

## PENGARUH PENAMBAHAN ASBUTON BUTIR TERHADAP KARAKTERISTIK BETON ASPAL CAMPURAN PANAS

Oleh :  
**Madi Hermadi**

### **RINGKASAN**

*Salah satu teknologi pemanfaatan asbuton adalah penggunaan asbuton butir sebagai bahan tambah pada perkerasan Campuran Beraspal Panas. Dengan ditambahkan asbuton butir maka perkerasan Campuran Beraspal Panas akan lebih tahan terhadap beban lalu lintas dan deformasi. Untuk lebih memahami bagaimana perubahan karakteristik perkerasan Campuran Beraspal Panas maka pada penelitian ini akan dilakukan penambahan asbuton butir sebanyak 0%, 4%, 7% dan 10% kedalam campuran beraspal panas dan kemudian Campuran Beraspal Panas tersebut diuji karakteristiknya. Dari hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa penambahan asbuton butir dapat mempengaruhi sifat campuran beraspal panas seperti sifat bahan pengikat, kepadatan, rongga (VMA, VIM, VFB), stabilitas Marshall, pelelehan, perbandingan Marshall, dan stabilitas dinamis. Berdasarkan hasil analisa korelasi parsial, masing-masing sifat ini satu sama lain memiliki korelasi yang signifikan. Dari hasil penelitian ini juga diketahui bahwa penambahan yang optimum adalah penambahan 7% asbuton butir.*

### **SUMMARY**

*One of Asbuton technology utilization is to use Granular Asbuton as additive for hot mix asphalt pavement. By adding Granular Asbuton, the hot mix asphalt pavement will be more resistant to traffic load and deformation. To understand how the characteristic changes of hot mix asphalt pavement, in this research, Granular Asbuton was added around 0%, 4%, 7% and 10% to hot mix asphalt then these characteristic were tested. The result showed that the addition of Granular Asbuton can affect hot mix asphalt characteristic such as binder characteristic, density, voids (VMA, VIM, VFB), Marshall stability, flow, Marshall Quotient, and dynamic stability. Based on the partial correlation analysis, each characteristic has significant correlation. The result also showed that the optimum addition of Granular Asbuton is 7%.*

## I. PENDAHULUAN

Salah satu teknologi penggunaan Asbuton saat ini adalah digunakannya Asbuton Butir sebagai bahan tambah (*additive*) pada beton aspal campuran panas. Sebagai bahan tambah, penggunaan Asbuton Butir dimaksudkan untuk meningkatkan karakteristik beton aspal campuran panas sehingga memiliki stabilitas yang lebih tinggi, lebih tahan terhadap kerusakan deformasi, dan dapat melayani lalu lintas yang lebih berat dibanding beton aspal campuran panas tanpa bahan tambah Asbuton Butir.

Asbuton Butir dapat digunakan sebagai bahan tambah karena memiliki bitumen yang lebih keras dengan nilai penetrasi yang lebih rendah (21 dmm) dan titik leleh yang lebih tinggi (67,6 °C) dibanding aspal pen 60 (Penetrasi 60-79 dmm dan titik leleh 48-58 °C) yang sudah umum digunakan pada campuran beraspal panas. Dengan ditamahnya Asbuton Butir ke dalam campuran beraspal panas maka aspal pen 60 yang berada dalam campuran beraspal panas akan bercampur dengan bitumen Asbuton Butir sehingga sifatnya berubah. Berdasarkan hasil pencampuran antara aspal pen 60 dengan bitumen Asbuton Butir hasil ekstraksi dan recovery diketahui bahwa sifat aspal menjadi lebih keras antara lain nilai penetrasi turun 8, 12 dan 18 point masing-masing untuk penambahan bitumen yang setara dengan

penambahan 4%, 7% dan 10% Asbuton Butir dalam campuran. Sedangkan untuk nilai titik leleh meningkat 3 °C, 5 °C dan 7°C, masing-masing untuk penambahan bitumen yang setara dengan penambahan 4%, 7% dan 10% Asbuton Butir dalam campuran. Karena sifat aspal berubah maka sifat campuran beraspal pun diharapkan berubah dan akan memiliki nilai stabilitas yang lebih tinggi, lebih tahan terhadap temperatur tinggi di lapangan, dan lebih tahan terhadap kerusakan deformasi.

Mekanisme pengaruh penambahan Asbuton Butir terhadap peningkatan karakteristik campuran beraspal panas relatif kompleks karena melibatkan beberapa variabel yang satu sama lain saling berkaitan. Sebagai contoh, meningkatnya kekerasan aspal di samping akan meningkatkan stabilitas campuran beraspal, juga akan menurunkan stabilitas campuran beraspal karena proses pemadatan menjadi relatif lebih sulit yang akan berpengaruh pada tingkat kepadatan campuran beraspal, persen rongga di antara agregat (VMA), persen rongga yang terisi aspal (VFB), persen rongga dalam campuran (VIM), tebal film aspal, kelelahan, dan lain sebagainya. Hal lain yang menambah kompleks mekanisme pengaruh penambahan Asbuton Butir terhadap karakteristik campuran beraspal panas adalah adanya mineral dalam Asbuton Butir. Mineral ini, yang merupakan bagian terbesar dari Asbuton Butir, dengan

