

## VARIASI AGREGAT PIPIH SEBAGAI AGREGAT KASAR TERHADAP KARAKTERISTIK LAPISAN ASPAL BETON (LASTON)

I Made Agus Ariawan

Dosen Pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Udayana

E-mail : agusariawan17@yahoo.com

**Abstrak:** Laston merupakan campuran antara agregat yang bergradasi menerus dan aspal sebagai bahan pengikat. Berdasarkan bentuknya, agregat yang digunakan dikelompokkan sebagai agregat berbentuk bulat, kubus, lonjong, pipih dan tak beraturan. Bentuk agregat pipih kurang baik digunakan sebagai bahan Laston, karena sifatnya mudah patah sehingga dapat mempengaruhi gradasi agregat dan interlockingnya lemah. Oleh karena itu, Determination of Flekiness Indexs BS.812 membatasi indeks agregat pipih dalam Laston maksimum 25% sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui bagaimana pengaruh variasi agregat pipih sebagai agregat kasar terhadap nilai-nilai karakteristik campuran Laston. Variasi agregat pipih sebagai agregat kasar adalah 0%, 15%, 20%, 25%, 30%, dan 35% dari berat agregat total. Dengan menggunakan KAO 6,25% didapatkan karakteristik campuran Laston, yaitu penurunan nilai stabilitas dari 1144 kg menjadi 1096,9 kg, nilai MQ dari 313,21 kg/mm menjadi 150,52 kg/mm, nilai VMA dari 16,48% menjadi 13,68%, nilai VIM dari 5,90% menjadi 2,73%, sedangkan peningkatan terjadi terhadap nilai flow dari 3,65 mm menjadi 7,21 mm, nilai VFB dari 64,2% menjadi 80,1%. Berdasarkan analisis regresi dan korelasi, penambahan kadar agregat pipih sangat kuat mempengaruhi nilai karakteristik campuran Laston. Ini dapat dilihat dari angka korelasi ( $r$ ) masing-masing karakteristik  $> 0,97$ . Berdasarkan analisis varian, nilai  $f_{hitung}$  untuk masing-masing karakteristik campuran Laston lebih besar dari  $f_{tabel} = 3,11$  dengan tingkat kesalahan ( $\alpha$ ) 5%, derajat kebebasan perlakuan  $v_1 = 5$  dan derajat kebebasan acak  $v_2 = 12$ . Hal ini membuktikan adanya perubahan perlakuan yaitu dengan memvariasikan kadar agregat pipih membuat adanya perbedaan nilai karakteristik campuran Laston.

Kata kunci: Laston, Agregat pipih, Karakteristik Campuran Laston

## VARIATION OF FLEKINESS INDEX AGGREGATE AS COARSE AGGREGATE ON THE CHARACTERISTICS OF ASPHALT CONCRETE (LASTON)

**Abstract:** Laston is a mixture of continuously graded aggregates and asphalt as a binder. Based on its form, the used aggregate is classified as spherical, cube, oval, flaky and irregular. A flaky aggregate is unfavorable to be used as Laston ingredient, because it is broken easily that could affect gradation of aggregate and the interlocking is weak. Therefore, the Determination of Flekiness indexs BS.812 limits aggregate index flaky in the Laston for a maximum of 25%. Research is carried out to study how the effect of flaky aggregate as coarse aggregate on the characteristic of Laston mixture where the Flaky Aggregate used are varied namely 0%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35% of the total aggregate. By using 6.25% of KAO, the characteristics of the Laston are as follows. Decreases in the value of stability from 1144 kg to 1096.9 kg, the value of MQ from 313.21 kg/mm to 150.52 kg/mm, the value of VMA from 16.48% to 13.68%, and the value of VIM from 5.90% to 2.73%, increases in the flow from 3.65 mm to 7.21 mm, and the value of VFB from 64.2% to 80.1% are obtained. Based on regression and correlation analyses, the addition of flaky aggregate strongly affects the value of the Laston characteristic. The correlation values ( $r$ ) of each characteristic are greater than 0.97. Based on the analysis of variance, the value of F count for each Laston characteristic is greater than F table of 3.11 with an error rate ( $\alpha$ ) of 5%, the degree of freedom treatment

$v_1 = 5$  and degrees of freedom random  $v_2 = 12$ . This proves that by varying the level of flaky aggregate makes the difference in the values of the Laston mixture characteristics.

Keywords: Laston, Flaky aggregates, Characteristics of Mixed Laston

**PENDAHULUAN**

Laston merupakan salah satu bahan lapisan permukaan jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihamparkan, dan dipadatkan pada suhu tertentu (DPU, 1983). Campuran Laston menggunakan agregat yang memiliki ukuran dan diameter yang berbeda-beda. Jenis agregat yang umum digunakan adalah agregat dari batu pecah. Berdasarkan bentuknya agregat dari batu pecah dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelompok, yaitu: berbentuk bulat, kubus, pipih, dan tak beraturan (Sukirman, 2003). Bentuk agregat akan mempengaruhi karakteristik campuran Laston yang dihasilkan. Bentuk agregat pipih kurang baik digunakan untuk struktur perkerasan jalan, karena sifatnya mudah patah sehingga dapat merubah gradasi campuran agregat dan interlocking lemah. Agregat pipih adalah agregat yang lebih tipis dari 0,6 kali diameter rata-rata. Oleh karena itu, Determination of Flekiness Indexs BS.812 membatasi indeks agregat pipih dalam campuran Laston maksimum 25%. Penelitian ini adalah

untuk mengetahui bagaimana pengaruh variasi agregat pipih terhadap karakteristik campuran Laston. Variasi agregat pipih yang digunakan adalah 0%, 15%, 20%, 25%, 30%, dan 35%. Pengujian karakteristik campuran dilakukan dengan test Marshall berdasarkan spesifikasi Bina Marga.

**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.

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

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	-
Kelelehan/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

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

**Pencampuran agregat dengan pendekatan proporsional**

Pencampuran dilakukan dengan pendekatan proporsional untuk memperoleh proporsi agregat campuran sesuai dengan gradasi spesifikasi yang dituju. Dalam penelitian ini spesifikasi yang dituju adalah batas tengah dari gradasi Laston tipe II, seperti terlihat pada Tabel 3.

