

# VARIASI AGREGAT LONJONG PADA AGREGAT KASAR TERHADAP KARAKTERISTIK LAPISAN ASPAL BETON (LASTON)

I Made Agus Ariawan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dosen Pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Udayana

E-mail : agusariawan17@yahoo.com

## ABSTRAK

*Laston adalah salah satu jenis bahan yang digunakan pada lapisan permukaan perkerasan aspal, yang merupakan campuran antara agregat bergradasi menerus dan aspal sebagai bahan pengikat. Laston menggunakan agregat kasar berupa agregat pecah, dimana berdasarkan bentuknya dapat dikelompokkan atas : bentuk bulat, kubus, lonjong, pipih dan tak beraturan. Bentuk agregat lonjong kurang baik jika dipergunakan berlebihan karena mudah pecah. Oleh karena itu, ASTM D-4791-95 membatasi indeks lonjong (elongated index) dalam campuran Laston maksimum sebesar 10% terhadap agregat kasar. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi agregat lonjong pada agregat kasar terhadap karakteristik campuran Laston. Benda uji dirancang berdasarkan kadar aspal optimum dengan kadar agregat lonjong divariasikan dalam agregat kasar. Selanjutnya dilaksanakan perhitungan kepadatan, VIM, VMA dan VFB serta dilakukan pengujian karakteristik campuran dengan test Marshall untuk mendapatkan nilai stabilitas dan flow. Selanjutnya dianalisis dengan menggunakan analisis regresi, korelasi dan varian. Berdasarkan analisis regresi dan korelasi, penambahan kadar agregat lonjong sangat kuat mempengaruhi nilai karakteristik campuran Laston (stabilitas, MQ, VMA, VIM dan VFB) dan pengaruh yang kuat terhadap nilai flow. Berdasarkan analisis varian, nilai  $F_{hitung}$  untuk masing-masing karakteristik campuran Laston lebih besar dari  $F_{tabel}$  dengan tingkat kesalahan ( $\alpha$ ) 5%. Ini membuktikan dengan adanya perubahan perlakuan yaitu dengan memvariasikan kadar agregat lonjong membuat adanya perbedaan nilai karakteristik campuran Laston. Penambahan kadar agregat lonjong membuat nilai stabilitas, MQ, VMA, VIM menurun dan meningkatkan nilai flow serta VFB. Untuk variasi agregat lonjong 0% sampai dengan 10%, nilai karakteristik campuran Laston masih memenuhi persyaratan yang ditentukan DPU (1983), tetapi untuk variasi agregat lonjong 15% dan 20% menghasilkan nilai karakteristik Laston yang tidak memenuhi syarat yang ditentukan DPU (1983).*

**Kata kunci : Laston, agregat lonjong, indeks lonjong (elongated index)**

## 1. PENDAHULUAN

Konstruksi perkerasan lentur menggunakan aspal sebagai bahan pengikat pada lapisan permukaan dan bahan berbutir pada lapisan-lapisan dibawahnya, yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Aspal beton (Laston) merupakan suatu bahan lapisan pada konstruksi perkerasan jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat bergradasi menerus, dicampur, diamparkan, dan dipadatkan pada suhu tertentu (Departemen Pekerjaan Umum (DPU), 1983).

Dalam pencampuran Laston digunakan agregat pecah yang memiliki ukuran, diameter dan bentuk bervariasi. Berdasarkan bentuk agregat dari batu pecah dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelompok, yaitu : berbentuk bulat, kubus, lonjong, pipih dan tak beraturan. Agregat dikatakan lonjong jika ukuran terpanjang lebih besar 1,8 kali dari diameter rata – rata. Agregat berbentuk lonjong kurang baik jika dipergunakan sebagai bahan perkerasan jalan, karena sifat *interlocking* tidak baik dan mudah pecah. Oleh karena itu, ASTM D-4791-95 membatasi indeks agregat lonjong dalam campuran

Laston maksimum sebesar 10% terhadap agregat kasar.

Penggunaan agregat lonjong yang berlebihan dapat mempengaruhi karakteristik campuran beton aspal. Makalah ini menguraikan bagaimana pengaruh variasi agregat lonjong pada agregat kasar terhadap karakteristik campuran Laston. Dengan dugaan terjadinya perubahan karakteristik campuran Laston sesuai dengan penambahan agregat lonjong.

## 2. 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 (1983). 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.