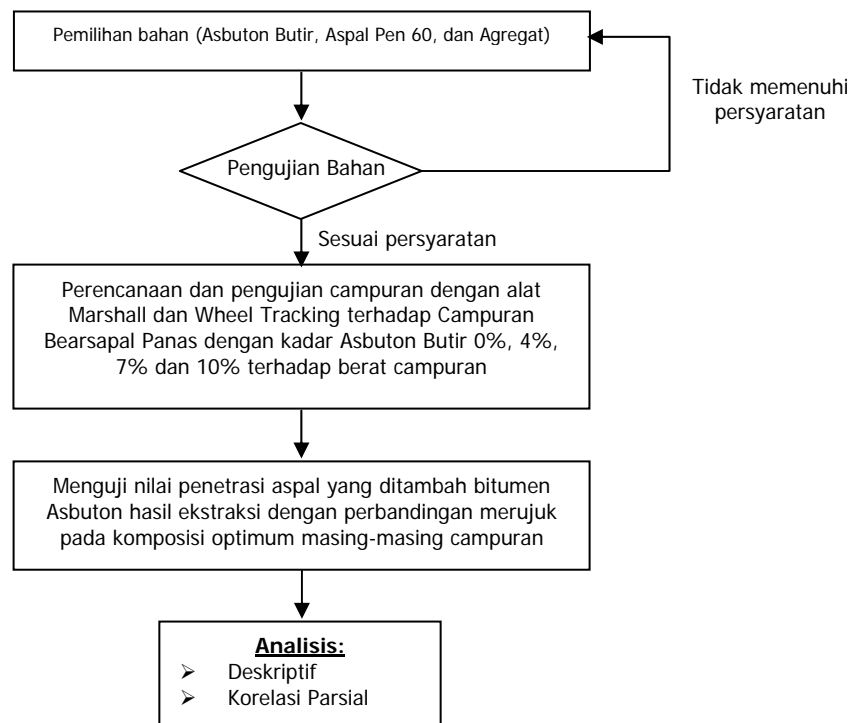
sifat yang berbeda dengan sifat agregat dalam campuran, dapat mempengaruhi pula karakteristik campuran.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagai mana karakteristik perubahan campuran beraspal apabila ditambah Asbuton Butir. Pada prinsipnya penelitian dilakukan dengan cara menguji sifat Marshall dan sifat deformasi campuran beraspal yang masing-masing mengandung bahan tambah Asbuton Butir 0%, 4%, 7% dan 10%. Perubahan sifat campuran beraspal tersebut kemudian dievaluasi secara deskriptif dan juga dilihat hubungan

variabel satu sama lainnya dengan analisa korelasi parsial.

## II. METODOLOGI

Metoda yang digunakan pada pengkajian pengaruh penambahan Asbuton Butir terhadap karakteristik campuran beraspal panas ini adalah metoda eksperimen yang dilakukan di laboratorium Pusat Litbang Jalan dan Jembatan dengan tahapan sebagaimana yang tampak pada Gambar 1. Sedangkan analisa menggunakan analisa deskriptif dan korelasi parsial.



**Gambar 1.** Bagan Alir Percobaan

### III. HASIL PERCOBAAN DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Karakteristik Bahan

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium, Asbuton Butir, Aspal Pen 60 dan Agregat masing-masing memiliki karakteristik sebagaimana yang disajikan pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3.

**Tabel 1.**  
Karakteristik Aspal Pen 60

Karakteristik	Satuan	Metode Pengujian	Hasil Pengujian	Persyaratan
1. Penetrasi pada 25°C, 100g, 5 det	0,1 mm	SNI 06-2456-91	68	60 – 79
2. Titik Lembek	°C	SNI 06-2434-91	50,2	48 – 58
3. Daktilitas pada 25°C, 5 cm/menit	Cm	SNI 06-2432-91	> 140	Min. 100
4. Kelarutan dalam C <sub>2</sub> HCl <sub>3</sub>	%	ASTM D 2042	99,83	Min. 99
5. Titik Nyala (COC)	°C	SNI 06-2433-91	348	Min. 200
6. Berat Jenis	-	SNI 06-2488-91	1,0287	Min. 1
7. Kehilangan Berat (TFOT)	%	SNI 06-2441-91	0,014	Maks. 0,8
8. Penetrasi setelah TFOT	% Asli	SNI 06-2456-91	58	Min. 54
9. Titik lembek setelah TFOT	°C	SNI 06-2434-91	53,6	-
10. Daktilitas setelah TFOT	Cm	SNI 06-2432-91	> 140	Min. 50