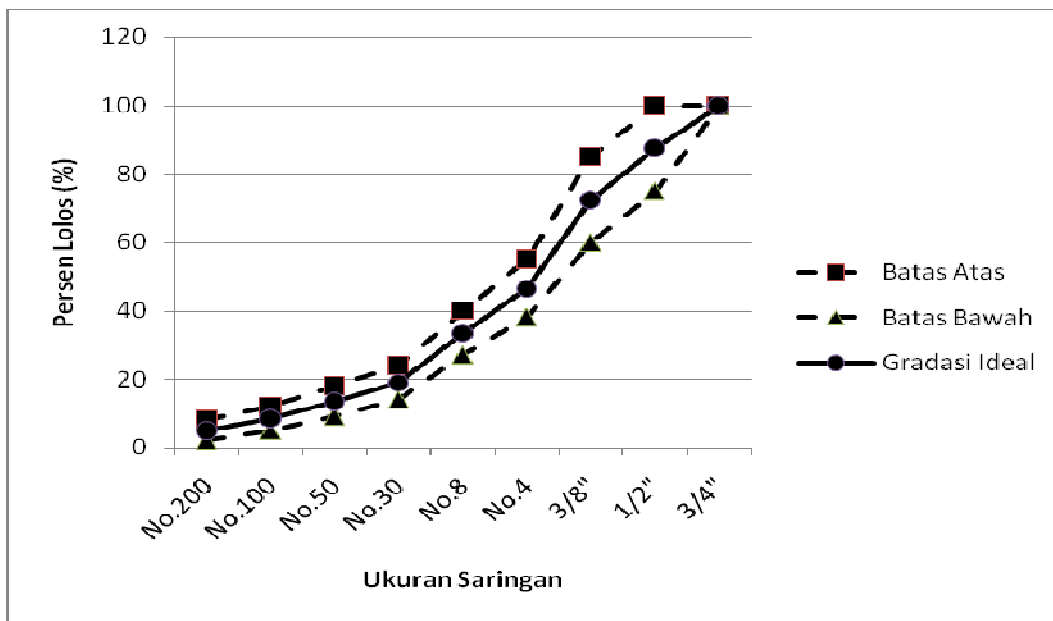
Tabel 3. Proporsi Agregat Berdasarkan Batas Tengah Laston Tipe II

Ukuran Ayakan	ASTM	mm	Batas Tengah (% lolos)	Proporsi Agregat %	1200 tertahan gram
3/4"	19	19	100	0	0

1/2"	12.7	87.5	12.5	150
3/8"	9.5	72.5	15	180
No.4	4.75	45	27.5	330
No.8	2.36	27.5	17.5	210
N0.30	0.59	16	11.5	138
N0.50	0.279	11	5	60
N0.100	0.149	8	3	36
N0.200	0.074	5	3	36
Pan			5	60
Jumlah			100	1200

**Pencampuran Agregat Untuk Mencari KAO (Kadar Aspal Optimum)**

Grafik gradasi campuran dapat dilihat pada Gambar 1. Hasil proporsi yang diperoleh untuk masing-masing agregat: 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



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:

$$P_b = 0,035 (66,5) + 0,045 (28,5) + 0,18(5) + 1 = 5,51\% \sim 5,5\%$$

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

**Analisis regresi**

Persamaan garis dari titik-titik yang didapat dari korelasi variasi agregat pipih dengan nilai karakteristik Laston seperti Stabilitas, *Flow*, VIM, VMA, VFB, *Marshall Quotien* didekati dengan persamaan regresi non linier (polynomial pangkat dua).  $Y = a + bX + cX^2$   
Dimana *X* = kadar agregat pipih, *Y* = nilai karakteristik Laston, *a, b, c* = koefisien regresi.

**Analisis korelasi**

Besarnya hubungan antara kadar agregat pipih dengan nilai-nilai karakteristik campuran Laston, dianalisis dengan model analisis korelasi sederhana menurut Sugiono (2006) :

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{n\sum X^2 - (\sum X)^2\}\{n\sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

Dimana *X* = kadar agregat pipih dan *Y* = variabel terikat (nilai karakteristik Laston)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Karakteristik material agregat**

Karakteristik material agregat dirangkum dalam Tabel 4 dan Tabel 5. Semua karakteristik agregat memenuhi spesi-

kasi (DPU) yang ditentukan dan dapat digunakan sebagai bahan campuran Laston.

Tabel 4 Hasil pemeriksaan berat jenis agregat

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

Tabel 5. Karakteristik lainnya dari agregat

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

**Karakteristik Aspal**

Ringkasan hasil pemeriksaan aspal dituangkan pada Tabel 6. Dari tabel tersebut terlihat bahwa hasil pengujian aspal penetrasi 60/70 secara umum memenuhi persyaratan spesifikasi, kecuali titik lembek nilainya 44,5°C dibawah nilai spesifikasi yaitu minimum 48°C.

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Aspal Penetrasi 60/70

Pengujian	Hasil	Spesifikasi
Penetrasi	65,1	60 – 79
Titik Nyala Titik Lembek	325°C	≥ 200°C
Berat Jenis	44,5°C	48-58°C
Daktalitas	1,16	Min. 1,0
Kehilangan Berat Aspal	122,5 cm	Min. 100 cm
Penetrasi Setelah Kehilangan berat	0,36 %	Maks. 1 %
	80,34%	≥ 54% semula

