

## BAB VI

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 6.1 Hasil Penelitian

##### 6.1.1 Hasil Pengujian Material

Pengujian terhadap material komponen penyusun campuran dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat material yang akan digunakan pada campuran Laston. Material-material yang akan diuji adalah aspal, agregat kasar, dan agregat halus.

Jenis pengujian laboratorium yang dikerjakan untuk mengevaluasi material dan spesifikasi dapat dilihat pada tabel 6.1 sampai 6.6 berikut ini.

**Tabel 6.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Clereng**

No.	Jenis Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i> (%)	28,23	$\leq 40$	Memenuhi
2.	Kelekatan terhadap aspal (%)	96,5	$\geq 95$	Memenuhi
3.	Penyerapan air (%)	1,60	$\leq 3$	Memenuhi
4.	Berat jenis	2,65	$\geq 2,5$	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya FTSP, UII (Lampiran.1.1-1.3)

**Tabel 6.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus Clereng**

No.	Jenis Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	<i>Sand Equivalent</i> (%)	83,71	$\geq 50$	Memenuhi
2.	Penyerapan air (%)	2,14	$\leq 3$	Memenuhi
3.	Berat jenis	2,77	$\geq 2,5$	Memenuhi

Sumber : Hasil pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya FTSP, UII (Lampiran.1.4-1.5)

**Tabel 6.3 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Wangon**

No.	Jenis Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i> (%)	26,56	$\leq 40$	Memenuhi
2.	Kelekatan terhadap aspal (%)	96	$\geq 95$	Memenuhi
3.	Penyerapan air (%)	1,60	$\leq 3$	Memenuhi
4.	Berat jenis	2,63	$\geq 2,5$	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya FTSP, UII (Lampiran.1.6-1.8)

**Tabel 6.4 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus Wangon**

No.	Jenis Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	<i>Sand Equivalent</i> (%)	67,94	$\geq 50$	Memenuhi
2.	Penyerapan air sebelum dicuci (%)	3,73	$\leq 3$	-
3.	Penyerapan air setelah dicuci (%)	2,17	$\leq 3$	Memenuhi
4.	Berat jenis setelah dicuci	2,61	$\geq 2,5$	Memenuhi

Sumber : Hasil pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya FTSP, UII (Lampiran.1.9-1.11)

**Tabel 6.5 Hasil Pemeriksaan Agregat Pasir Pantai**

No.	Jenis Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	Penyerapan air (%)	4,88	$\leq 3$	-
2.	Berat Jenis	2.54	$\geq 2,5$	Memenuhi

Sumber : Hasil pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya FTSP, UII (Lampiran.1.12)

**Tabel 6.6 Hasil Pemeriksaan Aspal AC 60-70**

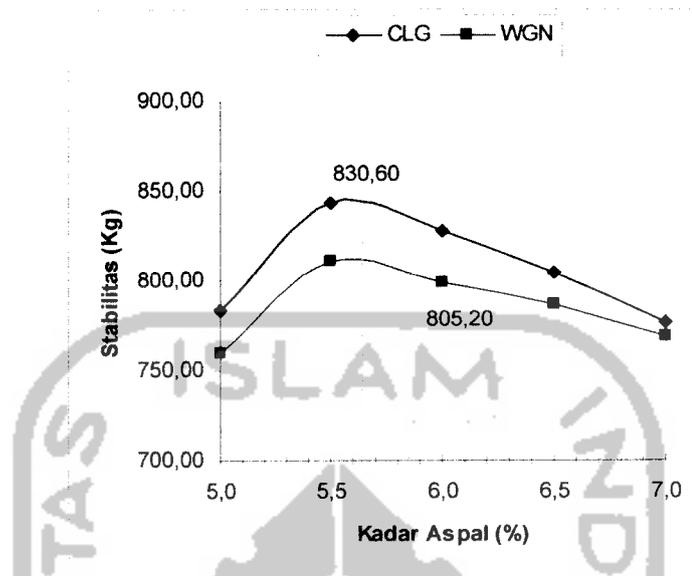
No.	Jenis Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	Penetrasi (25°C, 5 dt, 100 gr) (mm)	62,8	60-70	Memenuhi
2.	Titik Lembek ( <i>ring and ball</i> ) (°C)	55,75	48-58	Memenuhi
3.	Titik Nyala (°C)	321	$\geq 200$	Memenuhi
4.	Kelarutan dalam CCL <sub>4</sub> (%)	99,24	$\geq 99$	Memenuhi
5	Daktalitas (25%, 5cm/menit) (cm)	165	$\geq 100$	Memenuhi
6	Berat jenis	1,13	$\geq 1$	Memenuhi

Sumber : Hasil pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya FTSP, UII (Lampiran2.1-2.6)

### 6.1.2 Penentuan Kadar Aspal Optimum

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium Jalan Raya UII didapatkan nilai-nilai *Density*, *Stabilitas*, *Flow*, VITM, VMA, VFWA, dan MQ dari agregat Clereng dan Wangon, nilai-nilai dari hasil pengujian dapat dilihat pada lampiran 4.1-4.2. Penarikan nilai kadar aspal optimum secara grafis dapat dilihat pada tabel 6.7 sampai 6.8.

