



PENGARUH TEMPERATUR TINGGI TERHADAP KINERJA CAMPURAN BETON ASPAL

N o n o
Y. Ronny P. A

RINGKASAN

Keruntuhan perkerasan lentur yang sering dijumpai pada daerah-daerah yang memiliki temperatur lapangan yang relatif tinggi dan melayani lalu-lintas berat adalah deformasi plastis. Ada dua faktor yang dapat memberikan kontribusi terhadap terjadinya deformasi plastis pada campuran beraspal, yaitu volumetrik campuran dan penggunaan tipe aspal. Volumetrik campuran dapat diantisipasi dengan pemilihan gradasi agregat gabungan yang dapat memberikan rongga yang cukup untuk mengakomodir aspal pada saat terjadinya pemadatan dengan lalu-lintas. Sedangkan penggunaan aspal sebaiknya menggunakan jenis aspal yang tidak peka pada perubahan temperatur tinggi.

Untuk mengatasi masalah di atas, penulis telah melakukan penelitian tentang pengaruh temperatur terhadap kinerja campuran untuk skala laboratorium. Bahan pengikat yang digunakan adalah aspal Pen 60, aspal Pen 40 dan aspal Polimer. Adapun hasil pengujian diperoleh :

- ♦ *Campuran dengan Aspal Pen 60 memenuhi persyaratan laston (AC-WC) Spesifikasi Kimpraswil (buku 3) sedangkan campuran beraspal dengan bahan pengikat Aspal Pen 40 dan Aspal Polimer memenuhi persyaratan laston dimodifikasi (Modified AC-WC)*
- ♦ *Campuran dengan bahan pengikat aspal Pen 40 dan aspal Polimer tidak rentan terhadap perubahan temperatur tinggi.*

SUMMARY

Defect in flexible pavement that usually occurred in some region which have high temperature and also heavy loaded traffic is plastic deformation. Two factors that give significant contribution to plastic deformation in asphalt mixture are volumetric of mixture and the use of grade asphalt. Problem in volumetric of mixture can be overcome by choosing appropriate gradation of aggregate that have sufficient void to accommodate asphalt under densification by traffic. While the use asphalt should be grade asphalt which is not sensitive to high temperature change.

To overcome the above problem, research on the effect of temperature to the performance of asphalt mixture in laboratory scale has been conducted. Binder used in that research are Asphalt Pen 60, Asphalt Pen 40 and Asphalt Polymer. Some conclusion from the research are as follow:

- ♦ *Asphalt mixture which use Asphalt Pen 60 as binder conform with AC-WC Specification of Kimpraswil (book 3) while asphalt mixture which use Asphalt Pen 40 and Polymer Asphalt conform with Modified AC-WC Specification of Kimpraswil.*
- ♦ *Asphalt mixture which use Asphalt Pen 40 and Asphalt Polymer are not sensitive to high temperature changes.*

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Keruntuhan perkerasan lentur pada daerah-daerah disepanjang pantai utara yang dominan terjadi adalah deformasi plastis. Hal ini dapat dipahami karena pada daerah-daerah tersebut memiliki temperatur perkerasan (lapangan) yang relatif tinggi. Berdasarkan hasil pemantauan temperatur pada daerah tersebut dapat mencapai 65°C sampai dengan 70°C.

Pada ruas-ruas jalan yang memiliki temperatur lapangan tinggi, umumnya melayani juga lalu-lintas yang berat, sebagai contoh ruas jalan pantai utara diwilayah Jawa barat. Ruas Jalan ini, disamping memiliki temperatur tinggi juga melayani lalu-lintas berat dan padat, dimana setiap tahunnya melayani lalu-lintas sekitar 5.000.000 ESA. Sehingga tidaklah heran bila ditemukan kerusakan yang terjadi adalah deformasi plastis. Hal tersebut di atas, dapat dipahami karena karakteristik aspal yang digunakan kemungkinan rentan terhadap temperatur tinggi dan bila

melampaui batas kemampuannya/ kekentalannya maka akan berfungsi sebagai pelumas. Proses terjadinya deformasi akan lebih dipercepat lagi apabila perkerasan jalan tersebut melayani juga lalu-lintas berat dan kecepatan rendah.