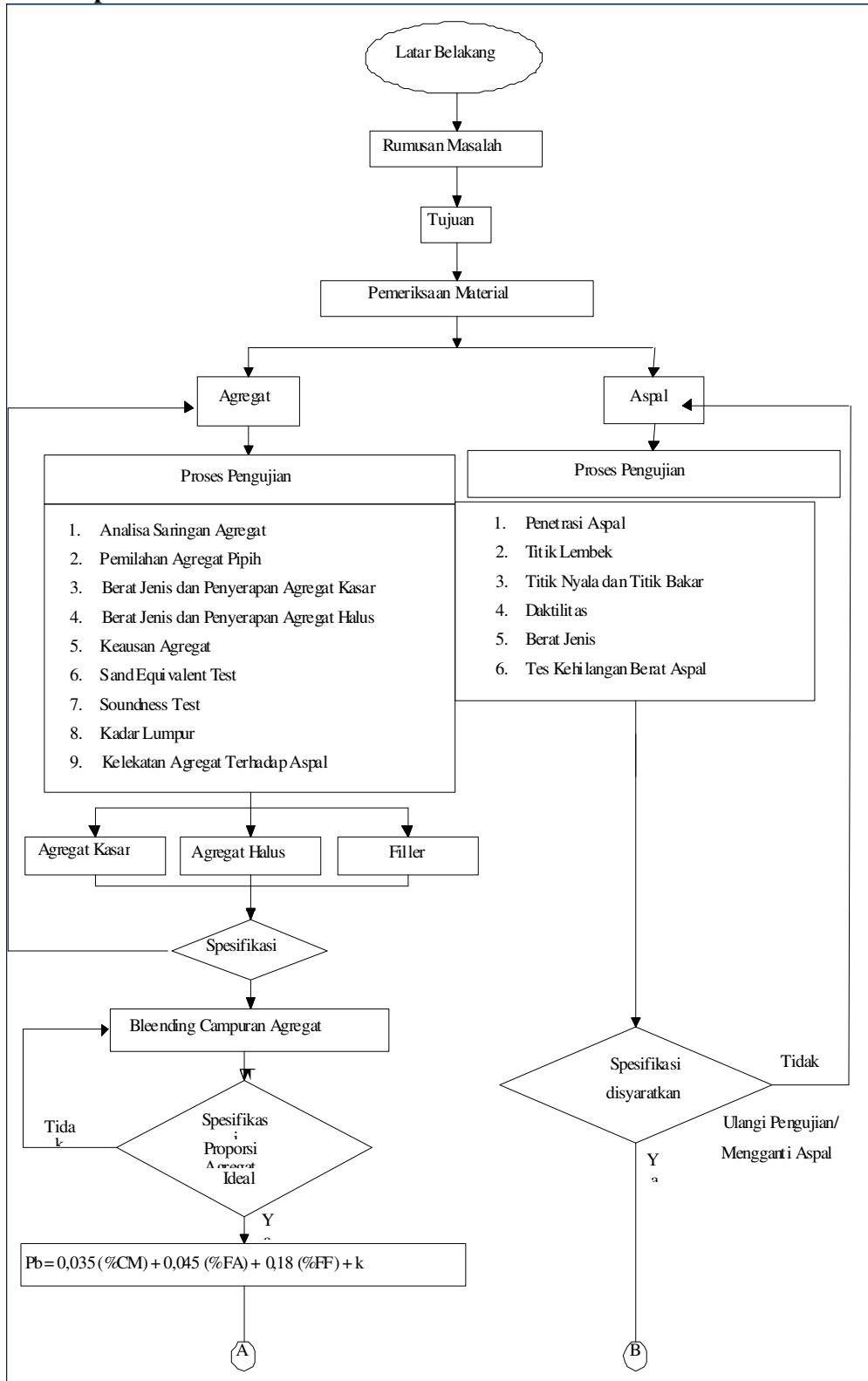
**Karakteristik Campuran Laston**

Ringkasan karakteristik campuran Laston berupa korelasi antara variasi kadar aspal 4,5% hingga 6,5% terhadap

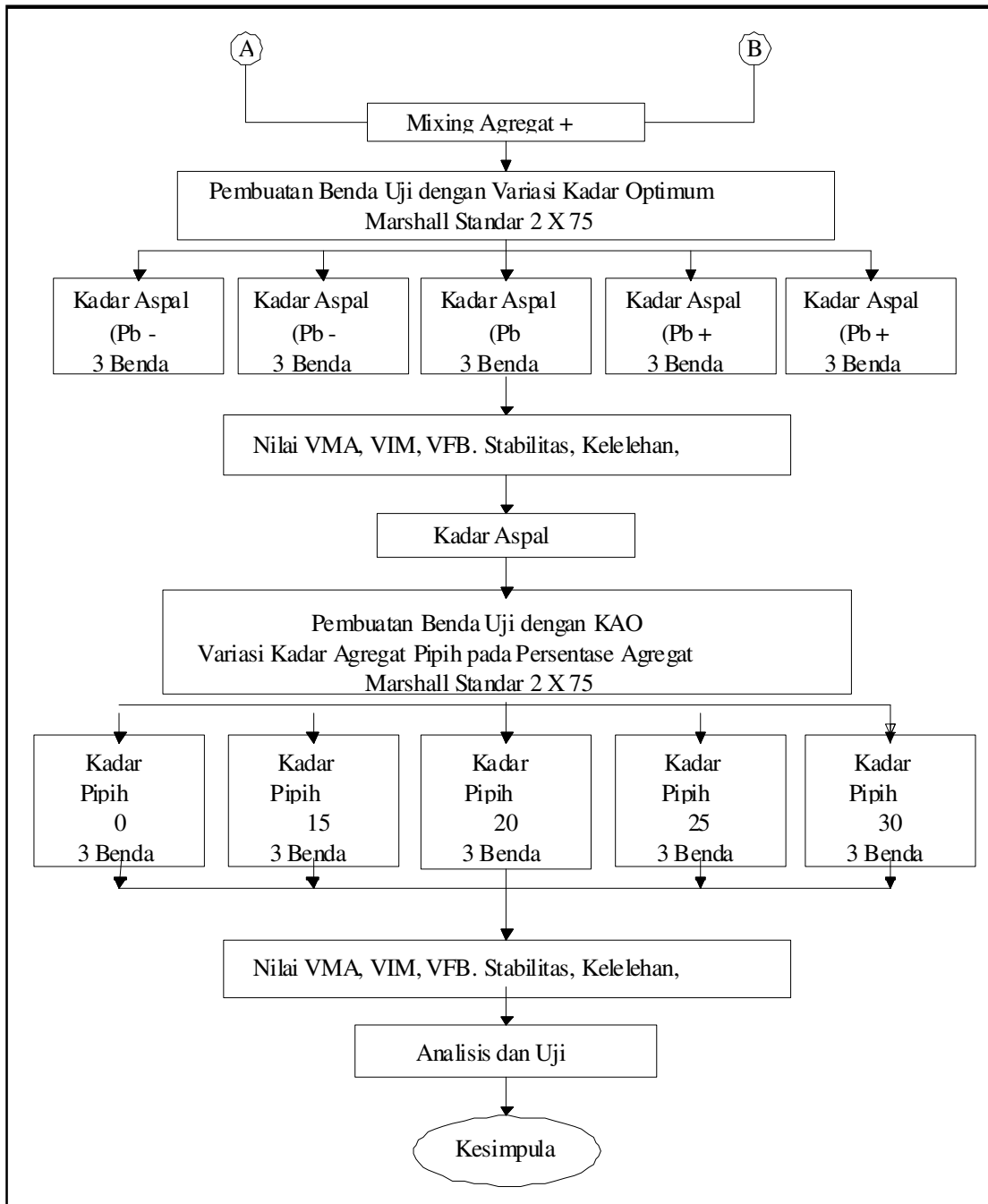
nilai stabilitas, flow, Marshall Quotient, VIM, VMA dan VFB dapat dilihat pada Tabel 7 dan pola korelasinya dapat dilihat pada Gambar 3 sampai Gambar 8. Terlihat

