

**KAJIAN PENAMBAHAN ASPAL ASBUTON BGA  
(BUTON GRANULAR ASPHALT) DALAM  
CAMPURAN PANAS ASPAL AGREGAT (AC-WC)  
DENGAN PENGUJIAN MARSHALL**

Oleh :

**Misbah\*, Firdaus\*\***

\* Dosen Teknik Sipil

\*\* Mahasiswa Teknik Sipil

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Institut Teknologi Padang

---

**Abstrak**

Saat ini banyak jalan beraspal yang dilewati oleh kendaraan berat tidak mampu menerima beban kendaraan tersebut, sehingga sering kita temukan kerusakan pada awal umur rencana jalan seperti : retak, deformasi, dan kerusakan lainnya, yang menyebabkan perencanaan awal jalan tidak tercapai. Hal ini disebabkan beberapa hal antara lain campuran aspal panas yang digunakan tidak mempertimbangkan beban lalu lintas dan suhu yang tinggi pada daerah tersebut. Untuk mengatasinya perlu diadakan suatu penelitian dengan menggunakan variasi campuran aspal asbuton berbutir ( Buton Granular Asphalt, BGA ) dengan perbandingan tertentu yang di campur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas. Hasil dari campuran ini diharapkan dapat menghasilkan suatu campuran yang bagus dan kuat, sehingga fungsi sebagai pengisi rongga dalam campuran diharapkan bisa tercapai dalam mengantisipasi kerusakan pada jalan yang memiliki lalu lintas berat dan suhu tinggi. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui nilai perbandingan antara aspal standar pen 60/70 dengan penambahan aspal buton Berbutir ( BGA ) pen 20/25 sebesar 2.5%, 3.0% dan 5 %. Dari analisa didapatkan nilai optimal aspal pen 60/70 kadar aspalnya adalah : 6 %, sedangkan penambahan aspal buton Berbutir ( BGA ) pen 20/25 sebesar 2.5% kadar aspalnya : 6%, 3,0% kadar aspalnya : 5.9% dan 5 % kadar aspalnya : 5.7%. 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**

*Today many unpaved roads that heavy vehicles are not able to accept the load of the vehicle , so often we find damage in the early design life of the road such as: crack , deformation , and other damage , which led to the start of the planning is not reached . This is due to several things including hot mix asphalt used do not consider the traffic load and high temperatures in the area . To overcome this there should be divulging research by using variations of asphalt mix asphalt grained ( Buton Granular Asphalt , BGA ) with certain comparisons in mixed , spread and compacted in hot conditions . The result of this mixture is expected to produce a mixture of good and strong , so it functions as a cavity filler in the mix is expected to be achieved in anticipation of damage to roads that have heavy traffic and high temperatures . This study also aims to determine the value of the ratio between the standard pen bitumen 60/70 with the addition of Buton asphalt grained ( BGA ) pen 20/25 of 2.5 % , 3.0 % and 5 % . From the analysis of the optimal value obtained pen bitumen 60/70 grade asphalt is : 6 % , while the addition of Buton asphalt grained ( BGA ) pen 20/25 at 2.5 % asphalt content of 6 % , 3.0% asphalt content : 5.9 % and 5 % asphalt content : 5.7 % . Value grained pen asphalt bitumen 20/25 pen bitumen compared with 60/70 is better because of the research looks grained asphalt pavement has advantages compared to bitumen 60/70 .*

Keywords : Granular Buton Asphalt ( BGA ) .

---

**PENDAHULUAN**

**Latar Belakang**

Asbuton Abuton 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 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 ketahanan (fatigue life) yang tinggi dan titik leleh 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).