Tabel 2. Gradasi Kombinasi Agregat 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 Berdasarkan Pendekatan Proporsional

Pencampuran dilakukan dengan pendekatan proporsional untuk memperoleh proporsi agregat campuran yang diinginkan 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 | Batas Tengah | Proporsi Agregat |            |           |
|---------------|--------------|------------------|------------|-----------|
| ASTM          | mm           | (% lolos)        | % tertahan | 1200 gram |
| 3/4"          | 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 |

Mengacu pada batas tengah spesifikasi, proporsi masing-masing fraksi agregat yang dipakai dalam campuran Laston adalah sebagai berikut : Agregat Kasar = 72,5 %, Agregat Halus = 22,5 % dan Filler = 5 %.

### Pemilahan Agregat Lonjong

Agregat dikatakan lonjong jika ukuran terpanjang > 1,8 kali diameter rata-rata. Indeks kelonjongan (*elongated index*) adalah perbandingan dalam persen dari berat agregat lonjong terhadap berat total. ASTM D-4791-95 membatasi indeks agregat lonjong dalam campuran Laston maksimum sebesar 10% terhadap berat agregat kasar.

Pemilahan agregat lonjong dilakukan dengan cara manual dengan peralatan *scraft* dan mistar. Ukuran terpanjang dan diameter diukur lalu dibandingkan. Jika perbandingannya diatas 1 : 2 berarti agregat tersebut termasuk agregat lonjong. Sebagai contoh pengukuran agregat lonjong yang tertahan saringan 1/2" : 1/2" = 1,27 cm (ukuran diameter), agar dapat digolongkan sebagai agregat lonjong, agregat tersebut harus memiliki ukuran terpanjang minimal 1,8 x 3,81 = 2,286 cm. Contoh tipikal agregat lonjong dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Contoh agregat lonjong

### Penentuan kadar aspal optimum

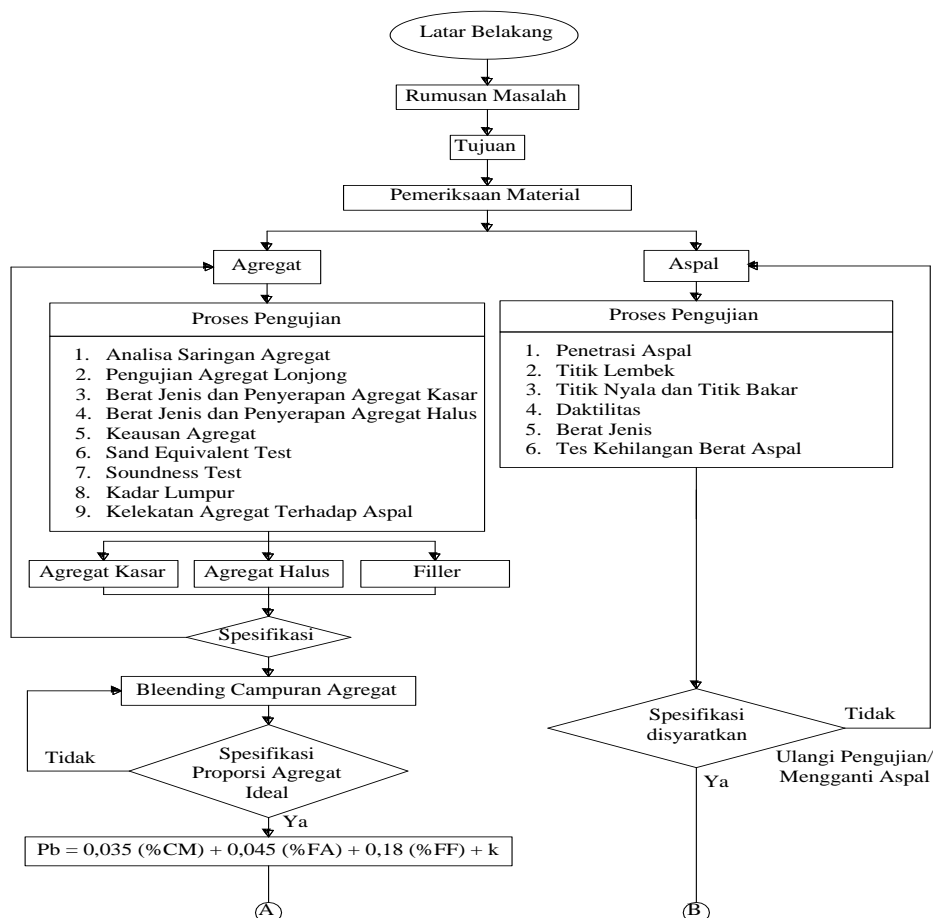
Penentuan kadar aspal awal dilakukan dengan rumusan empiris :

$$\text{Kadar Aspal (Pb)} = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) + k$$

dimana: Pb = % perkiraan kadar aspal awal, berdasarkan berat total campuran, A = % agregat kasar (tertahan ayakan no.8 = 2.36mm), B = % agregat halus (lolos ayakan 2.36mm dan tertahan ayakan no. 200=0.075mm), C = % agregat lolos 0.075mm (fraksi filler). K= konstanta = 0,5-1 untuk jenis campuran Laston, dalam hal ini diambil 1.

