

**PENGARUH PENGGUNAAN ASPAL MODIFIKASI POLIMER *ETHYL VINYL ACETAT* (EVA)  
TERHADAP CAMPURAN LASTON ASPHALT CONCRETE WEARING COURSE (AC-WC)**

***THE EFFECT OF THE USE OF ETHYL VINYL ACETATE (EVA) MODIFICATION POLYMER ON  
MIXED ASPHALT CONCRETE WEARING COURSE (AC-WC)***

**Yosevina**

Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Palangka Raya  
Korespondensi: [yosevina.msc@gmail.com](mailto:yosevina.msc@gmail.com)

**ABSTRAK**

Lapisan Aspal Beton (Laston) memiliki tingkat fleksibilitas yang tinggi sehingga penempatan langsung di atas lapisan seperti lapisan aus (AC-WC) membuat lapisan ini rentan terhadap kerusakan akibat temperature yang tinggi dan beban lalu lintas berat. Di samping hal tersebut, kerusakan jalan juga karena terlalu tingginya viskositas aspal keras saat pencampuran dengan agregat akibat tidak berjalannya pengendalian mutu di *Asphalt Mixing Plant* (AMP) sehingga temperatur aspal tidak terkontrol. Penelitian ini dimaksudkan untuk memanfaatkan *Ethylene Vinyl Acetate* (EVA) sebagai polimer dalam campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC). Sehingga kendala rentannya Laston terhadap retak setidaknya diharapkan mampu diatasi oleh campuran beton aspal yang mengandung aspal polimer tersebut. Tahapan pengujian bahan dilakukan terhadap tiga benda uji yang akan digunakan, yaitu agregat ex clereng, aspal pertamina penetrasi 60/70, dan modifier jenis polymer *Ethylene Vinyl Acetate* (EVA). Pengujian di laboratorium dilakukan pengujian Marshall untuk memperoleh nilai Marshall properties dengan variasi kadar aspal modifikasi EVA sebesar 0% (Variasi 1), 1% (Variasi 2), 2% (Variasi 3), 3% (Variasi 4), dan 4% (Variasi 5). Hasil dari pengujian Marshall menunjukkan bahwa dengan penggunaan aspal modifikasi Eva Variasi 1 sampai Variasi 5 dapat meningkatkan kadar aspal optimum, nilai stabilitas, dan nilai MQ dari lapisan AC-WC. Secara ringkas, campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC – WC) yang menggunakan aspal modifikasi EVA memberikan hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC – WC) yang tanpa menggunakan aspal modifikasi EVA.

**Kata kunci:** AC – WC, *Ethylene Vinyl Acetate*, Marshall, stabilitas, MQ

**ABSTRACT**

*Asphalt concrete (Laston) has a high level of flexibility so that the placement of such a layer directly above the wear layer (AC-WC) make this layer susceptible to damage is too high temperature and heavy traffic loads. In addition to these, as well as the damage is too high viscosity when asphalt mixing with aggregate due to the ineffectiveness of quality control in Asphalt Mixing Plant (AMP) so that the asphalt temperature is not controlled. This study is intended to take advantage of Ethylene Vinyl Acetate (EVA) as a polymer in a mixture of Asphalt Concrete – Wearing Course). Stages of materials testing carried out on three specimen to be used, ex Clereng aggregate, asphalt penetration pertamina 60/70, and modifier type of polymer Ethylene Vinyl Acetate (EVA). The test in laboratory with Marshall Test to acquire properties with a value of EVA modified aphalt content variation of 0% (Variation 1), 1% (Variation 2), 2% (Variation 3), 3% (Variation 4), and 4% (Variation 5). The result of Marshall Test showed that the addition variation 1 to variation 5 of EVA*

*modified asphalt tend to increase Optimum Asphalt Content, stability value, and Marshall Quotient (MQ) value of AC-WC mixture. Generally, Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) mixtures with the addition of EVA modified asphalt gives the best result compared to AC-WC mixture without EVA modified asphalt.*

**Keywords:** AC-WC, Ethylene Vinyl Acetate, Marshall, Stability, MQ

## PENDAHULUAN

Lapisan Aspal Beton (Laston) memiliki tingkat fleksibilitas yang tinggi sehingga penempatan langsung di atas lapisan seperti lapisan aus (AC-WC) membuat lapisan ini rentan terhadap kerusakan akibat temperature yang tinggi dan beban lalu lintas berat. Jenis kerusakan yang sering terjadi pada Laston adalah pelepasan butiran dan retak. Di samping hal tersebut, kerusakan jalan juga karena terlalu tingginya viskositas aspal keras saat pencampuran dengan agregat akibat tidak berjalannya pengendalian mutu di *Asphalt Mixing Plant* (AMP) sehingga temperature aspal tidak terkontrol.

*Polymer Modified Asphalt* (PMA) telah dikembangkan selama beberapa dekade terakhir. Umumnya dengan sedikit penambahan bahan polimer (biasanya sekitar 2-6%) sudah dapat meningkatkan hasil ketahanan yang lebih baik terhadap deformasi, mengatasi keretakan-keretakan dan meningkatkan ketahanan yang tinggi dari kerusakan akibat umur sehingga dihasilkan pembangunan jalan lebih tahan lama serta dapat mengurangi biaya perawatan atau perbaikan jalan. Penggunaan campuran polimer aspal merupakan trend yang semakin meningkat tidak hanya karena faktor ekonomi, tetapi juga demi mendapatkan kualitas aspal yang lebih baik dan tahan lama. Modifikasi polimer aspal yang diperoleh dari interaksi antara komponen aspal dengan bahan aditif polimer dapat meningkatkan sifat-sifat dari aspal tersebut. Dalam hal ini terlihat bahwa keterpaduan aditif polimer yang sesuai dengan campuran aspal.

