



POTENSI ASBUTON LAWELE UNTUK PERKERASAN BERASPAL

Kurniadji

RINGKASAN

Dalam tahun-tahun belakangan ini, terdapat dua isu utama pada pekerjaan peraspalan di Indonesia, pertama adalah kebutuhan aspal nasional yang tidak dapat dipenuhi produk dalam negeri sehingga perlu impor dan isu kedua adalah tidak tercapainya umur rencana akibat kerusakan premature (dini) yang diindikasikan dengan terjadi pelunakkan serta oksidasi pada campuran beraspal, karena temperatur tinggi. Salah satu cara mengurangi impor aspal sekaligus memperbaiki kinerja campuran beraspal adalah memanfaatkan produk dalam negeri yaitu penggunaan aspal alam yang terdapat di Pulau Buton Sulawesi Tenggara, biasa disebut Asbuton (Aspal Batu Buton), yang merupakan daerah deposit aspal alam terbesar di dunia yaitu sekitar 677 juta ton. Sebagian besar dari deposit tersebut (yang telah dieksplorasi) berada di daerah Lawele, yaitu sekitar 210 juta ton atau setara dengan 63 juta ton aspal minyak.

Dengan memperhatikan persyaratan yang ada, penggunaan Asbuton dari Lawele dapat mensubstitusi penggunaan aspal minyak dalam campuran beraspal panas sekitar sepertiga dari kadar aspal optimum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan Asbuton Lawele dapat memperbaiki sifat campuran dengan menaikkan nilai stabilitas, nilai VMA, VIM, VFB, menaikkan stabilitas dinamis sampai 71%, serta menaikkan modulus resilien sampai 88%, yang akhirnya akan menambah umur konstruksi yang ditunjukkan dengan lebih tingginya nilai Nf dibandingkan tanpa penambahan Asbuton.

Dengan naiknya mutu campuran, dari hasil kajian harga konstruksi, lapisan beraspal dengan penambahan Asbuton Lawele mempunyai harga konstruksi 20% lebih murah dibandingkan tanpa Asbuton Lawele pada umur pelayanan yang sama.

Dengan kata lain penggunaan Asbuton Lawele dapat menghemat devisa negara sekaligus memperbaiki kinerja lapisan beraspal dari kerusakan dini.

SUMMARY

In the later years, there are two main issues on asphaltic worked, firstly the necessity of national asphalt which cannot be fulfilled by a domestic supplier, so that it has to be imported, and the second issue is the design life of pavement which cannot be reached resulting in early deterioration, due to softening and oxidation of asphalt for reason of high temperature.

One of the way to minimize on importing asphalt and also to improve the performance of asphalt mixture is to use domestic by using natural asphalt from Buton island at South East Sulawesi, which is called Asbuton (Buton Rock Asphalt), it has the biggest natural asphalt deposit in the world approximately 677 million tons. Most of the deposit (has been explored) is in Lawele, it is about 210 million tons or similar to 63 million tons of asphalt.

By looking at the available requirement, about one third of asphalt can be substituted by Lawele Asbuton on hot asphalt mixture. The result shown that adding the Lawele Asbuton can improve properties of asphalt mixture by raising stability value of VMA, VIM, VFB, up to 71% by dynamic stability and also resilient modulus improve until 88% and finally it can improve construction life which is shown by Nf value if compared to the one which is not adding Asbuton.

Because of improvement quality of mixture, from the result of construction price analyses, asphaltic pavement with Asbuton Lawele has construction cost 20% cheaper comparing with the service life.

In other word the use of Lawele Asbuton can save state devisa as well as improving performance of asphalt from early deterioration.

I. PENDAHULUAN

Dalam tahun-tahun belakangan ini, terdapat dua issue utama pada pekerjaan peraspalan di Indonesia. Pertama adalah kebutuhan aspal nasional untuk pemeliharaan, peningkatan, dan pengembangan aksesibilitas transportasi jalan adalah sekitar 1.200.000 ton/tahun yang tidak dapat dipenuhi pemasok dalam negeri sehingga setengah dari jumlah tersebut masih harus diimpor.

