

## PENGARUH GRADASI AGREGAT TERHADAP NILAI KARAKTERISTIK ASPAL BETON (AC-BC)

Sumiati<sup>1)</sup>, Sukarman<sup>2)</sup>

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Polstri  
Jalan Srijaya Negara Bukit Besar Palembang

<sup>1)</sup> E-mail:cecesumi@yahoo.com

<sup>2)</sup> E-mail:sukarman@polsri.ac.id

### ABSTRAK

*Gradasi agregat dapat dikatakan sangat mempengaruhi pada campuran beraspal karena gradasi agregat berfungsi memberikan kekuatan yang pada akhirnya mempengaruhi stabilitas dalam campuran, dengan kondisi saling mengunci (interlocking) dari masing-masing partikel agregat kasar. Berdasarkan Spesifikasi Umum Perkerasan Jalan (2010), campuran agregat Laston (AC-BC) dapat bergradasi kasar dan halus, sedangkan menurut Sukirman, 2003, kurva Fuller adalah kurva dengan gradasi agregat di mana kondisi campuran memiliki kepadatan maksimum dengan rongga diantara mineral agregat (VMA) yang minimum.*

*Oleh sebab itu peneliti mencoba untuk meneliti seberapa besar pengaruh agregat bergradasi kasar, bergradasi halus, dan agregat bergradasi yang mengikuti lengkung fuller pada campuran aspal beton (AC-BC), dengan membuat benda uji untuk pengujian Marshall dengan kombinasi aspal bervariasi dari: 4,5%; 5%; 5,5%; 6,0%; 6,5% dan 7,0% dengan masing-masing 3 benda uji sehingga total benda uji untuk masing-masing kombinasi sebanyak 18 buah dan dibuat dengan 75 X 2 tumbukan. Kemudian dilakukan pengujian Marshall untuk mendapatkan nilai karakteristik yang disyaratkan Spesifikasi Umum Perkerasan Jalan, 2010, sehingga data dapat dianalisa.*

*Dari pengujian diperoleh nilai MQ terbesar terdapat pada agregat bergradasi fuller MQ 740 kg/mm, sedangkan agregat bergradasi halus nilai MQ 700 kg/mm dan agregat bergradasi kasar didapat MQ sebesar 360 kg/mm. Nilai Marshall Quotient yang rendah, mengidentifikasi bahwa campuran tidak kaku dan mudah mengalami deformasi (perubahan bentuk). Nilai VMA campuran agregat bergradasi kasar 15,4%; campuran agregat bergradasi fuller 14,1% dan campuran agregat bergradasi halus 14,0%. Jadi dapat disimpulkan bahwa agregat bergradasi halus dan bergradasi fuller mempunyai kepadatan maksimum dengan rongga diantara mineral agregat (VMA) yang minimum/durabilitas yang lebih baik dibandingkan dengan agregat bergradasi kasar.*

**Key words:** gradasi, agregat, aspal beton.

### PENDAHULUAN

Kondisi perkerasan jalan akhir-akhir ini sangat memprihatinkan, jangankan untuk mencapai umur rencana, baru beberapa tahun saja direnovasi, kerusakan jalan telah terjadi lagi. Faktor-faktor penyebab kerusakan pada lapisan perkerasan konstruksi jalan pada umumnya dapat disebabkan oleh beberapa hal diantaranya: perencanaan yang kurang tepat, penggunaan material bahan jalan yang tidak sesuai dengan spesifikasi, kondisi tanah dasar yang tidak stabil, bangunan pelengkap yang kurang baik seperti kemiringan bahu jalan yang tidak sesuai dan drainase jalan yang tidak berfungsi secara baik, tidak teraturnya pemeliharaan dan peningkatan jalan untuk mengembalikan kondisi serta beberapa faktor penyebab lainnya.

Salah satu hal yang dapat mengurangi kerusakan jalan, yaitu dengan menyempurnakan penggunaan material bahan jalan agar sesuai dengan spesifikasi, seperti menggunakan material yang berkualitas tinggi, baik terhadap aspal yang digunakan sebagai bahan pengikat maupun agregat sebagai bahan pengisinya. Agregat mengisi hampir 90-95% dari campuran aspal beton, oleh sebab itu kualitas dari agregat harus benar-benar diperhatikan baik pada saat pembuatan rencana campuran maupun saat pelaksanaan nantinya, seperti: gradasi agregat, bentuk agregat, kadar lumpur, kekekalan agregat, kekerasan agregat dan kelekatan agregat terhadap aspal.