Menyikapi masalah masalah modus kerusakan dan penyebabnya pada lapis perkerasan beton aspal yang menggunakan campuran konvensional AC-WC maka dibutuhkan suatu upaya untuk merekayasa campuran lapis perkerasan aspal dalam hal ini dengan penggunaan aspal modifikasi EVA sehingga lapis perkerasan ini mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap penyebab penyebab kerusakan

dini sehingga stabilitas dan durabilitas yang tinggi dapat tercapai selama umur rencana jalan.

Penelitian ini dimaksudkan untuk memanfaatkan aspal modifikasi *Ethylene Vinyl Acetate* (EVA) dalam campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC – WC). Sehingga kendala rentannya Laston terhadap retak setidaknya diharapkan mampu diatasi oleh campuran beton aspal yang mengandung aspal polimer tersebut. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan masukan dan menambah wawasan bahwa penggunaan aspal modifikasi EVA dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran beraspal yang dapat disesuaikan dengan kondisi pada proyek bila diperlukan.

## TINJAUAN PUSTAKA

*Asphalt Concrete* (AC) atau dikenal juga dengan istilah Lapis Aspal Beton (Laston) merupakan salah satu jenis dari lapisan perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Jenis perkerasan ini merupakan campuran merata antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu. Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya. Material-material pembentuk beton aspal dicampur di instalasi pencampur pada suhu tertentu, kemudian diangkut ke lokasi, dihamparkan dan dipadatkan. Suhu pencampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal yang akan digunakan. Jika semen aspal, maka pencampuran umumnya antara 145-155°C, sehingga disebut beton aspal campuran panas. Campuran ini dikenal dengan *hotmix* (Sukirman, 2003).

**Tabel 1.** Ketentuan Sifat Campuran AC

Sifat Sifat Campuran		AC-WC
Kadar aspal efektif (%)		4,3
Penyerapan aspal (%)	Maks.	1,2
Jumlah tumbukan per bidang		75
Rongga dalam campuran (%)	Min.	3,0
	Maks.	5,0

Sifat Sifat Campuran		AC-WC
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	15
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800
Pelelehan (mm)	Min.	3
Marshall Quotient (kg/mm)	Min.	250
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam 60°C	Min.	90
Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal (refusal)	Min.	2

(Sumber: Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2010 Revisi 2 (2012))

### Bahan Penyusun Campuran AC-WC

#### a. Agregat

Agregat adalah suatu kombinasi dari suatu bahan yang berupa pasir, *gravel*, batu pecah, abu batu, atau komposisi material lainnya yang digunakan untuk membentuk suatu kombinasi ikatan yang seimbang di antara material pembentuk pada campuran perkerasan aspal, beton, mortar, macadam, mastic, dan lain-lain. Sebagai bagian penting dalam perkerasan, komposisi agregat umumnya 92-95% berat atau sekitar 80% volume (Kerbs and Walker, 1971).

#### b. Aspal

Aspal adalah material semen hitam, padat atau setengah padat yang dalam konsistensinya di mana unsur pokok yang menonjol adalah bitumen yang terjadi secara alami atau yang dihasilkan dengan penyulingan minyak (*Petroleum*).

### Aspal Modifikasi Polimer (*Polymer Modified Asphalt – PMA*)

#### a. Polimer

Belakangan ini, polimer sering digunakan dalam pembuatan perkerasan jalan sebagai modifier aspal. Penambahan bahan aditif jenis polimer dalam jumlah kecil ke dalam aspal terbukti dapat meningkatkan kinerja aspal dan memperpanjang umur kekuatan /masa layan perkerasan tersebut (Sengoz B dan Isikyakar G, 2008). Polimer juga dapat meningkatkan daya tahan perkerasan terhadap berbagai kerusakan, seperti deformasi permanen, retak akibat perubahan suhu, *fatigue damage*, serta pemisahan / pelepasan material (Yildirim. Y, 2007).

#### b. Polimer sebagai modifier

Menurut Read dan Whiteoak (2003), agar modifier menjadi efektif, praktis dan ekonomis dalam penggunaannya, maka modifier tersebut harus:

1. Tersedia di lapangan.
2. Tahan terhadap degradasi pada suhu pencampuran.
3. Meningkatkan ketahanan terhadap flow pada suhu jalan yang tinggi tanpa membuat aspal menjadi terlalu encer pada suhu pencampuran dan penghamparan atau tidak membuat aspal terlalu kaku atau rapuh pada suhu jalan yang rendah.
4. Biayanya murah.

#### c. Aspal modifikasi polimer

Klasifikasi polimer dan penggunaan aspal modifikasi polimer yang digunakan untuk keperluan jalan raya dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2 Klasifikasi Polimer Untuk Jalan Raya

Plastomer	Elastomer
PP ( <i>Poly Propylene</i> )	Karet Alam ( <i>Natural Rubber</i> )
PE ( <i>Poly Ethylene</i> )	SBR ( <i>Stryene Butadiene Rubber</i> )
EVA ( <i>Ethyl Vinyl Acecate</i> )	SBS ( <i>Stryene Butadiene Stryene</i> )
	Neoprene ( <i>Rubber Sintetic</i> )

Sumber: Suroso, T. W, 2000

#### d. Aspal modifikasi EVA

Menurut Read dan Whiteoak (2003), polimer termoplastik, bila dicampur dengan aspal dan di bawah suhu tertentu meningkatkan viskositas aspal. *Ethylene Vinyl Acetate* merupakan salah satu dari sekian banyak polimer jenis *Thermoplastic Crystalline* atau plastomer. *Ethylene Vinyl Acetate* adalah kopolimer etilena dan vinil asetat. Berat persen vinil asetat biasanya bervariasi 10-40%, dengan sisanya adalah etilena. EVA adalah polimer yang mendekati bahan elastomer dalam kelembutan dan fleksibilitasnya. Materi ini mempunyai permukaan yang halus, ketahanan pada suhu rendah, ketahanan terhadap tegangan-retak, panas-lelah *adhesive* terhadap properti yang tahan air, dan tahan terhadap radiasi UV. EVA memiliki bau khas cuka dan *kompetitive* dengan karet dan produk vinil dalam berbagai aplikasi listrik.