**Tabel 2.**  
Karakteristik Asbuton Butir Tipe 20/25

Karakteristik	Satuan	Metoda Pengujian	Hasil Pengujian	Persyaratan
1. Kadar aspal dalam Asbuton (Ekstraksi)	%	SNI 03-6894-02	26,88	23 – 27
2. Kadar Air	%	SNI 06-	1,2	< 2
3. Gradasi Mineral Asbuton:		SNI 03-6822-02		
- No.16	% lolos		100	100
- No. 30	% lolos		98.48	-
- No. 50	% lolos		95.75	-
- No. 200	% lolos		30,2	-
4. Berat Jenis Mineral Asbuton	-	SNI 06-1970-90	2,035	-
5. Penetrasi Bitumen Asbuton	0,1mm	SNI 06-2456-91	21	19 – 22
6. Titik Lembek Bitumen Asbuton	°C	SNI 06-2434-91	67,6	-
7. Daktilitas Bitumen Asbuton	cm	SNI 06-2432-91	>140	-
8. Kelarutan Bitumen Asbuton dalam TCE	%	ASTM D 2042	51.97	-

**Tabel 3.**  
Karakteristik Agregat

Karakteristik	Satuan	Metoda Pengujian	Hasil Pengujian			Persyaratan
			Agregat Kasar	Agregat Halus	Abu Batu	
1. Abrasi	%	SNI 03-2417-91	14,4	19,2	-	< 40
2. Berat jenis		SNI 03-1969-90				
- Bulk	-	&	2.603	2,613	2.640	> 2,5
- SSD	-	SNI 03-1970-90	2.664	2,675	2.700	-
- Apparent	-		2.772	2,786	2.803	-
- Penyerapan	%		2,333	2,375	2,120	< 3
3. Sand Equivalent	%	SNI 03-4428-97	-	-	54,11	> 50
4. Kepipihan	%	SNI 03-4137-96	28.79	-	-	< 25
5. Analisa saringan:		SNI 03-1978-90				
1 inch	% lolos		100	-	-	-
¾ inch	% lolos		96,7	100	-	-
½ inch	% lolos		3,7	92,2	-	-
3/8 inch	% lolos		0,7	62,3	100	-
No.4	% lolos		0,4	10,3	97,2	-
No.8	% lolos		0,3	3,3	66,0	-
No. 30	% lolos		0	2,3	35,1	-
No. 50	% lolos		0	2,1	26,4	-
No.100	% lolos		0	1,5	15,4	-
No. 200	% lolos		0	1,5	12,8	-

Berdasarkan data pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3 di atas dapat diketahui bahwa Aspal Pen 60, Asbuton Butir Tipe 20/25, Agregat Kasar, Agregat Halus dan Abu Batu masing-masing memenuhi persyaratan.

### 3.2 Gradasi Campuran

Persen fraksi agregat dan gradasi campuran yang dihasilkan dari masing-masing beton aspal campuran panas dengan variasi kadar Asbuton 0%, 4%, 7% dan

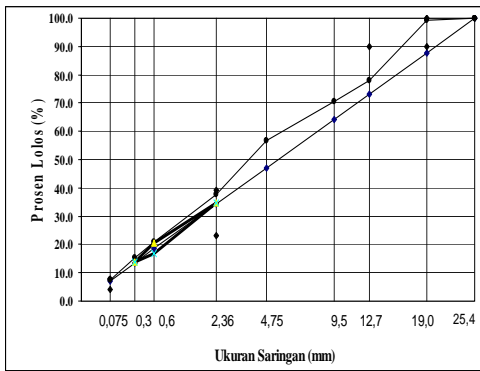
10% ditunjukkan pada Tabel 4, Tabel 5, Gambar 2, Gambar 3, Gambar 4 dan Gambar 5.

**Tabel 4.**  
Persen fraksi agregat dan mineral Asbuton dalam campuran

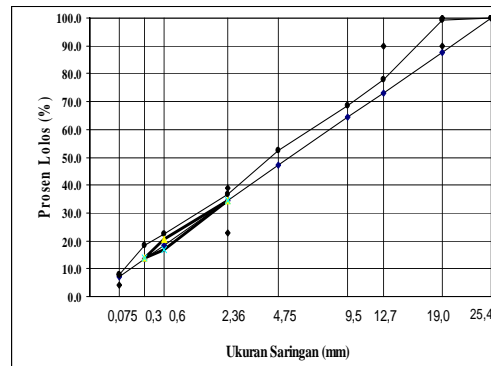
No	Kadar Asbuton (%)	Persen Fraksi Agregat (%)			
		Agregat Kasar	Agregat Halus	Abu Batu	Mineral Asbuton
1	0	21	23	56	0
2	4	21	26	50.1	2,9
3	7	21	28,9	45	5,1
4	10	21	31,7	40	7,3

**Tabel 5.**  
Gradasi campuran

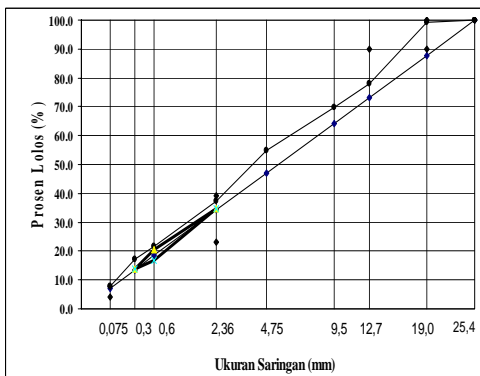
Ukuran Saringan (mm)	Gradasi Campuran (% berat butir yang lolos)					
	0% Asbuton	4% Asbuton	7% Asbuton	10% Asbuton	Titik Kontrol	Zona Terlarang
25,4	100.0	100.0	100.0	100.0	100	-
19,0	99.3	99.3	99.3	99.3	90 – 100	-
12,5	78.0	77.9	77.8	77.7	Maks. 90	-
9,5	70.5	69.6	68.7	67.7	-	-
4,75	56.9	54.8	52.5	50.3	-	-
2,36	37.8	37.5	36.7	35.8	23 – 39	34,6
0,600	20.9	21.8	22.5	23.2	-	16,7 – 20,7
0,300	15.3	17.3	18.4	19.5	-	13,7
0,075	7.5	7.9	8.0	8.2	4 – 8	-



