



UPAYA MODIFIKASI ASPAL DENGAN POLIMER AGAR DAPAT KOMPATIBEL

Tjitjik Wasiah Suroso

RINGKASAN

Aspal yang telah dimodifikasi dengan polimer sering terjadi pemisahan antara polimer dan aspal dan ini disebut aspal polimer tidak kompatibel. Upaya agar modifikasi aspal dan polimer dapat kompatibel dilakukan percobaan dengan memvariasikan minyak berat dan minarex sampai diperoleh penetrasi aspal kurang lebih 120. dilanjutkan analisa kimia untuk menentukan kadar asphalten, saturated, aromatik dan resin, dan indek ketidak stabilan koloidal (I_c). Pada aspal yang mempunyai $I_c < 0.15$ dilakukan penambahan polimer sebanyak 5%.

Hasil percobaan ini, dengan menambahkan minyak berat sebanyak 40% kedalam aspal dapat menurunkan indek ketidak stabilan koloidal dari 0,62 menjadi 0.137. Campuran yang terdiri dari 100 bagian aspal, 40 bagian Minyak berat, dan 5 bagian polimer, menghasilkan aspal polimer stabil dalam penyimpanan. Sehingga diperoleh aspal polimer yang kompatibel, dan telah memenuhi syarat baik ditinjau dari mutu aspal polimer maupun mutu campuran beraspal.

Penelitian ini mempunyai arti penting dalam upaya kemandirian akan ketergantungan aspal modifikasi dari luar negeri, sehingga dapat menghemat devisa negara.

SUMMARY

Separation of polymer and asphalt frequently occur in polymer modified asphalt which called incompatible. In order to be compatible between modified asphalt and polymer, experiment was conducted by varying heavy oil and menarex to obtain asphalt penetration of ± 120 . Then followed by chemical analysis to determine asphalt content, saturated, aromatic, resin and coloidal instability (I_c). 5% of polymer was added to asphalt with $I_c < 0.15$.

By adding 40% of heavy oil to asphalt can reduce coloidal instability index from 0.62 to 0.137. A mixture containing of 100% of asphalt, 40% of heavy oil and 5% of polymer yields stable asphalt polymer so that compatible and specified asphalt polymer can be obtained. This finding is considered important in reducing the need of imported modified asphalt.

I. PENDAHULUAN

Apabila perkerasan jalan menggunakan aspal yang mempunyai titik lembek rendah, perkerasan jalan akan peka terhadap perubahan suhu, sehingga bila digunakan pada daerah dengan lalu lintas berat dan padat, suhu udara tinggi, perkerasan jalan akan mudah sekali mengalami kerusakan dini berupa alur atau perubahan bentuk (deformasi).

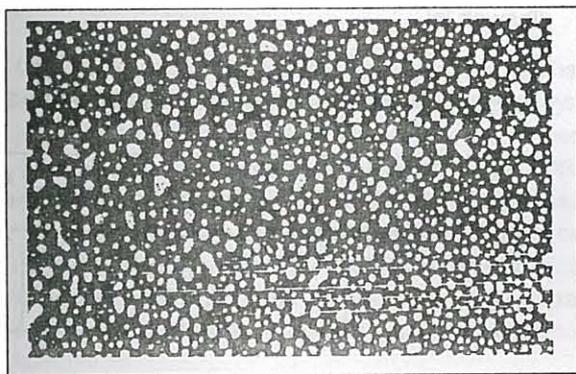
Dengan penambahan polimer diharapkan dapat meningkatkan kualitas aspal asli yaitu menaikkan titik lembek aspal sehingga aspal tidak mudah

terpengaruh suhu, menaikkan kekakuan aspal berakibat perkerasan jalan dapat tahan terhadap lalu lintas padat dan beban berat. Namun kendala pada aspal yang dimodifikasi dengan polimer adalah terjadinya pemisahan antara fraksi padat (Asphalten) dibagian bawah dan polimer plus fraksi cair (Malten) dibagian atas, sehingga aspal tidak stabil. Hal ini disebut aspal tidak kompatibel dengan polimer.

