

**STUDI PENGGUNAAN ASBUTON BUTIR  
PADA CAMPURAN BEIION ASPAL BINDER COURSE (AC-BC)**

Arief Setiawan\*, Rahmatang Rahman\*

\*) Staf Pengajar pada KK Transportasi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Anggota Pusat Studi dan Pengembangan Transportasi Universitas Tadulako, Palu

**Abstract**

*The use of natural asphalt (asbuton) in road pavement construction has been widely researched and developed. One of them is a mixture of petroleum asphalt with asbuton. The purpose of this study was to determine how the effect of granular Asbuton on a mixture AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Course).*

*Type of Granular Asbuton used is Asbuton Type 15/25. The amount of Granular Asbuton used in asphalt mixture are 7%, and 8% of total weight of the mixture. The number of test specimens in this study were 117 specimens consisting of 54 for PKAO, 27 for the PRD, 24 for variation of the collision, 12 for the Marshall Immersion test and 6 for Optimum Asphalt Content.*

*Based on the results of tests performed on a mixture of AC-BC with a modified bitumen 60/70 and granular asbuton amount of 7% found that the Optimum Asphalt Content is 5.2%, Density value is 2.378 gr/cm<sup>3</sup>, VIM value is 4.871%, VMA value is 15.456%, the VFB value is 68.485%, the Marshall Stability value is 1333.571 kg, the Marshall Quotient value is 333 690 kg/mm and Marshall Immersion Value is 82.08%. Asphalt Concrete-Binder Course Mixture with the addition granular asbuton amount of 8% found that the Optimum Asphalt Content is 6.2%, Density value is 2,322 gr/cm<sup>3</sup>, VIM value is 5,01%, VMA value is 17,443%, VFB value is 71,303%, Marshall Stability value is 1563,27 kg, Marshall Quotient value is 386.95 kg/mm and Marshall Immersion value is 82,45%.*

*Based on the percentage of granular asbuton in Asphalt Concrete-Binder Course Mixture shows that the 8% of granular asbuton can be increased Marshall Stability and Marshall Immersion and Optimum Asphalt Content values.*

**Keyword:** *Asphalt Concrete Binder Course (AC-WC), Granular Asbuton, Marshall Test, Marshall Immersion, Marshall Quotient (MQ)*

## 1. PENDAHULUAN

Berkembangnya Teknologi Perkerasan Jalan membuka peluang untuk memanfaatkan berbagai bahan material lokal yang memiliki keunggulan dibandingkan dengan material lain yang masih harus diimpor dari negara lain. Kebijakan pemanfaatan produk lokal ini harus secara serius diprogramkan agar efisiensi dan efektivitas anggaran dapat dilaksanakan tanpa menurunkan kualitas dan mutu jalan.

Untuk mendapatkan hasil pekerjaan jalan yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku tergantung pada beberapa faktor,

selain jenis agregat yang digunakan, ada hal lain yang juga penting yaitu jenis aspal yang digunakan. Aspal yang sering digunakan untuk konstruksi adalah aspal minyak, kebutuhan aspal minyak nasional setiap tahunnya sebesar 1,2 juta ton, akan tetapi penggunaan aspal minyak sebagai bahan pengikat pada konstruksi perkerasan jalan membutuhkan biaya produksi yang relatif tinggi. Ketergantungan terhadap aspal minyak importir sesungguhnya berbanding terbalik dengan mutu aspal minyak yang semakin rendah. Hal ini merupakan dampak dari semakin tingginya

teknologi penyulingan / destilasi di kilang-kilang minyak. Akhirnya material berguna yang terkandung di dalam aspal minyak menjadi semakin berkurang. Kualitas aspal sendiri sangat menentukan mutu dari konstruksi jalan yang akan dibangun.

Pemakaian Aspal Buton dengan sendirinya akan mendorong peningkatan kualitas infrastruktur jalan di Indonesia. Program preservasi jalan dapat dilaksanakan secara pasti karena tidak terkena dampak fluktuasi harga minyak dunia. Salah satu sumber kekayaan alam dalam negeri yang cukup potensial untuk digunakan adalah aspal alam yang terletak di Pulau Buton Sulawesi Tenggara (Asbuton).

Berdasarkan uraian singkat di atas maka permasalahan yang dapat ditarik adalah bagaimana karakteristik campuran Beton Aspal - *Binder Course* (AC-BC) dengan kadar Asbuton Butir 7% dan 8%.

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO) pada 7% dan 8% asbuton butir serta karakteristik-karakteristiknya seperti nilai Kepadatan, VIM, VMA, VFB, Stabilitas Marshall (MS), Marshall Quotion (MQ) dan Marshal Immersion/rendaman.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Umum

Asbuton merupakan aspal alam yang terdapat di pulau Buton, Sulawesi Tenggara. Pulau Buton terletak pada 5o lintang selatan dan 123o bujur timur, membentang dari arah utara ke selatan, dengan luas daerah sekitar 4520 km<sup>2</sup>. Aspal alam atau aspal batu buton pada umumnya berbentuk batuan padat yang berasal dari proses alamiah akibat proses geologi, bitumen bercampur dengan mineral dan menghasilkan aspal dengan kadar bitumen yang tidak teratur. Proses terbentuknya asbuton berasal dari minyak bumi yang terdorong muncul ke permukaan menyusup diantara batuan yang porous.

Asbuton Butir adalah hasil pengolahan dari Asbuton yang berbentuk padat yang dipecah dengan alat pemecah

batu (stone crusher) atau alat pemecah lainnya yang sesuai sehingga mempunyai ukuran butir halus yang lolos saringan #8, mempunyai kadar aspal yang seragam dan kadar air boleh dikatakan sangat kecil mendekati nol. Adapun bahan baku pembuatan aspal butir berupa asbuton padat dengan nilai penetrasi bitumen tinggi ( $\geq 10$  mm) seperti asbuton padat eks Kabungka sehingga diharapkan dapat lebih mempermudah termobilisasinya bitumen asbuton dari dalam butiran mineralnya.

Dalam Pedoman Umum Pemanfaatan Asbuton (Bina Marga Tahun 2006), Asbuton butir yang akan digunakan harus dikemas dalam kantong atau kemasan lain yang kedap air dan tahan sinar ultra violet serta mudah penanganannya saat dicampur di ruang pencampur (pugmill) dengan ukuran kemasan 40 kg. Asbuton butir tersebut harus ditempatkan pada tempat yang kering dan beratap sehingga asbuton terhindar dari sinar matahari langsung. Tinggi penimbunan asbuton tidak boleh lebih dari 2 meter untuk asbuton butir Tipe 15/25, 2,5 meter untuk asbuton butir Tipe 15/20, dan 3 meter untuk asbuton butir tipe 5/20.

### 2.2 Klasifikasi Asbuton Butir

Berdasarkan Buku Pedoman Umum Pemanfaatan Asbuton (Tahun 2006), klasifikasi Asbuton Butir dapat dibagi dalam beberapa tipe seperti yang disajikan pada Tabel 1.

### 2.3 Proses Pengolahan Asbuton

Dalam penelitian ini hanya dilakukan pencampuran secara panas. Yang dimaksud dengan campuran beraspal panas dengan asbuton adalah campuran antara agregat dengan bahan pengikat jenis bitumen asbuton murni atau asbuton modifikasi atau aspal keras pen 60 yang campurannya menggunakan asbuton butir yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada temperatur tertentu. Untuk mengeringkan agregat dan memperoleh kekentalan bahan pengikat yang mencukupi dalam mencampur dan

mengerjakannya, maka kedua-duanya dipanaskan pada temperatur tertentu.

Bitumen/Aspal yang digunakan untuk Campuran Beraspal Panas dengan Asbuton harus salah satu dari jenis Aspal Buton Murni, Aspal dimodifikasi dengan Asbuton atau Aspal keras Pen 60 apabila menggunakan Asbuton Butir. Ketiga jenis bitumen tersebut harus memenuhi persyaratan seperti dalam Buku Spesifikasi Khusus Campuran Beraspal Panas dengan Asbuton Butir (Bina Marga, 2007) dan campuran yang dihasilkan harus memenuhi ketentuan pada Tabel 2. Apabila Campuran

Beraspal Panas dengan Asbuton Butir, maka proporsi penggunaannya harus sudah mempertimbangkan gradasi agregat campuran dan batas maksimum penggunaan dari masing-masing tipe yaitu 2 % sampai 5 % untuk Asbuton Butir Tipe 5/20 penetrasi 5 sampai 10, 1 % sampai 3 % untuk Asbuton butir Tipe 5/20 penetrasi 1 sampai 4, maksimum 7 % untuk asbuton Butir 15/20 dan maksimum 8,5 % untuk Asbuton Butir Tipe 15/25. Proporsi penggunaan Asbuton Butir tersebut adalah terhadap berat total campuran beraspal panas dengan Asbuton.

