

**KAJIAN CAMPURAN ASPAL PANAS AGREGAT (AC-BC)
DENGAN TAMBAHAN ASPAL ASBUTON
BERBUTIR BGA (BUTON GRANULAR ASPHALT)
DENGAN PENGUJIAN MARSHALL**

Oleh :

Misbah*, Sugeng Herianto**

* Dosen Teknik Sipil

** Mahasiswa Teknik Sipil

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Institut Teknologi Padang

Intisari

Seiring dengan makin tingginya tingkat pengguna jalan raya, serta bertambahnya jumlah kendaraan maka tingkat kebutuhan atau tuntutan lapangan semakin tinggi. Saat ini masih banyak terdapat ruas-ruas jalan beraspal yang dilewati lalu lintas tergolong berat masih menggunakan aspal standar yang perpertisnya masih perlu disesuaikan dengan tuntutan sekarang. Deformasi, retak alur atau perubahan bentuk lainnya adalah beberapa permasalahan yang terjadi pada perkerasan jalan saat ini. Sebagai salah satu alternatif penanganan dari aspek perkerasan jalan beraspal yang sesuai dengan tuntutan lapangan, yang memperhitungkan beban lalu lintas yang lewat dengan penggunaan aspal Asbuton *Berbutir (BGA)* yang merupakan perpaduan antara aspal keras dengan asbuton semi ekstraksi, yang berfungsi sebagai aspal dan pengisi, rongga dalam campuran beraspal diharapkan dapat mengantisipasi kerusakan dini yang terjadi pada ruas-ruas jalan yang melayani beban lalu lintas berat dan temperatur tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara aspal biasa pen 60/70 dengan penambahan asbuton berbutir pen 20/25 sebesar 2,5% , 3.0% dan 5,0% dengan agregat kasar batu pecah hasil stone crusher dan agregat halus berupa crusher dust. Dari analisa didapat nilai optimal aspal pen 60/70 kadar aspalnya adalah : 5,4%, sedangkan penambahan aspal buton berbutir (BGA) pen 20/25 sebesar 2,5% kadar aspalnya 5,5%, 3,0% kadar aspalnya 5,4% dan 5 % kadar aspalnya 5,5%. Nilai aspal asbuton berbutir pen 20/25 dibanding dengan aspal pen 60/70 lebih baik karena dari hasil penelitian terlihat aspal asbuton berbutir memiliki keunggulan dibanding aspal 60/70.

Kata Kunci : Buton Granular Asphalt (BGA).

Abstract

Along with the high rate of road users, as well as the increasing number of vehicles, the level of needs or demands of the field tinggi. Saat there is still a lot of paved road sections that passed relatively heavy traffic still uses standard asphalt perpertisnya still need to be adjusted to the demands now . Deformation, cracks or deformation other grooves are several problems that occur in the pavement today. As an alternative handling of aspects of asphalt pavement in accordance with the demands of the field, which takes into account the traffic load through the use of Asphalt Asbuton Grained (BGA) which is a blend of hard asphalt with semi asbuton extraction, which serves as asphalt and filler, cavity in the asphalt mixture is expected to anticipate the damage that occurs early on road sections that serve heavy traffic load and high temperature. This study aims to determine the ratio between ordinary pen bitumen 60/70 with the addition of 20/25 pen grained asbuton by 2.5%, 3.0% and 5.0% with coarse aggregate stone crusher crushed stone and aggregates results in the form of fine crusher dust. From the analysis of the optimal value obtained pen bitumen 60/70 grade asphalt are: 5.4%, while the addition of Buton Asphalt Grained (BGA) 2.5% 20/25 pen asphalt content of 5.5%, 3.0% asphalt content of 5 , 4% and 5% asphalt content of 5.5%. Value asbuton grained asphalt pen 20/25 compared with 60/70 pen asphalt is better because of the research looks asbuton grained asphalt bitumen 60/70 has the advantage over.

Keywords : Buton Granular Asphalt (BGA).

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Aspal Asbuton Berbutir (Buton Granular Asphalt, BGA) atau aspal alam batu buton dari pulau Buton Sulawesi Tenggara, sebagai salah satu sumber daya alam Indonesia, memiliki potensi yang sangat besar dibandingkan dengan aspal alam di Negara lainnya.

Berdasarkan data tahun 2000 dari Departemen Kimpraswil, kebutuhan aspal nasional Indonesia sekitar 1.2 juta ton pertahun. Dari kebutuhan ini, baru 0.6 juta ton saja yang dapat dipenuhi oleh PT. Pertamina, sedangkan sisanya dipenuhi melalui import (Dep. Kimpraswil,2000). Berdasarkan data tersebut tampak potensi pemanfaatan aspal asbuton berbutir dibidang perkerasan jalan belum menggembirakan, sedangkan jika pemenuhan kebutuhan tersebut bisa ditingkatkan tentu akan mengurangi import aspal serta memberikan beberapa keuntungan lainnya.