bahwa hanya pada kadar aspal rentang 6%-6,5% yang memenuhi semua standar spesifikasi.

**Bagan alur penelitian**



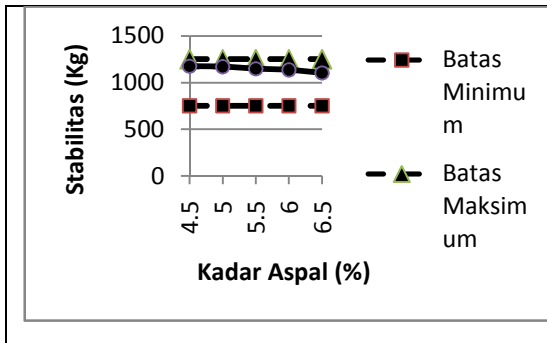
Gambar 2 merupakan urutan-urutan kegiatan dalam bentuk bagan alur penelitian.



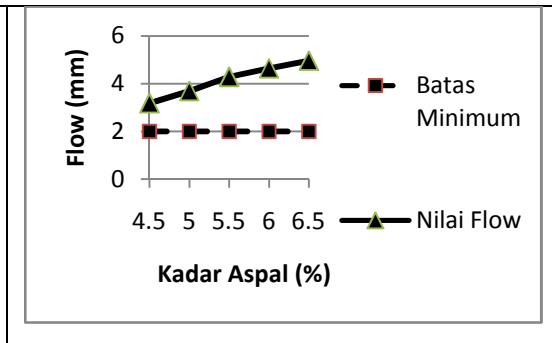
Gambar 2. Bagan Alur Penelitian

Tabel 7. Nilai Karakteristik Campuran Laston

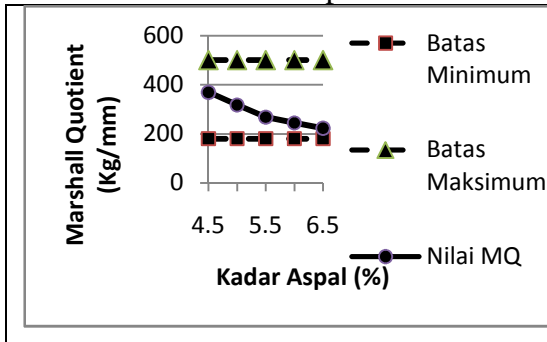
Karakteristik Campuran	Kadar Aspal (%)					Standar Mutu
	4,5	5	5,5	6	6,5	
Stabilitas (kg)	1174,57	1169,52	1147,33	1133,5	1103,21	<b>750-1250</b>
Flow (mm) Marshall Quotient (kg/mm)	3,18	3,69	4,283	4,64	4,96	<b>≥2</b>
VIM Marshall (%)	369,35	317,32	268,04	244,34	222,45	<b>180 - 500</b>
VMA (%)	7,118	6,828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