Tabel 1. Tipe-tipe Asbuton Butir dan Persyaratan Asbuton Butir

Sifat - Sifat Asbuton Butir	Metoda Pengujian	Tipe		
		5/20	15/20	15/25
Kadar bitumen asbuton ; %	SNI 03-3640-1994	18 - 22	18 - 22	23 - 27
Ukuran butir asbuton butir:				
Lolos saringan No. 4 (4,75 mm) ; %	SNI 03-1968-1990	100	100	100
Lolos saringan No. 8 (2.36 mm) ; %	SNI 03-1968-1990	100	100	100
Lolos saringan No. 16 (1.18 mm) ; %	SNI 03-3640-1994	Min.95	Min.95	Min.95
Kadar air, %	SNI 06-2490-1991	Mak. 2	Mak. 2	Mak. 2
Penetrasi bitumen asbuton pada 25 °C, 100 g, 5 detik ; 0,1 mm	SNI 03-2456-1991	≤ 10	10 - 18	10 - 18

Sumber : Pedoman Umum Pemanfaatan Asbuton, 2006

Tabel 2. Ketentuan prosedur pelaksanaan campuran dengan bahan pengikat

No.	Prosedur Pelaksanaan	Viskositas Aspal (Pa.S)	Temperatur Campuran Dengan Bahan Pengikat (°C)	
			Aspal Pen 60	Asbuton Modifikasi atau Bitumen Asbuton Murni
1	Pencampuran benda uji Marshall	0,2	155 ± 1	160 ± 1
2	Pemadatan benda uji Marshall	0,4	145 ± 1	150 ± 1
3	Temperatur pencampuran maks. Di AMP	<i>Tergantung jenis aspal yang digunakan</i>	165	170

Sumber : Spesifikasi Khusus Campuran Beraspal Panas Dengan Asbuton Butir Bina Marga, 2007

Catatan : Temperatur agregat pada saat pencampuran tidak boleh lebih dari 180°C

Tabel 2 (lanjutan)

No.	Prosedur Pelaksanaan	Viskositas Aspal (Pa.S)	Temperatur Campuran Dengan Bahan Pengikat (°C)	
			Aspal Pen 60	Asbuton Modifikasi atau Bitumen Asbuton Mumi
4	Pencampuran, rentang temperatur sasaran	0,2 - 0,5	145 - 155	150 - 160
5	Menuangkan campuran beraspal dari alat pencampur	± 0,5	135 - 150	140 - 155
6	Pemasok ke Alat Penghampar	0,5 - 1,0	130 - 150	135 - 155
7	Pemadatan Awal (roda baja)	1 - 2	125 - 145	130 - 150
8	Pemadatan Utama (roda karet)	2 - 20	90 - 125	95 - 130
9	Pemadatan Akhir (roda baja)	< 20	70 - 90	70 - 95

Sumber : Spesifikasi Khusus Campuran Beraspal Panas Dengan Asbuton Butir Bina Marga, 2007

Catatan : Temperatur agregat pada saat pencampuran tidak boleh lebih dari 180°C

Tabel 3. Ketentuan Sifat – Sifat Campuran Beraspal Panas dengan Asbuton

Sifat - Sifat Campuran		AC-WC	AC-BC	AC-Base
		Asb	Asb	Asb
Jumlah tumbukan per bidang		75		112 <sup>(1)</sup>
Rongga dalam campuran (%) <sup>(3)</sup>	Min		3.5	
	Max		5.5	
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min	15	14	13
Rongga terisi aspal (%)	Min	65	63	60
Stabilitas Marshall (Kg)	Min	1000		1800 <sup>(1)</sup>
	Max	-		-
Pelelehan (mm)	Min		3	5 <sup>(1)</sup>
	Max		-	-
Marshall Quotient (Kg/mm)	Min	300		350
Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C	Min		80	
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal) <sup>(2)</sup>	Min		2.5	
Stabilitas Dinamis (lint/mm) <sup>(4)</sup>	Min		2500	

Sumber : Spesifikasi Khusus Campuran Beraspal Panas Dengan Asbuton Butir Bina Marga, 2007

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat Penelitian

Penelitian telah dilakukan di Laboratorium Transportasi dan Jalan Raya

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu, Sulawesi Tengah.

### 3.2 Bahan penelitian

Bahan penelitian yang digunakan terdiri darii agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi (*filler*) serta bahan pengikat berupa aspal penetrasi 60/70 dan material Asbuton butir tipe 15/25.

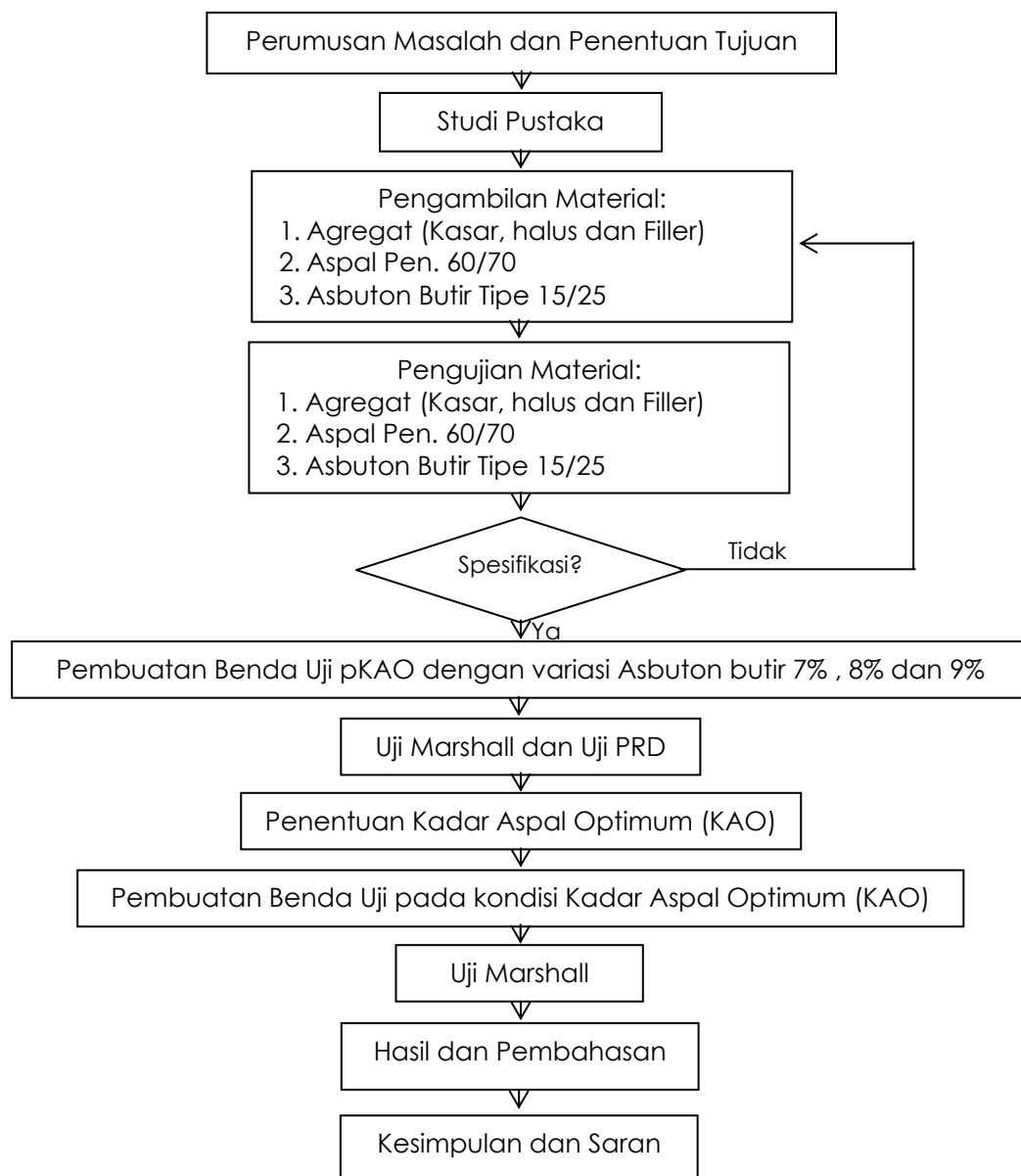
### 3.3 Alat yang digunakan

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi 1 (satu) set saringan, oven pemanas, 1 (satu) set alat Marshall, satu set saringan, 1 (satu) set timbangan

(*neraca*), 1 (satu) buah kompor minyak tanah untuk pemanasan aspal dan campuran.

### 3.4 Prosedur penelitian

Dalam melaksanakan penelitian di laboratorium mengacu kepada diagram alir yang dibuat agar tidak keluar dari ketentuan yang telah ditetapkan. Adapun diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

#### 4. HASILDAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Hasil Pemeriksaan Material dan Gradasi Gabungan Agregat dan Asbuton Butir

Sebagai langkah awal pada penelitian ini, telah dilakukan pengujian material yang akan digunakan meliputi pemeriksaan terhadap karakteristik fisik agregat, sifat-sifat teknis asbuton dan aspal minyak. Hal ini diperlukan untuk mengetahui apakah jenis agregat, asbuton maupun aspal minyak yang digunakan berkualitas baik atau tidak (memenuhi batasan spesifikasi atau tidak). Adapun agregat yang digunakan untuk campuran beton aspal (AC-BC) adalah agregat ¾", ⅜", abu batu dan pasir yang berasal dari Stone Crusher Taipa.

Hasil pemeriksaan terhadap sifat-sifat teknis agregat menunjukkan bahwa agregat yang digunakan berkualitas baik dan dapat digunakan karena memenuhi syarat yang ditetapkan dalam spesifikasi.

Pada prinsipnya pembuatan campuran beraspal dilakukan dalam dua tahap, yaitu penetapan komposisi agregat dan penentuan perkiraan kadar aspal optimum (PKAO). Untuk mendapatkan nilai PKAO, maka dibuatkan gradasi gabungan agregat dan mineral asbuton, dimana persentase asbuton butir adalah 7%, 8% dan 9%. Hasil penggabungan agregat dengan asbuton butir disajikan pada Tabel 4, Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 4. Gradasi Gabungan Campuran Beraspal Panas AC-BC Untuk Asbuton Butir 7%

No	Bukaan	¾"		⅜"		Pasir		Abu Batu		Asbuton		Total Campuran	Spec	Gradasi Fuller	Zona Larangan
		% Lolos	19%	% Lolos	26%	% Lolos	8%	% Lolos	40%	% Lolos	7%				
¾"	19.00	100	19.00	100	26	100	8,00	100	40,00	100	7,00	100,00	90 - 100	100	
1/2"	12.50	33,09	6,29	100	26	100	8,00	100	40,00	100	7,00	87,29	Max. 90	82.83	
⅜"	9.500	2.34	0,44	100	26	100	8,00	100	40,00	100	7,00	81,44	-	73.20	
No. 4	4.470	0.46	0,09	20,46	5.32	99,44	7,96	98,93	39,57	100	7,00	59,93	-	52.34	
No. 8	2.360	0.34	0,06	1,06	0.28	89,42	7,15	84,04	33,62	100	7,00	48,11	23 - 49	39.12	34.60
No. 16	1.180	0.32	0,06	0,85	0.22	59,05	4,72	60,5	24,20	99,78	6,98	36,19	-	28.64	22.3 - 28.3
No. 30	0.600	0.28	0,05	0,82	0.21	27,64	2,21	45,76	18,30	94,13	6,59	27,37	-	21.12	16.7 - 20.7
No. 50	0.300	0.25	0,05	0,81	0.21	11,08	0,89	36,12	14,45	70,66	4,95	20,54	-	15.46	13.7
No.200	0.075	0.22	0,04	0,46	0.12	0,33	0,03	8,65	3,46	6,62	0,46	4,11	4 - 8	8.29	