Saat ini yang terjadi justru kesan negatif dari para pelaksana jalan bahwa Asbuton berbutir identik dengan pelaksanaan yang sulit, mutu yang rendah dan harga yang tinggi dibanding aspal minyak. Berdasarkan hasil penelitian akhir-akhir ini, ada indikasi bahwa dibanding aspal minyak, Asbuton berbutir memiliki mutu yang tinggi, pelaksanaannya tidak sulit dan relatif lebih murah. Kesan negatif timbul sebenarnya karena kesalahan penerapan teknologi sebelumnya. Pemanfaatan Asbuton berbutir diarahkan untuk perkerasan jalan dengan metoda campuran panas (Hot Mix). Dengan metoda ini, meskipun menggunakan aspal minyak akan menghasilkan karakteristik perkerasan jalan yang jauh lebih rendah dan sulit dibandingkan dengan metoda campuran panas (Hot Mix) yang sudah umum dilakukan. Selain itu, pemahaman para pelaksana jalan pun terhadap metoda Cold Mix masih rendah dibanding pemahamannya terhadap metoda Hot Mix.

Namun karena sebelumnya campuran Asbuton berbutir selalu dilaksanakan secara dingin, maka karakteristik Asbuton berbutir. Hasil penelitian dan pengembangan terkini, Asbuton berbutir dapat dipakai sebagai substitusi Aspal biasa, karena mempunyai kelebihan dibanding dengan Aspal biasa, karena mengandung bahan aromatik dan resin yaitu daya lekat (anti stripping) dan kelenturan (fatigue life) yang tinggi dan titik lembek tinggi sehingga stabilitas campuran tinggi, cocok untuk daerah temperatur tinggi (tropis).

Tinjauan Pustaka

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat, yang mengandung hydrocarbon. Menurut Asphalt Institute, MS-22 2001, sifat-sifat aspal yang dibutuhkan untuk perkerasan jalan adalah :

- a. Daya Tahan (Durabilitas)
- b. Adhesi dan Kohesi
- c. Kepekaan terhadap campuran
- d. Kekerasan aspal

Agregat atau batuan adalah kumpulan butir-butir mineral alam maupun buatan yang dapat berupa batu pecah, kerikil, pasir atau komposisi mineral lain.

Agregat merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan (sekitar 90% - 95% berat atau 75% - 85% volume campuran).

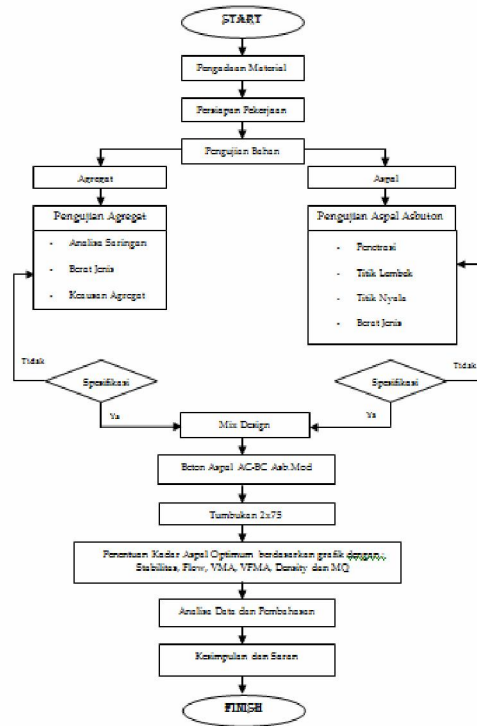
Berdasarkan besar partikelnya agregat dibedakan menjadi agregat kasar dan agregat halus. Agregat kasar adalah batuan yang tertahan saringan no : 8 (2,38 mm) dan agregat halus adalah batuan yang lolos saringan no. 8 (2,38 mm) dan tertahan saringan no : 200 (0,075 mm).

Metodologi

Pada penelitian ini metoda pengujian berupa pembuatan dan pengujian sejumlah benda uji standar berbentuk tabung dengan diameter 102 mm (4 inch) dan tinggi 63,5 mm (2.5 inch). Pemadatan dilakukan dengan penumbukan sebanyak 75 kali per bidang di Laboratorium dengan total benda uji 72 sampel dengan rincian sbb :