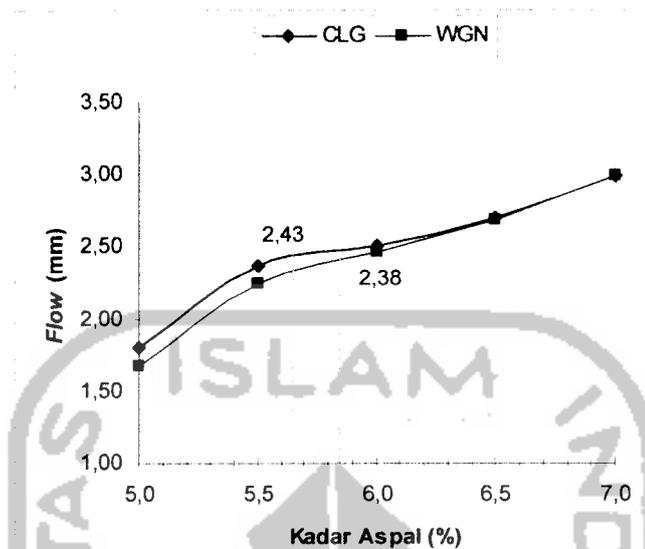
## 1. Stabilitas



Gambar 6.1 Grafik hubungan antara kadar aspal dan stabilitas

Dari gambar 6.1 di atas dapat dilihat bahwa nilai stabilitas naik pada kadar aspal 5,5% kemudian turun setelah ditambah kadar aspal. Nilai stabilitas campuran Laston menggunakan agregat Wangon lebih kecil dibandingkan dengan agregat Clereng. Hal ini dikarenakan agregat Wangon yang berbentuk buiat memiliki *interlocking* yang kecil, sehingga menurunkan nilai stabilitas campuran. Meskipun demikian nilai stabilitasnya tidak mengurangi persyaratan yang telah ditentukan oleh Bina Marga.

## 2. Flow

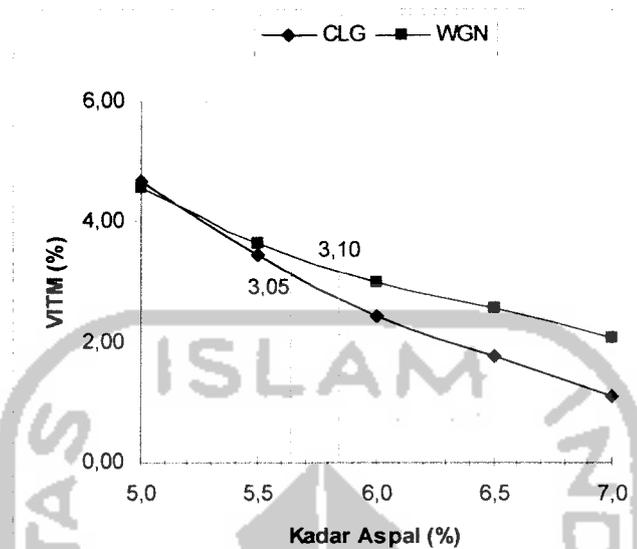


Gambar 6.2 Grafik hubungan antara kadar aspal dan *flow*

Dari gambar 6.2 di atas dapat dilihat nilai *flow* naik dengan semakin bertambahnya kadar aspal.

Campuran Laston menggunakan agregat Wangon mempunyai nilai *flow* lebih rendah jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan agregat Clereng. Hal ini dikarenakan oleh proporsi agregat halus yang lebih banyak sebagai akibat dari berat jenis agregat halus Wangon yang lebih rendah sehingga mengakibatkan viskositas aspal semakin meningkat sehingga aspal lebih cepat mengeras dan menyebabkan nilai *flow* rendah.

### 3. VITM (*Void In The Mix*)

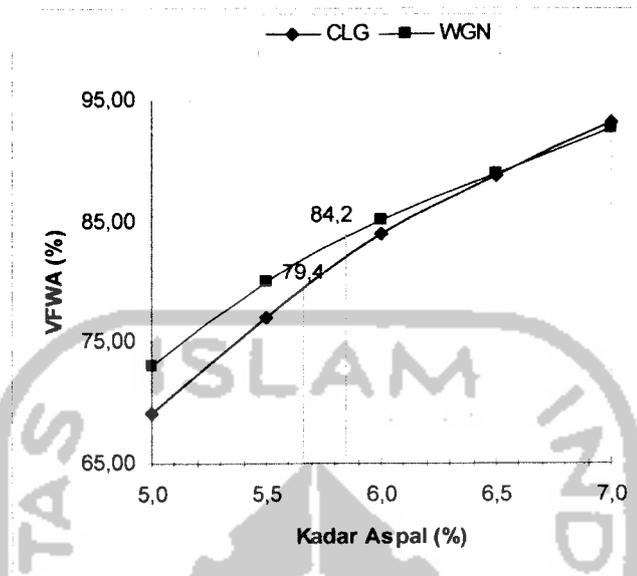


Gambar 6.3 Grafik hubungan antara kadar aspal dan VITM

Dari gambar 6.3, dapat dilihat bahwa dengan penambahan kadar aspal nilai VITM mengalami penurunan, karena rongga udara yang terisi aspal semakin besar dan memperkecil volume rongga udara. Secara teoritis nilai VITM juga dipengaruhi nilai *density*.

Campuran Laston menggunakan agregat wangon mempunyai nilai VITM yang lebih tinggi dibandingkan campuran yang menggunakan agregat Clereng. Hal ini dikarenakan berat jenis agregat Wangon lebih rendah, pada berat yang sama campuran agregat Wangon memiliki volume yang lebih besar maka viskositas aspal semakin meningkat yang dapat mengurangi efek pelumasan pada saat pemadatan, sehingga menyebabkan bertambahnya rongga udara yang terbentuk dalam campuran sehingga meningkatkan nilai VITM.

