

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAH/BELI	
TGL. TERIMA :	06-12-2007
NO. JUDUL :	2740
NO. INV. :	5120002740001
NO. INDUK. :	002740

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENGGUNAAN PASIR VULKANIK  
SEBAGAI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN  
HRS-B**

R.  
625-86  
Har  
P  
A

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Jogjakarta Untuk Memenuhi  
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Satu (S1) Teknik Sipil



xvi, jop. hbl. 28



Disusun oleh

**YOELLISMAR HARAHAHAP**

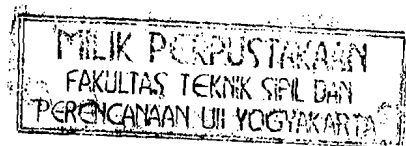
No Mhs : 02 511 146

, jalan - Str  
Camp. HRS-B

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
JOGJAKARTA**

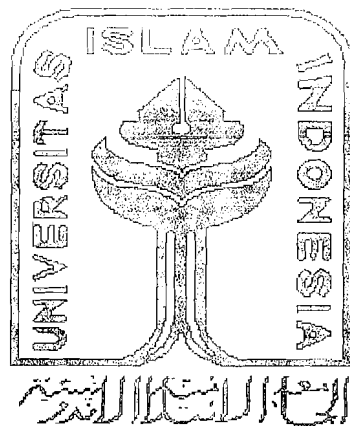
Judul

2007



**TUGAS AKHIR**  
**PENGARUH PENGGUNAAN PASIR VULKANIK**  
**SEBAGAI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN**  
**HRS-B**

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Jogjakarta Untuk Memenuhi  
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Satu (S1) Teknik Sipil



Disusun Oleh :

**YOELLISMAR HARAHAP**  
**No. Mahasiswa : 02 511 146**

disetujui oleh :



**(Ir. BACHNAS, MSc)**

Tanggal : 9 Mei 2007 .



**(Ir. SUBARKAH, MT)**

Tanggal : 09-05-2007

## KATA PENGANTAR



**Assalamu'alaikum Wr. Wb.**

Alhamdulillah rabbil 'alamin. Puji dan Syukur penyusun haturkan kehadiran Allah SWT atas karunia-Nya hingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir .

Alhamdulillah rabbil 'alamin. Puji dan Syukur penyusun haturkan kehadiran Allah SWT atas karunia-Nya hingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

Tugas akhir ini dilaksanakan untuk melengkapi syarat memperoleh jenjang kesarjanaan pada jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Selama menyelesaikan dan menyusun laporan tugas akhir, penyusun telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini disampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak DR. Ir. H. Ruzardi, MS , selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H. Faisol AM, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
3. Bapak Ir. Bachnas, Msc. selaku dosen pembimbing 1.
4. Bapak Ir. Subarkah, MT. selaku dosen pembimbing 2.

### BAB III LANDASAN TEORI

3.1	Konstruksi Perkerasan Jalan .....	9
3.1.1	Stabilitas.....	10
3.1.2	Fleksibilitas .....	11
3.1.3	Keawetan ( <i>Durability</i> ) .....	11
3.1.4	Ketahanan Kelelahan ( <i>Fatigue resistance</i> ) .....	11
3.1.5	Tahanan Gelincir ( <i>Skid Resistance</i> ).....	12
3.1.6	Kemudahan dalam Pelaksanann ( <i>workability</i> ).....	12
3.2	Starat-syarat Kekuatan Struktural .....	12
3.3	<i>Hot Rolled Sheet-B</i> (HRS-B) .....	13
3.4	Agregat .....	14
3.4.1	Sifat-sifat Agregat.....	14
3.4.2	Persyaratan Agregat.....	15
3.5	Gradasi Agregat.....	16
3.5.1	Gradasi Campuran HRS-B .....	17
3.6	Bahan Pengisi ( <i>filler</i> ).....	18
3.7	Aspal.....	19
3.7.1	Sifat-sifat Aspal .....	19
3.7.2	Jenis Aspal.....	20
3.7.3	Pemeriksaan Aspal.....	21
3.7.4	Campuran Aspal .....	21
3.8	Agregat Halus Clereng .....	23
3.9	Agregat Halus Vulkanik .....	23
3.10	Suhu Pematatan ( <i>Viskositas</i> ).....	25
3.11	<i>Marshall Test</i> .....	26
3.11.1	Parameter <i>Marshall</i> .....	26
3.11.2	Hasil <i>Pengujian Marshall</i> .....	32

### BAB IV METODE PENELITIAN

4.1.	Metode penelitian.....	34
4.2.	Lokasi Penelitian .....	34

4.3. Bahan Penelitian.....	34
4.4. Penelitian Bahan.....	34
4.5. Perencanaan Benda Uji.....	35
4.5.1 Contoh Perhitungan Kebutuhan Agregat Halus .....	36
4.6. Perencanaan Pengujian <i>Marshall</i> .....	38
4.7. Prosedur Pembuatan benda uji <i>Marshall test</i> .....	38
4.8. Penentuan Kadar Aspal Optimum.....	39
4.9. Analisis <i>Immersion Test</i> .....	39
4.10. Analisis Data .....	39
4.11. Proses Penelitian .....	40
4.12. Jumlah benda Uji.....	43

## BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian .....	44
5.1.1 Pemeriksaan Bahan.....	44
5.1.1.1 Pemeriksaan Aspal.....	44
5.1.1.2 Pemeriksaan Agregat .....	44
5.2 Pembahasan Pengujian <i>Marshall Test</i> .....	45
5.2.1 Stabilitas .....	45
5.2.2 <i>Flow</i> .....	48
5.2.3 Nilai pori dalam Aspal padat (VITM).....	50
5.2.4 VMA .....	52
5.2.5 Nilai pori antar Agregat terisi Aspal (VFWA).....	54
5.2.6 <i>Density</i> .....	56
5.2.7 <i>Marshall Quotient</i> .....	58
5.2.8 Kadar Aspal Optimum (KAO) .....	61
5.3 Pembahasan Pengaruh Perendaman Agregat Vulkanik dan Kadar Aspal pada Kadar Aspal Optimum (KAO).....	64
5.3.1. Pengaruh Perendaman Agregat Vulkanik dan Kadar Aspal terhadap nilai <i>Immersion Test</i> pada Kadar Aspal Optimum (KAO).....	65

BAB IV KESIMPULAN

6.1. Kesimpulan ..... 68

6.2. Saran ..... 70

DAFTAR PUSTAKA.....

LAMPIRAN.....

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Variasi Campuran Agregat .....	17
Gambar 3.2 Gradasi HRS-B.....	18
Gambar 3.2 Skematis Berbagai Jenis Volume Aspal Beton.....	22
Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian Laboratorium .....	41
Gambar 4.2 Bagan Alir Pengujian <i>Immersion Test</i> Laboratorium.....	42

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 3.3 Hubungan Stabilitas dan Kadar Aspal.....	27
Grafik 3.4 Hubungan <i>Flow</i> dan Kadar Aspal.....	27
Grafik 3.5 Hubungan VITM dan Kadar Aspal .....	28
Grafik 3.6 Hubungan VMA dan Kadar Aspal .....	29
Grafik 3.7 Hubungan VFWA dan Kadar Aspal.....	30
Grafik 3.8 Hubungan <i>Density</i> dan Kadar Aspal .....	31
Garfik 5.1 Hubungan Nilai stabilitas dan Kadar Aspal dengan Variasi Agregat Vulkanik.....	47
Garfik 5.2 Hubungan Nilai stabilitas dan Kadar Aspal dengan Variasi Kadar Aspal .....	47
Garfik 5.3 Hubungan Nilai <i>Flow</i> dan Kadar Aspal dengan Variasi Agregat Vulkanik.....	49
Garfik 5.4 Hubungan Nilai <i>Flow</i> dan Kadar Aspal dengan Variasi Kadar Aspal .....	49
Garfik 5.5 Hubungan Nilai VITM dan Kadar Aspal dengan Variasi Agregat Vulkanik.....	51
Garfik 5.6 Hubungan Nilai VITM dan Kadar Aspal dengan Variasi Kadar Aspal .....	51
Garfik 5.7 Hubungan Nilai VMA dan Kadar Aspal dengan Variasi Agregat Vulkanik.....	53
Garfik 5.8 Hubungan Nilai VMA dan Kadar Aspal dengan Variasi Kadar Aspal .....	53
Garfik 5.9 Hubungan Nilai VFWA dan Kadar Aspal dengan Variasi Agregat Vulkanik.....	55
Garfik 5.10 Hubungan Nilai VFWA dan Kadar Aspal dengan Variasi Kadar Aspal .....	56
Garfik 5.11 Hubungan Nilai <i>Density</i> dan Kadar Aspal dengan Variasi Agregat Vulkanik.....	57