Issue kedua adalah tidak tercapainya umur rencana akibat kerusakan premature yang diindikasikan terjadi pelunakkan serta oksidasi pada aspal, karena temperatur tinggi, sehingga dibutuhkan bahan tambah untuk memperbaiki karakteristik aspal yang dalam pengadaannya kebanyakan masih harus diimpor.

Salah satu alternatif yang dapat dipertimbangkan untuk mengurangi impor aspal sekaligus memperbaiki kinerja campuran beraspal adalah memanfaatkan produk dalam negeri yaitu penggunaan aspal alam yang terdapat di pulau Buton Sulawesi Tenggara, biasa disebut Asbuton (Aspal Batu Buton), yang merupakan daerah deposit aspal alam terbesar di dunia yaitu sekitar 677 juta ton. Sebagian besar dari deposit tersebut yang telah dieksplorasi berada di daerah Lawele, yaitu sekitar 210 juta ton atau setara dengan \pm 63 juta ton aspal minyak. Selama ini Asbuton yang dieksploitasi berada di daerah pertambangan Kabungka dan sekitarnya, padahal jumlah depositnya relatif rendah, yaitu sekitar 60 juta ton atau setara dengan \pm 12 juta ton aspal minyak. Berdasarkan hal tersebut, perlu dikaji potensi dari Asbuton dari Lawele, yang dalam tulisan ini membahas kajian di laboratorium terhadap Asbuton dari Lawele ditinjau dari karakteristik campuran serta dari perkiraan harga satuan dalam pekerjaan pelapisan campuran beraspal panas.

II. METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam pengkajian adalah metodologi eksperimen di laboratorium yang didahului survai pendahuluan dan pengambilan contoh di lokasi sumber bahan yang dilanjutkan dengan pengujian bahan yang akan digunakan dalam campuran yaitu aspal keras pen 60, Asbuton dari Lawele dan agregat.

Dengan bahan yang telah diuji dan memenuhi persyaratan, dilakukan percobaan beton aspal campuran panas dengan dan tanpa Asbuton Lawele, sehingga setelah dianalisis dapat diketahui kelebihan dan kekurangan beton aspal dengan dan tanpa Asbuton, Lawele selanjutnya dari hasil yang telah diperoleh dapat dihitung nilai tambahannya.

III. HASIL PENGUJIAN

3.1. Bahan

Bahan yang digunakan pada pengkajian adalah Asbuton dari Lawele, Aspal keras pen 60, serta Agregat yang berasal dari daerah Karawang Jawa Barat.

3.1.1. Asbuton Lawele dan Aspal keras pen 60

Dari hasil ekstraksi diperoleh kadar bitumen Asbuton Lawele adalah 30,8% dan mineral 69,2%. Selanjutnya untuk mengetahui karakteristik bitumen Asbuton Lawele dan aspal keras pen 60 yang akan digunakan dalam campuran dilakukan pengujian fisik. Hasil pengujian karakteristik bitumen Asbuton dan Aspal keras pen diperlihatkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1.
HASIL PENGUJIAN KARAKTERISTIK BITUMEN ASBUTON DAN ASPAL KERAS PEN 60

Jenis Pengujian	Metoda Uji	Hasil pengujian		Syarat Aspal kefras pen 60	Satuan
		Bitumen Asbuton	Aspal kefras		
Penetrasi pada 25 °C, 100g, 5 detik	SNI 06-2456-91	36	67	60-79	0,1 mm
Titik lembek	SNI 06-2434-91	59,2	51,4	48 – 58	°C
Daktilitas pada 25 °C, 5 cm/menit	SNI 06-2432-91	> 140	> 140	>100	cm
Kelarutan dlm CL ₄	AASHTO T 44-90	99,58	99,7809	>99	(%)
Titik nyala	SNI 06-2433-91	198	318	>200	°C
Berat Jenis	SNI 06-2432-1991	1,0367	1,0389	>1,000	-
Penurunan berat (TFOT), 163°C, 5 jam	SNI 06-2441-1991	0,3048	0,0146	<0,4	(%)
Penetrasi setelah TFOT	SNI 06-2456-91	94	85		%
Titik lembek setelah TFOT	SNI 06-2434-91	62	53		°C
Daktilitas setelah TFOT	SNI 06-2432-91	>140	>140		cm

