

SIFAT CAMPURAN ASPAL KERAS YANG MENGANDUNG *BITUMEN* ASBUTON UNTUK KONSTRUKSI CAMPURAN BERASPAL

Furqon Affandi

Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Jl A.H. Nasution 264, Bandung - 40294

RINGKASAN

Aspal mempunyai pengaruh yang cukup besar dalam suatu campuran beraspal, karenanya penentuan grade aspal perlu disesuaikan dengan temperatur dimana aspal tersebut akan digunakan. Jenis aspal yang umum digunakan di Indonesia ialah aspal keras pen 60 disamping aspal lainnya seperti aspal polimer, atau aspal yang dimodifikasi.

Tulisan ini mengemukakan aspal keras pen 60 yang dimodifikasi dengan bitumen asbuton yang sudah tidak mengandung mineralnya lagi, mengingat asbuton merupakan kekayaan alam Indonesia dengan deposit yang cukup besar. Hasil pengkajian menunjukkan penambahan bitumen asbuton bisa menjadikan aspal lebih keras, lebih tahan terhadap temperatur tinggi yang ditunjukkan dengan nilai titik lembeknya yang meningkat serta menjadi lebih kuat terhadap perubahan temperatur.

Dengan melakukan pengujian Dynamic Shear Rheometer (DSR) pada campuran aspal dengan berbagai kadar bitumen asbuton, didapat suatu rentang temperatur penggunaan aspal yang sesuai untuk setiap campuran aspal yang mengandung bitumen asbuton, berkaitan dengan ketahanan terhadap deformasi permanen dan ketahanan terhadap retak fatigue (lelah). Aspal yang mengandung bitumen asbuton mempunyai ketahanan terhadap deformasi dan retak pada temperatur yang lebih tinggi dibanding aspal keras tanpa bitumen asbuton, sehingga campuran aspal dengan bitumen asbuton cocok untuk iklim tropis seperti Indonesia.

Kata Kunci : Bitumen asbuton, penetrasi, titik lembek, Dynamic Shear Rheometer, deformasi, retak

SUMMARY

Asphalt has a great influence on asphalt mixes, therefore determination of asphalt grade needs to be adopted to temperature where asphalt used. The asphalt type that commonly used in Indonesia is asphalt cement pen 60 besides some other types such as polymer asphalt or modified asphalt.

The article describes asphalt cement pen 60 modified with pure asbuton bitumen (mineral content less than one percent), considering that asbuton as a great Indonesia natural deposit.

Research analysis shows that the addition of asbuton bitumen resulting in more harden asphalt and resistant to high temperature proved by the increase of softening point value, and more low susceptibility.

Dynamic Shear Rheometer (DSR) test was conducted with various asbuton bitumen contents. The range of suited asphalt temperatures was obtained for each asphalt mix containing asbuton bitumen, related to resistance of permanent deformation and fatigue cracks. Asphalt containing asbuton bitumen is more resistance of deformation and crack to higher temperature compare to cement asphalt without asbuton bitumen, so that asphalt containing asbuton bitument is suitable for tropical climate like Indonesia.

Keywords : Asbuton Bitumen, penetration, softening point, Dynamic Shear Rheometer, deformation, cracks .

PENDAHULUAN

Sifat sifat *bitumen* sangat mempengaruhi kinerja campuran beraspal, walaupun kadar aspal terhadap campuran relatif rendah hanya sekitar 5 sampai 6% saja. Karena itu pemilihan grade dan jenis aspal merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan keberhasilan kinerja perkerasan tersebut.

Aspal secara garis besar terdiri dari dua macam yaitu aspal keras dan aspal alam (O'Flaherty 1988). Umumnya campuran

beraspal panas menggunakan aspal keras yang merupakan hasil penyulingan minyak bumi, dan di Indonesia yang umum dipergunakan ialah aspal minyak penetrasi 60.

Spesifikasi campuran beraspal panas sebagai mana yang tertuang dalam "Spesifikasi Umum Bidang Jalan Dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum Tahun 2005", tertera beberapa jenis aspal yang bisa dipergunakan untuk campuran beraspal panas, seperti aspal keras pen 60, aspal polimer, aspal

multigrade dan aspal yang dimodifikasi asbuton. Tentunya aspal yang dimodifikasi ini diharapkan mempunyai keunggulan dibandingkan dengan aspal tanpa modifikasi, sehingga dapat memberikan sumbangan kinerja yang lebih baik terhadap campuran beraspal dan kinerja perkerasan di lapangan.

Beberapa jenis aspal modifikasi ini antara lain dengan cara menambahkan unsur karet, polimer dan lain lain. Sementara di Indonesia kita mempunyai aspal alam yang dikenal dengan nama asbuton dalam jumlah yang sangat besar sampai mencapai lebih dari 200 juta ton, yang sebagian kecil diantaranya telah dipergunakan sebagai bahan jalan atau sebagai bahan modifikasi aspal keras. Dalam persyaratan aspal yang dimodifikasi asbuton sebagai mana yang tertera dalam "Spesifikasi umum jalan dan jembatan, Departemen Pekerjaan Umum 2005", disana masih diperbolehkan adanya kandungan mineral tidak lebih dari 10%, sementara pada aspal aspal yang lain seperti aspal pen 60 ataupun aspal multigrade kandungan bahan yang tidak larut dibatasi harus lebih kecil dari 1%.