1.2. Pembatasan Masalah

Pada pelaksanaan penelitian ini untuk mengetahui sifat aspal hanya dilakukan pengujian sifat fisiknya saja. Disamping itu, gradasi agregat gabungan menggunakan gradasi superpave dengan memotong kurva Fuller.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh temperatur terhadap kinerja campuran beraspal, yaitu resiliensi modulus dan stabilitas dinamis untuk beberapa jenis aspal.

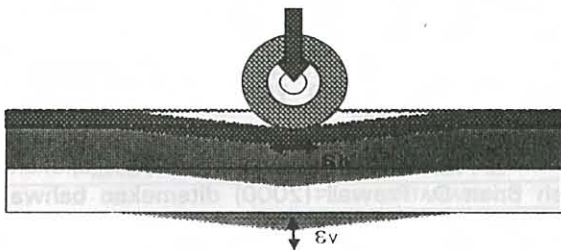
II. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Sifat Campuran

Sebagaimana kita ketahui bahwa keruntuhan perkerasan beraspal ada dua, yaitu keruntuhan pada lapisan beraspal dan pada tanah dasar sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Keruntuhan beton aspal berdasarkan SHRP A-410 1994 terdiri atas deformasi plastis, retak leleh dan retak pada temperatur rendah dan menurut NAPA-1991, retak leleh dipengaruhi beberapa faktor, yaitu :

- Struktur perkerasan
- Aspal
- Kadar aspal
- VMA
- Karakteristik Agregat pondasi (cemented material)
- Karakteristik tanah dasar

Sedangkan rutting/deformasi plastis sebagai akibat "kekakuan aspal rendah, kadar aspal tinggi dan VIM rendah" (fungsi dari gradasi dan kadar aspal).



Gambar 1. Ilustrasi Respon Perkerasan Terhadap Beban Lalu-lintas

Respon terhadap beban kendaraan pada lapis beraspal adalah dicerminkan dengan regangan horizontal (ϵ_H) dan pada tanah dasar dengan regangan vertikal (ϵ_v). Berdasarkan Cheung dkk

yang dicuplik dari Perl dkk disamping campuran beraspal harus tahan terhadap retak juga harus tahan terhadap deformasi permanent termasuk (deformasi plastis) sehingga regangan yang terjadi merupakan regangan total (ϵ_T), yaitu :

$$(\epsilon_T) = (\epsilon_e) + (\epsilon_p) + (\epsilon_{ve}) + (\epsilon_{vp}) \dots\dots (1)$$

dimana :

- (ϵ_T) = Regangan total
- (ϵ_e) = Regangan elastis; pulih kembali dan tidak tergantung waktu
- (ϵ_p) = Regangan plastis; tidak pulih kembali dan tidak tergantung waktu
- (ϵ_{ve}) = Regangan viscoelastis; pulih kembali dan tergantung waktu
- (ϵ_{vp}) = Regangan viscoplastis; tidak pulih kembali dan tergantung waktu

Menurut Ullidtz-1998 menyatakan bahwa deformasi plastis terkait dengan kekakuan aspal yang mempengaruhi terhadap regangan plastis atau plastic strain (ϵ_p) sebagaimana ditunjukkan pada rumus dibawah ini.

$$\epsilon_p = A \cdot \left(\frac{t_a}{3v} \right)^B \cdot \sigma_z \dots\dots\dots (2)$$

$$v = 1,3 \times 10^{-3} \cdot \frac{T_{RB} - T}{10} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

- t_a = Kumulatif waktu pembebanan, detik
- v = Viskositas Aspal, Nsec/m²
- T_{RB} = Titik Lembek, °C
- T = Temperatur, °C
- A dan B = Konstanta
(A = 0,010-0,015, B = 0,30-0,50)

Berdasarkan persamaan 2 dan 3, terlihat bahwa dengan titik lembek yang tinggi akan mempengaruhi viskositas aspal yang selanjutnya memberikan regangan plastis yang tinggi.

Untuk memprediksi deformasi permanen, berdasarkan ASTM-1992 dapat menggunakan model analitis sebagai berikut:

$$RD_{\%ST} = 0,1398SP + 1,9143AC - 1,0462VMA (4)$$

Dimana:

- $RD_{\%ST}$ = Persentase Kedalaman Alur Terhadap Tebal Lapisan
- SP = Titik Lembek Campuran Aspal-Filler
- AC = Kadar Aspal
- VMA = Rongga Agregat

Dari model atau persamaan 4 di atas terlihat bahwa "titik lembek aspal" memiliki sumbangan

cukup dominan terhadap ketahanan campuran terhadap terjadinya deformasi/alur.