### Bagan alur penelitian

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



### Analisis regresi

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

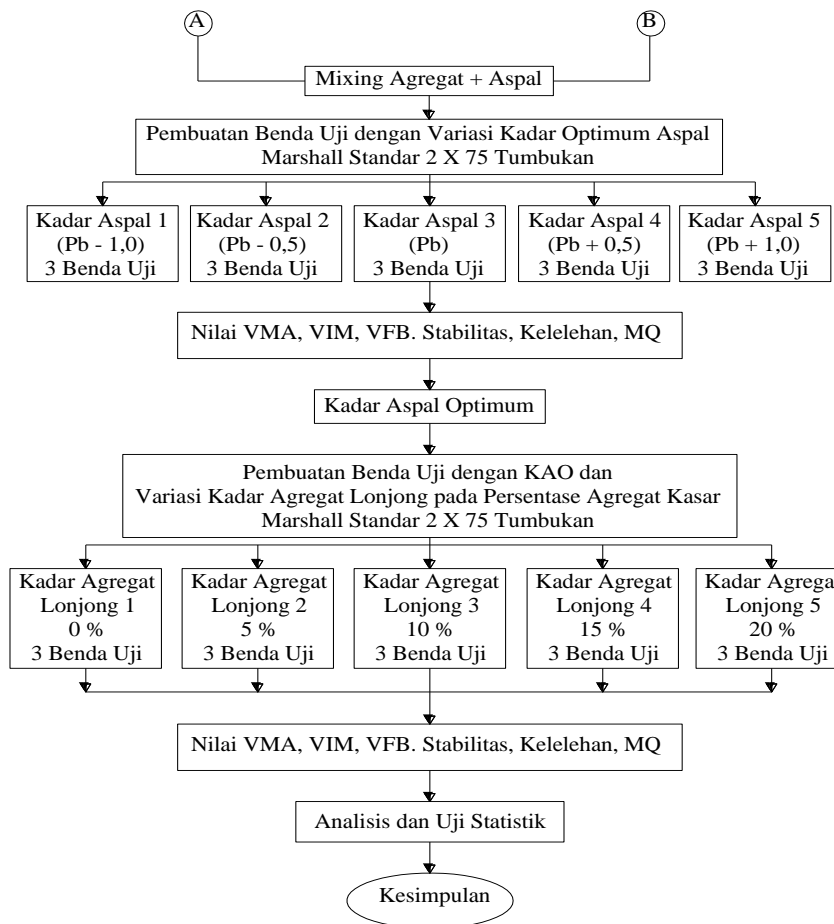
Dimana X = kadar agregat lonjong, Y= nilai karakteristik Laston, a,b,c = koefisien regresi

### Analisis korelasi

Besarnya hubungan antara kadar agregat lonjong dengan nilai stabilitas, flow, MQ, rongga dalam campuran (VIM), rongga antar agregat (VMA), rongga terisi aspal (VFB), dianalisis dengan model analisis korelasi sederhana menurut Sugiono (2006) sebagai berikut :

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

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



Gambar 2. Bagan Alur Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Karakteristik material agregat

Karakteristik material agregat dirangkum dalam Tabel 4 dan Tabel 5. Nampaknya semua karakteristik agregat memenuhi spesifikasi DPU (1983) yang ditentukan dan dapat digunakan sebagai bahan campuran Laston.

Tabel 4. Hasil pemeriksaan berat jenis agregat

| Agregat  | Berat Jenis |      |          | Spesifikasi Berat |
|----------|-------------|------|----------|-------------------|
|          | Bulk        | SSD  | Apparent | Jenis Apparent    |
| Kasar    | 2,63        | 2,66 | 2,70     | Minimum 2,5       |
| Halus    | 2,37        | 2,44 | 2,54     |                   |
| Abu Batu | 2,45        | 2,47 | 2,50     |                   |

Tabel 5. Karakteristik lainnya dari agregat

| Karakteristik   | Ag. Kasar | Ag. Halus | Spec.  |
|-----------------|-----------|-----------|--------|
| Abrasi          | 20,588%   | -         | < 40%  |
| Penyerapan air  | 0,95%     | 2,91%     | ≤ 3%   |
| Sand equivalent | -         | 55,75 %   | ≥ 50 % |
| Soundness Test  | 0,6%      | -         | ≤ 12%  |
| Kadar lumpur    | 0,17 %    | -         | ≤ 0,25 |

