

ANALISIS KARAKTERISTIK MODIFIKASI ASPAL PENETRASI 60/70 DENGAN *ETHYLENE VINYL ACETATE* (EVA)

Mawid Dwi Sistra¹⁾, Ary Setyawan²⁾, Djoko Sarwono³⁾

1) Mahasiswa Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret

2) Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jalan Ir. Sutami No.36A Surakarta 57126. Telp: 0271647069. Email : mdsistra@gmail.com

Abstract

During its service life, road pavement can easily cracked, perforated or deformed. These damages happen as a result of low quality asphalt which indicated by its penetration index and stiffness value. 60/70 penetration asphalt modified by EVA polymer is expected to increase penetration index and stiffness value. Some experiments in the laboratory were carried out based on specified requirements and SNI-2011 asphalt testing procedures. The solid EVA was mixed with the liquid asphalt pen 60/70 at a medium to high temperature until it reaches 250°C. During the mixing, this mixture were stirred for approximately ±15 minutes until homogeneous. These experiments consist of ductility test, penetration test, softening point test, flash point test, fire point test, specific gravity test, lose on heating test and asphalt stickiness to aggregate test. From the experiment, it can be concluded that the addition of 3,5% EVA in the asphalt pen 60/70 is generally acceptable based on the ductility value of SNI-2011 qualification. The addition of 3,5% give the ductility value of 130 cm, flash point of 300°C, fire point of 310°C, softening point of 54°C, specific gravity of 1,020 gr/cc, asphalt stickiness to aggregate of 100% covered, and lose on heating of 0,037%. Nevertheless the experiment results in penetration value of 37,27 which doesn't conform the qualification of asphalt pen 60/70. This penetration value resulting in penetration index value of -0,9. This shows that the asphalt resist to the temperature changing. Theoretical predictions of asphalt characteristics using BANDS 2.0 showed that the addition of EVA can increase the penetration index and the stiffness of the bitumen.

Keywords : EVA polymer, Asphalt modified, BANDS 2.0.

Abstrak

Selama masa layannya aspal sebagai bahan pengikat perkerasan jalan raya mudah mengalami kerusakan seperti retak, berlubang dan deformasi plastis yang diakibatkan oleh perubahan cuaca atau suhu, berlebihnya berat muatan dan volume lalu lintas yang padat. Hal ini diprediksi karena aspal yang digunakan tidak mempunyai kemampuan untuk ditempatkan pada temperatur tinggi yaitu sekitar 60°C yang diindikasikan dari nilai *penetration index* dan *stiffness bitumen* yang rendah. Modifikasi aspal penetrasi 60/70 dengan polimer EVA bertujuan untuk meningkatkan nilai *penetration index* dan nilai *stiffness bitumen* dengan metode eksperimental di laboratorium berdasarkan persyaratan spesifikasi dan tata cara pengujian aspal SNI-2011. Metode pencampuran yang digunakan adalah aspal cair dengan EVA padat, dipanaskan menggunakan api sedang sampai mencapai suhu 250°C dan diaduk selama ±15 menit sampai menghasilkan aspal modifikasi EVA yang homogen atau tidak menggumpal. Pengujian yang dilakukan adalah daktilitas, penetrasi, titik lembek, titik nyala, titik bakar, berat jenis, kehilangan berat dan kelekatan aspal pada agregat. Hasil penelitian ini dapat diambil simpulan bahwa persentase EVA yang masih memenuhi persyaratan daktilitas adalah 3,5 %. Kadar EVA 3,5% didapat nilai daktilitas mencapai panjang 130,0 cm, titik nyala 300°C, titik bakar 310°C, titik lembek 54°C, berat jenis 1,020 gr/cc, kelekatan aspal pada agregat 100 % terselimuti, dan kehilangan berat 0,037 %. Adapun nilai penetrasi yang didapat tidak memenuhi syarat aspal penetrasi 60/70 yaitu 37,27 dengan *Penetration Index* sebesar -0,9 ini mengindikasikan bahwa aspal lebih tahan terhadap perubahan temperatur. Prediksi teoritis karakteristik aspal dengan program BANDS 2.0. menunjukkan bahwa penambahan EVA pada aspal dapat meningkatkan nilai *Penetration Index* dan *Stiffness Bitumen* sehingga dapat memberikan kinerja yang baik khususnya dalam mengatasi deformasi aspal.

Kata Kunci: Polimer EVA, Modifikasi Aspal, Program BANDS 2.0.

