

PENGARUH POLIMER EVA (*ETHYLENE VINYL ACETATE*) TERHADAP KINERJA CAMPURAN LAPIS ANTARA (AC-BC)

Suherman

*Jurusan Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
suher_aje@yahoo.co.id*

ABSTRAK

Salah satu cara untuk mengatasi masalah kerusakan jalan yang disebabkan oleh volume lalu lintas yang tinggi dan *over loading* adalah dengan cara memodifikasi aspal dengan menambahkan suatu bahan polimer. Salah satu polimer yang mampu meningkatkan kinerja aspal adalah polimer plastomer jenis EVA (*Ethylene Vinyl Acetate*). Pada penelitian ini dilakukan perbandingan kinerja campuran AC-BC yang menggunakan aspal modifikasi polimer EVA (sebesar 6%) dengan campuran yang tidak menggunakan aspal modifikasi polimer EVA. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa aspal modifikasi polimer EVA menghasilkan nilai stabilitas marshall lebih besar yaitu 1634,57 Kg dan 1361,95 Kg untuk campuran tanpa modifikasi polimer EVA. Nilai Modulus Resilient Campuran yang lebih besar juga dihasilkan oleh campuran yang menggunakan aspal modifikasi polimer EVA. Nilai total deformasi terkecil (0,75 mm pada temperatur 45^o C) juga dihasilkan oleh campuran yang menggunakan aspal modifikasi polimer EVA. Maka secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa campuran yang menggunakan aspal modifikasi polimer EVA memberikan kinerja yang baik khususnya dalam mengatasi deformasi.

Kata Kunci: AC-BC , Polimer EVA, Modulus Kekakuan, Deformasi Permanen.

ABSTRACT

One to overcome the problem of road damage caused by high traffic volume and over loading is by modifying asphalt by adding a polymer material. One polymer that is able to improve the performance of asphalt is plastomer type EVA polymer (Ethylene Vinyl Acetate). In this research, the performance comparison of AC-BC mixture using asphalt modified EVA polymer (by 6%) with a mixture that does not use EVA polymer modified bitumen. The test results showed that EVA polymer modified asphalt produces greater marshall stability value is 1634.57 kg and 1361.95 Kg for EVA polymer blend without modification. Resilient Modulus values greater mixture also produced by using a mixture of EVA polymer modified bitumen. The total value of the smallest deformation (0.75 mm at a temperature of 450 C) is also generated by using a mix of EVA polymer modified bitumen. So we can conclude that the use mixture of EVA polymer modified asphalt provides good performance especially in dealing with deformation

Key Words: AC-BC, RAP, Modulus Resilient, Permanent Deformation.

PENDAHULUAN

Aspal sebagai salah satu bahan penyusun struktur perkerasan yang berfungsi sebagai bahan pengikat, belum mampu mengatasi permasalahan yang disebabkan oleh temperatur yang tinggi, volume lalu lintas yang tinggi dan *over loading*.

Salah satu cara untuk meningkatkan performa aspal tersebut adalah dengan cara memodifikasi aspal dengan menambahkan suatu bahan polimer. Salah satu polimer yang mampu mengatasi masalah tersebut

adalah polimer plastomer jenis EVA (*Ethylene Vinyl Acetate*). Tipe polimer ini mudah digunakan serta mempunyai kemampuan yang baik untuk bersatu dengan aspal, suhunya yang stabil pada normal mixing serta temperaturnya yang mudah dkendalikan (Whiteoak, 1991).

Berdasarkan fenomena tersebut, maka penulis tertarik untuk meneliti tentang pengaruh kinerja polimer EVA (*Ethylene Vinyl Acetate*) terhadap campuran Laston Lapis Antara (AC-BC) dimana pada

Penelitian ini juga menggunakan agregat RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*) dengan komposisi 15% material RAP dan tanpa menggunakan polimer EVA (*Ethylene Vinyl Acetate*) pada campuran pertama dan 15% material RAP dan 6% polimer EVA (*Ethylene Vinyl Acetate*) pada campuran yang kedua.

Tinjauan Pustaka

Aspal Modifikasi Polimer (*Polymer Modified Bitumen*)

Polimer adalah suatu rantai panjang molekul yang sangat besar, terdiri dari atas ratusan ataupun ribuan atom yang terbentuk melalui pengulangan dari satu atau dua bahkan lebih dari bentuk molekul yang kecil menjadi suatu rantai molekul atau struktur jaringan (Hall, C. 1989).

