

SIFAT CAMPURAN BERASPAL PANAS DENGAN ASBUTON BUTIR

Furqon Affandi

Pusat Litbang Jalan dan Jembatan
Jl. A.H. Nasution 264 Bandung 40294
E-Mail : furqon_a@ yahoo.com
Diterima: 1 Juni 2009; Disetujui : 31 Juli 2009

ABSTRAK

Salah satu produk asbuton yang sering digunakan untuk campuran beraspal panas saat ini, ialah asbuton butir dengan ukuran maksimum 2,36 mm. Banyaknya asbuton butir yang digunakan dalam campuran antara 5% sampai 10% terhadap berat agregat. Tujuan penelitian ini, ialah untuk mendapatkan sifat –sifat teknis campuran beraspal panas dengan bahan tambah asbuton butir tipe 5/20. Metoda yang digunakan ialah percobaan laboratorium, melalui pengujian berbagai kinerja parameter campuran beraspal panas dengan asbuton butir, dan dibandingkan dengan kinerja parameter yang sama dari campuran beraspal panas yang sepenuhnya menggunakan aspal pen 60. Hasil penelitian menunjukkan, bahwa aspal dari asbuton butir tidak bisa keluar dari tempatnya, begitu juga butiran mineralnya. Hal ini mengakibatkan perhitungan volumetric campuran mengalami perbedaan dari apa yang selama ini dilakukan, serta perlunya diadakan koreksi gradasi campuran akibat perbedaan berat jenis asbuton dan agregat yang cukup besar. Selanjutnya campuran beraspal panas dengan asbuton butir ini, mempunyai stiffness dan ketahanan terhadap deformasi yang lebih tinggi, tetapi mempunyai ketahanan terhadap kohesi dan stripping yang lebih rendah, lebih rapuh (brittle), umur kelelahan (fatigue) yang lebih pendek, dan sifat ketahanan terhadap kelelahan (fatigue) akibat peningkatan tegangan lebih sensitif, dibandingkan dengan campuran yang menggunakan aspal minyak pen 60.

Kata Kunci : *asbuton butir, campuran beraspal panas, volumetrik campuran, stiffness, kelelahan*

ABSTRACT

One of the asbuton products that frequently used for hot mix asphalt is granular asbuton with maximum size of 2,36 mm. The amount of granular asbuton used in asphalt mix is approximately between 5% to 10% of aggregate by weight. The assumption used in mix design is bitumen from granular asbuton can be all removed from its mineral matter and become soft and blended with petroleum bitumen, so that it can partly substitute asphalt in mixture. In addition, another assumption is asbuton mineral can be uniformly mixed with aggregate. The fact that in the mixture, bitumen from asbuton can not remove from its mineral matter. As a consequence, in actual implementation, there is different volumetric calculation of mixture. Therefore, mix gradation correction is required as a result of a major difference in unit weight of asbuton and aggregate, and the size of asbuton and its mineral. Hot mix asphalt with granular asbuton has high stiffness, high resistance to deformation, however, it has low resistance to cohesion and stripping, shorter fatigue life, more sensitive to increasing of stress/strain, more brittle, compared with the mixture using petroleum bitumen 60 pen grade.

Key words : *Granular asbuton, hot mix asphalt, volumetric of mixes, stiffness, fatigue*

PENDAHULUAN

Fungsi perkerasan jalan ialah untuk menyebarkan beban dari roda kendaraan ke lapisan tanah dasar, sehingga kekuatan tanah dasar tidak dilampaui, disamping untuk memberikan kenyamanan bagi pengguna kendaraan itu sendiri.

Efektifitas perkerasan jalan ini, tergantung pada jenis dan sifat dari perkerasan tersebut, dimana salah satunya ialah sifat dari campuran beraspal sebagai lapisan permukaan atau sebagai lapisan pondasi.

Perkerasan yang mempunyai modulus yang lebih besar, akan menyebarkan beban roda kendaraan ke bidang yang lebih luas, sehingga tegangan

yang bekerja di atas tanah dasar akan menjadi lebih kecil.

Salah satu campuran beraspal yang sedang digalakkan kembali penggunaannya untuk lapisan permukaan perkerasan jalan di Indonesia, ialah campuran beraspal dengan asbuton butir. Asbuton yang merupakan aspal alam dengan deposit diperkirakan antara 150 sampai 300 juta ton (Kusniati, K. , 2008), merupakan potensi yang besar yang perlu dimanfaatkan secara efektif dan efisien, khususnya untuk perkerasan jalan di Indonesia. Saat ini penggunaan asbuton butir telah dan tengah dilakukan dengan ukuran butir yang lebih kecil dari sebelumnya yaitu berukuran maksimum 1,16 mm, dan dikemas dalam karung

plastic tahan air, yang diklasifikasikan dalam empat tipe yaitu asbuton butir tipe 5/20, 15/20, 15/25 dan 20/25 (Pusjatan, 2006).