Untuk mendapatkan hasil yang maksimal dalam proses blending aspal, dilakukan beberapa pengujian terlebih dahulu. Pengujian yang dilakukan pada polimer yang akan digunakan adalah *Melt Flow Rate* atau *Melt Index*. (Bonemazzi, 1996).

Tabel 3 Persyaratan Aspal Modifikasi

No	Jenis Pengujian	Metode	Tipe II Aspal yang dimodifikasi Elastomer
1.	Penetrasi, 25° C (0,1 mm)	SNI 06-2456-1991	Min. 40
2.	Viskositas 135°C (cSt)	SNI 06-6441-2000	≤3000 <sup>(4)</sup>
3.	Titik Lembek (°C)	SNI 06-2434-1991	≥ 54
4.	Indeks Penetrasi	-	≥ 0,4
5.	Daktilitas, 25° C (cm)	SNI 06-2432-1991	≥ 100
6.	Titik Nyala, °C	SNI 06-2433-1991	≥ 232
7.	Kelarutan dalam Tricloro Etylen (%)	SNI 06-2438-1991	≥ 99
8.	Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	≥ 1,0
9.	Stabilitas Penyimpanan (°C)	ASTM D 5976 part 6.1	≤2,2

Sumber: Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2010 Revisi 2 (2012)

### Pemeriksaan dengan Alat Marshall

Metode pengujian Marshall merupakan metode yang paling umum dipergunakan dan distandarisasikan dalam *American Society for Testing and Material 1993* (ASTM D 1553). Kinerja campuran aspal beton dapat diperiksa dengan menggunakan alat pemeriksaan Marshall. Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan *proving ring* (cincin penguji) yang berkapasitas 2500 kg atau 5000 pon. Untuk mengetahui kinerja dari lapisan perkerasan yang direncanakan, dalam hal ini lapisan AC-WC modified adalah stabilitas, ketahanan terhadap lelehan (*flow*), rongga diantara mineral agregat, berat jenis maksimum, VIM, *Marshall Quotient*, dan Stabilitas Marshall Sisa setelah perendaman 24 jam.

### METODE

Penelitian ini di lakukan di Laboratorium Transportasi Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.

Dalam penelitian ini bahan dan material yang digunakan yaitu:

1. Aspal, digunakan aspal produk PT Pertamina dengan jenis Pen 60/70.

2. Agregat kasar berupa material yang berasal dari Clereng, Kulon Progo, DIY.
3. Agregat halus berupa pasir yang berasal dari Clereng, Kulon Progo, DIY, dan zeolit yang diambil dari Klaten.
4. *Ethylene Vinyl Acetate* pada aspal untuk campuran AC-WC yang direncanakan.
5. Untuk penggunaan air, digunakan air di sekitar tempat pengujian, yaitu Laboratorium Transportasi, JTSL, FT UGM, Yogyakarta.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa macam alat antara lain *Melt Flow Rate* atau pengujian melting indeks, peralatan yang dipakai untuk pengujian Marshall, peralatan untuk blending aspal, peralatan untuk pemeriksaan sifat fisik aspal dan sifat fisik agregat, serta peralatan untuk pembuatan benda uji seperti timbangan, cetakan, alat pemadat, oven, thermometer.

Sesuai dengan syarat gradasi untuk perkerasan AC-WC, target gradasi yang digunakan adalah nilai tengah dari gradasi AC-WC. Menurut acuan rancangan yang digunakan tidak memberikan nilai kontrol atau batas larangan rancangan gradasi dan komposisi agregat yang digunakan. Sehingga secara komposisi, berat dari masing-masing ukuran saringan dari gradasi AC-WC untuk satu sampel agregat campuran uji Marshall diperoleh seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4. Setelah perancangan agregat kemudian dilakukan perhitungan Pb. Diambil dua *range* di atas Pb, dan 2 *range* di bawah Pb, dengan selisih 0,5% setiap *range*-nya.

Tabel 4 Komposisi Agregat Rancangan

Fraksi	ASTM	Mm	Berat (gram)	Berat Fraksi	Komposisi (%)
	3/4"	19	0,00		
	1/2"	12,5	60,0		
CA	3/8"	9,5	168,00	647,40	53,95
	# 4	4,75	234,00		
	# 8	2,36	185,40		
	# 16	1,18	123,00		
	# 30	0,600	111,00		
FA	# 50	0,300	93,60	468,60	39,05
	# 100	0,150	81,00		
	# 200	0,075	60,00		
F	PAN	0	84,00	84	7,00
			1.200		

Setelah pembuatan benda uji selesai kemudian dilakukan pengujian Marshall untuk mengetahui nilai stabilitas, *flow*, dan *Marshall Quotient* (MQ) dari campuran. Pada pengujian Marshall yang akan dilakukan, lamanya perendaman benda uji dalam *water bath* adalah dengan suhu tetap 60°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ) adalah selama 30 menit. Pengujian Marshall bertujuan untuk memperoleh parameter-parameter sifat Marshall dan karakteristik volumetriknya seperti Stabilitas, *Flow*, VIM (*Void in the Mix*), VFA (*Void Filled With Asphalt*), VMA (*Void Mix Aggregate*) dan *Marshall Quotient* (MQ).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemeriksaan fisik agregat meliputi agregat kasar, agregat halus, *Ethylene Vinyl Acetate* (EVA) dan *filler* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekap Hasil Pengujian Agregat