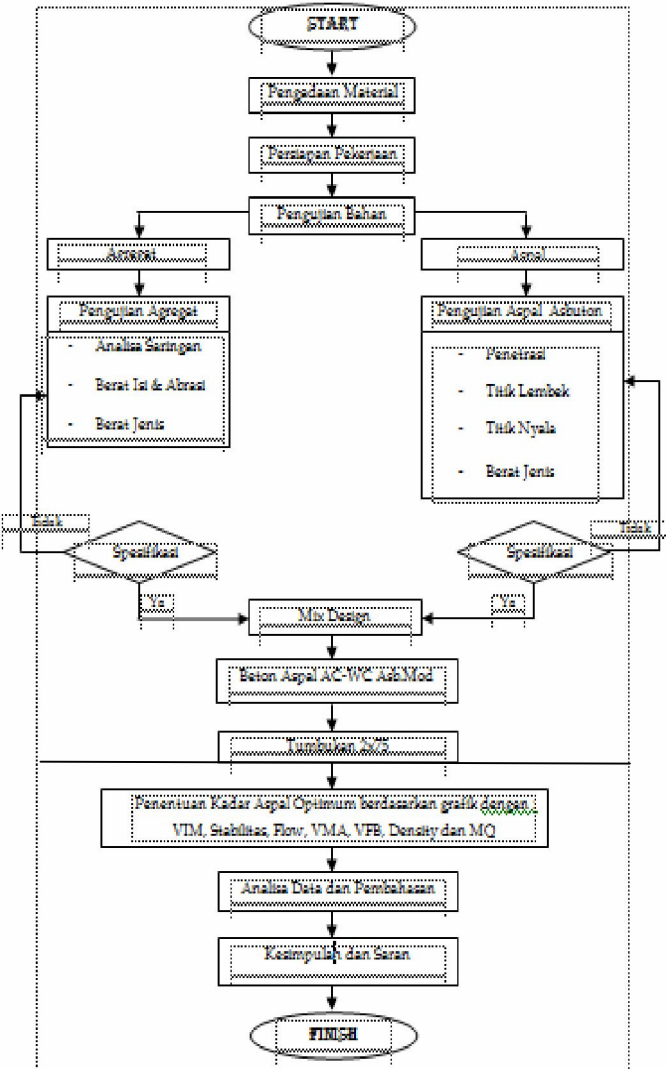
Berdasarkan besar partikelnya agregat dibedakan menjadi agregat kasar dan agregat halus. Agregat kasar adalah batuan yang tertahan saringan no : 8 (2,38 mm) dan agregat halus adalah batuan yang lolos saringan no. 8 (2,38 mm) dan tertahan saringan no : 200 (0,075 mm).

### 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). Pemasakan dilakukan dengan penumbukan sebanyak 75 kali per bidang di Laboratorium dengan total benda uji 72 sampel dengan rincian sbb :