Dalam rangka pemanfaatan asbuton yang lebih efektif, selain pemanfaatan asbuton butir dalam

campuran beraspal panas, hangat dan dingin, pemanfaatan *bitumen* asbuton sebagai bahan modifikasi aspal keras perlu ditelaah. Dengan memanfaatkan *bitumen* asbuton sebagai bahan modifikasi, dari sisi kuantitas juga bisa menyumbang kebutuhan stok aspal nasional yang selama ini masih mengalami kekurangan dalam jumlah yang cukup banyak.

KAJIAN PUSTAKA

1. Asbuton dan Perkembangannya

Asbuton merupakan bahan alam yang telah terjadi sudah lama sekali. Ada beberapa pendapat ahli geologi mengenai terbentuknya asbuton di pulau Buton, Sulawesi Tenggara ini. Sebagian besar para ahli geologi berpendapat bahwa terjadinya asbuton berawal dari adanya minyak bumi yang kemudian terdestilasi secara alamiah karena adanya intrusi magma. Bagian-bagian yang ringan dari minyak bumi telah menguap, residu yang berupa *bitumen* terdesak mengisi lapisan batuan yang ada disekitarnya melalui patahan dan rekahan (Qomar, 1996). Sebagaimana yang kita lihat sekarang asbuton itu berupa lapisan lapisan yang terdiri dari aspal dan butiran mineral yang sudah menyatu sekali. Bila lapisan

itu digali kemudian didapat bongkahan bongkahan asbuton maka asbuton itu tetap merupakan kesatuan antara *bitumen* dan butiran butiran mineral tersebut, bahkan bila dihancurkan sampai ukuran yang kecil pun tetap *bitumen* dan butiran mineral tersebut masih tetap menyatu. Proporsi bitumen dan mineral pada asbuton ini berkisar sekitar 15% -30% *bitumen* dan mineral sekitar 85% sampai 70%.

Secara umum asbuton itu bisa dibedakan atas dua wilayah besar, yaitu dari Kabungka yang ditandai dengan sifat nya yang cukup keras dibandingkan dengan asbuton yang berasal dari Lawele yang mempunyai sifat yang lebih lunak. Perbedaan ini disebabkan oleh sifat *bitumen* yang dikandungnya, dimana *bitumen* yang ada pada deposit Kabungka mempunyai nilai penetrasi yang keras < 10 dmm dibanding dengan aspal yang berasal dari Lawele dengan nilai penetrasinya bisa mencapai 30 dmm bahkan lebih. Namun demikian, di Kabungka sendiri sifat kekerasan *bitumen* dan kandungannya juga bervariasi sesuai dengan lokasi masing masing depositnya.

Asbuton yang pertama kali dipergunakan sejak jaman Belanda ialah asbuton dari

Kabungka, dikarenakan fasilitas jalan dan pelabuhan yang telah tersedia serta asbuton dari daerah tersebut lebih mudah dipecah dalam proses produksinya.

Pada waktu waktu yang lalu sampai tahun 1987 an, untuk campuran beraspal dengan asbuton butir konvensional ini, seperti Lasbutag dan Latasbum digunakan bahan peremaja antara lain Minyak bakar atau Flux Oil (Departemen Pekerjaan Umum ⁽¹⁾ ⁽²⁾) yang dimaksudkan untuk melunakkan serta meremajakan sifat sifat aspal tersebut. Namun hal ini sangat sulit dicapai, dimana peremaja berupa minyak bakar (*Bunker Oil*) tidak bisa melepaskan *bitumen* dan kemudian menjaganya agar tetap lunak. Diperlukan waktu 254 hari bagi bahan peremaja jenis minyak bakar untuk bisa mencapai *bitumen* asbuton dalam butiran, dan sebagai konsekwensinya tidak tercapainya campuran beraspal yang baik (Akotto 1996, berdasarkan studi yang dilakukan Dairi). Begitu juga kesulitan serupa disampaikan oleh Purwadi dalam laporan yang disampaikan oleh Akoto - 1996, sehingga Purwadi menyarankan untuk dipergunakan bahan peremaja yang lebih encer lagi.

Berdasarkan pengalaman pengalaman pada tahun tahun

sebelumnya, pada awal tahun 1990 an, pengembangan produksi asbuton dilakukan kembali, dan dihasilkan beberapa jenis produk asbuton yang pada dasarnya terbagi dalam dua bagian besar. Bagian yang pertama merupakan produk asbuton butir, tetapi dengan ukuran butir yang lebih kecil dari ukuran butir asbuton konvensional, diantaranya ialah asbuton halus, asbuton mikro dengan ukuran butir maksimumnya 4,75 mm, 600 μm (James, 1996), dan Buton Granular Asphalt dengan ukuran butir maksimumnya 2,36 mm yang dipergunakan untuk bahan campuran beraspal panas (Departemen Pekerjaan Umum⁽³⁾, Puslitbang Jalan dan Jembatan 2007), dan dikirim dalam kemasan plastik yang tahan air, sehingga pengaruh air bisa dihindari. Dengan ukuran butir yang lebih kecil, diharapkan butiran asbuton akan lebih tersebar secara merata dalam campuran beraspal serta bahan peremaja akan lebih mudah masuk dan melunakkan *bitumen* yang ada dalam asbuton dan kemudian bisa meningkatkan kinerja dari campuran beraspal tersebut. Begitu juga halnya dengan pengiriman dalam kantong plastik tahan air, agar kadar air dalam asbuton tidak terpengaruh oleh cuaca luar sehingga bahan

peremaja sewaktu akan melunakkan aspal yang ada pada asbuton tidak terhalangi oleh lapisan air yang ada, dengan demikian diharapkan bahan peremaja akan bekerja lebih efektif lagi.

