

PENGARUH PENAMBAHAN *POLYPROPYLENE* PADA LASTON LAPIS PENGIKAT (AC-BC) DENGAN CARA KERING TERHADAP PARAMETER MARSHALL

M Wahyu Setiawan¹, Subarkah²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
Email: 14511038@students.uii.ac.id

²Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
Email: 865110101@uui.ac.id

Abstract : *A reliable transportation system which has a high structural carrying capacity, effective network capabilities, efficient and comprehensive enough is needed to advance the economy of a region. Road infrastructure is the most important component in national transportation. Two main aspects of the road infrastructure are functional aspect and economic aspect. The use of polymers as an added ingredient for asphalt blends is one of the innovations to improve the quality of asphalt blends. One of the polymers that can be used is Polypropylene (PP). The purpose of this study was to analyze the characteristics of the mixture of asphalt concrete (laston AC-BC) by the addition of Polypropylene (PP) in certain levels to the Marshall parameters in a dry process. The stages of this research are examining the physical properties of the material, determining the value of optimum asphalt content (KAO), conducting the Marshall test, Indirect Tensile Strength (ITS) and Immersion Test. The standard used in this study refers to the 2010 Bina Marga. The results of the research show that the addition of Polypropylene (PP) at 1-3% increased the stability and at 4-5% levels significantly decreased the stability. When the PP levels increased, the flow, VITM, and VMA values increased but MQ and VFWA values decreased. The value of ITS has decreased along with the addition of PP levels. IRS values tend to be stable at adding 1-3-3% and have a significant decrease in PP levels of 3.4-5%.*

Keywords : *added material, Polypropylene, laston AC-BC, dry process*

1. PENDAHULUAN

Sistem transportasi yang handal dengan daya dukung struktur yang tinggi dan kemampuan jaringan yang efektif, efisien dan menyeluruh sangat diperlukan untuk memajukan perekonomian suatu wilayah. Infrastruktur jalan memegang peranan paling penting dalam transportasi nasional. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS), pada tahun 2016 jalan di Indonesia telah melayani 129.281.079 kendaraan bermotor. Jalan-jalan di Indonesia bervariasi, mulai dari keadaan baik, sedang, rusak dan rusak berat. Kondisi jalan di Indonesia 45,09% dalam kondisi baik, 21,40% dalam kondisi sedang, 16,10% dalam kondisi

rusak dan 17,41% dalam kondisi rusak berat (Kementerian PUPR, 2016).

Salah satu usaha untuk menurunkan angka kerusakan jalan akibat beban yang berlebih adalah dengan meningkatkan mutu campuran beraspal (bitumen). Aspal sendiri merupakan bahan pengikat agregat pada lapis aspal beton (Laston). Laston adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan raya, yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu (Sukirman, 1999).

Polypropylene (PP) adalah salah satu limbah plastik yang sering ditemukan dan biasanya digunakan untuk pembungkus makanan,

sedotan, kantong plastik dan lain-lain. *Polypropylene* sendiri merupakan limbah yang tidak mudah didaur ulang sehingga pengolahan limbahnya harus dilakukan dengan benar agar tidak merugikan lingkungan. Kelebihan dari *Polypropylene* sebagai campuran aspal modifikasi dibandingkan dengan polimer lainnya adalah tidak beracun dan titik lelehnya yang cukup tinggi (190 – 200°C). Pemanfaatan *Polypropylene* dalam bentuk potongan kecil-kecil dinilai cukup baik untuk proses pencampuran aspal.

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat ditarik rumusan masalah sebagai berikut:

2. Bagaimana pengaruh penambahan polimer *polypropylene* pada *Asphalt Concrete-Binder Course* atau *AC-BC* dengan bahan ikat Aspal Pertamina 60/70 terhadap sifat fisik campuran beraspal?
3. Bagaimana pengaruh penambahan kadar polimer *polypropylene* pada *Asphalt Concrete-Binder Course* atau *AC-BC* dengan bahan ikat Aspal Pertamina 60/70 terhadap sifat fisik campuran beraspal?