No.	Jenis Pengujian	Syarat	Hasil Satuan
<b>A. Agregat Kasar</b>			
1	Abrasi dengan mesin	Maks 40	21,02 %
2	Kelekatatan Terhadap Aspal	Min 95	98 %
3	Berat Jenis Semu	Min 2,5	2,75 g/cm <sup>3</sup>
4	Absorpsi	Maks 3	1,47 %
<b>B. Agregat Halus</b>			
1	Absorpsi	Maks 3	1,27 %
2	Sand Equivalent	Min 60	80 %
3	Berat Jenis Semu	Min 2,5	2,68 g/cm <sup>3</sup>
4	Angularitas	Min 45	74,46 %
<b>D. Filler</b>			
1	Berat Jenis Semu	Min 2,5	2,64 g/cm <sup>3</sup>

Dari hasil yang didapatkan dari berbagai macam pengujian yang dilakukan maka dapat dilihat bahwa material sesuai dengan Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2010 revisi 2 (2012). Dari hasil pengujian *Melting Point*, diperoleh hasil *Ethylene Vinyl Acetate* (EVA) meleleh pada suhu 140°C. Aspal yang digunakan Pertamina Pen60/70. Hasil pemeriksaan sifat fisik aspal Pertamina Pen60/70 dan aspal modifikasi EVA dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7. Dari hasil yang didapatkan dari berbagai macam pengujian yang dilakukan maka dapat dilihat bahwa material sesuai dengan Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga (2010) revisi 2.

Tabel 6. Rekap hasil pemeriksaan fisik aspal Variasi 1

No.	Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil
1.	Penetrasi pada 25°C(dmm)	60-70	67,6
2.	Viskositas 135°C(cSt)	385	-
3.	Titik lembek(°C)	$\geq 48$	48,5
4.	Indeks penetrasi	$\geq 1$	$\geq 1$
5.	Daktilitas pada 25°C(cm)	$\geq 100$	$\geq 100$
6.	Titik nyala (°C)	$\geq 232$	346
7.	Kelarutan dalam Toluene (%)	$\geq 99$	99,35
8.	Berat jenis	$\geq 1,0$	1,043

Tabel 7. Rekap hasil pemeriksaan fisik aspal modifikasi EVA

No	Jenis Pemeriksaa n	Satua n	Variasi Kadar Aspal Modifikasi EVA			
			2	3	4	5
1	Penetrasi 25°C	0,1 mm	56,8	56,6	47,6	47,6
2	Titik Lembek	°C	50	53	60,75	65,75
3	Berat Jenis Aspal	gr/cm <sup>3</sup>	1,01	1,01	1,02	1,02

### Hasil pengujian Marshall untuk penentuan KAO

Pengujian karakteristik Marshall ini dilakukan pada 5 variasi kadar aspal. Karakteristik Marshall yang akan diuji terdiri dari kepadatan (*density*), *voids in the mineral aggregate* (VMA), *void in the mix* (VITM), *void filled with asphalt* (VFWA), Stabilitas (*stability*), kelelahan (*flow*), dan *Marshall Quotient* (MQ). Nilai-nilai karakteristik Marshall tersebut harus memenuhi seluruh ketentuan yang telah ditetapkan pada spesifikasi Departemen Pekerjaan Umum 2010 sehingga akan digunakan untuk mendapatkan nilai kadar aspal optimum. Dari hasil pengujian didapat bahwa secara keseluruhan nilai variasi sudah memenuhi spesifikasi. Selanjutnya dilakukan penentuan kadar aspal optimum menggunakan metode *narrow range*. Nilai kadar aspal optimum dapat diperoleh dari hubungan karakteristik Marshall, yaitu *density*, VMA, VITM, VFWA, stabilitas, *flow*, dan *Marshall Quotient* (MQ).

*Range* karakteristik yang memenuhi spesifikasi Bina Marga dapat dilihat pada Gambar 1 sampai dengan Gambar 5.

No	Karakteristik Marshall	Spesifikasi	Kadar Aspal (%)				
			5	5,5	6	6,5	7
1	Density (Gmb) (gr/cc)	-	[Bar chart showing density values across asphalt percentages]				
2	Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min. 14	[Bar chart showing VMA values]				
3	Rongga dalam campuran (VITM) (%)	Min. 3	[Bar chart showing VITM values]				
		Maks. 5	[Bar chart showing VITM values]				
4	Rongga terisi aspal (VFWA) (%)	Min. 63	[Bar chart showing VFWA values]				
5	Stabilitas Marshall (kg)	Min. 1000	[Bar chart showing Marshall stability values]				
6	Kelelahan (Flow) (mm)	Min. 3	[Bar chart showing flow values]				
7	Marshall Quotient (MQ)	Min. 300	[Bar chart showing Marshall quotient values]				
Range Kadar Aspal			5,0	5,6			
Kadar Aspal Optimum			5,30				

Gambar 1. *Narrow range* KAO aspal Variasi 1

No	Karakteristik Marshall	Spesifikasi	Kadar Aspal (%)				
			5	5,5	6	6,5	7
1	Density (Gmb) (gr/cc)	-	[Bar chart showing density values]				
2	Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min. 14	[Bar chart showing VMA values]				
3	Rongga dalam campuran (VITM) (%)	Min. 3	[Bar chart showing VITM values]				
		Maks. 5	[Bar chart showing VITM values]				
4	Rongga terisi aspal (VFWA) (%)	Min. 63	[Bar chart showing VFWA values]				
5	Stabilitas Marshall (kg)	Min. 1000	[Bar chart showing Marshall stability values]				
6	Kelelahan (Flow) (mm)	Min. 3	[Bar chart showing flow values]				
7	Marshall Quotient (MQ)	Min. 300	[Bar chart showing Marshall quotient values]				
Range Kadar Aspal			5,0	5,7			
Kadar Aspal Optimum			5,35				

