

PENGARUH ASBUTON MURNI TERHADAP INDEKS PENETRASI ASPAL

Eva Wahyu Indriyati

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil
Universitas Jenderal Soedirman
Jln. Mayjend. Sungkono KM 5, Blater Purbalingga
indriyati.eva@gmail.com

Abstract

Penetration Index is one of the parameters of asphalt's temperature susceptibility. The lower the Penetration Index, the lower the bitumen's temperature susceptibility. One solution to improve the level of asphalt's temperature susceptibility is by adding pure Asbuton to pen 60/70 petroleum asphalt. The proportion of pure Asbuton added to the pen 60/70 petroleum asphalt varies from 0% to 100%. The value of Penetration Index is determined by the Pfeiffer and Van Doormall equations, which is affected by penetration and softening point of asphalt. The analysis performed shows 2 different zones. In the first zone, with pure asbuton content of 0%-30%, the Penetration Index did not change significantly, while in the second zone there was a significant changes in the Penetration Index values. It is found that the addition of pure asbuton of 2%-30% will result in larger Penetration Index values, meaning that the level of asphalt's temperature susceptibility is better.

Keywords: Penetration Index, softening point, petroleum asphalt, Asbuton

Abstrak

Indeks Penetrasi adalah salah satu parameter pengukur kepekaan aspal terhadap temperatur. Makin rendah nilai Indeks Penetrasi, makin rendah tingkat ketahanan aspal terhadap perubahan temperatur. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memperbaiki tingkat kepekaan aspal terhadap perubahan temperatur adalah dengan memodifikasi aspal minyak penetrasi 60/70 dengan asbuton murni. Persentase kadar asbuton murni yang ditambahkan ke dalam aspal minyak penetrasi 60/70 bervariasi mulai dari 0% sampai 100%. Nilai PI ditentukan berdasarkan Persamaan Pfeiffer dan Van Doormall, yang merupakan hubungan antara nilai penetrasi dan titik lembek aspal. Hasil analisis menghasilkan 2 zona yang berbeda. Pada zona pertama, untuk kadar asbuton murni 0%-30%, nilai Indeks Penetrasi tidak berubah secara signifikan. Sedangkan pada zona kedua terjadi perubahan yang signifikan pada nilai Indeks Penetrasi. Penambahan asbuton murni sebesar 2%-30% menghasilkan nilai PI yang lebih besar, artinya tingkat ketahanan aspal terhadap perubahan temperatur semakin baik.

Kata-kata kunci: indeks penetrasi, titik lembek, aspal minyak, Asbuton

PENDAHULUAN

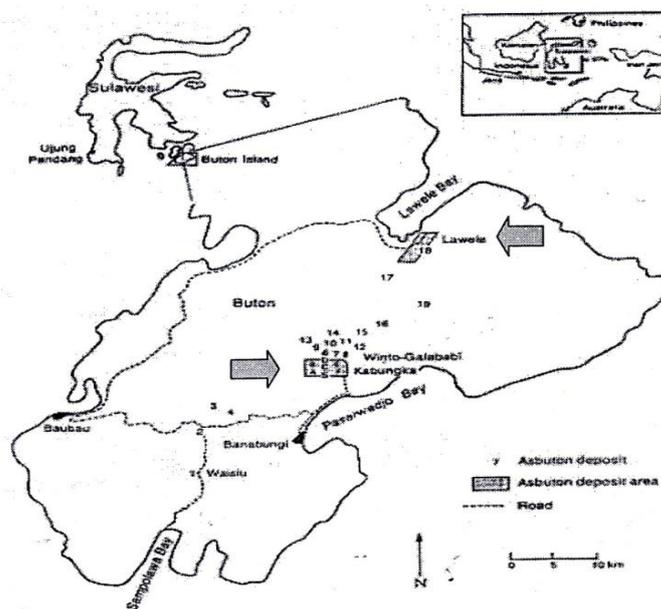
Aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Ketika dipanaskan, sebagian besar interaksi fisika-kimia di dalam aspal tersebut melemah atau bahkan hilang sama sekali. Kondisi ini membuat bagian-bagian tunggal dari rantai molekulnya menjadi lebih mudah bergerak, sehingga terjadi penurunan kekakuan dan kekentalan (viskositas).