Dari hasil pengujian seperti diperlihatkan pada Tabel 3.1 menunjukkan bitumen yang dikandung Asbuton Lawele mempunyai karakteristik yang cukup baik hal tersebut ditunjang dengan analisis kimia yang memperlihatkan hasil uji parameter Maltene = 1.5010; Nitrogen/Parafin (N/P) = 2.4052 serta kandungan Asphaltene = 39.45%. Disamping itu pada Tabel yang sama juga memperlihatkan aspal keras yang digunakan dalam campuran memenuhi persyaratan.

3.1.2 Agregat

Agregat yang digunakan dalam campuran beraspal, diuji secara fisik dengan hasil seperti diperlihatkan pada Tabel 3.2.

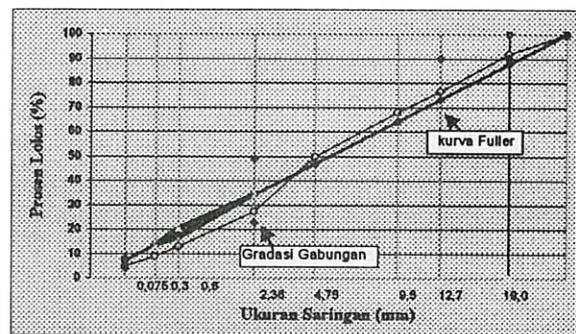
Tabel 3.2.
HASIL PENGUJIAN KARAKTERISTIK
AGREGAT KASAR DAN HALUS

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian		Perya ratan	Satu an
		Agregat kasar	Agregat halus		
1.	Abrasi L.A, 500 putaran,	14,4	-	Maks. 40	%
2.	Kelekatan terhadap aspal,	>95	-	Min. 95	%
3.	Kepiphan, %	14,7	-	Maks. 10	%
4.	Impact, %	15,08	-	-	-
5.	Berat Jenis:				
	- Bulk	2,603	2,64	-	-
	- SSD	2,664	2,70	-	-
	- Apparent	2,772	2,803	-	-
	Penyerapan, %	2,333	2,12	Maks. 3,0	%
6.	Lolos Saringan No. 200,		12,8	Maks. 10	%
7.	Sand Equivalent,	-	54,11	Minimum 40	%

3.2. Perencanaan campuran

Rancangan campuran didasarkan pada spesifikasi campuran beraspal panas dengan kepadatan mutlak.

Gradasi gabungan yang digunakan dipilih yang memotong lengkung Fuller. dengan kadar aspal campuran bervariasi dari 5 % s/d 7%. Gambar 3.3 memperlihatkan tipikal grafik pembagian butir gradasi gabungan dari agregat kasar, agregat halus dan mineral Asbuton.



Gambar 3.1. Gradasi Gabungan memotong kurva fuller

3.3. Hasil Pengujian Campuran

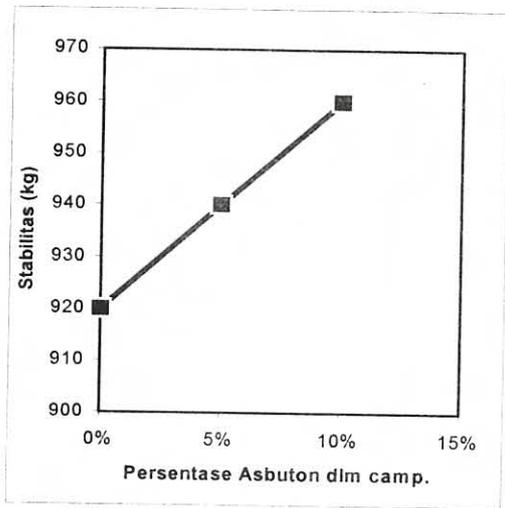
3.3.1. Hasil uji Campuran dengan Uji Marshall