Gradasi agregat dapat dikatakan sangat mempengaruhi pada campuran beraspal karena gradasi agregat berfungsi memberikan

kekuatan yang pada akhirnya mempengaruhi stabilitas dalam campuran, dengan kondisi saling mengunci (interlocking) dari masing-masing partikel agregat kasar. Untuk dapat menjaga agar agregat dengan gradasi yang disyaratkan menghasilkan sifat campuran yang diinginkan, maka gradasi campuran untuk material Asphalt Concrete harus terletak diluar “daerah larangan (*restriction-zone*)” dari lengkung gradasi. Kurva Fuller adalah kurva dengan gradasi di mana kondisi campuran memiliki kepadatan maksimum dengan rongga diantara mineral agregat (VMA) yang minimum (Sukirman, 2003). Kennedy (1996) menyarankan untuk menghasilkan kinerja jalan yang baik dengan volume lalu lintas yang tinggi dipilih target gradasi yang lewat di bawah daerah penolakan. Susunan butir agregat mempunyai pengaruh besar terhadap volume rongga yang terbentuk dalam campuran, mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan (*workability*) dan dapat menentukan nilai kekuatan (stabilitas).

Pada Spesifikasi Umum Perkerasan Jalan (2010), beton aspal campuran panas menetapkan gradasi untuk AC-BC terdiri dari yang bergradasi kasar dan bergradasi halus. Agregat bergradasi kasar dapat digunakan pada daerah yang mengalami deformasi tinggi seperti pada gerbang tol, daerah pegunungan dan pada daerah dekat lampu merah.

Agregat bergradasi baik atau rapat adalah agregat yang ukuran butirnya terdistribusi merata dalam satu rentang ukuran butir. Campuran agregat bergradasi baik mempunyai sedikit pori, mudah dipadatkan, dan memiliki stabilitas yang tinggi. Tingkat stabilitas ditentukan dari ukuran butir agregat terbesar yang ada. Sedangkan agregat bergradasi buruk adalah agregat yang memiliki ukuran butir yang hampir sama dan agregat yang memiliki distribusi ukuran butir yang tidak menerus (senjang). Agregat bergradasi baik atau buruk juga dapat diperiksa dengan menggunakan rumus fuller (Silvia Sukirman, 2003)

$$P = 100 \left( \frac{d}{D} \right)^{0.45}$$

di mana

P = persen lolos saringan dengan bukaan saringan d mm.

d = ukuran agregat yang diperiksa, mm.

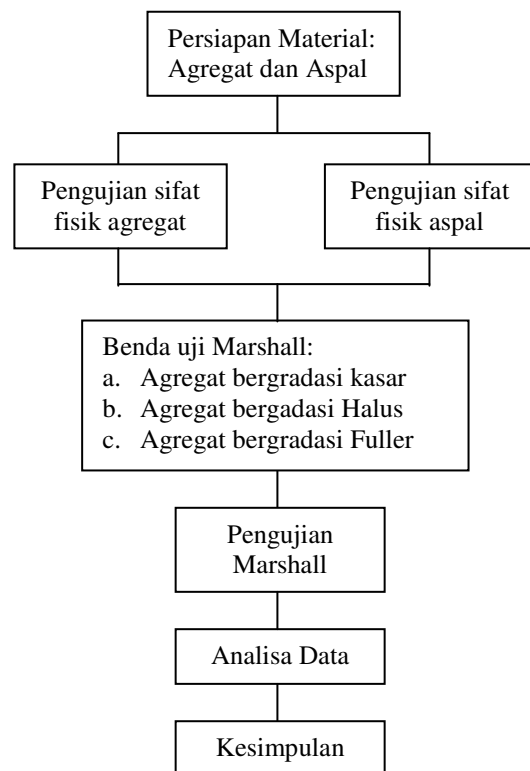
D = ukuran maksimum agregat yang terdapat dalam campuran, mm.

Berdasarkan Spesifikasi Umum Perkerasan Aspal (2010), gradasi agregat untuk AC-BC, baik yang bergradasi kasar maupun yang bergradasi halus ternyata ada sebagian yang tidak mengikuti

distribusi ukuran butir lengkung Fuller. Oleh sebab itu peneliti mencoba untuk meneliti seberapa besar pengaruh agregat bergradasi kasar, bergradasi halus, dan agregat bergradasi yang mengikuti lengkung *fuller* pada campuran aspal beton (AC-BC) terhadap nilai karakteristik yang disyaratkan Spesifikasi Umum Perkerasan Jalan, 2010. Selain itu penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui sifat fisik dari agregat yang digunakan apakah sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan. Penelitian ini dilakukan dengan harapan dapat memberikan masukan bagaimana seharusnya menentukan, memilih dan menganalisa jenis agregat yang akan digunakan untuk lapisan perkerasan jalan jenis laston (AC-BC), sehingga kerusakan jalan yang disebabkan penggunaan agregat yang tidak sesuai dengan gradasi yang ditetapkan oleh spesifikasi dapat di atasi.