#### Nilai abrasi agregat lonjong

Nilai abrasi agregat lonjong berdasarkan hasil pengujian, diperoleh bahwa untuk persentase agregat lonjong sebesar 0%, 5% dan 10% diperoleh nilai keausan 20,59%, 28,87%, 37,43% sehingga masih memenuhi persyaratan spesifikasi. Untuk persentase 15%, 20 % dan 100% sudah tidak memenuhi persyaratan spesifikasi karena nilai keausan terlalu besar yaitu masing – masing 42,05%, 47,99% dan 69,78%. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil pengujian abrasi agregat lonjong

| Persentase Agregat Lonjong | Keausan (%) | Spesifikasi  |
|----------------------------|-------------|--------------|
| 0%                         | 20,59       | Maksimum 40% |
| 5%                         | 28,87       |              |
| 10%                        | 37,43       |              |
| 15%                        | 42,05       |              |
| 20%                        | 47,99       |              |
| 100%                       | 69,78       |              |

## Pengujian campuran dengan metode Marshall untuk menentukan KAO

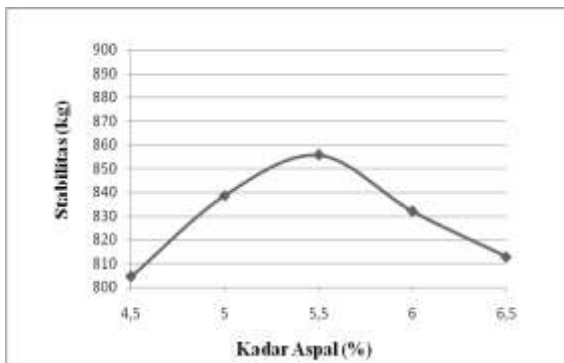
Rancangan campuran dibuat benda uji dengan lima kadar aspal masing-masing tiga benda uji tiap kadar aspal yang dipadatkan sebanyak 2x75 tumbukan. Pengujian dilakukan dengan alat *Marshall Testing Machine*. Selanjutnya dilakukan analisis terhadap nilai stabilitas, *flow*, *Marshall Quotient*, VIM, VMA dan VFB. Lihat Tabel 7. Kecendrungan korelasi

antara kadar aspal dengan karakteristik campuran Laston diperlihatkan pada Gambar 3 - Gambar 8.

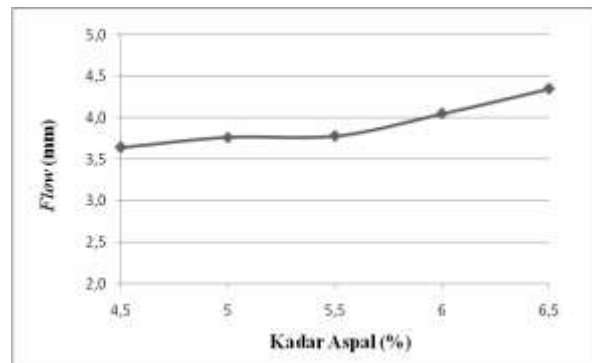
Kadar aspal optimum ditentukan dengan menggunakan Metode Bar-chart (Gambar 9). Nilai kadar aspal optimum ditentukan melalui kadar aspal yang memenuhi semua persyaratan nilai stabilitas, *flow*, *marshall quotient*, VIM, VMA dan VFB. Terlihat pada Gambar 9, nilai kadar aspal optimum (KAO) adalah 5,5%.

Tabel 7. Nilai Karakteristik Campuran Laston

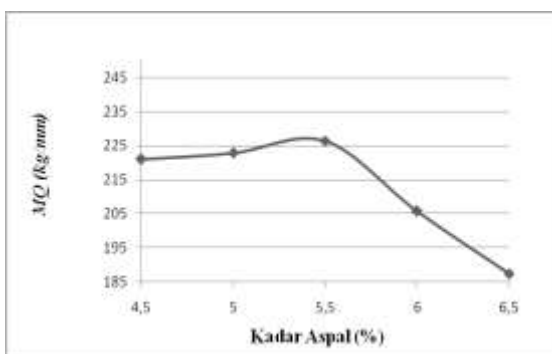
| Karakteristik Campuran    | Kadar Aspal (%) |        |        |        |        | Standar Mutu |
|---------------------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------------|
|                           | 4,5             | 5      | 5,5    | 6      | 6,5    |              |
| Stabilitas (kg)           | 804,51          | 838,55 | 855,68 | 831,94 | 812,77 | >750         |
| Flow (mm)                 | 3,64            | 3,76   | 3,78   | 4,05   | 4,35   | 2 - 4        |
| Marshall Quotient (kg/mm) | 221,06          | 222,81 | 226,40 | 205,69 | 187,32 | 200 - 350    |
| VIM (%)                   | 7,25            | 5,86   | 4,42   | 4,33   | 4,01   | 3 - 5        |
| VMA (%)                   | 15,59           | 15,21  | 15,15  | 16,11  | 16,86  | >15          |
| VFB (%)                   | 53,57           | 61,92  | 70,84  | 73,12  | 76,20  | >63          |