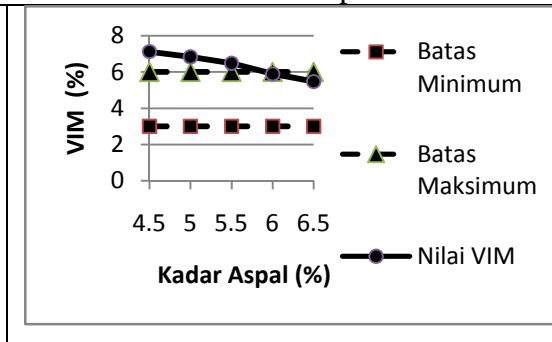
Gambar 3. Kadar aspal vs stabilitas



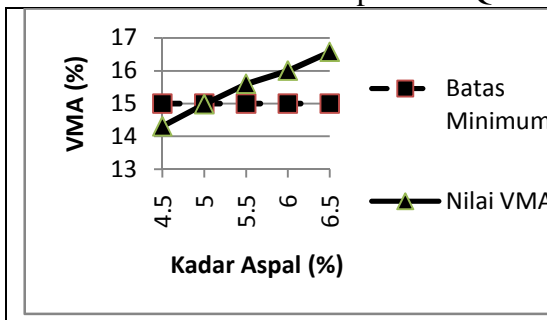
Gambar 4. Kadar aspal vs flow



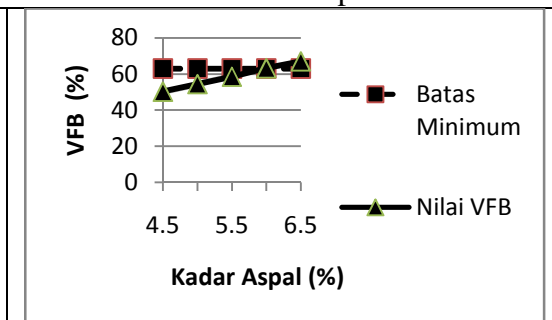
Gambar 5. Kadar aspal vs MQ



Gambar 6. Kadar aspal vs VIM



Gambar 7. Kadar aspal vs VMA

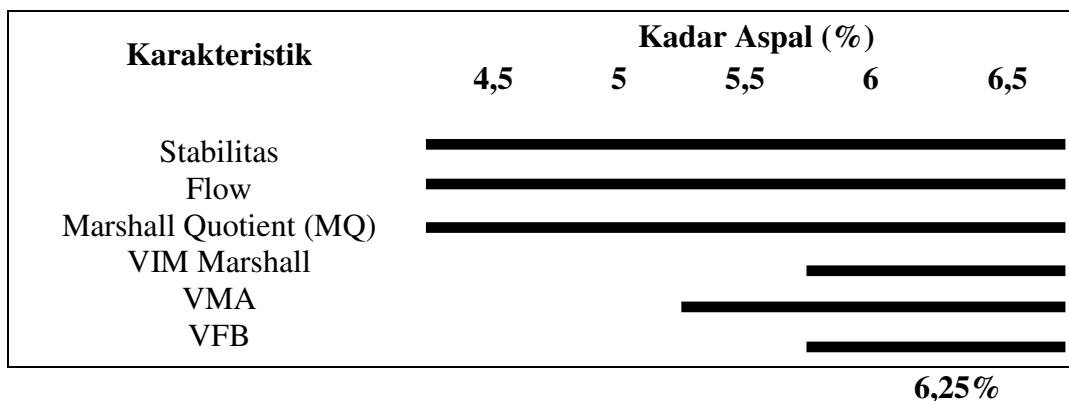


Gambar 8. Kadar aspal vs VFB

### Penentuan Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal optimum diperoleh 6,25%, ditentukan dengan menggunakan Metode Bar-chart seperti pada Gambar 9. Nilai kadar aspal optimum ditentukan

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



Gambar 9. Penentuan Kadar Aspal Optimum

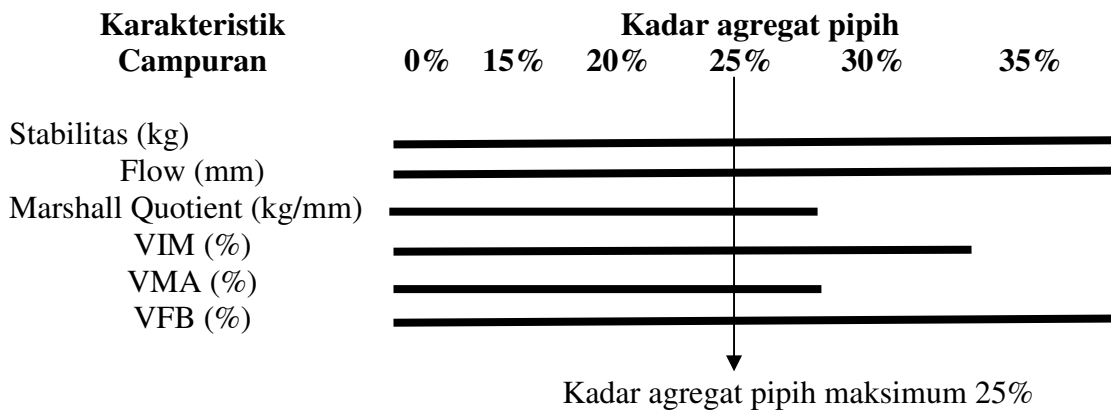
**Variasi Kadar Agregat Pipih**

Memvariasikan kadar agregat pipih untuk melihat pengaruhnya terhadap karakteristik campuran Laston, dilakukan 6 variasi agregat pipih, masing-masing

0%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35% terhadap berat total agregat kasar. Tabel 8 menunjukkan nilai karakteristik Laston dengan variasi agregat pipih (0%-35%).

Tabel 8. Nilai karakteristik campuran Laston dengan variasi kadar agregat pipih

Karakteristik Campuran	Kadar Agregat Pipih						Standar Mutu
	0%	15%	20%	25%	30%	35%	
Stabilitas (kg)	1144	1136,1	1129,6	1119,9	1104,7	1096,9	750-1250 kg
Flow (mm)	3,653	4,033	4,907	5,953	6,373	7,213	2-4 mm
Marshall Quotient (kg/mm)	313,21	282,03	233,24	188,41	175,51	150,52	180-500 kg/mm
VIM (%)	5,9	5,15	4,67	4,32	3,31	2,73	3-6 %
VMA (%)	16,48	15,82	15,4	15,08	14,19	13,68	≥ 15 %
VFB (%)	64,2	67,5	69,7	71,4	76,7	80,1	≥ 63 %

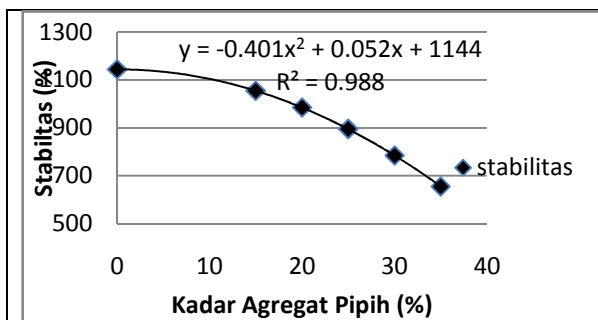


Gambar 9. Grafik Barchart karakteristik Laston dengan Variasi Agregat Pipih

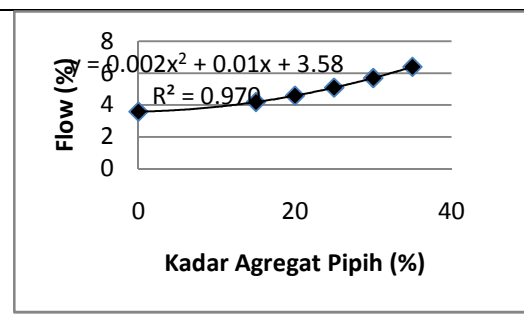
**Analisis variasi kadar agregat pipih terhadap karakteristik Laston**

Pengaruh variasi agregat pipih terhadap karakteristik Laston dianalisis dengan analisis regresi, dan korelasi.

Tampak pada Gambar 10 sampai dengan Gambar 15 kecenderungan korelasi antara variasi agregat pipih dengan nilai-nilai karakteristik Laston.