Garfik 5.12 Hubungan Nilai <i>Density</i> dan Kadar Aspal dengan Variasi Kadar Aspal .....	58
Garfik 5.13 Hubungan Nilai <i>Marshall Quotient</i> dan Kadar Aspal dengan Variasi Agregat Vulkanik .....	59
Garfik 5.14 Hubungan Nilai <i>Marshall Quotient</i> dan Kadar Aspal dengan Variasi Kadar Aspal.....	60
Garfik 5.16 Nilai stabilitas Kadar Aspal Optimum dengan Penambahan agregat halus Vulkanik.....	66
Garfik 5.16 Hasil Uji nilai <i>Immersion Test</i> Benda Uji dengan Variasi Penambahan Agregat Halus Vulkanik.....	67

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang .....	7
Tabel 3.1 Spesifikasi HRS-B .....	13
Tabel 3.2 Persyaratan Agregat Metode Bina Marga .....	15
Tabel 3.3 Gradasi Saringan HRS-B.....	18
Tabel 3.4 Standar pemeriksaan Aspal pen 60/70 .....	21
Tabel 3.5 Komposisi Kimia abu Vulkanik Gunung Tahun 2002.....	24
Tabel 3.6 Komposisi Kimia abu Vulkanik Gunung Tahun 2006.....	24
Tabel 3.7 Jenis dan Sifat Batuan Beku .....	25
Tabel 3.8 Suhu dan Pematatan Aspal Pen 60/70.....	26
Tabel 4.1 Gradasi Rencana Perencanaan Benda Uji .....	36
Tabel 4.2 Contoh Perhitungan Kebutuhan Agregat Campuran .....	37
Tabel 4.3 Contoh Perhitungan Kebutuhan Agregat Halus .....	37
Tabel 4.1 Jumlah Benda Uji Untuk Mencari Kadar Aspal Optimum .....	43
Tabel 4.2 Jumlah Benda Uji Untuk <i>Immersion Test</i> .....	43
Tabel 5.1 Hasil Pengujian Aspal Pen 60/70.....	44
Tabel 5.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar Clereng.....	45
Tabel 5.3 Hasil Pengujian Agregat Halus Clereng.....	45
Tabel 5.4 Hasil Pengujian Agregat Halus Vulkanik .....	45
Tabel 5.5 Nilai Stabilitas Hasil Pengujian <i>Marshall</i> .....	46
Tabel 5.6 Nilai <i>Flow</i> Hasil Pengujian <i>Marshall</i> .....	48
Tabel 5.7 Nilai VITM Hasil Pengujian <i>Marshall</i> .....	50
Tabel 5.8 Nilai VMA Hasil Pengujian <i>Marshall</i> .....	52
Tabel 5.9 Nilai VFWA Hasil Pengujian <i>Marshall</i> .....	55
Tabel 5.10 Nilai <i>Density</i> Hasil Pengujian <i>Marshall</i> .....	57
Tabel 5.11 Nilai <i>Marshall Quotient</i> Hasil Pengujian <i>Marshall</i> .....	59
Tabel 5.12 Kadar Aspal Optimum Campuran 100% Agregat Vulkanik.....	61
Tabel 5.13 Kadar Aspal Optimum Campuran 75% Agregat Vulkanik.....	62
Tabel 5.14 Kadar Aspal Optimum Campuran 50% Agregat Vulkanik.....	62
Tabel 5.15 Kadar Aspal Optimum Campuran 25% Agregat Vulkanik.....	63

Tabel 5.16 Kadar Aspal Optimum Campuran 0% Agregat Vulkanik.....	63
Tabel 5.17 Nilai Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Kadar Aspal Optimum .....	64
Tabel 5.18 Hasil Uji <i>Marshall</i> nilai <i>Immersion Test</i> .....	66

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus
Lampiran 2	Pemeriksaan Daktilitas ( <i>Ductility</i> )/ Residu
Lampiran 3	Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar
Lampiran 4	Pemeriksaan Titik Lembek Aspal
Lampiran 5	Pemeriksaan Kelarutan Dalam CCL4
Lampiran 6	Pemeriksaan Berat Jenis Aspal
Lampiran 7	Pemeriksaan <i>Sand Equivalent</i> Data AASTHO T 176-73
Lampiran 8	Pemeriksaan Penetrasi Aspal
Lampiran 9	Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar
Lampiran 10	Pemeriksaan keausan Agregat (Abrasi test) AASTHO 96-77
Lampiran 11-A	Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar Campuran Agregat vulkanik 100%
Lampiran 11-B	Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar Campuran Agregat vulkanik 75%
Lampiran 11-C	Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar Campuran Agregat vulkanik 50%
Lampiran 11-D	Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar Campuran Agregat vulkanik 25%
Lampiran 11-E	Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar Campuran Agregat vulkanik 0%
Lampiran 12-A	Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar Campuran Agregat vulkanik 100% Kadar Aspal Optimum
Lampiran 12-B	Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar Campuran Agregat vulkanik 75% Kadar Aspal Optimum
Lampiran 12-C	Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar Campuran Agregat vulkanik 50% Kadar Aspal Optimum

Lampiran 12-D	Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar Campuran Agregat vulkanik 25% Kadar Aspal Optimum
Lampiran 12-E	Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar Campuran Agregat vulkanik 0% Kadar Aspal Optimum
Lampiran 13-A	Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar Campuran Agregat vulkanik 100%
Lampiran 13-B	Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar Campuran Agregat vulkanik 75%
Lampiran 13-C	Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar Campuran Agregat vulkanik 50%
Lampiran 13-D	Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar Campuran Agregat vulkanik 25%
Lampiran 13-E	Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar Campuran Agregat vulkanik 0%
Lampiran 14-A	Hasil <i>Marshall Test</i> Agregat Vulkanik 100%
Lampiran 14-B	Hasil <i>Marshall Test</i> Agregat Vulkanik 75%
Lampiran 14-C	Hasil <i>Marshall Test</i> Agregat Vulkanik 50%
Lampiran 14-D	Hasil <i>Marshall Test</i> Agregat Vulkanik 25%
Lampiran 14-E	Hasil <i>Marshall Test</i> Agregat Vulkanik 0%
Lampiran 15-A	Hasil <i>Immersion Test</i> Agregat Vulkanik 100%
Lampiran 15-B	Hasil <i>Immersion Test</i> Agregat Vulkanik 75%
Lampiran 15-C	Hasil <i>Immersion Test</i> Agregat Vulkanik 50%
Lampiran 15-D	Hasil <i>Immersion Test</i> Agregat Vulkanik 25%
Lampiran 15-E	Hasil <i>Immersion Test</i> Agregat Vulkanik 0%
Lampiran 16-A	Grafik Hasil <i>Marshall Test</i> Agregat Vulkanik 100%
Lampiran 16-B	Grafik Hasil <i>Marshall Test</i> Agregat Vulkanik 75%
Lampiran 16-C	Grafik Hasil <i>Marshall Test</i> Agregat Vulkanik 50%
Lampiran 16-D	Grafik Hasil <i>Marshall Test</i> Agregat Vulkanik 25%

Lampiran 16-E	Grafik Hasil Marshall Test Agregat Vulkanik 0%
Lampiran 17-A	Grafik Hasil <i>Immersion Test</i> KAO 0,5 Jam
Lampiran 17-B	Grafik Hasil <i>Immersion Test</i> KAO 24 Jam
Lampiran 18	Lembar Bimbingan Tugas Akhir
Lampiran 19	Hasil Uji Parameter Unsur Kimia Agregat Vulkanik BTKL

## **ABSTRAKSI**

Seiring perkembangan pembangunan dibutuhkan prasarana sebagai penghubung antar daerah, Penggunaan agregat vulkanik sebagai agregat lokal dalam perencanaan lapis perkerasan mempunyai prospek yang baik, namun belum digunakan secara optimum sebagai material campuran beton aspal, maka diperlukan penelitian untuk mengetahui karakteristik agregat vulkanik.