Jenis yang kedua dari produk asbuton ini, ialah asbuton hasil semi ekstraksi, dimana asbuton diproses melalui pemisahan antara *bitumen* dan mineralnya, yang selanjutnya sebagian dari kandungan mineral ini dibuang, sehingga tinggal asbuton yang masih mengandung mineral yang lebih sedikit dari aslinya. Produk jenis ini, yang umum dihasilkan mempunyai perbandingan antara aspal dan mineralnya sekitar 60% *bitumen* dan 40% mineral (Affandi 2006; Affandi, Ruswandi 2006).

2. Campuran Beraspal Panas

Campuran beraspal panas merupakan campuran antara agregat dengan gradasi tertentu yang dipanaskan terlebih dahulu dengan aspal pada kadar tertentu yang juga dipanaskan, diaduk, dihampar serta dipadatkan pada suhu tertentu untuk mendapatkan perkerasan yang baik.

Kadar aspal didapat dari percobaan Marshall, namun sebagai pendekatan bisa digunakan rumus sebagai berikut

(Asphalt Institute MS No 2;Sixth Edition)

$$P = 0,035 a + 0,045 b + K c + F \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

P = Perkiraan kadar aspal terhadap campuran, persen berat terhadap campuran

a = persen agregat tertahan saringan 2,36 mm

b = persen agregat lolos saringan 2,36 mm dan tertahan saringan 0,075 mm

c = persen agregat lolos saringan 0,075 mm

K = 0,15 untuk agregat lolos saringan 0,075 mm antara 11 – 15 persen.

0,18 untuk agregat lolos saringan 0,075 mm antara 6 – 10 persen

0,20 untuk agregat lolos saringan 0,075 mm kurang dari 5 persen

F = 0 – 2,0 persen, didasarkan pada tinggi rendahnya penyerapan agregat.

Dalam keadaan data tidak ada bisa dipergunakan nilai 0,7.

Umumnya aspal yang dipergunakan untuk ini ialah aspal keras yang merupakan hasil residu dari proses penyulingan minyak bumi. Aspal keras ini akan menyelimuti seluruh butiran agregat serta berfungsi sebagai perekat antar agregat sekaligus

mengisi rongga yang ada antar agregat sehingga campuran akan lebih awet. Dari rumus perkiraan penggunaan kadar aspal dalam campuran sebagaimana dituliskan diatas, jelas terlihat bahwa kadar aspal yang digunakan sangat tergantung pada gradasi agregat, dan tentunya diharapkan bisa bekerja efektif dalam campuran tersebut.

Pemanasan aspal tersebut dimaksudkan untuk memudahkan penyelimutan agregat oleh aspal serta memudahkan pemadatan campuran beraspal di lapangan, sehingga dikenal suhu pencampuran dan suhu pemadatan. Suhu pencampuran dan pemadatan tergantung pada grade aspal yang dipergunakan, tetapi yang menjadi pegangan ialah viskositas aspal tersebut, dimana suhu untuk pencampuran ialah suhu yang memberikan viskositas aspal antara 170 ± 20 centistokes kinematic (cSt), sedangkan viskositas untuk pemadatan antara 280 ± 30 cSt. (Asphalt Institute, MS No 2, Sixth Edition 1993)

Hal lain yang disyaratkan pada aspal ialah kekekatannya terhadap agregat, dimana tidak boleh kurang dari 95% (Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, April 2005) Kadar aspal yang sesungguhnya dari campuran beraspal ditentukan

berdasarkan metoda Marshall dengan memasukkan faktor faktor lain seperti stabilitas, kelelahan (*flow*), rongga dalam campuran, rongga terisi aspal. Agar aspal dalam campuran bekerja efektif, maka disyaratkan penyerapan air terhadap agregat tidak lebih dari 3% (Departemen Pekerjaan Umum⁽³⁾ 2005).

Agregat pada campuran beraspal mempunyai status gradasi tertentu, dimana gradasi ini menggambarkan pembagian ukuran butir sesuai yang diinginkan, tetapi untuk kepraktisan dan kemudahan, pembagian ukuran butir ini didasarkan pada presentase berat suatu agregat pada ukuran tertentu. Hal ini sudah umum dengan catatan agregat tersebut mempunyai berat jenis yang seragam, tetapi bila berat jenis antara fraksi agregat satu dengan yang lainnya berbeda lebih dari 0,2 maka pada gradasi tersebut harus dilakukan koreksi. (Asphalt Institute; MS No 2 Sixth Edition 1993).