Berdasarkan NAPA (1996) yang dicuplik dari Epps, J.A (1986) mengatakan bahwa aspal yang ideal sebagai bahan pengikat campuran beraspal panas sebaiknya aspal modifikasi. Hal ini untuk memperbaiki atau meningkatkan sifat-karakteristik campuran (sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 8) :

- (a). Kekakuan rendah atau viskositas yang cukup sehingga tidak memerlukan temperatur tinggi untuk pemampaan, pencampuran dan pemadatan.
- (b). Kekakuan tinggi pada saat temperatur tinggi (musim panas) untuk menghindari alur (rutting) dan shoving.
- (c). Kekakuan rendah pada saat temperatur rendah (musim dingin) untuk menghindari retak.
- (d). Kelekatatan terhadap agregat yang tinggi untuk menghindari stripping.

Model lain tentang kekakuan aspal telah dikembangkan juga oleh Van der Poel yang disajikan dengan nomograph dan rumus serta kaitannya terhadap kekakuan campuran adalah sebagai berikut (Collop A C dkk, 1994):

$$E_n = 1,157 \times 10^{-7} t_1^{-0,368} 2,716^{-PI^{(R)}} (T_{RB}^{(R)} - T_{asp})^5 \dots\dots\dots (5)$$

Dimana:

- $T_{RB}^{(R)}$ = Titik lembek setelah pemulihan (°C)
- T_{asp} = Temperatur lapis beraspal (°C)
- $PI^{(R)}$ = Penetrasi Indeks setelah pemulihan
- t_1 = Waktu pembebanan (detik)

Persamaan di atas hanya berlaku bila :

- $0,01 \text{ detik} < t_1 < 0,1 \text{ detik}$
- $-1,0 < PI^{(R)} < 1,0$
- $20^\circ\text{C} < (T_{RB}^{(R)} - T_{asp}) < 60^\circ\text{C}$

Untuk memperoleh besaran ($T_{RB}^{(R)}$ dan $PI^{(R)}$) dapat diestimasi dengan nilai penetrasi aspal fresh/awal ($P^{(1)}$), persamaannya adalah sebagai berikut :

$$P^{(R)} = 0,65 P^{(1)} \dots\dots\dots (6)$$

$$T_{RB}^{(R)} = 98,4 - 26,35 \log_{10}(P^{(R)}) \dots\dots\dots (7)$$

$$PI^{(R)} = \frac{27 \log_{10} P^{(1)} - 21,65}{76,35 \log_{10} P^{(1)} - 232,82} \dots\dots\dots (8)$$

dimana: $P^{(1)}$ = Penetrasi aspal fresh/awal

Adapun waktu pembebanan yang efektif t_1 dapat diestimasi dengan rumus sebagai berikut :

$$\log_{10}(t_1) = 5,1 \times 10^{-4} h_{asp} - 0,2 - 0,94 \log_{10}(V) \dots\dots\dots (9)$$

dimana:

- h_{asp} = Tebal lapis beraspal (mm)
- V = Kecepatan kendaraan (km/jam)

Untuk memprediksi temperatur lapis permukaan beraspal (T_p) dapat diprediksi berdasarkan temperatur udara (T_a). Model prediksi temperatur lapis permukaan beraspal (T_p) adalah sebagai berikut:

$$T_p = T_a \left[1 + \frac{76,2}{h_{asp} + 304,8} - \frac{84,7}{h_{asp} + 304,8} + 3,3 \right]$$

Dimana :

- T_a = Temperatur lapis permukaan beraspal (°C)
- T_a = Temperatur udara rata-rata (°C)
- h_{asp} = Tebal lapis permukaan beraspal (mm)

Sedangkan untuk modulus elastis dari campuran beraspal E_m (MPa) yang terkait dengan modulus aspal adalah sebagai berikut:

$$E_m = E_a \left[1 + \frac{257,5 - 2,5 VMA}{n (VMA - 3)} \right]^n \dots\dots\dots (10)$$

dimana :

$$n = 0,83 \log_{10} \left(\frac{4 \times 10^4}{E_a \text{ (MPa)}} \right) \dots\dots\dots (11)$$