Pan

Sumber: Hasil olahan Tahun 2011

Tabel 5. Gradasi Gabungan Campuran Beraspal Panas AC-BC Untuk Asbuton Butir 8%

No	Bukaan	¾"		⅜"		Pasir		Abu Batu		Asbuton		Total Campuran	Spec	Gradasi Fuller	Zona Larangan
		% Lolos	19%	% Lolos	26%	% Lolos	8%	% Lolos	39%	% Lolos	8%				
¾"	19.00	100	19.00	100	26	100	8,00	100	39,00	100	8,00	100,00	90 - 100	100	
1/2"	12.50	33,09	6,29	100	26	100	8,00	100	39,00	100	8,00	87,29	Max. 90	82.83	
⅜"	9.500	2.34	0,44	100	26	100	8,00	100	39,00	100	8,00	81,44	-	73.20	
No. 4	4.470	0.46	0,09	20,46	5.32	99,44	7,96	98,93	38,58	100	8,00	59,94	-	52.34	
No. 8	2.360	0.34	0,06	1,06	0.28	89,42	7,15	84,04	32,78	100	8,00	48,27	23 - 49	39.12	34.60
No. 16	1.180	0.32	0,06	0,85	0.22	59,05	4,72	60,5	23,60	99,78	7,98	36,58	-	28.64	22.3 - 28.3
No. 30	0.600	0.28	0,05	0,82	0.21	27,64	2,21	45,76	17,85	94,13	7,53	27,85	-	21.12	16.7 - 20.7
No. 50	0.300	0.25	0,05	0,81	0.21	11,08	0,89	36,12	14,09	70,66	5,65	20,88	-	15.46	13.7
No.200	0.075	0.22	0,04	0,46	0.12	0,33	0,03	8,65	3,37	6,62	0,53	4,09	4 - 8	8.29	

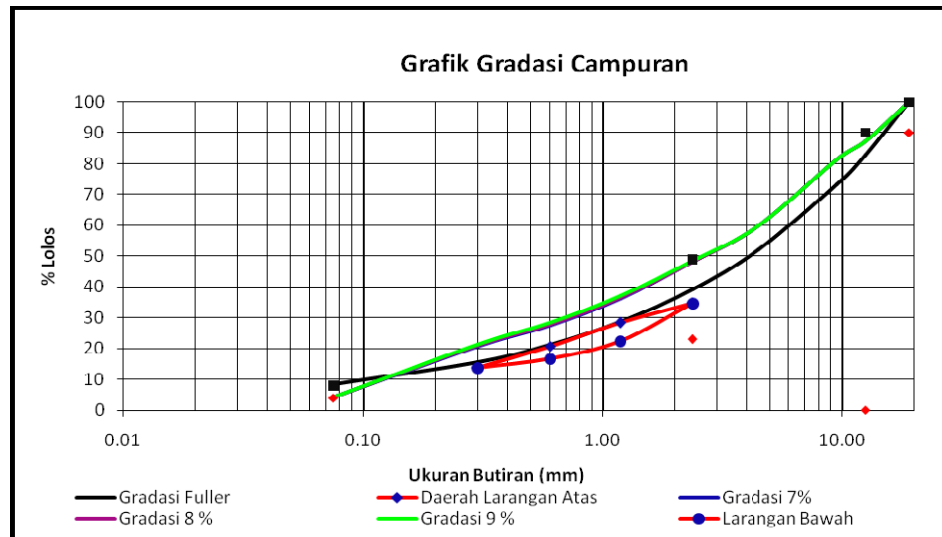
Pan

Sumber: Hasil olahan Tahun 2011

Tabel 6. Gradasi Gabungan Campuran Beraspal Panas AC-BC Untuk Asbuton Butir 9%

No	Bukaan	3/4"		3/8"		Pasir		Abu Batu		Asbuton		Total Campuran	Spec	Gradasi Fuller	Zona Larangan
		% Lolos	19%	% Lolos	26%	% Lolos	8%	% Lolos	38%	%lolos	9%				
3/4"	19.00	100	19,00	100	26	100	8,00	100	38,00	100	9,00	100,00	90 - 100	100	
1/2"	12.50	33,09	6,29	100	26	100	8,00	100	38,00	100	9,00	87,29	Max. 90	82.83	
3/8"	9.500	2,34	0,44	100	26	100	8,00	100	38,00	100	9,00	81,44	-	73.20	
No. 4	4.470	0,46	0,09	20,46	5,32	99,44	7,96	98,93	37,59	100	9,00	59,96	-	52.34	
No. 8	2.360	0,34	0,06	1,06	0,28	89,42	7,15	84,04	31,94	100	9,00	48,43	23 - 49	39.12	34.60
No. 16	1.180	0,32	0,06	0,85	0,22	59,05	4,72	60,5	22,99	99,78	8,98	36,98	-	28.64	22.3 - 28.3
No. 30	0.600	0,28	0,05	0,82	0,21	27,64	2,21	45,76	17,39	94,13	8,47	28,34	-	21.12	16.7 - 20.7
No. 50	0.300	0,25	0,05	0,81	0,21	11,08	0,89	36,12	13,73	70,66	6,36	21,23	-	15-46	13.7
No.200	0.075	0,22	0,04	0,46	0,12	0,33	0,03	8,65	3,29	6,62	0,60	4,07	4 - 8	8.29	

Sumber: Hasil olahan Tahun 2011



Gambar 2. Grafik Gradasi Gabungan Campuran Beraspal Panas

4.2 Hasil Pemeriksaan Marshall untuk Benda Uji pKAO pada 7%, 8% dan 9% Asbuton butir

Perhitungan Perkiraan Kadar Aspal Optimum (pKAO) dengan 7%, 8% dan 9% asbuton butir untuk pembuatan benda uji dilakukan seperti berikut:

Untuk Kadar asbuton butir= 7%:

$$\begin{aligned}
 CA &= 100 - (\text{lolos saringan No. 8}) \\
 &= 100 - 48,13 = 51,87\% \\
 FA &= \text{lolos saringan No. 8} - \text{filler} \\
 &= 48,13 - 4,11 = 44,02\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 FF &= 4,11\% \\
 C &= \text{konstanta sekitar } 0,5 - 1,0 \text{ diambil } 0,75 \\
 P_b &= 0,035 (\% CA) + 0,045 (\% FA) + 0,18 (\% FF) + C \\
 &= 0,035 (51,87) + 0,045 (44,02) + 0,18 (4,11) + 0,75 \\
 &= 5,3 \sim 5,5\%
 \end{aligned}$$

Kemudian langkah berikutnya adalah menghitung kebutuhan aspal per 60/70 dalam campuran dilakukan sebagai berikut:

- a. Asbuton dalam campuran (bitumen+ mineral) = 7%  
 Dalam Asbuton Butir terdapat :  
 - Bitumen = 24,2%  
 - Mineral = 75,8%  
 Bitumen = bitumen dalam asbuton x asbuton dalam campuran  
 = 24,2% x 7% = 1,69%
- b. Aspal penetrasi 60/70  
 AC 60/70 = bahan pengikat terhadap campuran – bitumen asbuton  
 = 5,5% - 1,69% = 3,81%

Untuk perhitungan kebutuhan AC 60/70 dengan kadar asbuton butir 8% dan 9% sama dengan perhitungan di atas.

Setelah melakukan pengujian awal mengenai bahan penelitian (Aspal yang berupa Asbuton Butir tipe 15/25 dan agregat) yang telah memenuhi spesifikasi bahan campuran dilanjutkan dengan proses pembuatan benda uji kondisi pKAO untuk masing-masing kadar asbuton butir.

Hasil pengujian Marshall dari benda uji kondisi pKAO dengan kadar asbuton 7%, 8% dan 9% disajikan pada Tabel 7, Tabel 8 dan Tabel 9.

Dari Tabel 7 dapat dilihat bahwa kepadatan, VMA, stabilitas, flow dan MQ memenuhi spesifikasi. Sedangkan VIM dan VFB ada beberapa yang tidak memenuhi spesifikasi yaitu VIM pada kadar aspal 4,5% dan 6% sedangkan untuk VFB pada kadar aspal 4,5%. Dari Tabel 8 dapat dilihat bahwa kepadatan, VMA, stabilitas, flow dan MQ memenuhi spesifikasi. Sedangkan VIM dan VFB ada beberapa yang tidak memenuhi spesifikasi yaitu VIM pada kadar aspal 4,5%, 5% dan 5,5% sedangkan untuk VFB pada kadar aspal 4,5% dan 5%. Dari Tabel 9 dapat dilihat bahwa kepadatan, VMA, stabilitas, flow dan MQ memenuhi spesifikasi. Sedangkan VIM dan VFB ada beberapa yang tidak memenuhi spesifikasi yaitu VIM pada kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5% dan 6% sedangkan untuk VFB pada kadar aspal 4,5% dan 7%.

