

**Aspal Modifikasi dengan Penambahan Plastik Low
Linear Density Poly Ethylene (LLDPE) Ditinjau dari
Karakteristik Marshall dan Uji Penetrasi pada Lapisan
Aspal Beton (AC-BC)**

**Priyo Pratomo¹⁾
Hadi Ali²⁾
Sepriskha Diansari³⁾**

Abstract

This research was conducted by reviewing the impact of the addition of plastic low linear density poly ethylene (LLDPE) in a mixture of AC-BC layer. Next, calculate the optimum bitumen content and continued with the manufacture of test specimens to determine the optimum levels after the analysis process by performing the process measuring, weighing, and testing with marshall.

From the results of analysis obtained value of the optimum bitumen content that meets the sixth requisite criteria for the mixture according to the specification of Bina Marga 2010 revision III. After that followed the variation with the addition of plastic low linear density poly ethylene (LLDPE) with levels of percent 1%, 3%, 5%, 7%, 9% calculate on the weight of the asphalt. From the analysis of the test result, the value of the stability of the increasing levels of LLDPE in increasing the value of stability. But in value VIM no specifications that meet the standards of Bina Marga 2010 revision III. The values decreased penetration of asphalt mix.

Keywords: Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC), Plastik Low Linear Density Poly Ethylene (LLDPE), Specifications Bina Marga 2010 Revision III.

Abstrak

Penelitian ini dilakukan dengan meninjau dampak penambahan plastik low linear density poly ethylene (LLDPE) dalam campuran lapisan AC-BC. Selanjutnya, menghitung nilai kadar aspal optimum dan dilanjutkan dengan pembuatan benda uji untuk menentukan nilai kadar aspal optimum setelah proses analisis dengan melakukan proses pengukuran, penimbangan, dan pengujian dengan alat Marshall.

Dari hasil analisa didapatkan nilai kadar aspal optimum yang memenuhi keenam syarat kriteria campuran aspal sesuai spesifikasi Bina Marga 2010 revisi III yaitu 6,5 %. Setelah itu dilanjutkan proses variasi dengan penambahan plastik low linear density poly ethylene (LLDPE) dengan kadar persen 1 %, 3 %, 5 %, 7 %, 9% dihitung dari berat aspal. Dari proses analisa hasil pengujian, pada nilai stabilitas semakin bertambahnya kadar LLDPE semakin bertambah nilai stabilitasnya. Akan tetapi pada nilai VIM tidak ada yang memenuhi standar Spesifikasi Bina Marga 2010 revisi III. Pada Nilai penetrasi aspal campuran mengalami penurunan.

Kata kunci: Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC), Plastik Low Linear Density Poly Ethylene (LLDPE), Spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi III.

¹⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145. surel: priyo_lpg@yahoo.co.id

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

³⁾ Mahasiswa dari Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. Surel : sepriskhadiansari@ymail.com

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya pertumbuhan penduduk diiringi dengan jumlah peningkatan volume lalu lintas. Kondisi tersebut harus didukung oleh konstruksi jalan yang berkualitas, terutama dari kualitas lapis perkerasan untuk memberikan keamanan dan kenyamanan dalam berkendara. Kerusakan jalan telah menjadi permasalahan umum yang biasa dihadapi, hampir di setiap daerah memiliki jalan yang rusak. Beberapa hal yang menjadi penyebab kerusakan jalan di beberapa daerah adalah sebagai berikut : kualitas jalan yang kurang baik, kondisi drainase permukaan jalan yang tidak memadai.

Aspal merupakan salah satu material yang digunakan sebagai bahan pembuatan jalan raya, material ini dipilih karena hasil akhirnya yang baik dan nyaman sebagai perkerasan *fleksibel*. Untuk menekan jumlah kebutuhan akan aspal yaitu dengan meminimalisir penggunaan bahan dasar aspal, atau dengan peningkatan mutu aspal dalam campuran seperti peningkatan stabilitas, durabilitas, dan ketahanannya terhadap air dengan menambahkan bahan tambahan dalam campuran yang sifatnya mampu mengatasi kelemahan yang dimiliki aspal contohnya bahan polimer ataupun plastik.

Disini kami mencoba melakukan inovasi pemanfaatan plastik low linear density poly ethylene (LLDPE) sebagai tambahan dalam campuran lapisan AC-BC guna peningkatan nilai stabilitas, sekaligus salah satu langkah konkret sebagai penanganan pengurangan sampah yang sulit terurai peningkatan nilai fungsinya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perkerasan Jalan

perkerasan jalan raya adalah bagian jalan raya yang diperkeras dengan lapis konstruksi tertentu, yang memiliki ketebalan, kekuatan, dan kekakuan, serta kestabilan tertentu agar mampu menyalurkan beban lalu lintas di atasnya ke tanah dasar secara aman. Lapisan perkerasan yang terletak sdi antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Agar perkerasan tentang sifat, pengadaan dan pengolahan dari bahan penyusun perkerasan jalan sangat diperlukan (Sukirman, 1999).