3. Pengaruh Sifat Aspal Terhadap Kinerja Campuran Beraspal

Aspal merupakan bahan yang bersifat *visco-elastic*, dengan demikian deformasi yang terjadi sangat tergantung pada temperatur dan lamanya

pembebanan. Sehingga stiffness modulus aspal didefinisikan sebagai perbandingan antara tegangan yang bekerja dan regangan yang terjadi selama pembebanan "t", sebagai mana dituliskan pada rumus (2) dibawah ini:

$$S_t = \sigma / \epsilon_t \dots\dots\dots (2)$$

Begitu juga *stiffness modulus* akan tergantung pada temperatur T; sehingga sebagai konsekwensinya *Stiffness modulus* aspal itu dinyatakan sebagai rumus (3) dibawah ini :

$$S_{t,T} = \sigma / \epsilon_{t,T} \dots\dots\dots(3)$$

dimana:

S_t = *Stiffness* pada lama pembebanan t

σ = Tegangan yang bekerja

ϵ_t = Regangan yang terjadi pada waktu pembebanan t

T = Temperatur pada waktu pembebanan

Hal lain dari sifat aspal ini yaitu sifat *thermoplastic*, dimana aspal menjadi lembek bila kena panas dan akan menjadi lebih keras bila dalam temperatur yang lebih dingin. Salah satu rumus yang terkenal dalam menyatakan sifat aspal sehubungan dengan temperatur ini ialah yang dinyatakan oleh Pleiffer dan Van Doormal, dengan mendefinisikannya dengan istilah *Penetration Index*

(PI) dimana parameter aspal yang digunakan untuk menyatakan ini ialah penetrasi dan titik lembek, sebagai mana dinyatakan dalam rumus (4).

$$PI = (1952 - 500 \log \text{pen} - 20 TL) / (50 \log \text{pen} - TL - 120) \dots\dots\dots (4)$$

dimana :

PI ; Penetrasi Index

Pen; Penetrasi

TL; Titik Lembek

Kaitan antara nilai PI dengan sifat aspal, sebagai mana yang disampaikan oleh (Lees G, 1982) adalah sebagai terlihat pada Tabel 1:

Tabel 1.
Hubungan antara PI dan sifat aspal

Nilai PI	Sifat aspal
> 2	" <i>temperature susceptibility</i> " rendah
+ 2 sampai - 2	Normal,
< -2	" <i>temperature susceptibility</i> " tinggi

Pengujian aspal yang dipakai saat ini di Indonesia ialah pengujian aspal berdasarkan sifat fisiknya melalui pengujian – pengujian seperti penetrasi, titik lembek, daktilitas, kelarutan dan sebagainya, dimana pengujian – pengujian penetrasi dan titik lembek dilakukan pada pengujian

standar yaitu pada temperatur 25°C, bukan pada temperatur dimana aspal tersebut akan dipergunakan.

Jenis kerusakan umum pada perkerasan beraspal ialah alur dan retak, yang mana kedua jenis kerusakan tersebut dipengaruhi oleh kinerja aspalnya sendiri. Untuk mengetahui ketahanan campuran beraspal terhadap alur dilakukan pengujian diantaranya dengan pengujian *Wheel Tracking*, sedangkan ketahanan terhadap retak melalui pengujian kelelahan (*Fatigue*). Sedangkan pengujian ketahanan aspalnya sendiri terhadap retak dan alur, selama ini di Indonesia belum pernah dilakukan, padahal di luar negeri seperti Amerika Serikat hal ini telah dilakukan melalui spesifikasi yang dikenal dengan Superpave.

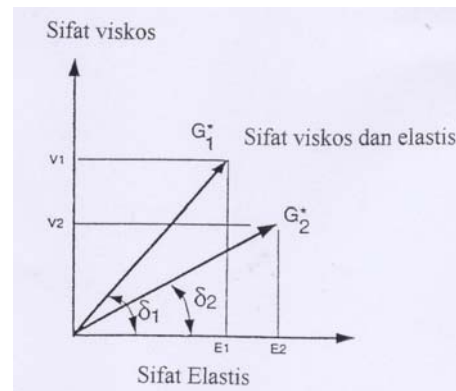
Prinsip pemikiran pengujian aspal dalam superpave ini didasarkan atas kinerja aspal tersebut sesuai dengan lapangan dimana aspal atau perkerasan tersebut akan digunakan. Oleh karena itu pengujian aspal ini didasarkan pada keadaan lapangan nantinya baik temperatur maupun kondisi aspalnya sendiri.

Untuk melihat ketahanan aspal terhadap retak dan alur, Superpave melakukannya melalui

pengujian dengan alat *Dynamic Shear Rheometer (DSR)*. Untuk pengujian ketahanan terhadap alur, benda uji aspal diuji dalam keadaan asli dan setelah dikondisikan terlebih dahulu melalui melalui pengkondisian pada alat *RTFOT (Rolling Thin Film Oven Test)* selama 85 menit dengan temperature 163 °C sebagai mana aspal telah mengalami pencampuran dengan agregat pada *Asphalt Mixing Plant (AMP)* Untuk ketahanan terhadap retak benda uji terlebih dahulu dikondisikan pada alat yang dinamakan *Pressure Aging Vessel (PAV)*, dimana contoh aspal setelah *RTFOT* disimpan dalam alat *PAV* dengan temperature 90; 100 atau 110 C selama 20 jam dengan tekanan oksigen sebesar 2070 kPa. (Asphalt Institute SP-1, 1997) Hal ini dilakukan untuk mengkondisikan benda uji setara dengan kondisi di lapangan setelah mengalami penuaan (*aging*) yang lama.

