

# PENGARUH GRADASI AGREGAT TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

Harry Kusharto

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang (UNNES)  
Gedung E4, Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229

---

**Abstract:** *In standard of Bina Marga Code there are eleven grading for the mixture of asphalt concrete. This research is conducted to know aggregate gradation influence to asphalt concrete mixture behavior. Size measure and gradation depend on what the target of hard mixture of asphalt made. High Concrete pavement with quality used to endure surface of road; street elapse to pass by quickly. In this research of aggregate have meeting gradation that is aggregate which have good gradation to start from harsh till refine. Result of research there are difference assess mixture stability to election of grading, interaction influence between material and grading to stability not differ. Highest Stability value on VII grading, interaction between material and grading to durability not differ.*

**Keywords:** *concrete asphalt, grading, test Marshall*

**Abstrak:** Dalam standar spesifikasi Bina Marga ada sebelas grading untuk campuran beton aspal. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh gradasi agregat terhadap perilaku campuran beton aspal. Ukuran dan gradasi tergantung pada apa tujuan campuran perkerasan aspal dibuat. Beton aspal berkualitas tinggi digunakan untuk lapis permukaan jalan berlalu lintas berat. Dalam penelitian ini yang mengandung agregat bergradasi rapat yaitu agregat yang bergradasi baik mulai dari kasar hingga halus. Hasil penelitian terbukti ada perbedaan nilai stabilitas campuran terhadap pemilihan grading, sedang pengaruh interaksi antara grading dan material terhadap stabilitas tidak berbeda. Nilai stabilitas tertinggi ada pada grading VII, interaksi antara grading dan material terhadap durabilitas tidak berbeda.

**Kata Kunci:** beton aspal, grading, test Marshall

## PENDAHULUAN

Konstruksi lapis keras aspal yang banyak dipergunakan di Indonesia pada saat ini adalah beton aspal. Beton aspal berkualitas tinggi, yang digunakan untuk lapis permukaan jalan berlalu lintas padat, sangat ditentukan salah satunya adalah dari pemilihan gradasi agregatnya; yakni agregat bergradasi baik. Agregat memberikan dukungan yang besar bagi beton aspal karena agregat memiliki proporsi terbesar yaitu 90-95% dari berat campuran.

Stabilitas beton aspal bergantung pada baik gesekan internal maupun kohesi. Gesekan internal bergantung pada gradasi agregat, tekstur permukaan agregat, bentuk partikel, kerapatan campuran dan kuantitas aspal.

Stabilitas meningkat seiring dengan peningkatan kerapatan (densitas), partikel-partikel tertahan yang dicapai melalui gradasi rapat dan pemadatan cukup. Dengan mengetahui pengaruh grading terhadap perilaku campuran beton aspal diharapkan akan didapatkan satu campuran lapis keras yang mempunyai stabilitas dan durabilitas terbaik.

## TINJAUAN PUSTAKA

*The Asphalt Institute ES-1* (1983) menyatakan beton aspal merupakan campuran panas antara aspal dan agregat yang dipadatkan menjadi satu membentuk campuran perkerasan bergradasi rapat.

Menurut petunjuk pelaksanaan lapis beton aspal untuk jalan raya (1987), Lapis Aspal Beton (LASTON) adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan raya, yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus, dicampur, dihaluskan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

Untuk mendapatkan sifat campuran beton aspal dengan stabilitas, durabilitas, fleksibilitas, impermeabilitas, *workabilitas* dan *fatigue resistance*, perlu rancangan campuran dengan pencapaian kompromi dalam menentukan kadar aspal optimum.

Beton aspal yang berkualitas tinggi memiliki:

1. Stabilitas yang cukup dan memenuhi standar, memberikan layanan lalu lintas tanpa distorsi.
2. Aspal yang cukup untuk menjamin adanya durabilitas yang tinggi dengan menyelimuti seluruh butiran itu dalam pemadatan.

Rongga di dalam campuran yang cukup untuk menghindari flushing, bleeding dan kehilangan stabilitas (*The Asphalt Institute MS-22 1983*).