2.2. Lapis Aspal Beton

lapisan aspal beton adalah lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat, dicampur dan dihampar dalam keadaan panas serta dipadatkan pada suhu tertentu (Carlina, 2013). Lapis yang terdiri dari campuran aspal keras AC dan agregat yang mempunyai gradasi menerus dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu. Lapis yang terdiri dari campuran aspal keras (AC) dan agregat yang mempunyai gradasi menerus dicampur, dihampar, dan dipadatkan pada suhu tertentu. Lapis ini digunakan sebagai lapis permukaan struktural dan lapis pondasi, (*Asphalt Concrete Base/Asphalt Treated Base*) (Tenrisukki).

2.3. Polietilen (PE)

polietena merupakan suatu *poliolefin* yang paling banyak digunakan sebagai bahan pembuatan berbagai jenis peralatan rumah tangga ataupun kemasan makanan dan minuman karena harganya yang murah, sifat yang lentur, resisten terhadap suhu rendah, koefisien gesek rendah, kekuatan elektrik yang baik dan umumnya resisten terhadap bahan-bahan kimia. Ini termasuk polipropilen : *low density polyethylene, uv-low-density polyethylene, linear low density polyethylene, dikloronasi polyethylene, polistiren, poliamida, etilena-vinil asetat, kopolimer, dan poli metil metakrilat*.

2.4. Bahan campuran

2.4.1. Agregat

sangat dominan pada elemen perkerasan lentur, sebagai material lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah, lapis permukaan, bahu yang diperkeras/berpenutup, konstruksi pelebaran jalan. Agregat adalah merupakan elemen perkerasan jalan yang mempunyai kandungan 90-95% acuan berat, dan 75-85% acuan volume dari komposisi perkerasan, sehingga otomatis menyumbang faktor kekuatan utama dalam perkerasan jalan.

2.4.2. Aspal

aspal adalah materi utama pada konstruksi lapis perkerasan lentur (flexible pavement) jalan raya, yang berfungsi sebagai campuran bahan pengikat agregat, karena mempunyai daya lekat yang kuat, mempunyai sifat adhesif, kedap air, dan mudah dikerjakan, aspal merupakan bahan yang plastis yang dengan kelenturannya mudah idawasi untuk dicampur dengan agregat.

2.4.3. Bahan Tambahan

bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah plastik low linier density polyethylene (LLDPE). LLDPE merupakan resin yang terdiri dari molekul dengan tulang punggung polietilen linier yang ditempel dengan gugus alkil pendek secara random. LLDPE memiliki densitas 0,90-0,94 g/cm³

2.5. Gradasi

Gradasi atau distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan.gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam pelaksanaan.

2.6. Karakteristik campuran beraspal

ada 6 karakteristik campuran beraspal :

1. Stabilitas
2. Durabilitas
3. Kelenturan
4. Ketahanan
5. Kekesatan
6. Kemudahan Pelaksanaan

2.7. Sifat Volumetrik Campuran Aspal Beton

kinerja aspal beton sangat ditentukan oleh volumetrik campuran aspal beton padat yang terdiri dari (Sari, 2015):

1. Berat jenis *Bulk* agregat
2. Berat jenis efektif agregat
3. Berat jenis maksimum campuran
4. Penyerapan aspal
5. Kadar aspal efektif
6. Rongga diantara mineral agregat (VMA)
7. Rongga di dalam campuran (VIM)
8. Rongga terisi aspal (VFA)

2.8. Uji Marshall

pengujian *marshall* bertujuan untuk mengukur daya tahan (*stability*) campuran agregat dan aspal terhadap kelelahan plastis (*flow*) dari campuran aspal agregat. Kelelahan plastis adalah keadaan perubahan bentuk campuran yang terjadi akibat beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam mm atau 0,01.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Inti Jalan Raya Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung,.