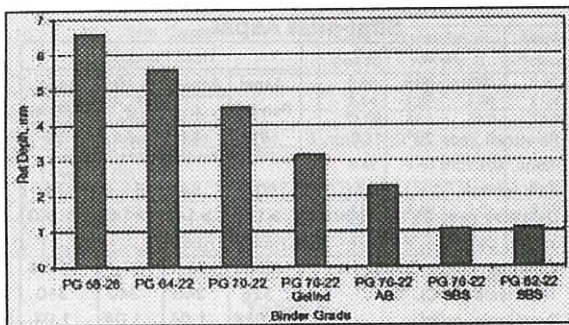
- VMA = % Rongga dalam agregat
- = % volume rongga udara + % vol aspal

Rumus modulus di atas hanya berlaku bila :

- $12\% < VMA < 30\%$
- $E_h > 5 \text{ MPa}$

Dari Persamaan 5 terlihat bahwa untuk waktu pembebanan dan temperatur perkerasan yang sama namun bila aspal mempunyai titik lembek tinggi akan didapatkan modulus/kekakuan aspal yang tinggi pula. Dengan diperolehnya kekakuan aspal yang tinggi maka modulus/kekakuan campuran tinggi pula sesuai persamaan 10. Sehingga dengan kekakuan campuran yang relative tinggi akan tahan terhadap deformasi, hal ini sejalan dengan yang ditunjukkan pada persamaan 4 di atas.

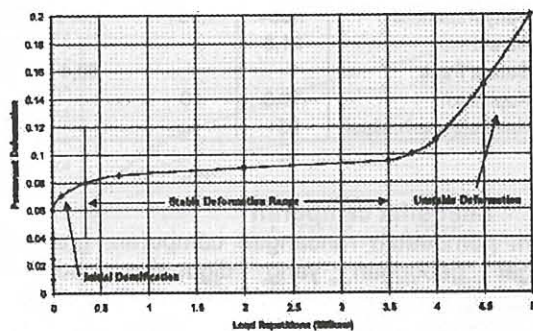
Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Brian D. Prowell (2000) ditemukan bahwa untuk gradasi agregat dan kadar aspal yang sama tetapi menggunakan bahan pengikat aspal yang memiliki kekakuan bervariasi (adalah hal ini kelas aspal didasarkan pada kinerja atau PG) maka kualitas campuran dengan bahan pengikat yang mempunyai kekakuan tinggi (PG tinggi) lebih tahan terhadap deformasi/rut depth. Hasil penelitian tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan antara kedalaman Alur Vs Binder Grade untuk Blend 3 (Brian D Prowell, 2000)

Menurut Stephen Goodman dkk (2000) bahwa ruting atau deformasi terjadi sesuai dengan beban lalu-lintas dan mekanismenya terjadinya terdiri atas tiga tahap sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.

Pada Gambar 3 terlihat bahwa kondisi kritis campuran atau mulai terjadinya deformasi setelah lapisan beraspal dilalui lalu-lintas sekitar 3,5 juta.



Gambar 3. Mekanisme Terjadinya Rutting (Stephen Goodman, 2000)

2.2. Spesifikasi Yang Diacu

Sebagai acuan dalam pengujian sifat bahan dan sifat campuran, pada penelitian ini spesifikasi yang diacu adalah Spesifikasi Kimpraswil (Buku III, Seksi 6.3) Tahun 2004.

Persyaratan aspal ditunjukkan pada Tabel 1, Persyaratan agregat ditunjukkan pada Tabel 2, Persyaratan gradasi pada Tabel 3 dan persyaratan campuran pada Tabel 4.

Tabel 1. PERSYARATAN SIFAT FISIK ASPAL

JENIS PENGUJIAN	PERSYARATAN ASPAL *		
	PEN 40	PEN 60	POLIMER
• Penetrasi, 0,1 mm	40-59	60-79	50-80
• Titik lembek, °C	51-63	48-58	min. 54
• Daktilitas, cm	min. 100	min. 100	min. 50
• Kelarutan dlm C ₂ HCl ₃ , %	min. 99	min. 99	min. 99
• Titik nyala, °C	min. 200	min. 200	Min. 225
• Kehilangan berat, %	maks. 0,8	maks. 0,8	Maks. 1,0
• Penetrasi stlh keh. brt., %	min. 58	min. 54	Min. 40
• Daktilitas stlh keh. brt., cm	-	min. 50	-
• Berat Jenis, gr/cm ³	min. 1,0	min. 1,0	Min. 1,0