**BAHAN DAN METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya. Dalam melaksanakan penelitian ini, serta upaya mendapatkan suatu penyelesaian dan hipotesis permasalahan, dilakukan tahapan penelitian meliputi: persiapan dan pengujian sifat fisik material, membuat benda uji untuk pengujian Marshall, Pengujian Marshall, analisa data dan kesimpulan (Gambar 1).



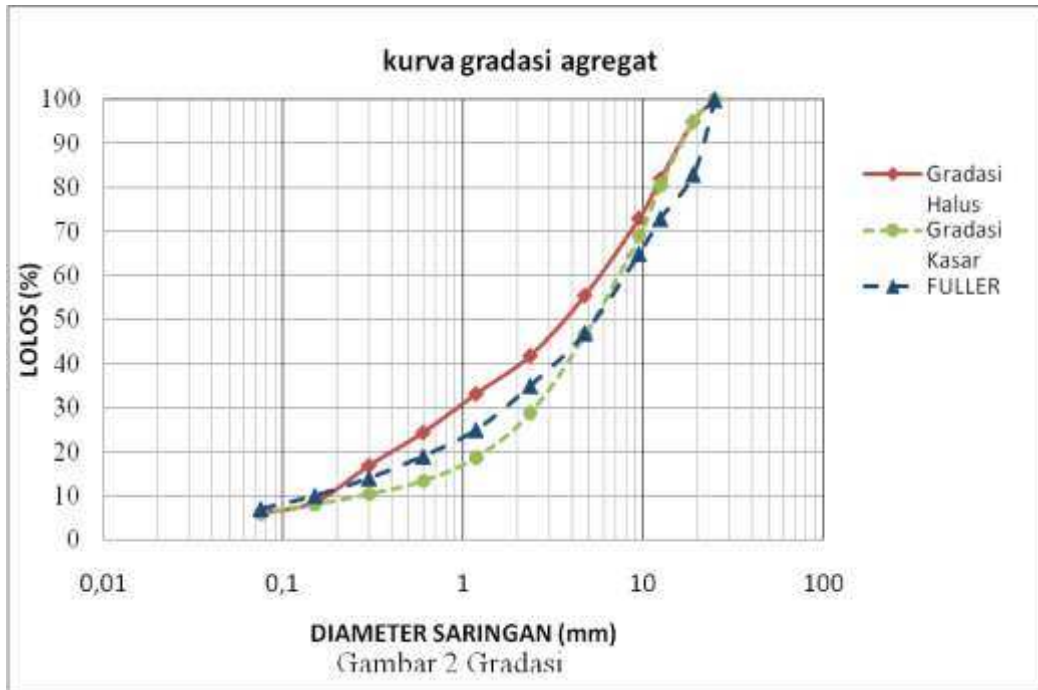
**Gambar 1** Bagan Alir Penelitian

Secara umum tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian ini sesuai Gambar 1, dan dapat diuraikan sebagai berikut :

- a. Material berupa agregat dan aspal yang telah disiapkan, dilakukan pengujian meliputi: berat jenis dan penyerapan, analisa saringan, keausan agregat, kekerasan agregat dan kadar lumpur. Sedangkan pengujian aspal meliputi: daktilitas, titik lembek, berat jenis, penetrasi,

titik nyala dan titik bakar serta kehilangan berat.

- b. Benda uji untuk pengujian marshall dibuat dengan 75 X 2 tumbukan, dengan tiga kombinasi gradasi agregat, meliputi: agregat bergradasi kasar, agregat bergradasi halus dan agregat bergradasi lengkung fuller dengan ukuran saringan dan batasan rentang persentase lolos saringan Gambar 2.