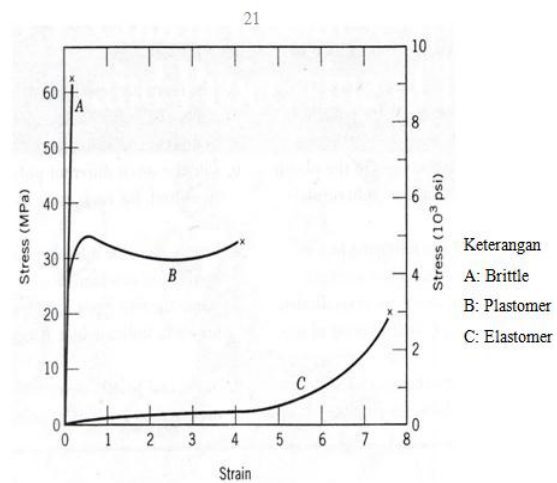
Polimer secara umum dapat diklasifikasikan menjadi empat kategori yaitu plastomer, elastomer, fibres dan additives/coatings seperti diperlihatkan pada Tabel 1 berikut ini:

Tipe Modifikasi Polimer	Contoh Jenis Polimer
<i>Plastomers</i>	
a. <i>Thermoplastics</i>	<i>Polyethylene (PE), Polypropylene (PP), Polivinyl Chloride (PVC), Polystyrene (PS), Ethylene Vinyl Acetate (EVA)</i>
b. <i>Thermosets</i>	<i>Epoxy resins</i>
<i>Elastomers</i>	
a. <i>Natural Rubbers</i>	
b. <i>Synthetic Elastomers</i>	<i>Styrene-butadiene copolymer (SBR), Styrene-butadiene-styrene copolymer (SBS), Ethylene-propylene-diene-terpolymer (EPDM), Isobutene-isoprene copolymer (IIR)</i>
<i>Reclaimed Rubbers</i>	
<i>Fibres/Serat</i>	<i>Polyester fibres, Polypropylene fibres</i>

Sumber: Rilem Report 17, 1998

Sifat mekanik dari polimer ditunjukkan dengan parameter *stress* dan *strain*. Perbedaan tipikal dari *stress-strain behavior* pada tiap tipe polimer ditunjukkan pada Gambar 1. Dimana kurva A mengilustrasikan karakteristik *stress-strain* pada polimer yang bersifat kaku (*brittle*), kurva B mengilustrasikan kondisi *stress-strain*

pada polimer yang bersifat *plastomeric (plastic)*, sedangkan kurva C menunjukkan karakteristik *stress-strain* pada polimer yang bersifat *elastomeric*.



Gambar 1. Karakteristik *Stress-Strain* tiap Jenis Polimer (Sumber: Callister Jr., et al, 2003)

Pada penelitian ini polimer yang digunakan adalah polimer plastomer jenis EVA (*Ethyl Vinyl Acetate*). Tipe polimer ini mudah digunakan serta mempunyai kemampuan yang baik untuk bersatu dengan bitumen, suhunya yang stabil pada normal mixing serta temperaturnya yang mudah dikendalikan (Whiteoak, 1991).

Tabel 2. Propertis Polimer EVA

No	properties	Nilai
1	Berat Jenis	0,925 Gr/cm ³
2	Titik Lelah	96 C ^o
3	Titik Lembek	70 C ^o
4	Temperatur mulai mengeras/ Brittleness	<76 C ^o

Sumber : Brosur, 2011.

Sedangkan metode pencampuran yang digunakan adalah dengan menggunakan *Wet Method* (metode basah) dimana polimer EVA dicampur dengan aspal terlebih dahulu dan kemudian dengan agregat.

Modulus Kekakuan Campuran Beraspal

Modulus kekakuan adalah salah satu parameter yang digunakan untuk perencanaan dan mengevaluasi kinerja campuran beraspal. Karena campuran beraspal merupakan material yang tidak bersifat elastis sempurna maka terminologi modulus elastis (E) tidak cocok digunakan dan sebagai gantinya digunakan istilah Modulus Resilien (M_R), yaitu modulus elastisitas berdasarkan deformasi balik

(recoverable strain). Sehingga modulus resilien didefinisikan sebagai:

$$M_R = \frac{\sigma_d}{\epsilon_r} \quad (1)$$

Dengan σ_d sebagai tegangan deviator, yakni tegangan axial yang diberikan sedangkan ϵ_r merupakan deformasi yang dapat balik (recoverable strain).