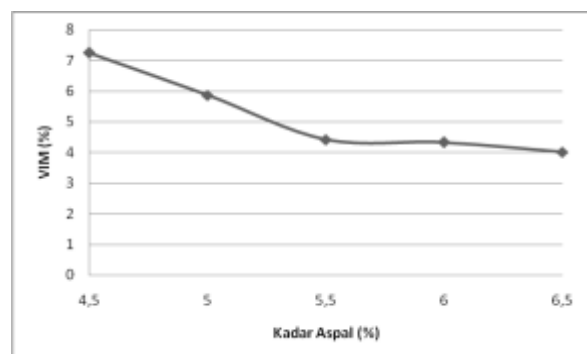
Gambar 3. Kadar Aspal vs Stabilitas



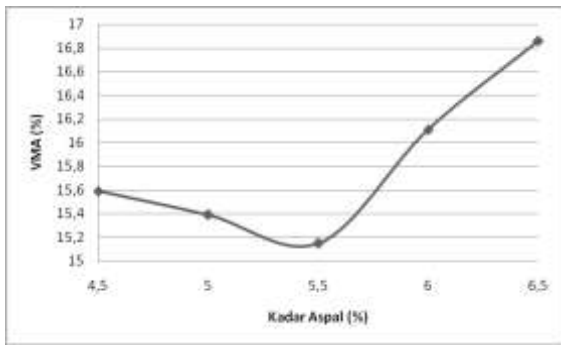
Gambar 4. Kadar Aspal vs Flow



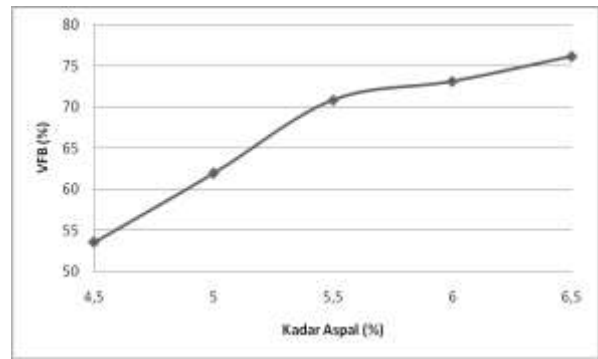
Gambar 5. Kadar Aspal vs MQ



Gambar 6. Kadar Aspal vs VIM



Gambar 7. Kadar Aspal vs VMA



Gambar 8. Kadar Aspal vs VFB

| No | Karakteristik Campuran | Rentang Kadar Aspal (%) |   |     |   |     |
|----|------------------------|-------------------------|---|-----|---|-----|
|    |                        | 4,5                     | 5 | 5,5 | 6 | 6,5 |
| 1  | Stabilitas             | █                       | █ | █   | █ | █   |
| 2  | Flow                   | █                       | █ | █   | █ | █   |
| 3  | Marshall Quotient      | █                       | █ | █   | █ | █   |
| 4  | VIM                    | █                       | █ | █   | █ | █   |
| 5  | VMA                    | █                       | █ | █   | █ | █   |
| 6  | VFB                    | █                       | █ | █   | █ | █   |

↓  
Kadar Aspal Optimum (KAO)

Gambar 9. Penentuan Kadar Aspal Optimum

### Variasi kadar agregat lonjong

Variasi kadar agregat lonjong ditentukan masing – masing 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% terhadap berat total agregat kasar, kemudian dilihat bagaimana pengaruhnya pada karakteristik nilai Marshall Laston dari 0% kadar agregat lonjong

sampai kadar agregat lonjong yang melebihi persyaratan (20%).

Tabel 8 menunjukkan nilai karakteristik Laston dengan variasi kadar agregat lonjong (0% - 20%) yang meliputi nilai-nilai stabilitas, flow, MQ, VMA, VIM, VFB.