Asbuton butir saat ini, banyak digunakan dalam campuran beraspal panas, dengan kadar asbuton sekitar 5% sampai 10%, dengan anggapan bahwa mineral dari asbuton terlepas dari ikatan asbuton sehingga kadar aspal dari asbuton bisa mensubstitusi sebagian kebutuhan aspal dalam campuran (Pusjatan, 2006).

Hal ini perlu diteliti lebih lanjut, dikarenakan aspal yang berada pada butiran asbuton, terletak dalam pori atau rongga antara mineral asbuton yang sangat sulit untuk keluar dan mencair. Hal ini akan sangat mempengaruhi efektifitas sumbangan aspal dari asbuton dalam campuran dan sekaligus berpengaruh terhadap perencanaan maupun kinerja campuran beraspal yang menggunakan asbuton butir tersebut.

Dengan diketahuinya peran asbuton butir dalam campuran, maka dapat ditentukan metoda dalam penggunaan asbuton butir ini serta kebijakan pemanfaatan asbuton dalam rangka mewujudkan efektifitas pemanfaatan asbuton sebagai sumber kekayaan alam untuk bidang perkerasan jalan.

KAJIAN PUSTAKA

Asbuton sebagai aspal alam terdiri dari aspal dan mineral yang sudah menyatu secara alami, dengan kandungan aspal rata – rata nya berkisar antara 20% sampai 23% dan mineral rata – rata nya antara 80% sampai 77% (Kramer, 1989). Aspal pada asbuton terletak dalam rongga antar mineral yang sulit untuk dikeluarkan (Affandi,F. , 2008).

Penggunaan asbuton butir ini telah digunakan sejak dulu, yang dikenal dengan asbuton konvensional dengan ukuran butir maksimum 12,5 mm, dimana kesulitan yang dialami dengan asbuton konvensional ini diantaranya ialah ukuran butir yang terlalu besar, sehingga bahan peremaja sangat sulit untuk mengeluarkan dan melunakkan aspalnya (Dairi,G. 1992). Mengingat hal tersebut usaha yang telah dilakukan saat ini ialah membuat asbuton butir dengan butiran yang lebih kecil dan dianjurkan untuk menggunakan bahan peremaja yang lebih encer daripada bahan peremaja sebelumnya seperti Bunker Fuel Oil ataupun Flux Oil (Purwadi et al, 1998)

Penggunaan asbuton butir dengan ukuran maksimum 2,36 mm dan minimum 95% nya (terhadap berat) lolos saringan 1,16 mm, dalam campuran beraspal panas, tidak ditambah bahan peremaja, namun dicampur langsung dengan agregat dan aspal minyak (Pusjatan, 2006).

Fungsi aspal dalam campuran beraspal, ialah untuk merekatkan agregat dan mengisi rongga diantara agregat itu sendiri. Bilamana perlu aspal tersebut harus dipanaskan sampai suhu tertentu, agar bisa menyelimuti agregat secara merata dan mengisi rongga antar agregat guna mendapatkan campuran yang lebih baik. (Asphalt Institute, MS2, 1993).

Percobaan yang telah dilakukan, dimana Asbuton butir direndam dalam minyak tanah, kemudian dipanaskan pada suhu 90 °C selama 45 menit serta diaduk, hanya melarutkan aspal dalam asbuton sekitar 50% saja (Affandi,F. 2008). Begitu pula percobaan yang sama, dengan pemanasan dan diaduk selama 60 menit hanya melarutkan aspalnya sekitar 50% (Akoto, B. , 1996). Percobaan lainnya,

dimana asbuton butir dicampur bahan pelarut dengan perbandingan 1:3 (asbuton: pelarut) dalam berat, dan selanjutnya diaduk dan dipanaskan selama 90 menit, hanya melarutkan 80% aspal yang ada dalam asbuton itu sendiri (Purnomo, 2009)

Pada penggunaan asbuton butir dalam campuran beraspal sekarang ini, dianggap aspal pada asbuton bisa keluar seluruhnya, dan mineral dari butiran asbuton tersebut terlepas satu sama lain, serta menyebar secara merata dalam campuran. Berdasarkan anggapan tersebut, mineral asbuton dimasukkan sebagai bagian agregat yang ditambahkan pada perhitungan gradasi, dalam memenuhi spesifikasi agregat campuran yang dipergunakan (Pusjatan. 2006).

Perbedaan antara anggapan yang digunakan saat ini dan kenyataan dari perilaku asbuton butir dalam campuran beraspal, akan mempengaruhi parameter campuran beraspal tersebut. Hal ini selanjutnya mempengaruhi penentuan perbandingan campuran, guna mendapatkan sifat campuran beraspal yang optimum.

Parameter dari campuran beraspal yang akan menggambarkan kinerjanya antara lain gradasi, rongga dalam campuran, kadar aspal, Stabilitas, Marshall Quotient, ketahanan terhadap deformasi, ketahanan terhadap retak kelelahan (*fatigue*) dan kelekatan.

Dalam menghitung gradasi agregat campuran, perlu dilakukan koreksi, bila perbedaan antar berat jenis agregat yang digunakan lebih dari 0,2 (Asphalt Institute MS - 2, 1993).