Untuk mengetahui pengaruh penambahan Asbuton dalam beton aspal campuran panas terhadap volumetrik dan kekuatan campuran dilakukan pengujian dengan alat uji Marshall. Hasil pengujian diperlihatkan pada Tabel 3.3. dan Gambar 3.1

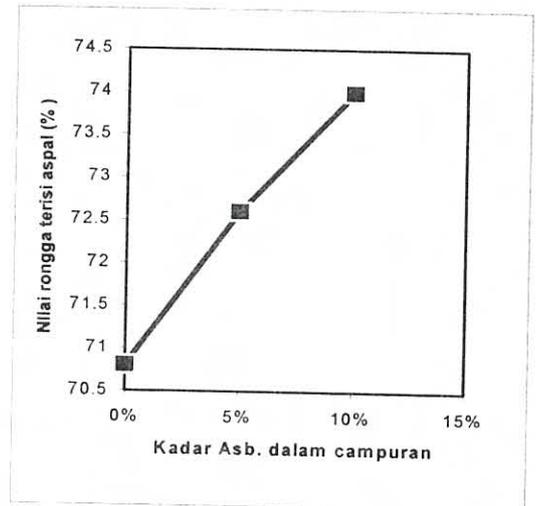
Tabel 3.3
Hasil Pengujian Marshall dan kepadatan mutlak

No	Jenis pengujian	Hasil pengujian			Syarat*)
		% Aasbuton dalam campuran			
		0 %	5 %	10 %	
1	Kadar aspal optimum, %	6.00	6.40	7.20	-
2	Kepadatan, gr/cm ³	2.304	2.280	2.242	-
3	Rongga dalam min. agr, %	17.42	18.30	20.20	Min. 15
4	Rongga terisi aspal, %	70.80	71.60	74.00	Min. 65
5	Rongga dalam campuran, %	5.09	5.12	5.30	4.9-5.9
6	Rongga dalam campuran pada kepadatan mutlak, %	3.31	3.80	2.70	Min. 2.50
7	Stabilitas, kg	920	940	960	Min. 800
8	Pelelehan mm	3.03	3.01	3.00	Min. 2
9	Marshall kuosien kg/mm	304	312	320	Min 200

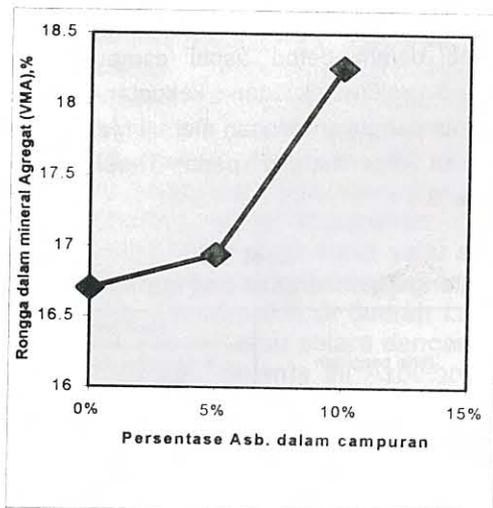
*) Sumber : Spesifikasi campuran beraspal dengan kepadatan mutlak