## PELAKSANAAN PENELITIAN

Material yang digunakan:

### 1. Aspal

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal yang umum digunakan pada pekerjaan lapis keras beton aspal adalah jenis AC 60-70. Kadar aspal ditentukan 4,5%, 5%, 5,55 dan 6% sebagai dasar untuk mendapatkan kadar aspal optimum.

### 2. Bahan batuan

Bahan batuan yang digunakan adalah batu pecah dari stone crusher berasal dari Puduk Payung Kabupaten Semarang. Gradasi Agregat ditentukan Grading I, Grading VII dan Grading VIII.

**Tabel 1.** Gradasi Agregat Menurut Standar Bina Marga

No. Campuran	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Gradasi/tekstur	kasar	kasar	rapat	rapat	rapat	rapat	rapat	rapat	rapat	rapat	rapat
Tebal Padat (mm)	20-40	25-50	20-40	25-50	40-65	50-75	40-50	20-40	40-65	40-65	40-50
<b>Ukuran Saringan</b>	<b>% Berat yang lolos saringan</b>										
11/12" (38,1 mm)	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-
1" (25,4 mm)	-	-	-	-	100	90-100	-	-	100	100	-
3/4" (19,1 mm)	-	100	-	100	80-100	82-100	100	-	85-100	85-100	100
1/2" (12,7 mm)	100	75-100	100	80-100	-	72-90	80-100	100	-	-	-
3/8" (9,52 mm)	75-100	60-85	80-100	70-90	60-80	-	-	-	65-85	56-78	74-92
no. 4 (4,76 mm)	35-55	35-55	55-75	50-70	48-65	52-70	54-72	62-80	45-65	38-60	48-70
no. 8 (2,38 mm)	20-35	20-35	35-50	35-50	35-50	40-56	42-58	44-60	34-54	27-47	33-53
no. 30 (0,59 mm)	10-22	10-22	18-29	18-29	19-30	24-36	26-38	28-40	20-35	13-28	15-30
no. 50 (0,279 mm)	6-16	6-16	13-23	13-23	13-23	16-26	18-28	20-30	16-26	9-20	10-20
no. 100 (0,149 mm)	4-12	4-12	8-16	8-16	7-15	10-18	12-20	12-20	10-18	-	-
no. 200 (0,074 mm)	2-8	2-8	4-10	4-10	1-8	6-12	6-12	6-12	5-10	4-8	4-9

Sumber: Petunjuk Pelaksanaan Laston No. 13/PT/B/1983

Catatan: No. campuran : I, III, IV, VI, VII, VIII, IX, X dan XI digunakan untuk lapis permukaan  
 No. campuran : II digunakan untuk lapis permukaan, perata (*leveling*) dan lapis antara (*binder*)  
 No. campuran : V digunakan untuk lapis permukaan dan lapis antara (*binder*)

## PROSEDUR LABORATORIUM

### 1. Pengujian Sifat Fisik Aspal

Uji sifat fisik aspal dilakukan untuk mendapatkan gambaran apakah jenis aspal yang digunakan memenuhi persyaratan aspal standar Bina Marga sesuai dalam Petunjuk Pelaksanaan Laston (1983). Adapun sifat fisik aspal yang diuji penetrasi 25 °C, titik lembek, titik nyala, daktilitas, kehilangan berat, kelarutan dalam CCl<sub>4</sub>. Penetrasi setelah kehilangan berat, berat jenis (Tabel 2.).

### 2. Pengujian Agregat

Pengujian agregat sebagai bahan campuran beton aspal meliputi abrasi, kelekatan terhadap aspal, berat jenis absorpsi, *soundness*, *sand equivalent*. Hasil harus memenuhi persyaratan standar Bina Marga maupun AASHTO (Tabel 3. dan 4).

### 3. Perencanaan Campuran

Gradasi agregat yang digunakan dalam penelitian ini ditentukan grading I, Grading VII dan Grading VIII diambil nilai tengah (Tabel 1. dan 5.). Proses pencampuran antara batuan dan aspal dilakukan secara manual. Sebelum

proses pencampuran dilakukan masing-masing bagian batuan yang tinggal pada setiap saringan ditimbang sesuai dengan besar persentasenya. Pada saat pencampuran baik batuan dan aspal sudah dipanasi lebih dahulu sampai temperatur 160 °C.