Sifat daya lekat agregat dalam campuran, baik dalam keadaan kering maupun setelah direndam, bisa dilakukan melalui pengujian Cantabro (Woodside,

A.R 1997). Pelepasan butir campuran beraspal yang diuji dengan cara Cantabro, menunjukkan campuran yang menggunakan asbuton semi ekstraksi 33,3%, lebih tinggi pelepasan butirnya 145 % dari campuran beraspal yang menggunakan aspal minyak pen 60. (Affandi, F. 2001).

Stabilitas campuran yang di uji dengan alat Marshall, menggambarkan ketahanan terhadap beban, perlu dibagi dengan kelelahan (*flow*) dari campuran tersebut, yang disebut dengan Marshall Quotient, dimana nilai tersebut harus terletak antara 300 dan 350 kg/mm (Pusjatan. 2006).

Parameter lainnya dari campuran beraspal ialah Modulus, dimana Modulus yang besar akan menyebarkan beban roda kendaraan kepada bidang yang lebih luas, akan tetapi lapisan tersebut akan menerima tegangan tarik yang lebih besar pula (Huang, 2004).

Ketahanan terhadap retak dari suatu lapisan beraspal akibat beban berulang, bisa diprediksi melalui uji *fatigue* di laboratorium. Alat ini banyak macamnya, diantaranya ialah pengujian tarik tak langsung (*Indirect Tensile Fatigue Test-ITFT*). (*British Standard*, 1995). Sedangkan alat lainnya ialah jenis tarik lentur akibat beban berulang (*Repeated Flexural Bending*) pada balok berukuran tebal 50 mm dan lebar 63 mm, sampai mengalami keruntuhan. Keruntuhan didefinisikan bila Modulus Lentur nya (*Flexural Modulus*) mencapai 50% dari nilai *flexural modulus* awal (AASHTO, 2008)

Pada pengujian kelelahan ini, dilakukan *stress control* untuk perkerasan yang tebal, sedang untuk yang tipis digunakan *strain control* (Yoder, 1975).

Lapisan permukaan yang *stiffness* nya jauh lebih besar dibanding sifat lapisan dibawahnya, akan mendapat tegangan tarik yang semakin besar pula. Hal ini memerlukan sifat bahan yang lebih tahan terhadap pengulangan tegangan tarik yang terjadi (Huang, 2004).

HIPOTESIS

Campuran beraspal panas dengan tambahan asbuton butir tipe 5/20, mempunyai kekakuan dan ketahanan terhadap alur yang lebih tinggi, tetapi mempunyai ketahanan terhadap kohesi, *stripping* dan ketahanan *fatigue* yang lebih rendah dari campuran beraspal panas yang menggunakan aspal pen 60.

METODOLOGI PENELITIAN.

Metoda yang digunakan untuk mengetahui sifat – sifat teknis dari campuran beraspal panas yang menggunakan asbuton butir, dimulai dengan kajian pustaka dan dilanjutkan dengan serangkaian pengujian laboratorium dan analisisnya. Pengujian laboratorium ini meliputi pengujian sifat-sifat bahan, pengaruh penggunaan asbuton butir terhadap gradasi campuran, pengujian sifat volumetrik campuran dengan menggunakan percobaan Marshall, pengujian ketahanan campuran terhadap kelekatan dan pelepasan butir akibat pengaruh air, pengujian pengaruh temperatur terhadap modulus campuran, pengaruh ketahanan terhadap alur dan ketahanan terhadap kelelahan akibat beban berulang (*fatigue*).

Pengujian yang sama dilakukan juga di laboratorium terhadap campuran yang menggunakan aspal minyak pen 60 seluruhnya, sebagai pembanding.

Dengan melakukan analisa terhadap hasil hasil pengujian dari masing masing campuran, baik yang menggunakan asbuton butir, maupun aspal minyak pen 60, maka dapat diketahui kelebihan dan kelemahan campuran beraspal dengan asbuton butir ini, dibandingkan campuran dengan aspal minyak pen 60.

Dari hasil analisa berdasarkan sifat sifat campuran di laboratorium, akan didapat suatu gambaran kesesuaian penggunaan asbuton butir ini sebagai masukkan dalam menentukan penggunaan asbuton pada campuran beraspal

HASIL DAN ANALISIS

Pertama - tama dilakukan pengujian sifat sifat bahan yang akan dipergunakan, yang meliputi sifat aspal minyak dan asbuton butir dan sifat agregat. Hasil pengujian aspal minyak pen 60 dan asbuton butir, ditunjukkan pada Tabel 1, sedangkan sifat agregat yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 2.

Pengujian campuran beraspal

Campuran beraspal yang digunakan mengacu pada campuran beraspal untuk lapisan aus (*AC - Wearing Course*) dari spesifikasi umum bidang Jalan (Pusjatan. 2006), seperti ditunjukkan pada Tabel 3, sedangkan gradasinya ditunjukkan pada Gambar 1.