Tabel 8 Nilai karakteristik campuran Laston dengan variasi agregat lonjong

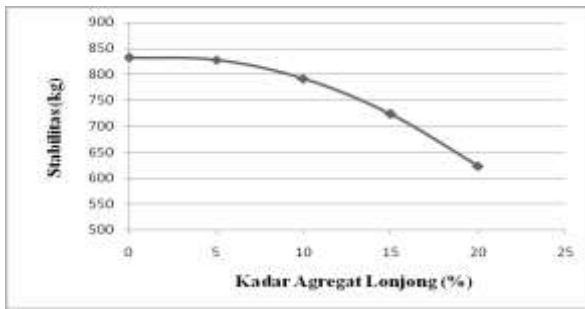
| Karakteristik Campuran    | Kadar Agregat Lonjong |        |        |        |        | Standar Mutu |
|---------------------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------------|
|                           | 0%                    | 5%     | 10%    | 15%    | 20%    |              |
| Stabilitas (kg)           | 855,68                | 841,94 | 805,51 | 756,62 | 637,06 | > 750        |
| Flow (mm)                 | 3,78                  | 3,80   | 3,84   | 3,85   | 3,97   | 2 - 4        |
| Marshall Quotient (kg/mm) | 226,40                | 221,54 | 209,88 | 196,47 | 160,67 | 200 - 350    |
| VIM (%)                   | 4,42                  | 4,35   | 3,74   | 3,53   | 2,81   | 3 - 5        |
| VMA (%)                   | 15,15                 | 15,07  | 15,01  | 14,36  | 13,72  | > 15         |
| VFB (%)                   | 70,84                 | 71,18  | 71,56  | 75,41  | 79,61  | > 63         |

### Analisis Variasi Kadar Agregat Lonjong Terhadap Karakteristik Laston

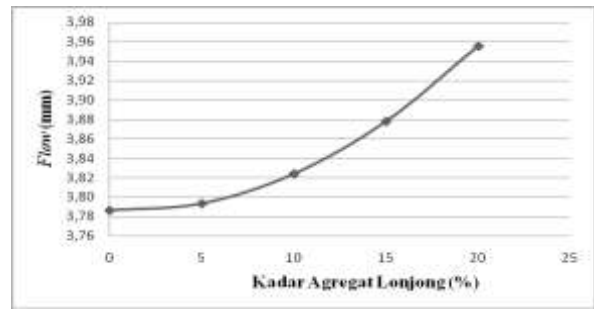
Pengaruh variasi kadar agregat lonjong terhadap karakteristik Laston dianalisis dengan

analisis regresi dan korelasi. Tampak pada Gambar 10 sampai dengan Gambar 15 kecenderungan korelasi antara variasi kadar agregat lonjong dengan nilai-nilai karakteristik Laston.

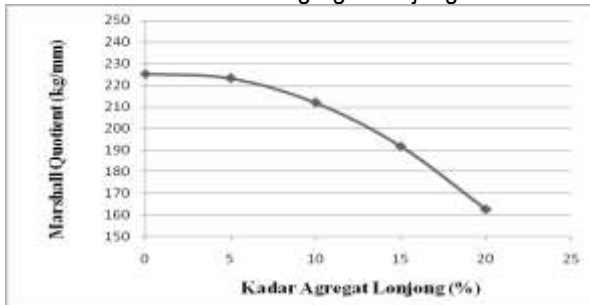




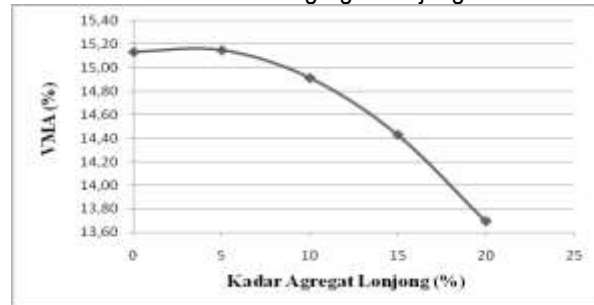
Gambar 10. Kadar Agregat Lonjong vs Stabilitas



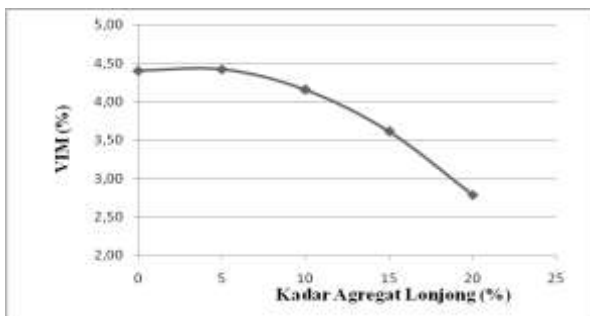
Gambar 11. Kadar Agregat Lonjong vs Flow