Tabel 3.1. Jumlah Benda Uji

No.	Campuran Fase Agregat	Kadar Aspal (%)	Kadar Aspal Jagal Pen. 60/70	Kadar Aspal BGA	Jumlah Sampel
1.	Aspal Bitum AC-19C	4.3	100 %	0 %	3
2.	Aspal Bitum AC-19C	5.0	100 %	0 %	3
3.	Aspal Bitum AC-19C	5.3	100 %	0 %	3
4.	Aspal Bitum AC-19C	6.0	100 %	0 %	3
5.	Aspal Bitum AC-19C	6.3	100 %	0 %	3
6.	Aspal Bitum AC-19C	7.0	100 %	0 %	3
Jumlah Benda Uji Jenis Aspal Bitum AC-19C					18
		Kadar Aspal (%)	Kadar Aspal Jagal Pen. 60/70	Kadar Aspal BGA	Jumlah Sampel
1.	Aspal Bitum AC-19C Penambahan Asburon 2,5 %	4.3	97,5 %	2,5 %	3
2.	Aspal Bitum AC-19C Penambahan Asburon 2,5 %	5.0	97,5 %	2,5 %	3
3.	Aspal Bitum AC-19C Penambahan Asburon 2,5 %	5.3	97,5 %	2,5 %	3
4.	Aspal Bitum AC-19C Penambahan Asburon 2,5 %	6.0	97,5 %	2,5 %	3
5.	Aspal Bitum AC-19C Penambahan Asburon 2,5 %	6.3	97,5 %	2,5 %	3
6.	Aspal Bitum AC-19C Penambahan Asburon 2,5 %	7.0	97,5 %	2,5 %	3
Jumlah Benda Uji Jenis Aspal Bitum AC-19C + Asburon 2,5 %					18
1.	Aspal Bitum AC-19C Penambahan Asburon 3 %	4.3	97 %	3 %	3
2.	Aspal Bitum AC-19C Penambahan Asburon 3 %	5.0	97 %	3 %	3
3.	Aspal Bitum AC-19C Penambahan Asburon 3 %	5.3	97 %	3 %	3
4.	Aspal Bitum AC-19C Penambahan Asburon 3 %	6.0	97 %	3 %	3
5.	Aspal Bitum AC-19C Penambahan Asburon 3 %	6.3	97 %	3 %	3
6.	Aspal Bitum AC-19C Penambahan Asburon 3 %	7.0	97 %	3 %	3
Jumlah Benda Uji Jenis Aspal Bitum AC-19C + Asburon 3 %					18
1.	Aspal Bitum AC-19C Penambahan Asburon 5 %	4.3	95 %	5 %	3
2.	Aspal Bitum AC-19C Penambahan Asburon 5 %	5.0	95 %	5 %	3
3.	Aspal Bitum AC-19C Penambahan Asburon 5 %	5.3	95 %	5 %	3
4.	Aspal Bitum AC-19C Penambahan Asburon 5 %	6.0	95 %	5 %	3
5.	Aspal Bitum AC-19C Penambahan Asburon 5 %	6.3	95 %	5 %	3
6.	Aspal Bitum AC-19C Penambahan Asburon 5 %	7.0	95 %	5 %	3
Jumlah Benda Uji Jenis Aspal Bitum AC-19C + Asburon 5 %					18
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 lalulintas, 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

$$G_{sa} = \frac{P_1}{P_1 / G_{sa1}} + \frac{P_2}{P_2 / G_{sa1}} + \dots + \frac{P_n}{P_n / G_{san}}$$

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

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

i. Kadar aspal efektif dari total campuran

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

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

	<i>agregat</i>
<i>Gsb</i>	= berat jenis bulk dari total agregat
V bulk	= volume bulk campuran dipadatkan
Wssd	= berat jenis kering permukaan
Ww	= berat dalam air
Gmb	= berat jenis bulk pada campuran padat
Gmm	= berat jenis teoritis maksimum campuran padat
Pmm	= prosentase berat dari total campuran lepas 100%
Pb	= kadar aspal
Gb	= berat jenis aspal
Ps	= prosentase berat agregat VIM rongga dalam campuran
VITM	= rongga dalam campuran
VFWA	= rongga udara terisi aspal
VMA	= rongga uddara dalam agregat
Pba	= penyerapan aspal, prosentase dari berat agregat
Pbe	= 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 aspal (VFA), 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 Ethylen 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 : 1.133 %.

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 aspal (VFA), 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

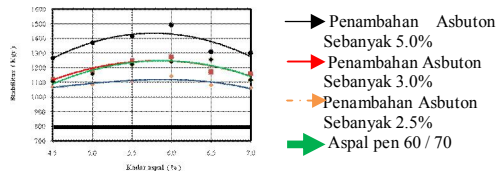
berakibat perkerasan mudah menjadi retak bila menerima beban, tapi bila nilai stabilitas yang terlalu rendah campuran aspal agregat akan mudah mengalami rutting oleh adanya beban lalu lintas. nilai stabilitas dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

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

KADAR ASPAL (%)	AC-WC ASPAL BIASA PEN 60/70	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 2,5 %	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 3,0 %	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 5,0 %
4,5	1068,8	1106,3	1120,6	1266,3
5,0	1087,6	1158,3	1179,9	1370,3
5,5	1109,3	1224,2	1250,9	1416,1
6,0	1144,1	1243,0	1276,0	1492,5
6,5	1081,8	1257,1	1169,0	1310,4
7,0	1063,5	1115,9	1159,2	1301,9