Masalah tersebut diatas dikarenakan polimer yang digunakan untuk modifikasi aspal merupakan bahan padat sehingga menaikkan kekentalan dan menaikkan titik lembek aspal. Penambahan

polimer kedalam aspal harus pada kadar asphalten yang rendah, pada kadar malten yang tinggi, karena pada kadar asphalten tinggi maka polimer akan menyerap fraksi cair / malten, kondisi ini mengganggu kestabilan asphalten yang akan menyebabkan asphalten mengendap dan polimer bersama malten naik kepermukaan. Akibatnya bagian bawah keras bagian atas lunak(aspal tidak kompatibel dengan polimer). Oleh karena itu dalam penyimpanan memerlukan pengadukan terus-menerus yang tentunya menambah biaya dan kurang praktis. Sedangkan pada penggunaan dilapangan aspal yang tidak kompatibel akan menyebabkan mudah lepasnya aspal dan polimer .

Umumnya polimer tidak larut dalam aspal namun terdispersi dalam matrik aspal seperti terlihat pada gambar hasil Scanning Electron Microscop (SEM) *dibawah ini .



Gambar 1. Penyebaran Poly Ethylen dalam aspal dari hasil SEM

Menurut Wardlaw & Shuter (1992) agar polimer dapat bercampur dengan aspal maka susunan komposisi aspal harus memenuhi kriteria atau mempunyai indeks ketidak stabilan koloidal I_c lebih kecil dari 0.15. I_c didefinisikan sebagai perbandingan antara fraksi yang didispersi (jumlah kadar sphalten A dan kadar saturated S) dengan fraksi pendispersi (Jumlah kadar resin R dan aromatis AR) dirumuskan sebagai berikut :

$$I_c = \frac{A + S}{R + AR} < 0.15$$

Dari formula ini terlihat bahwa untuk mendapatkan aspal yang mempunyai $I_c < 0,15$ maka upaya yang dilakukan adalah memperbesar jumlah kadar resin ditambah kadar aromatis atau memperkecil jumlah kadar asphalten dan kadar saturated (parafin), dengan jalan menambah bahan pelunak. Dalam penelitian ini digunakan minyak berat dan minarex, dilanjutkan dengan pengujian kimia (ASTM, D.2006) untuk menghitung indeks ketidak stabilan

koloidal (I_c). Aspal yang mempunyai $I_c < 0,15$ digunakan sebagai bahan dasar modifikasi aspal dengan polimer.

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh aspal polimer yang kompatibel, dengan melakukan pengujian kimia aspal meliputi : indeks ketidak stabilan koloidal (I_c), pengujian stabilitas penyimpanan dan pengujian mutu aspal polimer dan mutu campuran beraspal. Diharapkan penggunaan aspal polimer yang kompatibel untuk perkerasan jalan adalah agar modifikasi aspal dengan polimer dapat stabil tanpa terjadi pemisahan antara aspal dan polimer baik dalam penyimpanan maupun pada pelaksanaan .

II. BAHAN DAN METODA

Methodologi penelitian membuat aspal polimer yang kompatibel dengan melakukan percobaan laboratorium yang meliputi :

1. Membuat penetrasi aspal = 120 dengan memvariasikan beberapa kadar minyak berat dan minarex , kemudian dilakukan analisa kimia aspal , untuk menghitung harga I_c dan dipilih harga $I_c < 0.15$.
2. Dari penambahan minyak berat dan minarex yang terpilih dilakukan penambahan polimer sebanyak 5%. Untuk mengetahui apakah aspal polimer dapat kompatibel atau tidak, dilakukan pengujian stabilitas penyimpanan dilanjutkan pengujian lainnya yang dibutuhkan untuk bahan jalan .

2.1. Bahan dan alat serta methoda pengujian.

Bahan.

Aspal pen 60, minyak berat , minarex diperoleh dari Pertamina Unit Pengilangan III Cilacap. Sedangkan low density poly ethylen (LDPE) produksi dalam negeri.

Alat.

Mixer Merk Labbro, dari Inggris yang dilengkapi pemanas dan pengatur kecepatan, digunakan untuk pengadukan aspal dan polimer. Wadah yang terbuat dari logam kapasitas 2 liter digunakan untuk pencampuran aspal dan polimer .Tabung dari baja yang dilengkapi dengan kran bagian atas dan bagian bawah kapasitas 1,5 kg untuk pengujian stabilitas penyimpanan. Gelas kimia , corong , kertas saring, oven dan timbangan analitik untuk pengujian kimia aspal . Satu set alat pengujian mutu aspal yang terdiri dari penetrometer untuk menentukan penetrasi aspal, Cincin dan bola baja untuk menentukan titik lembek aspal, duktiliti meter untuk menentukan duktilitas aspal, dan daya kerut aspal, viscosimeter Merk Brook File digunakan untuk

mengukur kekentalan aspal sebelum dan sesudah pemanasan.