PENDAHULUAN

Jalan raya merupakan prasarana transportasi darat yang sangat penting untuk memperlancar kegiatan masyarakat dalam pergerakan ekonomi maupun kegiatan sosial lainnya. Pada umumnya salah satu bahan pengikat perkerasan jalan raya yang sering digunakan merupakan campuran beraspal karena aspal merupakan material yang viskoelastik. Tetapi, selama masa layannya aspal dalam campuran tersebut mudah mengalami kerusakan yang diakibatkan oleh perubahan cuaca, berlebihnya berat muatan (*overloading*) dan volume lalu lintas yang padat. Dengan adanya pertimbangan terhadap ketahanan pada beban dan cuaca maka dapat menentukan rancangan perkerasan jalan. Apabila perancangan jalan tersebut menggunakan rancangan perkerasan lentur maka kualitas dan ketebalan yang direncanakan harus baik agar perkerasan tersebut tidak mudah rusak akibat beban kendaraan yang melewatinya. Diperlukan suatu cara untuk meningkatkan kemampuan aspal dalam campuran untuk mempertahankan atau meningkatkan sifat-sifat aspal yaitu dengan melakukan modifikasi aspal dengan bahan tambah polimer plastomer. Jenis polimer plastomer yang digunakan pada penelitian ini adalah *Ethylene Vinyl Acetate* (EVA). Modifikasi aspal dengan EVA diharapkan dapat menambah kekakuan pada aspal, karena sifatnya yang memiliki kekakuan yang baik dalam menahan pembebanan dan dapat menurunkan nilai penetrasi sehingga aspal menjadi semakin keras dan dapat menaikkan nilai titik lembek sehingga menghasilkan nilai *Penetration Index* yang baik sehingga aspal lebih tahan terhadap perubahan cuaca.

LANDASAN TEORI

Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material perekat (*cementitious*), berwarna hitam atau coklat tua, dengan unsur utama bitumen. Aspal dapat diperoleh di alam ataupun merupakan residu dari pengilangan minyak bumi. Aspal merupakan material yang umum digunakan untuk bahan pengikat agregat, Aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Jadi, aspal akan mencair jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, dan kembali membeku jika temperatur turun. Bersama dengan agregat, aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan.

Aspal keras (aspal semen)

Aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan panas. Pada temperatur ruangan (25°C-30°C) berbentuk padat. Aspal semen terdiri dari beberapa jenis tergantung dari proses pembuatannya dan jenis minyak bumi asalnya. Di Indonesia aspal semen biasanya dibedakan berdasarkan nilai penetrasinya. Aspal semen dengan penetrasi rendah digunakan di daerah beruaca panas atau lalu lintas dengan volume tinggi, sedangkan aspal semen dengan penetrasi tinggi digunakan pada kondisi cuaca dingin dan volume lalu lintas rendah. Spesifikasi aspal keras menurut SNI 06-1991 dapat dilihat pada Tabel 1. berikut :

Tabel 1. Spesifikasi Aspal Keras menurut SNI 06-1991

No	Jenis Pengujian	Satuan	Metode	Persyaratan				
				Pen 40	Pen 60	Pen 80	Pen 120	Pen 200
1	Penetrasi, (25°C, 100gr, 5 dt)	0,01 mm	SNI 06-2456-1991	40 - 59	60 - 79	80 - 99	120 - 150	200 - 300
2	Titik Lembek (ring and ball)	°C	SNI 06-2434-1991	51 - 63	50 - 58	46 - 54	120 - 150	200 - 300
3	Titik Nyala (<i>Cleveland open cup</i>)	°C	SNI 06-2433-1991	Min. 200	Min. 200	Min. 225	218	177
4	Titik Bakar (<i>Cleveland open cup</i>)	°C	SNI 06-2433-1991	Min. 200	Min. 200	Min. 225	218	177
5	Daktalitas, 25°C	cm	SNI 06-2432-1991	Min. 100	Min. 100	Min. 100	Min. 100	-
6	Berat Jenis	1	SNI 06-2488-1991	min. 1	min. 1	min. 1	-	-
7	Kehilangan Berat	%	SNI 06-2441-1991	≤ 0,8	≤ 0,8	≤ 1	≤ 1,3	≤ 1,5
8	Kelekatatan aspal pada agregat	%	SNI 06-2439-1991	≥ 95	≥ 95	≥ 95	≥ 95	≥ 95

Sumber: SNI 06-1991

Aspal Modifikasi Polimer

Volume lalu lintas yang selalu bertambah mengakibatkan beban tekanan roda yang membebani perkerasan jalan raya semakin bertambah, sehingga diperlukan peningkatan kualitas campuran perkerasan lentur dapat dilakukan dengan cara memodifikasi bitumen, terutama pada daerah dengan beban lalu lintas yang tinggi dan cepat beradaptasi terhadap perubahan cuaca.

Polimer EVA

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). Penggunaan bahan tambah EVA pada aspal diharapkan dapat meningkatkan sifat-sifat pada aspal keras antara lain untuk meningkatkan ketahanan terhadap suhu, ketahanan terhadap retak, ketahanan terhadap deformasi plastis, nilai plastis, nilai ketahanan terhadap air, nilai adhesi dan kohesi, dan ketahanan terhadap oksidasi ultraviolet. Polimer yang digunakan dalam penelitian ini diperjelas dengan Gambar 1. adalah polimer plastomer jenis EVA, dimana pada jenis ini mudah digunakan serta mempunyai kemampuan yang baik untuk bersatu dengan bitumen, serta suhunya yang stabil pada *normal mixing* serta temperaturnya yang mudah dikendalikan (Whiteoak, 1991).



Gambar 1. Polimer EVA yang Digunakan Dalam Penelitian ini.

