

PENGARUH GRADASI AGREGAT TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN LASTON

I Made Agus Ariawan dan I.A. Rai Widhiawati

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Denpasar

E-mail : agusariawan17@yahoo.com

Abstrak: Kerusakan jalan yang sering terjadi seperti retak, berlubang, ataupun melendut, disebabkan salah satunya oleh gradasi agregat yang digunakan kurang sesuai dengan yang disyaratkan. Permasalahan yang ada, dalam aplikasinya sulit menentukan proporsi campuran agregat yang sesuai berdasarkan spesifikasi gradasi campuran dan kurangnya pemahaman terhadap pengaruh yang diberikan terhadap karakteristik campuran akibat bervariasinya gradasi yang didapatkan pada rentang spesifikasi gradasi campuran.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai karakteristik dari variasi gradasi campuran agregat, menganalisis karakteristik campuran laston yang dihasilkan dari variasi-variasi gradasi agregat, serta untuk mengetahui pengaruh yang diberikan dari variasi gradasi campuran agregat terhadap karakteristik laston.

Dari hasil pengujian diperoleh nilai-nilai karakteristik sebagai berikut: Variasi 1: Stabilitas 1123,87 kg (spek.>750 kg), flow 4,96 mm (spek.>2 mm), MQ 226,59 kg/mm (spek.>180 kg/mm), VMA belum memenuhi spesifikasi yaitu diperoleh 13,68% (spek.>15%), VIM 4,453 % (spek. 3%-6%), VFB 67,87% (spek.>63%); Variasi 2: Stabilitas 1135,37 kg (spek.>750 kg), flow 4,64 mm (spek.>2 mm), MQ 244,76 kg/mm (spek.>180 kg/mm), VMA 15,48% (spek.>15%), VIM 5,122% (spek. 3%-6%), VFB 66,87% (spek.>63%). Gradasi Ideal: Stabilitas 1143,99 kg (spek.>750 kg), flow 3,653 mm (spek.>2 mm), MQ 313,21 kg/mm (spek.>180 kg/mm), VMA 16,48% (spek.>15%), VIM 5,901% (spek. 3%-6%), VFB 64,2% (spek.>63%); Variasi 3: Stabilitas 1160,58 kg (spek.>750 kg), flow 3,49 mm (spek.>2 mm), MQ 333,81 kg/mm (spek.>180 kg/mm), VMA 16,57% (spek.>15%), VIM belum memenuhi spesifikasi yaitu diperoleh 6,06% (spek. 3%-6%), VFB 63,44% (spek.>63%); Variasi 4: Stabilitas 1176,51 kg (spek.>750 kg), flow 3,18 mm (spek.>2 mm), MQ 370 kg/mm (spek.>180 kg/mm), VMA 16,81% (spek.>15%), VIM belum memenuhi spesifikasi yaitu diperoleh 6,359% (spek. 3%-6%), VFB belum memenuhi spesifikasi yaitu diperoleh 62,18% (spek.>63%).

Berdasarkan analisis varian, nilai f_{hitung} untuk masing-masing karakteristik campuran laston (stabilitas = 13,67, flow = 104,81, MQ = 73,705, VMA = 14,675, VIM = 4,5138, VFB = 1,352) lebih besar dari nilai f_{tabel} (=3,48) dengan tingkat kesalahan (α) yang digunakan sebesar 5%, derajat kebebasan perlakuan $\nu_1 = 4$ dan derajat kebebasan acak $\nu_2 = 10$. Ini membuktikan bahwa dengan adanya perubahan perlakuan (variasi gradasi campuran agregat) membuat adanya perbedaan nilai karakteristik campuran laston.

Kata kunci: Laston, Gradasi Agregat, Karakteristik Campuran Laston.

AGGREGATE GRADING INFLUENCE ON THE CHARACTERISTICS OF MIXED LASTON

Abstract: Damage to roads that often occurs can form cracks, holes, or the sagged; one of the reasons is lack of gradation of aggregate used in accordance with the requirements. The problem is that it is difficult to determine the appropriate proportion aggregate mix gradation in accordance with specifications and there is a lack of understanding of the effect given to the characteristics of the mixture due to the variation obtained in the range of gradation specifications.

The research conducted is to examine the characteristics of the variation of the aggregate gradation value, to analyze the characteristics of Laston mixture resulted from aggregate gradation variations, as well as to determine the effect of variation given by aggregate gradation on the characteristics of the Laston.

The test results show the characteristics values as follows. Variation 1: Stability is of 1123.87 kg (spec.>750 kg), flow 4.96 mm (spec.>2 mm), MQ 226.59 kg/mm (spec.>180 kg/mm), VMA is of 13.68% that is not meet specifications (spec.>15%), VIM 4.453% (spec. 3%-6%), VFB 67.87% (spec.>63%). Variation 2: Stability is of 1135.37 kg (spec.>750 kg), flow 4.64 mm (spec.>2 mm), MQ 244.76 kg/mm (spec.>180 kg/mm), VMA 15.48% (spec.>15%), VIM 5.122% (spec. 3%-6%), VFB 66.87% (spec.>63%). Ideal Gradation: Stability is of 1143.99 kg (spec.>750 kg), flow of 3.653 mm (spec.>2 mm), MQ 313.21 kg / mm (spec.>180 kg/mm), VMA 16.48% (spec.>15%), VIM 5.901% (spec. 3%-6%), VFB 64.2% (spec.>63%). Variation 3: Stability is of 1160.58 kg (spec.>750 kg), flow 3.49 mm (spec.>2 mm), MQ 333.81 kg/mm (spec.>180 kg/mm), VMA 16.57% (spec.>15%), VIM is 6.06% which has not met the specification (spec. 3%-6%), VFB 63.44% (spec.>63%). Variation 4: Stability is of 1176.51 kg (spec.>750 kg), flow 3.18 mm (spec.>2 mm), MQ 370 kg/mm (spec.>180 kg/mm), VMA 16.81% (spec.>15%), VIM is of 6.359% that has not met the specification (spec. 3%-6%), VFB is of 62.18% that has not also met the specifications (spec.>63%).

