

## **KAJIAN HUBUNGAN BATASAN KRITERIA MARSHALL QUOTIENT DENGAN RATIO PARTIKEL LOLOS SARINGAN NO.#200 – BITUMEN EFEKTIF PADA CAMPURAN JENIS LASTON**

**Louis Christian Lagonda**

**O. H. Kaseke, S.V. Pandey**

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

Email : [lagondalouischristian@gmail.com](mailto:lagondalouischristian@gmail.com)

### **ABSTRAK**

*Marshall Quotient (MQ) merupakan hasil bagi antara Stabilitas dan Flow yang diperoleh dari uji tekan dengan metode Marshall sedangkan besaran Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200-Bitumen Efektif diperoleh dan dihitung dari komposisi campuran. Spesifikasi Teknik Bina Marga tahun 2010 Revisi 2 untuk campuran Lapis Aspal Beton (LASTON) semula ada batasan MQ namun pada revisi 3 MQ telah ditiadakan dan diganti dengan Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200-Bitumen Efektif dengan batasan 1,0 sampai dengan 1,4. Dalam penelitian ini akan dikaji hubungan dan pengaruh Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200-Bitumen Efektif terhadap MQ pada campuran LASTON.*

*Penelitian ini menggunakan material batu pecah dari lokasi sumber Kakaskasen dan Aspal penetrasi 60/70 ex Pertamina yang tersedia di Laboratorium Teknik Perkerasan Jalan Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Bahan Filler tambahan menggunakan Portland Cement (PC). Proses penelitian ini dimulai dengan pemeriksaan persyaratan material dan perancangan komposisi agregat sesuai persyaratan gradasi LASTON, dibuat benda uji untuk pengujian Marshall dan hasil uji dianalisis, sehingga diperoleh kadar Aspal terbaik. Selanjutnya, dirancang komposisi dengan kadar Aspal tetap tapi kandungan Filler berubah – ubah sehingga Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200 - Bitumen Efektif bervariasi menjadi 0.63, 0.95, 1.2, 1.45, dan 1.75.*

*Dari pemeriksaan di laboratorium diperoleh untuk Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200 - Bitumen Efektif 0.63 nilai MQ adalah 395 kg/mm, pada nilai Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200 - Bitumen Efektif 0.95 MQ adalah 417 kg/mm, pada nilai Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200 - Bitumen Efektif 1.2 MQ adalah 439 kg/mm, pada nilai Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200 - Bitumen Efektif 1.45 MQ adalah 463 kg/mm, dan pada nilai Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200 - Bitumen Efektif 1.75 MQ adalah 489 kg/mm. Dengan kata lain hubungan antara MQ dengan Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200 - Bitumen Efektif adalah sebagai berikut, jika Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200 - Bitumen Efektif relatif kecil menghasilkan nilai MQ yang rendah, sebaliknya Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200 - Bitumen Efektif lebih besar, menghasilkan nilai MQ yang tinggi. Dengan menggunakan batasan Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200 - Bitumen Efektif antara 1.0 sampai dengan 1.4 nilai MQ yang diperoleh adalah 420 kg/mm sampai dengan 460 kg/mm. Batasan MQ yang sebelumnya hanya memberikan batas minimum 250 kg/mm.*

*Sebaiknya menggunakan nilai Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200 - Bitumen Efektif yang tinggi karena akan menghasilkan MQ yang besar, namun kandungan kadar Aspal (Bitumen) harus diperhatikan karena kandungan bitumen akan berpengaruh pada nilai Void In Mix (VIM).*

**Kata Kunci : Lapis Aspal Beton-Lapis Aus, Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200 - Bitumen Efektif, Marshall Quotient,**

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Laston (Lapisan Aspal Beton) adalah lapis perkerasan aspal campuran panas. Menurut spesifikasi Bina Marga aspal beton dibedakan atas 3 (tiga) macam lapisan, yaitu Laston Lapis Aus (*Asphalt Concrete-Wearing Course* atau *AC-WC*), Laston Lapis Antara (*Asphalt Concrete-Binder Course* atau *AC-BC*) dan Laston Lapis Pondasi (*Asphalt Concrete-Base* atau *AC-Base*), Bina Marga (2007).