#### 4. VFWA (Void Filled With Asphalt)

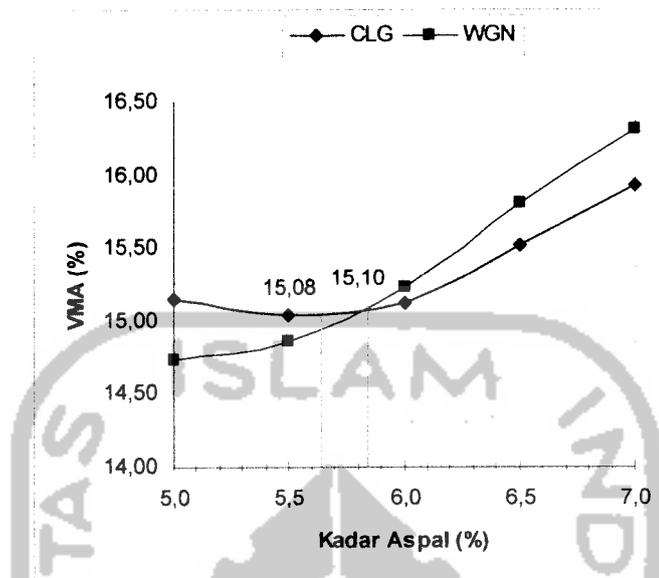


Gambar 6.4 Grafik hubungan antara kadar aspal dan VFWA

Dari gambar grafik 6.4 dapat dilihat bahwa seiring dengan penambahan kadar aspal nilai VFWA akan semakin bertambah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran Laston menggunakan agregat Wangon mempunyai nilai VFWA yang lebih besar dibandingkan campuran Laston yang menggunakan agregat Clereng pada kadar aspal optimum. Hal ini dikarenakan porous (pori agregat) Wangon lebih besar dari agregat Clereng sehingga penyerapan agregat menjadi tinggi. Dengan penyerapan yang tinggi agregat Wangon membutuhkan aspal yang lebih banyak untuk mencapai kadar aspal optimum.

### 5. VMA (*Void in Mix Agregat*)

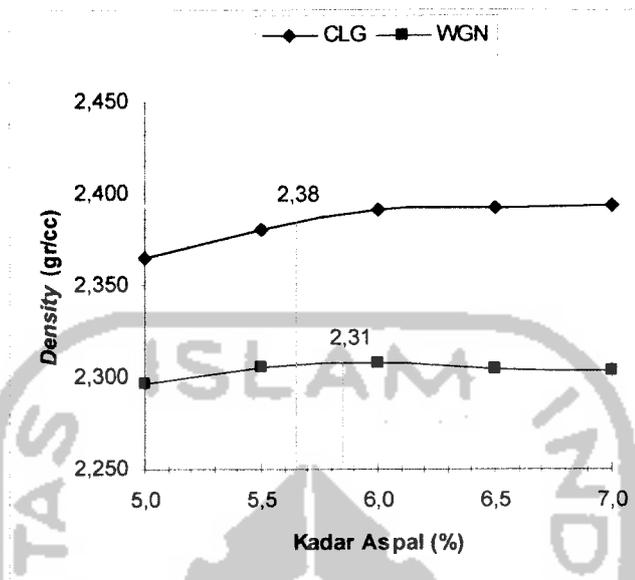


Gambar 6.5 Grafik hubungan antara kadar aspal dan VMA

Secara teoritis nilai VMA seharusnya akan turun kemudian akan naik dengan bertambahnya kadar aspal. Dari gambar 6.5 menunjukkan bahwa untuk agregat Wangon nilai VMA terus bertambah seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Dan pada saat kadar aspal rendah aspal yang terserap dalam pori agregat banyak menyebabkan film aspal tipis sehingga jarak antar agregat kecil di bawah spesifikasi persyaratan Bina Marga.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kadar aspal optimum, campuran Laston menggunakan agregat Wangon memiliki nilai VMA yang lebih tinggi dibandingkan campuran Laston yang menggunakan agregat Clereng. Hal ini dikarenakan agregat Wangon yang memiliki bentuk dan tekstur yang lebih bulat bidang kontak antar agregat kecil dan menyebabkan jarak antar agregat menjadi lebih besar.

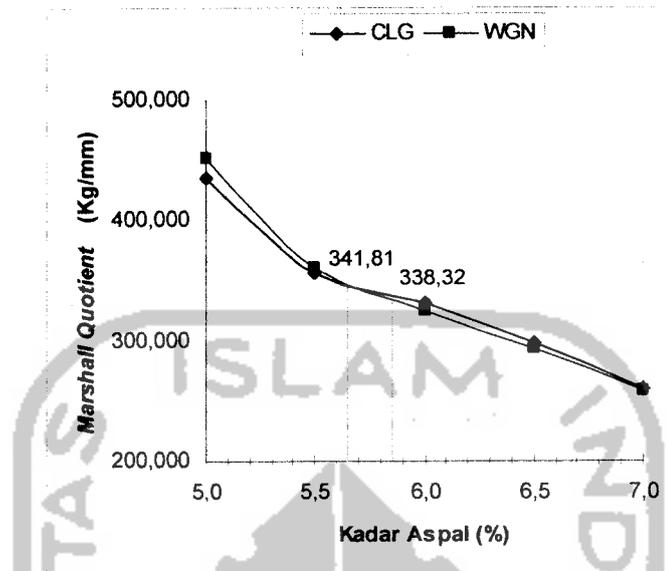
## 6. Density



Gambar 6.6 Grafik hubungan antara kadar aspal dan *density*

Dari gambar 6.6 dapat dilihat bahwa campuran Laston menggunakan agregat Wangon mempunyai nilai *density* lebih rendah dibandingkan campuran Laston menggunakan agregat Clereng. Hal ini dikarenakan agregat Wangon mempunyai bentuk dan tekstur bulat yang akan menimbulkan rongga yang besar (lihat gambar 6.3) sehingga menyebabkan kepadatan yang kecil. Selain hal tersebut berat jenis agregat halus yang lebih kecil menyebabkan volume yang lebih besar pada berat yang sama. Nilai *density* merupakan perbandingan antara masa dan volume, sehingga agregat halus Wangon yang memiliki volume yang lebih besar akan mempunyai nilai *density* yang lebih kecil.

### 7. MQ (*Marshall Quotient*)



Gambar 6.7 Grafik hubungan antara kadar aspal dan *Marshall Quotient*

Dari gambar 6.7 dapat dilihat bahwa nilai *Marshall Quotient* campuran Laston menggunakan agregat Wangon lebih rendah pada kadar aspal optimum, hal ini dikarenakan nilai stabilitas campuran tersebut cukup tinggi namun nilai *flow*-nya rendah. Sedangkan untuk campuran Laston menggunakan agregat Clereng nilai stabilitas tinggi namun nilai *flow*-nya tinggi hal ini menunjukkan campuran Laston Clereng bersifat kuat dan lentur, dikarenakan agregat Clereng mempunyai tekstur dan permukaan yang lebih baik dibanding agregat Wangon.