### 4. Pemadatan Benda Uji

Benda uji dipadatkan dengan alat penumbuk otomatis sebanyak 75 kali pada satu sisi, kemudian dibalik dan dilakukan penumbukkan lagi sebanyak 75 kali pada sisi lainnya. Sehingga pemadatan untuk satu benda uji dilakukan dua kali, masing-masing 75 tumbukan.

### 5. Pengetesan Benda Uji

Untuk pengetesan benda uji campuran beton aspal masing-masing Grading I, Grading VII dan Grading VIII. Digunakan Test Marshall untuk mendapatkan nilai stabilitas dan *flow* prosedur pengetesan didasarkan pada AASHTO T-245-74.

**Tabel 2.** Syarat dan Hasil Pemeriksaan Aspal 60 - 70

No	Jenis Pemeriksaan	S T A N D A R			Hasil	Satuan	Keterangan
		AASHTO	Bina Marga	Syarat			
1.	Penetrasi 25 <sup>0</sup> C	T49 - 80	PA0301 - 76	60 - 79	62,1	0,1 mm	memenuhi
2.	Titik lembek	T53 - 81	PA0302 - 76	48 - 58	49	° C	memenuhi
3.	Titik nyala	T48 - 81	PA0303 - 76	200 --	352	° C	memenuhi
4.	Daktilitas 25 <sup>0</sup> C	T51 - 81	PA0306 - 76	100 --	> 100	Cm	memenuhi
5.	Kehilangan berat (163 <sup>0</sup> C, 5 jam)	T47 - 82	PA0304 - 76	- 0,4	0,1613	%	memenuhi
6.	Kelarutan dalam CCl <sub>4</sub>	T44 - 81	PA0305 - 76	99 --	99,3697	%	memenuhi
7.	Penetrasi setelah kehilangan berat	T47 - 82	PA0301 - 76	75 --	81,6	% of original	memenuhi
8.	Berat jenis	T228 - 79	PA0307 - 76	1 --	1,024	gr/cc	memenuhi

Sumber: Petunjuk Pelaksanaan Laston No. 13/PT/B/1983 dan Uji Laboratorium Transportasi Jalan Raya FT UGM

**Tabel 3.** Syarat dan Hasil Pemeriksaan Bahan Agregat Kasar

No	Jenis Pemeriksaan	S T A N D A R			Hasil	Satuan	Keterangan
		AASHTO	Bina Marga	Syarat			
1.	Abrasi	T-96-74	PB-0206-76	Max 40	36,5	%	memenuhi
2.	Kelekatan terhadap aspal	T-182-76	PB-0205-76	95% +	98	%	memenuhi
3.	BJ. Semu	T-84-74	PB-0202-76	> 2,50	2,682	gr/cc	memenuhi
4.	Absorbsi	T-85-74	PB-02-3-75	< 3	2,25	%	memenuhi
5.	Soundness			< 7%	1,2	%	memenuhi

Sumber: Petunjuk Pelaksanaan Laston No. 13/PT/B/1983 dan Uji Laboratorium Transportasi Jalan Raya FT UGM

**Tabel 4.** Syarat dan Hasil Pemeriksaan Bahan Agregat Halus

No	Jenis Pemeriksaan	S T A N D A R			Hasil	Satuan	Keterangan
		AASHTO	Bina Marga	Syarat			
1.	BJ. Semu	T-84-74	PB-0202-76	> 2,50	2,765	gr/cc	memenuhi
2.	Absorbsi	T-85-74	PB-0203-76	< 3	2,459	%	memenuhi
3.	Sand Equivalent	T-176-73		> 50	97,56	%	memenuhi
4.	Soundness	T-104-77		< 12%	2,4	%	memenuhi

Sumber: Petunjuk Pelaksanaan Laston No. 13/PT/B/1983 dan Uji Laboratorium Transportasi Jalan Raya FT UGM

**Tabel 5.** Gradasi Agregat Menurut Berat Tertahan di atas Saringan untuk 1200 gr

No. Saringan		Berat Tertahan (gr)		
		Grading I Normal Pecah mesin	Grading VII Normal Pecah mesin	Grading VIII Normal Pecah mesin
Inch	mm			
3/4"	19,058	0	0	0
1/2"	12,705	0	0	0
3/8"	9,52	150	120	0
No. 4	4,76	510	324	348
No. 8	2,38	210	156	228
No. 30	0,59	138	216	216
No. 50	0,279	60	108	108
No. 100	0,149	36	84	108
No. 200	0,074	36	84	84
Pan		60	108	108
Jumlah		1200	1200	1200