3.2. Alat

peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a) Satu set saringan (Sieve)
- b) Alat uji pemerikasaan aspal
- c) Alat uji pemerikasaan agregat
- d) Alat uji karakteristik campuran agregat dan aspal

3.3. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

- a) Agregat kasar
- b) Agregat halus
- c) Aspal
- d) Bahan pengisi/ atau material lolos saringan No.200 (*Filler*)
- e) Bahan tambahan yang digunakan adalah low linier density polyethylene (LLDPE)

3.4. Tahap-tahap penelitian

- a) persiapan
- b) pengujian bahan
- c) perencanaan campuran
- d) pembuatan dan pengujian benda uji
- e) pengujian dengan alat *marshall*

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Bahan

4.1.1. Aspal

- a) Titik lembek
- b) Penetrasi indeks

Tabel 1. Hasil penetrasi aspal modifikasi dengan penambahan plastik LLDPE.

Persen penambahan	1 %	3 %	5 %	7 %	9 %
penetrasi	61	55,4	47,5	45,5	43,5

4.1.2. Agregat

- a) Agregat kasar

Tabel 2 hasil Pengujian agregat kasar.

Pengujian	Standar	Hasil	Spesifikasi
Berat jenis <i>bulk</i> (kering udara)	AASHTO T-85-81	2,5742 gr/cm ³	Min. 2,5 (gr/cm ³)
Berat jenis jenuh kering permukaan (SSD)	AASHTO T-85-81	2,6249 gr/cm ³	-
Berat jenis semu (<i>apparent</i>)	AASHTO T-85-81	2,7199 gr/cm ³	-
Penyerapan air	SNI-1969-2008	1,97 %	Maks. 3 %
Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i>	SNI 24-17-2008	12,82 %	Maks. 30 %

b) Agregat halus

Tabel 3. Hasil pengujian agregat halus.

Pengujian	Standar	Hasil	Spesifikasi
Berat jenis <i>bulk</i> (kering udara)	AASHTO T-85-81	2,6387 gr/cm ³	Min. 2,5 (gr/cm ³)
Berat jenis jenuh kering permukaan (SSD)	AASHTO T-85-81	2,6256 gr/cm ³	-
Berat jenis semu (<i>apparent</i>)	AASHTO T-85-81	2,7978 gr/cm ³	-
Penyerapan air	SNI-1969-2008	12,7183 %	Maks. 3 %

c) Filler

filler adalah pengisi yaitu yang lolos saringan no. 200, dalam penelitian ini bahan *filler* yang digunakan adalah semen *portland*.

4.2. Desain campuran untuk *job mix formula* (JMF)

4.2.1. Komposisi Agregat *jmf*

komposisi agregat meliputi sebaran persen tahapan tiap saringan sesuai persyaratan yang ada. Perhitungan persentase masing-masing ukuran agregat pada tiap saringan, menggunakan kurva gradasi agregat campuran jenis LASTON AC-BC.

4.2.2. Penentuan perkiraan kadar aspal rencana JMF

setelah penentuan sebaran presentase agregat di peroleh, kemudian hasil presentase lolos saringan terhadap masing-masing gradasi butiran baik agregat kasar, agregat halus, maupun *filler* dimasukkan kedalam perhitungan *job mix formula* dari proses tersebut jumlah proporsi pada setiap agregat seperti tertera di bawah ini :

Tabel 4. jumlah persen akumulasi agregat pada setiap fraksi.

Kelompok Benda Uji	Proporsi Agregat (%)		
	Agregat Kasar	Agregat Halus	Filler
I	62,97	29,4884	7,5416

Penentuan kadar aspla rencana (Pb) dalam penelitian ini :

$$Pb_{(benda\ uji\ I)} = 0,035 \cdot (\% CA) + 0,045 \cdot (\% FA) + 0,18 \cdot (\% FF) + K$$

$$Pb = 0,035 \cdot (62,97) + 0,045 \cdot (29,4884) + 0,18 \cdot (7,5416) + 0,75$$

$$= 5,6384 \% \approx 5,5 \%$$

dari hasil perhitungan Pb yang diperoleh, maka rentan kadar aspal rencana:

Tabel 5. Perkiraan nilai kadar aspal tiap kelompok benda uji *jmf*.

No.	Pb	Batas
1	Pb-1%	4,5
2	Pb-0,5%	5,0
3	Pb	5,5
4	Pb+0,5%	6,0
5	Pb-0,5%	6,5

Setelah proses perhitungan rencana nilai kadar aspal dilanjutkan dengan menghitung proporsi tiap-tiap bahan campuran seperti agregat, *filler*, dan aspal. Persamaan volume benda uji :

$$V = 1/4 \times \pi \times D^2 \times t$$

$$V = 1/4 \times \pi \times (10,16)^2 \times 6,35$$

$$= 514,8148 \text{ cm}^3$$

Selanjutnya perhitungan berat keseluruhan sampel, berat total agregat, berat filler, dan berat aspal. Selanjutnya diuraikan untuk kadar aspal rencana 5,5 % dengan berat jenis teori maksimum 2,4714 gr/cm³ diperoleh:

$$\text{Berat sampel} = V \times \text{Berat jenis teori maksimum} \times 0,96$$

$$= 514,8148 \text{ cm}^3 \times 2,5312 \text{ gr/cm}^3 \times 0,96 = 1241,3 \text{ gram}$$

$$\text{Berat aspal} = \text{Berat sampel} \times \text{Persen kadar aspal}$$

$$= 1221,4 \text{ gram} \times 4,5 \% = 55,9 \text{ gram}$$

$$\text{Berat total agregat} = \text{Berat sampel} - \text{Berat aspal}$$

$$= 1241,3 \text{ gram} - 55,9 \text{ gram} = 1185,4 \text{ gram}$$

4.2.3 Menghitung berat total agregat Jmf

berdasarkan nilai kadar aspal rencana yang telah diperoleh dari perhitungan sebelumnya, kemudian dilakukan perhitungan proporsi berat agregat yang tertahan tiap-tiap ukuran saringan, sesuai dengan diameter agregat serta berat aspal yang diperlukan.

4.2.4 Menghitung berat masing-masing agregat jmf

Setelah proses perhitungan berat jenis teori maksimum yang akan dipergunakan untuk perhitungan persen tertahan dalam tiap-tiap ukuran diameter saringan dan berat kadar aspalnya, dapat diketahui pula berat agregat yang tertahan setiap saringan dalam satuan gram, perhitungan agregat ini didasarkan pada perhitungan kadar aspal persen lolos.

Tabel 6. Berat Masing-Masing Agregat JMF

Agregat	presentase	Berat masing-masing kadar aspal				
agregat 2-3	5	59,27 gr	58,51 gr	57,75 gr	57,01 gr	56,28 gr
agregat 12	15	177,81 gr	175,52 gr	173,26 gr	171,03 gr	168,84 gr
Agregat 051	36	426,75 gr	421,24 gr	415,82 gr	410,48 gr	405,22 gr
abu batu	40	474,17 gr	468,05 gr	462,02 gr	456,09 gr	450,24 gr
Filler	4	47,42 gr	46,80 gr	46,20 gr	45,61 gr	45,02 gr
berat total agregat		1185,4 gr	1170,11 gr	1155,05 gr	1140,21 gr	1125,60 gr
berat aspal		55,86 gr	61,58 gr	67,23 gr	72,78 gr	78,25 gr
berat total benda uji		1241,3 gr	1231,7 gr	1222,3 gr	1213,0 gr	1203,9 gr
BJ teori Max		2,5116 gr	2,49 gr	2,47 gr	2,45 gr	2,44 gr

4.2.5. Pembuatan benda uji jmf

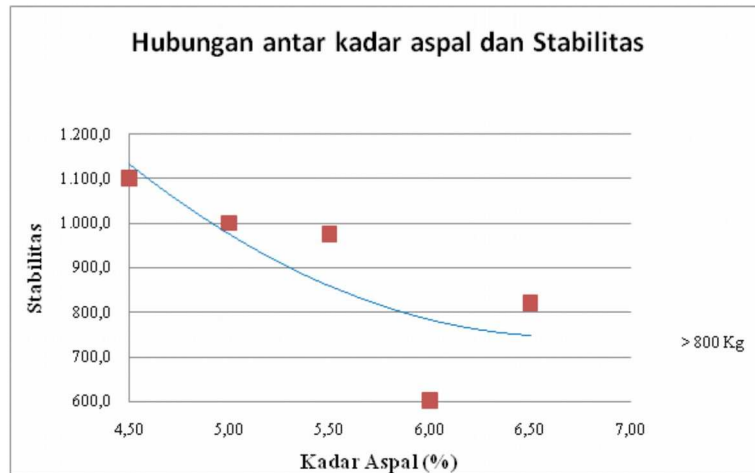
Setelah proses perhitungan untuk mencari berat total agregat dan aspal, dilanjutkan dengan pembuatan benda uji sesuai berat dan kadar aspal rencana yang telah ditentukan. Langkah-langkah pembuatan benda uji telah diuraikana di bab tiga. Dimulai dari pegoovenan agregat, penggorengan benda uji untuk mencampur semua bahan dengan suhu standar pencampuran yaitu 155°C, dilanjutkan dengan pencetakan dan terakhir dilakukan pemadatan dengan suhu pemadatan minimum 145°C dan terakhir setelah didiamkan selama 12 jam dilakukan pengeluaran benda uji untuk siap dilanjutkan proses pengukuran dan pengujian.