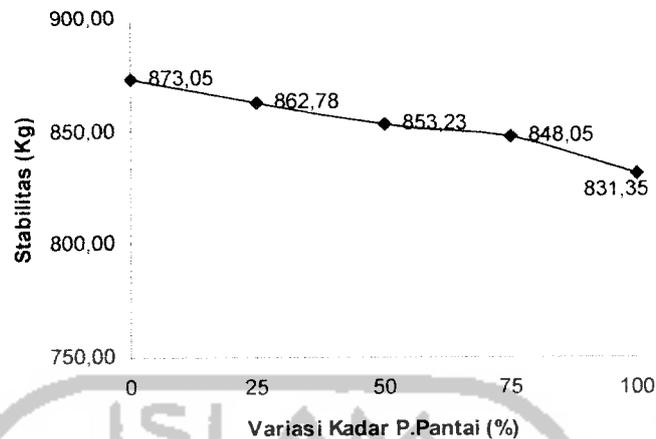


## 6.2 *Marshall Properties Standard* Pada Saat KAO

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat dilihat bahwa tekstur permukaan pasir pantai lebih licin dibandingkan dengan pasir Wangon, penyerapan pasir pantai lebih tinggi daripada pasir Wangon dan berat jenis pasir pantai memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan pasir Wangon. Hal tersebut di atas akan sangat berpengaruh pada saat dilakukan penggantian pasir Wangon dengan pasir pantai menggunakan gradasi yang sama. Setelah dilakukan penggantian terlihat jelas bahwa perilaku (nilai performa) campuran menjadi turun. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada pembahasan berikut ini.

### 1. Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan perkerasan untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas tanpa terjadinya perubahan bentuk seperti gelombang dan alur. Nilai stabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa perkerasan tersebut mampu menahan beban lalu lintas yang besar. Pada pengujian *Marshall* di laboratorium, stabilitas adalah kemampuan campuran aspal untuk menerima beban sampai terjadinya kelelahan plastis yang dinyatakan dalam satuan Kilogram. Nilai stabilitas tergantung dari gaya saling mengunci antar batuan (*internal friction*) dan kelekatan (*cohesion*). Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh grafik stabilitas seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.8 berikut ini.



Gambar 6.8 Grafik hubungan antara variasi kadar pasir pantai dengan stabilitas.

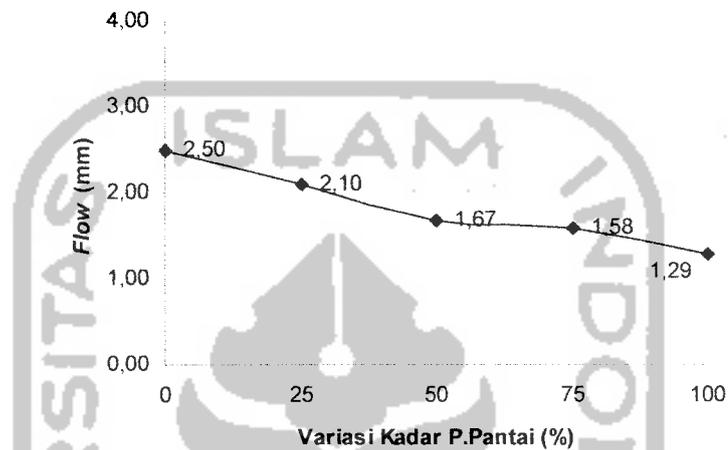
Dari gambar 6.8 di atas dapat dilihat bahwa stabilitas campuran Laston dari semua variasi kadar pasir pantai turun, hal ini dikarenakan pasir pantai mempunyai bentuk butiran yang bulat, dengan kondisi yang demikian kekuatan saling mengunci antar agregat kurang. Selain itu besarnya rongga dalam campuran menyebabkan turunnya nilai stabilitas (lihat gambar 6.10). Meskipun nilai stabilitas cenderung turun akan tetapi masih di atas batas minimal yang ditentukan oleh Bina Marga, yaitu 550 Kg.

## 2. Flow

Kelelehan (*flow*) adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam satuan panjang (mm). Kelelehan suatu campuran menunjukkan tingkat kelenturan lapis perkerasan.

Campuran yang memiliki *flow* rendah dengan stabilitas tinggi cenderung kaku sehingga mudah mengalami retak apabila menerima beban yang melebihi

daya dukungnya. Sebaliknya nilai *flow* yang tinggi dengan stabilitas rendah cenderung bersifat plastis dan mudah berubah bentuk bila menerima beban lalu lintas. Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik *flow* seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.9 berikut ini.



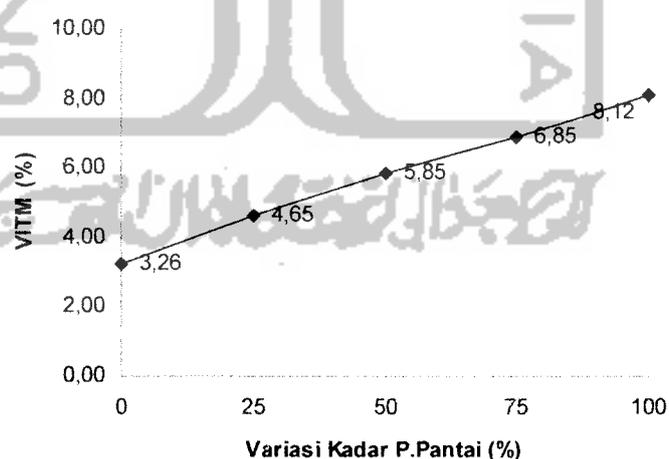
Gambar 6.9 Grafik hubungan antara variasi kadar pasir pantai dengan *flow*

Dari gambar 6.9 dapat dilihat bahwa seiring dengan penambahan kadar pasir pantai, nilai *flow*-nya turun. Hal ini dikarenakan oleh proporsi butiran halus yang lebih banyak sebagai akibat dari berat jenis pasir pantai yang lebih kecil sehingga pasir pantai dapat menghasilkan titik kontak yang lebih banyak diantara agregat walaupun bentuknya bulat dan menyebabkan nilai *flow*-nya rendah. Berdasarkan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton Bina Marga 1987, nilai *flow* untuk beton aspal lalu lintas berat adalah 2-4 mm, dan dari gambar grafik 6.7 maka yang memenuhi spesifikasi adalah pada variasi kadar pasir pantai 25%.