Tabel 1.
Sifat aspal pen 60 dan asbuton butir

No	Pengujian	Hasil Pengujian		Satuan
		Asmin pen 60	Aspal asbuton	
1	Penetrasi	62	9	0,1 mm
2	Titik Lembek	51,4	-	°C
3	Titik Nyala	325	-	°C
4	Daktilitas	> 140	-	cm
5	Berat Jenis	1,04	-	-
6	Kelarutan (C ₂ HCl ₃)	99,6	-	%
7	Kehilangan berat (TFOT)	0,011	-	%
8	Penetrasi Setelah TFOT	82	-	% asli
9	Daktilitas setelah TFOT	>140	-	cm
10	Perkiraan suhu pencampuran	153	-	°C
11	Perkiraan suhu pematangan	142	-	°C
12	Kadar aspal	-	23	%
13	Kadar air	-	1,3	%

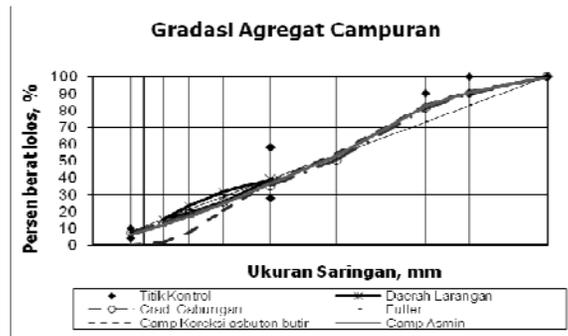
Tabel 2.
Sifat agregat

No	Pengujian	Hasil Pengujian			Spesifikasi	Satuan
		Agregat Kasar	Agregat Sedang	Agregat Halus		
1	Abrasi	28	-	-	Max 40	%
2	Setara Pasir	-	-	72	Min 50	%
3	Berat Jenis					
	<i>Bulk</i>	2,62	2,64	2,66	Min 2,5	-
	<i>SSD</i>	2,68	2,69	2,71	Min 2,5	-
	<i>Apparent</i>	2,78	2,78	2,78	Min 2,5	-
4	Penyerapan	2,1	1,9	1,6		%
5	Angularitas agregat kasar	98,5/98,5	100/100	-	Min 95/90	%
6	Angularitas agregat halus	-	-	45,9	Min 45	%
7	Kelekatan			95+	Min 95	%
8	Partikel pipih dan lonjong (1:5)	2,5	1,0	-	Max 10	%
9	Pelapukan	8,87	5,19	4,75	Max 12	%
10	Material Lolos No 200					
	<i>Agregat kasar</i>	1,3	1,9		Max 1	%
	<i>Agregat halus</i>	-	-	1,1	Max 8	%

Tabel 3.
Persyaratan sifat campuran beraspal dengan asbuton butir

Sifat – sifat campuran		Lapisan aus (<i>Wearing Course</i>)
Penyerapan aspal (%)	Max	1,7
Jumlah tumbukan per bidang		75
Rongga dalam Campuran (%)	Min	3,5
	Max	5,5
Rongga dalam Agregat (%)	Min	15
Rongga terisi aspal (%)	Min	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min	1000
Pelelehan (mm)	Min	3
Marshall Quotient (kg/mm)	Min	300
Stabilitas Marshall Sisa (%), setelah perendaman 24 jam 60 °C	Min	80
Rongga dalam campuran pada kepadatan membal (%)	Min	2,5
Stabilitas dinamis (lintasan/mm)	Min	2500

Sumber : Spesifikasi khusus asbuton campuran panas,2006.



Gambar 1. Gradasi agregat campuran

Dengan anggapan bahwa aspal bisa keluar dari butiran asbuton dan bercampur dengan aspal minyak, serta mineralnya bisa bercampur dengan agregat secara merata, sebagaimana anggapan yang digunakan selama ini, maka didapat gradasi campuran yang dapat dilihat pada Gambar 1.

Adapun hasil dari percobaan Marshall dengan berbagai kadar aspal dan kadar asbuton butir 5% terhadap agregat, mendapatkan sifat - sifat campuran sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4. Sedangkan gradasi campuran dan sifat-sifat campuran beraspal yang menggunakan aspal minyak pen 60 sepenuhnya, dapat dilihat pada Gambar 1 dan Tabel 5.

Daya lekat (kohesif) dari campuran

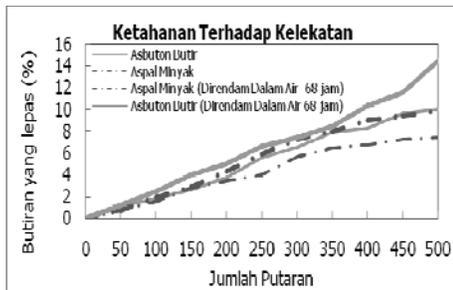
Pengujian daya kohesif pada kelekatan campuran baik pada keadaan kering maupun setelah direndam dalam air selama 68 jam, dilakukan dengan metoda Cantabro (European Norm, 1995). Benda uji campuran beraspal berupa briket Marshall pada masing - masing kadar aspal optimum nya, dimasukkan pada alat *Loss Abrasion Machine* dan diputar sebanyak 500 putaran, dengan perhitungan butiran yang lepas pada benda uji dilakukan setiap 50 putaran, dan hasilnya ditunjukkan pada Gambar 2. Semakin besar nilai butiran yang lepas nya, menunjukkan semakin lemah daya kohesif campuran tersebut.