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 4,5% sampai 6,0% 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 5.0% sampai kadar

aspal 6.0% begitu juga penambahan asbuton sebesar 3.0% nilai stabilitas juga mengalami kenaikan dari kadar aspal 5.0% sampai 6.0%, dibandingkan dengan penambahan asbuton 2,5% nilai stabilitas penambahan asbuton 3.0% cukup tinggi. Sedangkan di penambahan asbuton sebesar 5.0% nilai stabilitas juga mengalami peningkatan yang cukup tinggi pada kadar aspal 5.0% sampai kadar aspal 6.0%. 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**

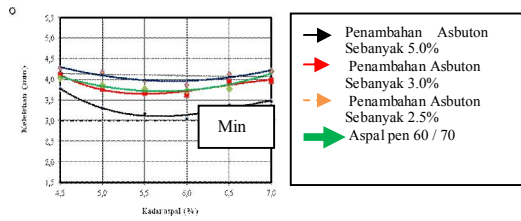
Flow (kelelahan) adalah deformasi vertikal yang terjadi mulai dari awal pembebanan sampai dengan kondisi stabilitas menurun, yang menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapis perkerasan akibat menahan beban yang diterimanya, pengujian dengan alat Marshall. Flow (kelelahan) merupakan besarnya 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-WC)

KADAR ASPAL (%)	AC-WC ASPAL BIASA PEN 60/70	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 2,5 %	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 3,0 %	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 5,0 %
4,5	4,3	4,0	4,1	3,8
5,0	4,2	3,9	3,8	3,3
5,5	4,0	3,8	3,7	3,2
6,0	3,9	3,7	3,6	3,0
6,5	4,1	3,8	3,9	3,4
7,0	4,2	4,2	4,0	3,5

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

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



**Gambar 3** : Hubungan antara kadar aspal dengan flow

Hasil pemeriksaan pada campuran aspal biasa dan campuran aspal asbuton berbutir, penambahan kadar aspal mulai dari 6,0% sampai 7,0% 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 2,5% nilai flow mengalami penurunan hal ini disebabkan karena filler yang terkandung dalam asbuton meskipun begitu nilai flow didalam penambahan asbuton sebesar 2,5% masih didalam spesifikasi. Pada penambahan asbuton sebesar 3,0% dan 5,0% nilai flow mengalami penurunan yang cukup draktis karena di sebabkan kandungan filler didalam asbuton 3,0% dan 5,0% cukup tinggi dibandingkan dengan penambahan asbuton 2,5% meskipun begitu nilai flow masih diatas spesifikasi flow yaitu min 3,0. Untuk penambahan kadar aspal selanjutnya, campuran aspal panas jenis AC-WC memiliki nilai flow yang tinggi jadi diharapkan penambahan kadar aspal masih mampu mengikat dan mengisi rongga diantara butiran agregat serta menyelimuti agregat.

**Marshall Quotient**

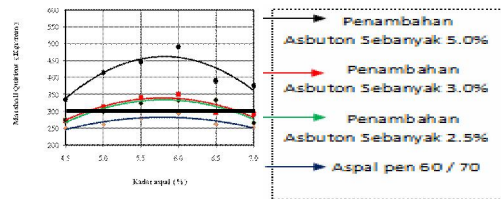
Marshall Quotient merupakan hasil bagi Marshall dengan flow. Nilai flow menggambarkan nilai fleksibilitas dari campuran. Semakin besar nilai MQ berarti campuran semakin kaku dan sebaliknya semakin kecil nilai MQ, maka campuran semakin lentur. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil bagi Marshall yaitu 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-WC)

KADAR ASPAL (%)	AC-WC ASPAL BIASA PEN 60/70	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 2,5 %	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 3,0 %	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 5,0 %
4.5	250.50	174.33	273.31	336.25
5.0	261.03	209.55	313.25	415.25
5.5	270.65	325.00	391.16	447.18
6.0	295.89	332.95	351.18	492.05
6.5	261.72	333.75	297.20	389.33
7.0	253.22	265.68	292.23	375.56