- c. Kombinasi aspal bervariasi dari: 4,5%; 5%; 5,5%; 6,0%; 6,5% dan 7,0% dengan masing-masing 3 benda uji sehingga total benda uji untuk masing-masing kombinasi sebanyak 18 buah.
- d. Pengujian marshall dilakukan dengan alat marshall, setelah benda uji terlebih dahulu direndam dalam air bersuhu 60°C. Dari hasil pengujian Marshall akan didapatkan nilai karakteristik marshall meliputi: berat jenis aspal beton, stabilitas, *flow*, *Marshall Quotient* (MQ), Rongga Antara Mineral Agregat (VMA, *Void in Mineral Aggregate*), Rongga Udara dalam campuran (VIM, *Voids in Mix*) dan Rongga Terisi aspal (VFA, *Void Fill with Asphalt*).
- e. Data nilai karakteristik marshall yang didapatkan kemudian dianalisa dengan kurva regresi untuk mendapatkan suatu kurva yang sesuai. Kemudian dibuat barchat untuk mendapatkan kadar aspal optimum untuk masing-masing kombinasi. Berdasarkan kadar aspal optimum, akan didapatkan nilai karakteristik marshall. Ketiga kombinasi

- gradasi agregat kemudian dibuat histogram, untuk dapat disimpulkan gradasi mana yang memenuhi persyaratan sesuai Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan (2010) tentang sifat-sifat Campuran Lapisan aspal beton (AC-BC), Tabel 1.
- f. Pengujian marshall dilakukan dengan alat marshall, setelah benda uji terlebih dahulu direndam dalam air bersuhu 60°C. Dari hasil pengujian Marshall akan didapatkan nilai karakteristik marshall meliputi: berat jenis aspal beton, stabilitas, *flow*, *Marshall Quotient* (MQ), Rongga Antara Mineral Agregat (VMA, *Void in Mineral Aggregate*), Rongga Udara dalam campuran (VIM, *Voids in Mix*) dan Rongga Terisi aspal (VFA, *Void Fill with Asphalt*).
- g. Data nilai karakteristik marshall yang didapatkan kemudian dianalisa dengan kurva regresi untuk mendapatkan suatu kurva yang sesuai. Kemudian dibuat barchat untuk mendapatkan kadar aspal optimum untuk masing-masing kombinasi. Berdasarkan kadar aspal optimum, akan didapatkan nilai

karakteristik marshall. Ketiga kombinasi gradasi agregat kemudian dibuat histogram, h. memenuhi persyaratan sesuai Spesifikasi Umum perkerasan Aspal (2010) tentang sifat-sifat Campuran Lapisan aspal beton (AC-BC), Tabel 1.

**Tabel 1** Spesifikasi Lapisan aspal beton (AC-BC)

Sifat-sifat Campuran		Lapisan Aspal Beton AC-BC	
		Halus	Kasar
Jumlah Tumbukan per Bidang		75	
Rongga Dalam Campuran (VIM) (%)	Min.	3,5	
	Maks	5,0	
Rongga Dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	14	
Rongga Terisi Aspal (VFA) (%)	Min.	63	
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800	
	Maks	-	
Kelelehan ( <i>flow</i> ) (mm)	Min.	3	
<i>Marshall Quotient</i> (kg/mm)	Min.	250	

Sumber: Spesifikasi Umum Perkerasan Aspal (2010)

untuk dapat disimpulkan gradasi mana yang

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium tentang sifat fisik aspal didapatkan data seperti tertera pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa nilai daktilitas, titik lembek, berat jenis, penetrasi, titik nyala dan titik bakar serta kehilangan berat memenuhi persyaratan PEN 60-70.

**Tabel 2** Hasil Pengujian sifat fisik aspal

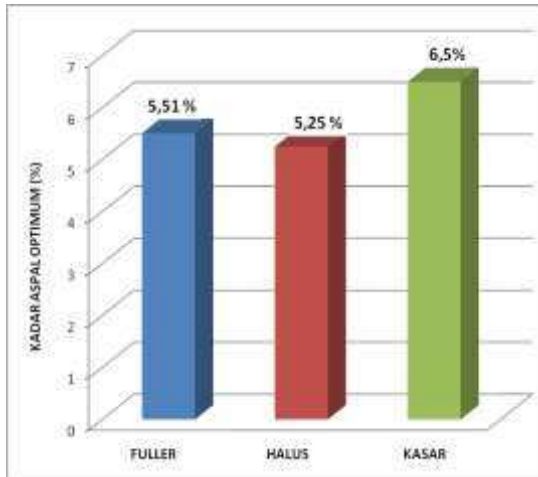
Pengujian	Metode	PEN 60-70	Hasil Pengujian
Penetrasi (25°C)	SNI 06-2456-1991	64,2	60-70
Titik lembek(°C)	SNI 06-2434-1991	50,5 °C	48 - 56 °C
Daktilitas(25°C), (cm)	SNI 06-2432-1991	150	Min 100
Titik Nyala dan Titik Bakar (°C)	SNI 06-2433-1991	315	323
Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	Min 1,0	1,03
Kehilangan Berat (%)	SNI 06-2440-1991	Max 0,2	0,08
a. Penetrasi (25°C)	SNI 06-2456-1991	63,8	60-70
b. Daktilitas (cm)	SNI 06-2432-1991	140	Min 100
Kelekatan Agregat terhadap aspal (%)	SNI 06-2439-1991	100	Min 95%