Tabel 4.
Sifat campuran dengan asbuton butir 5%

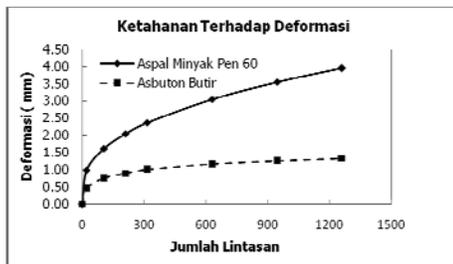
Kadar aspal (%)	Rongga dalam Campuran (%)	Stabilitas (kg)	Kelelahan (mm)	Marshall Quotient (kg/mm)
5,0	9,04	1172	3,43	344,7
5,5	7,1	1214,4	3,62	343,5
6,0	4,95	1391,8	3,81	365
6,5	4,15	1291,7	4,06	320
7,0	3,27	1223,5	4,40	278,1

Tabel 5.
Sifat campuran dengan aspal minyak pen 60

Kadar aspal (%)	Rongga dalam campuran (%)	Stabilitas (kg)	Kelelehan (mm)	Marshall Quotient (kg/mm)
5,0	8,69	944,6	3,55	266,08
5,5	6,88	1105,2	3,81	291,2
6,0	5,06	1188,1	4,11	291
6,5	4,08	1069,8	4,23	259,4
7,0	3,54	941,5	4,45	213,1



Gambar 2. Ketahanan terhadap kelekatan (Cantabro Test)



Gambar 3. Ketahanan terhadap deformasi permanen

Ketahanan terhadap deformasi permanen

Pengujian ketahanan deformasi permanen, dilakukan menggunakan alat *Wheel Tracking Machine (WTM)* pada contoh campuran beraspal memakai asbuton butir dan contoh yang sepenuhnya menggunakan aspal minyak

pen 60. Pengujian dilakukan pada masing – masing kadar aspal optimumnya, selama 60 menit pada temperatur 60°C, dengan beban roda 6,4 kg/cm², yang setara dengan beban kendaraan berat. (*Japan Road Association, 1998*).

Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 3, dimana deformasi pada campuran beraspal dengan asbuton butir lebih kecil dari deformasi pada campuran dengan aspal pen 60.

Pengujian modulus campuran

Pengujian *stiffness Modulus* dari campuran beraspal dengan menggunakan asbuton butir dan sepenuhnya aspal minyak pen 60, dilakukan pada masing – masing kadar aspal optimumnya, pada temperatur pengujian 25°C, 35°C, 45°C dan 55°C dengan menggunakan alat *Universal Machine Asphalt Testing Apparatus (UMATTA)*.

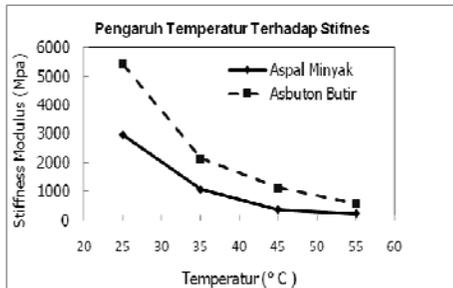
Nilai *stiffness* modulus pada campuran beraspal dengan asbuton butir berkisar antara 5419 MPa sampai 580 Mpa, sedang pada campuran beraspal dengan aspal minyak pen 60, berkisar antara 2950 MPa dan 230 MPA. Makin tinggi temperatur makin rendah nilai *stiffness* dari campuran tersebut, serta modulus campuran dengan BGA selalu lebih tinggi dari campuran dengan aspal

minyak 60 untuk setiap temperatur pengujian, sebagai mana dapat dilihat pada gambar 4.

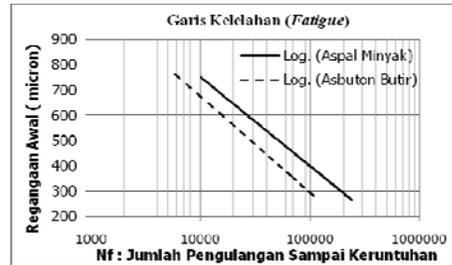
Ketahanan terhadap kelelahan akibat beban berulang (*Fatigue*)

Pengujian kelelahan mengikuti metoda AASHTO T 321 – 03 1,2 (AASHTO 2004), dengan benda uji berupa balok berukuran lebar 63 mm , tinggi 50 mm dan panjang 630 mm, yang diuji pada temperatur 20 ± 1 °C. Pengujian dilakukan dengan metoda *strain control*, mengingat campuran ini digunakan untuk lapisan permukaan (*wearing course*) yang cukup tipis, 4 sampai 5 cm, pada berbagai besaran *strain* antara 700 – 250 mikron.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa campuran yang mengandung asbuton butir 5% mempunyai jumlah pengulangan beban sampai ke batas hancur (*Number of failure*), lebih rendah dari pada campuran dengan aspal minyak pen 60, sebagai mana ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 4. Pengaruh temperatur terhadap *stiffness*