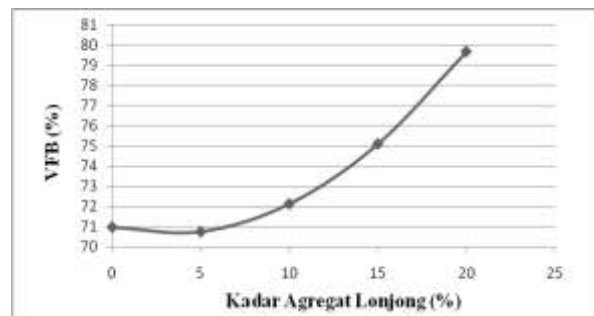
Gambar 12. Kadar Agregat Lonjong vs MQ



Gambar 13. Kadar Agregat Lonjong vs VMA



Gambar 14. Kadar Agregat Lonjong vs VIM



Gambar 15. Kadar Agregat Lonjong vs VFB

- Berdasarkan model  $Y' = 851,86 + 2,35X - 0,64X^2$ , nilai stabilitas pada penggunaan agregat lonjong sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20% berturut-turut adalah 851,861 kg, 847,61 kg, 811,36 kg, 743,11 kg, 642,86 kg dimana syarat spesifikasinya minimum 750 kg. Berdasarkan analisis korelasi didapat angka korelasi  $r_{xy} = -0,912$ , ini berarti hubungan antara kadar agregat lonjong terhadap nilai stabilitas sangat kuat dan negatif dengan koefisien determinasinya = 0,832 yang artinya penurunan stabilitas, sebesar 83,2% disebabkan oleh penambahan agregat lonjong dan sisanya oleh faktor lain.
- Berdasarkan model  $Y' = 3,78613 - 0,00093X + 0,00047X^2$ , nilai flow pada kadar agregat lonjong 0%, 5%, 10%, 15%, 20% berturut-turut adalah 3,79 mm, 3,79 mm, 3,82 mm, 3,88 mm, 3,96 mm dimana syarat spesifikasinya 2 - 4 mm.

Berdasarkan analisis korelasi didapat angka korelasi  $r_{xy} = 0,698$  ini berarti hubungan antara kadar agregat lonjong terhadap nilai flow kuat dan positif dengan koefisien determinasi = 0,487 yang artinya penambahan nilai flow, sebesar 48,7% disebabkan oleh penambahan agregat lonjong dan sisanya oleh faktor lain.

- Berdasarkan model  $Y' = 225,29 + 0,47X - 0,18X^2$ , nilai MQ pada kadar agregat lonjong 0%, 5%, 10%, 15%, 20% berturut-turut adalah 225,29 kg/mm, 223,14 kg/mm, 211,99 kg/mm, 191,84 kg/mm, 162,69 kg/mm dimana syarat spesifikasinya 200 - 300 kg/mm. Untuk nilai MQ pada kadar agregat lonjong 15% dan 20% tidak memenuhi syarat spesifikasi. Berdasarkan analisis korelasi didapat angka korelasi  $r_{xy} = -0,919$  ini berarti hubungan antara kadar agregat lonjong terhadap nilai MQ sangat kuat dan negatif dengan koefisien determinasi = 0,846 yang artinya

penurunan nilai MQ, sebesar 84,6% disebabkan oleh penambahan agregat lonjong dan sisanya oleh faktor lain.

- Berdasarkan model  $Y' = 15,133 + 0,028X - 0,005X^2$ , nilai VMA pada kadar agregat lonjong 0%, 5%, 10%, 15%, 20% berturut-turut adalah 15,13%, 15,15%, 14,91%, 14,43%, 13,69% dimana syarat spesifikasinya minimum 15%. Berdasarkan analisis korelasi didapat angka korelasi  $r_{xy} = -0,833$  ini berarti hubungan antara kadar agregat lonjong terhadap nilai VMA kuat dan negatif dengan koefisien determinasi = 0,694 yang artinya penurunan nilai VMA, sebesar 69,4% disebabkan oleh penambahan agregat lonjong dan sisanya oleh faktor lain.
- Berdasarkan model  $Y' = 4,405 + 0,0311X - 0,0056X^2$ , nilai VIM pada kadar agregat lonjong 0%, 5%, 10%, 15%, 20% berturut-turut adalah 4,41%, 4,42%, 4,16%, 3,61%, 2,79% dimana syarat spesifikasinya 3%-5%. Berdasarkan analisis korelasi didapat angka korelasi  $r_{xy} = -0,839$  ini berarti hubungan antara kadar agregat lonjong terhadap nilai VIM sangat kuat dan negatif dengan koefisien determinasi = 0,704 yang artinya penurunan nilai VIM, sebesar 70,4% disebabkan oleh penambahan agregat lonjong dan sisanya faktor lain.
- Berdasarkan model  $Y' = 60,021 - 0,205X + 0,032X^2$ , Nilai VFB pada kadar agregat lonjong 0%, 5%, 10%, 15%, 20% berturut-turut adalah 70,97%, 70,75%, 72,12%, 75,10%, 79,67% dimana syarat spesifikasinya minimum 63%. Berdasarkan analisis korelasi didapat angka korelasi  $r_{xy} = 0,825$  ini berarti hubungan antara kadar agregat lonjong terhadap nilai VFB sangat kuat dan positif dengan koefisien determinasi = 0,681 yang artinya penurunan nilai VFB, sebesar 68,1% disebabkan oleh penambahan agregat lonjong dan sisanya oleh faktor lain.