4.2.6. Pengujian benda uji jmf dengan alat marshall

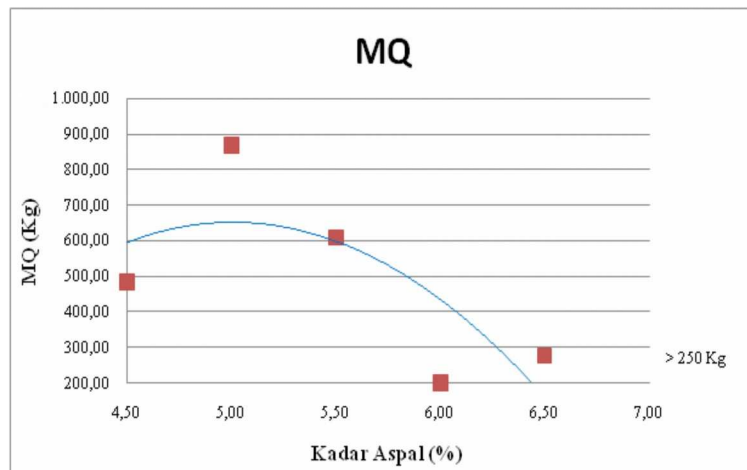
Setelah pembuatan benda uji, dilakukan proses pengambilan data berat baik berat kering, berat dalam air, berat jenuh (SSD) dilanjutkan dengan proses perendaman benda uji kedalam *water bath* yang sudah diatur suhu airnya mencapai 60°C selama 30 menit. Setelah itu baru dilakukan proses pengujian *marshall* untuk mendapatkan nilai stabilitas

dan *flow* pada pembacaan arloji pada alat *marshall*. Proses analisa dilanjutkan dengan perhitungan karakteristik *marshall*, dan volumetrik campuran aspal seperti VIM, VMA, VFA, MQ, stabilitas setelah dikoreksi, dan kepadatan.

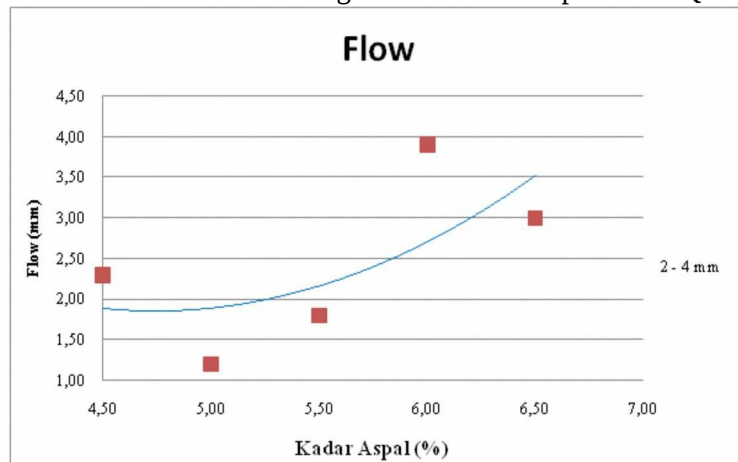
4.2.7. Analisis hasil pengujian *marshall* benda uji jmf



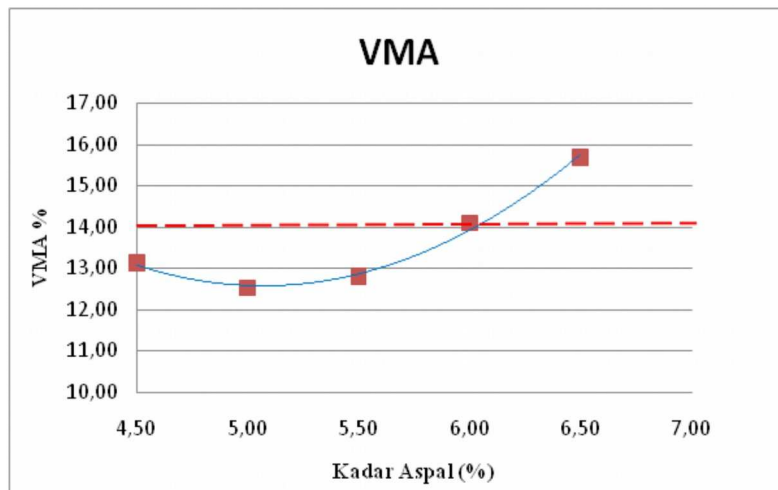
Gambar 1. Grafik hubungan antara kadar aspal dan stabilitas.