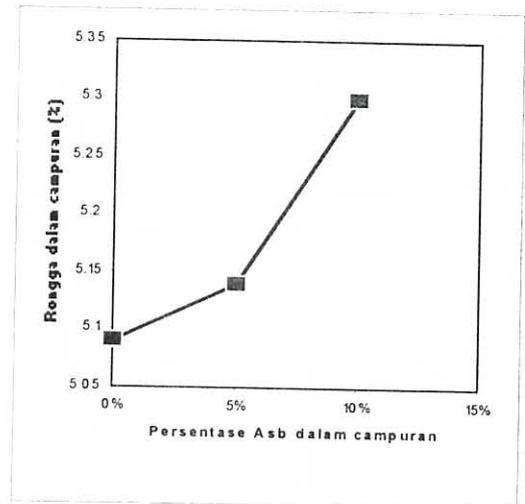
a) Hubungan % Asbuton dengan Stabilitas



c) Hubungan % Asbuton dengan VMA



c) Hubungan % Asbuton dengan VMA

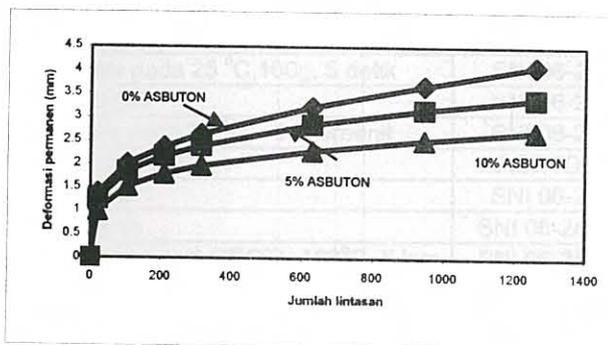


d) Hubungan % Asbuton dengan VIM

Gambar 3.1 Hubungan % Asbuton dalam Campuran dengan Karakteristik Campuran

3.3.2. Hasil uji Alur dengan Wheel Tracking Machine

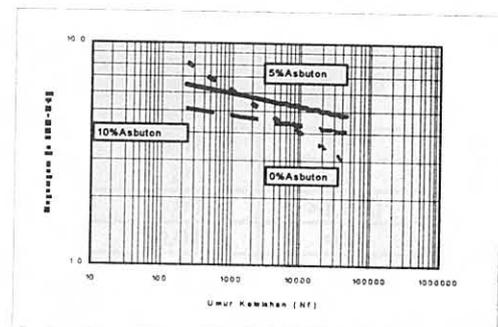
Untuk mengetahui pengaruh penambahan Asbuton dalam beton aspal campuran panas terhadap alur dilakukan pengujian dengan alat Wheel Tracking Machine. Tipikal hasil pengujian diperlihatkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Hubungan jumlah lintasan simulasi beban 8,12 ton dengan kedalaman alur

3.3.3. Hasil uji Fatig dengan Alat Dartec

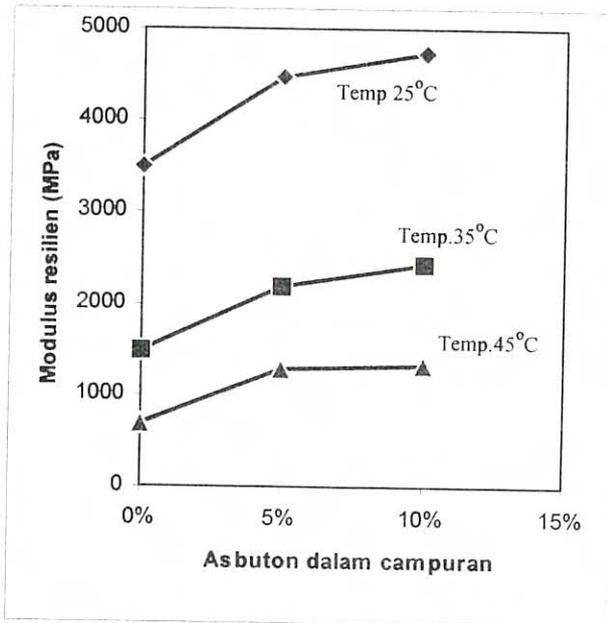
Untuk mengetahui pengaruh penambahan Asbuton dalam beton aspal campuran panas terhadap fatig dilakukan pengujian dengan alat Dartec. Ilustrasi hubungan antara regangan dan umur fatig (Nf) pada variasi kadar Asbuton dalam campuran beton aspal campuran panas dari lapisan diperlihatkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Hubungan umur kelelahan dg Regangan

3.3.4. Hasil uji Modulus kekakuan (MR) dengan alat UMATTA

Untuk mengetahui pengaruh penambahan Asbuton dalam beton aspal campuran panas terhadap modulus kekakuan dilakukan pengujian dengan alat UMATTA. Ilustrasi hubungan antara persentase Asbuton dalam campuran dengan nilai MR diperlihatkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Grafik % Asbuton dengan MR