Aspal Modifikasi EVA

Aspal modifikasi EVA adalah penamaan untuk aspal yang telah ditambah dengan EVA. Penambahan EVA pada aspal ini sesuai dengan tujuan penelitian yaitu mengetahui pengaruh penambahan EVA terhadap sifat-sifat fisik aspal.

Program BANDS 2.0.

BANDS 2.0 *Shell Bitumen* merupakan program komputer yang dapat digunakan untuk memprediksi secara teoritis sifat-sifat aspal dengan Aspal yang telah dimodifikasi. Berdasarkan penelitian sifat-sifat Aspal dalam pengujian bahan sebelumnya maka dapat diperoleh nilai penetrasi dan nilai titik lembek dengan cara memasukkan nilai penetrasi dan nilai titik lembek

tersebut ke dalam program BANDS 2.0 sehingga dapat mengetahui *stiffness bitumen* dan *penetration index* dari aspal modifikasi.

Modulus Kekakuan Aspal (*Stiffness Bitumen*)

Aspal merupakan material yang viskoelastis dimana perubahan bentuk (deformasi) sangat dipengaruhi oleh temperatur dan pembebanan. Modulus kekakuan S_t , selama pembebanan t , adalah perbandingan antara tegangan σ dan regangan ϵ_t yang dihasilkan selama waktu t dideskripsikan dalam Persamaan 1 berikut :

$$S_t = \sigma / \epsilon_t \dots\dots\dots(1)$$

dengan:

S_t = Modulus kekakuan

ϵ = tegangan (gaya persatuan luas P/A)

σ = regangan (perpanjangan bahan per satuan panjang δ/L_0)

Indeks Penetrasi (*Penetration Index*)

Menurut Huang (1993), aspal memiliki sifat termoplastik yang akan menjadi lembek bila dipanaskan dan menjadi keras (beku) dalam suhu dingin. Sifat termoplastik tersebut yang menyebabkan *viscosity* (kekentalan) aspal berubah terhadap perubahan temperatur. Kepekaan aspal terhadap temperatur ini dinyatakan sebagai indeks penetrasi. Nilai Indeks Penetrasi dapat dihitung dalam persamaan (2) berikut :

$$PI = 1952 - 500 \log Pen - 20SP / 50 \log Pen - SP - 120 \dots\dots\dots(2)$$

dengan:

$\log Pen$ = log penetrasi

SP = *Softening Point* (Titik Lembek)

METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu penelitian di Laboratorium Jalan Raya Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta berdasarkan syarat dan ketentuan SNI-2011. Hasil penelitian ini akan menggambarkan pengaruh penambahan polimer *EVA* pada aspal penetrasi 60/70. Nilai yang dihasilkan dapat dijadikan sebagai dasar untuk analisis karakteristik aspal modifikasi *EVA* sehingga dapat diambil suatu kesimpulan.

a. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah :

1. Aspal Pertamina spesifikasi penetrasi 60/70
2. Polimer *Ethylene Vinyl Acetate (EVA)*

b. Metode Pencampuran

Dilakukan pencampuran antara aspal dengan *EVA* untuk mendapatkan metode pencampuran yang menghasilkan aspal modifikasi yang homogen atau tidak menggumpal.

Campuran Aspal dingin-EVA dingin

Pencampuran ini aspal dan *EVA* dimasukkan pada wadah yang sama kemudian dilakukan pemanasan dan pengadukan. Aspal keras dan *EVA* dimasukkan dalam wadah kemudian dipanaskan hingga aspal modifikasi menjadi homogen dengan melakukan pengadukan selama pencampuran dan mencatat suhu pencampuran setelah homogen.

Campuran Aspal panas-EVA dingin

Pencampuran ini dilakukan dengan cara aspal dipanaskan terlebih dahulu hingga cair kemudian ditambahkan *EVA*. Kemudian dilakukan pengadukan selama pencampuran hingga menghasilkan aspal modifikasi yang homogen serta mencatat suhu pencampuran setelah mendapatkan aspal modifikasi yang homogen.

Campuran Aspal panas-EVA panas

Pencampuran ini aspal dan *EVA* dipanaskan pada wadah yang berbeda. Setelah keduanya mencair, aspal dituang ke dalam wadah *EVA* yang telah mencair. Kemudian dilakukan pengadukan selama pencampuran hingga aspal modifikasi menjadi homogen dan mencatat suhu pencampuran setelah homogen.

c. Pembuatan Benda Uji

Sebelum pembuatan benda uji, dilakukan pencampuran aspal yang ditambah dengan *EVA* dengan variasi penambahan 0% hingga 4% dengan interval 0,5% dari berat aspal. Pembuatan benda uji dilakukan setelah mendapatkan satu metode campuran yang yang terbaik atau campuran yang tidak menggumpal dari tiga metode yang dilakukan, kemudian aspal modifikasi *EVA* tersebut dituang dalam media benda uji untuk masing-masing pengujian. Benda uji yang akan dibuat pada penelitian ini dapat diperjelas menggunakan Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah Benda Uji