Metode pengujian dengan menggunakan variasi penambahan agregat halus vulkanik interval 25% yaitu 0%-100% dengan agregat halus Clereng sebagai agregat pembanding dengan metode pengujian *Marshall Test* dan *Immersion Test* dengan acuan spesifikasi dari Puslitbang Jalan Departemen Pekerjaan Umum tahun 1998.

Hasil pengujian menghasilkan sifat bahan agregat vulkanik memenuhi kriteria spesifikasi, Penggunaan agregat vulkanik sebagai agregat halus menghasilkan nilai stabilitas tertinggi yaitu 2039,9 kg pada penambahan 50% agregat vulkanik, serta nilai *Index of Retained Strength* dari pengujian *Immersion test* terbaik pada penggunaan agregat halus vulkanik 100% sebesar 118,11%, nilai *flow* optimum agregat Clereng lebih besar 4,45 mm, dibanding agregat vulkanik 2,58 mm, nilai VITM agregat vulkanik 100% lebih kecil dibanding agregat Clereng 100% yaitu sebesar 7,58% dan 7,14%, nilai VITM agregat vulkanik lebih besar dibanding agregat Clereng sebesar 7,58% dan 7,04%, nilai VMA dan VFWA kedua jenis agregat berada di atas nilai persyaratan Bina Marga yaitu 18% dan 68%, nilai *density* semua pengujian berada di atas batas rencana yaitu 2, nilai *marshall quotient* tertinggi berada pada campuran penambahan agregat vulkanik 50% yaitu sebesar 1008,50 kg/mm, secara umum dari hasil pengujian campuran pemakaian agregat halus dengan metode campuran HRS-B memenuhi persyaratan Bina Marga sebagai campuran beton aspal.

Kata- kata kunci : agregat halus vulkanik, agregat halus clereng, HRS-B, *Marshall test*, stabilitas dan *Immersion test*.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Jalan sebagai salah satu prasarana transportasi sangat dibutuhkan untuk menghubungkan antar daerah, karena berpengaruh pada aspek perkembangan ekonomi wilayah dan pembangunannya, seiring dengan perkembangan teknologi dimungkinkan adanya penggunaan bahan alternatif yang dapat digunakan untuk konstruksi jalan.

Salah satu alternatif untuk mengurangi biaya konstruksi lapis perkerasan jalan adalah dengan memanfaatkan material lokal yang letaknya dekat dengan lokasi proyek. Daerah Istimewa Yogyakarta ditinjau dari segi geografis dan sumber daya alam mempunyai banyak jenis batuan dan pasir dengan karakteristik dan kualitas berbeda yang dapat digunakan sebagai agregat dalam campuran beton aspal.

Gunung Merapi sebagai salah satu gunung aktif di Yogyakarta menghasilkan material yang berupa pasir vulkanik secara berkala sesuai dengan aktifitasnya, namun selama ini belum dimanfaatkan secara maksimal dikarenakan belum adanya pengujian yang menyatakan kualitas agregat vulkanik.

*Hot Rolled Sheet (HRS)-B* atau yang lebih dikenal dengan Lataston (Lapis Tipis Aspal Beton) adalah campuran aspal yang menggunakan gradasi senjang, yaitu gradasi agregat yang tak mencrus, Penggunaan gradasi senjang membutuhkan agregat halus yang lebih banyak dibandingkan agregat kasar, sehingga dengan metode ini dimungkinkan adanya penelitian agregat halus vulkanik sebagai agregat campuran beton aspal.

Oleh karena itu penelitian ini dititik beratkan pada analisis pengaruh penggunaan pasir vulkanik sebagai agregat halus terhadap campuran (HRS)-B, sebagai pembanding digunakan agregat halus Clereng. Pemilihan disebabkan untuk wilayah Yogyakarta sebagian besar pekerjaan lapis perkerasan menggunakan agregat halus yang berasal dari Clereng Kulon Progo dan sudah



banyaknya penelitian yang menyatakan bahwa agregat ini memenuhi persyaratan Puslitbang Jalan Bina Marga.

Maka penulis memilih judul “PENGGARUH PENGGUNAAN PASIR VULKANIK SEBAGAI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN HRS-B“, dengan harapan penelitian ini dapat menjadi masukan yang bermanfaat dalam ilmu struktur perkerasan jalan.

### 1.2 Rumusan Masalah

Mengetahui apakah penggunaan pasir vulkanik pada campuran *Hot Rolled Sheet-B* (HRS-B) dapat memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh Bina Marga sebagai agregat halus pada campuran beton aspal.

### 1.3 Batasan Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan pengujian laboratorium mengetahui campuran HRS-B, Secara khusus penelitian ini dibatasi yaitu.

1. Agregat kasar menggunakan spesifikasi campuran HRS-B Bina Marga.
2. Agregat halus dan kasar diambil dari Clereng, Kabupten Kulon Progo.
3. Agregat halus pembanding menggunakan pasir vulkanik merapi.
4. Variasi kadar aspal yang digunakan berkisar antar 6-8 % dengan interval 0,5 % dari berat benda uji.
5. Variasi pencampuran pasir Vulkanik dengan variasi 0%-100% dengan interval 25 % ( 25%, 50%, 75%, 100% ) dari berat agregat halus clereng.
6. *Filler* yang digunakan berasal dari agregat halus dari pasir Vulkanik dan pasir Clereng.
7. Menggunakan aspal keras AC 60/70.
8. Pengujian dilakukan terhadap sifat fisik tanpa membahas bahan kimia tetapi berdasarkan pada *Marshall Test* dan *Immersion Test*.
9. Perilaku yang dipelajari yaitu stabilitas, *flow*, *density*, VFWA, VITM, *Marshall Quotient* dari kedua jenis benda dengan metode Bina Marga.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

1. Membandingkan nilai-nilai stabilitas, *flow* (kelelahan), *Void In The Mix* (VITM), *Void Filled With Asphalt* (VFWA), *density* dan *Marshall Quotient* (MQ) dari campuran HRS B dari Pasir vulkanik dan Pasir Clereng sebagai agregat halus.
2. Mencari alternatif agregat halus lain pada suatu campuran beton aspal.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif agregat halus lain yang dapat digunakan untuk campuran beton aspal.

#### **1.6 Keaslian tugas Akhir**

Penelitian ini merupakan kelanjutan dari studi komparasi antara penggunaan abu vulkanik dengan abu batu sebagai *filler* dalam campuran HRS-B (Budiarto dan Aryza. 2001), tetapi penelitian tersebut hanya membahas perbandingan material vulkanik merapi sebagai *filler* pada perencanaan HRS-B, Pada penelitian ini penulis membahas pengaruh penggunaan pasir vulkanik sebagai agregat halus dalam campuran HRS-B.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Marjohan(1999)**

Penelitian ini membahas pengujian agregat lokal yang diperoleh dari Kali Krasak, Kali Progo dan Clereng di Yogyakarta, dimana pada penelitian digunakan agregat Clereng sebagai pembanding karena telah teruji dan memenuhi spesifikasi Bina Marga .