Pengujian dengan alat *DSR* ini dilakukan pada berbagai temperatur pengujian, dimana akan didapat sifat *viscous* dan *elastic* dari aspal tersebut dengan mengukur *complex shear modulus (G*)* dan *phase angle (δ)*. *G** mengukur tahanan total dari bahan terhadap deformasi akibat tegangan geser, sedang δ

menunjukkan besaran relatif antara yang elastis dan tidak elastis, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Dengan mengukur besaran *G** dan δ alat *DSR* ini akan memberikan gambaran yang lengkap tentang sifat aspal pada temperatur perkerasan. Batasan deformasi permanen dinyatakan dengan besaran $G^*/\sin \delta$ pada temperatur pengujian lebih besar dari 1.00 kPa untuk contoh asli dan 2.20 kPa untuk contoh setelah mengalami *RTFOT*. Ketahanan terhadap retak *fatigue* dibatasi dengan nilai $G^* \sin \delta$ tidak lebih dari 5000 kPa pada temperatur pengujian yang dilakukan. (Asphalt Institute, Superpave Series No 1 ;SP -1 , 1997)



Gambar 1. Diagram sifat *visco-elastis* aspal

4. Maksud dan Tujuan Pengkajian

Pengkajian ini dimaksudkan untuk mengetahui sifat ketahanan aspal keras dan aspal keras yang dicampur *bitumen* asbuton pada berbagai kadar, terhadap alur dan retak *fatigue*. Sedangkan tujuannya sendiri untuk mengetahui efektifitas penambahan bitumen asbuton terhadap aspal keras yang sesuai dengan kondisi iklim dimana aspal tersebut bisa dipergunakan.

5. Pengujian Laboratorium

Dalam rangka mengetahui ketahanan aspal terhadap deformasi permanen serta retak *fatigue*, dilakukan pengujian terhadap aspal keras, aspal keras yang dicampur dengan berbagai kadar *bitumen* asbuton, dengan menggunakan alat DSR.

Bahan aspal keras yang digunakan ialah aspal keras pen 60 yang mempunyai sifat sifat sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 2, sedangkan *bitumen* asbutonnya merupakan hasil ekstraksi dari asbuton yang mempunyai sifat teknis sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2 juga.

Tabel 2.
Sifat aspal keras pen 60 dan sifat *bitumen* asbuton

Sifat sifat aspal	Aspal keras pen 60	<i>Bitumen</i> asbuton
Penetrasi (dmm)	64	25
Titik Lembek (C)	48	59
Kelarutan (%)	99	99
Penetrasi Index (PI)	-1.14	- 0.67

Kadar *bitumen* asbuton yang ditambahkan mulai dari 12,5 % sampai 67,5% terhadap campuran seperti diperlihatkan pada Tabel 3.

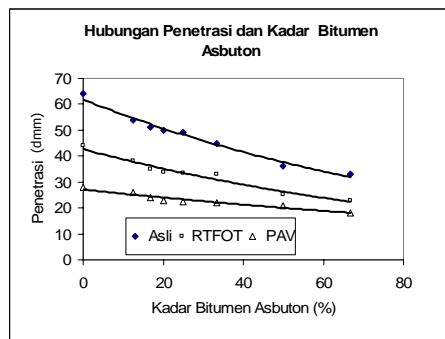
Tabel 3.
Kadar *bitumen* asbuton yang digunakan dalam campuran

No	Tipe	Kode
1	Pen 60	B 601
2	12,5 % <i>bitumen</i> asbuton dalam campuran	B 617
3	16,6 % <i>bitumen</i> asbuton dalam campuran	B 615
4	20,0 % <i>bitumen</i> asbuton dalam campuran	B 614
5	25,0 % <i>bitumen</i> asbuton dalam campuran	B 613
6	33,3 % <i>bitumen</i> asbuton dalam campuran	B 612
7	50,0 % <i>bitumen</i> asbuton dalam campuran	B 611
8	66,7 % <i>bitumen</i> asbuton dalam campuran	B 621

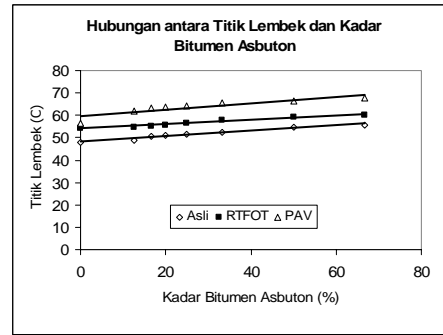
Selanjutnya sifat sifat aspal tersebut diuji pada keadaan asli sebelum mengalami pengkondisian penuaan (*aging*), setelah mengalami RTFOT serta setelah mengalami PAV.