Metode untuk menghitung nilai modulus kekakuan lentur dari campuran beraspal tanpa pengujian dilaboratorium dikembangkan oleh Shell melalui penelitian selama lebih dari 20 tahun. Metode ini menggunakan solusi nomograph yang diperkenalkan oleh Van Der Poel (Shell Bitumen, 1990) untuk menghitung modulus resilien campuran beraspal berdasarkan propertis dari aspal dan konsentrasi volume agregat.

Sedangkan Pengujian Modulus Resilien dilaboratorium dilakukan dengan menggunakan alat “Universal Material Testing Apparatus (UMATTA)” dimana benda uji atau campuran pada Kadar Aspal Optimum Refusal (KAO_{Ref}). Secara umum semakin besar nilai modulus resilien maka campuran beraspal akan semakin kaku.

Deformasi Permanen

Deformasi permanen adalah peristiwa penurunan lapis struktur perkerasan secara permanen. Deformasi ini dikatakan permanen karena deformasi yang terjadi pada permukaan perkerasan tidak kembali lagi ke posisi awal (unrecoverable) setelah terjadi pembebanan. Deformasi permanen (dalam bentuk rutting) banyak terjadi pada jalur tapak roda kendaraan. Rutting mempunyai dua penyebab utama yaitu:

- Rutting yang disebabkan oleh terlalu banyaknya tekanan/ pembebanan berulang yang berdampak terhadap kerusakan pada lapis bawah (dikarenakan subgrade jelek).
- Rutting yang disebabkan terlalu banyaknya tekanan/ pembebanan berulang yang berdampak terhadap kerusakan pada lapis atas (struktur perkerasan).

Penyelidikan di laboratorium untuk mengetahui deformasi permanen yang terjadi pada desain campuran dapat dilakukan dengan menggunakan alat *Wheel Tracking Machine*.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Polimer yang digunakan adalah polimer plastomer jenis EVA (*Ethylene Vinyl Acetate*.)
- Aspal yang digunakan yaitu aspal Pen 60/70 produksi Shell
- Material RAP yang digunakan berasal dari proyek peningkatan jalan Pantura Jatibarang - Cirebon km 25.

Metode Penelitian

Pengujian didasarkan pada standar Spesifikasi Campuran Aspal Panas yang diterbitkan Kementerian Pekerjaan Umum Tahun 2010 dan jika prosedur pengujiannya belum terdapat pada SNI maka mengacu kepada ASTM (*American Society for Testing and Material*), AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*), dan BS (*British Standard*). Perencanaan campuran beraspal panas menggunakan metode Marshall dan pendekatan kepadatan mutlak untuk mendapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO). Pengujian laboratorium pada kondisi Kadar Aspal Optimum (KAO) terdiri atas pengujian Marshall Immersion, Modulus Resilien dengan alat UMATTA dan pengujian ketahanan Deformasi dengan alat *Wheel Tracking Machine* (WTM).

HASIL DAN PEMBAHASAN

PENGUJIAN MATERIAL

Hasil pengujian pada aspal campuran I (15% RAP + 85% Pen 60/70) dan campuran II (15% RAP + 85% Pen 60/70 + 6% Polimer EVA)

Tabel. Hasil Pengujian bitumen

No	Pengujian	Campuran I	Campuran II
1	Penetrasi, 25 ⁰ C, 100 gr, 5 detik.	59,40	28,33
2	Titik Lembek, ⁰ C	50,50	60,25
3	Berat Jenis	1,03855	1,03040
Pengujian Residu hasil RTFOT			
4	Berat yang hilang (%)	0,1535	0,1407
5	Penetrasi	28,00	19,40
6	Titik Lembek, ⁰ C	54,00	66,50

Sumber: Hasil Pengujian

Didalam penelitian ini temperatur pemadatan dan pencampuran diperoleh dari hubungan titik lembek. Dimana berdasarkan BS 598 – Part 3 – 1985 menyatakan hubungan temperatur

pemadatan dan pencampuran sebagai fungsi dari titik lembek sebagai berikut:

$$\text{Temperatur Pencampuran} = \text{Titik Lembek} + 110 \pm 3 \text{ (C}^\circ\text{)}$$

$$\text{Temperatur Pemadatan} = \text{Titik Lembek} + 92 \pm 2 \text{ (C}^\circ\text{)}$$

No	Temperatur	Campuran	
		I	II
1	Pencampuran (C°)	160,5	170,25
2	Pemadatan (C°)	142,5	152,25

Sumber: Hasil Pengujian

Agregat yang digunakan meliputi agregat baru dan agregat dari material lama (RAP), dan agregat tersebut dilakukan pengujian untuk menentukan apakah agregat tersebut masih layak untuk digunakan dalam pengujian campuran.