### 3. VITM (*Void In Total Mix*)

Nilai VITM menunjukkan banyaknya rongga dalam campuran, yang dinyatakan dalam persentase terhadap total volume campuran agregat dan aspal. Persentase rongga yang disyaratkan untuk campuran beton aspal adalah 3%-5%. Nilai VITM oleh Bina Marga mensyaratkan batas maksimum 5% dan batas minimum 3%, batas maksimum tersebut dimaksudkan untuk mendapatkan keawetan campuran dan batas minimum untuk mencegah terjadinya deformasi plastis.

Dalam campuran harus tersedia cukup rongga yang terisi udara yang berfungsi untuk menyediakan ruang gerak bagi unsur-unsur dalam campuran sesuai dengan keelastisan bahan penyusunnya. Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik VITM seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.10 berikut ini.



Gambar 6.10 Grafik hubungan antara variasi kadar pasir pantai dengan VITM

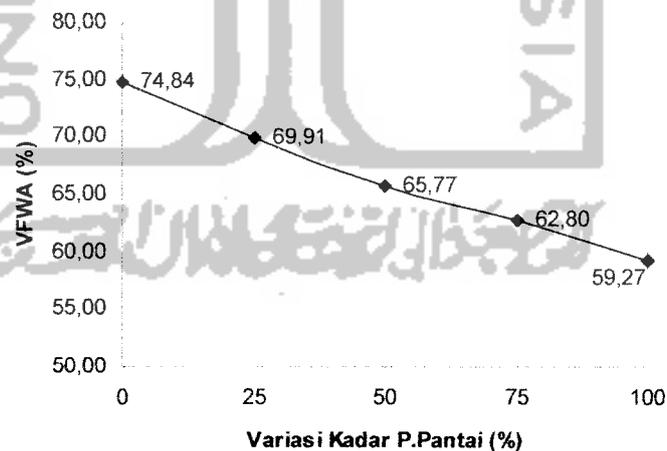
Dari hasil pengujian pada grafik 6.10 dapat dilihat bahwa dengan penambahan pasir pantai nilai VITM semakin meningkat, hal ini dikarenakan

pasir pantai memiliki bentuk yang bulat, sehingga mengakibatkan pasir pantai sulit mengisi rongga diantara agregat pada saat proses pemadatan yang menyebabkan nilai VITM meningkat.

#### 4. VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

Nilai VFWA menunjukkan banyaknya persen rongga yang ada dalam campuran terisi aspal. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai VFWA adalah gradasi agregat, kadar aspal, jumlah dan temperatur pemadatan. Besarnya nilai VFWA berpengaruh pada kedekatan campuran terhadap air dan udara yang pada akhirnya akan berpengaruh pada keawetan suatu perkerasan. Secara teoritis nilai VFWA dipengaruhi oleh kadar aspal, *density*, berat jenis, dan nilai VMA.

Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik VFWA yang ditunjukkan pada gambar 6.11.



Gambar 6.11 Grafik hubungan antara variasi kadar pasir pantai dengan VFWA

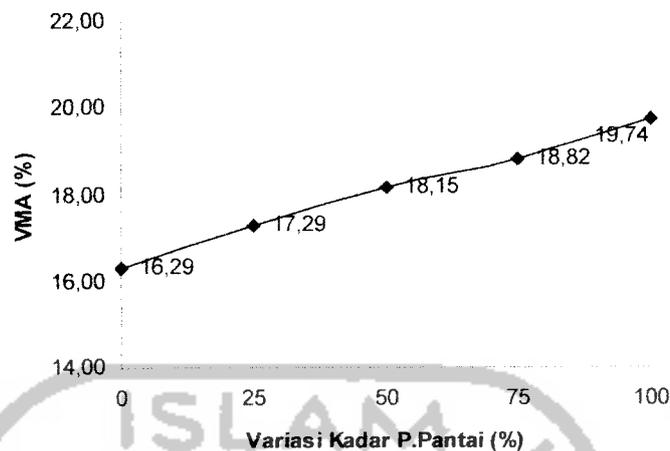
Dari gambar grafik 6.11 hasil pegujian menunjukkan bahwa dengan bertambahnya pasir pantai nilai VFWA semakin turun. Hal ini dikarenakan pasir

pantai mempunyai berat jenis yang lebih kecil dibandingkan pasir Wangon sehingga pada berat yang sama pasir pantai mempunyai volume yang lebih besar. Hal ini menyebabkan lapisan aspal pada campuran yang menggunakan agregat pasir pantai lebih tipis jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan pasir Wangon, karena luas permukaan agregat menjadi lebih besar dan banyaknya aspal yang terserap dalam agregat sebagai dampak dari penyerapan pasir pantai yang tinggi. Sehingga pada kadar aspal yang sama dengan bertambahnya pasir pantai rongga yang bertambah besar sedikit terisi aspal.

Sesuai dengan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton dari Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 1987, tidak ada batasan untuk nilai VFWA.

#### **5. VMA (*Void in Mineral Aggregate*)**

VMA adalah volume rongga yang terdapat diantara butir-butir agregat suatu campuran beraspal padat, termasuk rongga yang terisi aspal efektif, dinyatakan dalam persen volume. Nilai VMA dapat juga dinyatakan sebagai rongga yang tersedia untuk ditempati volume aspal dan volume udara yang diperlukan dalam campuran agregat dan aspal. Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik VMA yang ditunjukkan pada gambar 6.12 berikut ini.