Data yang diperoleh dari Tes Marshall di laboratorium adalah sebagai berikut:

- |   |  |
|---|--|
| 1) berat benda uji sebelum direndam air (gram) = c    | 3) berat benda uji dalam air (gram) = e    |
| 2) berat benda uji dalam keadaan jenuh air (gram) = d | 4) tebal benda uji (mm).                   |
|   | 5) pembacaan arloji stabilitas (lbs) = p   |
|   | 6) pembacaan kelelahan stabilitas (mm) = F |
|   | 7) isi benda uji (ml) = f                  |

## HASIL PENELITIAN

Data tersebut untuk menganalisis sifat-sifat Marshall campuran laston yang meliputi nilai-nilai sebagai berikut.

$$\text{Kerapatan (gr/ml)} = g = c/f.$$

$$\text{Prosentase rongga yang terisi aspal ("void filled with asphalt" = VFWA) = } 100 \times i/k.$$

$$k = 100 - j$$

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{\text{BJ agregat}} \quad i = \frac{b \times g}{\text{BJ Agregat}}$$

$$b = (a/100 + a) \times 100$$

dengan:

- a = persentase aspal terhadap batuan
- b = persentase aspal terhadap campuran
- i & j = rumus substitusi
- k = persentase rongga terhadap agregat

$$\text{Persentase rongga dalam campuran ("void in the mix" = VITM) = } 100 - i - j$$

$$\text{Stabilitas (kg)} = S = (S1 \times q) \times 0,4536$$

$$S1 = 2,7197 \times p^{0,9887}$$

dengan:

- q = angka koreksi tebal benda uji
- S1 = angka stabilitas kalibrasi alat (lbs)

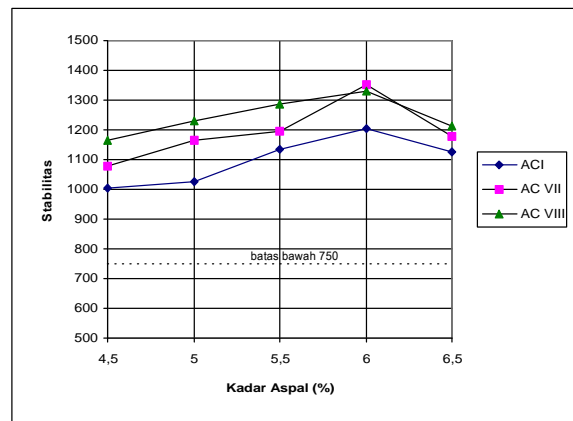
Kelelahan plastis (mm) = F, yang dibaca dari pembacaan arloji "flow" yang menyatakan deformasi benda uji dalam satuan 0,01 mm. "Marshall quotient" (kg/mm) = QM = S/F.

### Stabilitas

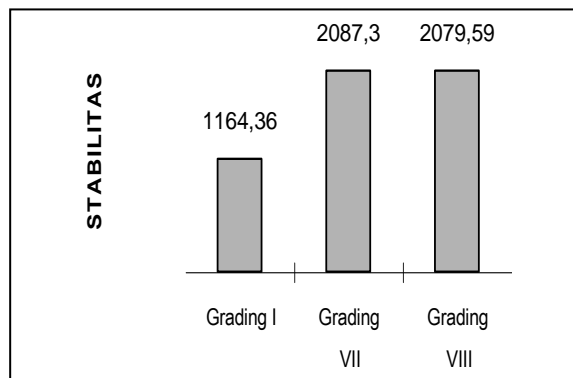
Pada Gambar 1. tampak nilai stabilitas naik dengan bertambahnya kadar aspal sampai batas tertentu dan seterusnya. Bila kadar aspal bertambah, nilai stabilitas cenderung menurun. Grading I nilai stabilitas lebih rendah bila dibandingkan grading VII dan grading VIII. Hal ini disebabkan grading VII dan grading VIII mempunyai grading yang lebih rapat daripada grading I.