Pengujian terhadap agregat menunjukkan bahwa beberapa sifat material memenuhi kriteria yang telah ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, SNI.No.1737-1989-F, Hasil dari pengujian *Marshall* terhadap semua campuran beton aspal tersebut, menunjukkan bahwa nilai karakteristik *Marshall* seperti stabilitas, rongga dalam campuran (VIM), rongga dalam mineral agregat (VMA), rongga yang terisi aspal (VFB), kelelahan dan *Marshall quotient* untuk rentang kadar aspal yang dapat diterima, memenuhi spesifikasi, stabilitas tertinggi dan *Retained Stability Index* tertinggi untuk campuran aspal dengan agregat Clereng.

Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa agregat halus Clereng memenuhi persyaratan Bina Marga dan bisa digunakan sebagai agregat pembanding untuk pengujian agregat halus lain.

#### **2.2 Budiarto dan Laisyna Astivani Aryza (2002)**

Penelitian agregat vulkanik dilakukan oleh Budiarto dan Laisyna Astivani Aryza dengan judul “Studi Komparasi Abu Vulkanik Dengan Abu Batu Sebagai *Filler* dalam campuran HRS-B” (2002). Penelitian ini menghasilkan nilai *density* yang lebih tinggi karena mempunyai kerapatan dan kepadatan campuran yang lebih baik daripada campuran menggunakan abu batu juga nilai VITM yang lebih rendah yaitu 6-6,3 % sedangkan abu batu 6-6,65 %, serta nilai *flow* yang memenuhi syarat 2,55 -3,88% dari persyaratan 2% - 4% dan mempunyai nilai stabilitas yang memenuhi syarat Bina Marga,yaitu > 550kg.

Kesimpulan dari penelitian tersebut bahwa agregat vulkanik dapat digunakan sebagai filler alternatif dalam campuran HRS-B dengan kadar *filler* tertentu.

Dengan telah adanya pengujian penggunaan agregat vulkanik sebagai *filler* maka dapat dimungkinkan penggunaan variasi agregat seperti penggunaan agregat kasar dan agregat halus dengan menggunakan metode campuran yang berbeda.

### **2.3 Syahrudin dan Syehdani Thamrin (2003)**

Penelitian yang berhubungan dengan variasi agregat pernah dilakukan oleh Syahrudin dan Syehdani Thamrin (2003), dengan judul “Pengaruh Variasi Agregat terhadap Karakteristik Campuran HRS-B“, pada penelitian tersebut membahas perencanaan campuran dengan variasi gradasi yang berbeda, dimana dibagi menjadi tujuh interval.

Hasil dari penelitian tersebut nilai *density* semakin meningkat disebabkan agregat yang berukuran kecil semakin banyak sehingga campuran lebih padat, karena di isi butir agregat halus, nilai VITM, *flow*, VMA semakin kecil, nilai VFMA, stabilitas, dan *Marshall Quotient* mengalami kenaikan disebabkan kadar agregat halus semakin banyak, sehingga rongga antar agregat terisi oleh agregat yang ukurannya lebih kecil.

Penggunaan variasi dengan kadar agregat tertentu menghasilkan peningkatan nilai variabel campuran, maka untuk penelitian pengujian perbandingan agregat dimungkinkan menggunakan variasi kadar agregat tertentu untuk mengetahui karakteristik suatu campuran dengan jenis agregat yang berbeda.

### **2.4 Kurniawan Hardika Putra dan Fatkhurrizal Kurniawan (2005)**

Penelitian penggunaan agregat halus dari beberapa tempat asal material dilakukan oleh Kurniawan Hardika Putra dan Fatkhurrizal Kurniawan dengan judul “Komparasi Laston Bergaregat Halus Pasir Sungai Kuning Hulu Dan Hilir Terhadap Laston Bergaregat Halus Clereng Kulon Progo Dengan Menggunakan

Metode Marshall”, hasil penelitian tersebut bahwa agregat memenuhi persyaratan spesifikasi LASTON dan Bina Marga.

Pengaruh penggunaan agregat yang berasal dari sungai yang sama namun dari tempat pengambilan yang berbeda menghasilkan adanya perbedaan nilai karakteristik *Marshall*, hal ini disebabkan adanya perbedaan dari kualitas agregat dan bentuk agregat akibat proses transportasi partikel sehingga batuan dasar berubah bentuk dari bentuk menyudut menjadi bentuk membulat.

Dari penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan bahwa dengan material yang mempunyai perbedaan bentuk agregat menghasilkan perbedaan nilai pengujian *Marshall*, sehingga untuk pengujian antara beberapa agregat yang berbeda memperhatikan adanya perbedaan bentuk agregat dan bentuk permukaan.

### **2.5 Hariyadi Jamal (2002)**

Menurut penelitian Hariyadi Jamal, peneliti Balai Penelitian Sabo, Yogyakarta (Kompas, 4 Juni 2002), menyatakan bahwa batuan vulkanik gunung Merapi mempunyai bentuk agregat bulat namun tidak seperti kelereng karena permukaan yang tidak mulus, kasar, dan berpori. Agregat vulkanik mempunyai ikatan antar agregat yang besar dalam *interlocking*, tingkat kekerasan pasir juga memenuhi persyaratan karena berasal dari jenis batu andesit yang berasal dari dalam perut gunung, dan agregat mempunyai bentuk agregat yang heterogen berupa agregat kasar, agregat medium dan agregat halus yang cukup banyak.

Dari penelitian didapat informasi bahwa dimungkinkan adanya penggunaan agregat Merapi, baik sebagai agregat kasar, agregat halus, maupun *filler* dalam campuran beton aspal.

## 2.6 Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang

No	Aspek	Marjohan (1999)	Budiarto dan Aryza (2002)	Syahrudin dan Thamrin (2003)	Hardika dan Fakhurrizal (2005)	Yoellismar Harahap (2007)
1	Judul Penelitian	<i>Laboratory Performance Of Kali Krasak and Kali Progo Aggregates in Asphalt Concrete Mix.</i>	Studi Komparasi Antara Abu Vulkanik Dengan Abu Batu Sebagai Filler Dalam Campuran HRS B	Pengaruh Variasi Agregat Terhadap Karakteristik Campuran HRS-B	Komparasi Laston Bergaregat Halus Pasir Sungai Kuning Hulu Dan Hilir Terhadap Laston Bergaregat Halus Clereng Kulon Progo Dengan Menggunakan Metode <i>Marshall</i>	Pengaruh Penggunaan Pasir Vulkanik Sebagai Agregat Halus pada Campuran HRS-B
2	Campuran yang digunakan	Laston	HRS-B	HRS-B	Laston	HRS-B
3	Metode yang digunakan	Bina Marga	Bina Marga	Bina Marga	Bina Marga	Bina Marga

4	Asal Material	Agregat Clereng Agregat Kali Krasak, Agregat Kali Progo.	Agregat Clereng, <i>Filler</i> Vulkanik gunung Merapi	Agregat Clereng	Agregat Clereng, Agregat Halus Sungai Kuning Hilir dan Agregat Halus Sungai Kuning Hulu.	Agregat Clereng, Pasir vulkanik Gunung Merapi
5	Hasil Penelitian	-Agregat Clereng memiliki nilai stabilitas tertinggi. -Agregat Clereng memiliki nilai <i>Retained Stability Index</i> terbaik.	- <i>Filler</i> Vulkanik mempunyai nilai VITM yang lebih kecil. - Nilai <i>flow</i> dan stabilitas campuran menggunakan <i>filler</i> abu vulkanik memenuhi persyaratan Bina Marga.	- Dengan semakin banyaknya agregat halus mengakibatkan nilai VITM, <i>flow</i> , VFWA, VMA, stabilitas dan <i>density</i> meningkat.	- Perbedaan bentuk agregat menghasilkan perbedaan nilai karateristik campuran. - Penggunaan agregat halus Kali Kuning memenuhi persyaratan Bina Marga.	-

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Konstruksi Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang terletak di atas tanah dasar (*subgrade*) yang telah dipadatkan dan berfungsi untuk memikul beban dan meneruskannya ke lapisan tanah dasar agar tanah tidak mendapat tekanan yang melebihi daya dukung tanah yang di ijin. (Sukirman, 1999)