Tabel 7. Hasil Pengujian Marshall Campuran AC-BC Untuk Kadar Asbuton Butir 7%

Kadar Aspal	%	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	Spec.
<b>Kepadatan</b>	<b>(gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.310	2.363	2.448	2.430	2.413	2.300	-
<b>VIM</b>	<b>(%)</b>	6.976	4.165	3.996	5.869	3.820	3.977	3.5 - 5.5
<b>VMA</b>	<b>(%)</b>	15.652	14.190	15.111	17.647	17.647	18.223	Min. 14
<b>VFB</b>	<b>(%)</b>	55.744	70.668	73.765	68.903	77.653	78.262	Min. 63
<b>Stabilitas</b>	<b>(kg)</b>	1289,65	1445,087	1441,247	1476,82	1431,56	1415,685	Min. 800 kg
<b>Flow</b>	<b>(mm)</b>	4,817	4,803	4,727	4,720	4,447	4,383	Min. 3 mm
<b>MQ</b>	<b>(kg/mm)</b>	267,729	300,872	304,897	312,886	321,916	322,995	Min. 250

Sumber: Hasil olahan Tahun 2011

Tabel 8. Hasil Pengujian Marshall Campuran AC-BC Untuk Kadar Asbuton Butir 8%

Kadar Aspal	%	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	Spec.
<b>Kepadatan</b>	<b>(gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2,239	2,258	2,297	2,297	2,304	2,307	-
<b>VIM</b>	<b>(%)</b>	9,864	8,403	6,145	5,493	4,517	3,677	3.5 - 5.5
<b>VMA</b>	<b>(%)</b>	18,274	17,988	17,015	17,480	17,665	17,971	Min. 14
<b>VFB</b>	<b>(%)</b>	46,073	53,303	64,002	68,622	74,511	79,551	Min. 63
<b>Stabilitas</b>	<b>(kg)</b>	1141,604	1178,454	1267,492	1390,418	1361,930	1280,449	Min. 800 kg
<b>Flow</b>	<b>(mm)</b>	4,820	4,437	4,337	4,157	4,107	3,400	Min. 3 mm
<b>MQ</b>	<b>(kg/mm)</b>	236,847	265,597	292,251	334,476	331,612	376,603	Min. 250

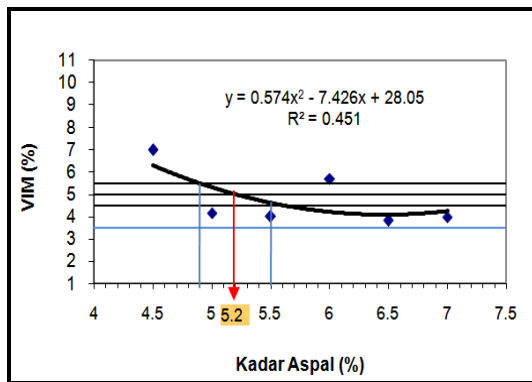
Sumber: Hasil olahan Tahun 2011



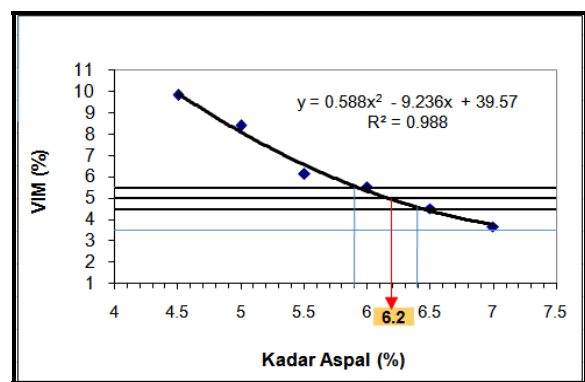
Tabel 9. Hasil Pengujian Marshall Campuran AC-BC Untuk Kadar Asbuton Butir 9%

Kadar Aspal	%	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	Spec.
<b>Kepadatan</b>	<b>(gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2,235	2,256	2,286	2,260	2,290	2,231	-
<b>VIM</b>	<b>(%)</b>	10,016	8,496	6,616	7,000	5,076	4,753	3.5 - 5.5
<b>VMA</b>	<b>(%)</b>	18,764	17,092	17,365	17,935	18,500	19,238	Min. 14
<b>VFB</b>	<b>(%)</b>	62,297	67,354	67,664	67,621	73,031	62,617	Min. 63
<b>Stabilitas</b>	<b>(kg)</b>	1187,373	1237,010	1284,043	1314,611	1271,634	1256,018	Min. 800 kg
<b>Flow</b>	<b>(mm)</b>	6,867	6,673	6,550	6,440	6,250	6,123	Min. 3 mm
<b>MQ</b>	<b>(kg/mm)</b>	172,910	185,375	196,037	204,132	203,461	205,131	Min. 250

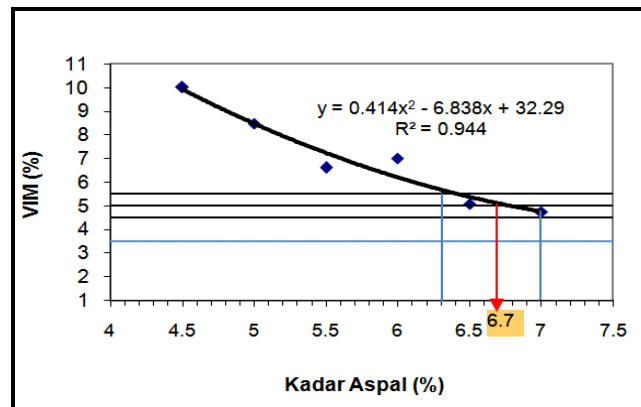
Sumber: Hasil olahan Tahun 2011



Gambar 3. Hubungan Antara VIM dengan Kadar Aspal untuk kadar asbuton 7%



Gambar 4. Hubungan Antara VIM dengan Kadar Aspal untuk kadar asbuton 8%



Gambar 5. Hubungan Antara VIM dengan Kadar Aspal untuk kadar asbuton 9%

Dari hasil pengujian pada Tabel 7, Tabel 8, dan Tabel 9, dibuat grafik hubungan antara VIM dengan kadar aspal untuk mendapatkan benda uji tambahan untuk PRD. Benda uji dibuat dengan tiga

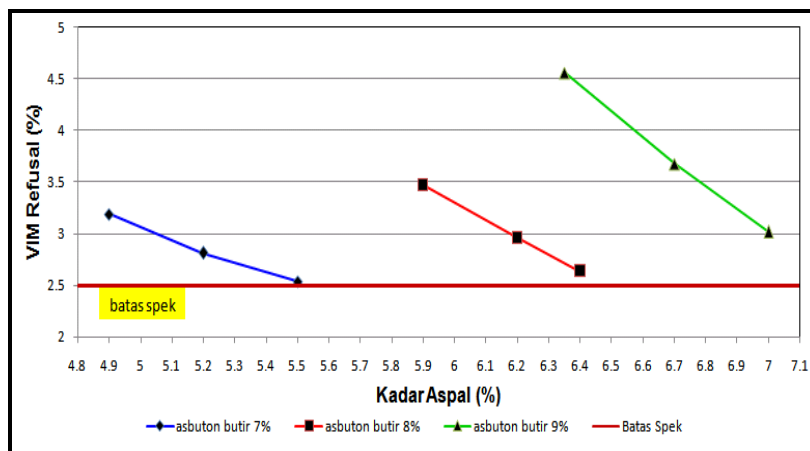
variasi kadar aspal (satu yang memberikan rongga dalam campuran di atas 5%, satu pada 5% dan satu dibawah 5%) seperti pada Gambar 3, Gambar 4 dan Gambar 5.

Kadar aspal yang digunakan untuk pembuatan benda uji tambahan untuk PRD diperoleh dengan menghubungkan nilai VIM 4,5%, 5% dan 5,5% pada grafik. Dari Gambar 3 diperoleh kadar aspal pada VIM 4,5% adalah 5,5%, VIM 5% adalah 5,2% dan VIM 5,5% adalah 4,9%. Lalu dari Gambar 4 diperoleh kadar aspal pada VIM 4,5% adalah 6,9%, VIM 5% adalah 6,2% dan VIM 5,5% adalah 5,9%. Dan dari Gambar 5 diperoleh kadar aspal pada VIM 4,5% adalah 7%, VIM 5% adalah 6,7% dan VIM 5,5% adalah 6,3%. Kadar aspal inilah yang kemudian digunakan untuk membuat benda uji tambahan dan dipadatkan sampai membal (refusal) dengan prosedur

PRD-BS 598. Dibuatkan masing- masing tiga benda uji untuk tiap kadar aspal.

Dari hasil percobaan campuran beraspal panas AC-BC dengan menggunakan alat pemadat getar listrik (metode PRD) maka didapatkan nilai VIM Refusal, lalu dibuat Grafik hubungan antara VIM Refusal dan kadar aspal seperti pada Gambar 6.

Gambar 6 menunjukkan bahwa VIM Refusal yang diperoleh memenuhi spesifikasi yang ditentukan yaitu di atas 2,5%. Dari nilai di atas kemudian dimasukkan ke dalam Tabel 10, Tabel 11 dan Tabel 12.



Gambar 6. Hubungan Antara Kadar Aspal Vs VIM Refusal

Tabel 10. Karakteristik Campuran Beraspal Panas AC-BC Pada Kondisi Kepadatan Mutlak Untuk Kadar Asbuton Butir 7%.

Kadar Aspal	%	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	Spec.
<b>Kepadatan</b>	( $gr/cm^3$ )	2,310	2,363	2,448	2,430	2,413	2,300	-
<b>VIM Refusal</b>	(%)	3,846	3,035	2,518	2,294	2,364	2,727	Min. 2,5
<b>VIM</b>	(%)	6,976	4,165	3,996	5,689	3,820	3,977	3.5 - 5.5
<b>VMA</b>	(%)	15,652	14,190	15,111	17,647	17,647	18,223	Min. 14
<b>VFB</b>	(%)	55,744	70,668	73,765	68,903	77,653	78,262	Min. 63
<b>Stabilitas</b>	(kg)	1289,650	1445,087	1441,247	1476,820	1431,560	1415,685	Min. 800 kg
<b>Flow</b>	(mm)	4,817	4,803	4,727	4,720	4,447	4,383	Min. 3 mm
<b>MQ</b>	(kg/mm)	267,729	300,872	304,897	312,886	321,916	322,995	Min. 250

Sumber: Hasil olahan Tahun 2011

Tabel 11. Karakteristik Campuran Beraspal Panas AC-BC Pada Kondisi Kepadatan Mutlak Untuk Kadar Asbuton Butir 8%.