Tabel 3. Hasil Pengujian Agregat.

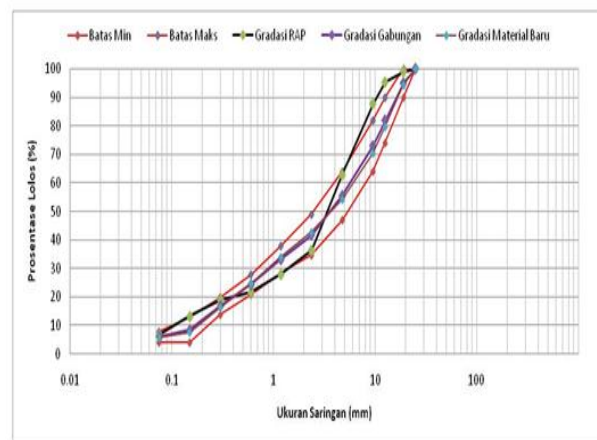
No	Pengujian	Persyaratan		Hasil Uji Agregat RAP	Hasil Uji Agregat Baru
		Min	Maks		
a. Agregat kasar					
1	Penyerapan (%)	-	3,00	1,74	1,703
2	a. Berat jenis bulk	2,50	-	2,80	2,807
	b. Berat jenis SSD	2,50	-	2,85	2,851
	c. Berat jenis semu	2,50	-	2,72	2,727
	d. Berat Jenis Efektif	2,50	-	-	2,667
3	Kekekalan agregat terhadap Magnesium Sulfat, (%)	-	12	-	0,48
4	Kekuatan Agregat Terhadap Tumbukan (AIV)	-	30%	6,9%	-
5	Kekuatan Agregat Terhadap Tekanan (AIV)	-	30%	20,4%	-
6	Abrasi dgn Mesin Los Angeles, (%)	-	30	-	16,72
7	Angularitas kedalaman dari permukaan < 10 cm	-	99,90	-	99,91
8	Kelekatan agregat terhadap aspal, (%)	95	-	-	> 95
9	Partikel pipih, (%)	-	35	-	21,84
10	Partikel lonjong, (%)	-	10	-	9,18
b. Agregat Halus					
1	Penyerapan (%)	-	3,00	0,54	0,375
2	a. Berat jenis bulk	2,50	-	2,80	2,803
	b. Berat jenis SSD	2,50	-	2,81	2,818
	c. Berat jenis semu	2,50	-	-	2,642
	d. Berat Jenis Efektif	2,50	-	2,64	2,622
3	Nilai setara Pasir, (%)	50	-	-	68,42
c. Filler					
1	Berat Jenis				
d. Agregat Gabungan					
1	a. Berat jenis bulk	2,50	-	-	2,612
	b. Berat jenis SSD	2,50	-	-	2,644
	c. Berat jenis semu	2,50	-	-	2,698
	d. Berat Jenis Efektif	2,50	-	-	2,655

Sumber : Hasil Pengujian

Agregat material RAP hasil analisis saringan tidak memenuhi persyaratan gradasi untuk campuran Laston Lapis Antara (AC-BC), sehingga diperlukan penambahan agregat baru. Adapun rancangan gradasi adalah sebagai berikut:

Tabel. Rancangan Gradasi

Ukuran Ayakan	ASTM (mm)	Gradasi Agregat RAP 15%		Gradasi Agregat Baru 85%		Gradasi Gabungan	
		Lolos	Tertahan	Lolos	Tertahan	Lolos	Tertahan
ASTM	(mm)	%	%	%	%	%	%
1 1/2"	37.5						
1"	25	100.00	0.00	100	0.00	100	0
3/4"	19	99.10	0.90	94.28	5.72	95	5
1/2"	12.5	95.29	3.81	79.67	14.61	82	13
3/8"	9.5	87.76	7.53	70.41	9.26	73	9
No.4	4.75	62.88	24.89	54.21	16.20	55.5	17.5
No.8	2.36	36.36	26.51	42.75	11.45	41.8	13.7
No.16	1.18	27.94	8.43	34.06	8.69	33.15	8.65
No.30	0.6	21.67	6.27	24.82	9.24	24.35	8.8
No.50	0.3	19.04	2.63	16.47	8.35	16.85	7.5
No.100	0.15	13.25	5.79	7.67	8.80	8.5	8.35
No.200	0.075	6.76	6.49	5.87	1.80	6	2.5
pan		0.00	6.76	0.00	5.87	0	6
			100.00		100.00		100