Tabel 2. PERSYARATAN AGREGAT

No.	Jenis Pengujian	Persyaratan
1.	Berat Jenis	
	> Curah	>2,5
	> Jenuh	>2,5
2.	> Semu	>2,5
	Penyerapan, %	< 3%
3.	Abrasi	< 40%
4.	Setara Pasir	> 50%
5.	Kepipihan	-
	Kelekatan terh. aspal	> 95%

Tabel 3. PERSYARATAN GRADASAI

UKURAN SARINGAN (mm)	PERSYARATAN (% berat lolos)			
	Titik Kontrol		Daerah Larangan	
	min	max	min	max
19	100	100		
12,5	90	100		
9,5		90		
4,75				
2,36	28	58	39,1	39,1
1,18			25,6	31,6
0,6			19,1	23,1
0,3			15,5	15,5
0,075	4	10		

Tabel 4a. PERSYARATAN CAMPURAN AC-WC

Sifat-sifat Campuran	Persyaratan
Penyerapan kadar aspal	Maks. 1,7
Jumlah tumbukan per bidang	75
Rongga dalam campuran (%) ⁽³⁾	3,5-5,5
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min. 15
Rongga terisi aspal (%)	Min. 65
Stabilitas Marshall (kg)	Min. 800
Kelelahan (mm)	Min. 3
Marshall Quotient (kg/mm)	Min. 250
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C ⁽⁴⁾	Min. 75
Rongga dalam campuran (%) pada ⁽²⁾	Min. 2,5
Kepadatan membal (refusal)	

Tabel 4b. PERSYARATAN CAMPURAN AC-WC MODIFIKASI (UNTUK LALU LINTAS BERAT)

Sifat-sifat Campuran	Persyaratan
Penyerapan kadar aspal	Maks. 1,2
Jumlah tumbukan per bidang	75
Rongga dalam campuran (%) ⁽³⁾	3,5-5,5
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min. 15
Rongga terisi aspal (%)	Min. 65
Stabilitas Marshall (kg)	Min. 1000
Kelelahan (mm)	Min. 3
Marshall Quotient (kg/mm)	Min. 300
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C ⁽⁴⁾	Min. 75
Rongga dalam campuran (%) pada ⁽²⁾	Min. 2,5
Kepadatan membal (refusal)	
Stabilitas Dinamis, lintasan/mm	Min. 2500

2.3. Hipotesa

Penggunaan aspal dengan viskositas rendah dapat menyumbang terhadap kinerja campuran beraspal tidak peka terhadap temperatur tinggi

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Umum

Sesuai hasil pengkajian pustaka bahwa sifat campuran sangat tergantung terhadap kualitas bahan pengikat yang digunakan terutama pada temperatur tinggi dan waktu pembebanan yang relatif lama. Pada penelitian ini, untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap kinerja campuran beraspal dilakukan skala pengujian di laboratorium.

Kegiatan yang dilakukan di laboratorium meliputi persiapan bahan, pengujian bahan dan pengujian campuran beraspal. Persiapan bahan mencakup penyediaan aspal, agregat dan bahan pengikat. Jenis aspal yang digunakan pada pengkajian ini terdiri atas Aspal Pen 40, Aspal Pen 60 dan Aspal Polimer (Modifikasi). Sedangkan agregat yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari Subang.

3.2. Pengujian laboratorium

Pengujian dilaboratorium adalah pembuatan campuran beraspal baru dengan gradasi agregat gabungan memotong kurva Fuller. Prosedur pengujian mengacu terhadap spesifikasi campuran beraspal yang dikeluarkan oleh Kimpraswil (Buiku III, Seksi 6.3) tahun 2004.

Untuk mencapai tujuan penelitian ini, dalam menganalisa kinerja campuran beraspal, baik dengan bahan pengikat aspal Pen 60 maupun aspal Pen 40 serta aspal Polimer, selain akan dianalisa parameter Marshallnya juga dilakukan pengujian Modulus Resilient (M_R) dengan UMATTA dan Stabilitas Dinamis dengan Wheel Tracking Machine.