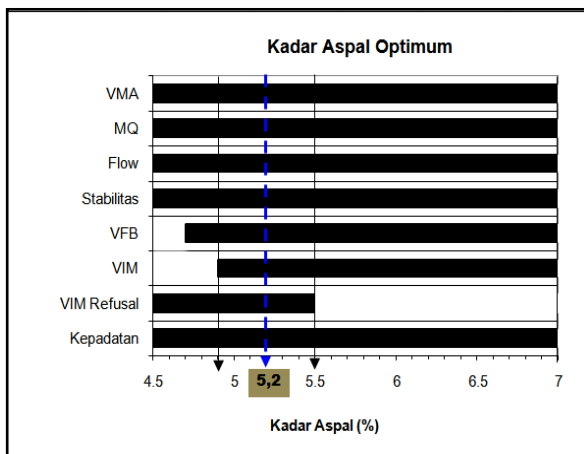
Kadar Aspal	%	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	Spec.
<b>Kepadatan</b>	<b>(gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2,239	2,258	2,297	2,297	2,304	2,307	-
<b>VIM Refusal</b>	<b>(%)</b>	6,255	5,175	4,181	3,274	2,453	1,719	Min. 2,5
<b>VIM</b>	<b>(%)</b>	9,864	8,403	6,145	5,493	4,517	3,677	3.5 - 5.5
<b>VMA</b>	<b>(%)</b>	18,274	17,988	17,015	17,480	17,665	17,971	Min. 14
<b>VFB</b>	<b>(%)</b>	46,073	53,303	64,002	68,622	74,511	79,551	Min. 63
<b>Stabilitas</b>	<b>(kg)</b>	1141,604	1178,454	1267,492	1390,418	1361,930	1280,449	Min. 800 kg
<b>Flow</b>	<b>(mm)</b>	4,820	4,437	4,337	4,157	4,107	3,400	Min. 3 mm
<b>MQ</b>	<b>(kg/mm)</b>	236,847	265,597	292,251	334,476	331,612	376,603	Min. 250

Sumber: Hasil olahan Tahun 2011

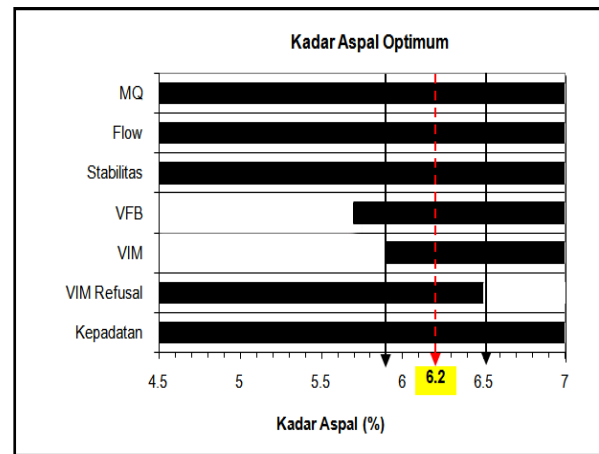
Tabel 12. Karakteristik Campuran Beraspal Panas AC-BC Pada Kondisi Kepadatan Mutlak Untuk Kadar Asbuton Butir 8%.

Kadar Aspal	%	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	Spec.
<b>Kepadatan</b>	<b>(gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2,235	2,256	2,286	2,260	2,290	2,231	-
<b>VIM Refusal</b>	<b>(%)</b>	11,197	9,065	7,177	5,534	4,135	2,981	Min. 2,5
<b>VIM</b>	<b>(%)</b>	10,016	8,496	6,616	7,000	5,076	4,753	3.5 - 5.5
<b>VMA</b>	<b>(%)</b>	18,764	17,092	17,365	17,935	18,500	19,238	Min. 14
<b>VFB</b>	<b>(%)</b>	62,297	67,354	67,664	67,621	73,031	62,617	Min. 63
<b>Stabilitas</b>	<b>(kg)</b>	1187,373	1237,010	1284,043	1314,611	1271,634	1415,685	Min. 800 kg
<b>Flow</b>	<b>(mm)</b>	6,867	6,673	6,550	6,440	6,250	6,123	Min. 3 mm
<b>MQ</b>	<b>(kg/mm)</b>	172,910	185,375	196,037	204,132	203,461	231,208	Min. 250

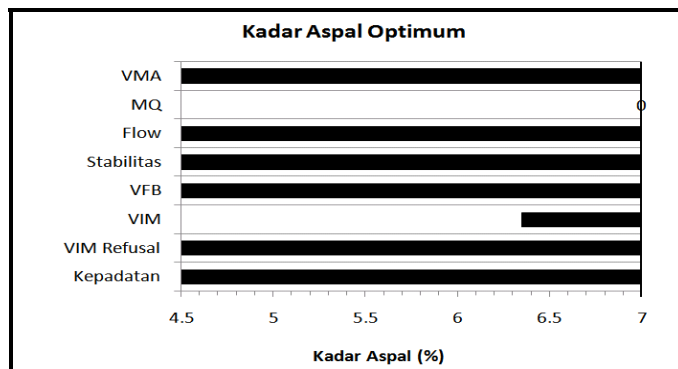
Sumber: Hasil olahan Tahun 2011



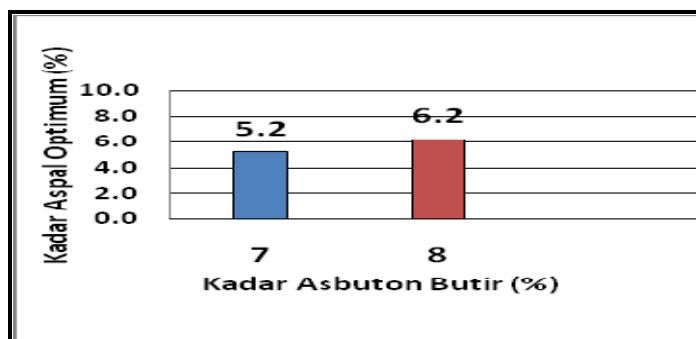
Gambar 7. Kadar Aspal Optimum untuk Campuran AC-BC pada kadar asbuton 7%



Gambar 8. Kadar Aspal Optimum untuk Campuran AC-BC pada kadar asbuton 8%



Gambar 9. Kadar Aspal Optimum untuk Campuran AC-BC pada kadar asbuton 9%



Gambar 10. Kadar Aspal optimum Untuk Masing - masing Campuran AC-BC dengan Kadar Asbuton Butir Tipe 15/25 : 7% dan 8%.

Dari data-data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan campuran beraspal panas yang disajikan pada Tabel 10, Tabel 11 dan Tabel 12, maka dibuat grafik yang menghubungkan antara Kadar aspal dengan Karakteristik campuran AC-BC yang mengandung asbuton butir tipe 15/25 menggunakan metode "Bar-Chart" untuk mendapatkan kadar aspal optimum (KAO) seperti diperlihatkan pada Gambar 7, Gambar 8 dan Gambar 9.

Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa campuran yang mengandung asbuton butir tipe 15/25 dengan kadar 7% diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) yaitu 5,2%, sedangkan untuk bahwa campuran yang mengandung asbuton butir tipe 15/25 dengan kadar 8% (Gambar 8) diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) yaitu 6,2%.

Dari Gambar 9 dapat dilihat bahwa campuran yang mengandung asbuton butir tipe 15/25 dengan kadar 9% tidak diperoleh kadar aspal optimum, karena salah satu nilai karakteristiknya yaitu nilai Marshall Quotient tidak memenuhi spesifikasi.

Gambar 10 menunjukkan hasil penentuan kadar aspal optimum dengan menggunakan Metode "Bar-Chart" diatas, dibuat benda uji untuk campuran beraspal panas AC-BC dengan campuran agregat, aspal 60/70 dan Asbuton Butir Tipe 15/25.

#### 4.3 Hasil Pemeriksaan Marshall untuk Benda Uji KAO pada 7%, 8% dan 9% Asbuton butir

Hasil pemeriksaan campuran beraspal panas AC-BC pada kadar aspal optimum 5.2% (Kadar asbuton butir 7%) disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Karakteristik Campuran Beraspal Panas Pada Kadar Aspal Optimum Untuk Campuran Dengan Kadar Asbuton Butir 7%

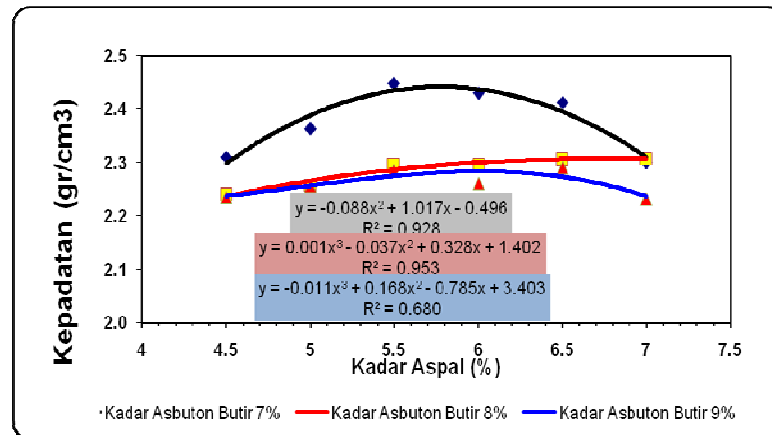
Kode Benda Uji	Karakteristik Campuran						
	Kepadatan %	VIM %	VMA %	VFB %	Stabilitas Kg.	Flow mm	MQ Kg/mm
A	2,382	4,736	15,336	69,117	1338,593	3,980	336,330
B	2,375	4,998	15,569	67,896	1305,515	3,99	327,197
C	2,378	4,880	15,463	68,442	1356,606	4,019	337,548
Rata-rata	2,378	4,871	15,456	68,485	1333,571	3,996	333,692
Batas Spesifikasi	-	3,5% - 5,5%	Min. 14%	Min. 63%	Min. 800 kg	Min. 3 mm	Min, 250 kg/mm

Sumber: Hasil olahan Tahun 2011

Tabel 14. Karakteristik Campuran Beraspal Panas Pada Kadar Aspal Optimum Untuk Campuran Dengan Kadar Asbuton Butir 8%