No.	Kadar <i>EVA</i> terhadap Aspal	Benda Uji (Buah)							Jumlah Benda Uji (buah)
		Penetrasi	Titik Lembek	Titik Nyala dan Bakar	Daktilitas	Berat Jenis	Kehilangan Berat Aspal	Kelekatan pada Agregat	
1	0%	3	4	2	3	3	3	2	20

2	0,5%	3	4	2	3	3	3	2	20
3	1%	3	4	2	3	3	3	2	20
4	1,5%	3	4	2	3	3	3	2	20
5	2%	3	4	2	3	3	3	2	20
6	2,5%	3	4	2	3	3	3	2	20
7	3%	3	4	2	3	3	3	2	20
8	3,5%	3	4	2	3	3	3	2	20
9	4%	3	4	2	3	3	3	2	20
Total Jumlah Benda Uji									180

d. Pengujian Benda Uji

Pengujian benda uji ini yaitu untuk meneliti sifat-sifat aspal penetrasi 60/70 yang telah dimodifikasi dengan *EVA*. Hasil pengujian yang digunakan adalah nilai rata-rata dari hasil pengujian benda uji tersebut. Apabila terjadi simpangan dari hasil pengujian maka harus dilakukan pengujian ulang. Pengujian yang dilakukan adalah Daktilitas (SNI 2432:2011), Penetrasi (SNI 2456:2011), Titik lembek (SNI 2434:2011), Titik nyala dan Titik bakar (SNI 2433:2011), Berat jenis (SNI 2441:2011), Kelekatatan aspal pada agregat (SNI 2439:2011), dan Kehilangan berat (SNI 2440:2011). Berdasarkan hasil pengujian penetrasi dan titik lembek aspal maka dapat memprediksi *stiffness modulus* dan *penetration index* aspal modifikasi dengan program komputer BANDS 2.0.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pemeriksaan aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal penetrasi 60/70 memenuhi spesifikasi persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI).

Hasil Pemeriksaan *Specific Gravity* polimer *EVA*

Dari hasil pemeriksaan menunjukkan *Specific Gravity* dari polimer *EVA* sebesar 0,898 gr/cc.

Metode Pencampuran

Hasil Metode Pencampuran dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Metode Pencampuran

No	Metode	Kondisi Material		Suhu Pencampuran	Hasil
		Aspal	<i>EVA</i>		
1	Dingin-Dingin	Padat	Padat	250°C	Tidak menggumpal
2	Panas-Dingin	Cair	Padat	250°C	Tidak menggumpal
3	Panas-Panas	Cair	melekat	>300°C	Menggumpal

Metode pencampuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode panas-dingin. Pencampuran dilakukan dengan menggunakan api sedang sampai mencapai suhu 250°C dan diaduk sampai campuran tidak menggumpal. Cara untuk mengetahui campuran homogen atau tidak dilakukan dengan cara visual yaitu dengan cara melihat campuran aspal dan *EVA* tercampur dengan sempurna dan tidak terjadi penggumpalan *EVA* dalam campuran aspal.

Hasil Pengujian dan Pembahasan Karakteristik Aspal Modifikasi *EVA*

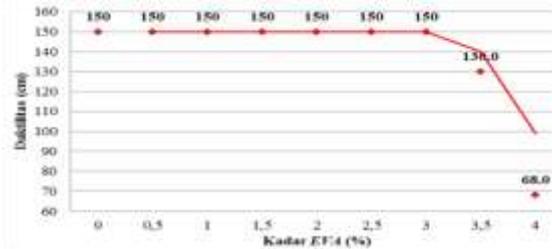
Hasil pengujian karakteristik aspal modifikasi *EVA* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal Penetrasi 60/70 dengan Penambahan Kadar *EVA* interval 0,5%

Jenis Pengujian	Satuan	Metode	Syarat Aspal Pen. 60/70	Kadar <i>EVA</i>									
				0%	0,5%	1%	1,5%	2%	2,5%	3%	3,5%	4%	
Penetrasi, (25°C, 100gr, 5 dt)	0,01 mm	SNI 06-2456-1991	50 - 70	62,13	44,20	41,60	39,67	38,53	37,67	37,47	37,27	36,53	
Titik Lembek, (ring and ball)	°C	SNI 06-2434-1991	Min. 50	51,0	51,5	51,9	51,9	52,0	52,1	53,0	54,0	56,5	
Titik Nyala, (Cleveland open cup)	°C	SNI 06-2433-1991	Min. 200	295	315	325	307,5	305	320	315	290	290	
Titik Bakar, (Cleveland open cup)	°C	SNI 06-2433-1991	Min. 200	310	322,5	332,5	316	312,5	325	325	300	300	
Daktilitas, 25°C	cm	SNI 06-2432-1991	Min. 100	150	150	150	150	150	150	150	130,0	68,0	
Berat Jenis	1	SNI 06-2488-1991	Min. 1	1,049	1,046	1,029	1,028	1,024	1,022	1,021	1,020	1,011	
Kehilangan Berat	%	SNI 06-2441-1991	≤ 0,8	0,005	0,01	0,013	0,017	0,020	0,023	0,033	0,037	0,037	
Kelekatatan Pada	%	SNI 06-	≥ 97	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Daktalitas

Pengujian daktalitas dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar aspal dapat menahan kekuatan tarik sebelum putus pada suhu 25°C dan kecepatan tarik 5cm/menit dengan posisi bahan uji terendam ± 3 cm dibawah permukaan air dengan air yang memiliki berat jenis yang hampir sama dengan berat jenis bahan uji.