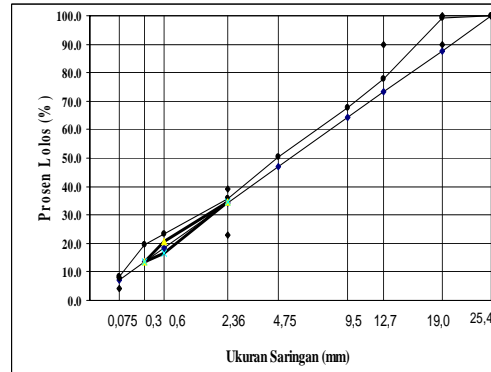
**Gambar 2.** Gradasi campuran 0% Asbuton



**Gambar 4.** Gradasi campuran 7% Asbuton



**Gambar 3.** Gradasi campuran 4% Asbuton



**Gambar 5.** Gradasi campuran 10% Asbuton

Seperti yang tampak pada Tabel 4 dan Tabel 5 serta Gambar 2 sampai dengan Gambar 5, agregat ditambahkan per fraksi. Persen dari masing-masing fraksi berubah dengan berubahnya kadar Asbuton dalam campuran. Hal ini karena Asbuton mengandung 73% mineral yang di dalam campuran diperhitungkan sebagai bagian dari agregat. Dengan demikian apabila persen Asbuton dalam campuran berubah maka persen fraksi-fraksi agregat pun harus berubah untuk menyesuaikan agar gradasi campuran tidak terlalu berbeda antar campuran dengan variasi kadar Asbuton yang berbeda. Konsekwensinya, karena gradasi campuran tidak dapat dibuat persis sama maka dapat mempengaruhi karakteristik campuran.

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada penentuan gradasi campuran ini adalah:

- Sesuai MS-2 Asphalt Institute "Mix Design Methods", karena mineral Asbuton memiliki berat jenis yang berbeda (lebih kecil) dibanding berat jenis agregat dan perbedaan berat jenis tersebut lebih dari 0,2 maka gradasi campuran dari mineral Asbuton harus dikoreksi dengan berat jenis mineral Asbuton tersebut. Gradasi campuran pada Tabel 5 di atas merupakan gradasi campuran setelah dikoreksi dengan perbedaan berat jenis. Berkaitan dengan perbedaan

berat jenis ini, untuk keperluan monitoring di lapangan, perlu dipikirkan metoda pengujian gradasi campuran beraspal yang mengandung Asbuton dari hasil ekstraksi yang dapat mengakomodir perbedaan berat jenis. Salah satu cara yang mungkin dapat dipertimbangkan adalah dengan melakukan pengujian kadar agregat ringan untuk koreksi gradasi campuran. Dengan pengujian kadar agregat ringan ini dapat diketahui kadar agregat yang memiliki berat jenis tertentu dengan cara menyesuaikan berat jenis larutan penguji.

- Pada percobaan ini gradasi Asbuton yang diperhitungkan dalam gradasi campuran adalah gradasi mineral hasil pengujian ekstraksi. Hal ini karena bitumen Asbuton dianggap dapat termobilisasi 100% dan gradasi mineral dalam campuran dianggap sama dengan gradasi mineral hasil pengujian ekstraksi. Pada kenyataannya belum tentu bitumen Asbuton termobilisasi 100% dan belum tentu gradasi mineral Asbuton hasil pengujian ekstraksi sama dengan gradasi mineral Asbuton dalam campuran. Sejauh ini solusi penanganan permasalahan ini belum ada karena belum ada metoda pengujian yang tepat.

### 3.3. Karakteristik Campuran

Pengujian Marshall dan Wheel Tracking Machine dilakukan terhadap campuran pada kadar aspal optimum hasil perencanaan campuran dengan metode Marshall yang dilakukan sebelumnya (perencanaan campuran dengan metode Marshall tersebut tidak disajikan pada tulisan ini). Hasil dari pengujian tersebut disajikan pada Tabel 6.

