

MODIFIKASI ASPAL KERAS STANDAR DENGAN BITUMEN ASBUTON HASIL EKSTRAKSI

Kurniadji

Puslitbang Jalan dan Jembatan, Jl. A.H. Nasution 264 Bandung

RINGKASAN

Dalam kurun waktu belakangan ini, terdapat isu mengemuka pada pekerjaan peraspalan di Indonesia yaitu tidak tercapainya umur rencana perkerasan jalan akibat kerusakan dini berupa alur dan deformasi plastis. Hal ini diprediksi karena campuran beraspal yang digunakan tidak memadai untuk mendukung beban lalu-lintas yang salah satunya diakibatkan dari aspal yang digunakan tidak mempunyai kemampuan untuk ditempatkan pada temperatur tinggi, (sekitar 70°C) yang diindikasikan dari nilai indeks penetrasi (Penetration Index, PI) dan kelas kinerja (Performance Grade, PG) yang rendah.

Untuk meningkatkan nilai PI dan nilai PG aspal keras standar telah dilakukan kajian penggabungan aspal keras yang mempunyai penetrasi 63(dmm) dan titik lembek 49,9 °C dengan bitumen asbuton hasil ekstraksi yang mempunyai nilai penetrasi 28 (dmm) dan titik lembek 64,8°C Berdasarkan persamaan, hasil penggabungan aspal keras standar pen 60 dengan bitumen asbuton meningkatkan nilai PI dari -1,01 pada 0% bitumen asbuton menjadi +0,61 pada 100% bitumen asbuton dan dari PG56 menjadi PG95, namun yang diperlukan di negara kita berdasarkan temperatur tertinggi perkerasan yang ada, aspal modifikasi yang diperlukan adalah aspal dengan PG72 dan PI = 0 yang dapat diperoleh dari penggabungan 31,2% bitumen asbuton dengan 68,8% aspal keras standar.

Menggunakan persamaan baku, untuk bitumen asbuton 0% diperoleh nilai kekakuan aspal 9,5 MPa dan nilai kekakuan campuran 3155 Mpa. Untuk 31,2% bitumen asbuton dan 68,8% aspal keras standar, diperoleh nilai kekakuan bitumen 16,4 MPa dan kekakuan campuran beraspal 3707 Mpa, dengan meningkatnya nilai kekakuan, terjadi peningkatan umur dari 4,26 tahun menjadi 5,61 tahun.

Kata kunci : Indeks Penetrasi, kelas kinerja, Asbuton, Kekakuan

SUMMARY

The recent issues of a road asphalt work in Indonesia is unreachable of design life, because of premature road deterioration, type of it are rutting and plastic deformation especially happens to the location with the high temperature (About 70 degree Celsius), which is resulted from improper used of asphalt on supporting traffic load. It happened cause of using unsuitable asphalt in high temperature with low penetration index(PI) and low performance grade (PG).

To maximize PI and PG value, extracted asbuton bitumen used as a trial based on equality of available references, blended of asphalt cement pen 60 with asbuton bitumen obviously rose not only PI value from -1.01 of asbuton bitumen to +0.61 of 100% asbuton bitumen, but also PG from 56 to PG 95 of 100%. Actually, PG 72 and PI = 0 which was gained from combination of 31.2% asbuton bitumen and 68.8% standard asphalt cement is quite suitable to use in our country.

On variation comparison of asbuton bitumen and standard asphalt cement above resulting stiff value of bitumen 16.4 MPa and stiffness of mixture 3707 MPa of preliminary bitumen value 0% each 9.5 MPa and 3155 MPa. Stiffness blended asphalt extent the design life from 4.26 years to 5.61 years.

Keyword: Penetration Index, Performance Grade, Asbuton, Stiffness.

PENDAHULUAN

Dalam kurun waktu belakangan ini terdapat isu mengemuka pada pekerjaan peraspalan di Indonesia yaitu tidak tercapainya umur rencana akibat kerusakan dini yang diindikasikan karena campuran beraspal yang digunakan tidak cukup kuat untuk mendukung beban lalu-lintas. Terutama pada daerah dengan

temperatur panas kerusakan jenis alur dan deformasi plastis cenderung lebih banyak terjadi dibandingkan pada temperatur dingin, hal ini diindikasikan karena kekakuan campuran beraspal berkurang searah dengan naiknya temperatur perkerasan disebabkan aspal dalam campuran tidak cukup tahan terhadap temperatur tinggi dan beban berat.

Salah satu cara untuk memperbaiki properties aspal keras sekaligus kinerja campuran beraspal adalah memanfaatkan Asbuton yang dahulu biasa disebut Butas. Saat ini sudah banyak jenis-jenis Asbuton yang telah diproduksi dan dipasarkan baik di dalam maupun di ekspor, salah satunya yang masih dalam skala kecil dan masih dalam pengkajian adalah asbuton hasil ekstraksi. Terdapat kecenderungan bitumen hasil ekstraksi asbuton mempunyai nilai penetrasi yang rendah, sehingga apabila ditambahkan ke dalam aspal keras akan merubah properties aspal keras tersebut.

Dalam tulisan ini dibahas pengaruh penggabungan bitumen Asbuton hasil ekstraksi dengan aspal keras standar akan menghasilkan propertis berbeda .

KAJIAN PUSTAKA

Aspal dan Campuran

Fungsi Aspal dalam Campuran Beraspal

Campuran beraspal terdiri atas dua bahan dasar utama yaitu agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu yang teliti dan diatur.