IV. HASIL PENGUJIAN

4.1. Sifat-sifat bahan

Sesuai dengan pengujian yang telah dilakukan, sifat-sifat aspal Pen 60, aspal Pen 40 dan aspal Polimer ditunjukkan pada Tabel 5. Sedangkan sifat agregat ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 5.
Sifat-sifat Aspal

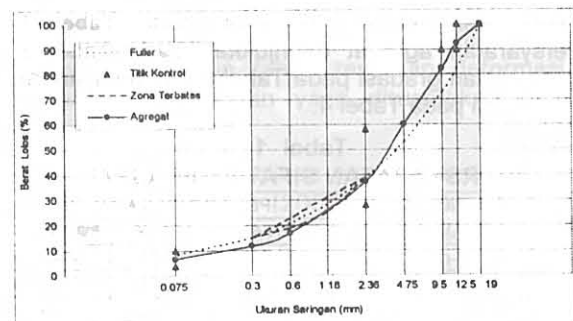
Jenis Pengujian	Hasil Pengujian			
	Aspal Pen 60	Aspal Pen 40 (A, B)		Aspal Polimer
✓ Penetrasi pada 25°C, 100 gr, 5 detik, 0,1 mm	73	51	54	75
✓ Titik lembek, °C	50,8	54	55,4	53
✓ Daktilitas pada 25°C, 5 cm/menit, Cm	> 140	> 140	> 140	> 140
✓ Kelarutan dalam C ₂ HCL ₂ , %	99,86	99,4	99,7	99,56
✓ Titik nyala (GOC), °C	326	340	340	340
✓ Berat jenis, gr/ml	1,028	1,04	1,04	1,04
✓ Kehilangan berat (TFOT), %	0,082	0,02	0,04	0,042
✓ Penetrasi setelah TFOT, % asli	59	75	94	57
✓ Daktilitas setelah TFOT, Cm	> 140	> 140	> 140	> 140
✓ Titik lembek setelah TFOT, °C	51,6	59	57,2	58

Tabel 6.
SIFAT AGREGAT

No.	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian		
		Kasar	Halus	A. Batu
1.	Berat Jenis			
	> Curah	2,645	2,656	2,585
	> Jenuh	2,696	2,696	2,627
	> Semu	2,789	2,765	2,699
	Penyerapan, %	1,954	1,481	1,626
2.	Abrasi	21,8	-	-
3.	Setara Pasir	-	-	60,4
4.	Kepipihan	17,3	10	-
5.	Kelekatkan terh.aspal	95+	-	-

4.2. Sifat-sifat campuran

Dalam pembuatan rancangan campuran, gradasi agregat gabungan yang digunakan adalah memotong kurva Fuller sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4. Berdasarkan hasil pengujian Marshall sifat campuran yang diperoleh ditunjukkan pada Tabel 7. Sedangkan data ketahanan campuran terhadap deformasi hasil pengujian dengan WTM ditunjukkan pada Tabel 7 dan Gambar 5 serta besaran mekanistik, yakni Modulus Resilient dengan alat UMATTA ditunjukkan pada Tabel 8 dan Gambar 6.



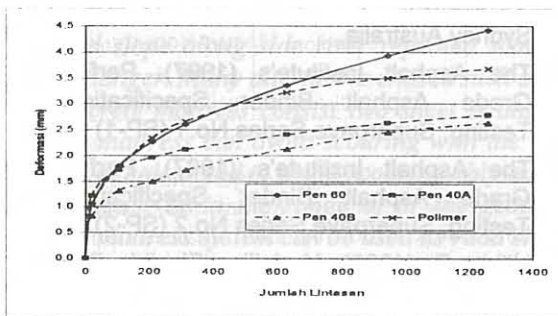
Gambar 4. Gradasi agregat gabungan

Tabel 7.
HASIL PENGUJIAN MARSHALL

NO	Sifat Campuran	Hasil Pengujian			
		Aspal Pen 60	Aspal Pen 40		Aspal Polimer
			A	B	
1	Kadar Aspal, (%)	5.80	5.90	5.95	5.80
2	Kepadatan, (t/m ³)	2.64	2.29	2.36	2.38
3	Rongga Terisi Aspal, VFB (%)	72.98	74.1	70.3	73.3
4	Rongga Dalam Agregat, VMA (%)	16.31	17	17.5	18
5	Rongga Campuran Marshall, VIM Marshall (%)	4.42	4.40	5.20	4.80
6	Stabilitas, (kg)	1408	1380	1180	1200
7	Pelelehan, (mm)	4.61	3.40	3.69	3.08
8	Hasil Bagi Marshall, MQ (kg/mm)	306	406	320	390
9	Rongga Campuran PRD, VIM PRD (%)	2.93	3.40	3.00	3.10