Base on the analysis of variance, F_{test} value for each characteristic of mixture (stability = 13.67, Flow = 104.81, MQ = 73.705, VMA = 14.675, VIM = 4.5138, VFB = 1.352) is greater than the F_{table} value (= 3.48) with an error rate (α) used is 5%, degrees of freedom treatment is 4 and degrees of freedom random is 10. This proves that with the change in treatment (aggregate gradation variations) makes the differences in the characteristics of the Laston.

Key words: Laston, Aggregate Gradation, Laston Characteristics.

PENDAHULUAN

Laston merupakan salah satu jenis lapis perkerasan yang umum digunakan di Indonesia, yang terdiri dari campuran aspal keras, filler dan agregat bergradasi menerus, yang dicampur, dihamparkan dan dipadatkan pada suhu tertentu. Campuran Laston memerlukan proses pencampuran yang menggunakan material-material yang telah memenuhi spesifikasi baik itu aspal maupun agregatnya.

Agregat berperan penting dalam pembentukan lapis perkerasan, dimana daya dukung perkerasan jalan ditentukan sebagian besar oleh karakteristik agregat. Gradasi merupakan salah satu sifat agregat yang berpengaruh terhadap kualitas campuran aspal. Setiap jenis campuran aspal untuk lapisan perkerasan jalan mempunyai gradasi agregat tertentu. Gradasi agregat dinyatakan dalam persentase lolos, atau persentase tertahan, yang dihitung berda-

sarkan berat agregat dengan menggunakan satu set saringan agregat.

Dalam suatu campuran Laston, gradasi campuran agregat mempunyai batas-batas gradasi, yaitu batas atas dan batas bawah, dimana pada batas-batas gradasi tersebut, memberikan pengaruh yang berbeda-beda terhadap karakteristik campuran Laston. Semakin ke bawah garis gradasi suatu campuran agregat dalam rentang spesifikasinya, semakin kasar susunan agregatnya. Kondisi ini menghasilkan campuran yang dominan terdiri atas agregat kasar dengan sedikit agregat halus dan filler, begitu pula sebaliknya. Untuk mendapatkan campuran agregat yang baik diusahakan menjaga gradasi campuran agregat berada pada pertengahan rentang spesifikasinya. Gradasi tengah merupakan gradasi ideal yang terdiri atas campuran agregat kasar, agregat halus serta filler yang sesuai proporsinya dan memberikan pengaruh yang baik terhadap karakteristik Laston. Namun pada kenyaa-

taan di lapangan untuk mendapat kondisi gradasi campuran agregat yang ideal tidak mudah. Hal yang seringkali terjadi di lapangan, gradasi campuran agregat yang didapatkan berada di antara batas atas dan batas ideal serta di antara batas ideal dan batas bawah. Untuk itu diperlukan penelitian mengenai pengaruh variasi gradasi campuran agregat pada karakteristik campuran campuran Laston.

Dalam penelitian ini akan digunakan batas-batas gradasi yang terdapat di antara batas atas dan batas ideal serta diantara batas ideal dan batas bawah untuk mengamati pengaruhnya terhadap karakteristik Laston melalui suatu pengujian. Pengujian karakteristik tersebut antara lain melalui pemeriksaan pengaruh yang ditimbulkan yaitu pengaruh terhadap stabilitas, flow, Marshall Quotient, rongga dalam campuran (VIM), rongga antar agregat (VMA), dan

rongga terisi aspal (VFB). Selanjutnya digunakan uji statistik untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh dari variasi-variasi gradasi campuran agregat tersebut terhadap karakteristik Laston.

MATERI DAN METODE

Lapisan Aspal Beton (Laston)

Laston adalah beton aspal bergradasi menerus yang umum digunakan untuk jalan-jalan dengan beban lalu lintas berat. Laston dikenal pula dengan nama AC (*Asphalt Concrete*). Karakteristik yang terpenting pada campuran ini adalah stabilitas. Tebal nominal minimum Laston 4-6 cm. Persyaratan teknis yang digunakan dalam penelitian sesuai dengan persyaratan teknis campuran aspal beton yang dikeluarkan oleh DPU. Campuran Laston yang dihasilkan harus memenuhi persyaratan seperti yang tercantum di dalam Tabel 1.

Tabel 1. Persyaratan campuran Laston

Sifat Campuran	Lalu Lintas Berat		Lalu Lintas Sedang		Lalu Lintas Ringan	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
	Stabilitas (Kg)	750	-	650	-	460
Kelelahan/flow (mm)	2	4	2	4,5	2	5
Marshall Quotient	200	350	200	350	200	350
Rongga dalam campuran/VIM (%)	3	5	3	5	3	5
Rongga dalam agregat/VMA (%)	15	-	15	-	15	-
Rongga terisi aspal/VFB (%)	63	-	63	-	63	-
Jumlah tumbukan	2 x 75		2 x 50		2 x 35	

Sumber : SNI 03-1737-1989

Gradasi yang dipakai dalam campuran Laston menggunakan persyaratan Laston tipe II seperti pada Tabel 2.