Salah satu jenis campuran beraspal panas yang digunakan sebagai lapisan permukaan adalah Laston Lapis Aus (*Asphalt Concrete-Wearing Course* atau *AC-WC*), dimana agregatnya bergradasi menerus. Berdasarkan Spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 2 untuk mengevaluasi LASTON masih digunakan metode *Marshall*, Kriteria *Marshall* meliputi Stabilitas, Kelelahan Plastis (*Flow*), Rongga udara dalam campuran (*Void in Mix/VIM*), Rongga antar Mineral Agregat (*Void in Mineral Agregat/VMA*), Volume Pori antar butir Agregat terisi Aspal (*Void Filled by Bitumen/VFB*), dan *Marshall Quotient*. Pada Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 revisi 2 dan sebelumnya terdapat besaran *Marshall Quotient* yaitu besaran hasil bagi dari nilai Stabilitas dan *Flow* sedangkan dalam revisi terbaru (Spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi ke 3 Tahun 2013) *Marshall Quotient* tidak disyaratkan lagi dan diganti dengan angka atau *Ratio* (hasil bagi) antara persentasi *Filler* dengan persentasi Bitumen Efektif dalam batasan minimum 1,0% sampai dengan maximum 1,4%. Jadi dalam penelitian ini akan mengevaluasi *Marshall Quotient* dengan *ratio filler bitumen konten* dengan cara membuat variasi kadar *Filler* agar dapat dilihat hubungannya .

### Rumusan Masalah

Berdasarkan hal-hal diatas, maka dalam penelitian ini akan dikaji hubungan batasan kriteria *Marshall Quotient* dengan *Ratio Partikel Lolos Saringan no.#200* dengan kadar Bitumen efektif pada campuran jenis LASTON.

### Batasan Masalah

Pada penelitian ini pembahasan dibatasi sebagai berikut :

- Penelitian hanya dibatasi pada campuran beraspal panas (*hotmix*) jenis campuran AC-WC.
- Penelitian hanya dilakukan di laboratorium dan tidak akan melakukan uji lapangan, sampai dengan pengujian *Marshall*.
- Aspal yang digunakan adalah Aspal Penetrasi 60-70
- Material tidak akan diteliti secara Kimiawi

### Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji hubungan antara *Marshall Quotient* dengan *Rasio* antara *Filler* dengan *Bitumen Konten* pada campuran AC-WC yang diperoleh berdasarkan Metode *Marshall* melalui pengujian di laboratorium.

### Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Penelitian ini dilakukan agar dapat diketahui hasil mengenai hubungan perbandingan antara *Filler* dengan Aspal Efektif dengan besaran *Marshall Quotient*
- Dapat dijadikan acuan untuk perancangan campuran Aspal panas di Laboratorium.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Spesifikasi campuran AC-WC

Lapisan ini adalah lapisan yang berhubungan langsung dengan roda kendaraan sehingga lapisan ini di rancang untuk tahan terhadap perubahan cuaca, gaya geser, tekanan roda ban kendaraan serta memberikan lapis kedap air untuk lapisan dibawahnya. Sebagai lapis permukaan, lapis aspal beton harus dapat memberikan kenyamanan dan keamanan yang tinggi (Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton untuk Jalan Raya, SKBI-2.4.26.1987).

### Bahan Pengisi (*Filler*)

Bahan pengisi (*filler*) dalam campuran aspal beton adalah bahan yang lolos saringan No.200 (0,075 mm). Macam bahan pengisi yang dapat digunakan ialah abu batu, kapur padam, Portland Cement (PC), debu dolomite, abu terbang, debu tanur tinggi pembuat semen atau bahan mineral tidak plastis lainnya.

Walaupun demikian komposisi *filler* dalam campuran tetap harus dibatasi karena kadar *filler* yang terlalu tinggi akan mengakibatkan campuran menjadi getas (*brittle*) dan retak (*crack*) ketika menerima beban lalu lintas, dan kadar *filler* yang terlalu rendah menyebabkan campuran terlalu lunak pada saat cuaca panas. (Bina Marga 1987).

### Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200-Bitumen Efektif

Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200-Bitumen Efektif adalah perbandingan prosentase jumlah bahan pengisi (*filler*) yang diperlukan terhadap total berat campuran dengan prosentase aspal (*bitumen*) efektif pada campuran. Pengaruh *Ratio Filler-Bitumen* antara lain adalah:

1. Untuk memodifikasi agregat halus (*filler*), sehingga berat jenis campuran meningkat dan jumlah aspal yang diperlukan untuk mengisi rongga akan berkurang.
2. Secara bersamaan akan membentuk suatu campuran pada nilai terbaik yang akan membalut dan mengikat agregat secara optimal.
3. Mengisi ruang antar agregat halus dan kasar, serta meningkatkan kepadatan dan kestabilan.