Sumber: Hasil pengujian

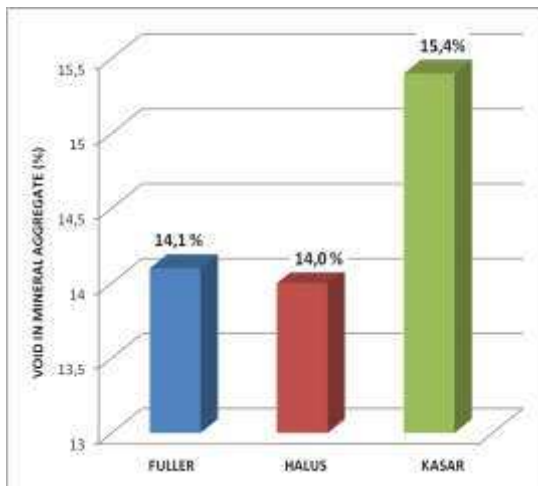
Berdasarkan gambar 3 dapat dilihat bahwa kadar aspal optimum pada agregat bergradasi halus 5,25%; campuran agregat bergradasi fuller 5,51% dan campuran agregat bergradasi kasar memerlukan kadar aspal yang lebih banyak dibandingkan dengan agregat bergradasi lengkung fuller dan bergradasi halus.

Nilai VMA (*Void in Mineral Agregate*) akan menentukan durabilitas/daya tahan campuran beraspal selain nilai VIM. Nilai VMA ini akan menurun dengan bertambahnya kadar aspal hingga mencapai nilai minimum, kemudian akan meningkat dengan adanya penambahan kadar aspal. Nilai VMA yang diharapkan dalam campuran beraspal yaitu seminimum mungkin (berdasarkan Spesifikasi Umum Perkerasan Jalan, 2010 yaitu minimum 14 %). Hal ini

bertujuan untuk memberikan ruang yang cukup pada aspal agar dapat melekat pada agregat. Besarnya nilai VMA dipengaruhi oleh kadar aspal, ukuran butir, bentuk dan metode. Jadi dapat disimpulkan bahwa agregat bergradasi halus dan bergradasi fuller mempunyai durabilitas yang lebih baik dibandingkan dengan agregat bergradasi kasar.



Gambar 3 Kadar Aspal Optimum

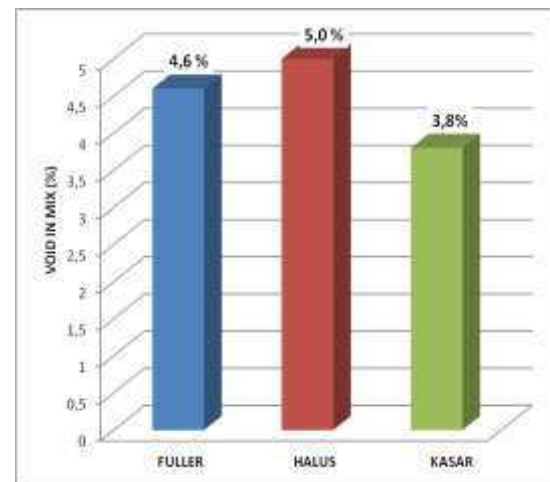


Gambar 4 Nilai Void in Mineral Aggregate

Rongga Udara dalam campuran (Voids in Mix, VIM) adalah ruang udara di antara partikel agregat yang terselimuti aspal dalam suatu campuran yang telah dipadatkan dan dinyatakan dalam persen terhadap volume total campuran. Rongga udara rencana dengan usaha pemadatan yang benar akan tercapai bila dirancang pada VIM diantara 3,5% hingga 5,5% (berdasarkan Spesifikasi Umum Perkerasan Aspal, 2010).