2.2. Standar pengujian .

Standar pengujian yang digunakan pada penelitian ini adalah standar pengujian untuk bahan jalan yang berlaku di Indonesia saat ini, serta sebagian mengacu pada literatur dan spesifikasi asing .

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.4. Aspal

Aspal yang digunakan pada penelitian ini adalah aspal pen 60 yang harus memenuhi persyaratan yang ditentukan untuk bahan jalan. Hasil pengujian mutu aspal pen 60 seperti tertera pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1.
HASIL PENGUJIAN MUTU ASPAL PEN 60

No	Jenis pengujian	Satuan	Hasil	Spesifikasi
1	Penetrasi ,25 °C,100 g .	0.1mm	63	60 - 79
2	Titik lembek .	° C	48	48 - 56
3	Duktilitas ,25 °C	cm	>140	min 100
4	Titik nyala .	° C	320	225
5	Kelarutan .	%	99 +	min. 99
6	Penurunan berat TFOT .	%	0.04	max 0.8
7	Penetrasi setelah pemanasan, 25 °C,100 g	0.1mm	94	min. 50
8	Duktilitas setelah pemanasan,25 °C	cm	>140	min
9	Berat jenis , 25 °C	gr / cc	1.03	min. 1.0

3.2. Minyak berat dan minarex.

Hasil pengujian mutu minyak berat (OR) dan minarex (OM) seperti tertera padaTabel 2 dibawah ini.

Tabel 2.
HASIL UJI MINYAK BERAT (OR) DAN MINAREX (OM)

No.	Jenis pengujian	Satuan	Hasil	
			OR	OM
1	Kekentalan 60 ° C	C St	78	29
2	Titik nyala	° C	270	240
3	Penurunan berat	% berat	0.01	0.16
4	Berat Jenis	gr / cc	1.006	0.998
5	Kadar Saturated	% berat	26,8	34,0

Dari tabel 2 tersebut di atas menunjukkan bahwa minyak berat jenis minyak berat (OR) lebih baik dari minarex (OM), karena :

- 1 mempunyai penurunan berat = 0.01 %, lebih kecil dari pada penurunan berat OM = 0.16% sehingga pada penggunaan akan lebih stabil.
- 2 mempunyai kadar saturated = 26,8%, lebih kecil dari kadar saturated OM=34% ,sehingga harga lc OR diperkirakan akan lebih kecil dari lc OM karena pembilang akan menjadi kecil. Hal ini diperkirakan akan menghasilkan campuran yang kompatibel.

3.3. Polimer

Polimer yang digunakan adalah Poly Ethylen jenis low density produksi dalam negeri. Hasil pengujian mutu Poly Ethylen seperti tertera pada Tabel. 3 dibawah ini.

Tabel 3.
HASIL UJI POLY ETHYLEN

No	Jenis Uji	Hasil	Satuan
1	Melt Flow Index	5	G / 10 menit
2	Berat Jenis	0.921	g / ml
3	Titik lembek	135	° C

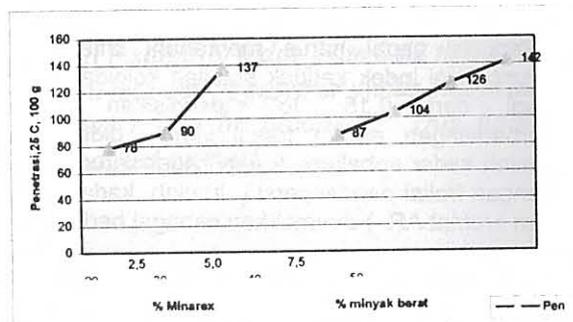
3.4. Aspal pen 120.