Pada Gambar 2, perilaku campuran beton aspal dengan kadar aspal optimum nilai stabilitas sama seperti dengan variasi kadar aspal.

Dari hasil penelitian nilai stabilitas pada grading I, VII, dan VIII dengan kadar aspal optimum memenuhi persyaratan beton aspal standar Bina Marga maupun AASHTO yaitu minimal 750 kg.



**Gambar 1.** Grafik Hubungan antara Stabilitas dengan Variasi Kadar Aspal Untuk 3 Macam Gradasi



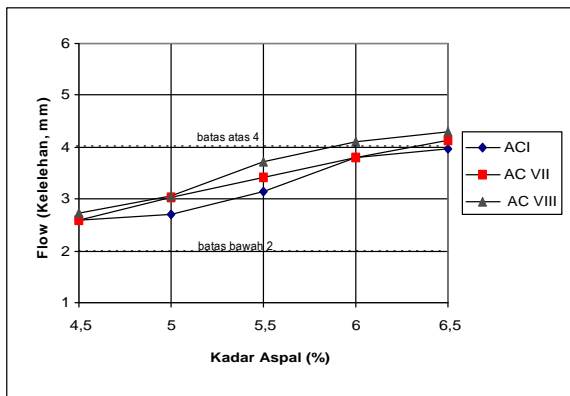
**Gambar 2.** Stabilitas Beton Aspal pada Grading I, VII, dan VIII dengan Kadar Aspal Optimum

### Kelelahan (Flow)

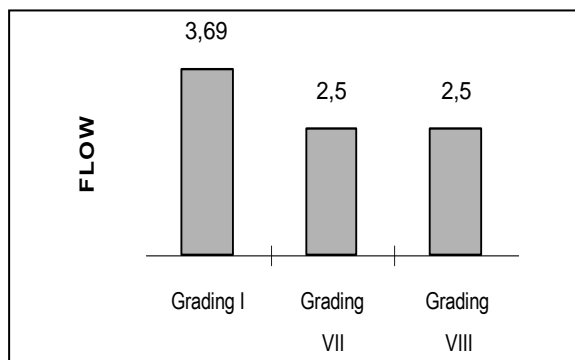
Flow adalah tingkat kelelahan yang menyatakan besarnya deformasi (penurunan). Nilai flow dipengaruhi oleh gradasi agregat, kadar, dan jenis aspal, serta bentuk permukaan batuan.

Berdasarkan hasil penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 3. nampak bahwa dengan bertambahnya kadar aspal mengakibatkan nilai *flow* cenderung semakin besar. Hal ini logis bahwa tambahnya kadar aspal campuran perkerasan akan lebih plastis. Nilai stabilitas tinggi namun nilai kelelahan rendah menyebabkan campuran bersifat getas (*brittle*). Hal ini terjadi karena terlalu banyak kandungan *filler* dan penyerapan aspal yang kecil, sehingga meningkatkan viskositas dari campuran antara *filler* dan aspal.

Gambar 4. menunjukkan campuran beton aspal dengan kadar aspal optimum untuk grading I, VII dan VIII nilai kelelahan (*flow*) masih dalam batas standar yang ditentukan yaitu 2-4 mm.