Gambar 6.12 Grafik hubungan antara variasi kadar pasir pantai dengan VMA

Dari gambar 6.12 menunjukkan bahwa nilai VMA naik dengan bertambahnya kadar pasir pantai. Hal ini dikarenakan oleh berat jenis pasir pantai lebih kecil sehingga volume pasir pantai besar. Dengan kadar aspal yang sama peran aspal untuk mendorong mekanisme penggelinciran butiran halus pada proses pemadatan menjadi kurang maksimal sehingga menyebabkan jarak antar agregat besar. Selain itu nilai VITM yang semakin tinggi dengan bertambahnya pasir pantai juga berdampak pada besarnya jarak antar agregat.

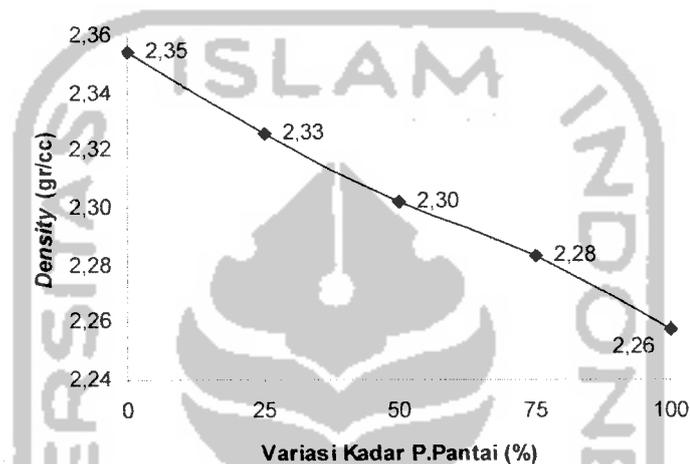
Spesifikasi Bina Marga 1987 mensyaratkan VMA untuk campuran berdasarkan ukuran nominal maksimal agregat, dalam hal ini  $\frac{1}{2}$  inch dengan VMA minimal 15%, dan selama penambahan variasi kadar pasir pantai nilai VMA masuk dalam spesifikasi Bina Marga.

## 6. Density

Nilai kepadatan campuran (*density*) menunjukkan derajat kepadatan suatu campuran yang sudah dipadatkan. Campuran dengan nilai *density* tinggi

cenderung akan mampu menahan beban yang lebih besar dibanding dengan campuran yang nilai *density*-nya rendah. Nilai *density* yang tinggi menunjukkan campuran yang kompak dan rongga yang ada sedikit.

Dari hasil pengujian di Laboratorium diperoleh nilai grafik *density* yang ditunjukkan pada gambar 6.13 berikut ini.



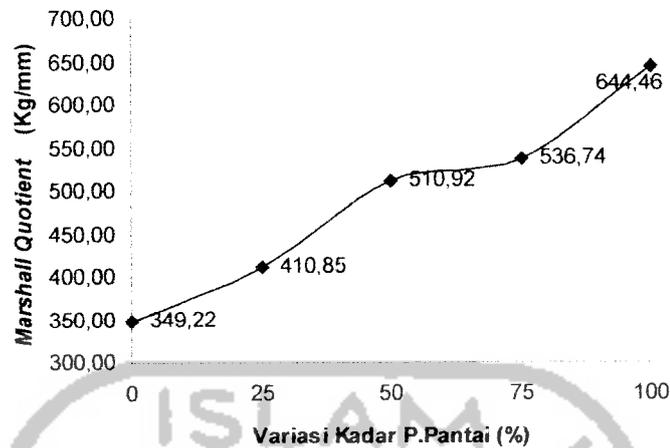
Gambar 6.13 Grafik hubungan antara variasi kadar pasir pantai dengan *density*

Dari gambar 6.13 dapat dilihat bahwa nilai *density* pada saat penambahan variasi kadar pasir pantai cenderung turun. Hal ini dikarenakan oleh perbedaan berat jenis dari kedua macam pasir yang digunakan. Sehingga dengan berat yang sama, pasir pantai yang memiliki berat jenis yang lebih kecil mempunyai volume yang lebih besar, hal ini menyebabkan bahan pengisi agregat campuran Laston yang menggunakan pasir pantai lebih banyak. Sehingga campuran Laston yang menggunakan pasir pantai memiliki volume yang lebih besar akan memiliki nilai *density* yang lebih kecil. Selain itu dilihat dari porinya, campuran yang menggunakan pasir pantai memiliki pori yang lebih besar daripada campuran yang menggunakan pasir Wangon (lihat gambar 6.10).

Dalam spesifikasi teknik campuran beton aspal tidak ada persyaratan khusus dari Bina Marga mengenai nilai *density*. Nilai *density* digunakan untuk persyaratan teknis lapangan, yaitu kepadatan lapangan tidak boleh kurang dari 96% kepadatan laboratorium.

### **7. MQ (*Marshall Quotient*)**

Nilai *Marshall Quotient* merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan kelelehan, dan digunakan sebagai pendekatan terhadap tingkat fleksibilitas dari suatu lapis perkerasan. Stabilitas yang tinggi disertai dengan *flow* yang rendah menyebabkan perkerasan menjadi kaku dan getas. Sebaliknya stabilitas yang rendah dengan *flow* yang tinggi menunjukkan campuran lebih bersifat plastis dan apabila menerima beban lalu lintas, maka perkerasan akan mengalami deformasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai MQ adalah stabilitas dan *flow*. Ini berarti bahwa nilai MQ juga tergantung pada faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitas dan *flow*, seperti : bentuk, tekstur permukaan, gradasi agregat, daya lekat, kadar aspal, viskositas aspal, jumlah dan temperatur pemadatan. Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik MQ yang ditunjukkan pada gambar 6.14 berikut ini.