$\ln Nf$ (asbuton) = - 0.006061 (regangan) + 11.261 ; $R^2 = 0.992$
 $\ln Nf$ (asminyak) = - 0.0065789 (regangan) + 14.164 ; $R^2 = 0.965$

Gambar 5. Hubungan antara Nf dan regangan awal dari pengujian *fatigue*

PEMBAHASAN

Sebagaimana hasil penelitian sebelumnya (Affandi, F. 2008) bahwa aspal yang ada dalam asbuton sangat sulit melepaskan diri dari mineralnya, walaupun telah dicampur dengan minyak tanah yang dipanaskan. Apalagi dalam campuran beraspal dengan menggunakan asbuton butir, dimana asbuton butir tersebut hanya dicampur aspal minyak yang cukup kental dalam waktu yang sangat singkat, sekitar 40 detik dalam *pugmil* di AMP.

Selain itu, pencampuran agregat panas dengan temperatur 170 °C dan sejumlah asbuton butir yang setara dengan kadar aspal 6%, tetap tidak menunjukkan bahwa aspal dari asbuton butir tersebut bisa keluar, dan mengikat agregat sebagaimana halnya pada aspal minyak (Affandi,F. 2008).

Oleh karenanya, anggapan bahwa aspal dan mineral asbuton butir dapat melepaskan diri dan bercampur dengan aspal minyak adalah tidak mungkin. Hal ini berakibat kepada analisa *volumetrik* dari campuran yang berbeda dengan yang biasa dilakukan.

Berdasarkan hal tersebut, gradasi campuran akan mengalami perubahan dari perhitungan selama ini, karena mineral asbuton tidak bisa melepaskan diri dari ikatannya. Disamping itu juga harus ada koreksi gradasi, karena perbedaan berat jenis antara asbuton butir dan agregat lebih besar dari 0,2 dimana berat jenis asbuton butir sebesar 2,1 sedangkan berat jenis agregat yang digunakan 2,64.

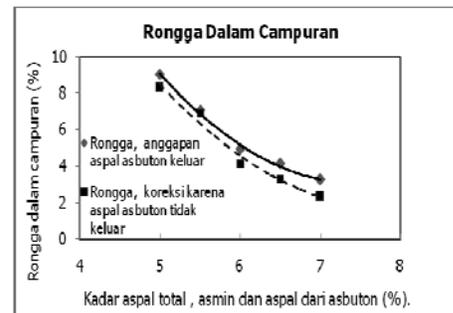
Gradasi campuran yang menggunakan asbuton butir setelah mengalami koreksi tersebut diatas dan gradasi selama ini yang menganggap mineral asbuton butir dapat melepaskan diri dari ikatannya, ditunjukkan pada Gambar 1. Terlihat, bahwa gradasi yang baru ini lebih kasar dari gradasi anggapan sebelumnya, yang ditunjukkan dengan mineral yang lolos saringan no 8 (2.36 mm) sampai no 200 (0,075 mm) jauh lebih kecil dari anggapan semula.

Karena pada kenyataannya aspal yang ada dalam asbuton tidak bisa lepas dari butiran BGA dan bercampur dengan aspal minyak yang ada, maka sifat – sifat *volumetrik* campuran akan mengalami perubahan, seperti rongga dalam campuran (*Void in Mix - VIM*) dan ketebalan lapisan aspal (*asphalt film thickness*).

Perbandingan rongga dalam campuran (*Void in mix*) dari campuran yang menggunakan asbuton butir dengan anggapan mineral asbuton dapat melepaskan diri dari ikatannya dan tidak

dapat melepaskan diri dari ikatannya, terlihat pada Gambar 6.

Terlihat bahwa pada campuran beraspal dengan asbuton butir, dimana mineral asbutonnya tidak terlepas dari ikatannya, menunjukkan prosentase penurunan rongga dalam campuran (*VIM*) lebih kecil antara 2,7 % sampai 39 %.

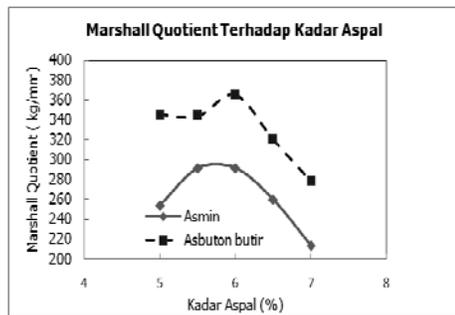


Gambar 6. Rongga dalam campuran beraspal dengan asbuton butir

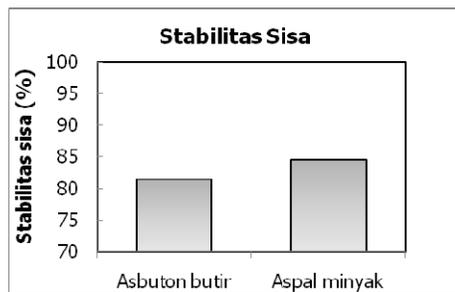
Disamping itu *Marshall Quotient* dari campuran beraspal dengan asbuton butir mempunyai nilai yang lebih besar dari pada *Marshall Quotient* dari campuran dengan aspal minyak pen 60 untuk setiap kadar aspal yang sama, sebagaimana terlihat pada Gambar 7. Hal ini menunjukkan bahwa campuran beraspal dengan asbuton butir lebih rapuh (*brittle*) dibanding campuran yang menggunakan aspal minyak pen 60, walaupun nilai stabilitasnya lebih tinggi.