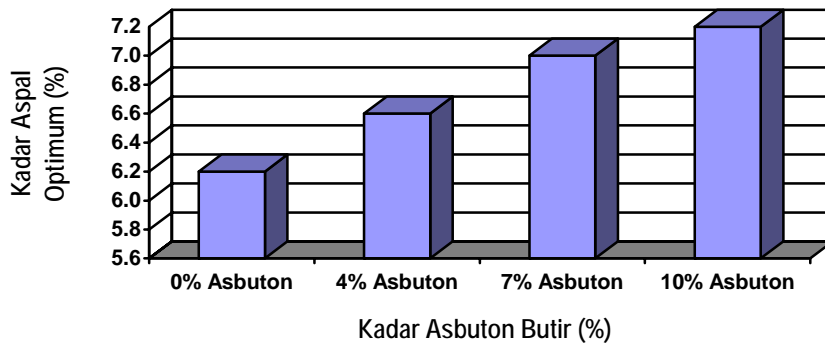
Berdasarkan data pada Tabel 6 di atas, dapat diketahui perbandingan karakteristik keempat campuran tersebut yaitu secara umum sebagai berikut:

#### a. Kadar Aspal

Hubungan antara kadar aspal optimum dengan kadar Asbuton Butir dalam campuran beraspal dapat dilihat pada Gambar 6.

**Tabel 6.**  
Karakteristik Campuran pada Variasi Kadar Asbuton

No.	Karakteristik	Hasil Pengujian Campuran				Satuan
		0% Asbuton	4% Asbuton	7% Asbuton	10% Asbuton	
1.	Kand. Aspal Optimum ,	6.2	6.6	7.0	7.2	%
2.	Kepadatan,	2.305	2.295	2.275	2.265	ton/m <sup>3</sup>
3.	Rongga Dalam Agregat (VMA),	17.6	18.2	19.3	20	%
4.	Rongga Terisi Aspal (VFB),	71	73	73	74	%
5.	VIM Marshall,	5.1	5	5.2	5.3	%
6.	VIM PRD,	4	3.8	3.8	3.9	%
7.	Stabilitas Marshall,	1090	1190	1310	1350	Kg
8.	Pelelehan Marshall,	2.8	3.4	3.2	3.5	Mm
9.	Hasil Bagi Marshall,	380	355	440	385	Kg/mm
10.	Stabilitas Sisa,	79.1	85.1	77.1	77.3	%
11.	Wheel Tracking Machine					
	– Kedalam Deformasi,	2.51	1.76	1.56	1.47	mm
	– Stabilitas Dinamis (DS),	2333	2250	5727.3	7000	lintasan/mm
	– Kecepatan Deformasi (RD),	0.018	0.0187	0.0073	0.006	mm/menit



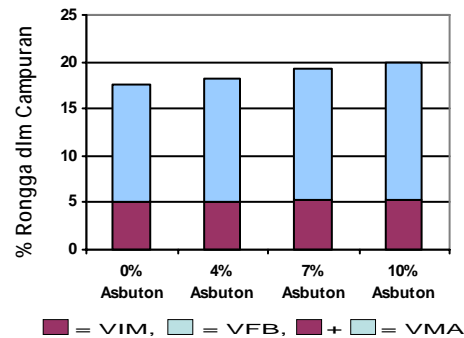
**Gambar 6.** Kadar Aspal Optimum Campuran



Kadar aspal optimum meningkat dengan meningkatnya persen Asbuton dalam campuran. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa kemungkinan yaitu: 1) perubahan gradasi campuran yang relatif menjadi lebih halus, 2) bertambahnya mineral Asbuton yang relatif lebih porus dibanding agregat, 3) kemungkinan ada bagian dari bitumen Asbuton yang tidak termobilisasi dan tetap berada dalam rongga mineral Asbuton serta menjadi bagian dari mineral tersebut (bukan sebagai bagian dari aspal).

### b. Kepadatan dan Persen Rongga

Makin tinggi persen Asbuton dalam campuran menyebabkan makin rendah tingkat kepadatannya (density campuran). Hal ini kemungkinan disebabkan oleh makin kerasnya aspal dalam campuran, sebagai akibat dari penambahan bitumen Asbuton yang keras, sehingga proses pemadatan relatif menjadi lebih sulit. Lebih sulitnya proses pemadatan ini sejalan pula dengan karakteristik persen rongga dalam campuran sebagaimana tampak pada Gambar 7. Selain itu, makin tingginya kadar Asbuton juga menyebabkan makin tingginya kadar mineral Asbuton yang memiliki berat jenis lebih rendah dari berat jenis agregat sehingga density campuran pun makin rendah.



**Gambar 7.** Kadar Rongga dalam Campuran

Gambar 7 di atas menunjukkan persen rongga di antara agregat (VMA), persen rongga terisi aspal (VFB) dan persen rongga dalam campuran (VIM). Untuk memudahkan evaluasi, masing-masing satuan dinyatakan dalam satuan yang sama yaitu semuanya dalam bentuk persen terhadap volume campuran. Selain itu, grafik disajikan dalam bentuk komulatif dimana komulatif dari VIM dan VFB merupakan VMA. Dari Gambar 7 di atas tampak sulitnya proses pemadatan dapat pula di lihat dari makin besarnya persen rongga di antara agregat (VMA). Namun makin besarnya VMA diimbangi dengan makin besarnya VFB sehingga VIM relatif konstan atau tidak memperlihatkan perubahan yang berarti.