Tujuan perencanaan VIM adalah untuk membatasi penyesuaian kadar aspal rencana pada kondisi VIM mencapai tengah-tengah rentang

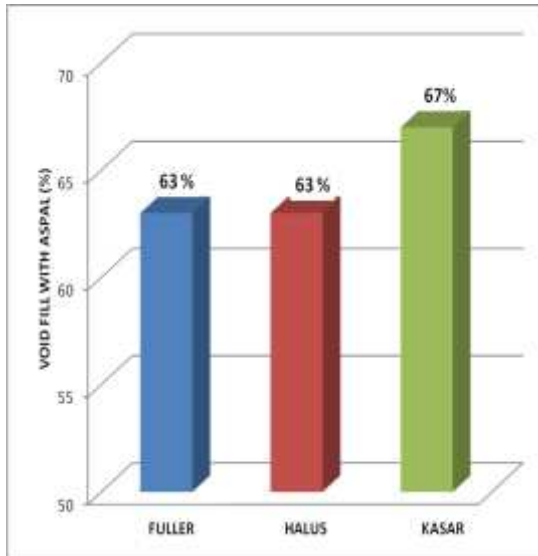
pemadatan. Pada gambar 4 terlihat bahwa nilai Nilai VMA campuran agregat bergradasi kasar 15,4% campuran agregat bergradasi fuller 14,1% dan campuran agregat bergradasi halus 14,0%. kadar aspal yang direncanakan. Nilai VIM suatu campuran akan menurun dengan bertambahnya kadar aspal, sehingga rongga udara yang ada di dalam campuran akan terisi oleh kadar aspal tersebut. Hal ini terjadi pada campuran agregat bergradasi kasar yang mempunyai nilai VIM paling rendah yaitu 3,8%; campuran agregat bergradasi fuller 4,6% dan campuran agregat bergradasi halus 5,0% (Gambar 5), di mana masih memenuhi persyaratan yaitu 3,5% hingga 5,5%. Campuran aspal yang mempunyai nilai VIM yang tinggi akan lebih cepat mengalami penuaan dan menyebabkan timbulnya retak pada lapisan perkerasan. Campuran yang memiliki nilai VIM yang rendah akan lebih kedap terhadap air dan udara tidak masuk ke dalam campuran yang menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh.



Gambar 5 Nilai Voids in Mix, VIM

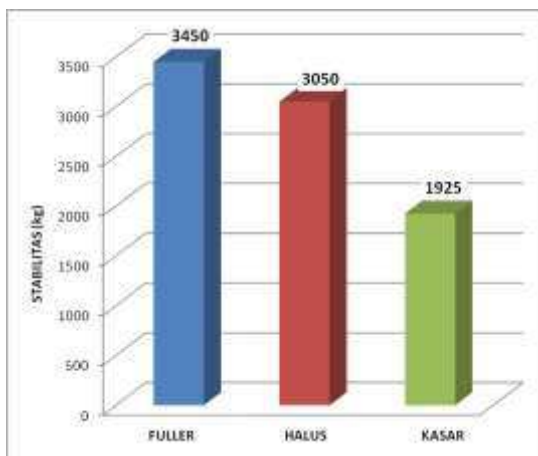
VFA (Void Fill with Asphalt) merupakan bagian dari volume VMA yang terisi oleh aspal efektif, dimana nilainya cenderung akan naik dengan bertambahnya kadar aspal. Dikarenakan peningkatan jumlah aspal yang mengisi VMA, dengan nilai minimum adalah 63% (berdasarkan Spesifikasi Umum Perkerasan Aspal, 2010).

Hasil dari pengujian dapat dilihat pada gambar 6, nilai VFA terbesar terdapat pada agregat bergradasi kasar sebesar 67%, Sedangkan agregat bergradasi halus dan agregat bergradasi fuller, didapat nilai VFA yang sama yaitu 63%. Dapat disimpulkan bahwa nilai VFA pada agregat bergradasi kasar lebih besar jika dibandingkan dengan yang lain, hal ini dikarenakan nilai KAO pada agregat bergradasi kasar lebih besar dibandingkan dengan kedua gradasi yang lain.



Gambar 6 Void Fill With Aspal

Stabilitas campuran merupakan kemampuan dari suatu campuran beraspal untuk menerima beban lalu lintas tanpa mengalami perubahan bentuk seperti alur, retak dan sebagainya. Nilai stabilitas campuran berdasarkan Spesifikasi Umum Perkerasan Aspal, 2010, yaitu minimum sebesar 800 kg.