Untuk mendapatkan aspal pen 120 dilakukan dengan memvariasikan penambahan minyak berat (OR) dan minarex (OM) kedalam aspal pen 60. Hasil pengujian seperti tertera pada Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4.
HASIL UJI % MINYAK BERAT VS PENETRASI DAN TITIK LEMBOK

Uji	AC 60 + % OR				AC 60 + % OM			Ac 60
	20	30	40	50	2,5	5	7,5	
Penetrasi (0,01mm)	87	104	126	142	78	90	137	68
Titik .lembek (°C)	46	43,8	42,5	41	48	45,7	44,4	49

Dari Tabel 4 tersebut di atas untuk memperoleh aspal dengan pen 120 dilakukan penambahan pada aspal pen 60 adalah dengan 40 %Minyak berat (OR) atau dengan 7% Minarex (OM) seperti ditunjukkan pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. % Minyak berat, Minarex Vs Penetrasi Aspal.

3.5. Analisa Kimia aspal

Pengujian ini untuk mendapatkan harga indek ketidak stabilan aspal, terhadap aspal dengan penetrasi 120. Hasil pengujian kimia aspal pen 60, pen 120 OR dan pen 120 OM seperti tertera pada tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5
HASIL PENGUJIAN KIMIA ASPAL PEN 60 ,
PEN 120 OR , PEN 120 OM

Uji	Aspal pen 60			Aspal pen 120 OM*			Aspal pen 120 OR**		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
A	19,8	20,05	18,3	2,4	4,7	6,3	,5	,5	2
S	18,6	18,19	16,5	15,6	11,3	7,7	3,9	3,5	5,8
R	20,10	20,19	21,2	15,5	18,2	22,8	19,9	15,8	17,3
AR	41,50	41,46	44,0	56,5	55,8	54,2	68,7	72,2	69,7
Ic	0,63	0,62	0,54	0,388	0,388	0,035	0,013	0,136	0,147

Keterangan :

*) = Aspal pen 120 dari Aspal pen 60 ditambah minarex

***) = Aspal pen 120 dari aspal pen 60 ditambah minyak berat

A = Kadar asphalten

S = Kadar saturated

AR = Kadar aromatik

R = Kadar resin

Dari hasil pada Tabel 5 tersebut diatas terlihat bahwa aspal dengan penetrasi 120 mempunyai harga Ic lebih kecil dari aspal pen 60 . Aspal pen 120 dari hasil penambahan minyak berat (OR) kedalam aspal pen 60 lebih baik dari aspal pen 120 hasil penambahan aspal pen 60 dengan minarex (OM), karena mempunyai harga Ic lebih kecil dari 0,15. Sehingga diperkirakan akan dapat membuat campuran dengan polimer menjadi kompatibel

Terhadap aspal pen 120 OR dilakukan penambahan poly ethylen sebesar 5 % . kemudian dilakukan pengujian stabilitas penyimpanan. Uji ini untuk mengetahui apakah aspal dapat menyatu dengan polimer (kompatibel), dilanjutkan dengan pengujian lainnya antara lain indek pelapukan dan kecepatan deformasi, pengujian mutu aspal polimer dan mutu campuran beraspal.

3.6. Stabilitas penyimpanan.

Pengujian stabilitas penyimpanan terhadap aspal pen 60 , aspal 120 OR dan aspal pen120 OM., dilakukan dengan menguji titik lembek bagian atas dan bagian bawah pada satu , tiga dan lima hari penyimpanan dalam oven pada temperatur 160°C. Hasil pengujian aspal polimer dinyatakan stabil apabila tidak ada pemisahan antara asphalten dan polimer yang dinyatakan oleh perbedaan titik lembek bagian atas dan bagian bawah tidak melebihi 5°C. Hasil pengujian seperti tertera pada Tabel 6, dibawah ini.

Tabel 6.
HASIL UJI STABILITAS PENYIMPANAN ASPAL
PEN 60 DAN ASPAL POLIMER

Contoh	Titik lembek (° C)					
	1 hari		3 hari		5 hari	
	Atas	bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah
AC 60	49	49	50	50	51	51
AC 60 + 5 % PE	47.5*	53.5*	49.2	53.5	50.5	54
AC120 OR+5% PE	58	58	58	58	59	59
AC120 OM+5% PE	56 *	63 *	62	63	65	64

Keterangan :

AC 60 = Aspal pen 60.

AC 60 + 5 % PE = Aspal pen 60 ditambah 5 % low density poly ethylen.