### c. Stabilitas Marshall

Beton aspal campuran panas dengan bahan tambah Asbuton 10% memiliki stabilitas Marshall yang paling tinggi dibanding campuran lainnya. Secara

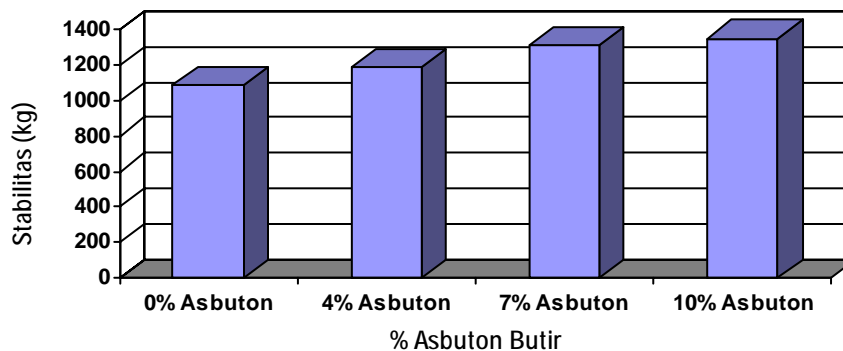
berturut-turut, nilai stabilitas Marshall campuran dengan 0%, 4% 7% dan 10% Asbuton adalah 1090 kg, 1190 kg (naik 9% dari stabilitas campuran 0% Asbuton), 1310 kg (naik 20% dari stabilitas campuran 0% Asbuton), dan 1350 kg (naik 24% dari stabilitas campuran 0% Asbuton). Namun apabila dilihat dari efektifitasnya, penambahan 10% Asbuton Butir tidak memperlihatkan peningkatan stabilitas campuran yang tinggi atau hanya lebih tinggi 4% dibanding stabilitas campuran dengan 7% Asbuton Butir. Sedangkan stabilitas campuran dengan 7% Asbuton Butir lebih tinggi 11% dibanding stabilitas campuran dengan 4% Asbuton Butir dan stabilitas campuran dengan 4% Asbuton Butir lebih tinggi 9% dibanding stabilitas campuran dengan 0% Asbuton Butir. Dengan demikian, berdasarkan nilai stabilitas campuran, penambahan 7% Asbuton Butir ke dalam campuran adalah yang paling efektif. Besarnya peningkatan stabilitas Marshall campuran ini dapat dilihat pula pada Gambar 8.

#### d. Pelelehan Marshall

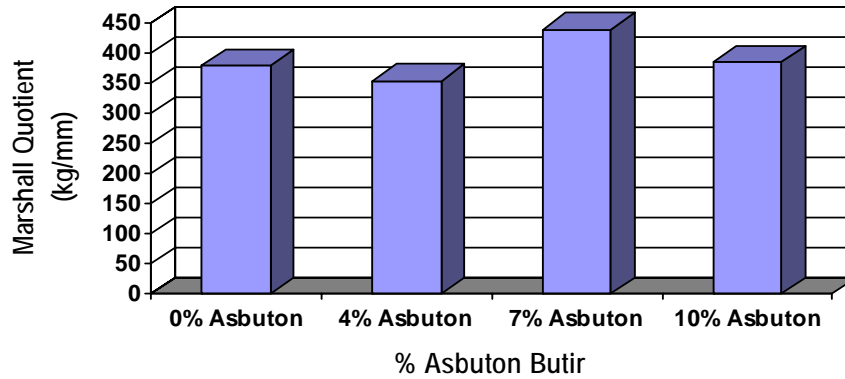
Nilai pelelehan Marshall dari keempat jenis campuran tidak memperlihatkan pola perubahan yang spesifik dalam hubungannya dengan penambahan Asbuton Butir ke dalam campuran.

#### e. Hasil Bagi Marshall

Nilai Hasil Bagi Marshall (Marshall Quotient) dari keempat campuran beraspal tidak menunjukkan kecenderungan peningkatan atau penurunan yang teratur. Campuran dengan bahan tambah 7% Asbuton memiliki nilai Hasil Bagi Marshall tertinggi (440 kg/mm) sedangkan campuran dengan bahan tambah 4% Asbuton memiliki nilai Hasil Bagi Marshall terendah (355 kg/mm). Jika dibandingkan terhadap campuran tanpa menggunakan bahan tambah Asbuton, nilai Hasil Bagi Marshall campuran dengan bahan tambah 7% Asbuton lebih tinggi sebesar 16%. Secara keseluruhan nilai Hasil Bagi Marshall ini dapat dilihat pula pada Gambar 9.



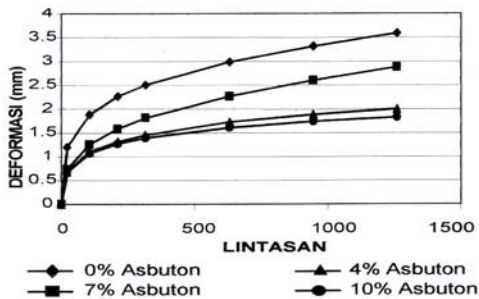
**Gambar 8.** Perbandingan Nilai Stabilitas Marshall



Gambar 9. Marshall Quotient

#### f. Stabilitas Dinamis

Campuran beraspal dengan kadar Asbuton 10% memiliki nilai stabilitas dinamis tertinggi yaitu 7000 lintasan/mm. Sedangkan campuran lainnya, yaitu dengan bahan tambah 0% Asbuton, 4% Asbuton dan 7% Asbuton secara berturut-turut 2333 lintasan/mm, 2250 lintasan/mm dan 5727 lintasan/mm. Dengan demikian maka secara prinsip tampak bahwa makin tinggi kadar Asbuton maka makin tahan campuran terhadap kerusakan deformasi. Pengaruh kadar Asbuton terhadap stabilitas dinamis campuran ini dapat dilihat pula pada Gambar 10.