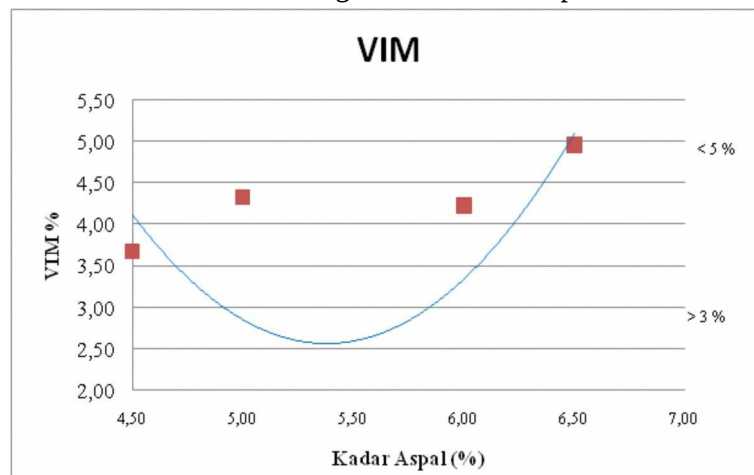
Gambar 2. Grafik hubungan antara kadar aspal dan MQ.



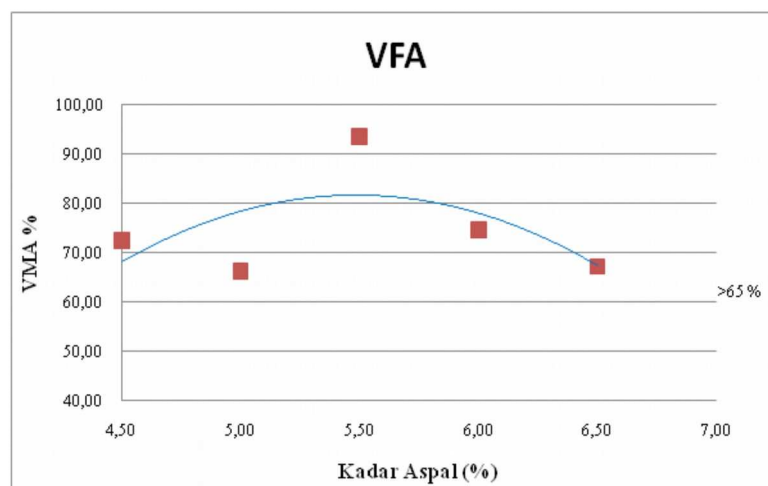
Gambar 3. Grafik hubungan antara kadar aspal dan Flow.



Gambar 4. Grafik hubungan antara kadar aspal dan VMA.



Gambar 5. Grafik hubungan antara kadar aspal dan VIM.



Gambar 6. Grafik hubungan antara kadar aspal dan VFA.

4.3. Kadar aspal optimum

4.3.1. Penentuan kadar aspal optimum

Penentuan kadar aspal optimum ini didasarkan pada kadar aspal dari kelompok benda uji I yang memenuhi syarat maksimum dan minimum dari keenam kriteria seperti stabilitas,

flow (kelelahan), MQ (*Marshall Quetion*), VIM (*Void In Mix*), VMA (*Void Mineral in Agreggate*), VFA (*Void Filled With Asphalt*) didapatkan nilai yang memenuhi enam kriteria adalah 6,5 %.

4.3.2. Hasil dan analisis marshall dengan kadar aspla optimum.

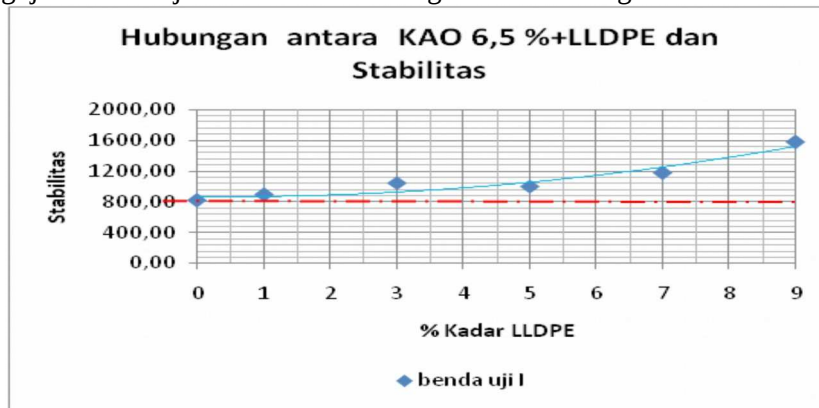
Tabel 7. Hasil Rata-rata Pengujian *Marshall* KAO 6,5 %.