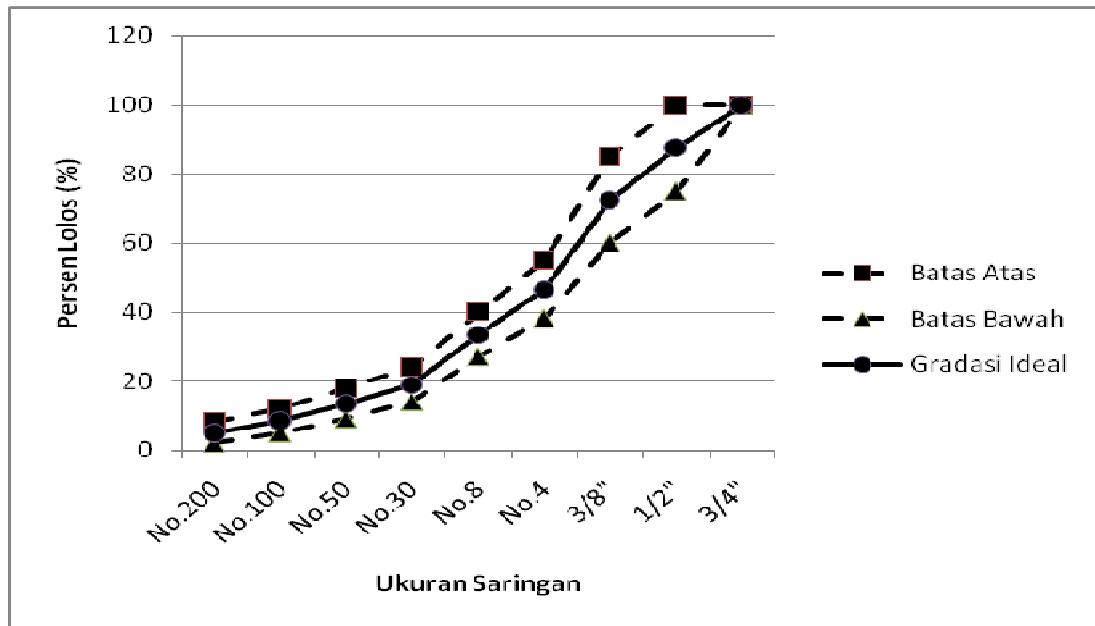
Pencampuran Agregat Untuk Mencari KAO (Kadar Aspal Optimum)

Grafik gradasi campuran dapat dilihat pada Gambar 1. Hasil proporsi yang diperoleh untuk masing-masing agregat adalah: Agregat kasar 66,5%, Agregat halus 28,5% dan filler 5 %. Berdasarkan komposisi tersebut, gradasi campuran berada di tengah-tengah batas spesifikasi gradasi campuran laston, karena itu gradasi campuran merupakan gradasi ideal.

Tabel 2. Gradasi Kombinasi Agregat dalam Campuran Laston (Tipe II)

Ukuran Ayakan	Batas Gradasi
ASTM (mm)	(% berat yang lolos)
3/4"	(19,0) 100
1/2"	(12,7) 75-100
3/8"	(9,50) 60-85
No. 4	(4,75) 35-55
No. 8	(2,36) 20 – 35
No. 30	(0,59) 10-22
No. 50	(0,279) 6 – 16
No. 100	(0,149) 4 – 12
No. 200	(0,074) 2 – 8

Sumber : SNI 03-1737-1989



Gambar 1. Grafik Gradasi Campuran

Perhitungan Kadar Aspal Optimum Perkiraan

Perhitungan kadar aspal optimum perkiraan yang nantinya digunakan sebagai acuan dalam menentukan variasi kadar aspal digunakan berdasarkan ketentuan empiris sebagai berikut:

$$P_b = 0,035(\%CA) + 0,045(\%FA) + 0,18(\%FF) + \text{konstanta}$$

Konstanta untuk campuran laston antara 0,5-1, diambil 1 maka:

$$P_b = 0,035.(66,5) + 0,045.(28,5) + 0,18.(5) = 5,51\% \sim 5,5\%$$

Rancangan Campuran Benda Uji

Berdasarkan komposisi agregat dan variasi kadar aspal, maka dibuat rancangan campuran benda uji pada setiap variasi kadar aspal. Untuk masing-masing kadar aspal dibuat tiga buah benda uji. Rancangan campuran benda uji dibuat pada variasi kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5% untuk menentukan kadar aspal optimum.

Pemeriksaan Campuran Dengan Alat Marshall

Kinerja campuran aspal diperiksa dengan menggunakan alat pemeriksaan Marshall, mengikuti prosedur PC-0201-06 atau AASHTO 245-74 atau ASTM 1559-62T. Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan *proving ring* (cincin pe-

nguji) yang berkapasitas 2500 kg atau 5000 pon. *Proving ring* dilengkapi dengan arloji pengukur yang berguna untuk mengukur stabilitas campuran. Disamping itu terdapat arloji kelelahan (*flow meter*) untuk mengukur kelelahan plastis (*flow*).