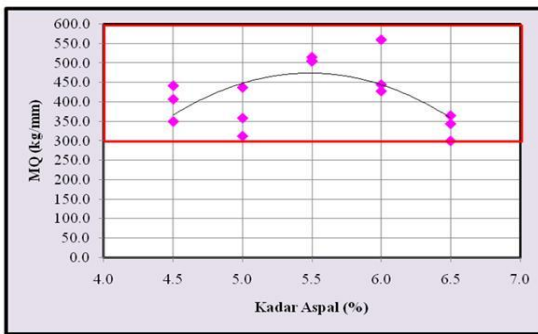
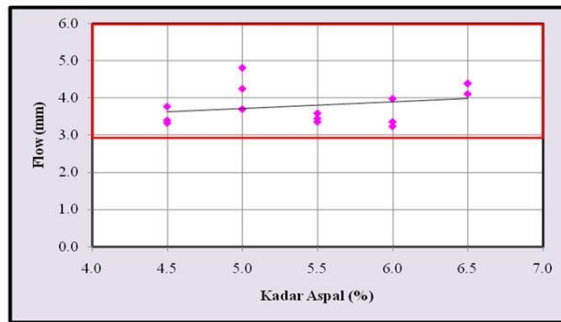
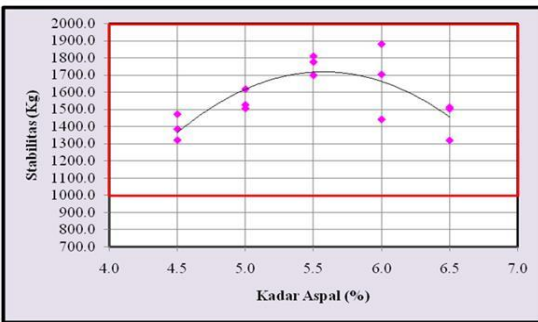
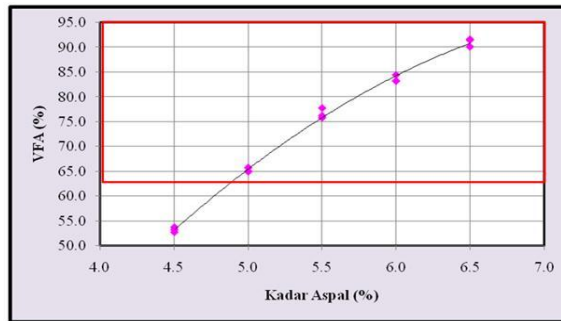
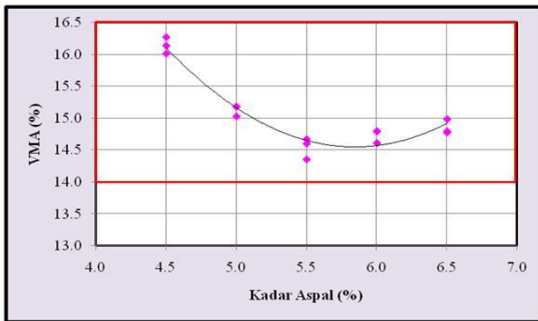
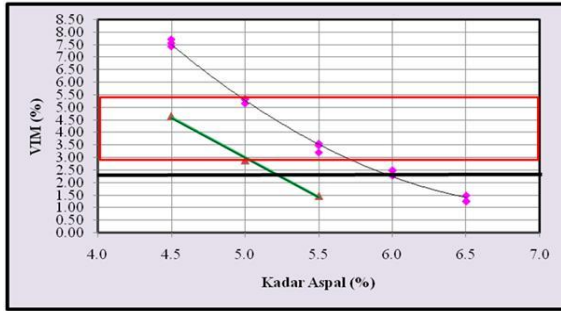
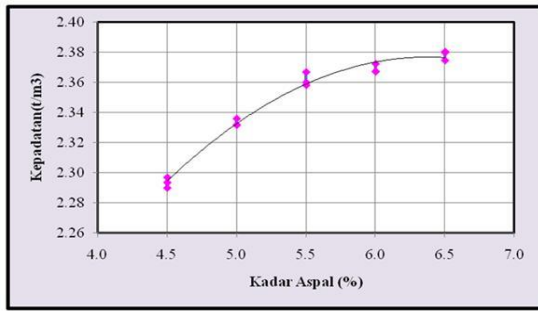
Gambar : Kurva Rancangan Gradasi Campuran.