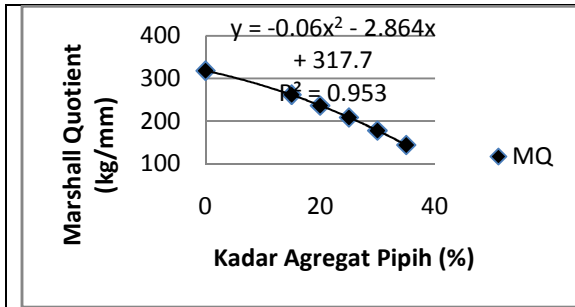


Gambar 10. Kadar Agregat Pipih vs Stabilitas

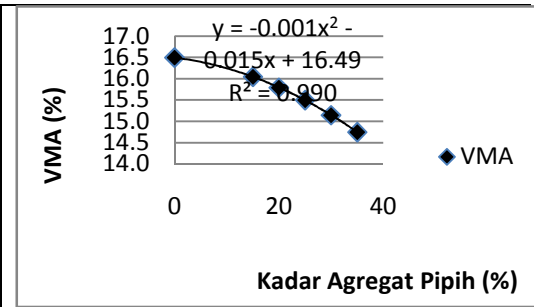


Gambar 11. Kadar Agregat Pipih vs Flow

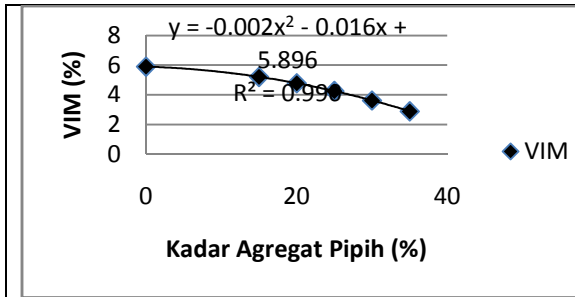




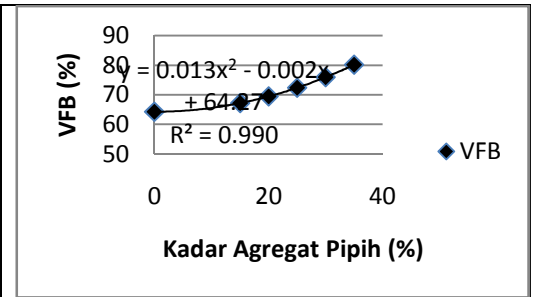
Gambar 12. Kadar Agregat Pipih vs MQ



Gambar 13. Kadar Agregat Pipih vs VMA



Gambar 14. Kadar Agregat Pipih vs VIM



Gambar 15. Kadar Agregat Pipih vs VFB

Berdasarkan model  $Y' = 0,401X^2 + 0,052X + 1144$ , nilai stabilitas pada kadar agregat pipih sebesar 0%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35% berturut-turut adalah 1144 kg, 1054,55 kg, 984,64 kg, 784,66 kg, 654,59 kg. Berdasarkan analisis korelasi,  $r_{xy} = -0,994$ . Berarti hubungan antara kadar agregat pipih terhadap nilai stabilitas sangat kuat dan negatif dengan koefisien determinasi ( $r^2$ ) = 0,988. Artinya penurunan stabilitas pada variasi kadar agregat pipih, sebesar 98,8% disebabkan oleh penambahan kadar agregat pipih dan sisanya oleh faktor lain.

Berdasarkan model  $Y' = 0,002X^2 - 0,01X + 3,580$ , nilai *flow* pada kadar agregat pipih 0%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35% berturut-turut adalah 3,58 mm, 4,18 mm, 4,58 mm, 5,08 mm, 5,68 mm dan 6,38 mm. Berdasarkan analisis korelasi,  $r_{xy} = 0,985$ . Berarti hubungan antara kadar agregat pipih terhadap nilai *flow* sangat kuat dan positif dengan koefisien determinasi ( $r^2$ ) = 0,970. Artinya penambahan nilai *flow* pada variasi kadar agregat pipih, sebesar 97,0% disebabkan oleh penambahan kadar agregat pipih dan sisanya faktor lain.

Berdasarkan model  $Y' = -0,06X^2 - 2,864X + 317,7$ , nilai MQ pada kadar

agregat pipih 0%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35% berturut-turut adalah 317,70 kg/mm, 261,24 kg/mm, 236,42 kg/mm, 208,64 kg/mm, 177,78 kg/mm, 143,96 kg/mm. Berdasarkan analisis korelasi  $r_{xy} = -0,976$ . Ini berarti hubungan antara kadar agregat pipih terhadap nilai MQ sangat kuat dan negatif dengan koefisien determinasi ( $r^2$ ) = 0,953. Artinya penurunan nilai MQ pada variasi kadar agregat pipih, sebesar 95,3% disebabkan oleh penambahan kadar agregat pipih dan sisanya oleh faktor lain.

Berdasarkan model  $Y' = -0,001X^2 - 0,015X + 16,49$ , nilai VMA pada kadar agregat pipih 0%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35% berturut-turut adalah 16,49%, 16,04%, 15,79%, 15,49%, 15,15%, 14,74%. Berdasarkan analisis korelasi  $r_{xy} = -0,995$ . Ini berarti hubungan antara kadar agregat pipih terhadap nilai VMA sangat kuat dan negatif dengan koefisien determinasi ( $r^2$ ) = 0,990. Artinya penurunan nilai VMA pada variasi kadar agregat pipih, sebesar 99,0% disebabkan oleh penambahan kadar agregat pipih dan sisanya faktor lain.

Berdasarkan model  $Y' = -0,002X^2 - 0,016X + 5,896$ , nilai VIM pada kadar agregat pipih 0%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35% berturut-turut adalah 5,98%, 5,20%,