Fungsi tiap lapisan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Lapis pondasi bawah (*sub base course*), merupakan lapis perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar, berfungsi sebagai:
  - a. lapisan yang mendukung dan menyebarkan beban vertikal maupun horizontal dari beban kendaraan,
  - b. lapisan kedap air untuk melindungi badan jalan,
  - c. lapisan pencegah partikel halus tanah dasar naik ke lapis pondasi atas, dan
  - d. lapisan aus.
2. Lapis pondasi atas (*base course*), merupakan lapis perkerasan yang terletak antara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan, berfungsi sebagai:
  - a. pendukung bagi lapis permukaan,
  - b. penahan beban horizontal dan vertikal, dan
  - c. lapis peresapan untuk lapis pondasi bawah.
3. Lapis permukaan (*surface course*), merupakan lapis yang paling atas dan berfungsi sebagai :
  - a. lapis yang memikul beban langsung lalulintas dan meneruskan ke lapisan di bawahnya,
  - b. lapisan yang menahan gaya geser dari beban roda,
  - c. lapisan aus (*wearing course*) akibat gaya gesek dan cuaca,



- d. lapis kedap air untuk melindungi lapis di bawahnya.
4. Tanah dasar (*sub grade*), merupakan tanah permulaan. Tanah dasar yang telah di padatkan merupakan lapisan dasar untuk meletakkan bagian – bagian perkerasan di atasnya.

Karakteristik perkerasan tidak lepas dari mutu dan komposisi bahan penyusun, terutama perilaku aspal apabila telah berada dalam campuran perkerasan. Karakteristik perkerasan dapat ditunjukkan dengan parameter berikut ini.

### 3.1.1 Stabilitas

Stabilitas suatu lapisan perkerasan jalan mempunyai pengertian ketahanan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa mengalami perubahan bentuk (*deformasi*) permanen, seperti gelombang, alur maupun *bleeding*. Kebutuhan stabilitas berbanding lurus dengan jumlah lalu lintas dan beban kendaraan yang melewati jalan tersebut. Oleh sebab itu, jalan dengan volume lalu lintas yang tinggi dengan kendaraan yang berat menuntut stabilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan jalan volume lalu lintas sedang yang dilewati kendaraan ringan saja.

Jumlah lalu lintas dan beban kendaraan menentukan tingkat stabilitas yang dibutuhkan. Adapun beberapa variabel yang mempunyai hubungan dengan stabilitas sebagai berikut :

1. Gaya gesek (*friction*), tergantung pada permukaan, gradasi dan bentuk agregat, kerapatan, serta kualitas aspal.
2. Kohesi, merupakan daya lekat dari masing-masing partikel bahan perkerasan. Kohesi batuan akan terlihat dari sifat kekerasannya, sedangkan kohesi campuran tergantung dari gradasi agregat, daya adhesi aspal serta sifat bantu bahan tambah.
3. Inersia, merupakan kemampuan lapis perkerasan untuk menahan perpindahan tempat yang terjadi akibat beban lalu lintas, baik besar maupun jangka waktu pembebanan. (Sukirman, 1999)

### 3.1.2 Fleksibilitas

Fleksibilitas merupakan kemampuan suatu lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak, perubahan volume atau perubahan yang permanen.

Fleksibilitas dengan kata lain adalah kemampuan untuk bersesuaian terhadap gerak lapis pondasi dalam jangka panjang di samping mempunyai kemampuan untuk melekok / melentur secara berulang tanpa terjadi patahan. (Sukirman, 1999)

### 3.1.3 Keawetan ( *Durability* )

Keawetan merupakan kemampuan suatu lapis permukaan untuk menahan pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu atau keausan akibat gesekan antara roda kendaraan dengan permukaan jalan.

Pada umumnya *durability* yang tinggi dapat diperoleh dengan memberikan kadar aspal yang tinggi, batuan yang bergradasi terbuka (*open graded*) serta campuran yang tidak permeabilitas pada campuran perkerasan. Faktor yang mempengaruhi durabilitas lapis sebagai berikut :

1. ketebalan selimut aspal ( *bitumen film thickness* )  
selimut aspal yang tebal akan menghasilkan campuran panas yang memiliki durabilitas tinggi, tetapi kemungkinan terjadi kelelahan ( *bleeding* ) tinggi,
2. rongga antar campuran yang relatif kecil menyebabkan lapis perkerasan kedap air dan udara tidak dapat masuk dalam campuran karena udara menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh dan getas, dan
3. rongga antar butir yang relatif besar memungkinkan selimut aspal dibuat tebal karena jika rongga antar butir agregat kecil dan kadar aspal tinggi kemungkinan terjadinya *bleeding* besar. (Sukirman, 1999)

### 3.1.4 Ketahanan Kelelahan ( *Fatigue Resistance* )

Ketahanan kelelahan merupakan ketahanan dalam menerima beban yang berulang-ulang tanpa terjadi alur ( *rutting* ) dan retak.

Faktor yang menyebabkan terjadinya kelelahan antar lain, karena adanya rongga udara yang tinggi dan kadar aspal yang rendah dalam campuran

perkerasan yang menyebabkan terjadinya retak. Sedangkan rongga antar butiran dan kadar aspal yang tinggi dapat menyebabkan lapis perkerasan menjadi terlalu fleksibel dan lunak sehingga terjadi alur (*rutting*). (Sukirman, 1999)

### 3.1.5 Tahanan Gelincir (*Skid Resistance*)

Tahanan gelincir merupakan kekesatan yang diberikan oleh perkerasan sehingga kendaraan tidak mengalami selip baik di waktu hujan atau basah maupun di waktu kering. Kekesatan dinyatakan dengan koefisien gesek antara permukaan jalan dengan ban kendaraan. (Sukirman, 1999)

Beberapa faktor yang menyebabkan lapis permukaan mempunyai ketahanan gesek yang tinggi apabila:

1. Penggunaan kadar aspal yang tepat sehingga tidak terjadi *bleeding*,
2. Penggunaan agregat dengan permukaan kasar,
3. Adanya rongga udara yang cukup dalam campuran, sehingga bila terjadi panas/suhu udara naik aspal tidak terdesak keluar ke permukaan jalan.
4. Ketahanan terhadap kelelahan.

### 3.1.6 Kemudahan Dalam Pelaksanaan (*Workability*)

Maksud dari kemudahan dalam pelaksanaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dihamparkan dan dipadatkan, sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan sesuai yang di harapkan (*spesifikasi*).

Faktor lain yang mempengaruhi adalah temperatur campuran, terutama bahan pengikat yang bersifat termoplastik, serta kandungan filler yang tinggi menyebabkan pelaksanaan sukar karena viskositas naik. (Sukirman, 1999)

## 3.2 Syarat – syarat Kekuatan Stuktural

Konstruksi perkerasan jalan dipandang dari segi kemampuan mendukung dan menyebarkan beban harus memenuhi syarat – syarat sebagai berikut :

1. Ketebalan yang cukup, sehingga mampu menyebarkan beban/muatan lalu lintas ke *base course*.
2. Kedap terhadap air, sehingga tidak dapat meresap ke lapisan di bawahnya.

3. Permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya dapat dengan cepat mengalir.
4. Memiliki stabilitasi yang cukup dan dapat mendukung beban lalu lintas tanpa terjadi deformasi, bergelombang atau desakan ke samping.
5. Tidak terjadi retakan akibat beban lalu lintas.
6. Campuran aspal harus memiliki keawetan yang cukup tinggi dan tidak mudah lapuk akibat beban lalu lintas dan pengaruh cuaca. (Sukirman, 1999)

### 3.3 Hot Rolled Asphalt - B (HRS -B)

*Hot Rolled Sheet* adalah lapis penutup konstruksi perkerasan jalan, campuran ini terdiri dari agregat bergradasi senjang, menggunakan aspal keras dan pelaksanaannya, menggunakan metode aspal beton panas (*Hot Mix*), ada pun spesifikasi HRS-B yaitu seperti Tabel 3.1 berikut.