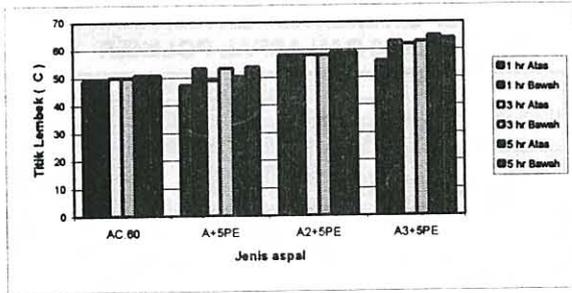
AC120 OR+5% PE = Aspal pen 120 OR ditambah 5 % low density poly ethylen

AC120 OM+5% PE = Aspal pen 120 OM ditambah 5 % low density poly ethyle.

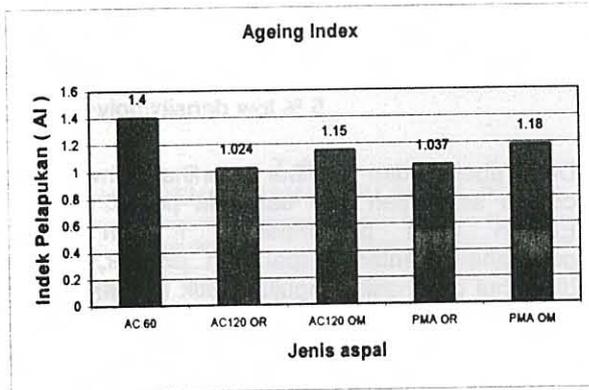
Dari Tabel 6 dan Gambar 3 terlihat bahwa pada contoh aspal pen 120 dari OM plus 5 % Poly Ethylen pada penyimpanan 1 hari terjadi pemisahan antara aspal dan polimer, hal ini diketahui dari hasil pengujian titik lembek bagian atas = 56 °C berbeda lebih dari 5 °C dari titik lembek bagian bawah= 62 ° C, sedangkan pada contoh aspal pen 120 OR plus 5 % Poly Ethylen tidak terjadi pemisahan karena titik lembek bagian atas dan bagian bawah pada uji 1 , 3 , 5 hari hampir tidak ada perbedaan walaupun ada perbedaan hanya 1 ° C atau kurang dari 5° C, yang ditunjukkan pada Gambar 3. Dengan hasil ini aspal polimer yang dimodifikasi dengan OR dapat kompatibel dengan aspal sehingga tidak terjadi pemisahan antara aspal dan polimer, dengan demikian berarti polimer dapat terdispersi secara homogen.

3.7. Indek pelapukan

Ketahanan terhadap pelapukan dinyatakan sebagai perbandingan kekentalan sesudah pemanasan dengan kekentalan sebelum pemanasan yang umum disebut dengan indek pelapukan (Aging Index). Hasil pengujian ketahanan terhadap pelapukan contoh aspal pen 60 dan aspal polimer dari OR dan OM ditunjukkan pada Gambar 4. Dari Gambar 4 menunjukkan bahwa penambahan OR mampu menghasilkan ketahanan terhadap pelapukan lebih kecil dari aspal yang ditambah OM, demikian pula ketahanan terhadap pelapukan aspal polimer dari aspal plus OR lebih kecil atau lebih tahan dari pada aspal plus OM. Sehingga dapat diambil kesimpulan untuk menaikkan penetrasi aspal menjadi pen 120 disarankan menggunakan minyak berat (OR) karena mempunyai ketahanan terhadap pelapukan lebih baik dari pada menggunakan minarex (OM).



Gambar 3. Stabilitas penyimpanan aspal pen 60 dan aspal polimer.



Gambar 4 Indek pelapukan aspal pen 60 dan aspal polimer

3.8. Campuran beraspal.

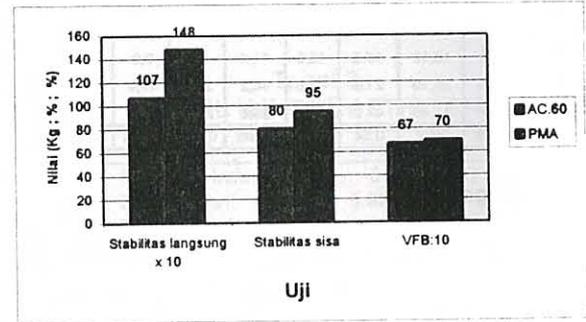
Terhadap aspal polimer dari aspal pen 60 ditambah 40 % OR , ditambah 5 % polimer dilakukan pengujian campuran beraspal dengan menggunakan Uji Marshall Hasil parameter Marshall pada kadar aspal optimum campuran beraspal dari aspal pen 60 dan aspal polimer yang dihasilkan seperti tertera pada Tabel 7 dibawah ini.