Bahan aspal akan sangat mempengaruhi sifat-sifat/propertis campuran beraspal, oleh karena itu, untuk memperoleh campuran beraspal yang memenuhi syarat, diperlukan aspal yang digunakan harus berfungsi:

- ✓ Sebagai pengikat yang memberikan ikatan yang kuat antara butir agregat di dalam campuran beraspal.
- ✓ Sebagai pengisi, berfungsi mengisi rongga antara butir agregat dan rongga yang ada dalam agregat itu sendiri.
- ✓ Sebagai bahan anti air yang menyelimuti permukaan agregat, sehingga mengamankan perkerasan dari pengaruh air.
- ✓ Sebagai pelumas yang akan mempengaruhi kemudahan kerja (*workability*) saat pencampuran, penghamparan dan pemadatan, pada jumlah dan kondisi tertentu akan mempengaruhi geser antara butir agregat dalam campuran beraspal.

Adakalanya fungsi-fungsi ini akan terganggu atau tidak terpenuhi akibat aspal yang digunakan tidak cocok dengan temperatur perkerasan dimana campuran beraspal ditempatkan. Hal ini sangat berhubungan erat dengan aspal yang bersifat viscos-

elastik dimana aspal sangat peka terhadap perubahan temperatur.

Kepekaan Aspal terhadap Temperatur

Aspal bersifat viscos-elastik yaitu menjadi lebih keras bila temperatur turun dan melunak bila temperatur meningkat. Kepekaan aspal untuk berubah sifat akibat perubahan temperatur ini dikenal sebagai kepekaan aspal terhadap temperatur. Kepekaan aspal terhadap temperatur bervariasi untuk masing-masing jenis aspal dan berbeda bila aspal tersebut berasal dari minyak bumi dengan sumber yang berbeda walaupun aspal tersebut masuk dalam klasifikasi yang sama, seperti diilustrasikan pada Gambar 1a

Tingkat kepekaan aspal terhadap perubahan temperatur dapat diketahui dengan sifat aspal dinyatakan dalam Indeks Penetrasi (*Penetration Index, PI*). Nilai PI aspal berkisar antara -3 sampai

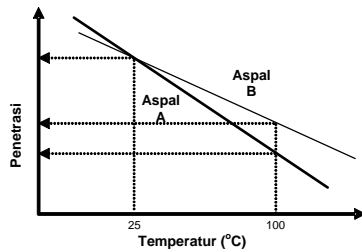
+7. Aspal dengan PI tinggi kurang peka terhadap perubahan temperatur dan sebaliknya aspal dengan PI relatif rendah akan lebih peka terhadap perubahan temperatur, seperti diilustrasikan pada Gambar 1b.

Selain itu, nilai PI aspal dapat juga digunakan untuk memprediksi kinerja campuran beraspal. Aspal dengan PI tinggi menghasilkan campuran beraspal yang memiliki modulus kekakuan dan ketahanan terhadap deformasi yang tinggi pula. PI aspal dapat dihitung menggunakan persamaan yang diturunkan oleh Pfeiffer et al, (1936), yaitu:

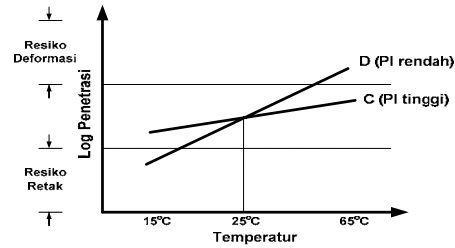
$$PI = \frac{20 - 500A}{50A + 1}$$

Dengan:

$$A = \frac{\log(800) - \log(\text{pen pada } 25^{\circ}\text{C})}{\text{titik lembek} - 25^{\circ}\text{C}}$$



Gambar 1a. Perubahan nilai penetrasi akibat perubahan temperatur



Gambar 1b. Kinerja aspal dengan PI akibat perubahan temperatur

Gambar 1. Pengaruh perubahan temperatur pada aspal dengan nilai penetrasi dan indeks penetrasi yang berbeda

Klasifikasi Aspal Keras

Aspal keras dapat diklasifikasikan ke dalam tingkatan (*grade*) atau kelas berdasarkan empat sistim yang berbeda, yaitu kelas viskositas, kelas viskositas setelah penuaan, kelas penetrasi serta berdasarkan kelas kinerja.

Dalam sistim viskositas, satuan Poise adalah satuan standar pengukuran viskositas absolut. Makin tinggi nilai Poise suatu aspal makin kental aspal tersebut. AC-2,5 (aspal keras dengan viskositas 250 poise pada temperatur 60° C) adalah jenis aspal keras yang bersifat lunak, AC-40 (aspal keras dengan 4000 poise pada temperatur 60° C) adalah jenis aspal keras yang bersifat keras.

Beberapa negara mengelompokkan aspal berdasarkan viskositas setelah penuaan. Ide ini

untuk identifikasi viskositas aspal di lapangan. Simbol AR adalah singkatan dari sisa penuaan (*Aged Residue*). Makin besar nilai AR makin keras aspal tersebut. AR-10 (viskositas 1000 poise) berarti aspal lunak, sementara AR-160 (viskositas 16000 poise) adalah aspal keras.

Metode ketiga yang digunakan dalam pengklasifikasian aspal adalah berdasarkan uji penetrasi. Nilai penetrasi didefinisikan sebagai masuknya jarum uji berikut beban seberat 100 gram ke dalam lapisan aspal dalam satuan persepuluh milimeter (0,1 mm) selama 5 detik pada temperatur 25°C. Makin kecil nilai penetrasi aspal, makin keras aspal tersebut.

Metoda ke empat yang digunakan untuk mengklasifikasikan aspal adalah berdasarkan kinerja

(*performance grade, PG*). Terdapat dua nilai pada setiap PG, nilai pertama menyatakan temperatur tertinggi lapisan beraspal tanpa deformasi, nilai kedua menyatakan temperatur terendah lapisan beraspal tanpa retak di lokasi aspal tersebut ditempatkan.

Penelitian Nono dkk (2003) memperlihatkan nilai PG untuk temperatur tertinggi dikorelasikan dengan nilai titik lembek, penetrasi dan penetrasi indeks aspal.