Tabel 8.
HASIL PENGUJIAN DENGAN WTM

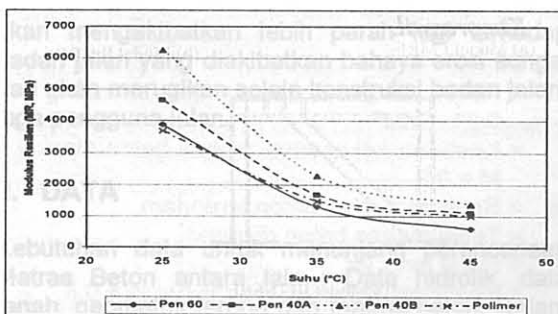
No	Sifat Campuran	Hasil Pengujian			
		Aspal Pen 60	Aspal Pen 40		Aspal Polimer
			A	B	
1	Alur (pada lintasan):				
	0	0	0	0	0
	21	1.06	1.21	0.82	1.03
	105	1.80	1.72	1.31	1.75
	210	2.27	1.96	1.50	2.34
	315	2.60	2.11	1.72	2.65
	630	3.36	2.41	2.13	3.21
	945	3.93	2.63	2.45	3.50
	1260	4.42	2.78	2.63	3.68
2	Deformasi Awal (mm)	3.35	2.78	2.63	3.68
3	Stabilitas Dinamis (lint/mm)	1273	4200	3500	2620
4	Kecepatan Deformasi, (mm/mnt)	0.033	0.01	0.012	0.017



Gambar 5. Deformasi campuran berdasarkan WTM

Tabel 9.
HASIL PENGUJIAN DENGAN UMATTA

No	Temperatur Pengujian	Hasil Pengujian			
		Aspal Pen 60	Aspal Pen 40		Aspal Polimer
			A	B	
1	25°C	3875	4666	6241	3677
2	35°C	1302	1675	2266	1465
3	45°C	598	1084	1368	996



Gambar 6. Modulus Resilient campuran beraspal

V. PEMBAHASAN

- Sifat-sifat aspal Pen 60, Pen 40 dan aspal Polimer sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5, terlihat bahwa ketiga jenis aspal tersebut memenuhi persyaratan. Begitu juga sifat-sifat agregat, baik agregat kasar maupun agregat halus dan abu batu sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 6 memenuhi persyaratan.
- Sifat-sifat campuran beraspal dengan bahan pengikat aspal Pen 60, Pen 40 dan aspal Polimer sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 7, ketiganya memenuhi persyaratan. Namun, bila memperhatikan nilai stabilitas dinamis untuk ke empat jenis campuran sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 8 maka yang memenuhi persyaratan untuk lalu-lintas berat adalah campuran yang menggunakan bahan pengikat aspal Pen 40 dan aspal Polimer.
- Bila membandingkan ketahanan campuran dengan aspal Pen 40 dan aspal Polimer terhadap ketahanan deformasi campuran dengan aspal Pen 60, maka campuran dengan aspal Pen 40 lebih tahan 2,7 dan 3,3 kali lipat, sedangkan campuran dengan aspal Polimer lebih tahan 2,2 kali lipat.
- Membandingkan sensitifitas campuran terhadap temperatur sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 7 dan Gambar 3 (hasil pengujian resilient modulus dengan UMATTA) terlihat bahwa campuran beraspal yang memiliki Modulus Resilient (M_R) > 1000 MPa pada temperatur 45°C hanya campuran beraspal dengan bahan pengikat Aspal Pen 40 dan Aspal Polimer. Pada suhu tersebut Modulus Resilien campuran beraspal dengan bahan pengikat Aspal Pen 40, 1,8 – 2,3 kali lebih tinggi dibandingkan Modulus Resilien campuran beraspal dengan bahan pengikat Aspal Pen 60. Sedangkan campuran beraspal dengan bahan pengikat Aspal Polimer 1,7 kali lebih tinggi dibandingkan campuran dengan bahan pengikat Aspal Pen 60.