Tabel 7
HASIL UJI PARAMETER MARSHALL PADA KADAR ASPAL OPTIMUM

No	Pengujian	Satuan	Hasil		Persya ratan
			Pen 60	+ 5% PE	
1	Kadar aspal optimum	%	5.7	5.4	-
2	Kepadatan	gr / cc	2.320	2.370	-
3	VMA	%	17.8	16.0	min. 16
4	VFB	%	67	70	min. 65
5	VIM	%	3	3.5	min. 3
6	Stabilitas langsung	kg	1070	1480	min. 800
7	Kelelahan	mm	4	2.8	min. 2
8	Marshall Quotient	kg/mm	275	490	min. 200
9	Stabilitas sisa	%(kg)	80	95	min. 75

Dari hasil pengujian Marshall pada tabel 7 terlihat penambahan polimer dapat menaikkan stabilitas langsung, stabilitas sisa rendaman sehingga dengan penambahan polimer diperkirakan

perkerasan jalan akan tahan terhadap beban berat dan tahan terhadap genangan air , seperti tertera pada Gambar 5.



Gb.5. Stabilitas langsung, Stab Sisa, Rongga terisi aspal (VFB) Aspal pen 60 (AC 60) dan aspal polimer (PMA)

3.9. Pengujian Stabilitas dinamis dan Deformasi permanen.

Pengujian ini untuk mengetahui stabilitas dinamis dan kecepatan perubahan bentuk pada perkerasan jalan dengan cara stimulasi dilaboratorium menggunakan alat Wheel Tracking Machine. Hasil pengujian stabilitas dinamis, dan kecepatan deformasi, contoh aspal pen 60 dan aspal polimer (aspal pen 120 dari OR plus 5 % Poly Ethylen) seperti tertera pada Tabel 8 dibawah ini.

Tabel 8.
HASIL PENGUJIAN STABILITAS DINAMIS DAN KECEPATAN DEFORMASI ASPAL PEN 60 DAN ASPAL POLIMER (PMA)

Campuran	Kedalaman alur rata-rata(mm) Pada waktu percobaan (menit)					Stabilitas Dinamis (pass/mm)	Kec.Deformasi (mm/menit)
	1	15	30	45	60		
Pen 60	0.95	2.41	3.19	3.70	4.33	1222	0.036
PMA	1.02	2.03	2.58	2.94	3.22	2357.1	0.019

Dari hasil pada Tabel 8 tersebut di atas, menunjukkan penambahan polimer dapat menurunkan kecepatan deformasi dari 0.036 mm/menit menjadi 0.019 mm /menit dan menaikkan stabilitas dinamis dari 1222 pass/ mm menjadi 2357.1 pass/mm. Hal ini menunjukkan aspal polimer (PMA) yang dihasilkan lebih tahan terhadap kecepatan kerusakan akibat lalu lintas berat dan padat.

3.10. Hasil Pengujian mutu aspal Polimer .

Hasil pengujian mutu aspal pen 60 dan aspal polimer dari campuran aspal pen 60 ditambah 40 % OR ditambah 5 % Poly Ethylen (PMA) seperti tertera pada Tabel 9 dibawah ini.

Tabel 9
HASIL PENGUJIAN MUTU ASPAL PEN 60 DAN
ASPAL POLIMER (PMA)

No	Jenis Pengujian	Metoda	Satuan	Hasil	
				Pen 60	PMA
1	ASPAL ASLI				
	- Penetrasi, 100 gr, 25 ° C	SNI.06-2456-91	0.1mm	63	64
	- Titik lembek	SNI.06-2434-91	° C	48	58
	- Duktilitas	SNI.06-2432-91	cm	>140	>140
	- Berat Jenis		gr / cc	1.03	1.023
	- Penetrasi Indeks		-	0,6	+ 1.2
	- Daya Kerut	ASTM.D113-85	%	10	50
	- Temperatur campuran	Pd.M.01-2000-03	° C	160	168
	- Temperatur pemadatan	Pd.M.01-2000-03	° C	139	150
	2	SETELAH RTFO			
- Penurunan berat		Pd.M.01-2000-02	%	0.080	0.083
- Penetrasi		SNI.06-2456-91	mm	54 (79)	50 (79)
- Duktilitas		SNI.06-2432-91	cm	>140	85
- Indeks Pelapukan		Pd.M.01-2000-03	-	1.40	1.037