Analisis Varian

Analisis varian dipergunakan untuk menguji hipotesis komperatif rata-rata k sampel bila datanya berbentuk interval atau ratio. Dalam teknik analisis varian diuraikan jumlah kuadrat total atas bagian akibat perbedaan antar perlakuan dan bagian akibat perbedaan dalam perlakuan (acak). Hasil bagi dari kedua komponen ini dikenal sebagai F-ratio yang menjadi petunjuk seberapa jauh jarak penyimpangan mean-mean kelompok. Analisis varian yang dipergunakan adalah analisis varian satu arah karena hanya terdiri dari satu kategori yaitu variasi gradasi campuran agregat yang mempengaruhi nilai karakteristik campuran laston.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik material agregat

Karakteristik material agregat dirangkum dalam Tabel 3 dan Tabel 4. Nampaknya semua karakteristik agregat memenuhi spesifikasi (DPU) yang diten-

tukan dan dapat digunakan sebagai bahan campuran Laston

Tabel 3. Hasil pemeriksaan berat jenis agregat

Agregat	Berat Jenis			Spesifikasi Berat Jenis Apparent
	Bulk	SSD	Apparent	
Kasar	2,492	2,537	2,612	
Halus	2,561	2,581	2,614	Minimum 2,5
Abu Batu	2,941	2,953	2,974	

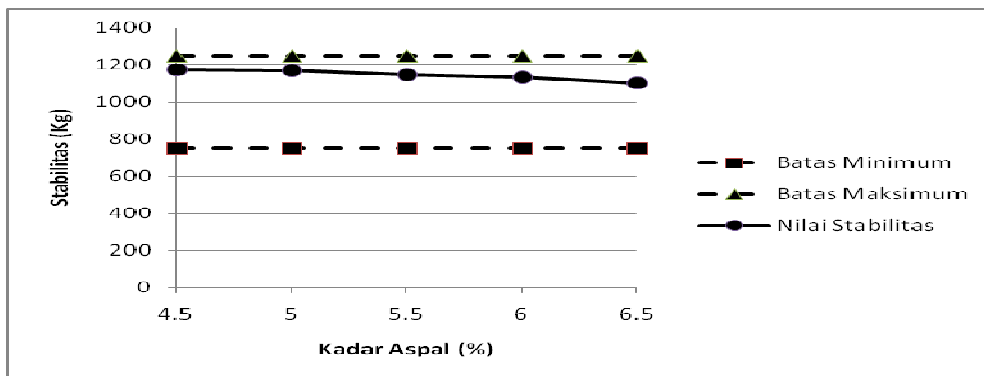
Karakteristik Campuran Laston

Ringkasan karakteristik campuran Laston berupa korelasi antara variasi kadar aspal 4,5% hingga 6,5% terhadap nilai stabilitas, flow, Marshall Quotient, VIM, VMA

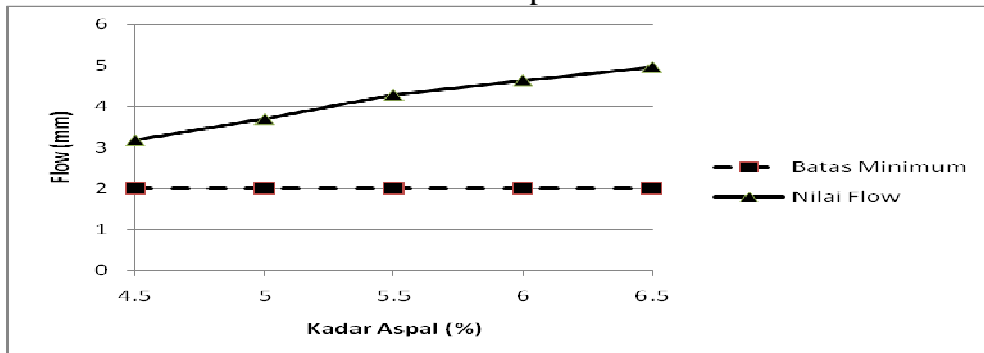
dan VFB dapat dilihat pada Tabel 5 dan pola korelasinya dapat dilihat pada Gambar 3 sampai Gambar 8. Terlihat bahwa hanya pada kadar aspal rentang 6%-6,5% yang memenuhi semua standar.

Tabel 4. Karakteristik lainnya dari agregat

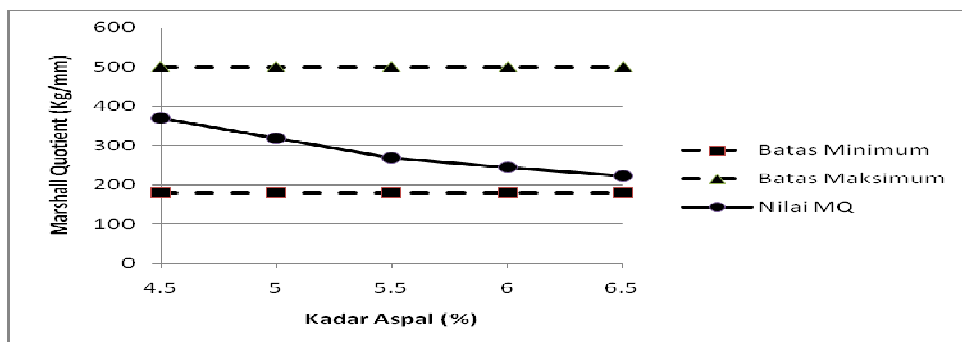
Karakteristik	Ag. Kasar (%)	Ag. Halus (%)	Spec. (%)
Abrasi	32,89	-	< 40
Penyerapan air	1,843	0,807	≤ 3
Sand equivalent	-	86,61	≥ 50
Soundness Test	1,05	-	≤ 12
Kadar lumpur	0,15	-	≤ 0,25