**Tabel 3.1 Spesifikasi HRS-B**

Uraian	Spesifikasi Bina Marga (1988)	Puslitbang Jalan (1998)	
		Stabilitas	
Stabilitas Marshall	550 kg-850kg	Stabilitas	>800kg
Stabilitas Marshall yang digunakan setelah penderaman 24 jam (60°)	>75 %	VMA	>18 %
VITM	3-6 %	VITM	3-6 %
Fraksi CA	30-50 %	VFWA	>68 %
Fraksi FA	39-59 %	Flow	2-4 mm
Fraksi filler	4,5-7,5 %		
Kadar Aspal	6-8 %		
MQ	180-500 (kg/mm)	MQ	200-500(kg/mm)
Pemakaian	Lalu lintas tinggi		>10 <sup>6</sup> ESAL

Sumber : Spesifikasi Bina Marga(1988) dan Puslitbang Jalan (1998)

HRS-B mempunyai persyaratan kekuatan yang sama dengan aspal konvensional (laston) tetapi bergaradasi senjang, prosedur khusus yang diberikan dalam spesifikasi ini yaitu:

1. Diperolehnya gradasi yang benar-benar senjang.
2. Dicapainya ketentuan rongga udara pada kondisi kepadatan mutlak. Untuk memperoleh gradasi senjang, hampir selalu diperlukan pencampuran antar agregat halus. (Pedoman Teknik Bina Marga No. 25/T/BM/1999)

### 3.4 Agregat

Agregat merupakan salah satu bahan utama perkerasan jalan selain aspal yaitu 90-95 % berdasarkan berat totalnya atau 78-85 % berdasarkan volume totalnya (Sukirman, 1998), berdasarkan pada besaran partikel, agregat dibedakan atas agregat kasar, agregat halus dan abu batu/mineral *filler*. Agregat dinyatakan dengan mengukur diameter butiran yaitu:

1. Agregat kasar, yaitu batuan yang tertahan saringan no.8.
2. Agregat halus, yaitu batuan yang lolos mulai saringan no.8 dan tertahan saringan no.30.
3. *Filler* (bahan pengisi), yaitu batuan berbutir halus yang lolos saringan no.200.

Sifat agregat menentukan kualitas sebagai material perkerasan adalah gradasi, kebersihan, kekerasan, dan ketahanan agregat, bentuk butir, tekstur permukaan untuk menyerap air, berat jenis, dan daya pelekatan dengan aspal. (Kerbs dan Walker, 1971).

#### 3.4.1 Sifat-sifat agregat

##### 1. Ukuran dan gradasi

Agregat batu pecah akan memiliki gaya gesek dalam (*internal friction*) yang tinggi sehingga akan menambah kestabilan konstruksi lapis keras, gradasi berpengaruh kepada banyaknya aspal yang diperlukan.

##### 2. Kekerasan Batuan (*Toughness*)

Batuan yang digunakan harus cukup keras, untuk pengujiannya dilakukan dengan alat *Los Angeles Abrasion Test*, yaitu metode pengujian terhadap ketahanan batuan terhadap benturan dan keausan.

### 3. Bentuk butiran

Bentuk butiran berpengaruh pada kemudahan pekerjaan pelaksanaan, dimana agregat yang baik digunakan adalah agregat berbentuk kubus (*cubical*) karena mempunyai daya saling kunci yang baik.

### 4. Tekstur permukaan

Tekstur agregat yang baik adalah yang mempunyai permukaan kasar karena mempunyai gaya gesek yang baik, ikatan antar butir agregat kuat, sehingga lebih mampu menahan deformasi akibat beban lalu lintas.

### 5. Porositas

Porositas berpengaruh kepada kemampuan menyerap air, semakin kecil porositas maka semakin baik ikatan antara aspal dan agregat.

### 6. Kebersihan

Bersihnya permukaan aspal dari bahan-bahan yang melekat, berpengaruh karena dapat mengurangi daya lekat aspal terhadap batuan. (Soeprapto Totomiharjo, 1994)

#### 3.4.2 Persyaratan Agregat

Sebagai bahan penyusun campuran, maka agregat harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh Bina Marga, seperti pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 .Persyaratan Agregat Metode Bina Marga

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat Agregat kasar	Syarat Agregat halus
1	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i>	Maks 40%	-
2	Kelekatan agregat terhadap aspal	> 95%	-
3	Penyerapan agregat terhadap air	Maks 3%	Maks 3%

Tabel 3.2 (Lanjutan)

4	Berat jenis	Min 2,5	Min 2,5
6	<i>Sand equivalent</i>	-	Min 50%

Sumber : Bina Marga (1987)

Secara umum agregat sebagai bahan jalan harus memenuhi persyaratan:

1. Tahan lama (*durable*).
2. Kuat, keras, ulet.
3. Khusus untuk bahan lapis permukaan harus diperhatikan :
  - a. keuletan /*toughness*, agregat harus memiliki keuletan yang cukup,
  - b. kekerasan/*hardness*, akan memberikan ketahanan terhadap abrasi,
  - c. daya gesek/*Polishing*, agregat halus memiliki tahanan terhadap gaya gesek,
  - d. lepasnya aspal dari agregat /*stripping*, yaitu agregat harus mempunyai nilai adhesi yang baik bahan ikatannya, dan
  - e. cuaca, antara lain terhadap perubahan suhu, air, kembang susut. (Totomiharjo, 1994)

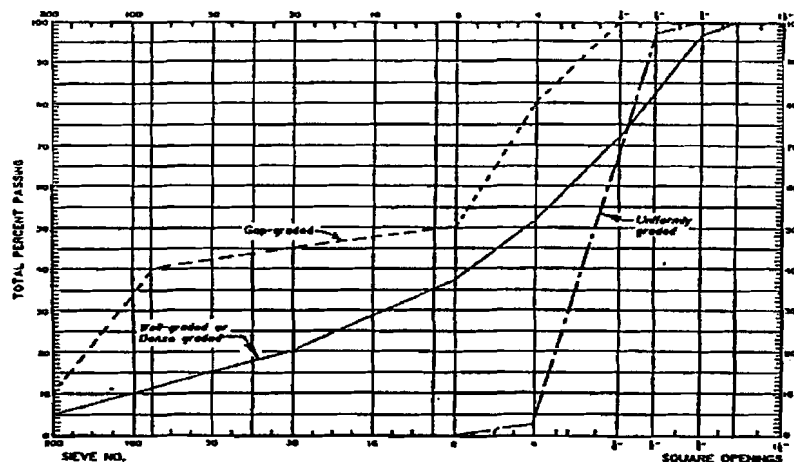
### 3.5 Gradasi Agregat

Gradasi adalah susunan butir agregat sesuai dengan ukurannya, ukuran butir agregat dapat diperoleh melalui analisis saringan, Gradasi menentukan besarnya rongga atau pori yang mungkin terjadi dalam agregat campuran. (Sukirman, 1999)

Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisa saringan dengan menggunakan satu set saringan. Saringan paling kasar diletakkan paling atas dan diakhiri dengan pan. Gradasi agregat dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Gradasi terbuka/seragam (*uniform open graded*), merupakan agregat dengan ukuran yang hampir sama/sejenis yang mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya,
2. Gradasi rapat / baik (*dense / well graded*), merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi berimbang,
3. Gradasi buruk / senjang / celah (*poorly / gap graded*), merupakan campuran agregat yang tidak memenuhi dua jenis agregat di atas.

Analisa distribusi ukuran butiran dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut ini.