Perubahan sifat viskoelastisitas aspal akibat perubahan temperatur dinyatakan dengan nilai indeks penetrasi aspal (Penetration Index [PI]). Nilai PI ini menunjukkan *temperature susceptibility* aspal tersebut, dengan semakin tinggi nilai PI, semakin tidak sensitif aspal tersebut terhadap pengaruh perubahan temperatur.

Menurut Read (2003), nilai PI berkisar antara -3 sampai +7. Nilai PI sebesar -3 menunjukkan aspal tersebut sangat peka terhadap perubahan temperatur, sedangkan nilai PI sebesar +7 menunjukkan kondisi sebaliknya. Sebagai gambaran umum, nilai PI aspal minyak yang dominan digunakan di Indonesia, yaitu aspal pen 60/70, adalah sekitar -0,7. Hal ini menunjukkan bahwa aspal pen 60/70 mempunyai tingkat ketahanan aspal terhadap perubahan temperatur yang rendah. Risiko yang terjadi dalam penggunaan jenis aspal ini adalah perkerasan jalan yang terbentuk lebih rentan mengalami deformasi.

Untuk mengatasi kemungkinan terjadinya deformasi yang besar pada perkerasan yang menggunakan aspal pen 60/70, perlu dilakukan usaha perbaikan salah satu sifatnya, yaitu nilai PI. Usaha perbaikan ini dapat dilakukan dengan memodifikasi aspal, yaitu dengan menambahkan aditif yang bertujuan untuk memperbaiki sifat reologi aspal. Salah satu bahan yang potensial digunakan sebagai aditif adalah aspal alam.

Indonesia memiliki potensi sumber daya alam yang melimpah, yang salah satunya adalah aspal alam dan biasa disebut asbuton (Aspal Batu Buton). Asbuton ini adalah aspal alam yang terdapat di Pulau Buton, Sulawesi Tenggara dan tersebar di 5 daerah, yaitu Waesiu, Kabungka, Winto, Waniti, dan Lawele.



Gambar 1 Peta Lokasi Sebaran Asbuton di Pulau Buton

Penggunaan asbuton sebagai bahan pengikat pada perkerasan jalan tidak sederhana atau semudah penggunaan aspal minyak, tapi secara prinsip para peneliti sudah menunjukkan bahwa Asbuton dapat digunakan pada perkerasan jalan meski masih terdapat beberapa

kendala pada pelaksanaannya. Menurut Rahman et al. (2015), beberapa masalah utama pada penggunaan asbuton dalam bentuk asal (*native*) adalah:

- 1) Ukuran batuan yang membutuhkan penyesuaian lebih lanjut.
- 2) Karakteristik kimia dan teknik bitumen yang terkandung dalam bentuk asal (*native*) berbeda dari satu tempat dengan tempat lain, sehingga membutuhkan proses pemetaan lebih lanjut.
- 3) Proporsi bitumen asbuton berada pada rentang yang perlu diketahui dengan proses pemisahan aspal dari batuan induknya.
- 4) Sifat reologi asbuton belum banyak diketahui, karena hasil penelitian yang sangat terbatas, terutama sifat-sifat yang terkait dengan perilaku viskoelastisitas.

Pada prinsipnya salah satu tujuan usaha modifikasi aspal adalah untuk memperbaiki sifat reologi dalam parameter konvensional. Indriyati (2013) menyatakan bahwa campuran asbuton murni dan aspal pen 60/70 mempunyai tingkat kekerasan yang lebih tinggi seiring dengan penambahan kadar asbuton murni. Sifat campuran asbuton murni dan aspal pen 60/70 yang lebih keras diharapkan dapat juga memperbaiki salah satu sifat dari aspal, yaitu kepekaan terhadap temperatur.

Aspal yang digunakan pada studi ini adalah jenis aspal keras pen 60/70 dan asbuton murni hasil ekstraksi. Sebelum dilakukan pengujian, aspal pen 60/70 dan asbuton murni dicampur sesuai dengan persentase kadar asbuton murni yang telah ditentukan sebelumnya. Variasi persentase campuran asbuton murni dan aspal pen 60/70 yang digunakan adalah 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 92%, 94%, 96%, 98%, dan 100%.