- $PG = - 59.197 + 2.376 TL$
- $PG = 72.516 - 0.168 Pen (25^{\circ}C)$
- $PG = 64.929 + 10.674 PI$

Kinerja Aspal dan campuran beraspal

Berdasarkan *Strategic Highway Research Program (SHRP)*, *Asphalt Institute*, terdapat 3 jenis kerusakan pada lapis aspal beton, yaitu deformasi plastis (*plastic deformation*), retak pada temperatur rendah (*low temperatur cracking*) dan retak lelah (*fatigue cracking*), dan terjadi di negara kita.

Hal tersebut dapat dipahami karena Indonesia memiliki iklim tropis dengan curah hujan yang tinggi dan sinar matahari sepanjang tahun, sehingga pada beberapa ruas jalan temperatur perkerasan

tertinggi dapat terjadi sekitar $70^{\circ}C$ dan temperatur terendah sekitar $22^{\circ}C$ (Nono dkk, 2003).

Aspal keras standar yang sekarang diproduksi kilang-kilang minyak, kenyataannya mempunyai nilai indeks penetrasi (PI) serta PG rendah yang tidak tahan terhadap temperatur tinggi dari perkerasan dan mendukung beban lalu-lintas rencana, sehingga perlu perbaikan untuk memperoleh campuran beraspal sesuai rencana.

Sehubungan kepekaan aspal terhadap temperatur dan lamanya waktu pembebanan, Kendhall dkk (1998) telah membuktikan bahwa pada daerah simpangan merupakan lokasi banyak terjadinya alur yang relatif dalam, sedangkan pada lokasi yang jauh dari simpang, mempunyai alur yang dangkal. Data yang dikemukakan berupa kedalaman alur berikut campuran yang digunakan adalah seperti diperlihatkan pada Tabel 1.

Berdasarkan penelitian Brian D. Prowell (2000) yang dikutip Nono dkk, menyatakan bahwa untuk gradasi agregat dan kadar aspal yang sama namun menggunakan bahan pengikat aspal yang memiliki kinerja aspal yang bervariasi (dinyatakan dalam jenis PG yang berbeda) kualitas campuran dengan bahan pengikat dengan PG tinggi lebih

tahan terhadap alur, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

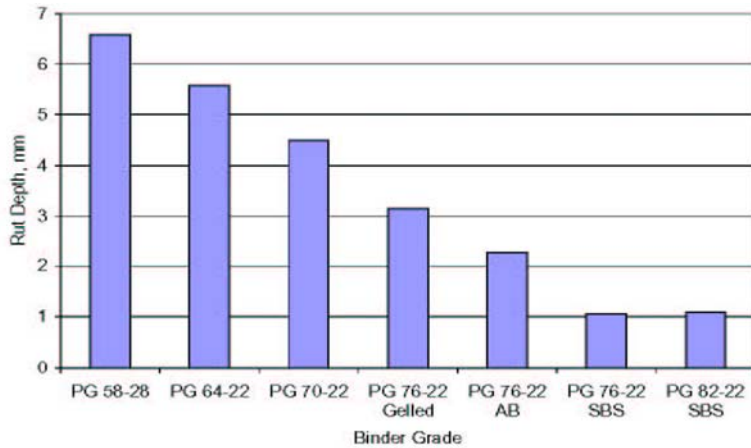
Hasil pengkajian yang telah dilakukan Kurniadji dkk (2006) diperoleh bahwa ketahanan retak lelah campuran beraspal dengan bahan pengikat yang telah dimodifikasi Asbuton (AC Mod) lebih baik dibandingkan ketahanan retak lelah untuk campuran dengan aspal keras AC 60 (aspal Pen 60) sebagaimana ditunjukkan

pada Gambar 3. Meskipun demikian, kondisi ini sangat tergantung dari sumber dan jenis Asbuton yang digunakan, ada kalanya dari uji ketahanan terhadap retak lelah menunjukkan campuran beraspal yang ditambah Asbuton hanya lebih tahan terhadap lalu lintas ringan saja namun lebih tidak tahan terhadap lalu lintas berat dibandingkan campuran beraspal tanpa Asbuton.

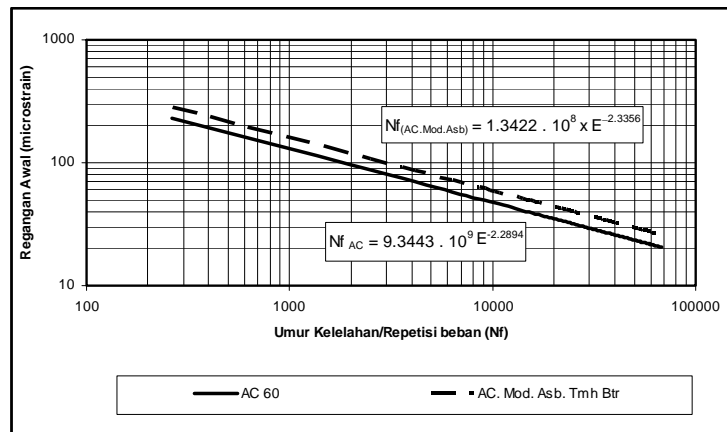
Tabel 1.
Hasil pengujian karakteristik campuran di daerah simpang

Kode Campuran	lokasi	LHR (buah)	alur (mm)	Kadar Aspal, %	Lolos # 200	Voids in Mix %		Voids in Mineral Aggregate %	
						ada	syarat	ada	syarat
LR 120	Lincoln Hwy	29.988							
	• Pada simpang		38	6,6	7,0	1,4	Min 3	13,2	Min 16
	• 130 m dari simpang		13	6,5	6,8	1,0	Min 3	12,7	Min 16
LR 392	Fifth Ave	17.238							
	• Pada simpang		27	6,9	5,2	0,9	Min 3	13,6	Min 16
	• 70 m dari simpang		4	6,9	4,0	1,8	Min 3	14,4	Min 16
LR 02060	Gilkeson rd	18.144							
	• Pada simpang		22	5,8	7,6	1,6	Min 3	13,0	Min 16
	• 70 m dari simpang		6	6,0	6,4	2,2	Min 3	14,0	Min 16
LR 02269	Banksville rd	39.564							
	• Pada simpang		17	6,6	6,2	2,3	Min 3	14,0	Min 16
	• 120 m dari simpang		6	6,7	6,4	1,8	Min 3	13,8	Min 16
LR 246	Marshall ave	-							
	• Pada simpang		24	10,4	8,6	1,4	Min 3	21,0	Min 16
	• 40 m dari simpang		5	10,3	7,0	5,8	Min 3	24,3	Min 16