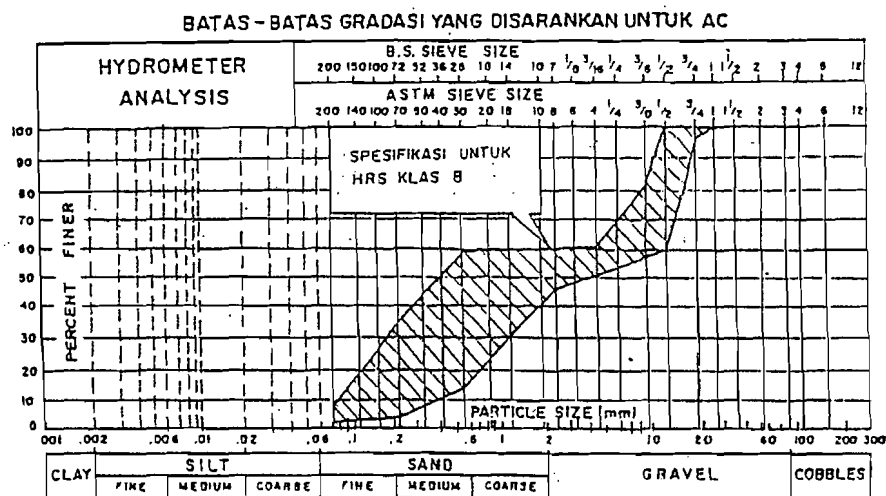
Sumber: Mix Asphalt Material, Mixture Design and construction, 1991.

**Gambar 3.1 Variasi Gradasi Agregat**

### 3.5.1 Gradasi Campuran HRS-B

Gradasi HRS-B yang digunakan adalah gradasi senjang yaitu komposisi agregat yang grafik pembagian butirnya menunjukkan ukuran-ukuran tertentu berbentuk senjang, mempunyai rongga diantara agregat (VMA) lebih besar sehingga mengakomodasi aspal yang lebih banyak, dan dapat menghasilkan campuran yang lebih awet, disyaratkan minimum 80% dari agregat yang lolos saringan 2,36 mm harus pula pada saringan 0,600 mm (Pedoman Teknik No.028/T/BM/1999 ), Gradasi agregat yang digunakan HRS-B dapat di lihat pada gambar 3.2 dan tabel 3.3berikut.





Sumber: Central Quality Control and Monitoring Unit(CQCMU),1998

**Gambar 3.2 Gradasi HRS-B**

**Tabel. 3.3 Gradasi Saringan HRS-B**

Ukuran Saringan	%Lolos Saringan
3/4 "	97-100
1/2 "	70-100
3/8"	58-80
#4	50-60
#8	46-60
#30	16-60
#50	10-48
#100	3-26
#200	2-8

Sumber : Central Quality Control and Monitoring Unit (CQCMU),1998

### 3.6 Bahan Pengisi (*filler*)

*Filler* adalah suatu bahan berbutir halus yang lolos saringan 200, Bahan filler dapat berupa abu batu, kapur, *portland cement* atau bahan lain. (Totomihardjo, 1994)

1. Bahan pengisi dapat terdiri dari atas abu debu batu kapur, debu dolomit, *portland cement*, abu batu, debu tanur tinggi pembuat semen atau bahan mineral tidak plastis lainnya. Bahan pengisi harus bebas dari semua bahan yang tidak dikehendaki.
2. Bahan pengisi harus terdiri atas bahan yang lolos ukuran 0,28mm atau no .50 paling sedikit 95%.
3. Bahan pengisi harus kering dan bebas gumpalan-gumpalan, dan bila diuji menggunakan analisis saringan dengan cara pencucian sesuai dengan SNI-03-4142-1996 minimum 75% (dianjurkan 85%) lolos 0,075mm.
4. Kapur tohor dapat digunakan sebagai bahan pengisi dengan proporsi maksimum 1% terhadap berat total agregat campuran.

### 3.7 Aspal

Aspal adalah salah satu material konstruksi perkerasan lentur, yang bahan utamanya adalah *Hydrocarbon* atau yang dikenal dengan bitumen, komposisi aspal terdiri dari *asphaltenes maltenes*. *Asphaltenes* merupakan material berwarna hitam atau coklat tua yang tidak larut dalam *heptane*, *Maltenes* larut dalam *heptane*, merupakan cairan kental yang terdiri dari *resins* dan *oil*.

Aspal yang digunakan pada konstruksi perkerasan berfungsi sebagai,

1. Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara aspal itu sendiri.
2. Bahan pengisi, mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori-pori agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri. Aspal haruslah mempunyai daya tahan (tidak cepat rapuh) terhadap cuaca, mempunyai sifat adhesi dan kohesi yang baik dan memberikan sifat elastis yang baik. (sukirman, 1999)

#### 3.7.1 Sifat-Sifat Aspal:

1. Daya tahan (*Durability*)

Kemampuan aspal mempertahankan sifat asal akibat pengaruh cuaca selama masa pelayanan jalan. Sifat ini merupakan sifat dari campuran aspal.

2. Adhesi dan Kohesi

## 2. Adhesi dan Kohesi

Kemampuan aspal yang mengikat agregat sehingga menghasilkan ikatan yang baik antara agregat dan aspal.

## 3. Kepekaan terhadap temperatur

Aspal adalah material yang termoplastis, berarti akan menjadi lebih keras jika temperatur berkurang dan akan lunak atau lebih cair jika temperatur bertambah.

## 4. Kekerasan aspal

Semakin tipis lapisan aspal maka semakin besar tingkat kerapuhan yang terjadi (getas). (Totomihardjo, 1994).

### 3.7.2 Jenis Aspal.

#### 1. Aspal Alam

Asbuton merupakan salah satu aspal alam yang merupakan campuran antara bitumen dengan mineral lainya dalam bentuk batuan, karena asbuton merupakan material alam, maka kadar bitumen yang dikandung sangat bervariasi, selain itu aspal alam juga bisa berasal dari endapan material di dalam danau seperti aspal Trinidad.

#### 2. Aspal Minyak

Aspal minyak adalah aspal yang merupakan residu destilasi minyak bumi yang diolah untuk mendapatkan spesifikasi sesuai dengan kebutuhan perkerasan.

#### Jenis Aspal Minyak.

##### a. Aspal Padat

Aspal yang berbentuk padat atau semi padat pada suhu ruang dan menjadi cair jika dipanaskan, Aspal padat dikenal dengan semen aspal (*asphalt cement*).

##### b. Aspal Cair

Aspal yang berbentuk cair pada suhu ruang, merupakan semen aspal yang dicairkan dengan bahan pencair dari hasil penyulingan minyak bumi seperti minyak tanah, bensin, solar.

### c. Aspal Emulsi

Suatu campuran aspal dengan air dan bahan pengemulsi yang diberi muatan listrik, aspal emulsi dibedakan menurut jenis kecepatan mengeras dan muatan listrik yang dikandungnya. (Sukirman 1999)

### 3.7.3 Pemeriksaan Aspal

Aspal merupakan bahan ikat lapis perkerasan yang sesuai dengan spesifikasi, Aspal yang digunakan pada penelitian ini adalah aspal AC 60/70, Syarat-syarat aspal AC 60/70 yaitu seperti Tabel 3.4 berikut.

Tabel.3.4 Standar Pemeriksaan Aspal pen 60/70

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat	
		Min	Maks
1	Penetrasi ( 25°, 5 dt )	60	79
2	Titik Lembek °C ( ring&ball)	48	58
3	Titik Nyala °C ( clef, open cup )	200	-
4	Kehilangan Berat ( 163°C, 5jam )	-	0,4
5	Kelarutan dalam CCL <sub>4</sub>	99	-
6	Daktalitas ( 25°, 5cm/menit)	100	-
7	Berat Jenis ( 25°)	1	-

Sumber : Bina Marga (1987)

### 3.7.4 Campuran Aspal

Pengujian campuran percobaan meliputi pengujian sifat *Marshall* (SNI 06-24891991) dan Puslitbang Bina Marga (1998), beberapa hal yang harus diperhatikan pada perencanaan campuran aspal menurut Pedoman Teknik No.28/T/BM/1999 yaitu sebagai berikut.