Gambar 2. *Narrow range* KAO aspal Variasi 2

No	Karakteristik Marshall	Spesifikasi	Kadar Aspal (%)				
			5	5,5	6	6,5	7
1	Density (Gmb) (gr/cc)	-	[Bar chart showing density values]				
2	Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min. 14	[Bar chart showing VMA values]				
3	Rongga dalam campuran (VITM) (%)	Min. 3	[Bar chart showing VITM values]				
		Maks. 5	[Bar chart showing VITM values]				
4	Rongga terisi aspal (VFWA) (%)	Min. 63	[Bar chart showing VFWA values]				
5	Stabilitas Marshall (kg)	Min. 1000	[Bar chart showing Marshall stability values]				
6	Kelelahan (Flow) (mm)	Min. 3	[Bar chart showing flow values]				
7	Marshall Quotient (MQ)	Min. 300	[Bar chart showing Marshall quotient values]				
Range Kadar Aspal					5,75	6,85	
Kadar Aspal Optimum			6,30				

Gambar 3. *Narrow range* KAO aspal Variasi 3

No	Karakteristik Marshall	Spesifikasi	Kadar Aspal (%)				
			5	5,5	6	6,5	7
1	Density (Gmb) (gr/cc)	-	[Bar chart showing density values]				
2	Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min. 14	[Bar chart showing VMA values]				
3	Rongga dalam campuran (VITM) (%)	Min. 3	[Bar chart showing VITM values]				
		Maks. 5	[Bar chart showing VITM values]				
4	Rongga terisi aspal (VFWA) (%)	Min. 63	[Bar chart showing VFWA values]				
5	Stabilitas Marshall (kg)	Min. 1000	[Bar chart showing Marshall stability values]				
6	Kelelahan (Flow) (mm)	Min. 3	[Bar chart showing flow values]				
7	Marshall Quotient (MQ)	Min. 300	[Bar chart showing Marshall quotient values]				
Range Kadar Aspal						6,2	7,5
Kadar Aspal Optimum			6,85				

Gambar 4. *Narrow range* KAO aspal Variasi 4

No	Karakteristik Marshall	Spesifikasi	Kadar Aspal (%)				
			5	5,5	6	6,5	7
1	Density (Gmb) (gr/cc)	-	[Bar chart showing density values]				
2	Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min. 14	[Bar chart showing VMA values]				
3	Rongga dalam campuran (VITM) (%)	Min. 3	[Bar chart showing VITM values]				
		Maks. 5	[Bar chart showing VITM values]				
4	Rongga terisi aspal (VFWA) (%)	Min. 63	[Bar chart showing VFWA values]				
5	Stabilitas Marshall (kg)	Min. 1000	[Bar chart showing Marshall stability values]				
6	Kelelahan (Flow) (mm)	Min. 3	[Bar chart showing flow values]				
7	Marshall Quotient (MQ)	Min. 300	[Bar chart showing Marshall quotient values]				
Range Kadar Aspal						6,0	7,5
Kadar Aspal Optimum			6,75				

Gambar 5. *Narrow range* KAO aspal Variasi 5

Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) diambil nilai tengah pada interval kadar aspal yang memenuhi syarat dan dilakukan pembulatan ke atas, dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Hasil penentuan KAO dengan metode *narrow range*

No.	Kadar Aspal Modifikasi EVA	Range KAO		KAO
		Range KAO (%)		
1	Variasi 1 (0%)	5,00	- 5,60	5,30
2	Variasi 2 (1%)	5,00	- 5,70	5,35
3	Variasi 3 (2%)	5,75	- 6,86	6,30
4	Variasi 4 (3%)	6,20	- 7,50	6,85
5	Variasi 5 (4%)	6,00	- 7,50	6,75

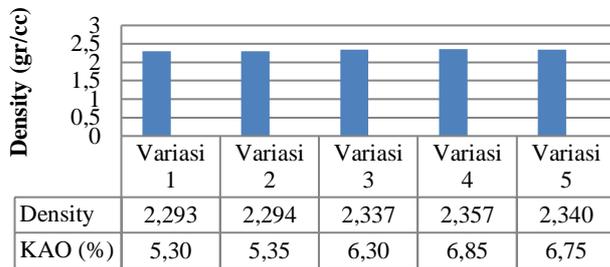
Berdasarkan pada Tabel 8 dapat diketahui bahwa semakin tinggi persentase aspal modifikasi EVA yang ditambahkan ke dalam campuran AC-WC akan menyebabkan nilai Kadar Aspal Optimum campuran juga cenderung semakin tinggi. Hal ini berarti penggunaan aspal dalam campuran AC-WC semakin banyak bila penggunaan aspal modifikasi EVA terlalu banyak di dalam campuran.

### Perbandingan karakteristik Marshall pada kondisi KAO

Parameter pengaruh antara kadar aspal modifikasi EVA terhadap nilai karakteristik Marshall adalah *density*, karakteristik rongga ( VMA, VFWA, dan VITM ), *flow*, stabilitas dan *Marshall Quotient* (MQ).

- Pengaruh kadar aspal modifikasi EVA terhadap nilai *density* campuran AC-WC pada kondisi KAO

Hasil pengujian *density* campuran AC-WC pada berbagai variasi kadar aspal modifikasi EVA disajikan pada Gambar 6.

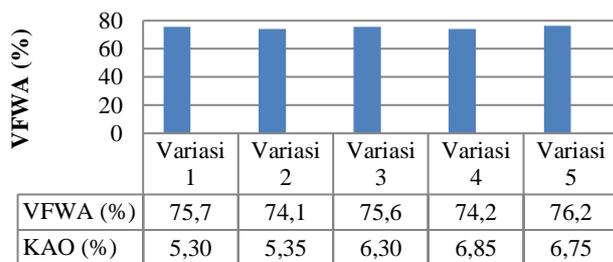


Gambar 6. Nilai *density* pada aspal modifikasi EVA campuran AC-WC

Berdasarkan pada Gambar 6, terlihat bahwa semakin tinggi variasi kadar aspal modifikasi EVA, semakin tinggi pula densitasnya. Hal ini disebabkan dengan penambahan kadar aspal modifikasi EVA pada campuran akan mengurangi jumlah rongga dalam campuran sehingga kepadatan campuran akan meningkat.