### Sifat-Sifat Campuran Yang Di Pertimbangkan Dalam Desain

Menurut Silvia Sukirman (2003), terdapat tujuh karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh beton aspal adalah stabilitas, keawetan, kelenturan atau 15 fleksibilitas, ketahanan terhadap kelelahan (*Fatigue Resistance*), kekesatan permukaan atau ketahanan geser, kedap air dan kemudahan pelaksanaan (*Workability*)

### Kriteria Marshall

Kriteria pengujian *Marshall* adalah kriteria yang paling umum digunakan dalam mendesain maupun mengevaluasi sifat-sifat

campuran. Konsep kriteria pengujian *Marshall* yang kemudian dikembangkan oleh U.S Corps of Engineer dan prosedur pengujiannya mengikuti AASHTO T 245-74 Tahun 1974. Kriteria pengujian *Marshall* terdiri atas :

#### 1. Stabilitas

Menurut The Asphalt Institute, Mudianto (2004), stabilitas adalah kemampuan campuran aspal untuk menahan deformasi akibat beban yang bekerja tanpa mengalami deformasi permanen seperti gelombang, alur ataupun bleeding yang dinyatakan dalam satuan kg atau lb. Menurut The Asphalt Institute, Mudianto (2004), Pengukuran stabilitas dengan test *Marshall* diperlukan untuk mengetahui kekuatan tekan geser dari contoh / sampel yang ditahan dua sisi kepala penekan (porsi tahanan kohesi lebih dominan dari porsi tahanan penguncian butir) dengan nilai stabilitas yang cukup tinggi diharapkan perkerasan dapat menahan lalu lintas tanpa terjadi kehancuran geser (SNI-06-2489-1991).

#### 2. Rongga Udara dalam Campuran/*Void In Mix (VIM)*

*Void in Mix* atau disebut juga rongga dalam campuran digunakan untuk mengetahui besarnya rongga campuran, sedemikian sehingga rongga tidak terlalu kecil yang akan menimbulkan *bleeding* atau terlalu besar yang dapat menimbulkan oksidasi / penuaan aspal dengan masuknya udara dan sinar *ultra violet* (SNI-06-2489-1991).

$$VIM = 100 \times \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}}$$

Keterangan :

*VIM* : Rongga udara dalam campuran padat, persen dari total volume.

$G_{mm}$  : Berat jenis maksimum campuran.

$G_{mb}$  : Berat jenis curah campuran padat.

#### 3. Rongga Terisi Aspal/*Void Filled Bitumen (VFB)*

*Void Filled with Bitumen (VFB)*, adalah volume pori di antara partikel-partikel agregat yang terisi aspal dalam campuran padat, yang dinyatakan dalam (%) terhadap volume total campuran. Parameter *VFB* diperlukan untuk mengetahui apakah perkerasan memiliki keawetan (*durability*) dan tahan air (*impermeability*) yang cukup memadai. (SNI-06-2489-1991)

$$VFB = 100 \times \frac{VMA - VIM}{VMA}$$

Keterangan :

- VFB* : Rongga udara yang terisi aspal, prosentase dari *VMA*, (%)  
*VMA* : Rongga udara pada mineral agregat, prosentase dari volume total, (%)  
*VIM* : Rongga udara pada campuran setelah pemadatan, (%)

#### 4. Rongga pada Campuran Agregat/Void Mineral Agregate (*VMA*)

*Void in Mineral Agregat* atau rongga pada campuran agregat adalah rongga antar butiran agregat, terdiri dari rongga udara serta aspal efektif yang dinyatakan dalam prosentase volume total campuran. Bila rongga udara serta kadar aspal telah diketahui, maka hanya tingkat absorpsi agregat yang belum terungkap. Dengan pertimbangan bahwa penilaian agregat sudah dilakukan pada tahap perencanaan, maka parameter *VMA* dapat dianggap tidak diperlukan lagi (SNI-06-2489-1991).

$$VMA = 100 \times \frac{G_{mb} \times P_S}{G_{sb}}$$

Keterangan :

- VMA* : Rongga dalam agregat mineral (persen volume curah)  
*G<sub>sb</sub>* : Berat jenis curah agregat.  
*P<sub>s</sub>* : Agregat, persen berat total campuran.  
*G<sub>mb</sub>* : Berat jenis curah campuran padat.

Atau, jika komposisi campuran ditentukan sebagai persen berat agregat, maka *VMA* dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$VMA = 100 \times \frac{G_{mb}}{G_{sb}} \times \frac{100}{100 + P_b} - 1$$

Keterangan :

- P<sub>b</sub>* : Aspal, persen berat agregat.  
*G<sub>mb</sub>* : Berat jenis curah campuran padat.  
*G<sub>sb</sub>* : Berat jenis curah agregat.