Campuran aspal pen 60/70 dan asbuton murni tersebut kemudian diuji sifat reologi dasarnya. Pengujian sifat reologi dasar yang dilakukan adalah penetrasi dan titik lembek. Pengujian penetrasi bertujuan untuk mengetahui tingkat kekerasan aspal. Alat yang digunakan pada pengujian ini adalah penetrometer, yang pada prinsipnya mengukur kedalaman penetrasi jarum berdiameter 1 mm, dengan beban 100 g, selama 5 detik, dan pada temperatur standar, yaitu 25°C. Nilai yang diperoleh direkam dalam satuan desi-mm atau 0,1 mm.

Sedangkan pengujian titik lembek dilakukan dengan bola baja berdiameter 9,5 mm yang bergerak melalui cincin berdiameter 15,9 mm yang berisikan aspal. Nilai titik lembek (*softening point*) diperoleh pada pembacaan temperatur ketika bola menyentuh plat berjarak 1 inci dari titik awal percobaan. Nilai Indeks Penetrasi dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan Pfeiffer dan Van Doormall (Read, 2003):

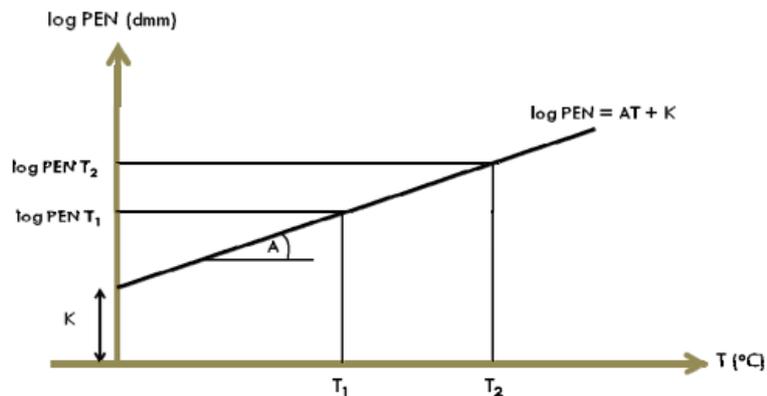
$$PI = \frac{20(1-25A)}{1+50A} \quad (1)$$

dengan:

PI = Indeks Penetrasi (*Penetration Index*),

A = kemiringan kurva log penetrasi terhadap temperatur.

Nilai Indeks Penetrasi merupakan fungsi nilai A. Semakin landai kemiringan nilai A, semakin rendah tingkat kepekaan aspal tersebut terhadap perubahan temperatur, yang berarti semakin baik ketahanan aspal tersebut terhadap perubahan temperatur. Begitu pula sebaliknya, semakin curam grafik PI, semakin peka aspal tersebut terhadap perubahan temperatur.



Gambar 2 Hubungan Temperatur dan Penetrasi Aspal

Berdasarkan Gambar 2, nilai A diperoleh dengan menggunakan nilai penetrasi pada dua temperatur yang berbeda, sehingga dapat digunakan Persamaan 2:

$$A = \frac{\log pen T_1 - \log pen T_2}{T_1 - T_2} \quad (2)$$

dengan:

pen T_1 = penetrasi pada temperatur T_1 ($^{\circ}\text{C}$),

pen T_2 = penetrasi pada temperatur T_2 ($^{\circ}\text{C}$),

T_1 = temperatur standar pada pengujian penetrasi (25°C),

T_2 = temperatur titik lembek aspal.

Pfeiffer dan Van Doormall menemukan kebanyakan aspal mempunyai nilai penetrasi sebesar 800 dmm pada temperatur titik lembek (*softening point*), sehingga Persamaan A menjadi:

$$A = \frac{\log pen T_1 - \log 800}{T_1 - SP} \quad (3)$$

dengan:

SP = temperatur titik lembek aspal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Sifat Reologi Dasar

Pengujian sifat reologi dasar dilakukan pada semua variasi persentase campuran asbuton murni dan aspal pen 60/70 yang digunakan, yaitu 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 92%, 94%, 96%, 98%, dan 100%. Sedangkan sifat reologi dasar yang diuji adalah penetrasi dan titik lembek. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Nilai Penetrasi dan Titik Lembek

Kadar Asbuton	Penetrasi (dmm)	Titik Lembek (°C)
0%	66,5	50,0
2%	58,0	52,0
4%	52,2	53,0
6%	43,2	54,0
8%	41,7	55,0
10%	37,3	56,5
20%	27,2	59,0
30%	19,2	63,0
40%	3,2	69,0
50%	2,0	75,0
60%	1,5	77,5
70%	1,2	84,0
80%	0,8	90,0
90%	0,5	99,5
92%	0,5	101,0
94%	0,5	103,0
96%	0,5	104,0
98%	0,5	105,0
100%	0,5	105,5