Sumber: kendhal dkk (1998)



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



Gambar 3. Hubungan regangan awal dengan repetisi beban campuran AC 60 dan AC_{Mod}

Perencanaan Tebal Perkerasan dengan Metoda Mekanistik

Banyak metode analitis/mekanistik untuk menentukan tebal perkerasan yang tersedia, antara lain ELSYM, DAMA, Kenlayer

dan lainnya. Metoda-metoda ini sangat berbeda dengan metoda empiris yang didasarkan pada pengalaman dan hasil pengujian CBR dari tanah dasar, penggunaan metoda empiris dibatasi hanya untuk kondisi sama dan telah

dibuktikan dengan pengalaman-pengalaman yang ada.

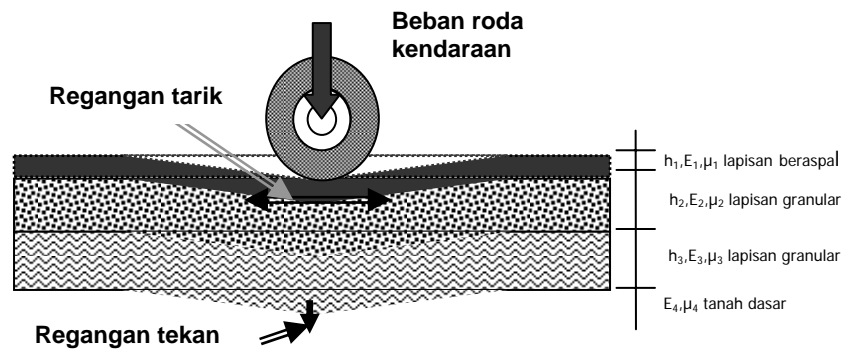
Yang digunakan untuk pemodelan secara mekanistik pada topik yang dibahas adalah menggunakan program Ken Layer yang dikembangkan oleh Yang H.Huang (1993). Program Ken Layer mendasarkan perhitungan pada teori elastis linier dengan persamaan leleh (*fatigue equation*) dan persamaan deformasi total (*total deformation equation*) yang dipadukan dengan tegangan dan regangan.

Perhitungan regangan-tegangan pada program Ken Layer dapat menentukan nilai tegangan dan regangan pada setiap titik pada sistim perkerasan. Nilai regangan dan tegangan yang dominan menyumbang kerusakan pada perkerasan adalah regangan tarik pada lapisan berpengikat dan

regangan tekan pada lapisan tanpa pengikat. Regangan tarik menyebabkan retak dan regangan tekan menimbulkan deformasi. Titik-titik kritis yang umumnya dipertimbangkan adalah pada bagian bawah dari lapisan beraspal dan regangan tekan yang terjadi pada tanah dasar. Pemodelan perkerasan untuk perhitungan meliputi:

- modulus elastisitas masing-masing lapisan
- poisson's ratio masing-masing lapisan
- tebal masing-masing lapisan
- data beban dan volume lalu lintas rencana

Sebagai ilustrasi, untuk perhitungan program kenlayer ditampilkan pemodelan sistem perkerasan seperti pada Gambar 4



Gambar 4. Pemodelan Sistim Perkerasan

Modulus elastisitas masing-masing lapisan, sesuai pemodelan dimulai dengan memperoleh nilai kekakuan dari bitumen (*stiffness bitumen, S_{bit}*) yang digunakan dalam campuran beraspal. Secara teoritis kekakuan bitumen, dapat dihitung dengan persamaan yang dikembangkan S.F.Brown and Janet M Burton (1994):

$$S_b = 1,157 \times 10^{-7} t_1^{-0,368} 2,716^{-PI^R} (T_{TL}^{(R)} - T_{perk})^5$$

Dengan:

- t_1 = lamanya waktu pembebanan, diperoleh dengan persamaan:
 $\log t = 5 \times 10^{-4} \times h - 0,2 - 0,94 \log V$
(h adalah tebal perkerasan beraspal 10 sampai 35 cm; V kecepatan rencana, asumsi: 60 km/jam).
- $PI_r = (1951,4 - 500 \log Pr - 20 SPr) / (50 \log Pr - SPr - 120,14)$;
- $Pr = 0,65 PI$ dan $SPr = 98,4 - 26,35 \log Pr$

Berdasarkan nilai kekakuan bitumen untuk memperoleh nilai kekakuan campuran beraspal (*S_{mix}*) digunakan persamaan yang dikembangkan S.F.Brown and Janet M Burton (1994):

$$S_{mix} = S_b \left[1 + \frac{257 \cdot 5 - 2 \cdot 5 \cdot VMA}{n(VMA - 3)} \right]^n$$

Dengan:

- VMA = rongga diantara mineral agregat, diasumsikan 17%
- $n = 0,83 \log \left[\frac{4 \times 10^4}{S_b} \right]$

METODOLOGI KAJIAN

Hipotesa

Karakteristik Aspal keras standar dan campuran beraspal berubah dengan penambahan bitumen asbuton hasil ekstraksi (*full extraction*).

Metodologi

Metodologi yang digunakan dalam pengkajian adalah metode eksperimental:

Pembuatan contoh uji

Contoh uji yang disiapkan adalah aspal keras standar pen 60 eks Pertamina yang telah memenuhi syarat dan bitumen hasil ekstraksi Asbuton eks Lawele. Dengan perbandingan tertentu yang divariasikan, ke dua jenis aspal tersebut dicampur dan diuji propertisnya di laboratorium.