- b. Pengaruh kadar aspal modifikasi EVA terhadap nilai *Void Filled With Asphalt* (VFWA) campuran AC-WC pada kondisi KAO

Hubungan antara variasi kadar aspal terhadap VFWA dapat dilihat pada Gambar 7.

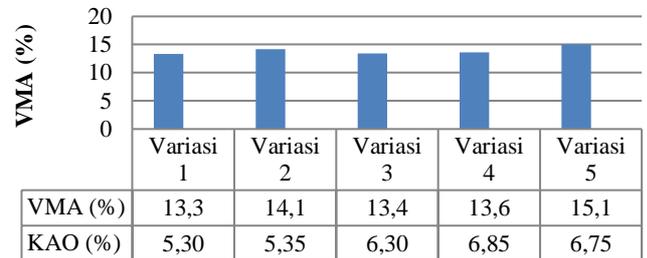


Gambar 7. Nilai VFWA pada aspal modifikasi EVA campuran AC-WC

Berdasarkan pada Gambar 7, nilai VFWA dari KAO cenderung mengalami peningkatan baik untuk aspal modifikasi polimer maupun aspal pen 60/70. Hal ini disebabkan jumlah rongga dalam campuran berkurang dan selimut aspal semakin tebal dengan bertambahnya jumlah kadar aspal dalam campuran.

- c. Pengaruh kadar aspal modifikasi EVA terhadap Nilai *Void In Mineral* (VMA) campuran AC-WC pada kondisi KAO

Hubungan variasi kadar aspal dengan nilai VMA untuk aspal modifikasi polimer dapat dilihat pada Gambar 8.

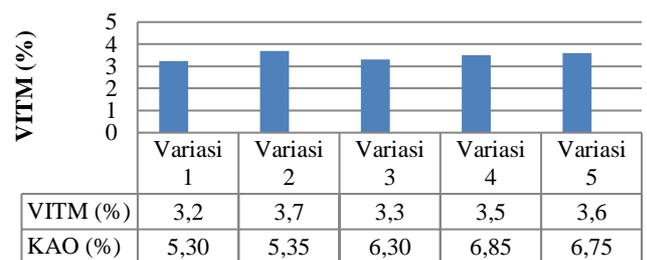


Gambar 8. Nilai VMA pada aspal modifikasi EVA campuran AC-WC

Berdasarkan pada Gambar 8, aspal variasi 5 dari KAO memiliki nilai VMA terbesar jika dibandingkan dengan kadar aspal variasi dari KAO lainnya. Nilai VMA pada campuran aspal modifikasi polimer dan aspal pen 60/70 memiliki kecenderungan semakin meningkat jika kadar aspal pada campuran semakin meningkat.

- d. Pengaruh kadar aspal modifikasi EVA terhadap Nilai *Void in The Mix* (VITM) campuran AC-WC pada kondisi KAO

Hubungan variasi kadar aspal dengan nilai VITM untuk aspal modifikasi polimer dan aspal pen 60/70 dapat dilihat pada Gambar 9



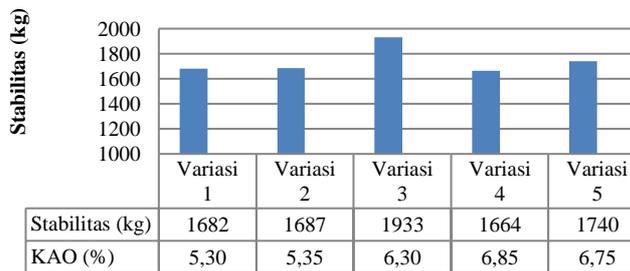
Gambar 9. Nilai VITM pada aspal modifikasi EVA campuran AC-WC

Berdasarkan pada Gambar 9, nilai VITM cenderung mengalami peningkatan. Campuran yang menggunakan aspal modifikasi polimer memiliki kepadatan yang lebih besar jika dibandingkan campuran yang menggunakan aspal pen 60/70 sehingga jumlah rongga dalam campuran pada

aspal modifikasi lebih kecil jika dibandingkan aspal pen 60/70.

- e. Pengaruh kadar aspal modifikasi EVA terhadap Nilai stabilitas campuran AC-WC pada kondisi KAO

Nilai stabilitas campuran yang menggunakan aspal modifikasi polimer plastomer lebih besar jika dibandingkan dengan stabilitas campuran yang menggunakan aspal pen 60/70 seperti yang terlihat pada Gambar 10.

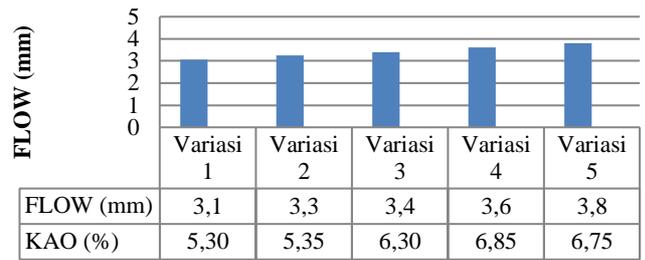


Gambar 10. Nilai Stabilitas pada aspal modifikasi EVA campuran AC-WC

Berdasarkan Gambar 10, dapat dilihat untuk campuran yang menggunakan aspal modifikasi EVA memiliki nilai stabilitas yang meningkat pada kadar aspal optimum, hal ini disebabkan aspal berfungsi dengan baik sebagai perekat antar agregat sehingga mempunyai nilai kerapatan yang baik serta terjadi gesekan antar butir agregat yang meningkat.