Kadar Aspal (%)	VMA (%)	VIM (%)	VFA (%)	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	MQ (Kg/mm)
6,5	15,6654	4,9630	67,23	819,8	3,0	273,27

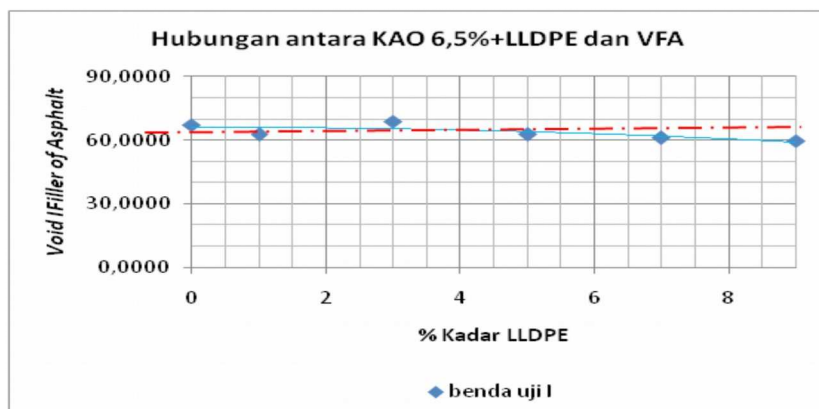
4.4. Variasi kadar aspal optimum ditambahn dengan LLDPE

Ada 6 variasi yang dilakukan untuk penambahan *LLDPE* antara lain 0%, 1%, 3%, 5%, 7% dan 9%. Persentase berat ini diambil dari berat aspal yang telah didapat dari proses perhitungan komposisi bahan seperti yang telah di uraikan sebelumnya. Untuk *LLDPE* ini diambil dari plstik yang biasa di gunakan untuk membungkus es batu, tepung terigu, dan gula pasir dengan merek dagang yang sama dan ukuran yang sama, dan proses pemotongannya dilakukan dengan pemotongan secara vertikal dengan ukuran maksimum panjangnya adalah 5 cm dan lebarnya maksimum 0,5 cm.

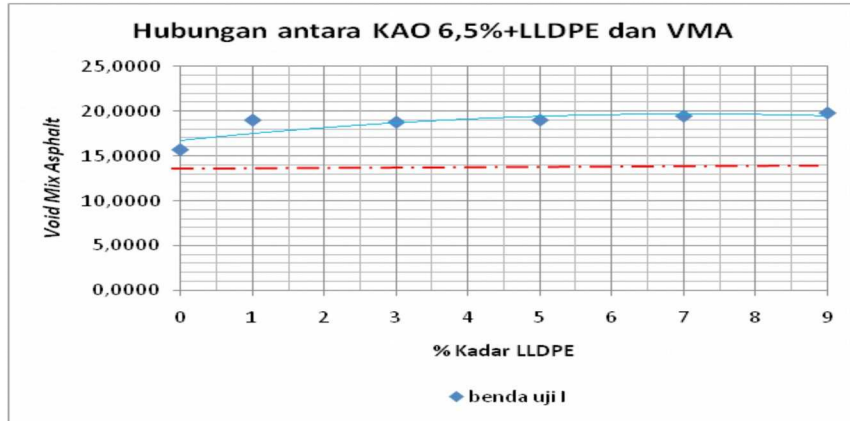
Hasil pengujian benda uji KAO ditambah dengan *LLDPE* dengan *marshall*.



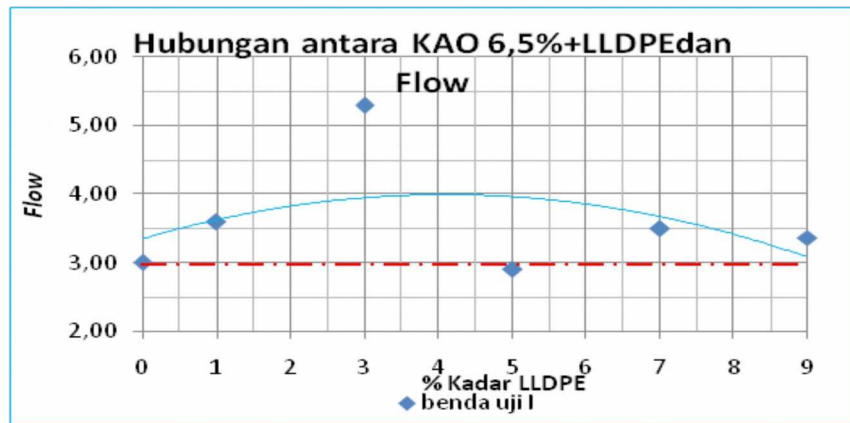
Gambar 7. Grafik nilai Stabilitas pada KAO 6,5% + LLDPE.