Penelitian mengenai penggunaan polimer sebagai bahan tambah sudah banyak dilakukan sebelumnya. Widi Wantoro dkk. (2013), dengan penambahan limbah plastik *Low Density Polyethylene (LDPE)* pada campuran aspal dengan kadar limbah 0%, 2%, 4% dan 6% diperoleh kesimpulan bahwa hasil campuran aspal yang dihasilkan lebih kaku dan berpori menyebabkan campuran memiliki ketahanan baik terhadap deformasi plastis tetapi rentan retak dan tidak tahan lama. Hanya kadar 2% dan 4% saja yang memenuhi spesifikasi Bina Marga dan kualitasnya masih dibawa aspal standar.

Prameswari (2016), dengan penambahan *Polyethylene (PET)* pada laston lapis pengikat *AC-BC* dengan kadar 2%, 4%, 6%, 8% dan

10% dari berat aspal diperoleh kesimpulan bahwa penambahan *Polyethylene (PET)* yang optimum dan memenuhi kriteria persyaratan Bina Marga 2010 adalah penambahan kadar 2%. Pada penambahan *Polyethylene (PET)* dengan kadar 2% nilai stabilitas lebih tinggi dari pada campuran aslinya. Penambahan kadar *Polyethylene (PET)* yang semakin banyak kurang baik digunakan untuk campuran aspal.

Berdasarkan uraian di atas, dapat ditarik tujuan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan polimer *polypropylene* pada *Asphalt Concrete-Binder Course* atau *AC-BC* dengan bahan ikat Aspal Pertamina 60/70 terhadap sifat fisik campuran beraspal.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan kadar polimer *polypropylene* pada *Asphalt Concrete-Binder Course* atau *AC-BC* dengan bahan ikat Aspal Pertamina 60/70 terhadap sifat fisik campuran beraspal.

2. METODE PENELITIAN

Metode Penelitian yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah eksperimental dimana untuk memperoleh data dilakukan melalui serangkaian kegiatan percobaan yang kemudian dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan hasil penelitian dan disesuaikan dengan standar spesifikasi yang digunakan. Adapun tahapan penelitian dalam penelitian ini antara lain tahap persiapan, tahap pengujian bahan, tahap perencanaan campuran, tahap pembuatan benda uji dan tahap pengujian benda uji.

Adapun persiapan yang dilakukan untuk memulai penelitian ini adalah menyiapkan material-material dan alat-alat yang digunakan pada penelitian ini. Selain itu pada tahap ini kita juga melakukan mengelompokkan agregat berdasarkan ukurannya dengan melakukan penyaringan agregat.

Pada tahap pengujian bahan, dilakukan pengujian pada material yang digunakan meliputi agregat kasar (berat jenis, penyerapan air oleh agregat, kelekatan agregat oleh aspal dan keausan dengan mesin *Los Angeles*), agregat halus (berat jenis, penyerapan air oleh agregat dan *sand equivalent*) dan aspal (berat jenis, penetrasi, daktilitas, titik nyala, kelarutan *TCE* dan titik lembek). Tujuan dari pengujian terhadap material yang digunakan adalah untuk mengetahui apakah material yang digunakan memenuhi standar kualitas yang ditentukan.

Pada tahap perencanaan campuran dilakukan perencanaan gradasi agregat yang dipengaruhi oleh lapis aspal yang digunakan. Adapun rencana gradasi agregat yang digunakan dalam campuran *AC-BC* dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Rencana Gradasi Agregat *Superpave*

Ukuran Ayakan		Persentase
ASTM	(mm)	
1½	37,5	-
1"	25	100
¾"	19	90 – 100
½"	12,5	71 – 90
3/8"	9,5	58 – 80
No.4	2,36	37 – 56
No.8	0,600	23 – 34,6
No.16	0,075	15 – 22,3
No.30	4,75	10 – 16,7
No.50	2,36	7 – 13,7
No.100	1,18	5 – 11
No.200	0,600	0 – 8

Pada tahap pembuatan benda uji dan pengujian benda uji terbagi menjadi 2 tahap dimana tahap pertama untuk mencari nilai KAO (kadar aspal optimum) dan pada tahap kedua menggunakan KAO yang telah diperoleh.

Pada tahap pembuatan benda uji, baik untuk mencari KAO atau dengan menggunakan KAO terdapat 2 jenis benda uji yaitu benda uji tanpa penambahan *PP* (0%) dan dengan penambahan *PP* (1%, 2%, 3%, 4% dan 5%). Adapun untuk benda uji dengan penambahan *PP* proses pencampurannya dengan cara kering. Cara ini memasukkan plastik terlebih dahulu kedalam agregat yang dipanaskan temperatur campuran baru kemudian aspal panas ditambahkan. Jumlah benda uji yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 90 benda uji untuk mencari nilai KAO dan 54 benda uji dengan menggunakan KAO.