HASIL PENGUJIAN CAMPURAN

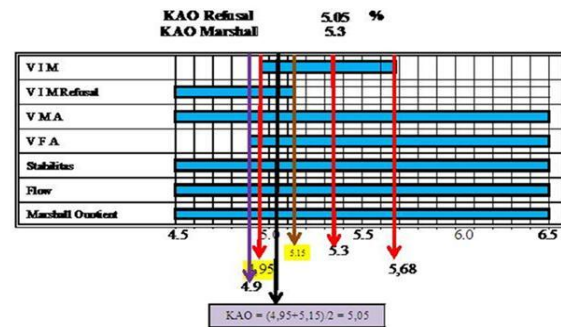
Pengujian Dengan Metoda Marshall dan Kepadatan Mutlak

Metoda marshall dan kepadatan mutlak (*Percentage Refusal Density*) digunakan untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO) campuran, dimana dari metoda marshall diperoleh beberapa parameter seperti stabilitas, kelelahan, hasil bagi marshall (MQ), kepadatan, volume rongga dalam campuran (VIM), volume rongga dalam mineral agregat (VMA) dan rongga terisi aspal (VFB). Sedangkan dari Pengujian kepadatan dengan metode Kepadatan Mutlak (*Refusal Density*) diperoleh volume rongga dalam campuran (VIM_{Ref}).

Pada Gambar 2 adalah penentuan kadar aspal optimum untuk campuran II (15% RAP + 85% Material Baru + 6% Polimer EVA).



GRAFIK CAMPURAN 15% RAP+ MATERIAL 85% + 6% EVA



Dari hasil pengujian Pengujian Dengan Metoda Marshall dan Kepadatan Mutlak didapat Kadar Aspal Optimum ($KAO_{Refusal}$) untuk campuran I yaitu sebesar 5,24% dan untuk campuran II sebesar 5,05%. Hal ini menunjukkan semakin banyak kandungan polimer EVA maka $KAO_{Refusal}$ semakin kecil hal ini dipengaruhi oleh sifat polime EVA yang plastomer.

campuran I didapat nilai stabilitas Marshall sebesar 1362 Kg dan untuk campuran II sebesar 1634,57 Kg. Hal ini dipengaruhi oleh nilai Modulus Kekakuan Bitumen (S_{bit}), dimana polimer EVA dapat meningkatkan nilai Modulus

Sedangkan nilai Stabilitas Marshall pada $KAO_{Refusal}$ meningkat seiring dengan peningkatan kandungan polimer EVA didalam campuran. Dimana pada

Kekakuan Bitumen (S_{bit}) dan yang pada akhirnya juga meningkatkan nilai Stabilitas Marshall.

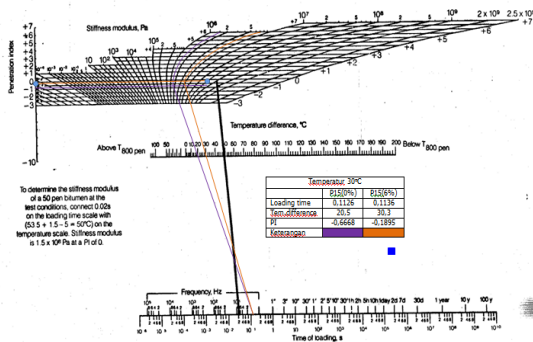
Hasil dan Analisis Pengujian Marshall Immersion

Persentase perbandingan stabilitas Marshall antara benda uji setelah perendaman dan benda uji kondisi standar disebut sebagai Indeks Kekuatan Sisa (*Marshall Index of Retained Strength*) dimana diisyaratkan dalam spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum 2010 minimal 90% untuk campuran yang menggunakan aspal modifikasi ataupun campuran yang tidak menggunakan aspal modifikasi.