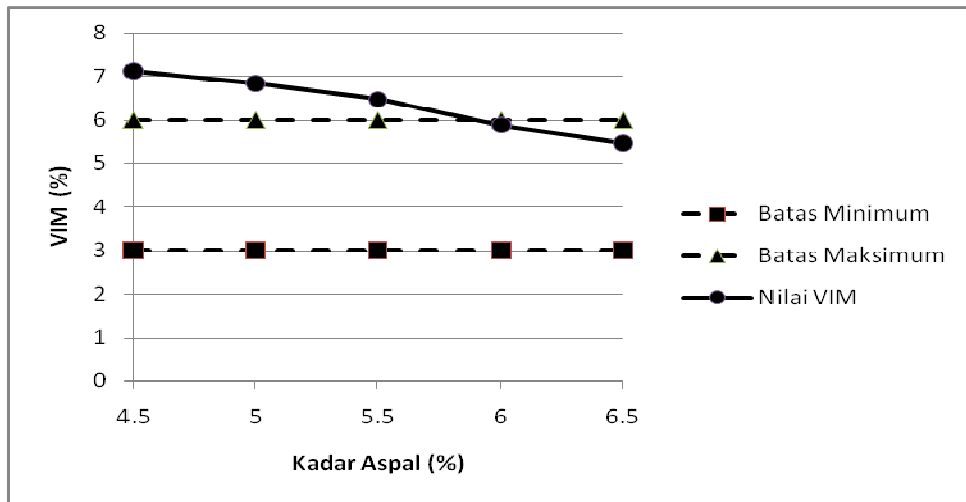
Gambar 2. Kadar aspal vs stabilitas



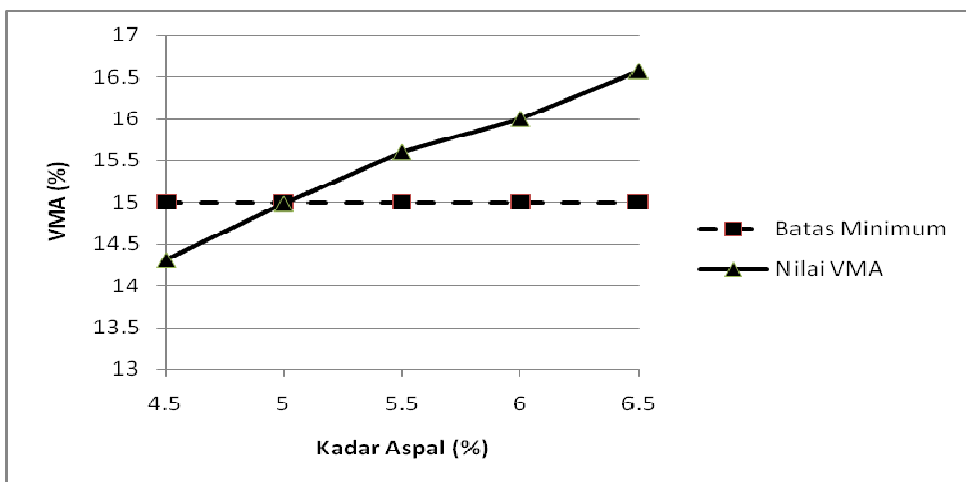
Gambar 3. Kadar aspal vs flow



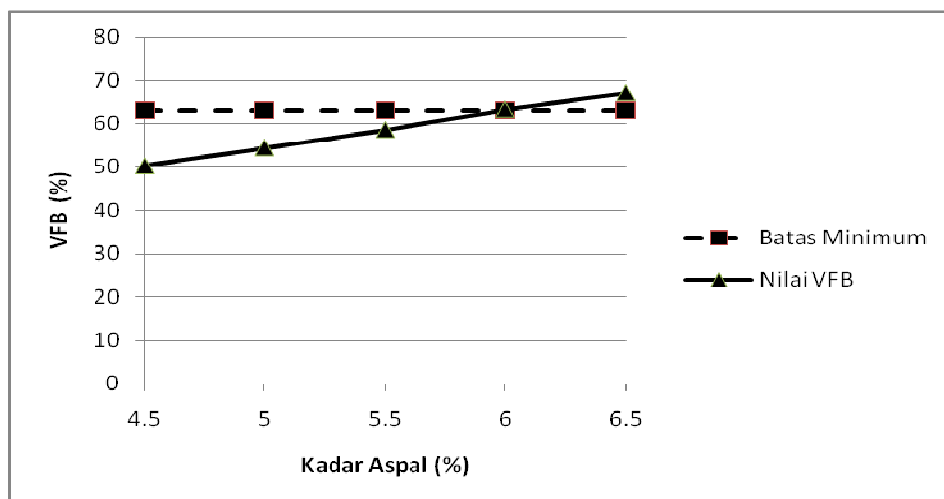
Gambar 4. Kadar aspal vs MQ



Gambar 5. Kadar aspal vs VIM



Gambar 6. Kadar aspal vs VMA



Gambar 7. Kadar aspal vs VFB

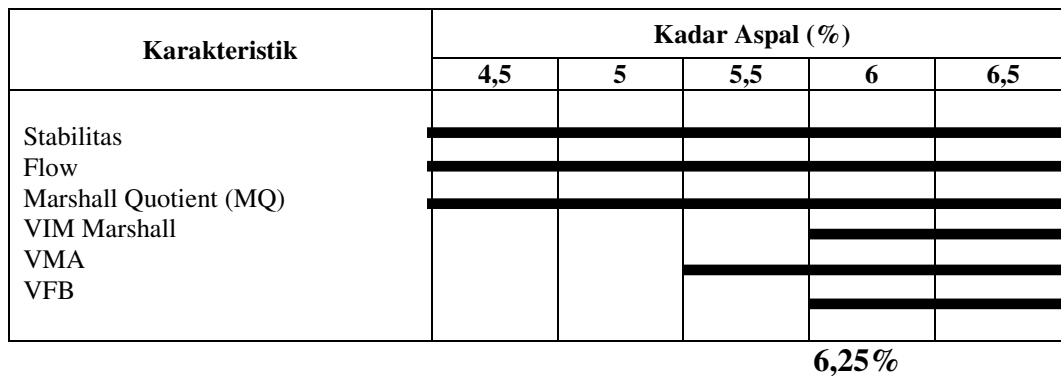
Penentuan Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal optimum diperoleh sebesar 6,25%, ditentukan dengan menggunakan Metode Barchart seperti pada Gambar 8. Nilai kadar aspal optimum ditentukan se-

bagai nilai tengah dari rentang kadar aspal maksimum dan minimum yang memenuhi persyaratan nilai stabilitas, flow, marshall Quotient, VMA, VIM, dan VFB.

Tabel 5. Nilai Karakteristik Campuran Laston

Karakteristik Campuran	Kadar Aspal (%)					Standar Mutu
	4,5	5	5,5	6	6,5	