Pada tahap pengujian benda uji untuk mencari nilai KAO dilakukan uji *Marshall* saja dan setelah benda uji menggunakan KAO dilakukan uji *Marshall*, *Immersion Test* dan *Indirect Tensile Test*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Karakteristik Bahan

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui sifat fisik dan karakteristik bahan campuran yang meliputi aspal, agregat halus dan agregat kasar. Hasil pengujian karakteristik bahan dapat dilihat pada Tabel 2-4 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Nilai Persyaratan	Hasil
1	Berat Jenis	> 2,5	2,54
2	Penyerapan Air Oleh Agregat (%)	< 3	2,5
3	Kelekatan Agregat Oleh Aspal (%)	> 95	97
4	Keausan dengan Mesin <i>Los Angeles</i>	< 40	17,2

Tabel 3. Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Nilai Persyaratan	Hasil
1	Berat Jenis	> 2,5	2,53
2	Penyerapan Air Oleh Agregat (%)	< 3	2,33
3	<i>Sand Equivalent</i> (%)	> 50	74,96

Tabel 4. Hasil Pengujian Aspal Pertamina Pen 60/70

No	Jenis Pengujian	Nilai Persyaratan	Hasil
1	Berat Jenis	> 1,0	1,052
2	Penetrasi (0,1 mm)	60 – 70	62,6
3	Daktilitas (cm)	> 100	165
4	Titik Nyala (°C)	> 232	288
5	Kelarutan TCE (%)	> 99	99,67
6	Titik Lembek (°C)	> 48	48,6

3.2. Pengujian Marshall KAO

Dari pengujian *Marshall* didapat nilai-nilai karakteristik berupa stabilitas (*stability*), kelelahan (*flow*), *Marshall Quotient (MQ)*, *Void in Mineral Agregat (VMA)*, *Void in The Total Mix (VITM)* dan *Void Filled with Asphalt (VFWA)*. Nilai-nilai karakteristik ini yang nantinya akan dijadikan acuan untuk menentukan kadar aspal optimum (KAO). Adapun rekapitulasi KAO yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Rekapitulasi KAO

No.	Kadar PP	KAO (%)
1	0%	6,025
2	1%	6,125
3	2%	6,2
4	3%	6,2
5	4%	6,35
6	5%	6,25

3.3. Pengujian Marshall, ITS dan IRS pada Kondisi KAO

Berikut adalah hasil pengujian *Marshall*, *ITS* dan *IRS* dengan benda uji yang sudah menggunakan KAO pada tiap penambahan kadar PP.

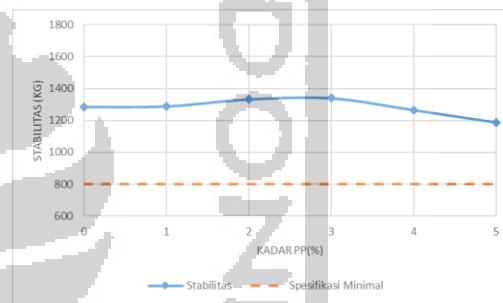
1. Pengujian Marshall

Hasil pengujian karakteristik *Marshall* dapat dilihat pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6 Hasil Pengujian Marshall pada KAO Tiap Penambahan Kadar PP

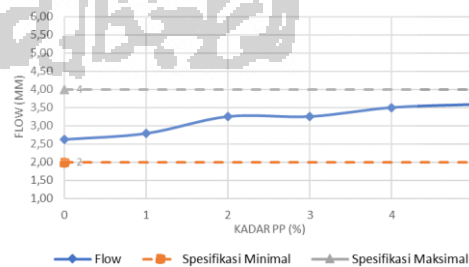
Kadar PP (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)	VITM (%)	VFWA (%)	VMA (%)	Density (gr/cc)
0	1283,86	2,62	515,39	4,20	75,37	16,95	2,24431
1	1287,95	2,78	476,01	4,57	74,17	17,46	2,23292
2	1332,41	3,25	410,78	4,74	73,95	17,75	2,22669
3	1339,34	3,25	412,92	5,12	71,71	18,08	2,21792
4	1264,24	3,50	360,89	5,21	71,82	18,45	2,21149
5	1185,38	3,58	332,36	5,59	69,92	18,58	2,205
BINA MARGA	1000	>2-4	>250	>3,5-5,0	>63	>14	>2

Grafik hubungan penambahan kadar PP dengan nilai-nilai karakteristik *Marshall* dapat dilihat pada Gambar 1 sampai Gambar 6 di bawah ini.