Kode Benda Uji	Karakteristik Campuran						
	Kepadatan %	VIM %	VMA %	VFB %	Stabilitas Kg.	Flow mm	MQ Kg/mm
A	2,311	5,476	17,849	69,319	1568,012	4,060	386,210
B	2,328	4,793	17,255	72,223	1584,128	4,03	393,084
C	2,328	4,760	17,226	72,367	1537,676	4,03	381,557
Rata-rata	2,322	5,010	17,443	71,303	1563,272	4,040	386,950
Batas Spesifikasi	-	3,5% - 5,5%	Min. 14%	Min. 63%	Min. 800 kg	Min. 3 mm	Min, 250 kg/mm

Sumber: Hasil olahan Tahun 2011



Gambar 11. Hubungan antara Kadar aspal Vs Kepadatan

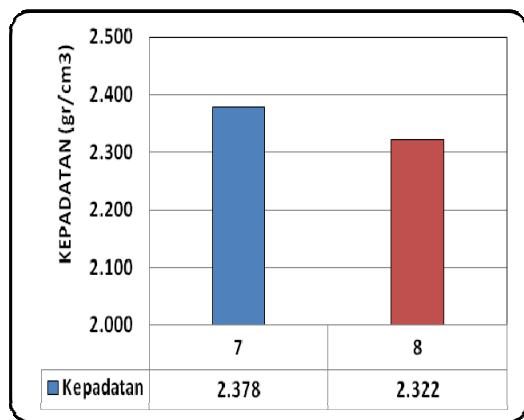
Sementara hasil pemeriksaan campuran beraspal panas AC-BC pada kadar aspal optimum 6.2% (Kadar asbuton butir 8%) disajikan pada Tabel 14.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada campuran beraspal panas AC-BC menggunakan aspal 60/70 dan Asbuton Butir Tipe 15/25 menghasilkan

karakteristik yang berbeda. Hal ini disebabkan karena persentase Asbuton yang berbeda dalam proses pembuatan campuran panas. Pemeriksaan karakteristik Campuran Beraspal Panas pada kondisi Kadar Aspal Optimum berdasarkan uji Marshall terdiri dari:

a. *Kepadatan/density* AC-BC

Kepadatan (density) merupakan perbandingan antara massa benda terhadap volumenya. Nilai kepadatan campuran beraspal panas dengan kadar asbuton butir 7%, 8% dan 9% dapat dilihat pada Gambar 11, dan Gambar12 untuk campuran aspal AC-BC pada kondisi Kadar Aspal Optimum.



Gambar 12. Kepadatan Campuran AC-BC pada variasi kadar asbuton butir: 7% dan 8%

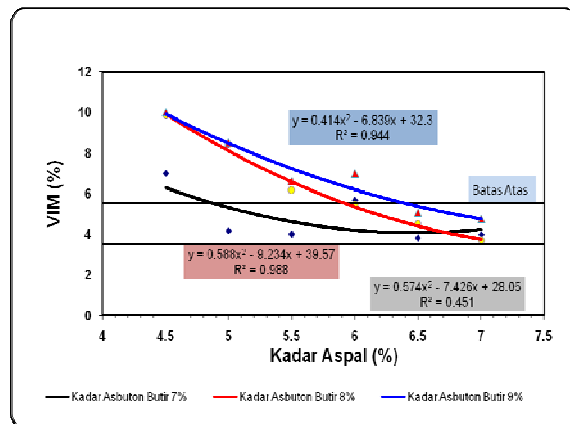
Dari Gambar 11 dapat diketahui bahwa pada kadar aspal yang sama dan kadar asbuton butir yang berbeda diperoleh nilai kepadatan yang berbeda pula. Pada campuran yang mengandung asbuton butir dengan kadar 7% memiliki nilai kepadatan yang lebih besar di bandingkan dengan campuran yang mengandung kadar asbuton butir yang lebih banyak yaitu 8% dan 9%. Hal ini di sebabkan karena campuran yang mengandung kadar asbuton butir 7% memiliki proporsi filler yang lebih besar di bandingkan dengan campuran yang

mengandung kadar asbuton butir 8% dan 9%.

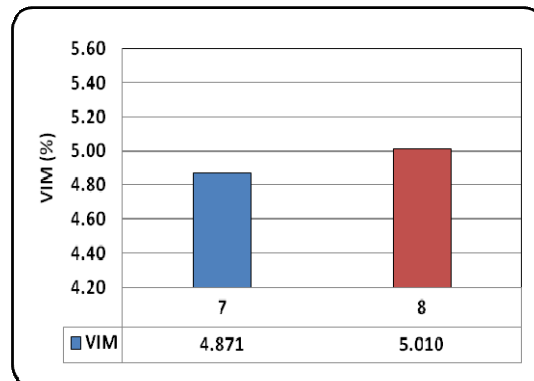
Berdasarkan Gambar 12 dapat dilihat bahwa nilai kepadatan campuran beraspal panas dengan kadar aspal optimum 5.2 % yaitu 2.344 gr/cm<sup>3</sup> sedangkan nilai kepadatan campuran beraspal panas dengan kadar aspal optimum 6.2 % yaitu 2.314 gr/cm<sup>3</sup>.

b. *Void in Mix (VIM)*

Nilai VIM untuk campuran beraspal AC-BC untuk Kadar Asbuton butir 7%, 8% dan 9% dapat dilihat pada Gambar 13 dan Gambar 14.



Gambar 13. Hubungan Antara Kadar aspal - VIM pada variasi kadar asbuton butir



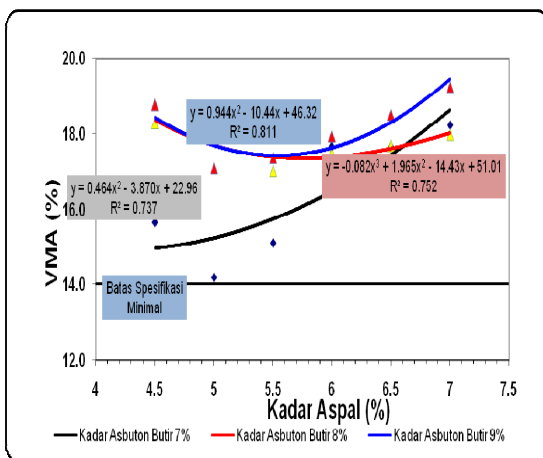
Gambar 14. VIM Campuran AC-BC pada variasi kadar asbuton butir: 7% dan 8%

Dari Gambar 13 dapat dilihat bahwa VIM campuran aspal AC-BC dengan kadar asbuton butir 7% pada kadar aspal 4,5% dan 6% tidak memenuhi spesifikasi, nilai VIM campuran beraspal AC-BC dengan kadar asbuton butir 8% pada kadar aspal 4,5%, 5%, dan 5,5% tidak memenuhi spesifikasi, nilai VIM campuran beraspal AC-BC dengan kadar asbuton butir 9% pada kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5% dan 6% juga tidak memenuhi spesifikasi.

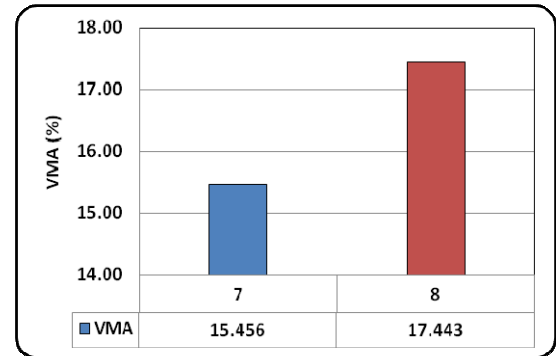
Dari hasil penelitian untuk campuran beraspal panas dengan kadar asbuton butir 7% Sedangkan Gambar 14 dapat dilihat bahwa volume rongga dalam campuran (VIM) untuk campuran beraspal panas dengan kadar asbuton butir 7% yaitu 4.994 %, sedangkan nilai VIM pada campuran beraspal panas dengan kadar asbuton butir 8% yaitu 5.195 %.

c. Nilai VMA

Nilai VMA untuk campuran beraspal panas dengan kadar asbuton butir 7%, 8% dan 9% dapat dilihat pada Gambar 15 dan Gambar 16 untuk campuran beraspal AC-BC pada kondisi Kadar Aspal Optimum.



Gambar 15. Hubungan Antara Kadar aspal - VMA pada variasi kadar asbuton butir

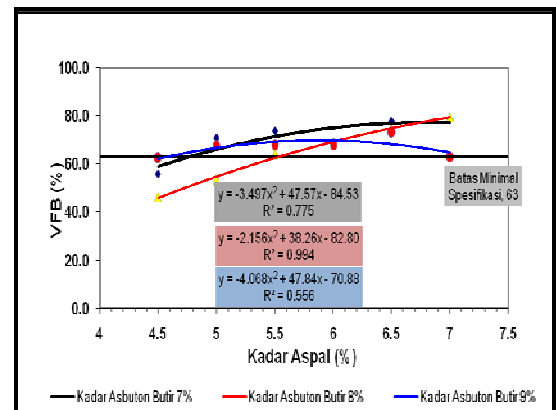


Gambar 16. VMA Campuran AC-BC pada variasi kadar asbuton butir: 7% dan 8%

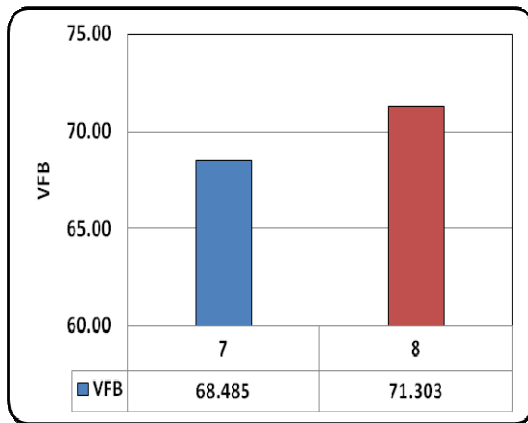
Dari Gambar 15 dapat dilihat bahwa campuran yang mengandung kadar asbuton butir 7% memiliki nilai VMA yang lebih kecil dari campuran yang mengandung kadar asbuton 8% dan 9%. Gambar 16 dapat dilihat nilai VMA pada campuran beraspal panas dengan kadar asbuton butir 7% yaitu 15,445%, sedangkan nilai VMA pada campuran beraspal panas dengan kadar asbuton butir 8% yaitu 17,663%.

d. Nilai VFB

Nilai VFB berbanding lurus dengan kadar aspal dan berbanding terbalik dengan VMA, sehingga makin tinggi kadar aspal dan semakin rendah nilai VMA maka nilai VFB akan semakin tinggi. Nilai VFB dapat dilihat pada Gambar 17 dan Gambar 18.