IV. PEMBAHASAN HASIL UJI

4.1. Bahan

4.1.1. Asbuton Lawele dan Aspal keras pen 60

Kecuali nilai penetrasi pada bitumen Asbuton Lawele, kedua jenis aspal memenuhi persyaratan pada spesifikasi aspal. Dengan kadar bitumen dari Lawele 30,8% dengan nilai penetrasi 36 (0,1 mm) serta titik lembek 59,2 °C menghasilkan nilai Indeks penetrasi + 0,1 sedangkan aspal keras yang digunakan mempunyai nilai penetrasi 67 (0,1 mm) dan titik lembek 51,4 °C menghasilkan nilai Indeks penetrasi - 0,137.

Nilai indeks penetrasi tersebut menunjukkan kerentanan aspal keras terhadap perubahan temperatur jauh lebih tinggi dibandingkan bitumen asbuton Lawele. Apabila aspal keras diberi penambahan bitumen Asbuton, akan terdapat aspal gabungan yang lebih tahan terhadap perubahan temperatur. Namun demikian penggabungan dapat dilakukan apabila bitumen dari Asbuton Lawele telah diekstraksi yang membutuhkan biaya tinggi. Oleh karena itu apabila masih digunakan Asbuton berbentuk butir dalam campuran beraspal, perlu diperhitungkan mineral terhadap gradasi campuran, dalam hal ini ada

pembatasan filler dalam campuran beraspal yaitu rasio filler-bitumen content 0,4 – 1,2.

4.1.2. Agregat

Untuk keperluan pengkajian, terdapat dua jenis agregat, yaitu agregat kasar dan agregat halus, keduanya memenuhi persyaratan pada spesifikasi. Dari analisis saringan keduanya diperoleh gradasi gabungan yang memenuhi persyaratan, baik dengan kadar Asbuton 0%, 5% maupun 10%. Gradasi gabungan yang dipilih adalah gradasi yang memotong lengkung fuller dengan pertimbangan gradasi ini mempunyai fleksibilitas yang lebih tinggi dibandingkan gradasi di atas lengkung fuller, padahal pada pengkajian dilakukan penambahan Asbuton yang mempunyai kecenderungan menambah kekakuan, sehingga terjadi keseimbangan antara kekakuan dan fleksibilitas dari campuran.

4.2. Campuran

Terdapat empat jenis pengujian yang dilakukan untuk memperoleh karakteristik campuran beraspal yang dikaji, yaitu Uji Marshall, Uji alur, Uji fatig dan uji kekakuan.

4.2.1. Uji Marshall

Dari hasil uji Marshall ditunjukkan bahwa semua jenis campuran yang diuji memenuhi criteria Marshall yang disyaratkan, dari hasil pengujian tersebut terdapat beberapa hal yang dapat dikemukakan antara lain: Kadar aspal optimum bertambah sejalan dengan naiknya kadar Asbuton dalam campuran, demikian juga criteria lainnya, sehingga terdapat keseimbangan criteria yang diuji.

4.2.2. Uji alur

Dari hasil uji kedalaman alur ditunjukkan bahwa kedalaman alur menurun dan stabilitas dinamis bertambah sejalan dengan naiknya kadar Asbuton dalam campuran. Namun demikian terdapat hal menarik yang dapat dikemukakan yaitu pada 5% pertama penambahan Asbuton (2625 lint/mm) terdapat kenaikan stabilitas dinamis cukup signifikan yaitu mencapai 71% dibandingkan 0% Asbuton (1537 lint/mm), tetapi pada 5% kedua yaitu 10% penambahan asbuton (3315 lint/mm) kenaikan stabilitas dinamis hanya sekitar 20% dibandingkan 5% asbuton, oleh karena itu penambahan asbuton lebih efektif pada 5% Asbuton pertama daripada 10% Asbuton dalam campuran.

4.2.3. Uji fatig

Dari hasil uji fatig ditunjukkan bahwa pada regangan yang sama diperoleh repetisi beban yang lebih besar sejalan dengan bertambahnya persentase Asbuton dalam campuran beraspal atau pada beban yang sama akan timbul regangan

yang berbeda, sebagai ilustrasi dapat dikemukakan pada Nf 10.000 lintasan akan timbul regangan yang berlainan dari ketiga jenis campuran, berturut-turut 3,924 μm , 4,285 μm dan 5,20 μm , dengan kata lain pencapaian regangan yang sama akan dicapai oleh lintasan beban berbeda.