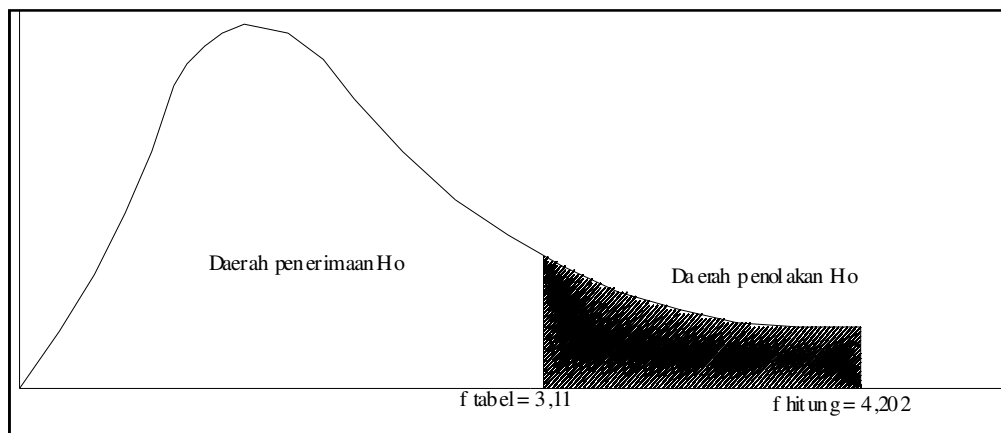
4,77%, 4,24%, 3,61%, 2,88%. Berdasarkan analisis korelasi didapat angka korelasi  $r_{xy} = -0,995$ . Ini berarti hubungan antara kadar agregat pipih terhadap nilai VIM sangat kuat dan negatif dengan koefisien determinasi ( $r^2$ ) = 0,990. Artinya penurunan nilai VIM pada variasi kadar agregat pipih, sebesar 99,0% disebabkan oleh penambahan kadar agregat pipih dan sisanya faktor lain.

Berdasarkan model  $Y' = 0,013X^2 - 0,002X + 64,27$ , nilai VFB pada kadar agregat pipih 0%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35% berturut-turut adalah 64,27%, 67,16%, 69,43%, 72,340%, 75,91%, 80,12%. Berdasarkan analisis korelasi  $r_{xy} = 0,995$ . Ini berarti hubungan antara kadar agregat pipih terhadap nilai VFB sangat kuat dan positif dengan koefisien determinasi ( $r^2$ ) = 0,990. Artinya penurunan nilai VFB pada variasi kadar agregat pipih, sebesar 99,0% disebabkan oleh penam-

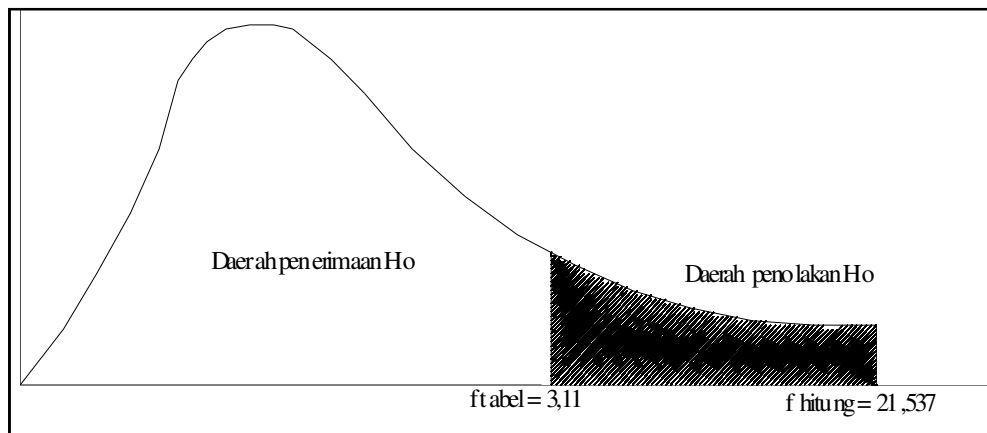
bahan kadar agregat pipih dan sisanya oleh faktor lain.

**Analisis Varian**

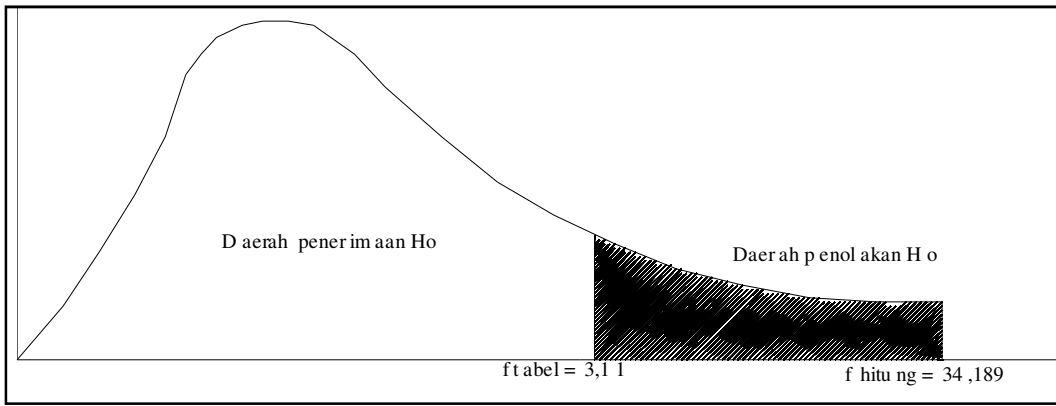
Uji kebenaran hipotesa ada atau tidaknya pengaruh variasi agregat pipih dalam agregat kasar terhadap karakteristik campuran Laston digunakan analisis varian. Analisis selengkapnya terhadap karakteristik Laston (stabilitas, flow, MQ, VMA, VIM, VFB) ditampilkan pada Gambar 17 sampai dengan Gambar 22. Terlihat bahwa pada tingkat kesalahan ( $\alpha$ ) 5%, terhadap semua nilai karakteristik Laston mempunyai perbedaan nilai, akibat adanya perubahan perlakuan (variasi agregat pipih dalam agregat kasar). Dimana perbandingan rata-rata jumlah kuadrat antar kelompok dengan rata-rata jumlah kuadrat dalam kelompok lebih besar.