**Gambar 3.** Grafik Hubungan antara Kelelahan (*Flow*) Dengan Variasi Kadar Aspal untuk 3 Macam Gradasi

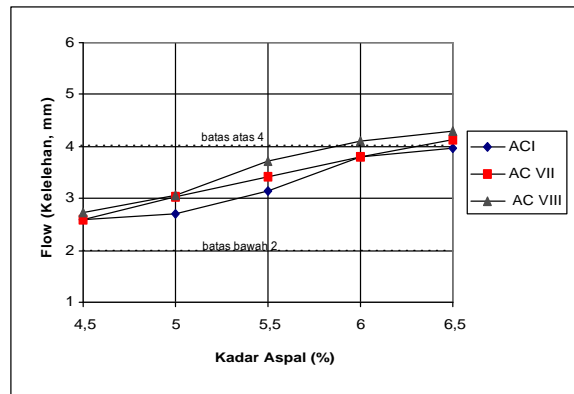


**Gambar 4.** *Flow* Beton Aspal pada Grading I, VII, dan VIII dengan Kadar Aspal Optimum

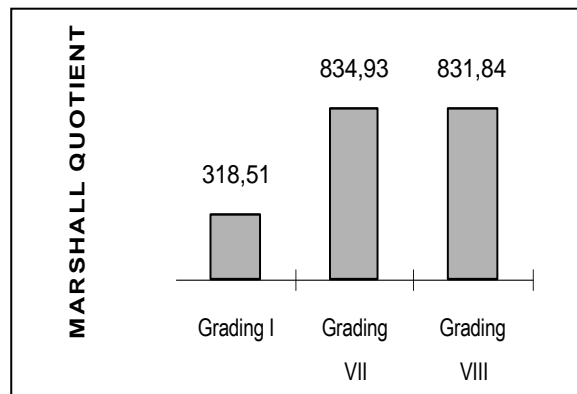
### Marshall Quotient (MQ)

Marshall Quotient merupakan nilai hasil bagi stabilitas dengan *flow* (kelelahan) dan merupakan pendekatan terhadap tingkat kekakuan dan fleksibilitas.

Dari hasil penelitian pada Gambar 5, bertambahnya kadar aspal menjadikan nilai MQ mengalami penurunan. Nilai Marshall Quotient sangat tergantung dari nilai stabilitas dan nilai *flow*. Nilai Marshall Quotient tinggi, campuran menjadi kaku dan fleksibilitas rendah, begitu juga sebaliknya nilai Marshall Quotient rendah, campuran menjadi terlalu plastis dan mudah terjadi deformasi akibat beban lalu lintas.



**Gambar 5.** Grafik hubungan antara Marshall Quotient dengan variasi kadar aspal untuk tiga macam gradasi

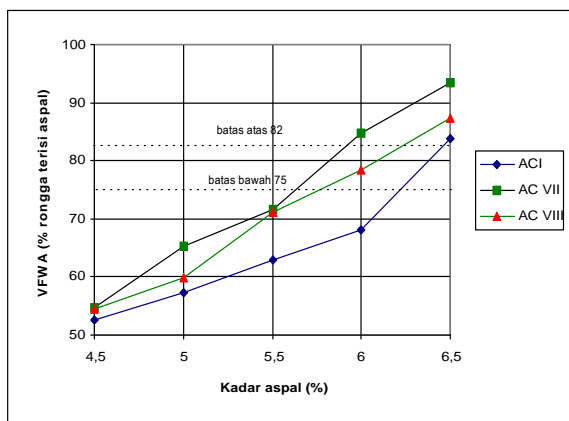


**Gambar 6.** Marshall Quotient Beton Aspal Pada Grading I, VII, dan VIII dengan Kadar Aspal Optimum

Tampak dalam Gambar 6, campuran beton aspal dengan kadar aspal optimum grading I cenderung plastis. Adapun grading VII dan VIII campuran menjadi lebih kaku, Bina Marga mensyaratkan standar Marshall Quotion 200-350 kg/mm.

### Rongga Terisi Aspal (VFWA)

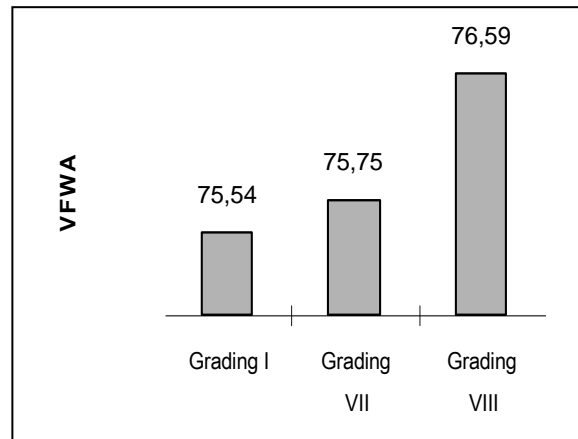
Nilai VFWA menunjukkan seberapa besar prosentase rongga yang ada di dalam campuran terisi aspal. VFWA selain dipengaruhi oleh agregat, kadar dan jenis aspal juga dipengaruhi oleh besarnya energi kepadatan. Semakin rapat agregat dan semakin tinggi energi pemadatan, nilai VFWA semakin tinggi. Nilai VFWA terlalu tinggi campuran aspal dan mudah *bleeding* (aspal naik ke permukaan) sedangkan bila nilai VFWA terlalu rendah daya ikat antar batumannya juga rendah, campuran menjadi porous dan getas.