Perhitungan

1. Nilai Penetrasi Indeks

Berdasarkan nilai penetrasi dan titik lembek aspal gabungan, dengan menggunakan persamaan yang diturunkan oleh Pfeiffer et al, (1936), dihitung nilai indeks penetrasi (PI) pada perbandingan setiap variasi aspal dan bitumen hasil ekstraksi asbuton.

2. Menentukan klasifikasi aspal berdasarkan kelas kinerja (PG).
Berdasarkan titik lembek aspal gabungan, dengan persamaan yang diperoleh Nono dkk (2003), dihitung temperatur tertinggi aspal gabungan dari PG pada setiap variasi aspal dan bitumen hasil ekstraksi asbuton.
3. Menentukan nilai kekakuan.
Untuk memperoleh nilai kekakuan bitumen dan campuran beraspal setiap perbandingan bitumen asbuton hasil ekstraksi dengan aspal keras standar yang berbeda digunakan persamaan yang dikembangkan S.F.Brown and Janet M Burton (1994).
4. Mencari umur sisa perkerasan
Berdasarkan nilai kekakuan campuran beraspal pada setiap variasi aspal dan bitumen asbuton hasil ekstraksi, dengan asumsi tebal dan

karakteristik tiap lapisan, serta beban lalu-lintas pada suatu ruas jalan, menggunakan metoda Ken Layer, dilakukan perhitungan umur sisa perkerasan sehingga diketahui pengaruh variasi perbandingan antara aspal keras standar dengan bitumen hasil ekstraksi asbuton pada perkerasan.

HASIL PENGKAJIAN

Hasil uji propertis Setiap jenis aspal

Seperti telah dikemukakan, bahan yang digunakan dalam pengkajian adalah aspal keras standar pen 60 eks Pertamina dan bitumen hasil ekstraksi asbuton butir eks Lawele.

Hasil pengujian propertis aspal keras pen 60 dan bitumen hasil ekstraksi asbuton yang digunakan dalam pengkajian adalah seperti disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2.
Hasil Pengujian Propertis Aspal keras Standard pen 60

Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi *)		Satuan
			Min	Maks	
✓ Penetrasi pada 25 ^o C, 100 gr, 5 dtk	SNI 06-2456-91	63	60	79	0,1 mm
✓ Titik lembek	SNI 06-2434-91	49.9	48	58	^o C
✓ Daktilitas pada 25 ^o C, 5 cm/menit	SNI 06-2432-91	>140	100	-	Cm
✓ Kelarutan dalam C ₂ HCL ₃	ASTM D 2042	99,58	99	-	%
✓ Titik nyala (COC)	SNI 06-2433-91	330	200	-	^o C
✓ Berat jenis	SNI 06-2488-91	1,029	1,0	-	-
✓ Kehilangan berat (TFOT)	SNI 06-2441-91	0,0128	-	0,8	%
✓ Penetrasi setelah TFOT	SNI 06-2456-91	85.7	54	-	% asli
✓ Daktilitas setelah TFOT	SNI 06-2434-91	>100	50	-	% asli
✓ Titik lembek setelah TFOT	SNI 06-2432-91	51.7	-	-	^o C
✓ Temp. pencampuran	-	157	-	-	^o C
✓ Temp. pemadatan	-	147	-	-	^o C

*) SNI – 1737 – 1989 – F

Tabel 3.
Hasil Pengujian propertis Bitumen hasil ekstraksi Asbuton

Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil uji	Satuan
Kadar Bitumen asbuton eks Lawele		26,7	%
Pengujian sifat bitumen hasil ekstraksi:			
✓ Penetrasi pada 25 ^o C, 100 gr, 5 dtk	SNI 06-2456-91	28	0,1 mm
✓ Titik lembek	SNI 06-2434-91	64.8	^o C
✓ Titik nyala (COC)	SNI 06-2433-91	170	^o C
✓ Daktilitas pada 25 ^o C, 5 cm/menit	SNI 06-2432-91	27.4	Cm
✓ Berat jenis	SNI 06-2488-91	1,035	-
✓ Kehilangan berat (TFOT)	SNI 06-2441-91	0,35	% asli
✓ Penetrasi setelah TFOT	SNI 06-2456-91	17	0,1 mm
✓ Daktilitas setelah TFOT	SNI 06-2434-91	10	Cm
✓ Titik lembek setelah TFOT	SNI 06-2432-91	71.40	^o C

Hasil Uji Propertis Aspal Gabungan

Dengan aspal keras standar pen 60 eks Pertamina yang telah memenuhi syarat seperti ditampilkan pada Tabel 2. dan bitumen hasil ekstraksi asbuton dengan propertis seperti diperlihatkan Tabel 3, dilakukan penggabungan keduanya dengan komposisi bervariasi.

Variasi komposisi bitumen asbuton hasil ekstraksi dengan

aspal keras standar ditentukan berdasarkan variasi penambahan asbuton butir pada campuran beraspal dengan anggapan 100% bitumen asbuton termobilisasi dari mineralnya. Perbandingan bitumen asbuton dengan aspal keras standar pen 60 berkisar dari 0% sampai 100%. Selanjutnya dilakukan uji penetrasi dan titik lembek gabungan dari kedua jenis aspal tersebut, dilanjutkan perhitungan nilai indeks penetrasi (PI)

menggunakan persamaan yang diturunkan Pfeiffer et al, (1936), dan nilai ketahanan aspal terhadap deformasi pada temperatur tertentu berdasarkan titik lembek aspal.