6. Pengujian penetrasi, titik lembek dan Penetrasi Index

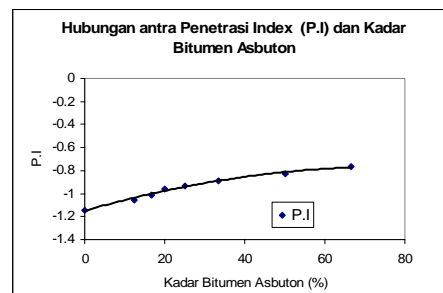
Hasil pengujian penetrasi pada berbagai campuran aspal sebagai mana ditunjukkan pada Tabel 3, disajikan pada Gambar 2. Sedangkan hasil pengujian titik lembek dan *Penetration Index* (PI), masing - masing disajikan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 2. Hubungan antara Penetrasi dan kadar *bitumen* asbuton



Gambar 3. Hubungan antara Titik Lembek dan Kadar *Bitumen* Asbuton



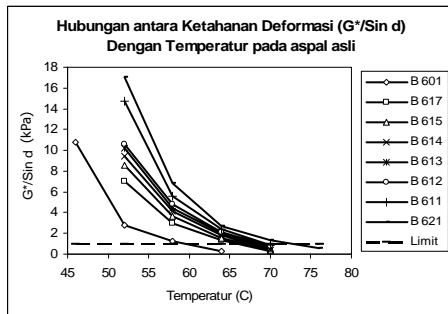
Gambar 4. Hubungan antara Penetrasi Index dan kadar *bitumen* asbuton

7. Pengujian *Dynamic Shear Rheometer*

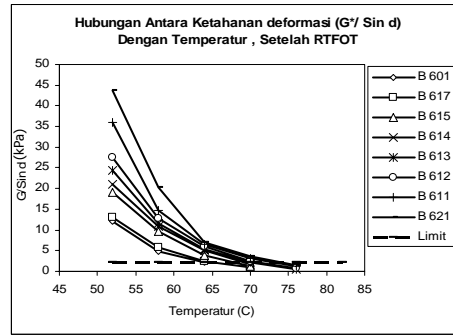
Pengujian *Dynamic Shear Rheometer* dilakukan pada berbagai temperatur pengujian dari masing masing jenis jampuran aspal. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan dari masing masing jenis campuran terhadap deformasi permanen maupun terhadap retak *fatigue*, sehingga akan diperoleh penggunaan yang cocok dari

masing masing campuran aspal tersebut sehubungan dengan temperatur pada lokasi dimana jenis aspal tersebut akan dipergunakan.

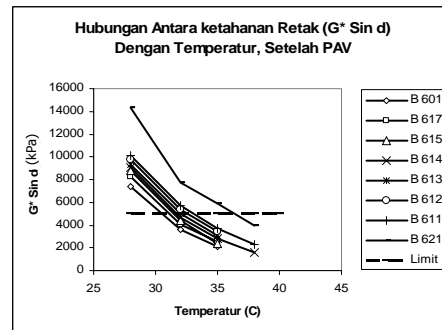
Sesuai dengan pengujian untuk ketahanan terhadap deformasi permanen dan retak *fatigue*, maka pengujian laboratorium dengan menggunakan alat *Dynamic Shear Rheometer* ini dilaksanakan pada aspal yang belum mengalami penuaan, setelah mengalami pengkondisian dengan alat *RTFOT* serta setelah mengalami penuaan melalui *RTFOT* dan *PAV* pada temperatur 100 °C selama 20 jam. Hasil pengujian yang dilakukan pada contoh aspal sehubungan dengan ketahanan terhadap deformasi diperlihatkan pada Gambar 5 dan Gambar 6, sedang hasil untuk ketahanan retak *fatigue* diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 5. Hubungan antara Temperatur dan ketahan deformasi permanen pada aspal asli



Gambar 6. Hubungan antara temperatur dan ketahanan deformasi permanen pada aspal setelah *RTFOT*



Gambar 7. Hubungan antara temperatur dan ketahanan retak *fatigue* pada aspal setelah *PAV*

PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian penetrasi, terlihat bahwa penambahan *bitumen* asbuton menyebabkan turunnya nilai penetrasi, yang berarti sifat aspal nya akan menjadi lebih keras. Pada contoh yang tidak mengalami penuaan, kenaikan

kekerasan aspal tersebut dari 64 dmm pada contoh tanpa penambahan *bitumen* asbuton menjadi 33 dmm pada contoh dengan penambahan *bitumen* asbuton sebesar 66,7 % terhadap campuran. Sedangkan pada contoh yang sudah mengalami penuaan dengan *RTFOT*, yaitu yang menggambarkan kondisi aspal setelah pencampuran di *AMP* dan penghamparan di lapangan, nilai penetrasinya mulai dari 44 dmm (contoh tanpa penambahan *bitumen* asbuton) sampai 23 dmm pada contoh yang mendapat tambahan asbuton 66,7 % terhadap campuran. Hal ini menunjukkan bahwa setelah pencampuran di *AMP* dan penghamparan di lapangan, aspal menjadi lebih kaku. Kekakuan aspal yang mendapat tambahan *bitumen* asbuton juga mengalami kenaikan yang cukup berarti, dan ini harus menjadi perhatian dalam proporsi penambahan jumlah *bitumen* asbuton dalam campuran beraspal.