Gambar 10. Hasil Pengujian Wheel Tracking Machine

Berdasarkan hasil pengujian Wheel Tracking sebagaimana yang disajikan pada Tabel 6 dan Gambar 10, penambahan Asbuton Butir akan menurunkan nilai kedalaman deformasi dan nilai kecepatan deformasi campuran beraspal panas. Nilai stabilitas dinamis campuran dengan 0% Asbuton Butir, 4% Asbuton Butir, 7% Asbuton Butir dan 10% Asbuton Butir secara berturut-turut adalah 2333, 2250, 5727 dan 7000 lintasan/mm. Nilai stabilitas dinamis ini secara umum menunjukkan makin tinggi dengan makin meningkatnya kadar Asbuton Butir. Namun khusus untuk stabilitas dinamis campuran dengan 4% Asbuton Butir ada ketidaksesuaian karena sedikit lebih rendah dari stabilitas dinamis campuran dengan 0% Asbuton Butir.

#### 3.4. Analisis Korelasi Parsial

Untuk lebih melengkapi pemahaman terhadap hubungan antar variabel

dalam campuran beraspal yang diberi bahan tambah Asbuton Butir dilakukan analisis korelasi parsial. Data atau variabel yang dikaji pada analisis korelasi parsial ini adalah data kadar Asbuton dalam campuran, sifat aspal dalam campuran yang dalam hal ini diwakili oleh nilai penetrasi aspal, nilai volumetrik aspal (kepadatan, VMA, VFB dan VIM) yang dalam hal ini diwakili oleh nilai kepadatan, dan nilai stabilitas campuran. Data nilai penetrasi aspal diperoleh dengan cara mencampur aspal per 60 dengan bitumen Asbuton hasil ekstraksi dengan

perbandingan sesuai perbandingan aspal dengan bitumen asbuton dalam masing-masing campuran (dengan kadar Asbuton Butir 0%, 4%, 7% dan 10%). Sedangkan data kepadatan campuran, dan stabilitas Marshall campuran diperoleh dengan membuat contoh tersendiri pada masing-masing kadar aspal optimum yaitu campuran beraspal dengan 0%, 4%, 7% dan 10% masing-masing sebanyak 3 contoh sehingga diperoleh 12 contoh. Masing-masing contoh tersebut diuji kepadatan dan stabilitas Marshall. Hasil pengujian sebagaimana disajikan pada Tabel 6.

**Tabel 6.**  
Karakteristik Aspal dan Campuran Pada Variasi Kadar Asbuton

% Asbuton	Penetrasi	Titik Lembek	Kepadatan	Stabilitas
0	68	50,2	2,308	1092
0	68	50,2	2,315	1078
0	68	50,2	2,322	1064
4	60	52,9	2,308	1201
4	60	52,9	2,303	1160
4	60	52,9	2,298	1119
7	56	55,2	2,297	1405
7	56	55,2	2,285	1233
7	56	55,2	2,291	1319
10	50	57,4	2,273	1404
10	50	57,4	2,280	1365
10	50	57,4	2,277	1384

Data pada Tabel 6 di atas diuji dengan Analisis Korelasi Parsial dengan hasil sebagaimana disajikan pada Tabel 7.

**Tabel 7.**  
Korelasi Parsial Antar Variabel

		Penetrasi	Titik Lembek	Kepadatan	Stabilitas
% Asbuton	Pearson Correlation	-.997**	1.000**	-.947**	.933**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000
	N	12	12	12	12
Penetrasi	Pearson Correlation		-.995**	.943**	-.917**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.000
	N		12	12	12
Titik Lembek	Pearson Correlation			-.949**	.936**
	Sig. (2-tailed)			.000	.000
	N			12	12
Kepadatan	Pearson Correlation				-.841**
	Sig. (2-tailed)				.001
	N				12

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Berdasarkan hasil analisa korelasi yang ditunjukkan pada Tabel 7 di atas dapat diketahui bahwa semua variabel memiliki korelasi yang signifikan dengan variabel lainnya karena masing-masing memiliki nilai probabilitas lebih rendah dari 0,01 (batas maksimum signifikan) kecuali hubungan antara kepadatan dengan stabilitas yang memiliki nilai probabilitas sama dengan 0,01.

Kadar Asbuton Butir memiliki hubungan negatif dengan nilai penetrasi aspal dan nilai kepadatan campuran yaitu masing-masing dengan nilai  $R = -0,997$  dan  $-0,947$ . Sedangkan dengan nilai Titik Lembek dan stabilitas Marshall campuran memiliki hubungan yang positif dengan nilai  $R$  masing-masing 1,000 dan 0,933. Ini artinya setiap kenaikan 1% Asbuton akan menurunkan nilai penetrasi aspal sebesar 0,997 satuan, menurunkan

nilai kepadatan campuran sebesar 0,947 satuan, menaikkan nilai Titik Lembek 1 satuan dan menaikkan nilai stabilitas Marshall campuran sebesar 0,933 satuan.