Hasil pengujian penetrasi dan titik lembek serta perhitungan

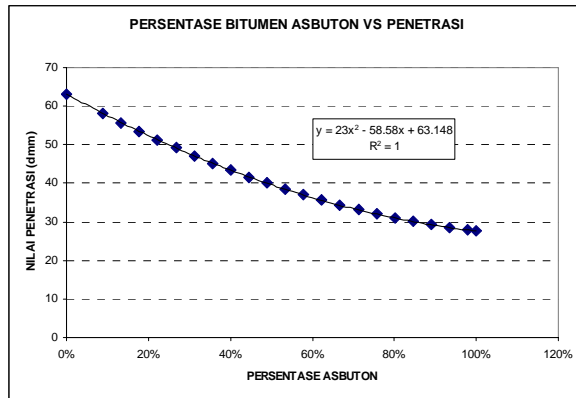
nilai PI dan PG dari aspal gabungan antara aspal keras standar dengan bitumen asbuton hasil ekstraksi diperlihatkan pada Tabel 5 dan Gambar 5 sampai dengan Gambar 8.

Tabel 5.
Penetrasi indeks dan *Performance Grade* aspal gabungan

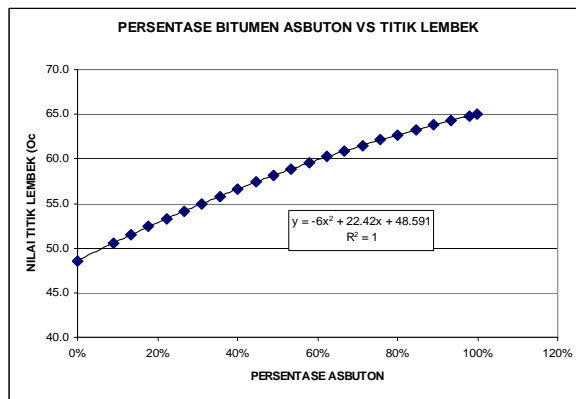
PERBANDINGAN		HASIL UJI		HASIL PERHITUNGAN		
% BA	% AC	PENETRASI (dmm)	TITIK LEMBek °C	A	PI	PG (°C)
0	100	63	48.6	0.047	-1.01	56.3
8.90	91.10	58	50.5	0.045	-0.71	60.9
13.35	86.65	56	51.5	0.044	-0.58	63.1
17.80	82.20	53	52.4	0.043	-0.46	65.3
22.25	77.75	51	53.3	0.042	-0.35	67.4
26.70	73.30	49	54.1	0.042	-0.21	69.5
31.15	68.85	47	55.0	0.041	-0.08	71.5
35.60	64.40	45	55.8	0.040	-0.08	73.4
40.05	59.95	43	56.6	0.040	-0.01	75.3
44.50	55.50	42	57.4	0.040	0.06	77.1
48.95	51.05	40	58.1	0.039	0.12	78.9
53.40	46.60	38	58.9	0.039	0.18	80.6
57.85	42.15	37	59.6	0.039	0.23	82.3
62.30	37.70	36	60.2	0.038	0.28	83.9
66.75	33.25	34	60.9	0.038	0.32	85.5
71.20	28.80	33	61.5	0.038	0.37	87.0
75.65	24.35	32	62.1	0.038	0.41	88.4
80.10	19.90	31	62.7	0.037	0.44	89.8
84.55	15.45	30	63.3	0.037	0.48	91.1
89.00	11.00	29	63.8	0.037	0.52	92.4
93.45	6.55	28	64.3	0.037	0.55	93.6
97.90	2.10	28	64.8	0.037	0.59	94.7
100.0	0.00	28	65.0	0.037	0.61	95.3

Catatan:

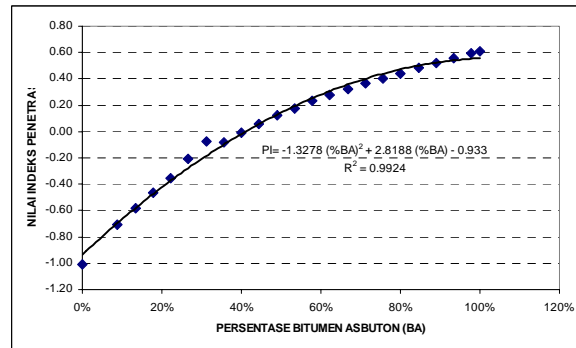
- BA = bitumen asbuton hasil ekstraksi
- AC = aspal keras pen 60 standar
- Bitumen dalam mineral asbuton dianggap aktif total sebagai aspal
- Kadar aspal total dalam campuran beraspal umumnya sekitar 6%
- Diketahui, dari hasil uji ekstraksi, kadar bitumen asbuton 26,7%
- Prosentase asbuton butir dalam campuran beraspal X %, aspal keras disubstitusi sebanyak Y = X% x 26,7%, untuk asbuton butir 5%, substitusi bitumen asbuton hasil ekstraksi 1,335%.
- Sehingga dalam 6% kadar aspal optimum campuran perbandingannya menjadi 22,25% bitumen asbuton dan 77,75% aspal keras standar



Gambar 5. presentase bitumen asbuton dalam AC-60 vs penetrasi



Gambar 6. Persentase bitumen asbuton dalam AC-60 vs titik lembek



Gambar 7. Pesentase bitumen asbuton dalam aspal Pen 60 vs PI

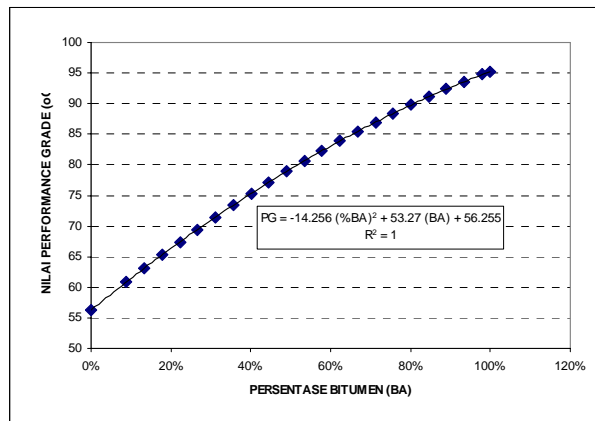
Tabel 5 serta Gambar 5 sampai dengan Gambar 7 memperlihatkan nilai penetrasi menurun, nilai titik lembek, nilai penetrasi indeks dan nilai temperatur pada PG meningkat sejalan dengan makin naiknya persentase bitumen asbuton dalam aspal gabungan, kondisi ini menunjukkan kecenderungan ketahanan aspal terhadap temperatur tinggi meningkat.