Setelah mengalami penuaan dengan *PAV*, aspal yang tidak ditambah *bitumen* asbuton penetrasinya mencapai 28 dmm sedangkan yang mengandung *bitumen* asbuton 66,7 % menjadi 18 dmm. Terlihat dengan jelas kekakuan aspal meningkat setelah mengalami penuaan akibat *PAV*.

Dari persyaratan aspal keras pada buku "Spesifikasi umum bidang jalan dan jembatan – Departemen Pekerjaan Umum, 2005" disebutkan untuk aspal keras pen 60, nilai penetrasi setelah *TFOT* minimum 54%. Kalau dibandingkan dengan hasil pengujian diatas, maka aspal yang tidak mengalami penambahan *bitumen* asbuton masih memenuhi persyaratan tersebut, tetapi tidak ada persyaratan penurunan nilai penetrasi maksimum setelah *PAV*. Sedangkan untuk aspal yang mengalami penambahan *bitumen* asbuton, tidak bisa diberlakukan karena pada "Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan – Departemen Pekerjaan Umum 2005", tidak menyebutkan persyaratan untuk aspal keras dengan penetrasi lebih kecil dari 60 dmm.

Penurunan nilai penetrasi akibat adanya penambahan *bitumen* asbuton ini, akan menyebabkan juga naiknya suhu pencampuran dan suhu pemadatan, karena aspal menjadi lebih keras sedangkan viskositas untuk pencampuran dengan agregat dan pemadatan campuran beraspal tetap yaitu masing masing sebesar 170 ± 20 cSt dan 280 ± 30 cSt. (Asphalt Institute MS -2, Sixth Edition, 1993). Pada bahasan ini tidak dilakukan

pengujian viskositas dari bahan aspal tersebut.

1. Titik Lembek

Pengujian titik lembek terhadap aspal yang ditambah *bitumen* asbuton menunjukkan kenaikan yang cukup berarti, dimana titik lembek dari aspal yang tidak mengalami penambahan asbuton sebesar 48 °C menjadi 55,8 °C pada campuran aspal yang mengandung *bitumen* asbuton sebesar 66,7 %. Hal ini sangat menguntungkan, karena aspal akan menjadi lebih tahan terhadap deformasi khususnya untuk daerah beriklim panas. Titik lembek ini semakin besar setelah aspal mengalami penuaan dengan RTFOT dimana titik lembek dari aspal tanpa penambahan *bitumen* asbuton menjadi 54,2 °C dan yang mengandung *bitumen* asbuton 66,7% menjadi 60,2 °C .

2. Penetration Index

Penetration Index dari campuran aspal dihitung berdasarkan nilai penetrasi dan titik lembek dari masing masing campuran aspal tersebut, dengan menggunakan rumus (3) diatas. Nilai *penetration index* membesar sejalan dengan naiknya

prosentase *bitumen* asbuton dalam campuran aspal, dimana nilai *penetration index* sama dengan - 1,144 pada aspal keras tanpa *bitumen* asbuton menjadi - 0,768 pada campuran aspal dengan kandungan *bitumen* asbuton 66,7 %. Walaupun *penetration index* dari aspal setelah ditambah *bitumen* asbuton masih dalam kelompok normal sesuai klasifikasi dari Lees G (1982), sebagaimana disajikan pada table 2, namun penambahan *bitumen* asbuton tersebut menjadikan aspal mempunyai ketahanan yang lebih baik terhadap perubahan akibat temperatur.

3. Dynamic Shear Rheometer

Dengan menerapkan batasan ketahanan terhadap deformasi permanen pada contoh yang tidak mengalami penuaan serta pada contoh setelah mengalami RTFOT masing - masing sebesar 1,00 kPa dan 2,2 kPa, maka didapat batasan temperatur yang menyatakan kesesuaian penggunaan masing masing campuran aspal tersebut. Sebagaimana terlihat pada Gambar 5 dan Gambar 6, semakin besar prosentase *bitumen* asbuton semakin tinggi temperatur yang

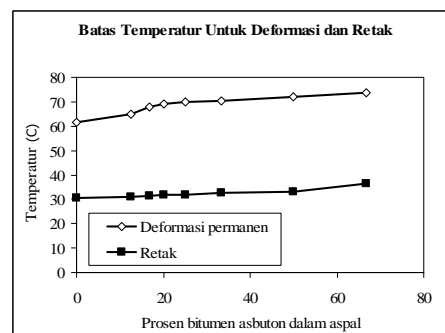
bisa ditahan oleh aspal tersebut kaitanya dengan ketahanan terhadap deformasi permanen. Dengan mengetahui temperatur maksimum yang bisa ditahan dari setiap komposisi campuran aspal berkaitan dengan ketahanan terhadap deformasi permanen berdasarkan grafik pada Gambar 5 dan Gambar 6, maka dapat dibuat grafik yang menyatakan hubungan antara prosentase *bitumen* asbuton dalam campuran dengan temperatur maksimum yang masih bisa diterima, sebagaimana terlihat pada Gambar 8 bagian atas.