#### 5. Kelelahan / *Flow*

Parameter *flow* diperlukan untuk mengetahui deformasi vertikal campuran saat dibebani hingga hancur (pada stabilitas maksimum). *Flow* akan meningkat seiring dengan meningkatnya kadar aspal. Campuran berkadar aspal rendah lebih tahan terhadap

deformasi jika ditempatkan di as jalan, sedangkan campuran berkadar aspal tinggi akan lebih kuat menahan deformasi jika ditempatkan di bagian tepi perkerasan (tanpa tahanan samping). (SNI-06-2489-1991)

#### 6. Marshall Quotient

Marshall Quotient (MQ) yaitu hasil bagi stabilitas dan flow, yang digunakan sebagai indikator kelenturan yang potensial terhadap keretakan. Nilai *Marshall Quotient* dinyatakan dalam kg/mm. (Hardiyatmo, H.C, 2007). Dua parameter yang penting yang ditentukan dalam pengujian tersebut, seperti beban maksimum yang dapat dipikul benda uji sebelum hancur atau Marshall Stability dan deformasi permanen dari sampel sebelum hancur, yang disebut *Marshall Flow*, serta turunan dari keduanya yang merupakan perbandingan antara *Marshall Stability* dengan *Marshall Flow* yang disebut dengan *Marshall Quotient*, yang merupakan nilai kekakuan berkembang (*speudo stiffness*), yang menunjukkan ketahanan campuran beraspal terhadap deformasi permanen (Read, J, 2003)

$$\text{Marshall Quotient} = \frac{\text{Stabilitas}}{\text{Flow}}$$

#### 7. Evaluasi Nilai Volumetrik Campuran Beraspal

Untuk mengetahui karakteristik campuran yang direncanakan memenuhi kriteria yang telah ditentukan, perlu dilakukan evaluasi hasil pengujian Marshall, disamping nilai stabilitas dan pelelehan, juga terhadap hasil perhitungan volumetrik. Disamping kekuatan (stabilitas dan pelelehan), kinerja campuran beraspal sangat ditentukan oleh volumetrik campuran dalam keadaan padat. (Sukirman, S, 2003)

#### METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Transportasi Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi, dengan menggunakan metode pengujian berdasarkan pada pedoman perencanaan campuran beraspal panas dengan metode Spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 3.

Seperti telah disampaikan di bab I bahwa jenis campuran beraspal panas yang dipilih untuk penelitian ini adalah *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*. Tahapan-tahapan yang dilakukan meliputi :

- a. Mendapatkan data persyaratan untuk agregat, aspal dan jenis campuran yang akan digunakan dalam penelitian ini.
- b. Pengambilan sampel material yang bersumber dari Desa Kakaskasen, dan menggunakan Aspal penetrasi 60/70 yang telah disediakan dilaboratorium.
- c. Pemeriksaan awal yaitu abrasi untuk melihat apakah material sudah memenuhi syarat untuk melakukan pemeriksaan lanjutan, kemudian analisa saringan dan berat jenis sebagai acuan untuk dapat merancang komposisi campuran.
- d. Perancangan komposisi agregat dan menghitung perkiraan kadar aspal.
- e. Pembuatan 15 sampel benda uji dengan 5 variasi kadar aspal perkiraan.
- f. Pengujian benda uji Marshall dengan tujuan mendapatkan sifat-sifat seperti : Stabilitas, *Flow*, VIM (*Void In Mix*), VFB (*Void Filled With Bitumen*), VMA (*Void Mix Aggregate*), Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200 - Bitumen Efektif dan *Marshall Quotient* (MQ).
- g. Dari hasil rekapitulasi perhitungan *Marshall* maka diperoleh kadar Aspal terbaik
- h. Setelah diperoleh kadar Aspal terbaik, dibuat perancangan komposisi dengan ratio *filler* terhadap Bitumen Efektif bervariasi. Kadar *filler* yang divariasikan 3.5%, 5.0%, 6.5%, 8.0%, 9.5% menggunakan radasi ideal, dengan menggunakan presentasi berat total campuran 100% yang diperoleh dari komposisi agregat gabungan pada kadar aspal.
- i. Pembuatan benda uji untuk memperoleh data kriteria *Marshall* seperti Stabilitas, *Flow*, VIM (*Void In Mix*), VFB (*Void Filled With Bitumen*), VMA (*Void Mix Aggregate*), *Ratio Filler-Bitumen* dan *Marshall Quotient* (MQ).
- j. Menganalisis komposisi campuran dengan pengujian *Marshall*, untuk memperoleh pengaruh hubungan *Marshall Quotient* dengan *Ratio Filler-Bitumen efektif*.
- k. Selanjutnya adalah kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang diperoleh.