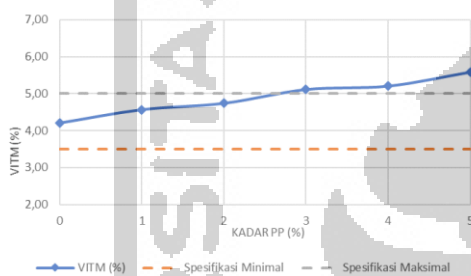
Gambar 1 Hubungan Penambahan Kadar PP dengan Stabilitas

Berdasarkan grafik pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa nilai stabilitas pada kadar 1% mengalami peningkatan hingga pada kadar 3% lalu mengalami penurunan yang relatif signifikan hingga kadar PP 5%. Hal ini menunjukkan bahwa pada penambahan PP pada kadar tertentu (optimum) bisa meningkatkan stabilitas campuran tetapi penambahan yang berlebihan justru akan memberikan pengaruh yang negatif.



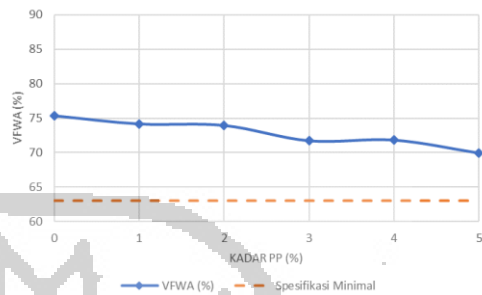
Gambar 2 Hubungan Penambahan Kadar PP dengan Flow

Berdasarkan grafik pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa semakin naik kadar *PP* yang ditambahkan maka nilai *flow* cenderung semakin naik. Hal ini sejalan dengan Anita, Rahmawati (2017) yang menyatakan bahwa nilai *flow* bertambah seiring dengan penambahan kadar *PP*. Hal ini menyebabkan campuran semakin elastis sehingga campuran akan sulit untuk rusak *crack* akan tetapi bentuk responnya adalah deformasi.



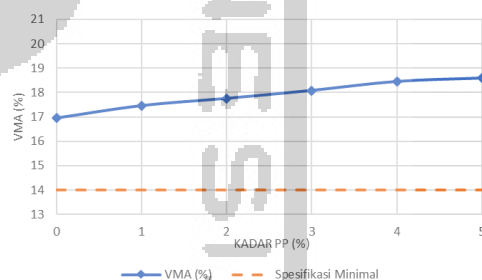
Gambar 3 Hubungan Penambahan Kadar *PP* dengan *VITM*

Berdasarkan grafik pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa semakin bertambahnya kadar *PP* maka nilai *VITM* akan semakin tinggi yang menyebabkan campuran semakin bersifat porus. Hal ini sejalan dengan Ida Hadijah (2016) yang menyatakan nilai *VITM* semakin meningkat seiring dengan bertambahnya kadar *PP* yang ditambahkan. Hal ini membuat lapis perkerasan menjadi kurang awet karena dengan semakin kurang rapatnya campuran maka air dan udara akan dengan mudah masuk ke dalam campuran yang menyebabkan aspal akan mudah teroksidasi. Nilai *VITM* yang masuk spesifikasi (pada rentang 3,5 – 5%) hanya pada penambahan kadar *PP* 0 – 2,8%.



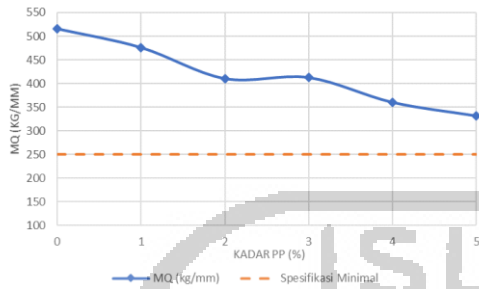
Gambar 4 Hubungan Penambahan Kadar *PP* dengan *VFWA*

Berdasarkan grafik pada Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin bertambahnya kadar *PP* maka nilai *VFWA* cenderung semakin turun sehingga campuran kurang kedap terhadap air dan udara serta menjadi mudah retak bila menerima beban. Akan tetapi nilai *VFWA* pada tiap penambahan kadar *PP* masih memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu > 63%.