Gambar 6.14 Grafik hubungan antara variasi kadar pasir pantai dengan MQ

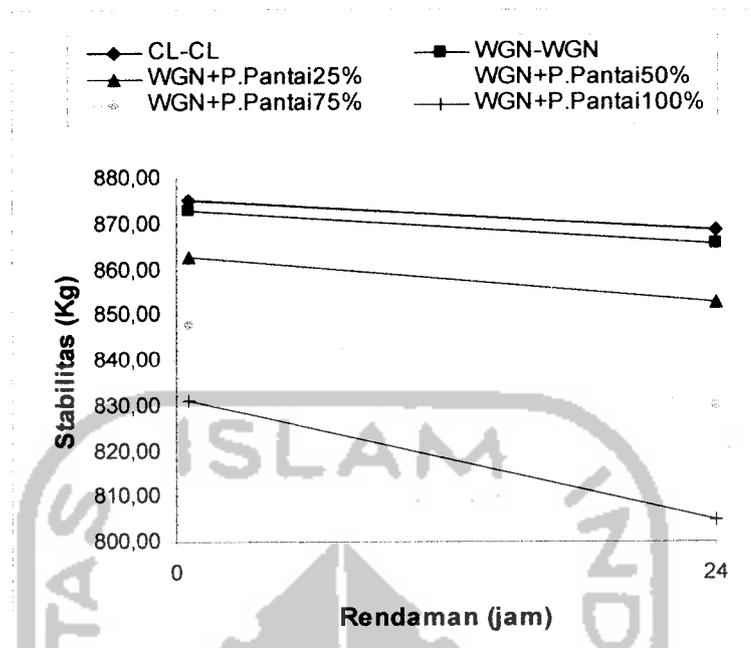
Dari gambar 6.14 dapat dilihat bahwa nilai MQ pada variasi kadar pasir pantai 25%-100% naik, hal ini disebabkan nilai *flow* yang rendah dan nilai stabilitas yang tinggi.

Sesuai dengan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Beton Aspal Bina Marga 1987, spesifikasi persyaratan nilai MQ adalah 200-350 kg/mm, dan dari grafik 6.9 maka variasi kadar pasir pantai mulai 25%-100% tidak ada yang masuk.

### 6.3 Marshall Properties Rendaman 24 jam

#### 1. Stabilitas

Stabilitas rendaman 24 jam dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kemampuan perkerasan untuk menahan beban pada kondisi banjir. Nilai stabilitas rendaman 0,5 jam dan rendaman 24 jam dapat dilihat pada gambar 6.9 berikut ini.



Gambar 6.15 Grafik hubungan antara rendaman dan stabilitas

Dari gambar 6.15 diketahui nilai stabilitas pada rendaman 24 jam mengalami penurunan dibandingkan dengan rendaman 30 menit. Hal ini karena sifat air yang merusak. Sifat air yang merusak ini menyebabkan ikatan adhesi antara aspal dan agregat terganggu akibat kehadiran air.

## 2. Retained Marshall Stability

*Retained Marshall Stability* (indeks kekuatan sisa Marshall) dihasilkan karena adanya proses perendaman. Indeks ini menunjukkan kekuatan yang masih dimiliki campuran setelah mengalami proses perendaman. Pada penelitian ini, perendaman diberikan selama 24 jam pada suhu 60°C. *Retained Marshall Stability* digunakan untuk menentukan turunnya nilai kekuatan (*strength*) dan kekakuan (*stiffness*) campuran beraspal akibat air.

Kriteria minimum untuk nilai *Retained Marshall Stability* adalah 75% (Bina Marga 1987). Apabila suatu campuran yang memiliki nilai *Retained Marshall Stability*  $\geq 75\%$  berarti campuran perkerasan tersebut mempunyai daya tahan yang baik terhadap air, sehingga campuran perkerasan tersebut tahan terhadap kerusakan oleh kehadiran air.

Nilai *Retained Marshall Stability* dihitung dengan membandingkan nilai stabilitas setelah direndam 24 jam (S2) dengan nilai stabilitas yang direndam selama 30 menit (S1).

Dari hasil pengujian *immersion test* pada campuran yang menggunakan agregat Wangon didapatkan nilai stabilitas (S2) sebesar 865,68 Kg dan pengujian *Marshall standard* dihasilkan nilai stabilitas (S1) sebesar 873,05 Kg. Hasil perhitungan indeks tahanan campuran beton aspal adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Retained Marshall Stability} &= \frac{S2}{S1} \times 100\% \\ &= \frac{865,68}{873,05} \times 100\% \\ &= 99,15\% \geq 75\% \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian *immersion test* pada campuran yang menggunakan agregat Wangon ditambah pasir pantai 25 % didapatkan nilai stabilitas (S2) sebesar 852,90 Kg dan pengujian *Marshall standard* dihasilkan nilai stabilitas (S1) sebesar 862,78 Kg. Hasil perhitungan indeks tahanan campuran beton aspal adalah sebagai berikut :

$$\text{Retained Marshall Stability} = \frac{S2}{S1} \times 100\%$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{852,90}{862,78} \times 100\% \\
 &= 98,854\% \geq 75\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian *immersion test* pada campuran yang menggunakan agregat Wangon ditambah pasir pantai 50% didapatkan nilai stabilitas (S2) sebesar 840,47 Kg dan pengujian *Marshall standard* dihasilkan nilai stabilitas (S1) sebesar 853,23 Kg. Hasil perhitungan indeks tahanan campuran beton aspal adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Retained Marshall Stability} &= \frac{S2}{S1} \times 100\% \\
 &= \frac{840,47}{853,23} \times 100\% \\
 &= 98,536\% \geq 75\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian *immersion test* pada campuran yang menggunakan agregat Wangon ditambah pasir pantai 75 % didapatkan nilai stabilitas (S2) sebesar 829,74 Kg dan pengujian *Marshall standart* dihasilkan nilai stabilitas (S1) sebesar 848,05 Kg. Hasil perhitungan indeks tahanan campuran beton aspal adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Retained Marshall Stability} &= \frac{S2}{S1} \times 100\% \\
 &= \frac{829,74}{848,05} \times 100\% \\
 &= 97,840\% \geq 75\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian *immersion test* pada campuran yang menggunakan agregat Wangon ditambah pasir pantai 100 % didapatkan nilai stabilitas (S2)

sebesar 804,69 Kg dan pengujian *Marshall standard* dihasilkan nilai stabilitas (S1) sebesar 831,35 Kg. Hasil perhitungan indeks tahanan campuran beton aspal adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Retained Marshall Stability} &= \frac{S2}{S1} \times 100\% \\ &= \frac{804,69}{831,35} \times 100\% \\ &= 96,792 \% \geq 75 \% \end{aligned}$$