Nilai Stabilitas Marshall Sisa (IKS) hasil pengujian untuk campuran I menghasilkan nilai 96,47 Kg dan 98,14 Kg untuk campuran II. Hal ini menunjukkan bahwa stabilitas campuran terhadap pengaruh air dan perubahan temperatur serta kekuatan ikatan antara aspal dan agregat masih baik.

Hasil dan Analisis Pengujian UMATTA

Hasil perhitungan nilai Modulus Resilien campuran dengan menggunakan Nomogram Van Dear Pool



Sumber : Shell Bitumen Handbook, 2003

Gambar 5: Nomogram Van Der Pool

Hasil Pengujian Modulus Resilien campuran dengan Alat UMATTA dan Persamaan Shell sebagai berikut:

Tabel 4: Hasil Pengujian Modulus Resilien

Camp	Suhu	Sbitumen	Modulus Campuran (Smix)		Ratio UMATTA/Shell
			UMATTA	Shell	
	°C	MPa	MPa		
I	30	1,00	3114	774,44	4,02
	45	0,13	837,7	189,00	4,43
II	30	7,00	3659	3011,05	1,22
	45	0,70	1332	690,42	1,93

Sumber: Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa nilai Modulus Resilien Campuran sangat dipengaruhi oleh faktor temperatur, dimana dengan meningkatnya temperatur maka akan menurunkan nilai Modulus Resilien. Hal ini disebabkan karena aspal adalah material yang bersifat viskoelastis dimana sifatnya dapat berubah dari viskos ke elastis ataupun sebaliknya yang disebabkan karena perubahan temperatur. Hasil pengujian pada temperatur 45°C menunjukkan nilai Modulus Resilien yang lebih kecil jika dibandingkan hasil pengujian pada temperatur 30°C.

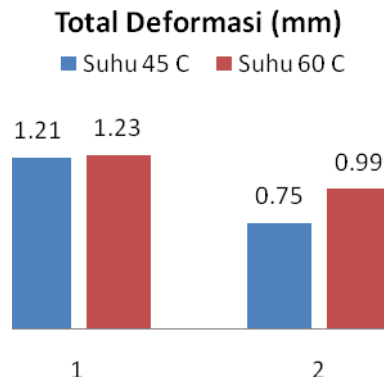
Nilai Modulus Resilien juga meningkat seiring dengan peningkatan kandungan polimer EVA (*Ethylene Vinyl Acetate*). didalam campuran. Hal ini disebabkan karena semakin banyak kandungan polimer EVA (*Ethylene Vinyl Acetate*). maka dapat meningkatkan nilai Modulus Kekakuan Bitumen (Sbit) yang pada akhirnya juga akan meningkatkan nilai Modulus Resilien.

Analisa Hasil Pengujian Wheel Tracking

Pengujian Deformasi dengan Wheel Tracking ditujukan untuk mensimulasikan Deformasi yang terjadi pada perkerasan akibat lintasan kendaraan. Pengujian dilakukan pada temperatur 45°C dan 60°C.

Ada tiga parameter yang didapat dari hasil pengujian Wheel Tracking yaitu total deformasi, laju deformasi dan nilai stabilitas dinamis.

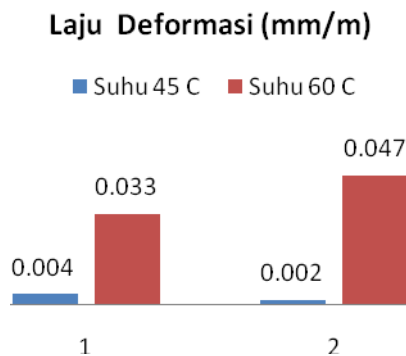
Hasil Pengujian Wheel Tracking didapatkan nilai Total Deformasi seperti pada Diagram berikut:



Dari pengujian dapat dilihat bahwa total deformasi akan meningkat seiring dengan peningkatan temperature dan semakin kecil

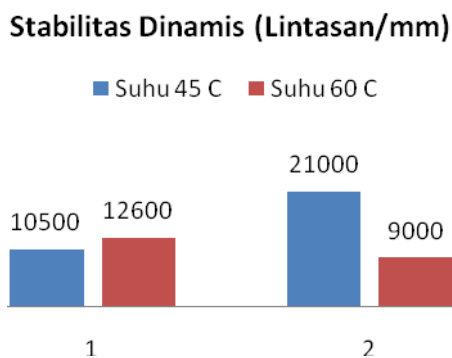
seiring dengan peningkatan kandungan polimer EVA didalam campuran. Hal ini disebabkan karena semakin banyak kandungan polimer EVA didalam campuran maka dapat meningkatkan nilai Stabilitas Marshall dan Modulus kekakuan aspal (S_{bit}) yang pada akhirnya juga akan menyebabkan sedikit terjadinya Deformasi.