**Gambar 7.** Grafik Hubungan antara VFWA dengan Variasi Kadar Aspal untuk 3 Macam Gradasi

Gambar 7 nilai VFWA cenderung naik seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Nilai VFWA sangat menentukan stabilitas durabilitas dan fleksibilitas campuran. Gambar 8 nampak nilai VFWA dengan kadar aspal optimum.

Grading I, VII, dan VIII nilai VFWA telah memenuhi standar spesifikasi yaitu 75-82. Pada grading I nilai VFWA mendekati batas bawah, campuran lapis keras cenderung stabilitas kaku dan porous.



**Gambar 8.** VFWA Beton Aspal pada Grading I, VII, dan VIII dengan Kadar Aspal Optimum

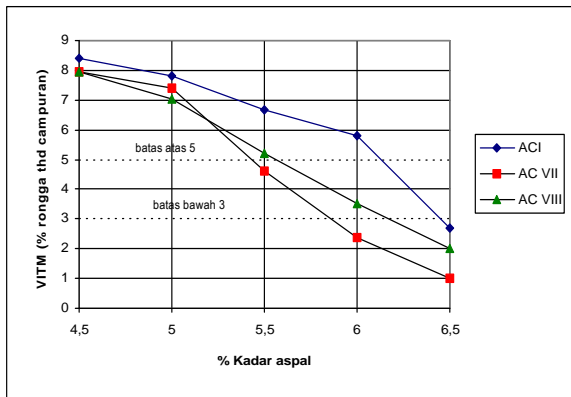
### Rongga di dalam Campuran (VITM)

Nilai VITM pada campuran aspal berlawanan nilainya dengan VFWA. Karena pada nilai VFWA yang besar rongga antar agregat banyak yang terisi aspal sehingga jumlah rongga udaranya sedikit, yang berarti nilai VITM kecil (rendah).

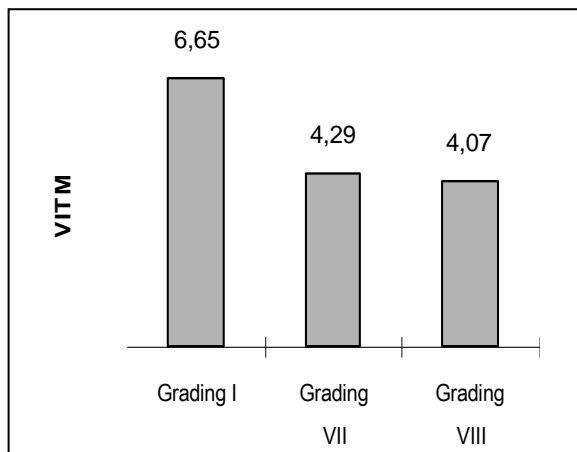
Gambar 9 nampak bahwa nilai VITM turun dengan naiknya kadar aspal, nilai VITM pada grading VII menghasilkan campuran yang lebih rapat dibandingkan dengan grading I dan grading VIII. Nilai VITM berpengaruh pada kekakuan dan keawetan campuran. Nilai VITM rendah sangat berpengaruh terhadap kekakuan, perkerasan mudah retak bila menerima beban lalu lintas.

Nilai VITM tinggi berpengaruh pada keawetan lapis keras sangat mudah ditembus air dan udara, akibatnya aspal mengalami proses pelarutan dan oksidasi bila suhu

perkerasan tinggi aspal mencair terjadi bleeding. Gambar 10 menunjukkan nilai VITM dengan kadar aspal optimum.