Stabilitas (kg)	1174,57	1169,52	1147,33	1133,5	1103,21	750-1250
Flow (mm)	3,18	3,69	4,283	4,64	4,96	≥2
Marshall Quotient (kg/mm)	369,35	317,32	268,04	244,34	222,45	180-500
VIM Marshall (%)	7,118	6,828	6,472	5,882	5,463	4-6
VMA (%)	14,31	14,98	15,6	16	16,57	≥15
VFB (%)	50,26	54,44	58,5	63,25	67,03	≥63

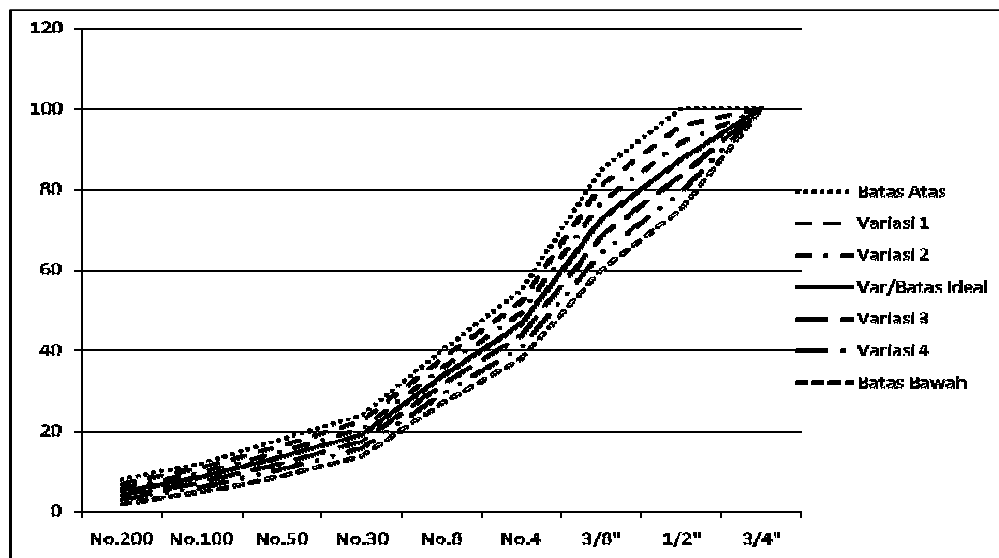


Gambar 8. Penentuan Kadar Aspal Optimum

Karakteristik Laston dari Variasi Gradasi Campuran Agregat

Berdasarkan pada kadar aspal optimum 6,25%, dilakukan variasi gradasi campuran agregat untuk melihat pengaruhnya terhadap karakteristik campuran laston. Dalam penelitian dilakukan 5 variasi

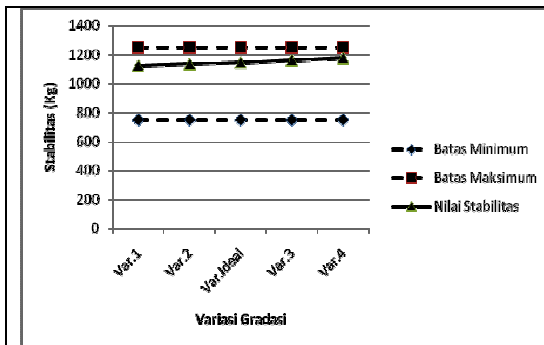
gradasi campuran, yaitu untuk batas atas-batas ideal diambil dua variasi gradasi, untuk batas ideal-batas bawah diambil dua variasi gradasi dan terakhir untuk batas ideal itu sendiri, seperti yang terlihat pada Gambar 9.