Laju deformasi yang terjadi seperti pada diagram berikut:



Dari Diagram dapat dilihat bahwa Campuran yang tidak menggunakan aspal modifikasi polimer EVA akan menghasilkan laju deformasi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan aspal modifikasi polimer EVA.

Sedangkan nilai stabilitas dinamis yang dihasilkan dari hasil pengujian *Wheel Tracking* seperti diagram berikut:



Dapat dilihat bahwa stabilitas dinamis yang dihasilkan oleh setiap campuran yang tidak menggunakan aspal modifikasi polimer EVA akan menghasilkan nilai stabilitas dinamis yang lebih rendah jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan aspal modifikasi polimer EVA.

Nilai Stabilitas Dinamis yang dihasilkan oleh kedua campuran tersebut masih berada diatas nilai minimum yang disyaratkan dalam spesifikasi

Kementerian Pekerjaan Umum 2010 baik untuk campuran yang menggunakan aspal modifikasi polimer EVA maupun untuk campuran yang tidak menggunakan aspal modifikasi polimer EVA. Dimana dalam spesifikasi mengisyaratkan nilai minimum sebesar 2500 Lintasan/mm.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Pengujian sifat fisik agregat RAP dan agregat baru menunjukkan bahwa agregat RAP dan agregat baru, memenuhi persyaratan spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum 2010 dan dapat dimanfaatkan untuk pembuatan campuran.
2. Pada temperatur yang sama, semakin banyak kandungan polimer EVA didalam campuran, maka akan menghasilkan nilai Modulus Resilien campuran yang semakin tinggi.
3. Campuran yang menggunakan aspal modifikasi polimer EVA akan menghasilkan Total Deformasi yang lebih kecil jika dibandingkan dengan campuran yang tidak menggunakan aspal modifikasi polimer EVA didalam campuran.
4. Laju Deformasi campuran yang menggunakan aspal modifikasi polimer EVA akan lebih tinggi jika dibandingkan dengan campuran yang tidak menggunakan aspal modifikasi polimer EVA.
5. Nilai Stabilitas Dinamis yang dihasilkan oleh kedua campuran masih memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum yaitu 2500 Lintasan/mm

Saran

1. Perlu dilakukan penelitian pada variasi persentase polimer EVA yang lain, untuk menentukan komposisi yang ideal.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjut mengenai kinerja campuran terhadap retak leleh dengan alat DARTEC atau *Four Point Loading*.

DAFTAR PUSTAKA

Asphalt Institute, (1981), *Asphalt Hot mix Recycling Construction of Hot Mix Asphalt Pavements*, Manual Series No.20 (MS-22), The Asphalt Institute.

Asphalt Institute, (1983), *Principles of Construction of Hot Mix Asphalt Pavement*, Manual Series No.22, The Asphalt Institute.

Asphalt Institute, (1989), *The Asphalt Handbook*, Manual Series No.4 (MS-4), The Asphalt Institute.

Asphalt Institute, (1996), *Superpave Mix Design*, Superpave Series No.2 (Sp-2), Lexington, Kentucky Usa.

Kementerian Pekerjaan Umum, (2010), Seksi 6.3 *Spesifikasi Campuran Beraspal Panas.*

De Vos, K. B., (1992), *Reference and Operating Manual, Universal Materials Testing Apparatus for Asphalt and Unbound Specimens (UMATTA)*, Industrial Process Controls Ltd., Australia.

Callister, Jr. William, D., (2003), *Material Science and Engineering An Introduction*, sixth edition, John Wiley & Sons, Inc., USA.

Huang, Yang. H, (2004), *Pavement Analysis and Design*, 2nd Edition, Prentice-Hall, Inc, New Jersey

Rilem Report 17, (1998), *Bituminous Binders and Mixes*, E & FN Spon an imprint of Routledge, London.

Shell Bitumen (2003), *The Shell Bitumen Handbook*, Published By Shell Bitumen U.K

Yoder, E. J., And Witczak, M.W., (1975), *Principles Of Pavement Design*, 2nd Edition, John Wiley & Sons, Inc, New York