## HASIL PENELITIAN

Evaluasi pengujian campuran aspal panas jenis AC-WC dengan menggunakan material yang diambil dari Kakaskasen, dapat dilihat melalui data hasil penelitian yang diolah sesuai rumus dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

**Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Material Agregat**

Sifat-sifat material/bahan	Hasil Pemeriksaan	Persyaratan
* Agregat Kasar		
Keausan (Abrasi)	35%	Maks. 40 %
Berat jenis <i>bulk</i>	2.40	
Berat jenis <i>SSD</i>	2.43	
Berat jenis <i>apparent</i>	2.47	
Penyerapan	1.33	Maks. 3,0
* Agregat Sedang		
Berat jenis <i>bulk</i>	2.39	
Berat jenis <i>SSD</i>	2.43	
Berat jenis <i>apparent</i>	2.48	
Penyerapan	1.39	Maks. 3,0
* Agregat Halus		
Abu Batu		
Berat jenis <i>bulk</i>	2.34	
Berat jenis <i>SSD</i>	2.38	
Berat jenis <i>apparent</i>	2.44	
Penyerapan	1.81	Maks. 3,0

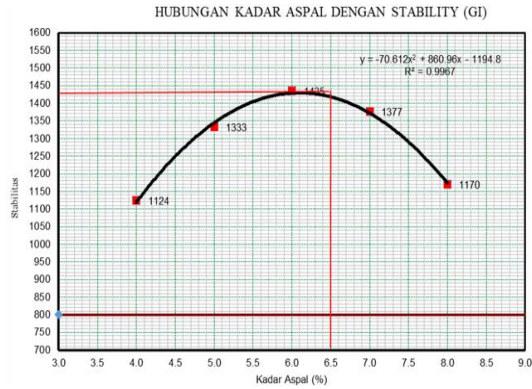
## Campuran beraspal panas AC-WC dan Kriteria Marshall

Dari hasil pemeriksaan yang dilakukan di laboratorium dengan menggunakan variasi kadar aspal, maka di dapat hasil data test *Marshall* yang disajikan dalam bentuk grafik dan tabel.

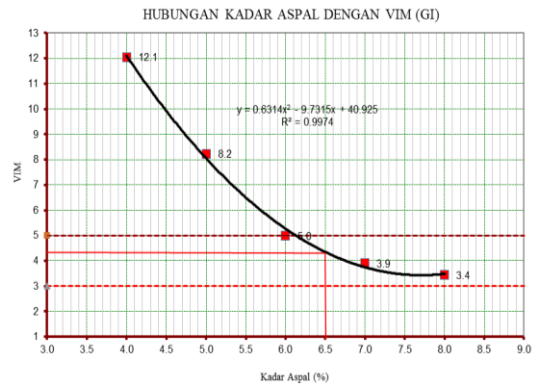
**Tabel 2. Hasil Rekapitulasi Marshall Test (AC-WC)**

Kadar Aspal (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Marshall Quotient (kg/mm)	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	ff/bt
4	1124	2.8	394.4	12.1	17.4	30.8	2.3
5	1333	3.1	432.4	8.2	15.8	48.1	1.6
6	1435	3.3	441.2	5	15.2	66.4	1.3
7	1377	3.5	392	3.9	15.9	75.3	1
8	1170	3.7	301.7	3.4	17.4	80.2	0.9

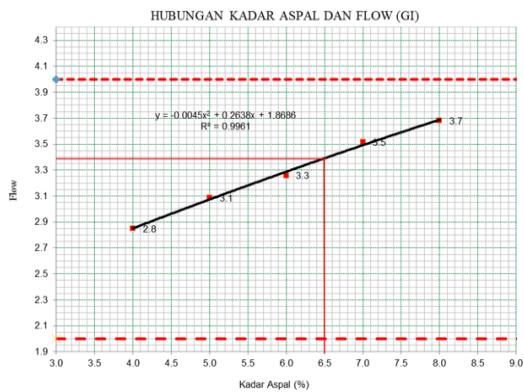




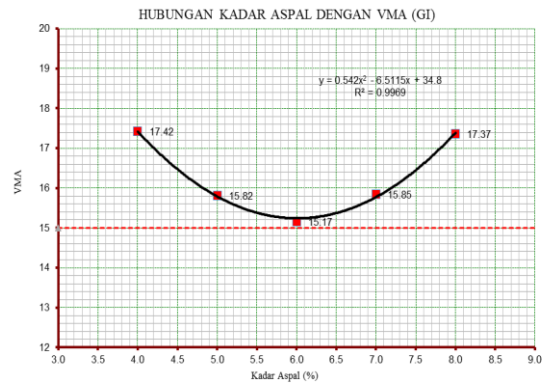
**Grafik 1. Hubungan Kadar Aspal dan Stabilitas**