Gambar 5 Hubungan Penambahan Kadar *PP* dengan *VMA*

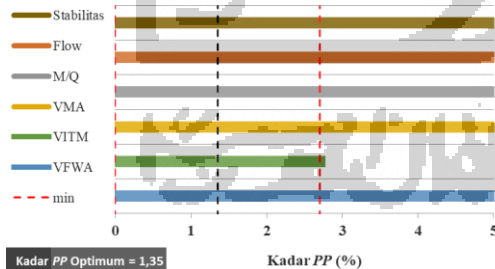
Grafik pada Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai *VMA* semakin bertambah seiring dengan bertambahnya kadar *PP*. Hal ini menyebabkan campuran akan semakin porus seiring dengan bertambahnya kadar *PP* yang digunakan. Akan tetapi nilai *VMA* pada tiap penambahan kadar *PP* masih memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu > 63%.



Gambar 6 Hubungan Penambahan Kadar PP dengan MQ

Grafik pada Gambar 6 menunjukkan bahwa nilai MQ cenderung menurun seiring dengan bertambahnya kadar PP dengan seluruh nilai MQ masih memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu di atas 250 kg/mm. Nilai flow yang tinggi tidak dibarengi dengan nilai stabilitas yang tinggi dan hal inilah yang menyebabkan nilai MQ semakin menurun seiring dengan penggunaan persentase PP yang digunakan. Semakin besar nilai MQ maka campuran akan semakin kaku, sedangkan semakin kecil nilai MQ maka campuran akan semakin lentur.

Berdasarkan dari keseluruhan nilai-nilai karakteristik Marshall yang didapatkan, maka penambahan kadar PP optimum dapat dilihat pada Gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7 Kadar PP Optimum

2. Pengujian ITS

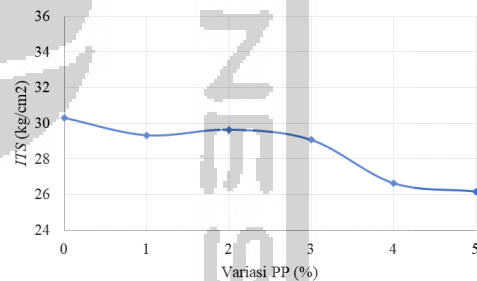
Indirect Tensile Strength (ITS) adalah pengujian untuk mengetahui nilai gaya tarik tidak langsung pada campuran beraspal akibat beban lalu lintas. Hasil

pengujian ITS dapat dilihat pada Tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7 Hasil Pengujian ITS

Variasi PP (%)	ITS (kg/cm ²)
0	30,308
1	29,334
2	29,652
3	29,074
4	26,645
5	26,182

Grafik hubungan penambahan kadar PP dengan nilai ITS dapat dilihat pada Gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8 Hubungan Penambahan Kadar PP dengan ITS

Grafik pada Gambar 8 menunjukkan bahwa nilai stabilitas ITS pada campuran AC-BC dengan penambahan serat plastik PP cenderung mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kadar PP. Ini menunjukkan bahwa campuran AC-BC dengan penambahan serat plastik PP lebih buruk untuk menahan gaya tarik tidak langsung dibandingkan dengan campuran AC-BC tanpa penambahan serat plastik PP.

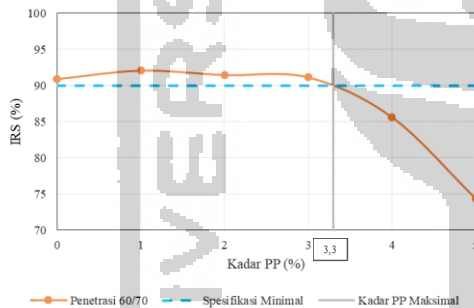
3. Pengujian IRS

Hasil pengujian IRS dapat dilihat pada Tabel 8 di bawah ini.