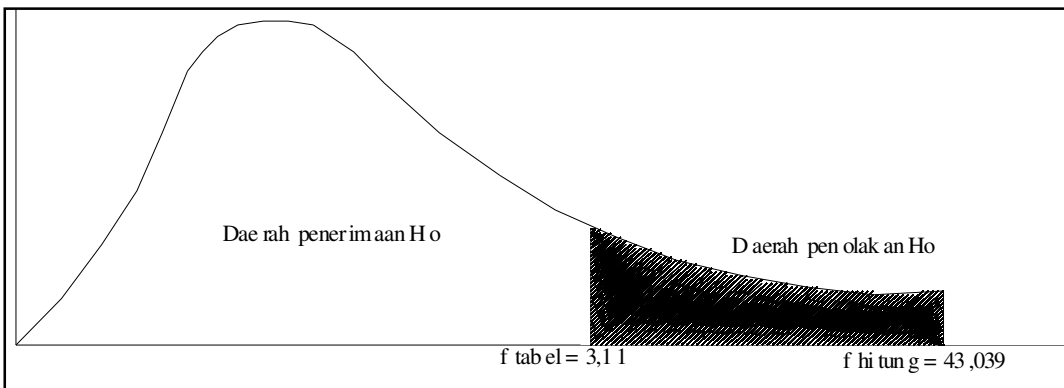
Gambar 17. Kurva uji distribusi F untuk nilai stabilitas



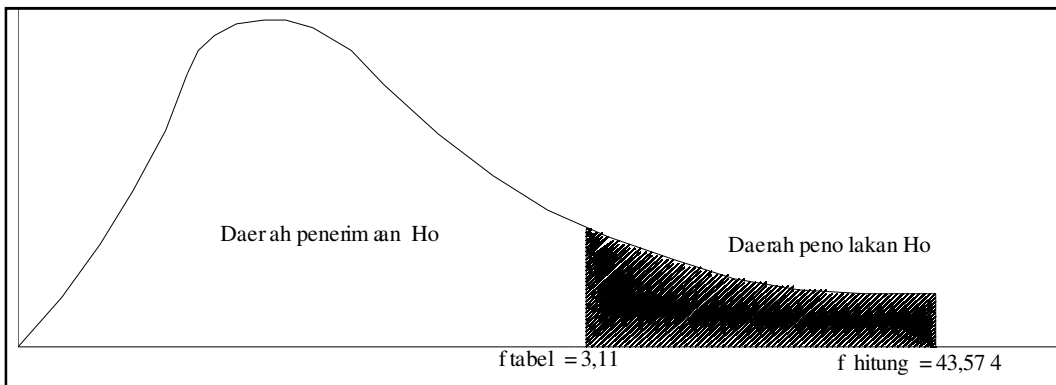
Gambar 18. Kurva uji distribusi F untuk nilai flow



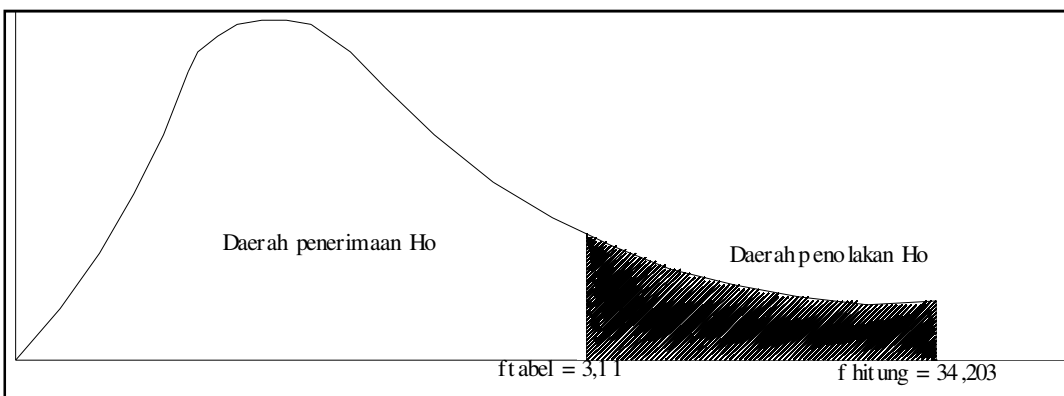
Gambar 19. Kurva uji distribusi F untuk nilai MQ



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

Memvariasikan agregat pipih 0%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35% dengan menggunakan KAO 6,25% didapatkan karakteristik campuran Laston sebagai berikut: nilai stabilitas cenderung menurun dari 1144 kg menjadi 1096,9 kg, nilai flow cenderung meningkat dari 3,65 mm menjadi 7,21 mm, nilai MQ cenderung menurun dari 313,21 kg/mm menjadi 150,52 kg/mm, nilai VMA cenderung menurun dari 16,48% menjadi 13,68%, nilai VIM cenderung menurun 5,90% menjadi 2,73% dan nilai VFB cenderung meningkat dari 64,2% menjadi 80,1%. Seiring dengan bertambahnya agregat pipih yang digunakan dalam campuran Laston, kecenderungan menurunkan ketahanan campuran terhadap depormasi.

Berdasarkan analisis statistik disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

- Pengaruh variasi agregat pipih dalam agregat kasar pada karakteristik campuran Laston sangat kuat. Ini dapat dilihat dari nilai korelasi ( $r$ ) > 0,97 dan nilai koefisien determinasi ( $r^2$ ) > 0,95 terhadap semua karakteristik campuran Laston.
- Berdasarkan analisis varians dengan tingkat signifikansi 5% ( $\alpha=5\%$ ), nilai  $f$  hitung untuk masing-masing karakteristik campuran Laston (stabilitas = 4,202, flow = 21,537, MQ = 34,189, VMA = 43,039, VIM = 43,574, VFB = 34,203) lebih besar dari  $f$  tabel 3,11. Ini membuktikan dengan adanya perubahan perlakuan yaitu dengan memvariasikan agregat pipih pada agregat kasar membuat adanya perbedaan karakteristik campuran Laston.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM. *Standard Test Method for Flat Particles, Elongated Particles, or Flat and Elongated Particles in Coarse Aggregate*, D 4791-95, ASTM Committee on Standards.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga No. 01/MN/BM/1976, *Manual Pemeriksaan Bahan Jalan*.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1983. *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) No. 13/pt/b/1983*. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1989. *Tata Cara Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk Jalan Raya, SNI 03-1737-1989*. Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1991. *Metode Campuran Aspal Dengan Alat Marshall, SNI 06-2489-1991*. Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2005. *Cara Uji Butiran Agregat Kasar Berbentuk Pipih, Pipih, Atau Pipih dan Pipih, RSNI-01-2005*. Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2002. *Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas*, Buku 1: Petunjuk Umum, Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah Direktorat Jendral Prasarana Wilayah.
- Sugiono. 2006. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung. CV. Alfabeta.
- Usaini, U. 2006. *Pengantar Statistika*. Yogyakarta. Bumi Aksara.