeriksaan Aspal**

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat		Hasil
		Min	Maks	
1	Penetrasi, 10 gr, 25°C, 5 detik	60	79	70,1
2	Titik Lembek	48	58	48,33°C
3	Titik Nyala	200°C	-	350°C
4	Titik Bakar	200°C	-	370°C
5	Daktilitas, 25°C, 5 cm/menit	100 cm	-	>150 cm
6	Spesifik Gravity	1 gr/CC	-	1,03gr/cc

Sumber: Dokumen Pelelangan Nasional Pekerjaan Jasa Pelaksanaan Konstruksi Spesifikasi Umum 2010 Divisi 6

### C. Hasil Pengujian Marshall

Dari hasil pengujian sampel dengan Marshall tes diperoleh data seperti pada Tabel 3.7

**Tabel 3.7 Hasil pengujian Marshall Tes**

NO	Karakteristik Campuran	0% Polypropylene	2% Polypropylene	3% Polypropylene	5% Polypropylene
1	Stability	1067.5	1341.667	980	997.5
2	Flow	3.667	2,167	2.4	2.5
3	MQ	290.952	625.333	383.333	407.167

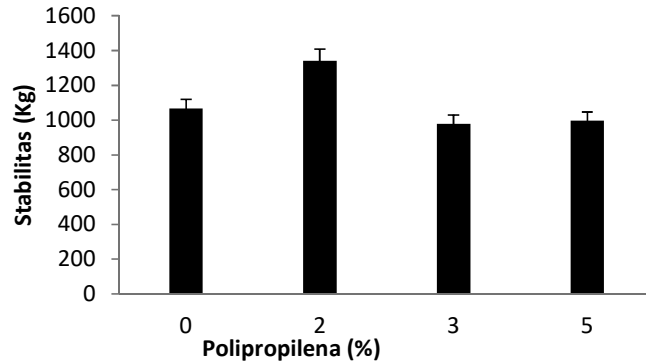
#### 1. Stability

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. Nilai stabilitas untuk masing-masing variasi campuran dapat dilihat pada Tabel 3.7 dan Gambar 3.1, dengan

penambahan polipropilena pada komposisi 0%, 2%, 3% dan 5% stabilitas mengalami perubahan, namun nilai stabilitas minimum yang diperoleh

masih sesuai dengan standar SNI 03-1737-1989 untuk lalu lintas berat yaitu 800 kg



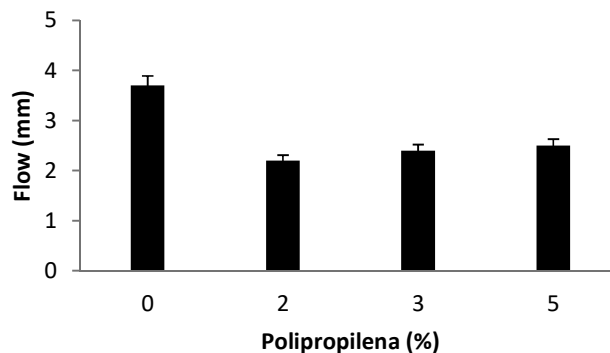
**Gambar 3.1. Hubungan antara komposisi polipropilena dan stability**

Dari Gambar 3.1 menunjukkan bahwa semua variasi yang menggunakan campuran Polipropilena memenuhi spesifikasi. Hal ini bisa terjadi karena Polipropilena pada saat pencampuran dan pepadatan sebagian ada yang mengalami kelelahan, sehingga ikatan antar agregatnya menjadi semakin kuat hal ini mengakibatkan campuran mempunyai nilai stabilitas yang tinggi (Anita Rahmawati, 2015). Dari hasil penelitian diperoleh stabilitas tertinggi dicapai oleh campuran dengan komposisi polipropilena 2 %, yakni sebesar 1341,667 kg, sedangkan nilai stabilitas terendah pada campuran dengan komposisi Polipropilena 3 %

sebesar 980 kg. Nilai stabilitas yang terlalu besar, akan menyebabkan campuran menjadi kaku sehingga campuran bersifat getas dan akan mudah rusak apabila terkena repetisi beban akibat lalu lintas. (Faqih Ma'arif, Pramudiyanto, 2012)

## 2.Flow

Nilai kelelahan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain gradasi, kadar aspal, bentuk dan permukaan agregat. Kelelahan yang ditunjukkan oleh arloji kelelahan merupakan sifat yang menyatakan besarnya deformasi vertikal benda uji.



**Gambar 3.2. Hubungan antara komposisi polipropilena dan Flow**

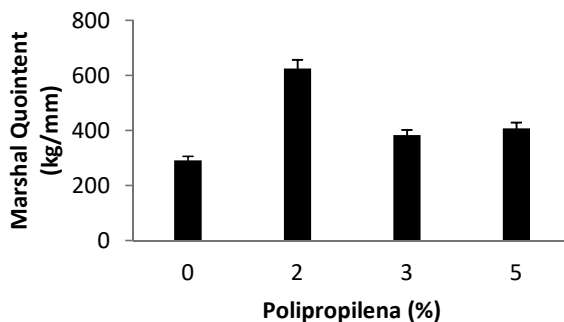


Dari Gambar 3.2 dapat dilihat bahwa penggunaan Polipropilena dalam campuran Laston dapat meningkatkan nilai kelelahan. Menurut standar SNI 03-1737-1989 untuk lalu lintas berat yaitu 2 – 4 mm, dari hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai flow dengan komposisi 0%, 2%, 3% dan 5% telah memenuhi standar. Dari Gambar 3.2 Semakin banyak PP yang digunakan sebagai pengganti agregat, maka kelelahan campuran tersebut semakin tinggi. Nilai kelelahan tertinggi terjadi pada campuran yang menggunakan 5% PP yakni sebesar 2,5 mm. Hal ini disebabkan karena ada sebagian PP yang meleleh pada saat pencampuran dan pemadatan, sehingga ada sebagian PP

yang mengisi rongga-rongga antar agregat yang mengakibatkan rongga udaranya semakin kecil, dan kerapatan campuran semakin meningkat. Dengan rongga udara yang semakin kecil, maka kekuatan campuran semakin besar.