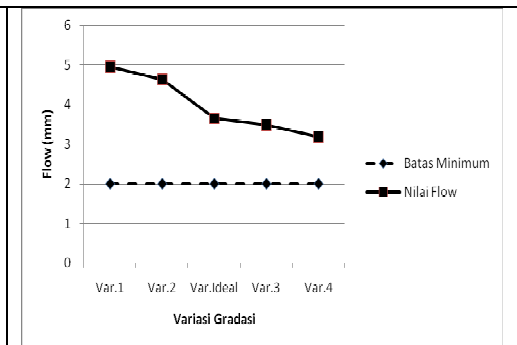
Gambar 9. Grafik pengambilan variasi gradasi

Tabel 6. Nilai karakteristik campuran Laston dengan variasi gradasi campuran agregat

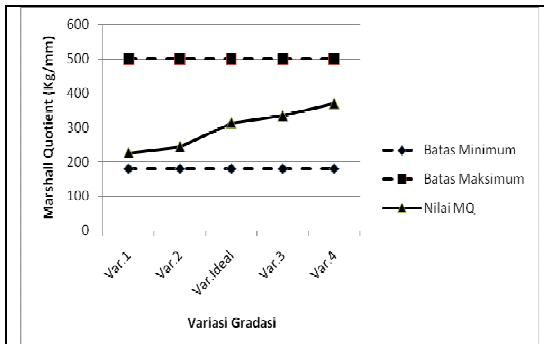
Karakteristik Campuran	Variasi Gradasi Campuran Agregat					Standar Mutu
	Var. 1	Var. 2	Var. Ideal	Var. 3	Var. 4	
Stabilitas (Kg)	1123.87	1135.37	1143.99	1160.58	1176.51	>750 Kg
Flow (mm)	4.96	4.64	3.653	3.49	3.18	≥ 2 mm
Marshall Quotien (Kg/mm)	226.59	244.76	313.21	333.81	370	180-500 Kg/mm
VIM (%)	4.453	5.122	5.901	6.06	6.359	3-6 %
VMA (%)	13.68	15.48	16.48	16.57	16.81	≥ 15 %
VFB (%)	67.87	66.87	64.2	63.44	62.18	≥ 63 %



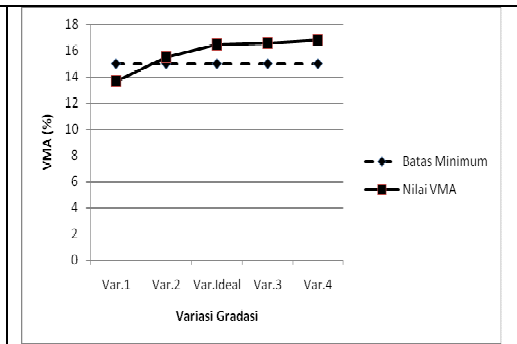
Gambar 11. Hubungan Stabilitas dengan Variasi Gradasi Campuran Agregat



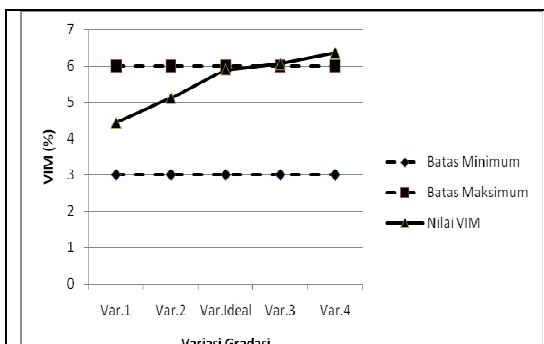
Gambar 12. Hubungan Flow dengan Variasi Gradasi Campuran Agregat



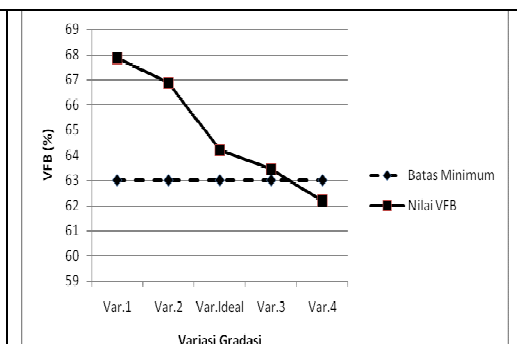
Gambar 13. Hubungan MQ dengan Variasi Gradasi Campuran Agregat



Gambar 14. Hubungan VMA dengan Variasi Gradasi Campuran Agregat



Gambar 15. Hubungan VIM dengan Variasi Gradasi Campuran Agregat

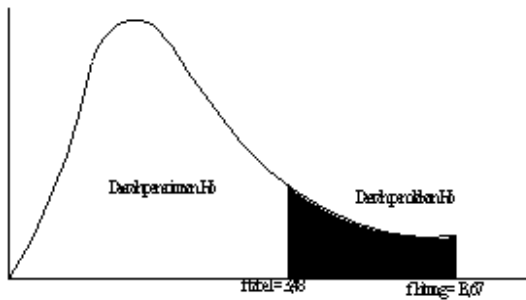


Gambar 16. Hubungan VFB dengan Variasi Gradasi Campuran Agregat

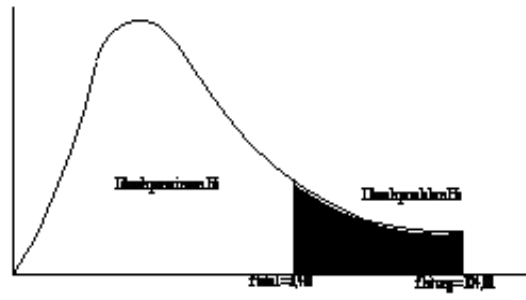
Analisis Varian

Uji kebenaran hipotesa ada atau tidaknya pengaruh variasi gradasi campuran agregat terhadap karakteristik campuran laston digunakan analisis varian. Analisis selengkapnya terhadap karakteristik Laston (stabilitas, flow, MQ, VMA, VIM, VFB) ditampilkan pada Gambar 17-22.