- f. Pengaruh kadar aspal modifikasi EVA terhadap Nilai *flow* campuran AC-WC pada kondisi KAO

Karena adanya kedua unsur penyusun tersebut membuat campuran lapis perkerasan yang menggunakan aspal modifikasi polimer plastomer akan tetap bersifat elastis meskipun campuran memiliki nilai stabilitas yang tinggi sehingga nilai *flow* dalam campuran menjadi meningkat seperti yang terlihat pada Gambar 11.

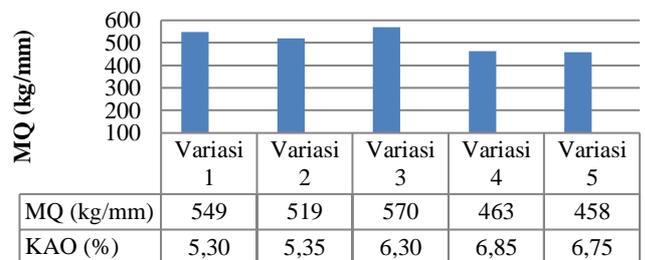


Gambar 11. Nilai *Flow* pada aspal modifikasi EVA campuran AC-WC

Berdasarkan pada Gambar 11, kadar aspal Variasi 5 dari KAO memiliki nilai *flow* yang lebih besar jika dibandingkan dengan kadar aspal dari KAO baik untuk aspal Variasi 1, 2, 3, dan 4. Hal ini disebabkan fungsi aspal untuk menyelimuti agregat lebih baik sehingga menghasilkan campuran yang bersifat plastis dan fleksibel.

- g. Pengaruh kadar aspal modifikasi EVA terhadap Nilai Marshall Quotient (MQ) campuran AC-WC pada kondisi KAO

Hubungan antara variasi kadar aspal terhadap MQ dapat dilihat pada Gambar 12.

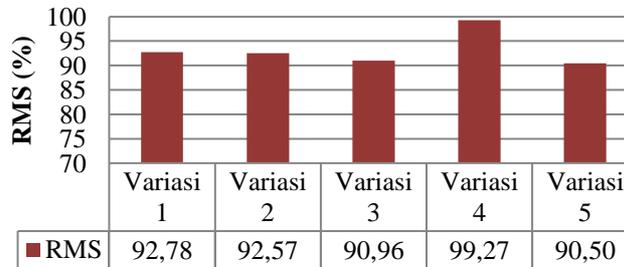


Gambar 12. Nilai MQ pada aspal modifikasi EVA campuran AC-WC

Berdasarkan pada Gambar 12, nilai MQ pada campuran yang menggunakan aspal modifikasi polimer akan semakin rendah seiring dengan penambahan EVA dalam campuran aspal, hal ini menyebabkan campuran yang menggunakan aspal modifikasi polimer lebih bersifat fleksibel.

- h. Pengaruh Aspal Modifikasi EVA dengan Lama Perendaman Terhadap Nilai RMS

Spesifikasi Bina Marga mensyaratkan nilai RMS yaitu sekurang-kurangnya 90%, karena pada nilai tersebut campuran dinilai cukup tahan terhadap kerusakan yang ditimbulkan oleh pengaruh air. Nilai RMS perendaman dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Nilai RMS pada aspal modifikasi EVA

Dari hasil pengujian, nilai RMS pada semua variasi EVA sudah berada di atas spesifikasi. Penggunaan plastik menghasilkan kenaikan nilai RMS. Pada Gambar 13. terlihat bahwa nilai stabilitas sisa meningkat seiring meningkatnya kadar aspal modifikasi EVA di dalam campuran AC-WC terutama pada Variasi 4. Meningkatnya nilai stabilitas sisa campuran AC-WC dipengaruhi oleh semakin tingginya pemakaian kadar aspal modifikasi sehingga tebal aspal yang menyelimuti agregat menjadi semakin tebal.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa penggunaan aspal modifikasi EVA pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik campuran Laston AC-WC dibandingkan dengan penggunaan aspal pertamina 60/70. Dari uraian di atas dapat diketahui bahwa kadar aspal modifikasi EVA pada variasi 1 sampai variasi 5 masih memenuhi spesifikasi sehingga masih bisa mengikat agregat dan filler dengan baik. Aspal yang sulit mengikat agregat dan filler maka tidak dapat mengisi rongga secara maksimal. Hal tersebut disebabkan karena semakin rendah suhu pencampuran makasemakin sulit pula campuran untuk dipadatkan dan menyebabkan banyaknya rongga yang tidak dapat terisi agregat dan filler dengan maksimal.

Tujuh karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh beton aspal adalah stabilitas, keawetan atau durabilitas, kelenturan atau fleksibilitas, ketahanan terhadap kelelahan (fatigue resistance), kekesatan permukaan atau ketahanan geser, kedap air, dan kemudahan pelaksanaan (workability). Ketujuh