### 3.Marshall Quintent

*Marshall Quotient* adalah perbandingan antara nilai stabilitas dan *flow*, yang dipakai sebagai pendekatan terhadap tingkat kekakuan campuran. Bila campuran aspal agregat mempunyai angka kelelahan rendah dan stabilitas tinggi menunjukkan sifat kaku dan getas (*brittle*), sebaliknya bila nilai kelelahan tinggi dan stabilitas rendah maka campuran cenderung plastis.



**Gambar 3.3 Hubungan antara polipropilena dengan Marshall quintent**

Dari Gambar 3.3 menunjukkan bahwa dengan penambahan polipropilena dengan *Asphalt Concrete Wearing Coarse (Ac-Wc)* meningkatkan nilai MQ namun tidak sesuai dengan standart SNI 03-1737-1989 yaitu antara 200-350

kg/mm. Dari Spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3 menyatakan bahwa nilai minimum MQ adalah 250 (Kg/mm) Sebagai bahan perbandingan nilai Stability, flow dan MQ dapat dilihat pada Tabel 3.8

**Tabel 3.8 Ketentuan Sifat- sifat Campuran Laston (AC)**

Sifat- sifat campuran		Lapis		
		Aus	Antara	Pondasi
Jumlah tumbukan perbidang		75		112
Rasio partikel lolos ayakan 0.075 mm dengan kadar aspal efektif	Min	1.0		
	Max	1.4		
Rongga dalam campuran (%)	Min	3.0		
	Max	5.0		
Rongga dalam agregat (VMA)(%)	Min	15	14	13
Rongga terisi aspal (%)	Min	65	65	65

Stabilitas Marshall ( kg)	Min	800	1800
Pelelehan (flow) (mm)	Min	2	3
	Max	4	6
Marshall <i>Quotient</i>	Min	250	

Sumber : Spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3

#### 4. Simpulan dan Saran

##### A. Simpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil simpulan sebagai berikut :

1. Dengan penambahan polipropilena pada *Asphalt Concrete Wearing Coarse (Ac-Wc)* dapat meningkatkan *stability, flow* dan MQ
2. Dengan penambahan polipropilena hasil pengujian *Marshall Asphalt Concrete Wearing Coarse (Ac-Wc)* memenuhi persyaratan karakteristik marshall Spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3

##### B. Saran

1. Diharapkan penelitian dapat dilakukan dengan komposisi polipropilena yang lebih bervariasi sehingga dapat ditentukan komposisi terbaik untuk mendapatkan campuran *Asphalt Concrete Wearing Coarse (ac-wc)* yang lebih memenuhi syarat.
2. Diharapkan peneliti yang lain dapat membandingkan polipropilena dengan jenis plastik lain seperti poliethylena.

#### Daftar Pustaka

- Al-Hadidy, A.I dan Qiu, T.Y., 2008, Effect of polyethylene on life flexible pavements, *Construction and Building Materials*, Vol. 23 : 1456-1464
- Al-Hadidy, A.I dan Qiu, T.Y., 2009, Mechanistic approach for polypropylene-modified flexible pavements, *Construction and Building Materials*, Vol. 30:1133-1140
- Anita Rahmawati dan Rama Rizan, 2015, Pengaruh Penggunaan Limbah Plastik Polipropilena sebagai pengganti agregat pada campuran Laston terhadap Karakteristik Mashall (105M), *Reseach Geath*
- Bina Marga, 1987 *Bahan Penyusun Lapis Aspal Beton (Asphalt Concrete)*
- Bina Marga, 1989, "SNI No. 1737-1989-F, Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton Untuk Jalan Raya", Departemen PU, Jakarta
- Erliza dan Sutedja. 1987. Pengantar Pengemasan. Laboratorium Pengemasan, Jurusan TIP. IPB. Bogor.
- Faqih Ma'arif, Pramudiyanto, 2012, Uji Kinerja Marshall Agregat Bantak Merapi Dengan Menggunakan Serat Polypropylene
- Krebs, D.Robert, Walker, D.Richard. 1971. *Highway Material*, Mcgraw-Hill Book Company New York
- Mujiarto, 2005, Sifat Dan Karakteristik Material Plastik Dan Bahan Aditif, Traksi. Vol. 3. No. 2, Desember 2005
- Nurminah, M, 2002. Penelitian Sifat Berbagai Bahan Kemasan Plastik dan Kertas Serta Pengaruhnya Terhadap Bahan Yang Dikemas. USU digital library: Medan.
- Silvia Sukirman, 1992, Aspal beton merupakan campuran antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat
- Silvia Sukirman, S, 1999, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Nova, Bandung
- Sulaksono, S. 2001, Pengantar Rekayasa Jalan, Departemen Teknik Sipil.
- Tapkin, S., 2007, The effect of polypropylene fibers on asphalt performance. *Building and Environment*, Vol. 43, No. 6 : 1065-1071