Stabilitas sisa dari campuran yang menggunakan asbuton butir, lebih kecil dari campuran yang hanya menggunakan aspal minyak. Hal ini menunjukkan pengaruh air terhadap penurunan kekuatan pada campuran yang mengandung asbuton butir lebih besar dari pada campuran dengan aspal minyak. Pengaruh air terhadap kekuatan campuran

yang dinyatakan dengan stabilitas sisa disajikan pada Gambar 8.



Gambar 7. Marshall quotient dan stabilitas campuran beraspal dengan asbuton butir dan yang menggunakan aspal minyak pen 60



Gambar 8. Stabilitas sisa setelah perendaman

Ketahanan daya lekat

Daya lekat (*cohesiveness*) yang menggambarkan ketahanan terhadap pelepasan butir dalam keadaan kering maupun basah (*stripping*), yang diuji dengan metoda Cantabro ini menunjukkan bahwa campuran beraspal dengan asbuton butir jauh lebih rendah daya tahannya dari pada campuran yang menggunakan aspal minyak pen 60. Hal ini ditunjukkan oleh tingginya pelepasan butir dalam keadaan

kering maupun dalam keadaan basah seperti terlihat pada Gambar 2. Penjelasan lainnya ialah, campuran beraspal dengan asbuton butir lebih rapuh (*brittle*), sebagaimana ditunjukkan oleh nilai *Marshall quotient* nya yang lebih tinggi dan kadar aspal yang bekerja dalam campuran lebih rendah dari kenyataan, sebagaimana yang telah dibahas sebelumnya.

Stiffness modulus

Stiffness Modulus campuran dengan menggunakan asbuton butir, selalu lebih tinggi dari *stiffness modulus* campuran dengan aspal minyak pen 60. Hal ini, dikarenakan kadar aspalnya yang betul betul bekerja, adalah lebih rendah dari perkiraan selama ini dan juga ketebalan film aspal yang lebih tipis dari pada campuran dengan aspal minyak. Alasannya adalah dikarenakan luas permukaan agregat termasuk asbuton butiran nya menjadi lebih luas sekitar 141 % (Asphalt Institute ,1990) dan aspal nya berkurang 1,15% terhadap campuran. Dikarenakan oleh hal tersebut, ketebalan lapisan aspal pada campuran beraspal dengan asbuton menjadi lebih tipis sekitar 57% dibandingkan dengan campuran yang sama, menggunakan aspal minyak.

Karena aspal yang betul – betul bekerja pada campuran dengan asbuton butir ini lebih sedikit, maka pengaruh temperatur terhadap *stiffness* dari campuran dengan asbuton butir ini, tidak begitu sensitif sebagaimana halnya pada campuran dengan aspal minyak. Hal ini dapat dilihat dari nilai *stiffness* modulus dari campuran dengan asbuton butir selalu lebih besar dari *stiffness* campuran dengan aspal minyak, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.

Ketahanan terhadap *fatigue*

Ketahanan terhadap *fatigue* dari campuran beraspal yang mengandung asbuton butir 5% selalu lebih rendah dari campuran dengan aspal minyak pen 60, untuk regangan awal yang sama sebagaimana terlihat pada Gambar 5.

Hal ini dikarenakan campuran dengan asbuton butir lebih rapuh (*brittle*) sebagaimana disampaikan pada pembahasan *Marshall quotient* dan kadar aspal yang betul betul bekerja lebih sedikit, yaitu hanya aspal minyaknya saja. Disamping itu luas bidang permukaan agregat termasuk butiran asbuton menjadi bertambah luas, dikarenakan berat jenis asbuton butir jauh lebih rendah dari berat jenis agregat lainnya.

Kemiringan garis *fatigue* dari campuran yang menggunakan asbuton butir lebih curam dibandingkan garis *fatigue* campuran dengan aspal minyak pen 60, yang menunjukkan bahwa campuran yang mengandung asbuton butir kurang sensitif terhadap perubahan regangan akibat beban yang terjadi dibanding campuran dengan aspal minyak dalam hal jumlah *Nf* yang bisa di layani.

Kelebihan dan kekurangan kinerja campuran beraspal panas dengan asbuton butir.

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan diatas, kelebihan dan kekurangan dari campuran beraspal panas dengan asbuton butir terhadap campuran dengan aspal minyak, dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6.
Pengaruh penambahan asbuton butir pada campuran beraspal panas.