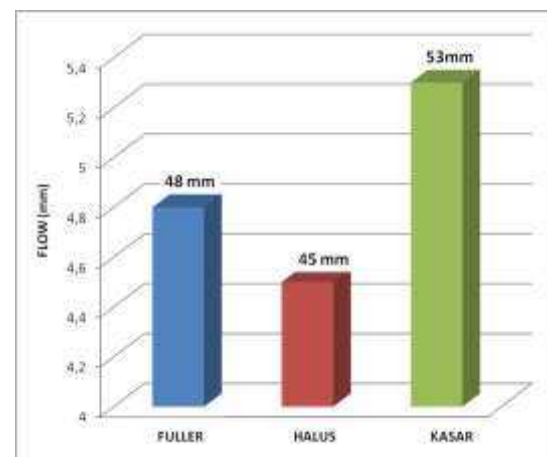


Gambar 7 Nilai Stabilitas

Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 7, nilai stabilitas terbesar terdapat pada agregat bergradasi *fuller*, dengan KAO 5,51% dan nilai Stabilitas 3.450 kg. Sedangkan nilai agregat bergradasi agregat halus berada sedikit dibawah gradasi *fuller*, dengan nilai KAO 5,25%, dan nilai stabilitas 3.050 kg. Sementara agregat bergradasi kasar berada dibawah gradasi halus dan *fuller* dengan KAO 6,5% didapat nilai stabilitas sebesar 1.925 kg. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa nilai stabilitas tertinggi dimiliki oleh agregat bergradasi *fuller*, hal ini dikarenakan rongga dalam campuran (VIM) yang dimiliki

agregat bergradasi *fuller* lebih kecil jika dibandingkan dengan gradasi yang lain. Tetapi dengan kadar aspal optimum yang dimiliki agregat bergardasi halus yang lebih sedikit jika di bandingkan dengan kadar aspal optimum agregat bergradasi lengkung *fuller*, didapat nilai stabilitas yang tidak jauh berbeda dengan nilai yang dimiliki oleh agregat bergradasi lengkung *fuller*. Sehingga agregat bergradasi halus dapat dikatakan lebih baik jika dilihat dari perbandingan kadar aspal optimum, jika dibandingkan dengan gradasi lain. Meskipun demikian, secara keseluruhan nilai stabilitas yang dimiliki oleh semua gradasi masih memenuhi persyaratan.

Hasil pengujian nilai *flow*/kelelahan dapat dilihat dari gambar 8.



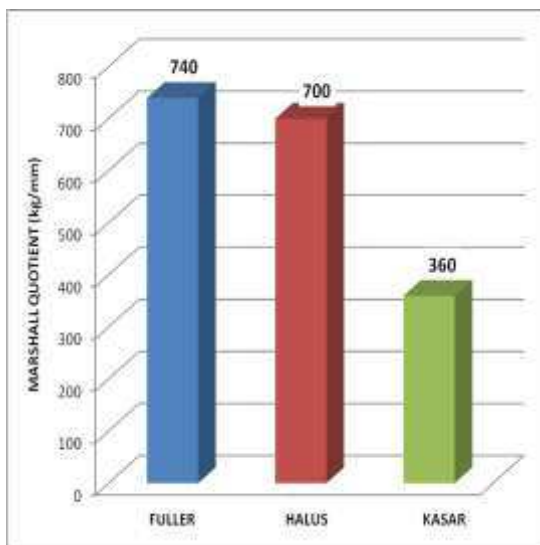
Gambar 8 Nilai Flow

Dari pengujian diperoleh nilai *flow* terendah ada pada agregat bergradasi halus dengan nilai KAO 5,25%, nilai stabilitas 3.050 kg, dan nilai *flow* 45 mm, sementara agregat bergradasi *fuller* dengan nilai KAO 5,51%, Stabilitas 3.450 kg dan nilai *flow* 48 mm, sedangkan kadar *flow* tertinggi diperoleh dari hasil pengujian agregat bergradasi kasar dengan nilai KAO 6,5%, nilai stabilitas 1.925 kg dan didapat *flow* 53 mm. Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, 2010 membatasi nilai *flow* minimum 30 mm.

Kelelahan merupakan suatu perubahan bentuk plastis suatu campuran beraspal yang disebabkan oleh beban. Nilai kelelahan sendiri dipengaruhi oleh kadar aspal, temperature dan viskositas. Nilai *flow*/kelelahan menyatakan besarnya deformasi bahan susun benda uji, campuran yang mempunyai angka *flow* rendah dengan stabilitas tinggi akan cenderung menghasilkan campuran beraspal panas yang kaku dan getas, sehingga akan mudah retak apabila terkena beban lalu lintas yang tinggi dan berat. Sebaliknya apabila campuran beraspal panas mempunyai *flow* terlalu tinggi maka akan bersifat plastis sehingga mudah

berubah bentuk (*deformasi plastis*) akibat beban lalu lintas yang tinggi dan berat.