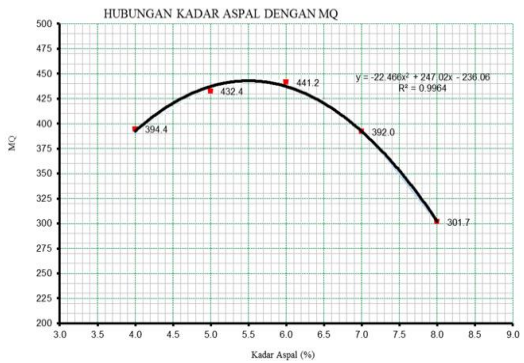
**Grafik 5. Hubungan Kadar Aspal dan VIM**



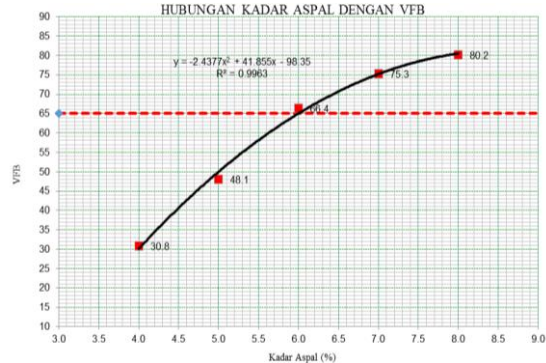
**Grafik 2. Hubungan Kadar Aspal dan Flow**



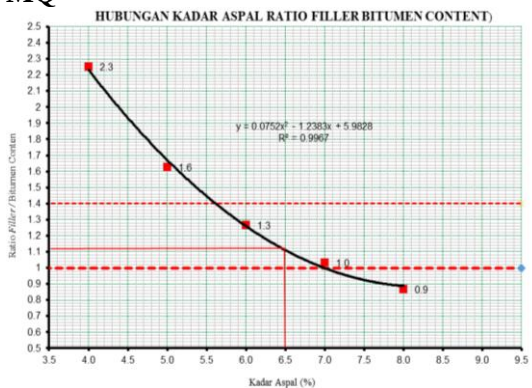
**Grafik 6. Hubungan Kadar Aspal dan VMA**



**Grafik 3. Hubungan Kadar Aspal dan MQ**



**Grafik 7. Hubungan Kadar Aspal dan VFB**



**Grafik 4. Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200 - Bitumen Efektif**

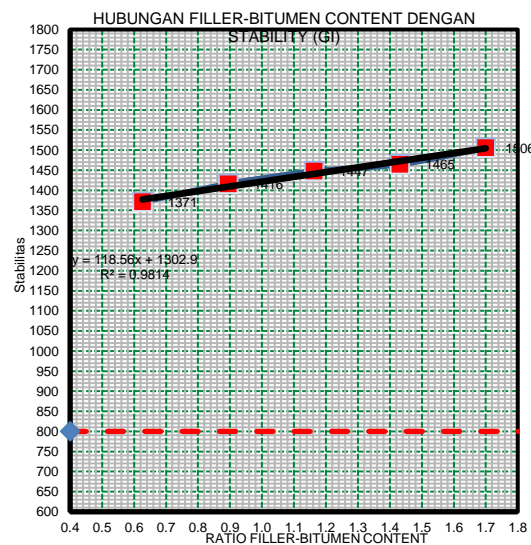
**Pengaruh variasi *Filler* dan Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200-Bitumen Efektif terhadap *Marshall Quotient***

Dalam pembuatan benda uji untuk menganalisa pengaruh *Ratio Filler Bitumen Content* dibuat 5 variasi kadar *filler* yaitu kadar *filler* 3.5%, 5%, 6.5%, 8%, dan 9.5% dengan kadar aspal tetap/optimum yang di dapat dari pengujian *Marshall test* sebelumnya. Untuk mencari komposisi variasi *filler* digunakan gradasi ideal, dimana gradasi gabungan berada diantara batas atas dan bawah Spesifikasi Bina Marga 2010