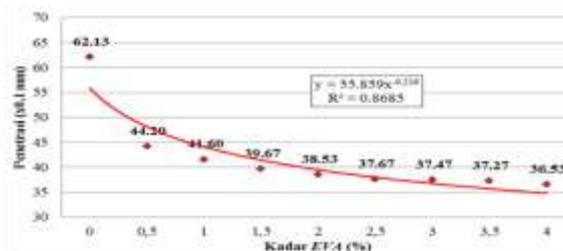


Gambar 2. Grafik Hubungan antara Kadar EVA terhadap Nilai Daktalitas Aspal

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar kadar EVA yang ditambahkan pada aspal akan menurunkan nilai daktalitas. Sejalan dengan *trendline* yang dihasilkan dari pembacaan grafik pada Gambar 2. bahwa penambahan kadar EVA berkorelasi negatif dengan nilai daktalitas. Penurunan nilai daktalitas tersebut disebabkan oleh aspal modifikasi EVA yang bersifat kaku dan getas, maka diperlukan bahan tambah lainnya untuk mendapatkan nilai daktalitas yang lebih baik, contohnya dengan tambahan serat. Aplikasi aspal dengan daktalitas yang lebih besar mengikat butir-butir agregat lebih baik tetapi peka terhadap perubahan temperatur. Penelitian ini nilai daktalitas menurun dengan bertambahnya kadar EVA dengan demikian menunjukkan terjadi kohesi antara aspal dan EVA serta daya ikat terhadap agregat menjadi kurang baik. Namun aspal dengan kadar EVA 0,5 hingga 3,5% nilai daktalitas lebih besar dari 100 cm sehingga menurut SNI 06-2432-1991 aspal tersebut masih layak untuk dipakai karena di anggap memiliki kemampuan untuk menahan kekuatan tarik yang tinggi.

Penetrasi

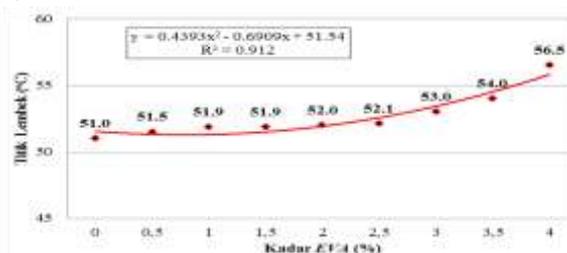
Nilai penetrasi merupakan tingkat kekerasan aspal pada suhu, waktu, dengan beban standar. Hasil penambahan EVA pada aspal yang dapat dilihat pada Gambar 3 menunjukkan nilai penetrasi aspal cenderung menurun dan nilai penetrasi tidak memenuhi spesifikasi aspal penetrasi 60/70. Aplikasi dari nilai penetrasi yang rendah, dapat digunakan untuk daerah atau tempat dengan beban lalu lintas tinggi dan waktu pembebanan yang cukup lama, seperti perlintasan kereta api, persimpangan, dan tempat parkir. Hal ini diharapkan dapat membuat aspal mampu menahan beban tersebut sehingga tidak terjadi deformasi permanen.



Gambar 3. Grafik Hubungan antara Kadar EVA terhadap Nilai Penetrasi Aspal

Titik Lembek (*Softening Point*)

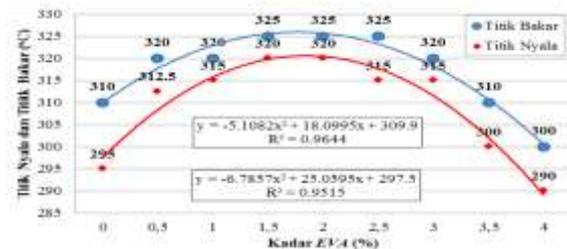
Titik lembek merupakan besarnya suhu dimana aspal mencapai derajat kelembekannya atau meleleh. Hasil pengujian titik lembek aspal modifikasi EVA semua memenuhi spesifikasi aspal penetrasi 60/70 dan mengalami tren kenaikan suhu. Semakin besar kadar EVA yang ditambahkan pada aspal maka nilai titik lembek semakin tinggi. Hal tersebut menandakan bahwa dengan penambahan EVA dapat membuat aspal menjadi lebih tahan terhadap perubahan suhu atau dengan kata lain aspal menjadi tidak peka dengan perubahan temperatur. Hal ini diperlukan untuk kebutuhan penggunaan jenis aspal di suatu daerah tertentu. Titik lembek yang tinggi sangat cocok untuk kondisi daerah yang beriklim tropis. Hasil pengujian titik lembek dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hubungan antara Kadar EVA terhadap Nilai Titik Lembek Aspal