Dari hasil di atas diketahui bahwa campuran memiliki nilai *Retained Marshall Stability*  $\geq 75\%$ , berarti semua campuran memiliki ketahanan kekuatan terhadap air, suhu dan udara. Campuran agregat kasar, halus Clereng mempunyai nilai *Retained Marshall Stability* lebih besar dibandingkan campuran agregat Wangon, hal ini dikarenakan bentuk agregat Clereng yang bersudut dan rongga pada campuran yang lebih sedikit sehingga menyebabkan air yang masuk ke dalam campuran sedikit. Kemudian untuk campuran Laston menggunakan agregat kasar, halus Wangon mempunyai nilai *Retained Marshall Stability* lebih besar dibandingkan dengan campuran Laston dengan penambahan pasir pantai dan mengalami penurunan nilai stabilitas 0,84%, hal ini disebabkan nilai VFWA lebih besar dibandingkan dengan campuran yang menggunakan pasir pantai menyebabkan selimut aspal lebih tebal dan nilai VITM yang lebih rendah dibandingkan campuran yang menggunakan pasir pantai akan mengakibatkan meningkatnya sifat durabilitas beton aspal. Dengan bertambahnya kadar pasir pantai besarnya nilai penurunan semakin besar karena penyerapan pasir pantai yang tinggi sehingga air yang masuk ke dalam rongga campuran banyak. Selain

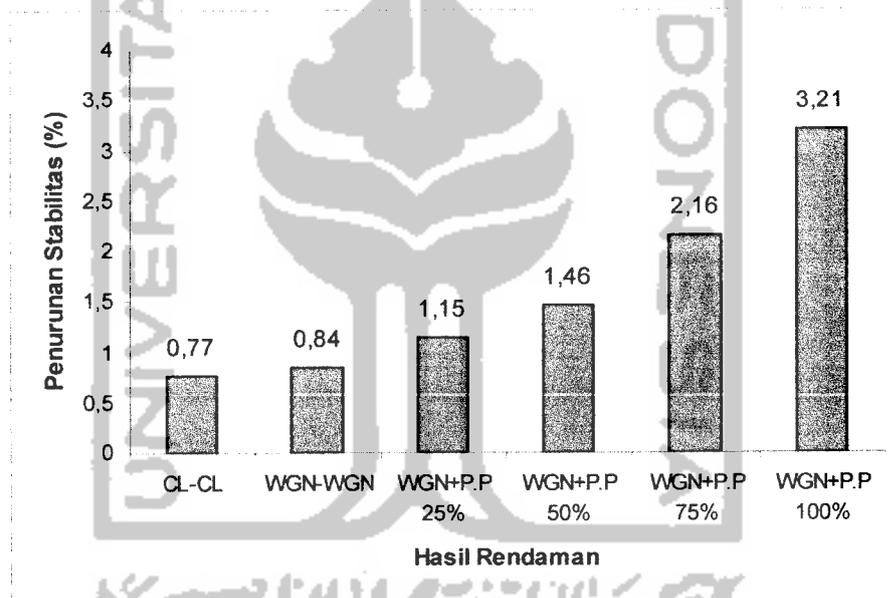
itu nilai VFWA yang rendah serta VITM yang tinggi menyebabkan campuran Laston menggunakan pasir pantai akan mudah ditembus air, sehingga oksidasi terhadap lapisan mudah terjadi, dan lapis perkerasan menjadi lebih cepat rusak.

Pada penelitian ini terlihat bahwa setelah dilakukan uji *Immersion* nilai *Retained Marshall Stability* yang dihasilkan sangat besar dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang menggunakan jenis aspal dan agregat yang sama, dikarenakan nilai VITM yang kecil. Hal ini sesuai dengan Silvia Sukirman (1999) yang mengatakan bahwa VITM yang kecil menyebabkan lapis kedap air dan udara tidak masuk ke dalam campuran yang menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh/getas. Untuk campuran Laston dengan tambahan pasir pantai mempunyai nilai *Retained Marshall Stability* yang besar walaupun nilai VITM-nya tinggi. Hal ini dikarenakan titik lembek aspal yang tinggi dan hampir mendekati nilai maksimum pada spesifikasi Bina Marga, sesuai dengan pernyataan Sukirman (1999) bahwa aspal dengan titik lembek yang lebih tinggi kurang peka terhadap perubahan temperatur dan lebih baik untuk bahan pengikat konstruksi perkerasan.

Untuk memperjelas uraian tentang perubahan stabilitas setelah benda uji mengalami proses perendaman, dapat dilihat pada tabel 6.9 dan gambar 6.16 berikut ini.

Tabel 6.9 Nilai Penurunan Nilai Stabilitas Akibat Rendaman 24 Jam

Agregat		KAO (%)	Stabilitas (Kg)		Retained Marshall Stability ( $\geq 75\%$ )
Kasar	Halus (tertahan saringan #100 dan #200)		30 menit	24 jam	
Clereng	Clereng	5,65	875,21	868,43	99,22504393
Wangon	Wangon	5,85	873,05	865,68	99,15547187
Wangon	P.Pantai (25% P.Wangon)	5,85	862,78	852,90	98,85481183
Wangon	P.Pantai (50% P.Wangon)	5,85	853,23	840,74	98,53652986
Wangon	P.Pantai (75% P.Wangon)	5,85	848,05	829,74	97,84084197
Wangon	P.Pantai (100% P.Wangon)	5,85	831,35	804,69	96,79223421



Gambar 6.16 Grafik penurunan nilai stabilitas setelah proses perendaman