Tabel 1., Jumlah Benda Uji

No.	Campuran Panas Agregat	Kadar Aspal (%)	Kadar Aspal Pen 60/70	Kadar Aspal BGA	Jumlah Sampel
1.	Aspal Bitum ACBC	6.5	100%	0%	2
2.	Aspal Bitum ACBC	5.0	100%	0%	2
3.	Aspal Bitum ACBC	3.5	100%	0%	2
4.	Aspal Bitum ACBC	2.0	100%	0%	2
5.	Aspal Bitum ACBC	0.5	100%	0%	2
6.	Aspal Bitum ACBC	0.0	100%	0%	2
Jumlah Benda Uji Jenis Aspal Bitum ACBC					12
No.	Campuran Panas Agregat	Kadar Aspal (%)	Kadar Aspal Pen 60/70	Kadar Aspal BGA	Jumlah Sampel
1.	Aspal Bitum ACBC Perambahan Adhutan 2.5%	6.5	97.5%	2.5%	2
2.	Aspal Bitum ACBC Perambahan Adhutan 2.5%	5.0	97.5%	2.5%	2
3.	Aspal Bitum ACBC Perambahan Adhutan 2.5%	3.5	97.5%	2.5%	2
4.	Aspal Bitum ACBC Perambahan Adhutan 2.5%	2.0	97.5%	2.5%	2
5.	Aspal Bitum ACBC Perambahan Adhutan 2.5%	0.5	97.5%	2.5%	2
6.	Aspal Bitum ACBC Perambahan Adhutan 2.5%	0.0	97.5%	2.5%	2
Jumlah Benda Uji Jenis Aspal Bitum ACBC - Adhutan 2.5%					12
No.	Campuran Panas Agregat	Kadar Aspal (%)	Kadar Aspal Pen 60/70	Kadar Aspal BGA	Jumlah Sampel
1.	Aspal Bitum ACBC Perambahan Adhutan 5%	6.5	95%	5.0%	2
2.	Aspal Bitum ACBC Perambahan Adhutan 5%	5.0	95%	5.0%	2
3.	Aspal Bitum ACBC Perambahan Adhutan 5%	3.5	95%	5.0%	2
4.	Aspal Bitum ACBC Perambahan Adhutan 5%	2.0	95%	5.0%	2
5.	Aspal Bitum ACBC Perambahan Adhutan 5%	0.5	95%	5.0%	2
6.	Aspal Bitum ACBC Perambahan Adhutan 5%	0.0	95%	5.0%	2
Jumlah Benda Uji Jenis Aspal Bitum ACBC - Adhutan 5.0%					12
No.	Campuran Panas Agregat	Kadar Aspal (%)	Kadar Aspal Pen 60/70	Kadar Aspal BGA	Jumlah Sampel
1.	Aspal Bitum ACBC Perambahan Adhutan 7.5%	6.5	92.5%	7.5%	2
2.	Aspal Bitum ACBC Perambahan Adhutan 7.5%	5.0	92.5%	7.5%	2
3.	Aspal Bitum ACBC Perambahan Adhutan 7.5%	3.5	92.5%	7.5%	2
4.	Aspal Bitum ACBC Perambahan Adhutan 7.5%	2.0	92.5%	7.5%	2
5.	Aspal Bitum ACBC Perambahan Adhutan 7.5%	0.5	92.5%	7.5%	2
6.	Aspal Bitum ACBC Perambahan Adhutan 7.5%	0.0	92.5%	7.5%	2
Jumlah Benda Uji Jenis Aspal Bitum ACBC - Adhutan 7.5%					12
Total Jumlah Benda Uji Jenis Aspal Bitum - Jenis Aspal Bitum					72 Sampel



Gambar. 1. Bagan Alir Penelitian

SHELL BITUMEN (1990) menyatakan bahwa campuran panas aspal agregat harus memiliki kemampuan untuk :

- a) Memiliki ketahanan terhadap deformasi permanen.
- b) Ketahanan terhadap retak lelah (fatigue)
- c) Mudah dikerjakan saat penghamparan sampai tingkat kepadatan yang diinginkan dengan peralatan yang memungkinkan.
- d) Bersifat kedap air untuk melindungi lapisan perkerasan di bawahnya terhadap pemasukan air dari luar yang bersifat merusak.
- e) Tahan lama dan mampu menahan abrasi oleh lalu lintas, pengaruh air dan udara.
- f) Berperan dalam mendukung struktur perkerasan
- g) Pemeliharaan murah dan paling utama harganya murah.

Di dalam penelitian, pendekatan empiris yang dipakai yang sesuai dengan perhitungan Marshall adalah sebagai berikut :

a) Berat jenis Bulk dari total agregat:

$$G_{sb} = \frac{P_1}{P_1 / G_{sb}} + \frac{P_2}{P_2 / G_{sb}} + \dots + \frac{P_n}{P_n / G_{sb}}$$

b) Berat jenis Apparent dari total agregat

$$G_{sa} = \frac{P_1}{P_1 / G_{sa_1}} + \frac{P_2}{P_2 / G_{sa_1}} + \dots + \frac{P_n}{P_n / G_{sa_n}}$$

c) Berat jenis efektif dari total agregat

$$G_{se} = \frac{G_{sb} + G_{sa}}{2}$$

d) Isi Bulk dari campuran padat, cc

$$V_{bulk} = W_{ssd} - W_w$$

e. VIM/Rongga didalam campuran (prosentase dari volume total)

$$VIM = 100 \times \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}}$$

f. VMA/Rongga dalam agregat (prosentase dari volume total)

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb} - P_s}{G_{sb}}$$

g. VFA/Rongga terisi aspal (prosentase dari VMA)

$$VFA = 100 \times \frac{VMA - VIM}{VMA}$$

h. Penyerapan aspal

$$P_{ba} = 100 \times \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{se} G_{sb}} X G_b$$

i. Kadar aspal efektif dari total campuran

$$P_{be} = P_b - \frac{P_{ba}}{100} X P_s$$

j. Marshal Quotient (MQ) :

$$MQ = \frac{MS}{MF}$$

k. Kekuatan Sisa Marshall :

$$MRS = \frac{M_{si}}{M_{Ss}}$$

Dengan maksud,

P_1, P_2, \dots, P_n = prosentase berat agregat
 $G_{sb}, G_{sb n}$ = berat jenis dari agregat