Titik Nyala dan Titik Bakar

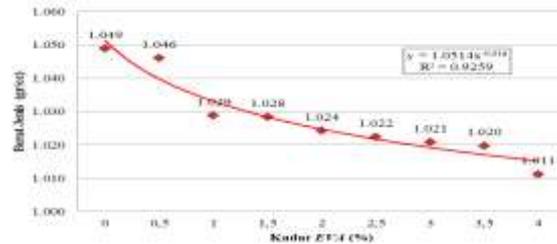
Pengujian titik nyala dan titik bakar bertujuan untuk dapat mengetahui temperatur pemanasan maksimum aspal dimana masih dalam batas aman dalam pelaksanaan di lapangan (*workability*) serta karakteristik aspal tidak berubah akibat adanya pemanasan yang berlebihan. Hasil pengujian titik nyala dan titik bakar dengan penambahan *EVA* pada aspal menunjukkan adanya nilai optimum nilai titik nyala dan titik bakar aspal yaitu mencapai 320°C untuk titik nyala dan 325°C untuk titik bakar. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hubungan antara Kadar *EVA* terhadap Nilai Titik Nyala Aspal dan Titik Bakar Aspal

Berat Jenis

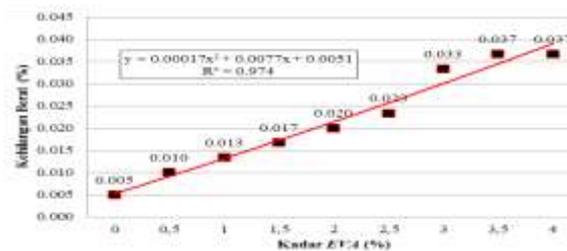
Pengujian berat jenis diperlukan untuk desain perencanaan campuran aspal dan agregat. Hasil pengujian menunjukkan dengan penambahan *EVA*, maka berat jenis aspal cenderung menurun dari 1,049 gr/cc sampai 1,011 gr/cc. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Hubungan antara Kadar *EVA* terhadap Nilai Berat Jenis Aspal

Kehilangan Berat pada Aspal

Besarnya persentase kehilangan berat aspal mengindikasikan mudah tidaknya aspal tersebut mengalami proses oksidasi baik selama pemanasan, pencampuran dengan agregat maupun pada proses pelaksanaan atau penghamparan dan pemadatan di lapangan. Aspal yang kualitasnya baik menurut spesifikasi adalah aspal yang mengalami penurunan berat kurang dari 0,8%. Penambahan *EVA* pada aspal ternyata tidak memberikan pengaruh terhadap kehilangan berat aspal. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Hubungan antara Kadar *EVA* terhadap Nilai Kehilangan Berat pada Aspal

Kelekatan Aspal pada Agregat

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan kelekatan aspal pada agregat di dalam air. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aspal modifikasi *EVA* memiliki sifat adhesi yang tetap baik. Dengan penambahan *EVA* pada aspal ternyata tidak memberikan pengaruh terhadap kelekatan aspal pada agregat, hal ini dapat dilihat secara visual bahwa aspal modifikasi dapat menyelimuti 100% agregat yang digunakan. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil pengujian kelekatan aspal pada agregat

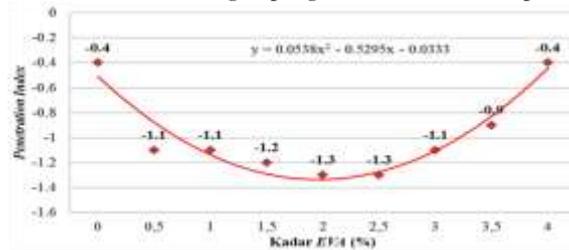
Hasil Prediksi Penetration Index dan Stiffness Bitumen dengan Program BANDS 2.0.

Hasil penelitian aspal modifikasi EVA di laboratorium diperoleh nilai Penetrasi dan Titik lembek yang digunakan sebagai data masukan dalam Program BANDS 2.0. kemudian data asumsi adalah kecepatan kendaraan dengan nilai 0,02 (± 30 km/jam), temperatur aspal 20°C-60°C (kondisi temperatur permukaan jalan di Indonesia) dan temperatur pada saat pengujian Penetrasi yaitu 25°C. Hasil prediksi *penetration index* dan *stiffness bitumen* dengan menggunakan program BANDS 2.0 dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Prediksi *Penetration Index* dan *Stiffness Bitumen* dengan Program BANDS 2.0.