Selanjutnya dengan melakukan hal yang serupa pada Gambar 7 dengan menerapkan batasan maksimum $G^* \sin \delta$ tidak lebih dari 5000 kPa, maka didapat batasan temperatur minimum dari masing –masing campuran aspal kaitanya dengan ketahanan terhadap retak *fatigue*. Dengan menggambarkan nilai – nilai tersebut pada Gambar 8 , maka didapat suatu garis yang menyatakan hubungan antara prosentase *bitumen* asbuton dalam aspal dengan temperature minimum kaitannya dengan ketahanan terhadap retak *fatigue*, yaitu garis bagian bawah pada Gambar 8.

Daerah antara grafik ketahanan terhadap alur dan

grafik ketahanan terhadap retak *fatigue* pada Gambar 8, menyatakan kisaran temperatur yang sesuai untuk setiap campuran aspal dengan tambahan *bitumen* asbuton baik terhadap deformasi maupun terhadap retak. Sebagai contoh campuran aspal pen 60 yang mengandung 12,5 % *bitumen* asbuton, sesuai bila digunakan pada temperatur antara 31°C sampai 64,75°C, sedangkan campuran aspal yang mengandung *bitumen* asbuton 50 % sesuai untuk temperatur perkerasan antara 33,2 °C sampai 72,25 °C.

Dari Gambar 8 itu pula, terlihat bahwa penambahan *bitumen* asbuton terhadap aspal keras pen 60, menjadikan campuran aspal tersebut lebih sesuai untuk daerah dengan temperatur tinggi.



Gambar 8. Hubungan antara prosentase bitumen asbuton dalam campuran aspal dengan temperatur penggunaan aspal tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Dari uraian tersebut diatas, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan *bitumen* asbuton pada aspal keras pen 60 akan menurunkan nilai penetrasi dan menaikkan nilai titik lembek.
2. Penambahan *bitumen* asbuton pada aspal keras pen 60, menjadikan aspal bersifat *low susceptibility*, yaitu tidak mudah berubah akibat kenaikan temperatur.
3. Aspal dengan penambahan *bitumen* asbuton akan lebih cocok digunakan pada temperature tinggi, seperti Indonesia.
4. Tambahan *bitumen* asbuton dalam aspal keras, bisa menambah jumlah aspal secara efektif, karena *bitumen* asbuton sudah tidak terikat lagi pada mineralnya.
5. Pengujian dengan *DSR* memberikan kejelasan yang lebih baik tentang penggunaan aspal dengan tambahan *bitumen* asbuton berkaitan dengan temperatur dimana pekerjaan akan dilaksanakan.

2. Saran

1. Agar penggunaan asbuton lebih efektif lagi, maka ekstraksi *bitumen* asbuton agar segera ditingkatkan lagi.
2. Mengingat asbuton merupakan aspal alam yang sifatnya berbeda antara satu lokasi dengan lokasi lainnya, maka perlu dibuat klasifikasi bitumen asbuton sebelum dicampur dengan aspal keras, sehingga campuran aspal akan lebih seragam sifatnya dan terkontrol kesesuaiannya berkaitan dengan temperatur dimana aspal tersebut akan dipergunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, Furqon, 2006, *Hasil Pemurnian Asbuton Lawele sebagai bahan pada campuran beraspal untuk perkerasan jalan*, Jurnal Jalan – Jembatan, Volume 23 No 3, November 2006.
- Affandi, Furqon dan Ruswandi, Unang, 2006, *Asbuton Murni sebagai alternative pengganti aspal minyak untuk perkerasan jalan*, Konferensi Regional Teknik Jalan ke 9 (KRTJ -9) Makasar Juli 2006.
- Akoto, Baffour, 1996, *Some of the factors which influence the*

- field performance of natural asphalt; One day seminar on asbuton technology, Proceeding – Volume 1, Ujung Pandang 26th September, 1996.*
- Asphalt Institute Manual Series No 2, 1993, *Mix Design Method for Asphaltic Concrete and Other Hot – Mix Types.*
- Asphalt Institute, Superpave Series No 1, 1977, *Performance graded asphalt binder specification and testing.*
- Departemen Pekerjaan Umum ⁽¹⁾, Direktorat Jenderal Bina Marga, 1983, *Petunjuk pelaksanaan lapis asbuton agregat (Lasbutag) No 09/PT/B/1983*, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum ⁽²⁾, Direktorat Jenderal Bina Marga, 1983, *Petunjuk pelaksanaan lapis tipis asbuton murni (Latasbum) No 11/PT/B/1983*, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum ⁽³⁾, 2005, *Spesifikasi umum bidang jalan dan jembatan*, Jakarta.
- James, 1996, *The use of Asbuton in road construction, One day seminar on asbuton technology, Proceeding – Volume 1, Ujung Pandang 26th September, 1996.*
- Lees,G., 1982, *Properties, design and testing of bituminous*, University of Birmingham, Internal Publication.
- O’Flaherty, CA, 1988, *Highway Engineering, volume 2, Third Edition.*
- Puslitbang Jalan dan Jembatan dengan Direktorat Jenderal Bina Marga, 2007, *Modul Training of Trainer, Pendampingan Teknis Pemanfaatan Asbuton, Formula Campuran Kerja Asbuton Campuran Beraspal Panas.* Bandung.
- Qomar, Samsyul, 1996, *Penambangan dan pengolahan asbuton*, One day seminar on asbuton technology, Proceeding – Volume 1, 26th September, Ujung Pandang.