$G_{sa1}, G_{sa n}$, = berat jenis apparent dari agregat

G_{sa} = berat jenis apparent dari total agregat

G_{sb} = berat jenis bulk dari total agregat

V bulk = volume bulk campuran dipadatkan

W_{ssd} = berat jenis kering permukaan

W_w = berat dalam air

G_{mb} = berat jenis bulk pada campuran padat

G_{mm} = berat jenis teoritis maksimum campuran padat

P_{mm} = prosentase berat dari total campuran lepas 100%

P_b = kadar aspal

G_b = berat jenis aspal

P_s = prosentase berat agregat VIM rongga dalam campuran

VITM = rongga dalam campuran

VFWA = rongga udara terisi aspal

VMA = rongga udara dalam agregat

P_{ba} = penyerapan aspal, prosentase dari berat agregat

P_{be} = kadar aspal efektif, prosentase dari berat campuran

MS = Stabilitas Marshall, kg

MF = Marshall Flow (mm)

MSS = stabilitas Marshall pada kondisi standar (kg)

MSI = stabilitas Marshall pada kondisi perendaman (kg)

Pengujian Marshall

Pengujian Marshall adalah metode pengujian laboratorium untuk bahan dasar perkerasan yang meliputi pengujian karakteristik campuran dan perencanaan kadar aspal optimum. Pengujian ini menghasilkan sejumlah data Marshall properties dan terdiri dari Stabilitas, Flow, rongga antar butir agregat (VMA), rongga dalam campuran (VIM), rongga terisi bitumen (VFB), dan Marshall Quotient (MQ).

Hasil

Dari hasil pemeriksaan yang telah dilakukan terhadap Aspal Biasa Penetrasi

60/70, Penetrasi sebesar : 63, Titik Lembek sebesar : 49 °C, Titik Nyala sebesar > 335 °C, Kehilangan Berat sebesar 0.01, Kelarutan sebesar 99.824, Daktilitas sebesar > 150 cm dan Berat Jenis sebesar 1.031 gr/cc.

Dari hasil pemeriksaan yang telah dilakukan terhadap Aspal Asbuton Berbutir (BGA), Penetrasi 17, Titik Lembek sebesar 62.3 °C, Titik Nyala sebesar 288 °C, Penurunan Berat sebesar 0.02 %, Kelarutan dalam Trichlor Etylen sebesar 91.3, Daktilitas sebesar > 140 cm dan Berat Jenis sebesar 1,044 gr/cc.

Dari hasil pemeriksaan yang telah dilakukan terhadap Abu Batu, Bulk Specific Grafity sebesar : 2.426 gr/cc, ssd Bulk Specific Grafity sebesar : 2.481 gr/cc, Apparent Specific Grafity sebesar : 2.567 gr/cc dan Absorption sebesar : 2.260 %.

Dari hasil pemeriksaan yang telah dilakukan terhadap Agregat 0.5 – 1 cm, Bulk Specific Grafity sebesar : 2.500 gr/cc, ssd Bulk Specific Grafity sebesar : 2.554 gr/cc, Apparent Specific Grafity sebesar : 2.641 gr/cc dan Absorption sebesar : 2.133 %.

Dari hasil pemeriksaan yang telah dilakukan terhadap Agregat 1 – 2 cm, Bulk Specific Grafity sebesar : 2.545 gr/cc, ssd Bulk Specific Grafity sebesar : 2.575 gr/cc, Apparent Specific Grafity sebesar : 2.624 gr/cc dan Absorption sebesar : 1.187 %.

Pembahasan

Dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pembahasan tentang Marshall properties yang terdiri dari Stabilitas, Flow, rongga antar butir agregat (VMA), rongga dalam campuran (VIM), rongga terisi bitumen (VFB), dan Marshall Quotient (MQ).

Stabilitas

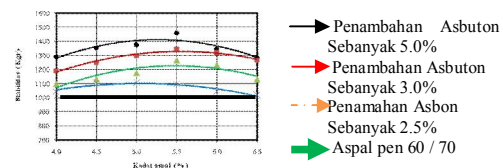
Stabilitas merupakan kemampuan lapis perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa mengalami perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur (rutting), maupun mengalami bleeding, nilai stabilitas dipengaruhi oleh kohesi/penetrasi, kadar aspal, gesekan (internal friction), sifat saling mengunci (interlocking) dari partikel-partikel agregat, bentuk, tekstur permukaan serta gradasi agregat. Nilai stabilitas yang terlalu tinggi menyebabkan campuran menjadi terlalu kaku, hal ini berakibat perkerasan mudah menjadi retak bila menerima beban, tapi bila nilai stabilitas yang terlalu rendah campuran aspal agregat akan mudah mengalami rutting oleh adanya beban lalu lintas. nilai stabilitas dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

Tabel 2 Hasil Pengujian stability campuran aspal panas (AC-BC)

KADAR ASPAL (%)	AC-BC ASPAL BIASA PEN 60/70	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 2,5 %	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 3%	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 5%
4.0	1045.3	1097.0	1191.2	1290.1
4.5	1106.5	1130.0	1247.7	1356.4
5.0	1104.4	1177.1	1299.5	1374.6
5.5	1092.3	1266.5	1341.9	1459.6
6.0	1045.1	1232.6	1318.3	1346.8
6.5	1021.9	1130.0	1266.5	1287.8

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Hubungan antara kadar aspal dan Stabilitas dapat dilihat pada Gambar 2 berikut :



Gambar 2 : Hubungan antara kadar aspal dan Stabilitas

Penambahan kadar aspal mulai dari 4,0% sampai 6,5% pada campuran aspal biasa, ternyata nilai stabilitas mengalami peningkatan, setelah penambahan kadar aspal berikutnya nilai stabilitas menurun.