Prediksi Sifat Aspal Modifikasi EVA dengan Program BANDS 2.0			<i>Penetration Index</i>	<i>Bitumen Stiffness (Mpa)</i>				
Kadar EVA	Penetrasi	Titik Lembek		20°C	30°C	40°C	50°C	60°C
0%	62.13	51.0	-0.4	21.6	3.97	0.664	0.146	0.0344
0,5%	44.20	51.5	-1.1	45.6	7.44	0.974	0.173	0.038
1%	41.60	51.9	-1.1	50.9	8.34	1.07	0.185	0.0404
1,5%	39.67	51.9	-1.2	56.9	9.12	1.13	0.189	0.0404
2%	38.53	52.0	-1.3	60.4	9.63	1.17	0.193	0.0411
2,5%	37.67	52.1	-1.3	63.2	10	1.21	0.197	0.0417
3%	37.47	53.0	-1.1	59	10.1	1.32	0.221	0.048
3,5%	37.27	54.0	-0.9	53.9	10.2	1.44	0.252	0.0552
4%	36.53	56.5	-0.4	47.3	10.5	1.76	0.331	0.0774

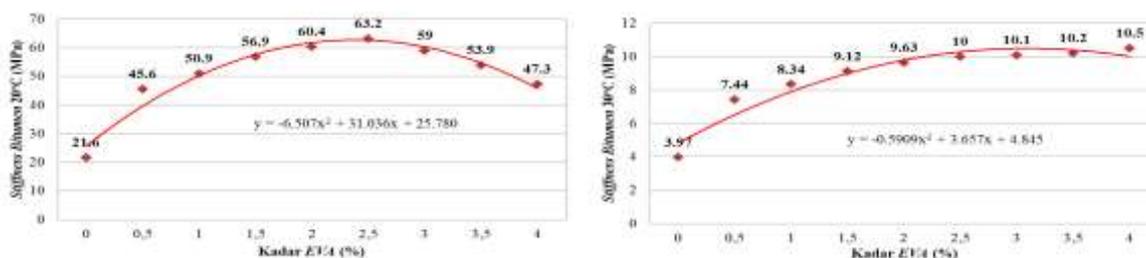
Penetration index diperoleh dari sifat aspal yaitu nilai titik lembek dan nilai penetrasi yang menggambarkan tingkat kepekaan aspal terhadap perubahan temperatur. Berdasarkan *The Shell Bitumen Handbook* bahwa nilai *penetration index* yang baik adalah antara -3 sampai +7. Jika nilai *penetration index* lebih kecil dari -3 maka menunjukkan bahwa bahan tersebut mudah terpengaruh oleh temperatur sekitarnya, jika nilai *penetration index* lebih besar dari +7 maka bahan tersebut tidak terpengaruh oleh suhu sekitarnya. Hasil prediksi *Penetration Index* dengan program BANDS 2.0 dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Hubungan antara Kadar EVA terhadap *Penetration Index*

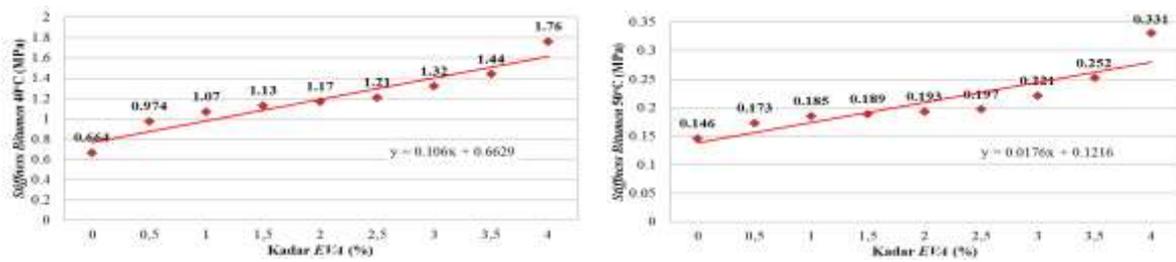
Hasil prediksi *Stiffness Bitumen* dengan program BANDS 2.0 sangat dipengaruhi oleh temperature permukaan aspal di lapangan. Hal ini dapat dilihat pada hasil prediksi *stiffness Bitumen* pada Tabel 7. nilai *Stiffness Bitumen* mengalami penurunan seiring dengan peningkatan suhu. Fenomena ini dikarenakan sifat aspal yang merupakan viscoelastis dimana aspal akan menjadi cair saat dipanaskan dan menjadi keras pada suhu yang dingin, sehingga apabila pada temperatur yang tinggi maka aspal akan memiliki kekakuan yang kecil dan pada temperatur yang rendah maka aspal memiliki kekakuan yang besar.

Pembacaan grafik hubungan kadar EVA terhadap *Stiffness Bitumen* pada masing-masing suhu mengalami kenaikan hasil seiring dengan nilai kadar EVA. semakin besar kadar EVA maka kekakuan aspal semakin meningkat. Untuk lebih jelasnya hasil prediksi *Stiffness Bitumen* dapat dilihat pada Gambar 10.- 14.



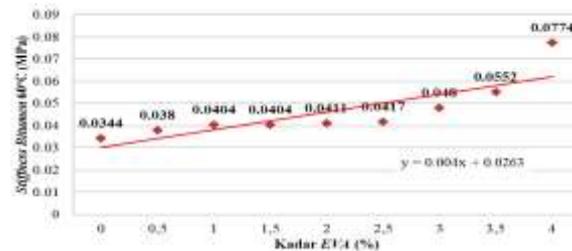
Gambar 10. Grafik Hubungan antara Kadar EVA terhadap *Stiffness Bitumen* pada Temperatur 20°C dan 30°C

Pembacaan grafik dan fungsi kuadrat pada *Stiffness Bitumen* 20°C menunjukkan nilai maksimum adalah saat penambahan EVA sebesar 2,5% dengan nilai *Stiffness Bitumen* 63,2 Mpa. Pembacaan grafik dan fungsi kuadrat *Stiffness Bitumen* 30°C menunjukkan nilai maksimum adalah saat penambahan EVA sebesar 3,094% dengan nilai *Stiffness Bitumen* 10,5 Mpa.