Nilai *Marshall Quotient* diperoleh dari hasil pembagian stabilitas dengan kelelahan. Semakin besar nilai *Marshall Quotient* yang diperoleh maka campuran akan semakin kaku dan kemungkinan terjadinya deformasi akan semakin kecil. Besarnya nilai *MQ* tergantung dari besarnya nilai stabilitas yang dipengaruhi oleh gesekan antar butiran (*frictional resistance*) dan saling mengunci antar butiran (*interlocking*) yang terjadi antara partikel agregat dan kohesi campuran bahan penyusun, serta nilai *flow* yang dipengaruhi oleh viskositas, kadar aspal, gradasi bahan susun, dan jumlah tumbukan.



Gambar 9 Nilai Marshall Quotient

Hasil pengujian *Marshall Quotient* dapat dilihat pada gambar 9. Dari pengujian diperoleh nilai *MQ* terbesar terdapat pada agregat bergradasi *fuller* dengan nilai dengan KAO 5,51% dan *MQ* 740 kg/mm, sedangkan agregat bergradasi halus didapatkan KAO 5,25%, dan nilai *MQ* 700 kg/mm. Sementara didapat nilai agregat bergradasi kasar dengan KAO 6,5% didapat *MQ* sebesar 360 kg/mm.

Nilai *Marshall Quotient* yang didapat oleh campuran agregat bergradasi *fuller* dan campuran agregat bergradasi halus lebih baik, hal ini dikarenakan stabilitas, dan *flow* yang stabil, sehingga menghasilkan *Marshall Quotient* yang tinggi, lebih kaku dan tidak mudah terjadi deformasi (perubahan bentuk). Sementara untuk agregat bergradasi kasar di dapat nilai *Marshall*

*Quotient* yang rendah, hal ini dikarenakan kombinasi antara stabilitas yang kecil, dan *flow* yang besar. Nilai *Marshall Quotient* yang rendah, mengidentifikasi bahwa campuran tidak kaku dan mudah mengalami deformasi (perubahan bentuk). Spesifikasi Umum Perkerasan Jalan, 2010 membatasi nilai *Marshall Quotient* minimum 250 kg/mm.

**KESIMPULAN**

Setelah melakukan penelitian dan analisa data dapat disimpulkan bahwa:

- a. Campuran agregat bergradasi *fuller*, kasar dan halus berdasarkan nilai VMA, VFA, VIM, Stabilitas, dan *Marshall Quotient* semua masih memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Perkerasan Jalan, 2010.
- b. Jika dibandingkan ketiga campuran agregat bergradasi *fuller*, kasar dan halus, maka Nilai *Marshall Quotient* yang rendah terdapat pada campuran agregat bergradasi kasar, hal ini dikarenakan kombinasi antara stabilitas yang kecil, dan *flow* yang besar. Hal ini juga dapat mengidentifikasi bahwa campuran tidak kaku dan mudah mengalami deformasi (perubahan bentuk). Nilai *Marshall Quotient* yang rendah, mengidentifikasi bahwa campuran tidak kaku dan mudah mengalami deformasi (perubahan bentuk). Berdasarkan hasil penelitian dan Spesifikasi Umum Perkerasan Jalan, 2010, bahwa Laston (AC) bergradasi kasar dapat digunakan pada daerah yang mengalami deformasi yang lebih tinggi dari biasanya seperti pada daerah pegunungan, gerbang tol atau pada dekat lampu lalu lintas.
- c. Berdasarkan nilai VMA (Void in Mineral Agregate) agregat bergradasi kasar 15,4% agregat bergradasi *fuller* 4,1% dan agregat bergradasi halus 14,0%. Jadi dapat disimpulkan bahwa agregat bergradasi halus dan bergradasi *fuller* mempunyai durabilitas yang lebih baik dibandingkan dengan agregat bergradasi kasar.

**DAFTAR PUSTAKA**

Kementerian Pekerjaan Umum, *Spesifikasi Umum Perkerasan Aspal*, Divisi 6 (Campuran Aspal Panas), 2010, Jakarta.

Kennedy, T.W, 1996, *The Bottom Line: Superpave System Works*, The Superpave Asphalt Research gram, The University of Texas at Austin, USA.

Silvia, S., 2003, *Beton Aspal Campuran Panas*, Bandung, Penerbit Nova.