Dari hasil pada Tabel 9, mutu aspal polimer yang dihasilkan lebih baik dari aspal pen 60 hal ini ditunjukkan dari hasil titik lembek aspal polimer (PMA) mempunyai titik lembek (58°C) lebih besar dari titik lembek aspal pen 60 (48°C) sehingga aspal polimer yang dihasilkan lebih tahan terhadap temperatur udara tinggi. Aspal polimer mempunyai nilai daya kerut (50%) yang lebih tinggi dari aspal pen 60 (10%) sehingga aspal polimer lebih tahan terhadap beban lalu lintas (kembali ke bentuk semula), nilai indeks pelapukan (1,037) lebih kecil dari Indeks pelapukan aspal pen 60(1,4), sehingga aspal polimer lebih tahan terhadap pelapukan dibandingkan dengan aspal pen 60. Serta temperatur pencampuran aspal polimer dengan agregat tidak terlalu berbeda jauh dari aspal pen 60, sehingga kemudahan pencampuran sama dengan aspal pen 60. Dengan kelebihan sifat ini aspal polimer dapat bertahan lebih lama dari aspal biasa.

Penelitian ini mempunyai arti penting dalam upaya kemandirian akan ketergantungan aspal modifikasi dari luar negeri, meningkatkan sumber daya masyarakat kita dan sekaligus penghematan devisa negara.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan tersebut di atas, dapat disimpulkan agar aspal dan polimer dapat kompatibel, hal tersebut bisa diketahui dari hasil pengujian stabilitas penyimpanan tidak mengalami pemisahan antara polimer dan aspal, maka aspal

pen 60 perlu dilunakkan dengan minyak berat hasil pengilangan minyak bumi jenis minyak berat sebesar 40 % dari berat aspal pen 60, ditambah 5 % Polimer ,hal ini terlihat dari :

1. Indeks ketidak stabilan aspal yang ditambah minyak berat (=0,137) lebih kecil 0,15 dan lebih kecil dari aspal ditambah dengan Minarex (=0,388), sehingga minyak berat lebih baik dari pada minarex .
2. Aspal modifikasi dengan minyak berat yang dihasilkan lebih stabil dalam penyimpanan dibandingkan dengan menggunakan Minarex atau tanpa menggunakan kedua bahan tersebut.
3. Mutu aspal polimer yang dihasilkan memenuhi persyaratan bahan jalan dan lebih baik dari aspal asli sehingga dapat memperpanjang umur pakai (life time)
4. Untuk membuat agar aspal modifikasi dapat kompatibel maka bahan utama aspal harus mempunyai nilai penetrasi tinggi (lunak) .

DAFTAR PUSTAKA.

1. Brief # 45 AARR (Australian Asphalt Road Research, 2000)
2. D.J Walsh . J.S. Higgins , A. Maconnache;" *Polimer Blends and Mixtures*" Proceeding of Nato Advanced Study Institute on Polimer Blends and Mixtures Imperial College, UK , Juli 2 – 4, (1984) .
3. Hose G : " *The Latest Development and Road Surfacing Technology*." HPJI , Mobil Oil , Jakarta , Agustus , (1993) .
4. JWH.Oliver;" *Proceeding National Workshop on Polimer Modified Binder*" ARR 183 ,Australia Road Research Board,Victoria 3133,June , (1999).
5. Shell Bitumen ,"*The Shell Bitumen Hand Book* ", Sell Bitumen U.K, Juli, (1998)
6. Wardlaw / Shuler ;" *Polimer Modified Asphalt Binder* " , ASTM –STP-1108 ,1916 Race Street,Philadelpia ,May ,(1992) .

Penulis :

Ir. Tjitjik W Suroso, Peneliti Madya, Puslitbang Prasarana Transportasi, Badan Litbang Kimpraswil, Departemen Kimpraswil.