Gambar 12. Grafik Hubungan antara Kadar EVA terhadap *Stiffness Bitumen* pada Temperatur 40°C dan 50°C

Hasil prediksi *stiffness bitumen* 40°C dan 50°C menunjukkan bahwa nilai kekakuan aspal menurun dari hasil prediksi *stiffness bitumen* 30°C atau dengan kata lain terjadi penurunan nilai *stiffness bitumen* dengan meningkatnya temperatur permukaan aspal. Penambahan EVA berkorelasi positif dengan nilai *stiffness bitumen*, semakin bertambah besar persentase EVA yang ditambahkan pada aspal didapat nilai *stiffness bitumen* yang bertambah besar juga. Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan penambahan EVA dapat membuat aspal menjadi lebih tahan untuk menahan beban pada temperatur 40°C dan 50°C.



Gambar 14. Grafik Hubungan antara Kadar EVA terhadap *Stiffness Bitumen* pada Temperatur 60°C

Aspal modifikasi EVA dapat meningkatkan kekakuan aspal pada temperatur 60°C, meskipun tidak signifikan dapat dilihat dari aspal dengan kadar 0% EVA sebesar 0,0344 MPa sampai 4% EVA sebesar 0,0774 MPa mengalami tren kenaikan kekakuan aspal sehingga aspal modifikasi EVA baik digunakan untuk bahan perkerasan jalan di Indonesia dengan kondisi temperatur perkerasan jalan rata-rata sekitar 60°C.

SIMPULAN

Hasil penelitian modifikasi aspal dengan EVA dan pengujian yang telah dilakukan dapat diperoleh simpulan sebagai berikut:

1. Temperatur pencampuran terbaik adalah 250°C dengan metode pencampuran panas-dingin yang dapat menghasilkan campuran yang homogen atau tidak menggumpal antara aspal dengan EVA.
2. Karakteristik aspal dengan penambahan EVA mempunyai sifat-sifat aspal yang lebih baik jika dibandingkan dengan aspal tanpa menggunakan EVA dengan nilai daktilitas, titik lembek, titik nyala, titik bakar, kelekatan agregat pada aspal dan pengujian kehilangan berat semua memenuhi persyaratan aspal penetrasi 60/70. Nilai penetrasi aspal tidak memenuhi syarat untuk aspal penetrasi 60/70.
3. Persentase kadar EVA optimum yang masih memenuhi syarat aspal penetrasi 60/70 adalah pada persentase 3,5 % dengan nilai daktilitas mencapai panjang 130,0 cm, titik nyala 300°C, titik bakar 310°C, titik lembek pada suhu 54°C, berat jenis bahan 1,020 gr/cc, kelekatan aspal terhadap agregat 100 % terselimuti, dan kehilangan berat 0,037 %. Nilai penetrasi pada persentase 3,5% tidak memenuhi syarat aspal penetrasi 60/70 yaitu 37,27 dengan *penetration index* sebesar -0,9 sehingga aspal kuat terhadap perubahan cuaca terutama panas.
4. Prediksi secara teoritis karakteristik aspal dengan program BANDS 2.0. menunjukkan bahwa penambahan EVA 3,5 % pada aspal dapat meningkatkan nilai *penetration index* dan dapat meningkatkan nilai *stiffness bitumen*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Alhamdulillah atas izin ALLAH SWT, penelitian ini dapat terselesaikan. Terselesaikannya penyusunan penelitian ini berkat dukungan dan doa dari mamah, bapak, kakak maweid dan adik muthia, untuk itu saya ucapkan terima kasih. Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Ir. Ary Setyawan, M.Sc., Ph.D. dan Ir. Djoko Sarwono, MT yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini. Terima kasih kepada mahasiswa sipil UNS 2011 yang telah memberi semangat.

REFERENSI

- Anonim, 1991. SNI Bidang Pekerjaan Umum Mengenai Pekerjaan Jalan. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Huang, Yang, H. (2004), *Pavement Analysis and Design*, 2nd Edition, Prentice-Hall, Inc, New Jersey
- Krebs, R, D & Walker, R, D. 1971. Highway Materials. USA : McGraw Hill Book Company.
- Read, J., & Whiteoak, D. (2003). *The shell bitumen handbook*. Thomas Telford.
- Standart Nasional Indonesia (SNI). 2011. *Metode, Spesifikasi dan Tata Cara Pengujian Aspal*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan.
- Suherman, (2013). "Pengaruh Polimer EVA (Ethylene Vinyl Acetate) Terhadap Kinerja Campuran Lapis Antara (AC-BC)", *Riau: Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim*.