Untuk persentase bitumen asbuton 0% dengan 100% aspal keras standar pen 60 dalam aspal gabungan memberikan nilai pen 63 dan titik lembek 48,5 °C, sedangkan dengan 100% bitumen asbuton hasil ekstraksi dalam aspal gabungan menghasilkan nilai penetrasi 28 (dmm) dan titik lembek 65°C.

Temperatur rata-rata mingguan perkerasan di negara

kita tidak lebih dari 70°C, apabila melihat hasil uji dan perhitungan yang ditampilkan pada Tabel 5.1. aspal keras yang ditambah bitumen asbuton mempunyai temperatur PG aspal di atas temperatur perkerasan di lapangan yang diperoleh dari perbandingan 31,5% bitumen asbuton dengan 69,5 % aspal keras standar yaitu 71,5°C. Sehingga tidak diperlukan nilai PG 95,3°C yang diperoleh dari 100% bitumen hasil ekstraksi Asbuton.

Untuk nilai PG 71,5°C yang diperoleh dengan presentase 31,5% bitumen asbuton dengan 68,5% aspal keras menghasilkan nilai penetrasi 47 (dmm) dan titik lembek 55°C dan dari hasil perhitungan diperoleh nilai penetrasi indeks -0,08, yang masih memenuhi persyaratan PI yang berlaku yaitu antara -1 sampai +1.



Gambar 8. Persentase bitumen asbuton dalam AC-60 vs PG

Kekakuan Bitumen dan Kekakuan Campuran

Hasil perhitungan kekakuan bitumen (Sb) dan kekakuan campuran beraspal (Smix) diperlihatkan pada Tabel 6. Gambar 9 dan Gambar 10.

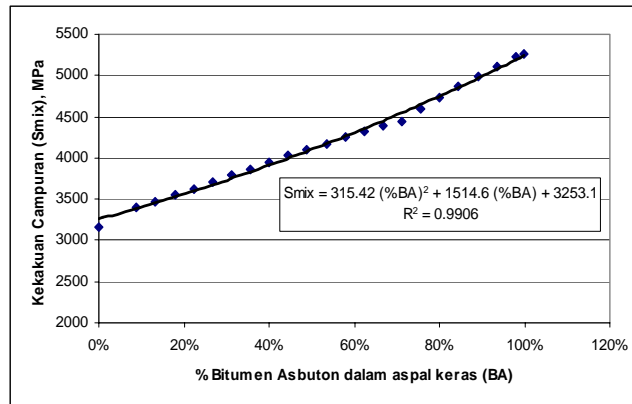
Dari Tabel 6 serta Gambar 9 dan Gambar 10 menunjukkan makin tinggi persentase bitumen asbuton hasil ekstraksi dalam aspal gabungan dengan aspal keras standar, makin tinggi kekakuan bitumen gabungan dan makin tinggi pula kekakuan campuran beraspal, tampak peningkatan nilai kekakuan bitumen dari 9,5 Mpa) menjadi 39,1 Mpa pada 100%

bitumen asbuton. Demikian pula untuk kekakuan campuran terdapat peningkatan dari 3.155 Mpa (457.445 Psi) pada 0% bitumen asbuton hasil ekstraksi menjadi 5136 Mpa (744728 Psi) untuk 100% bitumen asbuton.

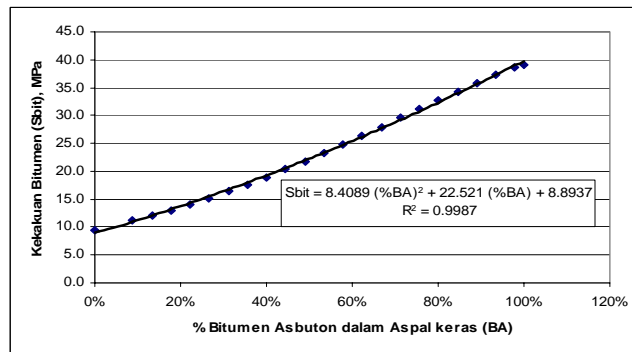
Seperti dikemukakan di atas, yang diperlukan untuk pelapisan perkerasan beraspal di Indonesia tidak diperlukan aspal dengan PG yang terlalu tinggi, sehingga untuk perhitungan selanjutnya yang digunakan cukup dengan mencampur 31,15% bitumen asbuton dengan 68,85% aspal keras standar yang menghasilkan PG 71,50C dan PI - 0,08.

Tabel 6.
Hasil perhitungan kekakuan bitumen dan campuran

PERBANDINGAN		Sbit (Mpa)	Smix (Mpa)	Smix (Psi)
% BA	% AC			
0	100	9.5	3155	457445
8.9	91.1	11.1	3397	492593
13.4	86.7	12.1	3473	503579
17.8	82.2	13.1	3550	514756
22.3	77.8	14.1	3628	526090
26.7	73.3	15.2	3707	537541
31.2	68.9	16.4	3787	549065
35.6	64.4	17.6	3866	560606
40.1	60.0	19.0	3946	572103
44.5	55.5	20.3	4024	583487
49.0	51.1	21.8	4101	594679
53.4	46.6	23.3	4176	605589
57.9	42.2	24.8	4249	616122
62.3	37.7	26.4	4318	626170
66.8	33.3	28.0	4384	635617
71.2	28.8	29.6	4331	627983
75.6	24.5	31.2	4474	648794
80.1	19.9	32.8	4613	668886
84.6	15.5	34.3	4745	688066
89.0	11.0	35.8	4870	706135
93.5	6.6	37.2	4985	722890
97.9	2.1	38.5	5091	738131
100.0	0.0	39.1	5136	744728