Tabel 8 Hasil Pengujian IRS

Kadar PP (%)	Stabilitas 0,5 Jam (Kg)	Stabilitas 24 Jam (Kg)
0	1283,859	1167,651
1	1287,951	1186,344
2	1332,405	1219,219
3	1339,344	1221,196
4	1264,237	1082,952
5	1185,38	881,74
Spesifikasi	> 800	> 800

Grafik hubungan penambahan kadar PP dengan nilai IRS dapat dilihat pada Gambar 9 di bawah ini.



Gambar 9 Hubungan Penambahan Kadar PP dengan IRS

Grafik pada Gambar 9 menunjukkan bahwa pada kadar penambahan PP 1 – 3,3% nilai IRS masih stabil dan memenuhi spesifikasi. Penambahan kadar PP yang berlebih justru membuat campuran menjadi lembek dan membuat stabilitasnya menurun. Ditambah kadar VMA yang semakin naik seiring bertambahnya kadar PP membuat campuran semakin porus (seiring bertambahnya kadar PP) sehingga air masuk ke dalam rongga campuran dan mengurangi kelekatan aspal terhadap agregat. Hal ini mengakibatkan pada kadar PP 3,4 – 5% terjadi penurunan stabilitas yang signifikan pada perendaman di *waterbath* pada suhu 60°C sehingga pada

kadar PP 3,4 – 5% terjadi penurunan nilai IRS secara signifikan dan tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 (lebih dari 90%).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisis data dari kinerja campuran AC-BC dengan penambahan serat plastik PP menggunakan bahan ikat aspal Pertamina Pen 60/70 diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Kadar aspal optimum (KAO) pada kadar penambahan PP 0%, 1%, 2% 3%, 4% dan 5% adalah 6,025%; 6,125%; 6,2%; 6,2%; 6,35% dan 6,25%.
2. Nilai stabilitas cenderung naik mulai dari penambahan kadar PP 1% hingga mencapai stabilitas tertingginya pada kadar PP 3% kemudian mengalami penurunan yang signifikan pada kadar PP 4 – 5%.
3. Nilai *MQ* dan *VFWA* mengalami penurunan seiring dengan penambahan kadar PP akan tetapi masih memenuhi spesifikasi.
4. Nilai *flow*, *VITM* dan *VMA* mengalami kenaikan seiring dengan penambahan kadar PP. Nilai *VITM* pada kadar penambahan 2,9 – 5% tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 sedangkan nilai *flow* dan *VMA* semuanya memenuhi spesifikasi.
5. Kadar penambahan PP optimum yang didapatkan adalah 1,35% dari berat aspal.
6. Nilai *ITS* cenderung turun seiring dengan penambahan kadar PP.
7. Nilai *IRS* cenderung stabil pada penambahan PP 1 – 3,3% dan mengalami penurunan yang signifikan pada kadar PP 3,4 – 5%. Nilai *IRS* pada penambahan kadar PP 1 – 3,3% masih memenuhi spesifikasi dan pada penambahan 3,4 – 5% tidak memenuhi.

4.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat dikemukakan saran-saran sebagai berikut.

1. Penggunaan metode penambahan serat plastik PP dengan cara basah dengan tujuan serat plastik PP dapat menyatu dengan aspal (homogen).
2. Penggunaan serat plastik PP sebaiknya tidak terlalu tinggi untuk memperoleh kinerja campuran beraspal yang baik.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2016. *Statistik Transportasi Darat*. Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2010. *Spesifikasi Umum, Edisi 2010*. Jakarta.
- Hadijah, Ida. 2016. *Pengaruh Tambah Serat Polypropylene Terhadap Campuran Aspal Beton AC-WC*. Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Metro, Lampung.
- Prameswari, Putri Ajeng. 2016. *Pengaruh Pemanfaatan PET pada Laston Lapis Pengikat terhadap Parameter Marshall*. Tugas Akhir. Universitas Lampung, Semarang.
- Rahmawati, Anita. 2017. *Perbandingan Penggunaan Polypropilene (PP) dan High Density Polyethylene (HDPE) pada Campuran Laston AC-BC*. Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Silvia, Sukirman. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Penerbit Nova. Bandung.
- Wantoro, Widi, Kusumaningrum, Dyah, Setiadji, Bagus Hario dan Wahyudi Kushardjoko. 2013. *Pengaruh Penambahan Plastik Bekas Tipe Low Density Polyethylene (LDPE) terhadap Kinerja Campuran Beraspal*. Tugas Akhir. Universitas Diponegoro, Semarang.