4.2.4. Uji kekakuan

Dari hasil uji kekakuan, kenaikan modulus kekakuan resilien yang paling nyata adalah dengan penambahan Asbuton pada 5% pertama yaitu sampai 88% untuk temperatur uji tertentu, namun pada penambahan 5% kedua atau 10% dari 0 % Asbuton, kenaikan modulus kekakuan resilien tidak begitu nyata yaitu hanya sekitar 4 – 6%

Bertambahnya Asbuton dalam campuran memberikan ketahanan terhadap perubahan temperatur, yang diperlihatkan dengan penurunan modulus resilien campuran tanpa Asbuton mengalami penurunan sampai 80% pada temperatur uji 45°C, sedangkan campuran yang ditambah Asbuton mengalami penurunan sekitar 70% jadi terdapat selisih 10%.

4.2.5. Simulasi perhitungan penentuan tebal overlay

Dengan data hasil pengujian yang telah dilakukan, untuk mengetahui pengaruh penggunaan Asbuton dalam campuran beraspal panas dilakukan simulasi perhitungan penentuan tebal overlay menggunakan program Kenlayer, data lapangan yang digunakan adalah data pada ruas jalan Padalang – Purwakarta, dengan data :

- Lapis permukaan : 5 cm, angka poison : 0,35; E = 348.000 psi
- Lapis pondasi atas : 13 cm, angka poison : 0,35; E = 87.000 psi
- Lapis pondasi bawah: 20 cm, angka poison:0,35; E = 58.000 psi
- Subgrade : angka poison: 0,45 ; E = 17260 psi
- Lalu-lintas per tahun : 3.914.000 ESA

Dari perhitungan dengan menggunakan program Kenlayer, diperoleh umur sisa dari perkerasan adalah 1,26 tahun dengan lalu-lintas 4.925.200 ESA

Dengan variasi penambahan Asbuton 0%, 5% dan 10 % terhadap total campuran, beban lalu-lintas 3.914.000 ESA diperoleh rencana tebal dan umur rencana :

Apabila ditetapkan umur rencana yang sama, dalam hal ini 5 tahun, diperoleh overlay :

- Beton aspal campuran panas tanpa Asbuton : 10 cm
- Beton aspal campuran panas dengan 5% Asbuton : 8 cm

- Beton aspal campuran panas dengan 10% Asbuton: 7,75 cm

Hasil perhitungan memperlihatkan makin banyak prosentase Asbuton ditambahkan ke dalam campuran beraspal panas, makin tipis tebal overlay yang dibutuhkan.

Dengan kata lain, penambahan 5% Asbuton dalam campuran akan mengurangi tebal overlay sampai 20% pada umur pelayanan jalan yang sama.

4.2.6. Perbandingan Biaya Produksi Campuran

Untuk melihat biaya konstruksi dari campuran beraspal panas tanpa dan dengan Asbuton, digunakan analisis biaya berdasarkan harga bahan, biaya operasi, seperti dipelihatkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1
TOTAL BIAYA PER TON CAMPURAN DENGAN DAN TANPA ASBUTON

No.	Jenis Biaya	Biaya Bahan		
		0% Asbuton (Rp)	5% Asbuton (Rp)	10% Asbuton (Rp)
1.	Biaya Bahan	197.325	200.205	203.095
2.	Biaya Alat	74.982	74.982	74.982
3.	Biaya Pekerja	1.720	1.720	1.720
4.	Biaya Overhead dan Laba	32.883	33.229	33.576
	Jumlah	306.910	310.136	313.373

Berdasarkan Tabel 4.1, menunjukkan komponen yang sangat berpengaruh pada perhitungan harga satuan campuran beraspal adalah harga satuan bahan dan overhead yang memperlihatkan makin tinggi persentase Asbuton yang ditambahkan, makin tinggi harga per ton campuran.