Gambar 9. Pesentase bitumen asbuton dalam AC-60 vs Sbit (MPa)



Gambar 10. Pesentase bitumen asbuton dalam AC-60 vs Smix (MPa)

4.4. Perhitungan Umur sisa

Berdasarkan hasil perhitungan kekakuan campuran beraspal pada Tabel 7, dilakukan perhitungan umur sisa menggunakan metoda yang dikembangkan Ken Layer, dengan asumsi-asumsi:

- Beban Lalu lintas pada lajur rencana 1.165.000 CESA
- Tebal lapis beraspal 4 cm padat dengan modulus (Psi) bervariasi tergantung dari persentase bitumen hasil ekstraksi dari asbuton butir dengan nilai poison rasio 0,35
- Tebal lapis pondasi granular 15 cm padat, modulus 105000 Psi poison rasio 0,35

- Tebal lapis pondasi bawah 20 cm padat modulus 58000 Psi poisson rasio 0,35
- Tanah dasar dengan poisson rasio 0,45

Hasil perhitungan umur sisa berdasarkan modulus resilient campuran beraspal (S_{mix} ,Psi) diperlihatkan pada Tabel 7.

Dari perhitungan umur sisa tampak penggabungan bitumen asbuton hasil ekstraksi dalam aspal keras standar, menghasilkan umur sisa dengan peningkatan yang signifikan, yaitu dari umur sisa 4,26 tahun pada 0% bitumen asbuton menjadi 5,61 tahun dengan penambahan 100% bitumen asbuton hasil ekstraksi dalam aspal keras standar.

Tabel 7.
perhitungan umur sisa

PERBANDINGAN		Smix (Mpa)	Smix (Psi)	Umur Sisa (tahun)
% BA	% AC			
0	100.0	3155	457445	4,26
8.9	91.1	3397	492593	4,37
13.4	86.7	3473	503579	4,42
17.8	82.2	3550	514756	4,47
22.3	77.8	3628	526090	4,53
26.7	73.3	3707	537541	4,58
31.2	68.9	3787	549065	4,61
35.6	64.4	3866	560606	4,69
40.1	60.0	3946	572103	4,74
44.5	55.5	4024	583487	4,79
49.0	51.1	4101	594679	4,84
53.4	46.6	4176	605589	4,89
57.9	42.2	4249	616122	4,94
62.3	37.7	4318	626170	4,98
66.8	33.3	4384	635617	5,02
71.2	28.8	4444	644341	5,06
75.7	24.3	4590	665586	5,11
80.1	19.9	4732	686094	5,15
84.6	15.4	4867	705668	5,33
89.0	11.0	4994	724104	5,41
93.5	6.5	5112	741198	5,48
97.9	2.1	5219	756744	5,54
100	0.0	5265	763474	5,61

KESIMPULAN

Dari uraian yang telah dikemukakan dapat ditarik beberapa kesimpulan:

- Bitumen hasil ekstraksi asbuton memperbaiki dapat kinerja aspal standar pen 60 yang diperlihatkan dengan meningkatnya temperatur tertinggi pada PG aspal (*Performance Grade*) dari 56,3 °C menjadi 95,3°C dan nilai Penetrasi Indeks dari -1,01 menjadi +0,61 pada 0% dan 100% bitumen asbuton.
- Untuk kondisi di Indonesia. dengan temperatur perkerasan rata-rata per minggu sekitar 70°C, tidak diperlukan nilai PG yang terlalu tinggi, cukup dengan nilai PG 71,5°C yang dihasilkan dari komposisi 31,5% bitumen asbuton dan 68,5% aspal keras standar. Pada komposisi ini diperoleh nilai penetrasi indeks sebesar -0,08, yang masih memenuhi persyaratan nilai PI
- Bitumen asbuton dalam aspal gabungan meningkatkan kekakuan aspal dari 9,1 MPa menjadi 39,1 MPa pada perbandingan 0% dan 100% bitumen asbuton, namun yang sesuai dengan nilai PG 71,5°C, adalah pada 16,4 MPa.
- Bitumen asbuton dalam aspal gabungan meningkatkan kekakuan Campuran dari 3155 MPa menjadi 5265 MPa pada perbandingan 0% dan 100% bitumen asbuton, namun yang sesuai dengan nilai PG 71,5°C, adalah pada 3787 MPa.
- Meskipun tidak signifikan, Bitumen asbuton dalam aspal gabungan meningkatkan umur sisa dari 4,26 tahun menjadi 5,61 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Kendhal Prativi S.,1998, *Hot Mix asphalt for Intersestion Hot Climates*, NCAT Report No.98-6
- Kurniadji dkk, 2006, *Perencanaan, Pengawasan dan Evaluasi Teknik Pada Uji Skala Penuh Asbuton di Pasuruan*, Puslitbang Jalan dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum
- Nono dkk, 2003, *Kajian Batasan nilai Penetrasi, Titik Lembek dan Indeks Penetrasi aspal yang sesuai dengan kelas kinerja aspal untuk perkerasan jalan di Indonesia*, Jurnal Litbang Jalan volume 20, 3 Oktober 2003

Nono dkk, 2005, *Pengkajian penanganan Deformasi dan Retak akibat beban Lalu-lintas*, Puslitbang Jalan dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum

Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Program Kenlayer, 2004, Puslitbang Prasarana Transportasi, Departemen Pekerjaan Umum

Ronald J. Cominsky, 1994, *The Superpave Mix Design Manual for new construction*

and manual, Strategic Highway Research Program, Washington DC

S.F. Brown and Janet M Brunton, 1994, *An Introduction to The Analytical Design of Bituminous Pavement*, 2nd edition, April 1994, Department of Civil Engineering, University of Nottingham

The Shell Bitumen Industrial Handbook, 1995, Shell Bitumen