Naiknya nilai stabilitas disebabkan oleh bertambahnya jumlah aspal yang menyelimuti agregat sehingga kohesi dan kerapatan campuran semakin meningkat karena fungsi aspal sebagai bahan pengikat mampu mengikat agregat kasar dan halus sehingga saling mengunci. Penurunan nilai stabilitas disebabkan oleh penambahan aspal telah berubah fungsi sebagai pelicin dan mengurangi daya ikat antara agregat, sehingga menurunkan kelekatan dan gesekan antara agregat.

Begitu juga pada penambahan asbuton sebanyak 2.5% nilai stabilitas juga mengalami kenaikan dari kadar aspal 4.0% sampai kadar aspal 5.5% begitu juga penambahan asbuton sebesar 3.0% dan 5.0% nilai stabilitas juga mengalami kenaikan dari kadar aspal 4.0% sampai 5.5%, dibandingkan dengan penambahan asbuton 2,5% nilai stabilitas penambahan asbuton 3.0% dan 5.0% cukup tinggi. Penurunan nilai stabilitas disebabkan oleh penambahan aspal telah berubah fungsi sebagai pelicin dan mengurangi daya ikat antara agregat, sehingga menurunkan kelekatan dan gesekan antara agregat.

Flow

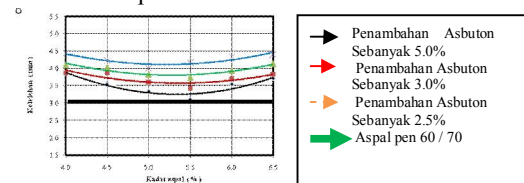
Flow (kelelahan) adalah deformasi vertikal yang terjadi mulai dari awal pembebanan sampai dengan kondisi stabilitas menurun, yang menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapis perkerasan akibat menahan beban yang diterimanya, pengujian dengan alat Marshall. *Flow* (kelelahan) merupakan besarnya perubahan bentuk plastis suatu benda uji campuran agregat yang terjadi akibat pembebanan yang dilakukan sampai batas keruntuhan, dinyatakan dalam panjang. nilai *Flow* dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

Tabel. 3. Hasil Pengujian Flow campuran Aspal panas (AC-BC)

KADAR ASPAL (%)	AC-BC ASPAL BIASA PEN 60/70	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 2,5 %	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 3%	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 5%
4.0	4.4	4.1	3.9	3.87
4.5	4.2	4.1	3.9	3.53
5.0	4.0	4.0	3.6	3.33
5.5	4.2	3.7	3.4	3.10
6.0	4.3	4.0	3.7	3.53
6.5	4.4	4.1	3.8	3.70

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Hubungan antara kadar aspal dan Flow dapat dilihat pada Gambar 3 berikut :



Gambar 3 : Hubungan antara kadar aspal dengan flow

Pada campuran aspal biasa dan campuran aspal asbuton berbutir, penambahan kadar aspal mulai dari 4,0% sampai 6,5% untuk kedua nilai *flow* mengalami kenaikan, hal ini mengidentifikasi bahwa penambahan kadar aspal masih mampu mengisi rongga antar butiran agregat sehingga campuran bersifat plastis atau memenuhi standar yang ditentukan spesifikasi (min 3 mm).

Pada penambahan asbuton sebesar 3.0% nilai *flow* mengalami penurunan hal ini disebabkan karena filler yang terkandung dalam asbuton meskipun begitu nilai *flow* didalam penambahan asbuton sebesar 3.0% masih didalam spesifikasi.

Untuk penambahan kadar aspal selanjutnya, campuran aspal panas jenis AC-BC memiliki nilai *flow* yang tinggi jadi diharapkan penambahan kadar aspal masih mampu mengikat dan mengisi rongga diantara butiran agregat serta menyelimuti agregat.

Marshall Quotient

Marshall Quotient merupakan hasil bagi Marshall dengan *flow*. Nilai *flow* menggambarkan nilai fleksibilitas dari campuran. Semakin besar nilai MQ berarti

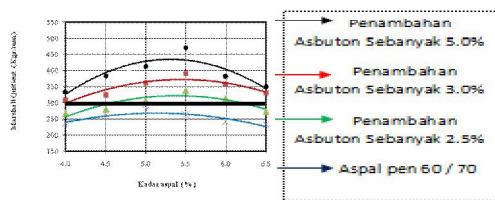
campuran semakin kaku dan sebaliknya semakin kecil nilai MQ, maka campuran semakin lentur. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil bagi Marshall yaitu nilai stability dan flow, penetrasi, viscositas aspal, kadar aspal campuran, bentuk dan tekstur permukaan agregat, gradasi agregat. nilai Marshall Quotient dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