Hasil Pengujian Laboratorium

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



**Gambar 4** : Hubungan kadar aspal dengan MQ

Hasil pemeriksaan memperlihatkan campuran aspal panas biasa, penambahan kadar aspal kenaikan nilai MQ mulai dari 4,5% sampai 6,0%. Hal ini mengidentifikasi bahwa bentuk gradasi campuran AC-WC menyelimuti permukaan agregat lebih banyak. Sedangkan kadar aspal 6,0% sampai 7,0% nilai MQ mengalami penurunan. Serta pada penambahan asbuton 2,5% campuran aspal panas asbuton berbutir kenaikan nilai MQ mulai dari 4,5% sampai 6,0% 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 4,5% sampai dengan kadar aspal 6,0% mengalami peningkatan dibandingkan dengan penambahan asbuton 2,5% nilai MQ pada penambahan asbuton 3,0% dan 5,0% cukup tinggi.

**Void in mineral agregat (VMA)**

Void in mineral agregat (VMA) merupakan rongga udara antar butiran agregat yaitu rongga udara yang ada diantara

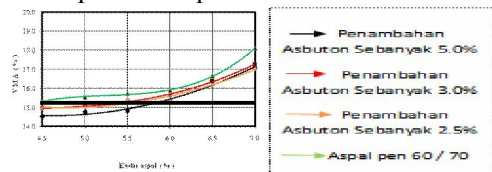
partikel campuran agregat aspal yang sudah dipadatkan termasuk ruang yang terisi aspal yang dinyatakan dalam persen terhadap total volume campuran aspal agregat, faktor-faktor yang mempengaruhi void in mineral aggregate antara lain gradasi agregat (komposisi campuran agregat dan ukuran diameter butir 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-WC)

KADAR ASPAL (%)	AC-WC ASPAL BIASA PEN 60/70	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 2,5 %	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 3.0 %	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 5.0 %
4.5	14.970	15.332	14.956	14.521
5.0	15.019	15.542	15.094	14.771
5.5	15.409	15.772	15.298	14.817
6.0	15.390	15.887	15.624	15.184
6.5	16.168	16.643	16.414	16.370
7.0	17.020	18.106	17.238	17.072

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

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



Gambar 5 : Hubungan kadar aspal dengan VMA

Hasil pemeriksaan menunjukkan 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 15 %). Penurunan nilai VMA pada penambahan Asbuton Berbutir sebanyak 2,5% ,3.0% dan 5.0% 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 5.5% pada penambahan asbuton 5.0% sudah mengalami kenaikan diatas spesifikasi Min 15%.

**Void in the Mix (VIM)**

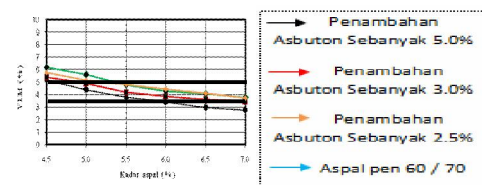
Void in the mix (VIM) merupakan prosentase rongga dalam campuran, nilai VIM berpengaruh kepada keawetan dari campuran aspal agregat, semakin tinggi nilai VIM menunjukkan semakin besar rongga dalam campuran sehingga campuran bersifat porous, hal ini mengakibatkan campuran menjadi kurang rapat dimana air 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-WC)

KADAR ASPAL (%)	AC-WC ASPAL BIASA PEN 60/70	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 2,5 %	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 3.0 %	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 5.0 %
4.5	3.771	6.195	5.387	5.172
5.0	5.131	5.591	4.885	4.392
5.5	4.826	4.773	4.207	3.775
6.0	4.459	4.292	3.886	3.272
6.5	4.105	4.077	3.602	2964
7.0	3.752	3.779	3.422	2.762

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

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



Gambar 6 : Hubungan kadar aspal dengan VIM

Hasil pemeriksaan menunjukkan 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