Dari hasil pengujian nilai penetrasi dan titik lembek, dapat dilihat bahwa peningkatan kadar asbuton murni pada campuran aspal pen 60/70 secara konsisten menurunkan nilai penetrasi dan meningkatkan temperatur titik lembek. Hal ini berarti bahwa peningkatan penggunaan asbuton murni pada aspal pen 60/70 akan meningkatkan kekerasan aspal dan akan sangat menguntungkan jika aspal tersebut diaplikasikan pada daerah dengan kondisi temperatur tinggi.

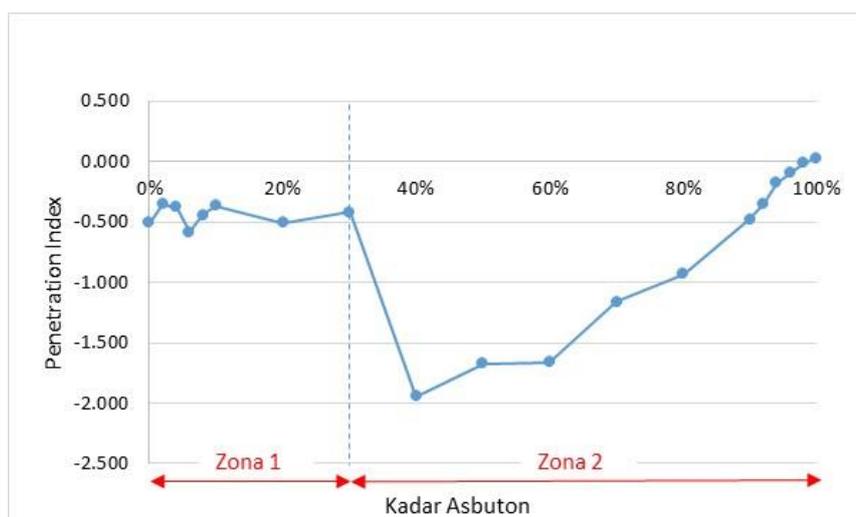
Analisis Kepekaan Aspal terhadap Temperatur

Kepekaan terhadap temperatur ditunjukkan dengan nilai indeks penetrasi. Persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai PI adalah Persamaan Pfeiffer dan Van Doormall (Persamaan 1). Hasil perhitungan nilai PI disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai PI pada kadar asbuton 0% adalah -0,508 dan berangsur-angsur berubah menjadi 0,033 pada kadar asbuton 100%. Pada Gambar 3, ditunjukkan hubungan antara kadar asbuton murni dan PI berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan.

Tabel 2 Nilai Penetrasi dan Titik Lembek

Kadar Asbuton	Penetration Index
0%	-0,508
2%	-0,355
4%	-0,375
6%	-0,582
8%	-0,441
10%	-0,364
20%	-0,505
30%	-0,419
40%	-1,946
50%	-1,671
60%	-1,660
70%	-1,159
80%	-0,930
90%	-0,477
92%	-0,347
94%	-0,177
96%	-0,092
98%	-0,009
100%	0,033



Gambar 3 Hubungan Kadar Asbuton dan *Penetration Index*

Untuk mempermudah kajian, daerah pada Gambar 6 dibagi menjadi 2 zona berdasarkan kecenderungan (*trend*) kemiringan kurva hubungan kadar asbuton murni dan PI. Zona 1 adalah daerah pada kadar asbuton murni sebesar 0%-30%, sedangkan zona 2 adalah daerah pada kadar asbuton murni 40%-100%.

Pada zona 1, penambahan kadar asbuton murni ternyata tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap perubahan nilai PI. Nilai PI pada zona ini antara -0,582 sampai -0,355. Sedangkan pada zona 2, nilai PI berubah secara signifikan seiring dengan bertambahnya kadar asbuton murni, yaitu berubah dari nilai -1,946 pada kadar asbuton murni 40% menjadi 0,033 pada kadar asbuton murni 100%. Hal ini menunjukkan bahwa

dengan penambahan asbuton murni pada aspal pen 60/70 akan meningkatkan nilai PI, yang berarti juga meningkatkan ketahanan aspal terhadap perubahan temperatur.