#### 4. KESIMPULAN

1. Agregat lonjong jika digunakan dalam campuran Laston memiliki sifat mudah pecah/patah. Nilai keausan mencapai 69,78% dimana spesifikasi maksimum sebesar 40%. Nilai keausan untuk masing-masing variasi agregat lonjong sebesar 0%,

5% dan 10% masih di bawah 40% dengan nilai masing-masing 20,59%, 28,87% dan 37,43% sedangkan variasi agregat lonjong sebesar 15% dan 20% memiliki nilai keausan diatas spesifikasi yaitu masing-masing 42,05% dan 47,99%.

2. Memvariasikan agregat lonjong dari 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dengan menggunakan KAO 5,5% didapatkan karakteristik campuran Laston sebagai berikut : nilai stabilitas cenderung menurun dari 855,68 kg, 841,94 kg, 805,51 kg, 756,62 kg menjadi 637,06 kg, nilai *flow* cenderung meningkat dari 3,78 mm, 3,80 mm, 3,84 mm, 3,85 mm sampai 3,97 mm, nilai MQ cenderung menurun dari 226,4 kg/mm, 221,54 kg/mm, 209,88 kg/mm, 196,47 kg/mm menjadi 160,67 kg/mm, nilai VIM juga cenderung menurun dari 4,42% , 4,35%, 3,74%, 3,53% menjadi 2,81%, nilai VMA cenderung menurun dari 15,15%, 15,07%, 15,01% 14,36% menjadi 13,72% dan untuk nilai VFB meningkat dari 70,84%, 71,18%, 71,56%, 75,41% sampai 79,61% seiring dengan bertambahnya kadar agregat lonjong yang digunakan dalam campuran Laston.
3. Berdasarkan analisis regresi disimpulkan hal-hal sebagai berikut :
  - a. Untuk nilai stabilitas diperoleh model  $Y' = 851,86 + 2,35X - 0,64X^2$ . Untuk nilai *flow* diperoleh model  $Y' = 3,78613 - 0,00093X + 0,00047X^2$ . Untuk nilai MQ diperoleh model  $Y' = 225,29 + 0,47X - 0,18X^2$ . Untuk nilai VMA diperoleh model  $Y' = 15,133 + 0,028X - 0,005X^2$ . Untuk nilai VIM diperoleh model  $Y' = 4,405 + 0,0311X - 0,0056X^2$  dan VFB modelnya  $Y' = 70,79 - 0,205X + 0,032X^2$ .
  - b. Pengaruh variasi kadar agregat lonjong terhadap karakteristik Laston sangat kuat terhadap nilai stabilitas, *marshall quotient*, VMA, VIM dan VFB terlihat dari koefisien korelasi ( $r_{xy}$ ) lebih besar dari 0,8 dan pengaruhnya kuat terhadap nilai *flow* terlihat dari koefisien korelasi ( $r_{xy}$ ) yang lebih besar 0,6.
  - c. Berdasarkan analisis varians dengan tingkat signifikansi 5% ( $\alpha=5\%$ ), terdapat perbedaan nilai karakteristik campuran Laston (stabilitas, *flow*, MQ, VMA, VIM dan VFB) akibat perubahan perlakuan (perbedaan persentase agregat lonjong dalam agregat kasar).



4. Dengan menggunakan KAO 5,5% diperoleh kadar agregat lonjong maksimum yang diperbolehkan dalam campuran Laston sebesar 10%. Hasil ini sesuai dengan persyaratan spesifikasi DPU (1983).

#### 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, Lonjong, Atau Pipih dan Lonjong, RSNI-01-2005*. Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia.

Departemen Perumahan Dan Prasarana Wilayah. 2002. *Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas, Buku 1 : Petunjuk Umum*, Departemen Perumahan Dan Prasarana Wilayah Direktorat Jendral Prasarana Wilayah.

Sugiono. 2006. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: CV. Alfabeta.

Usman Usaini. 2006. *Pengantar Statistika*. Yogyakarta : Bumi Aksara.