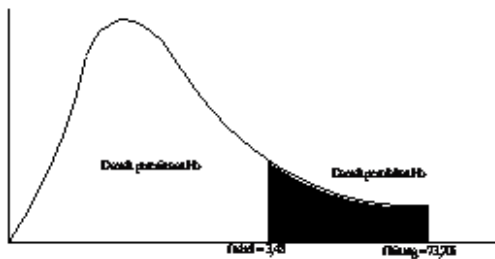
Terlihat bahwa pada tingkat kesalahan (α) 5%, terhadap semua nilai karakteristik Laston mempunyai perbedaan nilai, akibat adanya perubahan perlakuan (variasi gradasi campuran agregat). Dimana perbandingan rata-rata jumlah kuadrat antar kelompok dengan rata-rata jumlah kuadrat dalam kelompok lebih besar.



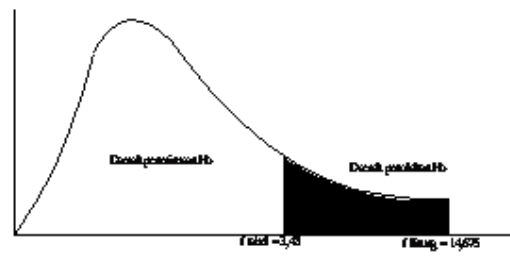
Gambar 17. Kurva uji distribusi F untuk nilai stabilitas



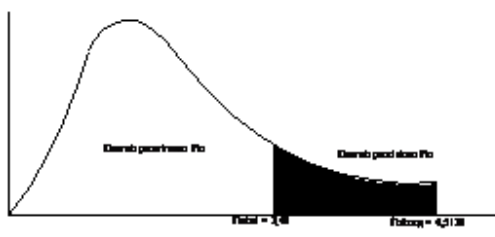
Gambar 18. Kurva uji distribusi F untuk nilai flow



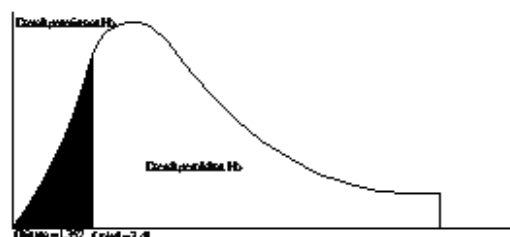
Gambar 19. Kurva uji distribusi F untuk nilai MQ



Gambar 20. Kurva uji distribusi F untuk nilai VMA



Gambar 21. Kurva uji distribusi F untuk nilai VIM



Gambar 22. Kurva uji distribusi F untuk nilai VFB

SIMPULAN DAN SARAN

Semakin gradasi campuran mendekati batas bawah spesifikasi gradasi maka nilai stabilitas meningkat dari 1123,87 Kg menjadi 1176,51 Kg, nilai flow menurun dari 4,96 mm menjadi 3,18 mm, nilai MQ meningkat dari 226,59 Kg/mm menjadi 370

Kg/mm, nilai VIM meningkat dari 4,453% menjadi 6,359%, nilai VMA meningkat dari 13,68% menjadi 16,81% dan nilai VFB menurun dari 67,87% menjadi 62,18%.

Berdasarkan analisis varian, nilai f_{hitung} untuk masing-masing karakteristik campuran Laston (stabilitas = 13,67, flow =

104,81, $MQ = 73,705$, $VMA = 14,675$, $VIM = 4,5138$, $VFB = 1,352$) lebih besar dari nilai f_{tabel} ($= 3,48$) dengan tingkat kesalahan (α) yang dipergunakan dalam penelitian ini sebesar 5%, derajat kebebasan perlakuan $v_1 = 4$ dan derajat kebebasan acak $v_2 = 10$. Ini membuktikan bahwa dengan adanya perubahan perlakuan terhadap gradasi campuran agregat laston berpengaruh dengan karakteristik campuran Laston.

DAFTAR PUSTAKA

- _____, 1983. *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) No.13/pt/b/1983*. Departemen Pekerjaan Umum (DPU) Direktorat Jenderal Bina Marga.
- _____, 1990. *Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat Marshall*. Departemen Pekerjaan Umum (DPU), Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- _____, 2004. *Spesifikasi Campuran Beraspal Panas Dengan Alat PRD*, Buku 1: Petunjuk Umum, Departemen Pemukiman Dan Prasarana Wilayah Direktorat Jenderal Prasarana Wilayah.
- Cabrera J.G and Zoorob S.E, 1995, *Design of Low Energy Hot Rolled Asphalt*, Proceeding of The First European Symposium on Performance and Durability of Bituminous Materials, Editor J.G Cabrera and J.R Dixon, E and FN Spon, ISBN 0 419 19730 3, England.
- _____, 2002. *Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas*, Buku 1: Petunjuk Umum, Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah Direktorat Jenderal Prasarana Wilayah.
- Sudjana, 1985. *Disain dan Analisis Eksperimen*, Edisi Kedua, Tarsito, Bandung.
- Usman, 1995. *Pengantar Statistik*, Bumi Aksara, Jakarta.