Sifat Campuran	Pengaruhnya
Stiffness	positif
Ketahanan deformasi	positif
Kohesi	negatif
Fatigue	negatif
Pengaruh air	negatif
Elastisitas	negatif

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan uraian diatas, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada perencanaan campuran beraspal panas dengan asbuton butir, harus dilakukan "koreksi" terhadap gradasi, dan kadar aspal dari asbuton butir karena tidak bisa dianggap memberikan substitusi terhadap aspal minyak.
2. Daya lekat (*cohesiveness*) dari campuran beraspal dengan asbuton butir, lebih rendah dari pada campuran dengan aspal minyak pen 60.
3. Campuran beraspal dengan asbuton butir, lebih rapuh (*brittle*) dibandingkan dengan campuran beraspal panas dengan aspal minyak pen 60.
4. Daya tahan akibat pengaruh air terhadap kohesi atau kekuatan campuran beraspal dengan asbuton butir, lebih rendah dari campuran dengan aspal minyak pen 60.

5. Campuran beraspal dengan asbuton butir, lebih tahan terhadap deformasi permanen dibandingkan campuran beraspal panas dengan aspal minyak.
6. *Stiffness modulus* campuran dengan asbuton butir, lebih tinggi dibandingkan stabilitas campuran dengan aspal minyak, dan tidak begitu sensitif akibat perubahan temperatur.
7. Ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue*) campuran beraspal dengan asbuton butir, lebih rendah dari campuran beraspal dengan aspal minyak.
8. Campuran dengan asbuton butir, mempunyai banyak kelemahan dibanding campuran dengan aspal minyak.

Saran

1. Perlu dilakukan peninjauan kembali metoda perencanaan campuran beraspal panas dengan asbuton butir
2. Perlu dilakukan peningkatan kualitas produksi asbuton yang lebih efektif dan efisien, misalnya asbuton ekstraksi penuh (asbuton murni), agar kekayaan alam yang berupa asbuton ini dapat dimanfaatkan dengan lebih baik di bidang jalan.

DAFTAR PUSTAKA.

American Association Of State Highway and Transportation Official .2008. AASHTO, T321-03^{1,2}. *Determining the Fatigue life of Compacted Hot – Mix Asphalt (HMA) Subjected to Repeated Flexural Bending*. Washington D.C.: AASHTO

Affandi, F. 2001. “A study of the performance of bituminous mixes containing refined asbuton bitumen.” Diss. Faculty of Engineering of the University of Ulster.

Affandi, F.2008. Karakteristik Bitumen Asbuton Butir Pada Campuran Beraspal Panas. *Jurnal Jalan – Jembatan*, Desember 2008: 350 – 368.

Akoto, B. 1996. “Some of the factors which influence the field performance of natural rock asphalt (Asbuton)”, *Proceeding of one day seminar on asbuton technology, Volume I*. Ujung Pandang: Directorate General Of Highways- Research and Development Agency.

Asphalt Institute MS – 2, 1993. *Mix Design Methods for Asphalt Concret*, MS-2 Lexington : Asphalt Institute.

British Standard, 1995. *DD ABF method determination the fatigue characteristics of bituminous mixtures using indirect tensile fatigue*. DD For Fatigue characteristics. London : BSI

Brown, S.1994. “Properties of road layer.” *Bituminous mixture in road constructions*. Ed. Robert N Hunter. t. p.

Dairi, G. 1992. *Review pemanfaatan asbuton sebagai bahan perkerasan jalan*. Laporan Penelitian. Bandung: Puslitbang Jalan.

European Norm TC 227/WG , 1995, Cantabria : t.p

Huang, Y.H. 2004. *Pavement Analisis and Design*. Kentucky: Pearson Education Inc.

- Japan Road and Design Association.1980. *Manual For Design And Construction Of Asphalt Pavement*. Tokyo: Japan Road Association.
- King, Stephen. 2005. *Beam Fatigue System*. User Manual.
- Kramer,J.W.1989. *Asbuton Resources of Buton Island, Feasibility Study for refining Asbuton*, Edmonton: Alberta research Council.
- Kusniati,K.2008. Pemanfaatan mineral asbuton sebagai bahan stabilisasi tanah. *Jurnal Jalan –Jembatan* Desember 2008: 238 - 258.
- Purnomo , 2009. Personal Interview. 17 Juni 2009.
- Purwadi, A., Zamhari,K. Akoto,B. 1998. *Review of technical / economic of natural asphalt*. Bandung: Institute of Road Engineering.
- Pusjatan. 2006. *Spesifikasi khusus asbuton campuran panas*. Bandung: Puslitbang Jalan dan Jembatan
- Woodside, A.R and Woodward, W.D.H. 1997. “Use the Cantabro test for rapidly predict the performance of bituminous mixes”. *Performance and durability of bituminous materials*. Proc 2nd European Symposium. Leeds: University of Leeds.
- Yoder, E.J and Witczak ,M.W.1975. *Principles of Pavement Design*. New York: John Wiley & Sons, Inc.