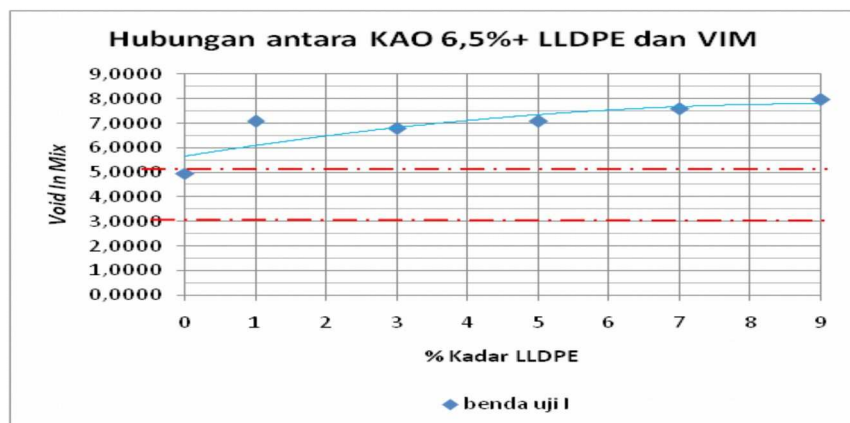
Gambar 8. rafik nilai VFA pada KAO 6,5% + LLDPE.



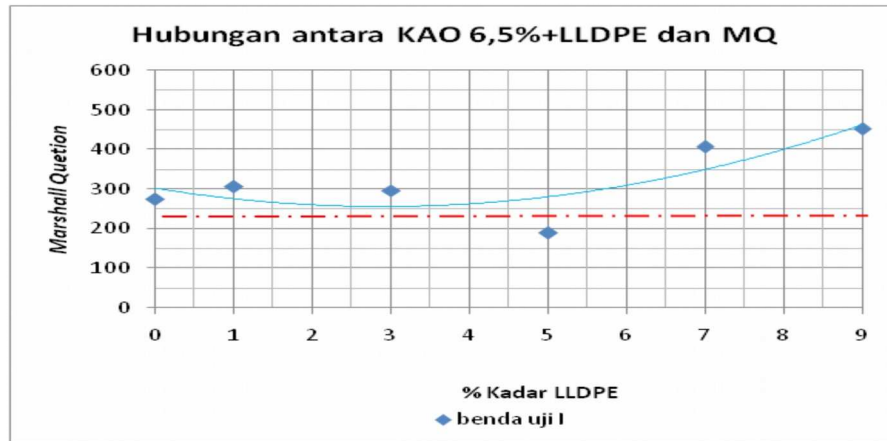
Gambar 9. Grafik nilai VAM pada KAO 6,5% + LLDPE.



Gambar 10. Grafik nilai flow pada KAO 6,5% + LLDPE.



Gambar 11. Grafik nilai VIM pada KAO 6,5% + LLDPE.



Gambar 12. Grafik nilai MQ pada KAO 6,5% + LLDPE.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pengujian, pembahasan, dan analisa dapat diambil kesimpulan, sebagai berikut:

- pada grafik stabilitas pada bentuk grafik menyerupai parabola dengan adanya titik maksimum sebagai puncaknya, terlihat semakin bertambahnya kadar LLDPE maka nilai stabilitasnya bertambah, akan tetapi pada grafik VIM tidak ada yang memenuhi standar spesifikasi Bina Marga revisi III.
- Nilai penetrasi pada aspal campuran plastik LLDPE mengalami penurunan 1% = 61 , 3% = 55,4 , 5% = 47,5 , 7% = 45,5 , 9% = 43,5.

DAFTAR PUSTAKA

- Carlina, Serli, 2013, *Pengaruh Variasi Temperatur Pematatan Terhadap Nilai Stabilitas Marshal pada Laston (AC-WC)*, Skripsi teknik sipil, Universitas Lampung, 91 hal.
- Sari, Kiki Lolita, 2015, *Dampak Penambahan Polyethylene Terephthalate Dalam Campuran Lapisan AC-BC Ditinjau Dari Batas Atas dan Tengah Peningkatan Nilai Stabilitas*, Skripsi teknik sipil, Universitas Lampung, 100 hal.
- Sukirman, Silvia, 1999, *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan*, Jakarta, Granit, 104 hal.
- Tenrisukki, Andi Tenriajeng, 2003, *Seri Diktat Kuliah Rekayasa Jalan Raya*, Gunadarma, 207 hal.