Fakta diatas bahwa menunjukkan bahwa campuran yang memiliki kekakuan yang tinggi lebih tahan terhadap deformasi dan tidak rentan terhadap perubahan pada temperatur tinggi

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Hasil pemantauan lapangan dan pengujian di laboratorium dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

- Hasil pengujian dengan Marshall diperoleh bahwa campuran memenuhi persyaratan laston WC Spesifikasi Kimpraswil (buku 3)

- Sifat campuran beraspal dengan bahan pengikat Aspal Pen 40 dan Aspal Polimer memiliki ketahanan terhadap deformasi
- Besaran mekanistik yang dicerminkan dengan Modulus Resilient campuran dengan bahan pengikat Aspal Pen 40 dan Aspal Polimer pada temperatur pengujian 45°C, diperoleh Modulus Resilien campuran beraspal dengan bahan pengikat Aspal Pen 40 1,8 – 2,3 kali lebih tinggi dibandingkan Modulus Resilien campuran beraspal dengan bahan pengikat Aspal Pen 60. Sedangkan campuran beraspal dengan bahan pengikat Aspal Polimer 1,7 kali lebih tinggi dibandingkan campuran dengan bahan pengikat Aspal Pen 60 Hal tersebut, menunjukkan bahwa campuran dengan bahan pengikat aspal Pen 40 dan aspal Polimer tidak rentan terhadap perubahan temperatur tinggi.

6.2. Saran

- Untuk mengetahui ketahanan campuran terhadap fatik sebaiknya dilakukan penelitian lanjutan.
- Pada lokasi-lokasi yang memiliki temperatur yang relatif tinggi, hendaknya dapat menggunakan campuran dengan bahan pengikat yang mempunyai viskositas rendah dan atau penetrasi rendah (misal aspal Pen 40 atau aspal Polimer).

DAFTAR PUSTAKA

- A.C. Collop (1994). Effects of Traffic and Temperatur on Flexible Pavement Wear. Cambridge University Engineering Departement, Cambridge.
- Australian Asphalt Pavement Assosiation, AAPA (2000). Nation Asphalt Specification, Australia.
- ASTM (1992). Effects of Aggregates and Mineral Fillers on Aspaht Mixtures Performance, Philadelphia.
- Brian D. Prowell, P.E. and Richacd J. Schreck (2000). "Virginia's Use of Laboratory Wheel-Tracking as A Mix Performance Predictor", World of Asphalt Pavements 1ST International Conference. Sydney Australia.

- Cheung, C. Y and Hughes Hall (1995). Mechanical Bituminous Mixes. Cambridge University Engineering Departement, Cambridge.
- Giovanni Parmeggiani (2000). "Three Dimensioal Asphat Mix Design", World of Asphalt Pavements 1ST International Conference. Sydney Australia.
- Kimpraswil (2004). Spesifikasi Campuran Beraspal Panas, Seksi 6.3 Buku 3, Jakarta.
- NAPA Research and Education Foundation (1996). Hot Mix Asphalt Materials, Mixture Design and Construction, Secon Edition, Lanham, Maryland.
- SHRP (1994). Superior Performing Asphalt Pavements (Superpave): The Product of the SHRP Asphalt Research Program, SHRP-A-410. National Research Coubcil, Washington DC.
- Stepen Googman, Yasser Hasan and A.O. Abd El Halim (2000). "Permanent Deformation and The Development of An In-Situ Shear Strength Test for Asphant Pavements", World of Asphalt Pavements 1ST International Conference. Sydney Australia.
- The Asphalt Institute's (1997). Performance Grade Asphalt Binder Specification and Testing, Superpave Series No.1 (SP-1)
- The Asphalt Institute's (1997). Performance Grade Asphalt Binder Specification and Testing, Superpave Series No.2 (SP-2),
- Ullidtz P. (1998). Modelling Flexible Pavement Response and Performance. Technical University of Denmark.

Penulis :

- *Ir. Nono, MEng Sc, Ajun Peneliti Muda, Pusat Litbang Prasarana Transportasi, Badan Litbang Departemen Kimpraswil.*
- *Y. Ronny P. A, ST, Staf Balai Bahan dan Perkerasan Jalan Pusat Litbang Prasarana Transportasi,. Badan Litbang Departemen Kimpraswil.*