sifat beton aspal ini tak mungkin dapat dipenuhi sekaligus oleh satu jenis campuran. Sifat-sifat beton aspal mana yang dominan lebih diinginkan, akan menentukan variasi beton aspal yang dipilih. Variasi optimum diambil Variasi 3 dan Variasi 4 yaitu aspal modifikasi EVA 2% dan aspal modifikasi EVA 3%, berdasarkan nilai stabilitas, durabilitas dan fleksibilitas yang paling dominan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan bahasan pada hasil analisis dan eksperimen tersebut, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai kadar aspal optimum cenderung meningkat apabila kadar aspal modifikasi EVA di dalam campuran AC-WC bertambah. Nilai KAO tertinggi terdapat pada Variasi 4 di dalam campuran AC-WC yaitu sebesar 6,85%.
2. Karakteristik *Marshall* berupa stabilitas dan *flow* aspal modifikasi EVA memiliki nilai karakteristik *Marshall* yang lebih baik dari aspal pen 60/70 (variasi 1). Sedangkan nilai *flow* meningkat bila kadar aspal meningkat.
3. Nilai *Marshall Quotient* (MQ) pada campuran AC-WC yang menggunakan variasi aspal modifikasi EVA lebih rendah dibandingkan dengan campuran tanpa aspal modifikasi, namun semakin tinggi kadar aspal modifikasi EVA, nilai MQ mengalami kenaikan.
4. Nilai RMS mengalami peningkatan bila kadar aspal modifikasi EVA dalam campuran AC-WC meningkat. Nilai RMS tertinggi didapat pada Variasi 4 yaitu sebesar 99,27%.
5. Beton aspal yang menggunakan aspal modifikasi umumnya mempunyai nilai *Marshall Stability* (rata rata diatas 1000 kg) dan *Dynamic Stability* (rata rata diatas 2500) lebih tinggi dari pada beton aspal dengan menggunakan aspal biasa (MS rata rata sekitar 800 kg dan DS rata rata sekitar 1500 lintasan per mm).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka dapat dikemukakan beberapa saran sebagai berikut:

1. Perlu diperhatikan penentuan suhu pencampuran antara aspal modifikasi EVA dan agregat sehingga nilai errornya kecil. Misalnya dengan penggunaan kompor listrik dengan pengatur digital. Dengan demikian diharapkan benda uji mempunyai sifat yang lebih identik dibandingkan hanya menggunakan kompor listrik tanpa pengaturan suhu.

2. Karena keterbatasan alat Alat *High Shear Mixer* yang digunakan pada penelitian ini masih menggunakan alat modifikasi, dengan kecepatan 4500 rpm. Sehingga di dalam proses blending aspal, waktu pencampuran menjadi lebih lama dan tidak bisa digunakan untuk rentang kadar EVA yang lebih besar dari penelitian ini. Karena itu untuk penelitian lebih lanjut bisa menggunakan alat *High Shear Mixer* yang bukan hasil modifikasi, yang mempunyai kecepatan minimum 600 rpm.
3. Karena keterbatasan peralatan di laboratorium, aspal modifikasi EVA tidak dapat diuji untuk stabilitas penyimpanan. Sehingga untuk penelitian lebih lanjut harus dilakukan pengujian stabilitas penyimpanan sesuai dengan ASTM D5976 part 6.1.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada campuran lain yaitu AC-Base, HRS-WC, HRS-Base, dan SMA.
5. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada jenis campuran yang sama atau berbeda dengan menggunakan ukuran kadar aspal yang berbeda dengan kadar EVA yang lebih tinggi dari penelitian ini, mengingat kadar EVA tertinggi yang digunakan dalam penelitian ini masih memenuhi syarat spesifikasi, selain itu juga dapat mengetahui kepekaan aspal terhadap perubahan kadar aspal.
6. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui sifat-sifat yang lain dari campuran AC-WC menggunakan aspal modifikasi plastomer EVA yaitu pengujian durabilitas, *whell tracking machine* (WTM), permeabilitas, dan ITS.
7. Perlu dilakukan pengujian lebih mendetail terhadap unsur kimia dan persentase zat aditif yang ditambahkan pada aspal konvensional sehingga dapat mengetahui pengaruh zat tersebut terhadap karakteristik aspal.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Read, Jhon. and Whiteoak, David. (2003). *The Shell Bitumen Hand Book Second Edition*. UK: Shell Bitumen.
- Sukirman, S. (2003). *Rekayasa Jalan Raya*. Malang: UMM Pres.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1990). *SNI M-58-1990 Metode Pengujian Aspal Dengan Alat Marshall*.

- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2012). *Spesifikasi Umum 2012*.
- Yildirim, Y. (2005). *Polymer Modified Asphalt Binders*. Journal of Construction and Building Materials 21. University of Texas. Texas. USA. PP. 66.
- The Asphalt Institute. (1993). *Mix Design Methods for Asphalt Concrete and Other Hot-Mix Types, Manual Series No. 2 (MS-2)*, Asphalt Institute, Lexington USA.
- Wahyudi, H. (2002). *Evaluasi Sifat Marshall Dan Nilai Struktural Campuran Beton Aspal Yang Menggunakan Bahan Ikat Aspal Pertamina Pen 60/70 Dan Aspal Esso Pen 60/70*. Tidak Diterbitkan. Tesis Teknik Sipil, Universitas Diponegoro.
- Widjaja, A. (2013). *Pemeliharaan Jalan Aspal Dengan Perbaikan Lapis Aus*. *Jurnal Universitas Negeri Surabaya*. 1 (1): 1-7.
- Yoder, E.J. and Witczak, M.W. (1975). *Principles Of Pavement Design*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Krebs, Robert D. and Walker, Richard D. (1971). *Highway Materials*. Mc. Graw: Hill Book Company.
- Sengoz, B. and Isikyakar, G. (2008). *Analysis of styrene-butadiene-styrene polymer modified bitumen using fluorescent microscopy and conventional test methods*. J Hazard Mater 150: 424-432.
- Bonemazzi, F. (1996). *Transport Research Record No. 1535 Material and construction, Characteristic of polymers and polymer-modified binders. Transport Research Record No. 1535 Material and construction, characteristic of asphalt binders*. Washington D. C: National Academy Press.
- Zoorob, S.E. and Suparma, L.B. (2000). *Laboratory Design And Investigation Of The Properties Of Continuously Graded Asphaltic Concrete Containing Recycled Plastics Aggregate Replacement (Plastiphalt)*. *Cement And Concrete Composites*. 22 (4): 233-242.