Tabel. 4. Hasil Pengujian MQ campuran Aspal panas (AC-BC)

KADAR ASPAL (%)	AC-BC ASPAL BIASA PEN 60/70	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 2,5 %	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 3%	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 5%
4.0	235.8	267.6	308.1	333.6
4.5	261.4	280.2	322.7	383.9
5.0	276.1	307.1	360.9	412.4
5.5	262.2	339.3	390.8	470.8
6.0	241.2	313.62	356.3	381.2
6.5	232.25	273.39	330.4	348.06

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Hubungan antara kadar aspal dan MQ dapat dilihat pada Gambar 4 berikut :



Gambar 4 : Hubungan kadar aspal dengan MQ

Untuk campuran aspal panas biasa, penambahan kadar aspal kenaikan nilai MQ mulai dari 4,% sampai 5,5%. Hal ini mengidentifikasi bahwa bentuk gradasi campuran AC-BC menyelimuti permukaan agregat lebih banyak. Sedangkan kadar aspal 5.5% sampai 6.5% nilai MQ mengalami penurunan. Serta pada penambahan asbuton 2.5% campuran aspal panas asbuton berbutir kenaikan nilai MQ mulai dari 4,0% sampai 5,5% dan penambahan kadar aspal di atas batas maksimum akan menurunkan nilai MQ campuran.

Sedangkan penambahan asbuton sebesar 3.0% dan 5.0% nilai MQ pada kadar aspal 4.0% sampai dengan kadar aspal 5.5% mengalami peningkatan dibandingkan dengan penambahan asbuton 2.5% nilai

MQ pada penambahan asbuton 3.0% dan 5.0% cukup tinggi.

Void in Mineral aggregate (VMA)

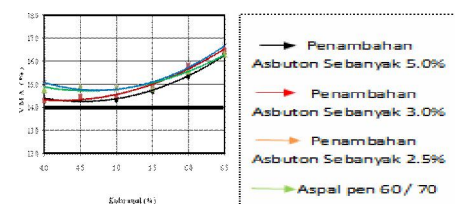
Void in mineral agregat (VMA) merupakan rongga udara antar butiran agregat yaitu rongga udara yang ada diantara partikel campuran agregat aspal yang sudah dipadatkan termasuk ruang yang terisi aspal yang dinyatakan dalam persen terhadap total volume campuran aspal agregat, faktor-faktor yang mempengaruhi void in mineral aggregate antara lain gradasi agregat (komposisi campuran agregat dan ukuran diameter butir terbesar), energi pemadat, kadar aspal dan bentuk butiran. nilai VMA dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

Tabel. 5. Hasil Pengujian VMA campuran Aspal panas (AC-BC)

KADAR ASPAL (%)	AC-BC ASPAL BIASA PEN 60/70	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 2,5 %	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 3%	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 5%
4.0	15.019	14.775	14.302	14.322
4.5	14.922	14.919	14.450	14.386
5.0	14.807	14.878	14.449	14.325
5.5	14.923	14.851	14.939	14.705
6.0	15.867	15.586	15.823	15.355
6.5	16.659	16.328	16.466	16.290

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Hubungan antara kadar aspal dan VMA dapat dilihat pada Gambar 5 berikut :



Gambar 5 : Hubungan kadar aspal dengan VMA

Kenaikan nilai VMA pada aspal biasa pen 60/70 mengindikasikan rongga diantara partikel agregat dapat menampung jumlah kadar aspal yang besar, sehingga kerapatan diantara butiran agregat lebih bagus atau memenuhi standar yang ditentukan spesifikasi (min 14 %).

Penurunan nilai VMA pada penambahan Asbuton Berbutir sebanyak 2,5% dan 3.0%

dibandingkan dengan aspal pen 60/70 hal ini disebabkan oleh kandungan filler didalam asbuton cukup tinggi hal ini mengindikasikan rongga diantara partikel agregat tidak dapat menampung jumlah kadar aspal yang besar meskipun begitu nilai VMA pada kadar 5.0% sudah mengalami kenaikan diatas spesifikasi min 14%.

Void in the Mix (VIM)

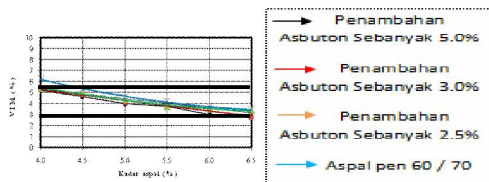
Void in the mix (VIM) merupakan prosentase rongga dalam campuran, nilai VIM berpengaruh kepada keawetan dari campuran aspal agregat, semakin tinggi nilai VIM menunjukkan semakin besar rongga dalam campuran sehingga campuran bersifat porous, hal ini mengakibatkan campuran menjadi kurang rapat dimana air dan udara mudah masuk ke rongga-rongga dalam campuran, yang menyebabkan mudah teroksidasi mengurangi keawetannya. Nilai VIM dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

Tabel. 6. Hasil Pengujian VIM campuran Aspal panas (AC-BC)

KADAR ASPAL (%)	AC-BC ASPAL BIASA PEN 60/70	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 2,5 %	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 3%	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 5%
4.0	6.22	5.36	5.30	5.19
4.5	5.30	5.07	4.81	4.65
5.0	4.64	4.36	4.10	4.00
5.5	4.18	3.70	4.11	3.75
6.0	3.69	3.50	3.51	3.00
6.5	3.42	3.38	2.71	2.82

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium.