Namun demikian apabila dihitung dari segi konstruksi, lapisan beraspal dengan Asbuton lebih ekonomis dibandingkan tanpa Asbuton Hal tersebut ditunjukkan dengan perhitungan yang menunjukkan penambahan 5% Asbuton dalam campuran beraspal panas akan mengurangi tebal overlay sebesar 20%, untuk pembuktian lebih lanjut dilakukan ilustrasi perhitungan dengan dasar umur rencana 5 tahun :

- Campuran beraspal panas tanpa Asbuton (0%)
Untuk satu ton campuran akan diperoleh lapisan padat 10 cm seluas 4,35 meter persegi yang bila dihitung dengan uang akan diperoleh harga per meter persegi adalah RP. 70.554,-
- Campuran beraspal panas dengan 5% Asbuton
Untuk satu ton campuran akan diperoleh lapisan padat 8 cm seluas 5,43 meter persegi yang bila dihitung dengan uang akan diperoleh harga per meter persegi adalah RP.57.115,-
- Campuran beraspal panas dengan 10% Asbuton
Untuk satu ton campuran akan diperoleh lapisan padat 7,75 cm seluas 5,61 meter

persegi yang bila dihitung dengan uang akan diperoleh harga per meter persegi adalah RP.55.859,-

Dari ilustrasi di atas untuk umur rencana yang sama, yaitu 5 tahun :

- Campuran beraspal dengan 5% Asbuton
Untuk satu meter persegi akan dihemat sebesar RP.13.439,- atau 19,04% dibandingkan dengan campuran beraspal tanpa Asbuton
- Campuran beraspal dengan 10% Asbuton
Untuk satu meter persegi akan dihemat sebesar RP.14.695,- atau 20,83% dibandingkan dengan campuran beraspal tanpa Asbuton

Dengan kata lain hasil akhir penggunaan campuran beraspal panas yang ditambah Asbuton untuk overlay lebih ekonomis dibandingkan dengan campuran beraspal panas tanpa Asbuton, meskipun harga satuan per tonnya lebih mahal.

V. KESIMPULAN

Dari uraian yang telah dikemukakan dapat disimpulkan bahwa Asbuton berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut dengan pertimbangan :

1. Tingginya ketersediaan Asbuton di Lawele (210 juta ton), sehingga kesinambungan pekerjaan peraspalan terjaga.
2. Kualitas campuran yang ditambah Asbuton lebih baik dibandingkan tanpa Asbuton yang diperlihatkan dengan parameter Marshall.
3. Penambahan Asbuton dalam campuran beraspal panas akan menghemat penggunaan aspal minyak sampai sepertiga dari kebutuhan aspal.
4. Penambahan Asbuton dalam campuran beraspal akan menaikkan kekakuan campuran

sampai 93% dari campuran tanpa Asbuton dan lebih tahan terhadap alur. Namun demikian campuran dengan Asbuton dapat menahan tegangan-regangan yang terjadi pada lapisan.

5. Campuran dengan penambahan Asbuton lebih tahan terhadap perubahan temperatur, sehingga dapat diterapkan pada lokasi penghamparan dengan temperatur perkerasan yang relatif tinggi
6. Lapisan dengan campuran 5% Asbuton akan menghemat dana sekitar 20% dibandingkan tanpa Asbuton dengan umur rencana yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Kimpraswil, 2001 *seksi 6.3. Spesifikasi Campuran Beraspal Panas*, 2001
- Kurniadji, 2002, *Penggunaan Buton Lake Asphalt* di dalam Campuran Beraspal Panas, Departemen Kimpraswil
- Shell, 1990, *The Shell Bitumen Handbook*, Shell
- Wilkins, 1989, *Quality of Asbuton Bitumen and Design*, Alberta Research Council, Canada, 1989

Penulis :

Ir. Kurniadji MSc., Peneliti pada Balai Bahan perkerasan Jalan, di Pusat Penelitian dan Pengembangan Prasarana Transportasi. Badan Litbang Kimpraswil, Departemen Kimpraswil