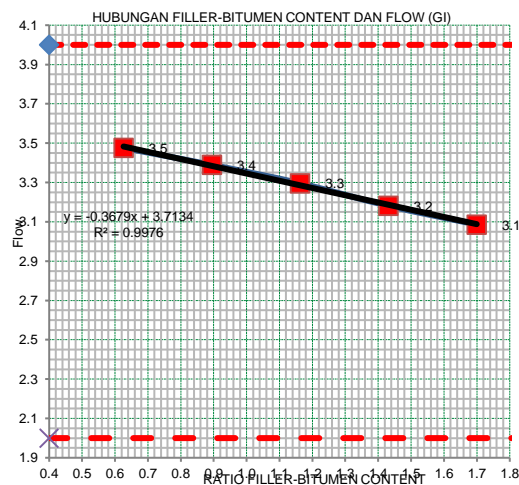
revisi 3, yang di variasikan hanya pada saringan No.# 100 dan No.# 200.

**Tabel 3. Variasi Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200-Bitumen Efektif pada campuran AC-WC**

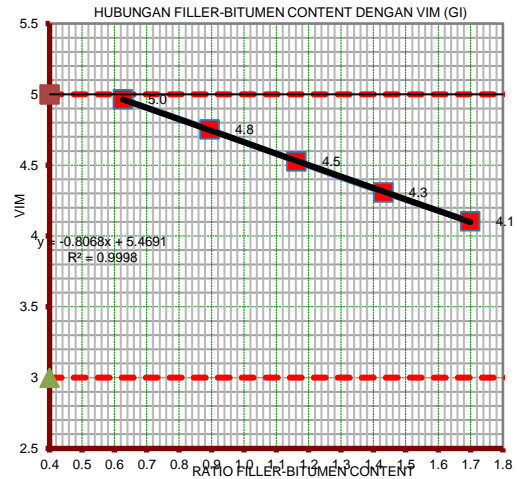
Variasi Filler	ff/bt	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)
3.5	0.6	1371	3.5	395	5	15.8	68.5
5	0.9	1416	3.4	417	4.8	15.6	69.5
6.5	1.2	1447	3.3	439	4.5	15.4	70.6
8	1.4	1465	3.2	463	4.3	15.2	71.7
9.5	1.7	1506	3.1	489	4.1	15	72.7



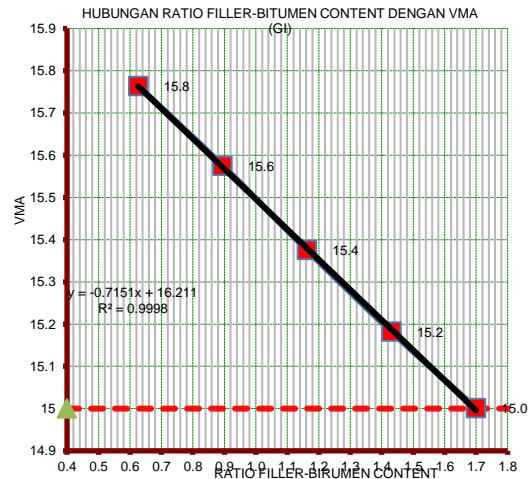
**Grafik 8. Hubungan Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200-Bitumen Efektif dengan Stabilitas**



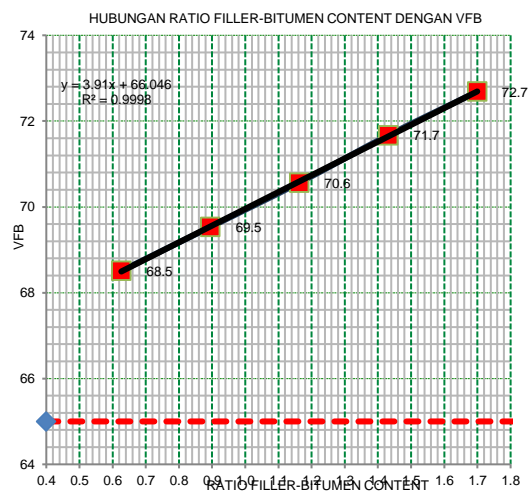
**Grafik 9. Hubungan Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200-Bitumen Efektif dengan Flow**