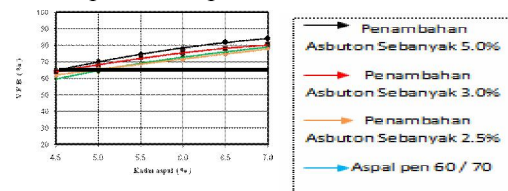


dapat masuk kedalam rongga dan rongga yang tersisa semakin kecil. Pada kadar aspal 4,5% sampai 7.0% untuk campuran aspal biasa pen 60/70 nilai VIM mengalami penurunan karena rongga udara yang ada tidak terisi secara keseluruhan oleh aspal. Pada penambahan asbuton berbutir sebesar 2,5% nilai VIM mengalami 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 sebesar 3.0% dan 5.0% cukup tinggi dibandingkan dengan penambahan asbuton sebesar 2,5% dan 3.0%.

KADAR ASPAL (%)	AC-WC ASPAL BIASA PEN 60/70	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 2,5 %	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 3.0 %	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 5.0 %
4.5	61.490	59.565	63.678	64.382
5.0	65.838	64.024	67.639	70.269
5.5	68.682	69.639	72.499	74.520
6.0	71.024	72.981	75.258	78.452
6.5	74.609	75.503	78.054	81.892
7.0	77.953	79.129	80.150	83.825

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium.

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



### Void filled with Asphalt (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 pematat (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-WC)

Gambar 7 : Hubungan kadar aspal dengan VFB

Hasil pemeriksaan menunjukkan Nilai VFB yang terjadi pada kadar aspal 4.5% sampai 7.0% untuk keempat 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 5,0% campuran aspal panas jenis AC-WC, 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*)

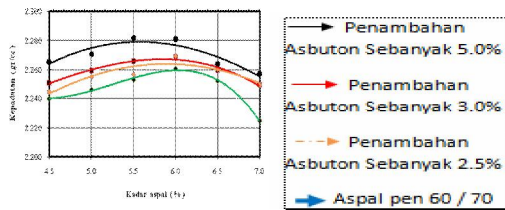
Nilai *Density* adalah nilai berat volume untuk menunjukkan kepadatan dari campuran beton aspal, faktor-faktor yang mempengaruhi *Density* yaitu temperatur pemadatan, komposisi bahan penyusun, semakin bertambahnya kadar aspal semakin banyak rongga-rongga udara yang terisi aspal, sehingga kerapatan semakin tinggi. Nilai *Density* dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

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

KADAR ASPAL (%)	AC-WC ASPAL BIASA PEN 60 / 70	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 2,5 %	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 3.0 %	PENAMBAHAN ASBUTON SEBANYAK 5.0 %
4.5	2.245	2.240	2.251	2.265
5.0	2.255	2.246	2.259	2.271
5.5	2.257	2.253	2.266	2.281
6.0	2.269	2.261	2.269	2.284
6.5	2.260	2.252	2.260	2.264
7.0	2.249	2.225	2.249	2.257

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

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



**Gambar 8** : Hubungan kadar aspal dengan Density

Hasil pemeriksaan menunjukkan penambahan kadar aspal mulai dari 4,5% sampai 6,0% 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 5,0% sampai kadar aspal 6,0% begitu juga penambahan asbuton sebesar 3,0% nilai stabilitas juga mengalami kenaikan dari kadar aspal 5,0% sampai 6,0%, dibandingkan dengan penambahan asbuton 2,5% nilai stabilitas penambahan asbuton 3,0% cukup tinggi. Sedangkan di penambahan asbuton sebesar 5,0% nilai stabilitas juga mengalami peningkatan yang cukup tinggi pada kadar aspal

5,0% sampai kadar aspal 6,0% 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.

## 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 6.0 %.
  - Jenis campuran penambahan Asbuton Berbutir sebesar 2.5% pen 20/25 kadar aspalnya 6.0 %.
  - Jenis campuran penambahan Asbuton Berbutir sebesar 3.0% pen 20/25 kadar aspalnya 5.9 %.
  - Jenis campuran penambahan Asbuton Berbutir sebesar 5.0% pen 20/25 kadar aspalnya 5.7 %.

### 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.