Gambar 17. Hubungan Antara Kadar aspal - VFB pada variasi kadar asbuton butir



Gambar 18. Nilai VFB Pada Kadar Aspal Optimum

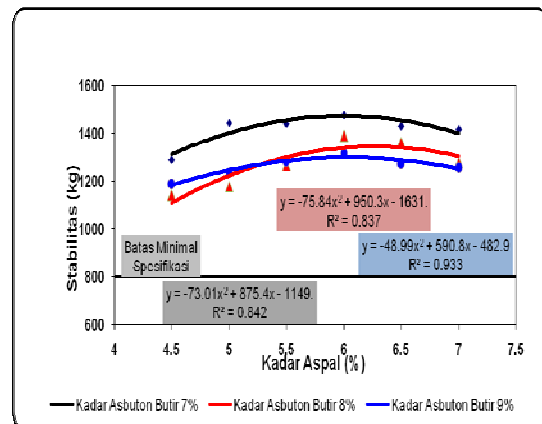
Dari Gambar 17, dapat dilihat bahwa nilai VFB campuran beraspal panas dengan kadar asbuton 7%, tidak memenuhi spesifikasi pada kadar aspal 4,5%. Nilai VFB campuran beraspal panas dengan kadar asbuton 8%, tidak memenuhi spesifikasi pada kadar aspal 4,5%, 5% dan 5,5%. Dan Nilai VFB campuran beraspal panas dengan kadar asbuton 9%, tidak memenuhi spesifikasi pada kadar aspal 4,5% dan 7%. Hal ini disebabkan karena kurangnya kadar aspal dalam campuran sehingga volume pori yang terisi aspal juga semakin kecil.

Dari gambar 17 dapat dilihat bahwa nilai VFB untuk campuran yang mengandung kadar asbuton butir 7% pada kadar aspal yang sama memiliki nilai VFB lebih besar di dibandingkan dengan nilai VFB pada campuran yang mengandung kadar asbuton 8% dan 9%.

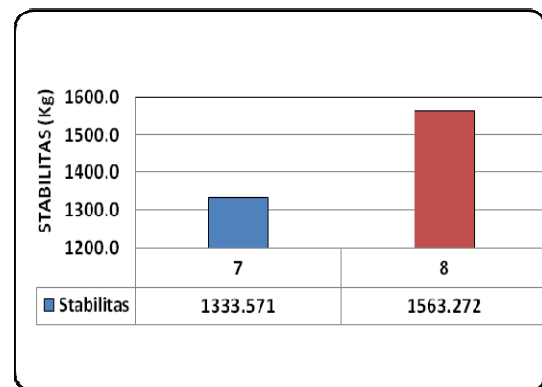
Sedang Gambar 18 dapat dilihat bahwa nilai VFB untuk campuran beraspal panas dengan KAO 5,2% yaitu 67,699%, sedangkan nilai VFB untuk campuran beraspal panas dengan KAO 6,2% yaitu 70,613%. Nilai VFB pada campuran beraspal Panas dengan Kadar asbuton butir 8% lebih besar dibandingkan dengan nilai VFB pada campuran beraspal panas dengan kadar asbuton butir 7%.

e. Stabilitas Marshall (MS)

Nilai stabilitas (MS) dapat dilihat pada gambar 19 dan Gambar 19.



Gambar 19. Hubungan Antara Kadar aspal – Stabilitas kondisi KAO dengan beberapa variasi asbuton butir



Gambar 20. Hubungan Nilai VFB Pada kondisi Kadar Aspal Optimum (KAO)

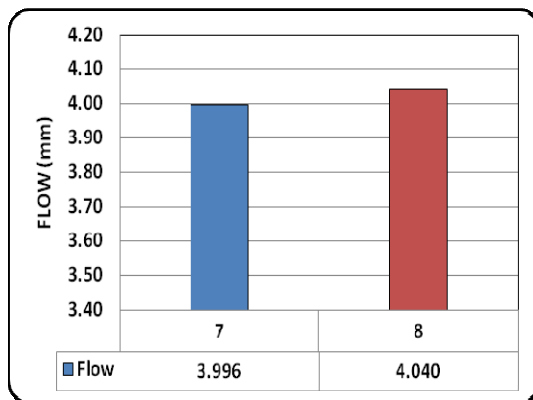
Dari gambar 4.19 dapat dijelaskan bahwa nilai stabilitas campuran yang mengandung kadar asbuton butir 7% lebih besar dibandingkan dengan campuran yang mengandung kadar asbuton butir 8% dan 9%. Hal ini disebabkan karena campuran yang mengandung kadar Asbuton butir 7% memiliki nilai kepadatan yang lebih tinggi dari campuran yang mengandung kadar asbuton butir 8% dan 9%, sehingga stabilitasnya lebih tinggi.



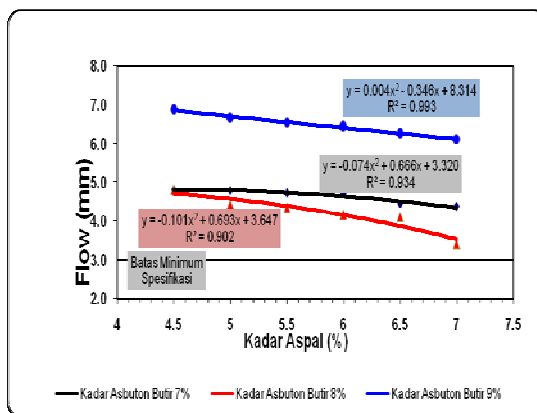
Sedang Gambar 20 dapat dilihat bahwa nilai stabilitas Marshall untuk campuran beraspal panas dengan KAO 5.2% yaitu 1207,005 Kg, dan nilai stabilitas untuk campuran beraspal panas dengan KAO 6,2% yaitu 1424,188 Kg.

f. Kelelahan/Flow (mm)

Kelelahan marshall adalah besarnya perubahan bentuk plastis dari beton aspal padat akibat adanya beban sampai batas keruntuhan. Nilai kelelahan marshall dinyatakan dalam mm. Pemeriksaan kelelahan dengan flowmeter diperlukan untuk mengukur besarnya deformasi yang terjadi akibat beban. Nilai flow dapat dilihat pada Gambar 21 dan Gambar 22.



Gambar 21. Hubungan Nilai Flow AC-BC Pada kondisi Kadar Aspal Optimum (KAO)



Gambar 22. Hubungan Antara Kadar aspal – Flow kondisi KAO dengan beberapa variasi asbuton butir

Dari Gambar 21 dapat pula dilihat bahwa nilai kelelahan marshall (flow) untuk campuran beraspal panas memenuhi spesifikasi yang ditentukan yaitu minimal 3 mm. Nilai kelelahan (flow) pada gambar di atas cenderung turun seiring dengan penambahan kadar aspal pada campuran. Hal ini disebabkan karena semakin besar kadar aspal dalam suatu campuran maka semakin tinggi nilai kepadatannya dan semakin kecil pula rongga dalam campuran tersebut, sehingga apabila diberikan beban maka perubahan plastis yang terjadi akan lebih kecil. Dari gambar diatas dapat di lihat bahwa campuran yang mengandung kadar asbuton butir 8% mempunyai nilai flow yang lebih rendah dibandingkan dengan campuran yang mengandung kadar asbuton butir 7% dan 9%

Berdasarkan Gambar 22. diperoleh bahwa nilai kelelahan marshall (flow) pada campuran beraspal panas dengan KAO 5,2% yaitu 4,170 mm, sedangkan nilai kelelahan marshall (flow) pada campuran beraspal panas dengan KAO 6,2% yaitu 4.123 mm.

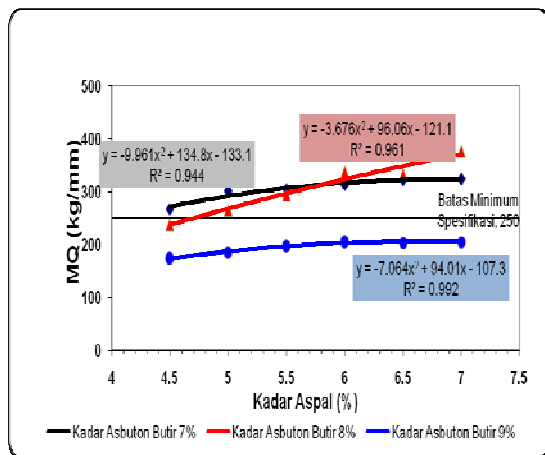
Nilai kelelahan marshall (flow) pada campuran beraspal panas dengan kadar asbuton butir 8% lebih kecil dibandingkan pada campuran beraspal panas dengan kadar asbuton butir 7%. Perbedaan nilai kelelahan ini disebabkan karena nilai KAOnya lebih besar, sebab nilai kelelahan (flow) cenderung turun seiring dengan penambahan kadar aspal pada campuran.

g. Marshall Quentiont (MQ)

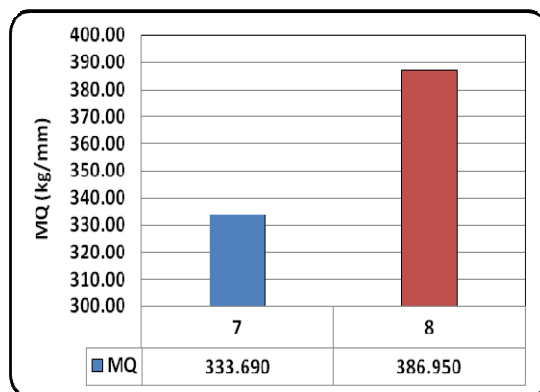
Nilai MQ pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada Gambar 23 dan Gambar 24.