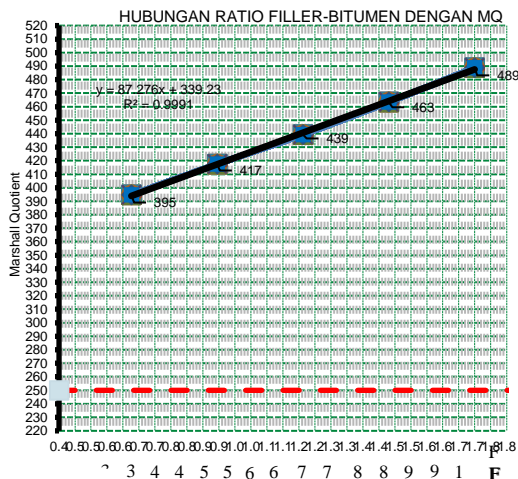
**Grafik 10. Hubungan Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200-Bitumen Efektif dengan VIM**



**Grafik 11. Hubungan Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200-Bitumen Efektif dengan VMA**



**Grafik 12. Hubungan Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200-Bitumen Efektif dengan VFB**



**Grafik 13. Hubungan Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200-Bitumen Efektif dengan Marshall Quotient**

**PENUTUP**

**Kesimpulan**

Dari pemeriksaan di laboratorium diperoleh untuk Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200 - Bitumen Efektif 0.63 nilai MQ adalah 395 kg/mm, pada nilai Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200-Bitumen Efektif 0.95 MQ adalah 417 kg/mm, pada nilai Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200-Bitumen Efektif 1.2 MQ adalah 439 kg/mm, pada nilai Ratio

Partikel Lolos Saringan No.#200-Bitumen Efektif 1.45 MQ adalah 463 kg/mm, dan pada nilai Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200-Bitumen Efektif 1.75 MQ adalah 489 kg/mm. Dengan kata lain hubungan antara MQ dengan Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200-Bitumen Efektif adalah sebagai berikut, jika Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200-Bitumen Efektif relatif kecil menghasilkan nilai MQ yang rendah, sebaliknya Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200-Bitumen Efektif lebih besar, menghasilkan nilai MQ yang tinggi. Dengan menggunakan batasan Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200-Bitumen Efektif antara 1.0 sampai dengan 1.4 nilai MQ yang diperoleh adalah 420 kg/mm sampai dengan 460 kg/mm. Batasan MQ yang sebelumnya hanya memberikan batas minimum 250 kg/mm.

**Saran**

Untuk jenis campuran LASTON sebaliknya menggunakan nilai Ratio Partikel Lolos Saringan No.#200-Bitumen Efektif yang tinggi karena akan menghasilkan MQ yang besar, namun kandungan kadar Aspal (*Bitumen*) harus diperhatikan karena kandungan bitumen akan akan berpengaruh pada nilai *Void In Mix (VIM)*.

**DAFTAR PUSTAKA**

Asphalt Institute, 1983, Thickness Design Asphalt Pavement For Highways and Streets, Manual Series No.1 (MS-1).

Bagus Priyatno, 1999, Perancangan Prasarana Jalan, Dalam Penataran dan Pelatihan Dosen Teknik Sipil Perguruan Tinggi Swasta Kopertis Wilayah VI, September 1999.

Departemen Pekerjaan umum, 1983, Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton Pondasi Atas (Laston Atas), Direktorat Jenderal Bina Marga.

Departemen Pekerjaan Umum, 2007, Rancangan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Divisi VI Perkerasan Beraspal, Edisi April 2007.

Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga : *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton* No. 13/PT/B/1983, 1983.

Hamirhan Saodang, Konstruksi Jalan Raya Buku 2 Perancangan Perkerasan Jalan Raya, Nova, Bandung, 2005

Hardiyatmo, H.C., 2007. Pemeliharaan Jalan Raya, Gajah Mada University Press, Yogyakarta).

Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, Spesifikasi Umum Edisi 2010 (revisi 3).



Laboratorium Rekayasa Jalan Jurusan Teknik Sipil ITB, *buku besar*, Bandung, Maret 2001.

Metode Pengujian Campuran Aspal dengan Alat Marshall, SNI 06-2489-1991

Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton untuk Jalan Raya, SKBI-2.4.26.1987

SNI-06-2489-1991, Pengujian Campuran Beraspal dengan alat *Marshall*

Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan tahun 2010, Departemen Pekerjaan Umum

Sukirman Silvia. Perkerasan Lentur Jalan Raya. Nova, Bandung, 1998

The American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO),  
*Standard Specification for Transportation Materials, and Methods of Sampling and  
Testing, Adopted by AASHTO*, September 1974. AASHTO T11-82

Untung, S.D. 1997. *Konstruksi Jalan Raya*. Universitas Atma Jaya.

Wardano, S.H. 1999. *Hotmix*. Pelatihan Teknis EEPP, Yogyakarta.