Nilai penetrasi memiliki hubungan yang positif dengan kepadatan ( $R = 0,943$ ), hubungan yang negatif dengan Titik Lembek ( $R = -0,995$ ) dan hubungan yang negatif dengan stabilitas Marshall ( $R = -0,917$ ). Ini berarti setiap kenaikan satu nilai penetrasi (aspal menjadi lebih lunak) dapat menaikkan nilai kepadatan sebesar 0,943 satuan, menurunkan nilai Titik Lembek sebesar 0,995 satuan dan menurunkan nilai stabilitas Marshall sebesar 0,917 satuan.

Nilai Titik Lembek memiliki hubungan yang negatif dengan kepadatan ( $R = -0,949$ ) dan memiliki hubungan yang positif dengan nilai stabilitas ( $R = 0,936$ ). Ini berarti setiap kenaikan

satu nilai Titik Lembek dapat menurunkan nilai kepadatan sebesar 0,949 satuan dan menaikkan nilai stabilitas Marshall sebesar 0,936 satuan.

Nilai kepadatan memiliki hubungan yang negatif dengan stabilitas Marshall ( $R = -0,841$ ). Namun hubungan ini memiliki nilai probabilitas 0,01 atau sama dengan nilai maksimum batas signifikan. Secara teoritis, seharusnya nilai kepadatan memiliki hubungan yang positif dengan nilai stabilitas. Dengan demikian tampak hubungan negatif sebesar 0,841 antara nilai kepadatan dengan nilai stabilitas bukan merupakan hubungan yang sebenarnya melainkan hubungan palsu sebagai akibat dari pengaruh variabel lainnya (variabel nilai kadar Asbuton Butir dan penetrasi) yang lebih signifikan.

#### **IV. KESIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan hasil pengujian pengaruh penambahan Asbuton Butir ke dalam campuran beraspal panas terhadap karakteristik campuran beraspal panas dapat diambil kesimpulan dan saran sebagai berikut:

##### **4.1 Kesimpulan**

Pengaruh penambahan Asbuton Butir terhadap karakteristik campuran beraspal panas adalah sebagai berikut:

- ◆ Makin tinggi kadar Asbuton Butir akan menyebabkan makin tinggi kadar aspal optimum campuran.
- ◆ Makin tinggi kadar Asbuton Butir akan menyebabkan makin tinggi nilai Stabilitas Marshall campuran beraspal (optimum pada 7% Asbuton Butir) yang berarti makin tahan terhadap beban lalu lintas.
- ◆ Kadar Asbuton Butir 7% menghasilkan nilai Hasil Bagi Marshall campuran beraspal tertinggi dibanding dengan kadar Asbuton butir lainnya.
- ◆ Makin tinggi kadar Asbuton Butir akan menyebabkan makin tinggi nilai Stabilitas Dinamis campuran beraspal (optimum pada 7% Asbuton Butir) yang berarti campuran beraspal makin tahan terhadap kerusakan deformasi.
- ◆ Hasil analisis Korelasi Parsial menunjukkan bahwa antar kadar Asbuton Butir, nilai penetrasi, nilai Titik Lembek, nilai density dan nilai stabilitas, satu sama lain saling mempengaruhi secara signifikan.

##### **4.2 Saran**

Meski berdasarkan hasil pengujian penambahan Asbuton Butir dapat meningkatkan ketahanan campuran beraspal panas terhadap beban lalu lintas dan kerusakan deformasi namun pengujian ini masih belum cukup yaitu perlu diuji ketahanan terhadap retak campuran beraspal. Pada pengkajian ini pengujian ketahanan retak campuran beraspal

tidak dilakukan karena adanya keterbatasan peralatan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

1. L. M. Syamsul Qammar, "*One Day Seminar on Asbuton Technology Proceedings-Volume 1* 'Penambahan dan Pengolahan Asbuton'", Dirjen Bina Marga, Ujung Pandang, 1996.
2. M. Ali Khairudin, "*One Day Seminar on Asbuton Technology Proceedings-Volume 2* 'Kajian Teknis Sifa-sifat Aspal Buton Secara Alamiah Sebagai Dasar Optimalisasi Pemanfaatannya'", Dirjen Bina Marga, Ujung Pandang, 1996.
3. Madi Hermadi, "Prosiding Konferensi Nasional Teknik Jalan ke-6 'Karakteristik Lasbutag Campuran Panas'", HPJI, Jakarta, 2000.
4. Madi Hermadi, "Prosiding Konferensi Regional Teknik Jalan ke-7 'Memandang Asbuton dengan Lebih Realistis'", HPJI, Bali, 2002.
5. Tim Peningkatan Pemanfaatan Aspal Alam Buton, "Rekomendasi Peningkatan Pemanfaatan Aspal Alam Buton", Kantor Menko Ekuin, Jakarta, 1999.

#### **Penulis :**

**Drs. Madi Hermadi SSi.**, Peneliti Madya bidang teknik jalan di Puslitbang Jalan dan Jembatan.