Hubungan antara kadar aspal dan VIM dapat dilihat pada Gambar 6 berikut :



Gambar 6 : Hubungan kadar aspal dengan VIM

Dengan penambahan kadar aspal, nilai VIM semakin kecil. Hal ini disebabkan setiap penambahan kadar aspal, rongga

antara butiran agregat cukup besar sehingga kadar aspal yang bertambah dapat masuk kedalam rongga dan rongga yang tersisa semakin kecil.

Pada kadar aspal 4,0% sampai 6,5% untuk campuran aspal biasa pen 60/70 nilai VIM mengalami penurunan karena sehubungan dengan penambahan kadar aspal.

Pada penambahan asbuton berbutir sebesar 2,5% nilai VIM mengalami penurunan dibawah aspal pen 60/70 karena disebabkan adanya kandungan filler didalam asbuton. Begitu juga pada penambahan asbuton sebesar 3.0% dan 5.0% nilai VIM juga mengalami penurunan karena kandungan filler didalam penambahan asbuton cukup tinggi dibandingkan dengan penambahan asbuton sebesar 2,5%.

Void filled with Bitumen (VFB)

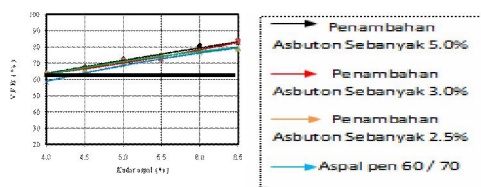
Void Filled Bitumen (VFB) yaitu persentase rongga yang terisi aspal pada campuran setelah mengalami proses pemadatan. Besarnya nilai VFB menjadikan nilai yang terisi aspal cukup banyak sehingga kekedapan campuran terhadap air dan udara menjadi lebih tinggi. Faktor yang mempengaruhi VFB yaitu kadar aspal, gradasi agregat, energi pemadat (jumlah dan temperatur pemadatan), absorpsi agregat. Nilai VFB yang terlalu tinggi dapat menyebabkan aspal naik ke permukaan pada temperatur yang tinggi ataupun pembebanan yang tinggi, sebaliknya nilai VFB terlalu rendah kekedapan perkerasan akan semakin kecil karena rongga yang tersedia cukup besar sehingga air dan udara mudah masuk kedalamnya mengakibatkan terjadinya pelepasan butiran. Nilai VFB dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

Tabel. 7. Hasil Pengujian VFB campuran Aspal panas (AC-BC)

KADAR ASPAL (%)	AC-BC ASPAL BIASA PEN 60/70	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 2,5 %	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 3%	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 5%
4.0	58.60	63.70	62.95	63.76
4.5	64.47	66.03	66.73	67.71
5.0	68.70	70.69	71.59	72.11
5.5	71.99	75.07	72.51	74.48
6.0	76.77	77.57	77.84	80.46
6.5	79.44	79.28	83.37	82.71

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium.

Hubungan antara kadar aspal dan VFB dapat dilihat pada Gambar 7 berikut :



Gambar 7 : Hubungan kadar aspal dengan VFB

Nilai VFB yang terjadi pada kadar aspal 4,0% sampai 6,5% untuk kedua kenaikan jenis campuran, hal ini disebabkan karena rongga antar butiran agregat masih cukup besar dan dapat menampung aspal yang masuk, semakin besar kadar aspal semakin banyak rongga yang terisi oleh aspal sehingga presentase aspal dalam rongga menjadi naik.

Pada penambahan kadar aspal 6,5% campuran aspal panas jenis AC-BC, nilai VFB mengalami kenaikan hal ini mengidentifikasi kadar aspal tidak lagi mengisi rongga-rongga yang ada, namun aspal telah naik keatas permukaan pada saat temperatur tinggi (tropis) dan terjadinya pembebanan.

Kepadatan (*Density*)

Nilai *Density* adalah nilai berat volume untuk menunjukkan kepadatan dari campuran beton aspal, faktor-faktor yang mempengaruhi *Density* yaitu temperatur pemadatan, komposisi bahan penyusun, semakin bertambahnya kadar aspal semakin banyak rongga-rongga udara yang terisi aspal, sehingga kerapatan semakin

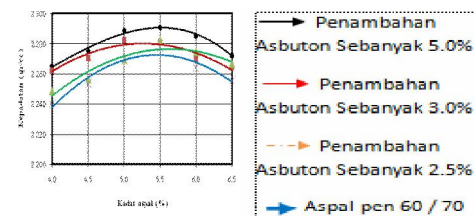
tinggi. Nilai *Density* dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

Tabel. 8. Hasil Pengujian Density campuran Aspal panas (AC-BC)

KADAR ASPAL (%)	AC-BC ASPAL BIASA PEN 60 / 70	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 2,5 %	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 3%	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 5%
4.0	2.240	2.249	2.262	2.265
4.5	2.254	2.257	2.270	2.275
5.0	2.269	2.270	2.282	2.289
5.5	2.278	2.282	2.281	2.291
6.0	2.264	2.275	2.270	2.285
6.5	2.255	2.267	2.264	2.272

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Hubungan antara kadar aspal dan Density dapat dilihat pada Gambar 8 berikut :



Gambar 8 : Hubungan kadar aspal dengan Density

Pada campuran aspal biasa pen 60/70 kadar aspal 4,5% sampai 6,0% nilai density mengalami peningkatan, dan pada kadar aspal 6,0% sampai 6,5% mengalami penurunan. Hal ini mengindikasikan pada batas tertentu nilai density tidak terus naik karena rongga yang sudah berisi penuh oleh aspal dan aspal sudah mengalami kejenuhan sehingga nilai density mengalami penurunan.