Selanjutnya, berdasarkan hasil pengamatan terhadap hubungan tersebut, dapat dilihat bahwa perbaikan sifat kepekaan terhadap temperatur pada aspal pen 60/70 dapat dilakukan dengan penggunaan kadar asbuton sebesar 2%-30% atau 90%-100%. Hal ini didasarkan pada hasil perhitungan yang menunjukkan bahwa campuran aspal pen 60/70 dan asbuton murni dengan kadar tersebut memiliki nilai PI yang lebih baik, berkisar antara -0,477 sampai 0,033, dibandingkan dengan nilai PI pada aspal pen 60/70, yaitu sebesar -0,508.

Penggunaan kadar asbuton sebesar 2%-30% merupakan solusi yang lebih disarankan, karena penggunaan kadar asbuton murni sebesar minimal 90% pada aspal pen 60/70 akan menimbulkan dampak yang merugikan. Indriyati (2013) menyatakan bahwa penggunaan kadar asbuton murni 90%-100% memiliki beberapa kelemahan, di antaranya adalah:

- 1) Tidak terpenuhinya standar beberapa sifat reologi dasar, yaitu daktilitas dan viskositas. Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2010), nilai daktilitas untuk aspal yang dimodifikasi asbuton lebih besar atau sama dengan 100 cm, sedangkan nilai daktilitas pada campuran aspal dengan kadar asbuton murni 90% hanya sebesar 0,3 cm. Sedangkan pada kriteria batasan nilai Viskositas yang diambil adalah viskositas pada temperatur maksimum 200°C yang didasarkan pada kemampuan alat Sybolt-Furol yang digunakan untuk pengujian viskositas kinematik. Berdasarkan kondisi ini, nilai kadar asbuton murni yang memenuhi kriteria viskositas adalah pada temperatur maksimum 200°C.
- 2) Kadar asbuton murni yang memenuhi syarat ketahanan terhadap kriteria kerusakan yang termasuk dalam *fatigue cracking* adalah kadar asbuton murni 0%-10%.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari rangkaian pengujian dan analisis yang telah dilakukan dapat dijabarkan sebagai berikut:

- 1) Dari kajian mengenai sifat reologi dasar, penambahan asbuton murni ke dalam aspal pen 60/70 akan meningkatkan kekerasan aspal tersebut seiring dengan penambahan kadar asbuton murni. Hal ini ditunjukkan dengan penurunan nilai penetrasi dan peningkatan titik lembek aspal. Kondisi ini memberikan keuntungan, terutama dalam usaha perbaikan sifat reologi aspal pada penerapan campuran beraspal di daerah-daerah bertemperatur tinggi di Indonesia.
- 2) Asbuton murni dapat digunakan sebagai material modifikasi untuk memperbaiki tingkat ketahanan aspal pen 60/70 terhadap perubahan temperatur jika kadar asbuton yang digunakan sebesar 2%-30% atau 90%-100%. Hal ini didasarkan pada hasil perhitungan yang menunjukkan bahwa campuran aspal pen 60/70 asbuton murni dengan kadar tersebut memiliki nilai PI yang lebih baik dibandingkan aspal pen 60/70.

- 3) Penggunaan kadar asbuton murni 90%-100% memiliki beberapa kelemahan, yang di antaranya adalah beberapa sifat reologi dasar, yaitu daktilitas dan viskositas, campuran aspal dan asbuton murni yang tidak sesuai standar, serta tidak terpenuhinya syarat ketahanan terhadap kriteria kerusakan akibat lelah (*fatigue cracking*).

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2010. *Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3)*. Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Indriyati, E.W. 2013. *Perbaikan Sifat Reologi Visco-Elastic Aspal dengan Penambahan Asbuton Murni Menggunakan Parameter Complex Shear Modulus*. Jurnal Dinamika Rekayasa, 9 (2): 45-53.
- Rahman, H., Subagio, B.S., dan Indriyati, E.W. 2015. *Evaluation of Fully Extracted ASBU-TON Proportion in the Petroleum Asphalt Mixes Within the Frame of Viscoelastic Behavior*. Proceedings of the 11th International Conference of Eastern Asia Society for Transportation Studies. Cebu.
- Read, J. 2003. *The Shell Bitumen Handbook*. London: Thomas Telford Publishing.