Dari Gambar 23 dapat dilihat bahwa nilai MQ pada campuran panas dengan kadar asbuton 7% memenuhi spesifikasi yang ditentukan yaitu 300 kg/mm. Nilai MQ campuran panas dengan kadar asbuton 8% tidak memenuhi spesifikasi pada kadar aspal 4,5%. Sedangkan Nilai MQ campuran panas dengan kadar asbuton 9% tidak memenuhi spesifikasi.

Semakin tinggi kadar aspal dalam campuran maka semakin besar pula nilai MQnya. Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa Nilai MQ campuran panas yang mengandung kadar asbuton butir 8% lebih tinggi di dibandingkan dengan nilai MQ pada campuran yang mengandung kadar aspal 7% dan 9% hal ini di sebabkan karena campuran yang mengandung kadar asbuton butir 8% memiliki nilai stabilitas yang lebih rendah dibandingkan dengan campuran yang mengandung kadar asbuton butir 7% (lihat Gambar 19).



Gambar 23. Hubungan Antara Kadar aspal – MQ kondisi KAO dengan beberapa variasi kadar asbuton butir



Gambar 24. Hubungan Nilai MQ AC-BC Pada kondisi Kadar Aspal Optimum (KAO)

Berdasarkan Gambar 24 terlihat bahwa nilai MQ campuran beraspal panas (kadar asbuton butir 7%) dengan KAO 5.2% yaitu 290,214 kg/mm, sedangkan nilai MQ campuran beraspal panas (kadar asbuton butir 8%) dengan KAO 6,2% yaitu 345,964 kg/mm. Nilai MQ merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan flow, dimana pada campuran beraspal panas (kadar asbuton butir 7%) dengan KAO 5,2% nilai stabilitasnya rendah sedangkan nilai flownya tinggi, sehingga nilai MQnya menjadi rendah. Dan sebaliknya pada campuran beraspal panas (kadar asbuton butir 8%) dengan KAO 6,2% nilai stabilitasnya tinggi dan nilai flownya rendah, sehingga nilai MQnya menjadi tinggi.

Berdasarkan pembahasan di atas, diketahui bahwa campuran beraspal panas (kadar asbuton butir 8%) dengan KAO 6,2% mempunyai sifat yang lebih kaku, sedangkan campuran beraspal panas (kadar asbuton butir 7%) dengan KAO 5,2% memiliki tingkat kelenturan dan plastisitas yang sangat tinggi.

#### h. Stabilitas Sisa

Dari hasil penelitian diperoleh nilai stabilitas sisa untuk campuran beraspal panas (KAO 5,2%) dengan 54 tumbukan adalah 82,08% dimana memenuhi spesifikasi yaitu minimal 80%, sedangkan untuk campuran beraspal panas (KAO 6,2%) dengan 58 tumbukan adalah 82,45% juga memenuhi spesifikasi yang ditentukan yaitu minimal 80%.

Berdasarkan uraian dari setiap karakteristik campuran Beton aspal tipe AC-BC yang menggunakan Asbuton butir tipe 15/25 dengan kadar 7% dan 8% maka dapat ditarik informasi kelebihan dan kekurangannya . Kelebihan dan kekurangan tersebut disajikan pada Tabel 15.

Tabel 15. Kekurangan dan kelebihan Campuran yang mengandung asbuton butir tipe 15/25 pada Kadar Aspal Optimum

Keterangan	Kadar Asbuton Butir Tipe 15/25	
	7%	8%
<b>Kelebihan</b>	1. Nilai Kepadatannya lebih besar 2. Nilai VIM Lebih Kecil 3. Nilai VFB Lebih Kecil 4. Nilai VMA Lebih Kecil 5. KAOnya kecil (5,2 %)	1. Nilai Stabilitasnya lebih tinggi 2. Nilai fleksibilitasnya Lebih tinggi 3. Nilai Durabilitasnya Lebih Tinggi
<b>Kekurangan</b>	1. Nilai Stabilitasnya Lebih rendah 2. Nilai Fleksibilitasnya Lebih rendah 3. Nilai Durabilitasnya Rendah 4. KAOnya besar (6,2%)	1. Nilai Kepadatannya lebih kecil 2. Nilai VIM Lebih besar 3. Nilai VFB Lebih besar 4. Nilai VMA lebih besar

Sumber: Hasil olahan Tahun 2011

Dari Tabel 15 dapat kita lihat bahwa campuran beraspal panas yang mengandung asbuton butir tipe 15/25 dengan kadar 7% lebih hemat karena KAOnya lebih kecil, lebih mudah dipadatkan karena nilai kepadatannya kecil, nilai VIMnya kecil, sedangkan campuran beraspal panas yang mengandung asbuton butir tipe 15/25 dengan kadar 8% lebih awet karena nilai durabilitasnya lebih tinggi, cocok digunakan untuk lalu lintas yang memiliki volume tinggi dan dilalui kendaraan berat karena nilai stabilitasnya lebih tinggi.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- a. Berdasarkan hasil pemeriksaan di peroleh kadar aspal optimum untuk campuran yang menggunakan asbuton butir tipe 15/25 dengan kadar 7 % diperoleh kadar aspal optimum sebesar 5,2%, sedangkan pada campuran yang menggunakan asbuton butir tipe 15/25 dengan kadar 8% diperoleh kadar aspal optimum 6,2%. Sedangkan campuran yang menggunakan asbuton butir tipe 15/25 dengan kadar 9% tidak diperoleh kadar aspal optimum karena salah satu nilai karakteristiknya yaitu nilai Marshall

Quotient berada di bawah syarat yang telah ditentukan.

- b. Berdasarkan hasil pemeriksaan dan analisa karakteristik campuran beraspal panas dengan kadar Asbuton Butir 7% dan campuran dengan kadar Asbuton Butir 8%, diperoleh karakteristik sebagai berikut:

- a) Kepadatan

Nilai kepadatan campuran beraspal panas dengan kadar Asbuton butir 7% yaitu 2,378 gr/cm<sup>3</sup> sedangkan kepadatan campuran beraspal Panas dengan kadar Asbuton butir 8% yaitu 2,322 gr/cm<sup>3</sup>.

- b) VIM, VMA dan VFB

Untuk nilai VIM pada campuran beraspal panas dengan kadar Asbuton Butir 7% yaitu 4,871% sedangkan nilai VIM untuk campuran beraspal Panas dengan kadar Asbuton butir 8% yaitu 5,010%. nilai VMA pada campuran beraspal panas dengan kadar Asbuton Butir 7% yaitu 15,456% sedangkan nilai VMA untuk campuran beraspal Panas dengan kadar Asbuton butir 8% yaitu 17,443%. Serta nilai VFB pada campuran beraspal panas dengan kadar Asbuton Butir 7% yaitu 68,485% sedangkan nilai VFB untuk campuran beraspal Panas dengan kadar Asbuton butir 8% yaitu 71,303

- c) Stabilitas, Fleksibilitas dan Durabilitas Stabilitas pada campuran beraspal panas dengan kadar Asbuton Butir 7% yaitu 1333,571 Kg sedangkan nilai VIM untuk campuran beraspal Panas dengan kadar Asbuton butir 8% yaitu 1563,272 Kg. Fleksibilitas campuran dinyatakan dengan nilai MQ. Pada campuran beraspal panas dengan kadar Asbuton Butir 7% mempunyai nilai MQ yaitu 333,69 kg/mm, sedangkan nilai MQ untuk campuran beraspal Panas dengan kadar Asbuton butir 8% yaitu 386,95 Kg/mm. Durabilitas campuran dinyatakan dengan nilai stabilitas sisa. Durabilitas campuran beraspal panas dengan kadar Asbuton Butir 7% yaitu 82,08%, sedangkan nilai durabilitas untuk campuran beraspal Panas dengan kadar Asbuton butir 8% yaitu 82,45%.

## 5.2 Saran

- a. Pada penelitian ini menggunakan Asbuton butir tipe 15/25, untuk penelitian lebih lanjut disarankan menggunakan Asbuton Butir dengan tipe yang lain.
- b. Dalam penelitian ini menggunakan variasi kadar asbuton butir 7%, 8% dan 9%. Pada variasi kadar asbuton butir 9% tidak diperoleh kadar aspal optimum Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk memakai variasi kadar Asbuton Butir yang lebih rendah dari 7%.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous, 2008, Spesifikasi Khusus Interim (Skh-2.6.4) Campuran Beraspal Panas dengan Asbuton Lawele, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta
- Aulia, Sagita, 2009, Pengaruh Variasi Kadar Asbuton Mikro terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton , Fakultas Teknik Uiversitas Tadulako, Palu (Tidak dipublikasikan)
- Asrun, dkk., 1999, Aspal Buton, Dinas Pekerjaan Umum Sulawesi Tengah, [www.ASPAL\\_BUTON.com](http://www.ASPAL_BUTON.com), Diakses 1 Desember 2010
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pekerjaan Umum, 2002, Pengkajian Spesifikasi dan Kinerja Asbuton Campuran Hangat dan Panas , [www.KajiSKAO-Panas-Pustran.com](http://www.KajiSKAO-Panas-Pustran.com), Diakses 27 Desember 2010
- Damraeni, 2009, Pengaruh Proses Penuaan Bahan Pengikat Mengandung Aspal Alam terhadap Campuran Bergradasi Senjang, Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu (Tidak dipublikasikan)
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2006, Pedoman Umum pemanfaatan Asbuton, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2007, Spesifikasi Khusus Campuran Beraspal Panas dengan Asbuton Butir, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2008, Pemanfaatan Asbuton Butir dalam Campuran Beraspal, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- Sukirman, Silvia, 2003, Beton Aspal Campuran Panas, Edisi I, Penerbit Granit, Jakarta
- Yamin, A.R., 2007, Campuran Beraspal Panas dengan Kepadatan Mutlak, Puslitbang Prasarana Transportasi, Bandung, Indonesia