Begitu juga pada penambahan Asbuton Berbutir sebanyak 2,5 % terhadap aspal pen 60/70, pada aspal 4,0% sampai 5,5% nilai density mengalami peningkatan hingga batas maksimum, sedangkan dikadar aspal 6.0% sampai 6.5% nilai density sudah mengalami penurunan hal ini disebabkan karena penambahan kadar aspal yang sudah melewati optimum.

Pada penambahan Asbuton Berbutir sebanyak 3% terhadap aspal pen 60/70, pada kadar aspal 4.0% sampai 5,5% nilai density juga mengalami peningkatan dibandingkan dengan penambahan asbuton berbutir sebanyak 2,5%, hal ini di

sebabkan karena kandungan filler didalam pemakaian asbuton sebanyak 3% cukup tinggi sehingga nilai density mengalami peningkatan.

Pada penambahan Asbuton Berbutir sebanyak 5% terhadap aspal pen 60/70, pada kadar aspal 4.0% sampai 5,5% nilai density juga mengalami peningkatan dibandingkan dengan penambahan asbuton berbutir sebanyak 3,0%, hal ini di sebabkan karena kandungan filler didalam pemakaian asbuton sebanyak 5% cukup tinggi sehingga nilai density mengalami peningkatan, namun dikadar aspal 6.0% sampai 6.5% nilai density sudah mengalami penurunan hal ini disebabkan karena penambahan kadar aspal yang sudah melewati optimum.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

1. Pada campuran aspal biasa pen 60/70 dan penambahan Asbuton Berbutir sebesar 2.5%, 3.0% dan 5% nilai density mengalami peningkatan hingga batas maksimum, penambahan diatas batas maksimum akan menurunkan nilai density yang akan mempengaruhi mutu campuran. Akan tetapi nilai stabilitasnya juga naik hal ini disebabkan rongga udara masih belum terpenuhi oleh aspal dan aspal berfungsi sebagai pengikat bukan sebagai pelicin.
2. Dari keempat jenis campuran tersebut (aspal pen biasa 60/70, 2.5%, 3.0% dan 5.0%) didapat kadar aspal optimum sebagai berikut :
 - Jenis campuran aspal pen biasa pen 60/70 kadar aspalnya 5.4 %.
 - Jenis campuran penambahan Asbuton Berbutir sebesar 2.5% pen 20/25 kadar aspalnya 5.5 %.
 - Jenis campuran penambahan Asbuton Berbutir sebesar 3.0% pen 20/25 kadar aspalnya 5.4 %.

- Jenis campuran penambahan Asbuton Berbutir sebesar 5.0% pen 20/25 kadar aspalnya 5.5 %.

Saran

1. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan kajian unsur kimia aspal.
2. Mengkaji efisiensi biaya pemakaian agregat untuk aplikasi di lapangan.
3. Penelitian dapat dilanjutkan dengan mengkaji variasi temperatur pemadatan campuran terhadap nilai karakteristik Marshall.
4. Penelitian juga dapat dilanjutkan dengan mengkaji variasi tumbukan terhadap nilai karakteristik Marshall.

Daftar Pustaka

- Balai Pengujian Kanwil PU Prop. Sumbar, Dinas Pekerjaan Umum, 2000, ***Bahan Kursus Asphalt Mix Training Program***, Puslitbang Jalan Bandung.
- Kementerian Pekerjaan Umum, (2010), ***Penggunaan Aspal asbuton Berbutir dalam Campuran Beraspal Panas***.
- Kementerian Pekerjaan Umum, (2010), ***Spesifikasi Umum Jalan dan Jembatan***
- Kimpraswil, 2004, Buku I. ***Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas***.
- Kimpraswil, 2004, b. Buku I. ***Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas***.
- Nazir. Moh, (1993), ***Metoda Penelitian***. Jakarta : Ghalia Indonesia.

Standar Nasional Indonesia, SNI-06-2489-1991, ***Pengujian Campuran Beraspal dengan alat Marshall*** (AASHTO T-245-1978)

Silvia.S, 1999, ***Perkerasan Lentur Jalan Raya***, Nova, Bandung.

Suprpto, T, 1998, ***Model Rancangan Campuran Agregat Aspal Untuk Uji Marshall***, Media Teknik, FT-UGM, Yogyakarta.

The Asphalt Institute, 2001, ***Construction of Hot Mix Asphalt Pavement***, Manual series No. 22, Second Edition : Asphalt Institute Lexington, Kentucky.