**Gambar 9.** Grafik Hubungan antara VITM Dengan Variasi Kadar Aspal untuk 3 Macam Gradasi



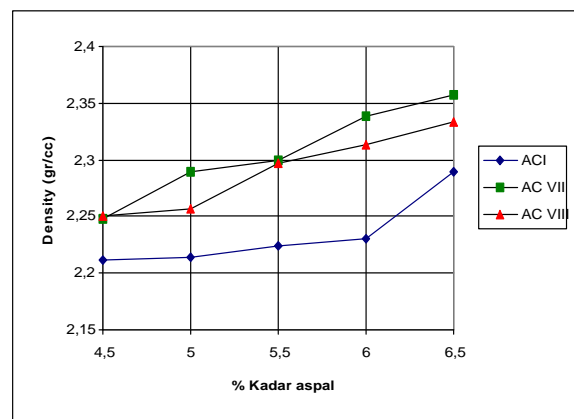
**Gambar 10.** VITM Beton Aspal pada Grading I, VII, dan VIII dengan Kadar Aspal Optimum

Pada grading I, nilai VITM tinggi sehingga campuran aspal menjadi porous mudah di tembus air dan udara menyebabkan aspal teroksidasi dan kehilangan sifat daktilnya. Akibatnya, ikatan antar butiran menjadi getas, dan bila menerima beban lalu lintas dan suhu perkerasan tinggi perkerasan terjadi *bleeding*. Adapun pada Grading VII dan VIII nilai VITM memenuhi persyaratan Standar Bina Marga 3-5%.

### Density (Kerapatan)

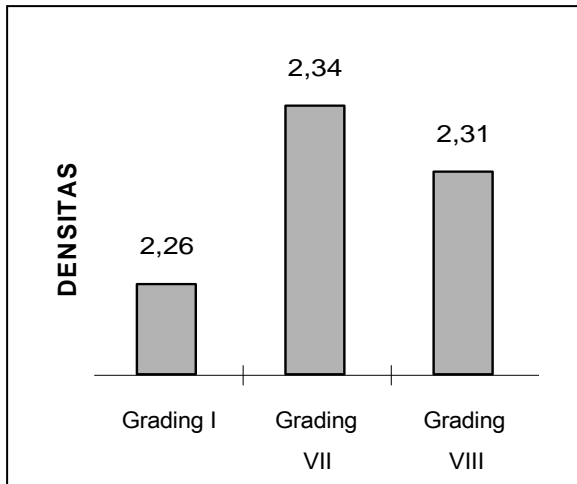
*Density* adalah berat campuran aspal padat tiap satuan volume dan nilainya menyatakan tingkat kerapatan campuran setelah dipadatkan. Campuran dengan *density* yang tinggi mampu menahan beban yang lebih besar dibanding dengan campuran yang mempunyai *density* rendah.

Pada Gambar 11 tampak hasil uji kerapatan campuran beton aspal dengan variasi kadar aspal ada kecenderungan penambahan kadar aspal menunjukkan kenaikan nilai densitas: grading VII dan grading VIII memiliki nilai densitas lebih tinggi daripada grading I. Hal ini disebabkan bahwa grading I memiliki bobot fraksi kasar lebih besar daripada fraksi halus. Adapun grading VII dan grading VIII, nilai densitas relatif tinggi karena rongga dalam campuran dapat terisi oleh butiran yang lebih halus. Perilaku ini juga tampak pada Gambar 12 yang memuat nilai densitas beton aspal pada grading I, II, dan III dengan campuran kadar aspal optimum.



**Gambar 11.** Grafik Densitas dengan Variasi Kadar Aspal





**Gambar 12.** Densitas Beton Aspal pada Grading I, VII, dan VIII dengan Kadar Aspal Optimum

## PENUTUP

### Kesimpulan

1. Ada pengaruh grading terhadap stabilitas campuran beton aspal. Sedangkan pengaruh material maupun interaksi antara grading dan material terhadap stabilitas tidak berbeda.
2. Grading I berbeda dengan grading VII dan grading VIII, nilai stabilitas tertutup ada pada grading VII.

3. Pengaruh grading maupun interaksi antar grading dan material terhadap durabilitas tidak berbeda.

### Saran

Perlu diteliti lebih lanjut sifat beton aspal yang lain, di antaranya nilai struktural, *skid* resistan campuran.

## DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. 1986. *Guide for Design of Pavement Structure*. Washington DC.
- Asphalt Institute. 1983. *Asphalt Technology and Construction Practices (ES-1)*. Maryland-USA: The Asphalt Institute.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) No. 13/PT/PT/1983*. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) Untuk Jalan Raya*. Jakarta.