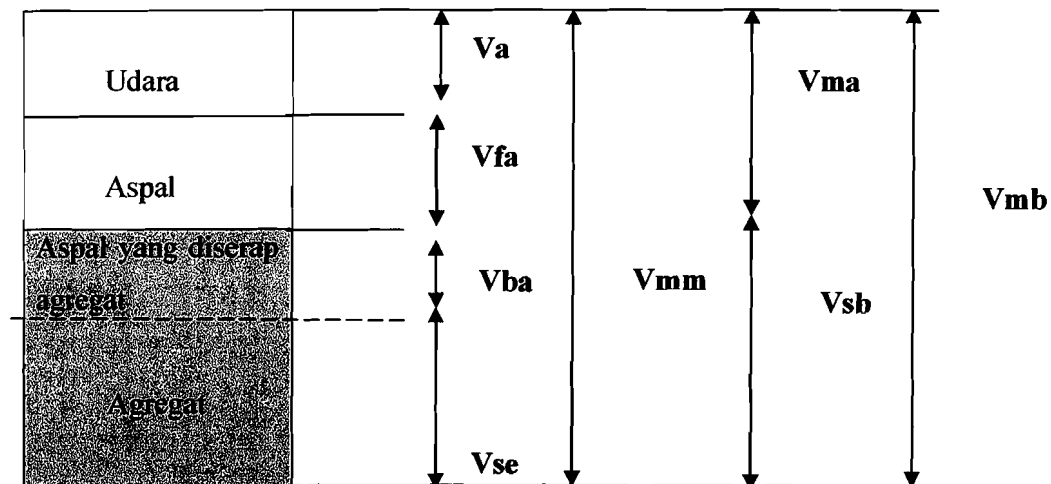
#### 1. Komposisi Umum Campuran Aspal

Campuran aspal terdiri atas mineral agregat dan aspal, dalam beberapa hal diperlukan bahan pengisi tambahan (*added filler*) untuk menjamin

tercapainya sifat-sifat campuran, tetapi pada umumnya penggunaan bahan pengisi yang berlebihan dapat membuat aspal campuran menjadi kaku sehingga campuran menjadi kurang lentur dan mudah retak.

## 2.Kadar Aspal Campuran

Kadar aspal campuran rencana harus dipilih sedemikian rupa sehingga kadar aspal efektif (yaitu kadar aspal total setelah dikurangi kadar aspal yang diserap agregat) akan cukup untuk memenuhi seluruh persyaratan dalam spesifikasi. agregat dengan penyerapan tinggi memerlukan kadar aspal total yang lebih tinggi.



Sumber : Silvia Sukirman ( 1999 )

**Gambar 3.3 Skematis berbagai jenis volume aspal beton**

Keterangan :

$V_{ma}$  = Volume rongga diantara mineral agregat (VMA)

$V_{mb}$  = Volume *bulk* campuran padat

$V_{mm}$  = Volume padat campuran tanpa rongga

$V_{fa}$  = Volume rongga teris aspal (VFWA)

$V_a$  = Volume rongga dalam campuran (VITM)

$V_b$  = Volume aspal

$V_{ba}$  = Volume aspal yang diserap agregat

$V_{sb}$  = Volume agregat (berdasarkan berat jenis *bulk*)

$V_{se}$  = Volume agregat (berdasarkan berat jenis efektif)

### 3.8 Agregat Halus Clereng

Agregat Clereng dikenal memenuhi spesifikasi Bina Marga yang secara luas digunakan sebagai campuran beton aspal. Hasil pengujian *Marshall* terhadap campuran aspal, menunjukkan bahwa karakteristik *Marshall* seperti stabilitas, rongga dalam campuran (VIM), rongga dalam mineral agregat (VMA), rongga yang terisi aspal (VFWA), kelelahan dan *Marshall quotient* untuk rentang kadar aspal yang diterima memenuhi spesifikasi.

Hasil pengujian *Marshall Immersion* menunjukkan bahwa *Retained Stability Index* lebih besar dari 75% dengan menggunakan agregat Clereng dalam campuran aspal. ( Marjohan, 1999)

Agregat Clereng mempunyai ciri-ciri fisik yaitu:

1. Berwarna agak gelap.
2. Agregat berbentuk kubus dan bersudut.
3. Permukaan agregat kasar.
4. Mempunyai permukaan berpori kecil.

### 3.9 Agregat Halus Vulkanik

Agregat ini termasuk di dalam jenis agregat beku (*igneus rock*) adalah agregat yang berasal dari magma yang mendingin dan membeku. Agregat beku terbentuk dari magma yang keluar dari permukaan bumi saat gunung merapi meletus, (Doddy, 1987).

Menurut Hariyadi Jamal (2002), Agregat halus Vulkanik mempunyai ciri-ciri fisik yaitu:

1. Berwarna agak gelap.
2. Agregat berbentuk bulat dan mempunyai permukaan tidak seperti kelereng.
3. Permukaan agregat kasar.
4. Mempunyai permukaan yang berpori.

Agregat Vulkanik terdiri dari beberapa unsur penyusun, berdasarkan pemeriksaan dengan parameter fisika dan kimia dilakukan oleh Balai Teknik Kesehatan Lingkungan (BTKL) Yogyakarta, Agregat vulkanik mengandung komposisi kimia seperti tercantum pada Tabel 3.6 dan 3.7 berikut.

**Tabel.3.6 Komposisi Kimia Abu Vulkanik  
Gunung Merapi Yogyakarta Tahun 2002**

Nama Unsur	Jumlah Kandungan (mg/kg)
SiO <sub>2</sub>	1839,0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	39952,0
CaO	30856,89
MgO	13977,85
SO	1800,0
Na <sub>3</sub> O	6100,59

Sumber: Balai Teknik Kesehatan Lingkungan (BTKL)  
Yogyakarta (2002)

**Tabel.3.7 Komposisi Kimia Abu Vulkanik  
Gunung Merapi Yogyakarta Tahun 2006**

Nama Unsur	Jumlah Kandungan (mg/kg)	
	Sampel 1	Sampel 2
SiO <sub>2</sub>	18.672	15.672
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	45.682	57.854
CaO	15.602	2.015
MgO	14.109	4.053

Sumber: Balai Teknik Kesehatan Lingkungan (BTKL)  
Yogyakarta (2006)

Pasir Vulkanik bersifat basa yang biasanya akan mudah dibasahi dengan aspal dan air, Agregat jenis ini disebut *hydrophobic* (bersifat menolak air). kadar lumpurnya kurang dari dua persen. Bentuk butirannya bulat agak meruncing. tingkat kekerasan pasir vulkanik Merapi juga memenuhi syarat, karena berasal dari jenis batu andesit yang berasal dari dalam perut gunung, agregat vulkanik

dapat diketahui karakteristiknya dengan menggunakan tabel Jenis dan sifat batuan beku seperti Tabel 3.8 berikut.

**Tabel 3.8 Jenis dan Sifat batuan beku**

<i>Density</i>	warna	pH	Kandungan SiO <sub>2</sub>	p	h	v
Rendah	terang	asam	tinggi	<i>granite</i>	<i>micro g</i>	<i>pumice</i>
↓	↓	↓	sedang	<i>syenite</i>	<i>micro s</i>	<i>tracayte</i>
				<i>diorie</i>	<i>micro d</i>	<i>audesite</i>
tinggi	gelap	basa	rendah	<i>gabbro</i>	<i>dolerite</i>	<i>basalt</i>

Sumber : Bahan dan Struktur Jalan Raya (1994)

Keterangan:

1. *Plutonic* (p), dengan cirri berkrystal kasar, keras, dan ulet.
2. *Hypabisal* (h), dengan cirri kristal sedang dan kurang tahan terhadap abrasi.
3. *Vulkanic* (v), dengan cirri berkrystal halus dan pada umumnya cenderung mempunyai kekuatan yang rendah.

Dari tabel diatas didapatkan bahwa, agregat vulkanik mempunyai tingkat kekerasan (*hardeness*) dan kekuatan yang sedang, serta mempunyai sifat pozzolan karena mempunyai unsur yang menyerupai semen.

### 3.10 Suhu Pematatan (Viskositas)

Pengaruh temperatur sangat mempengaruhi kualitas perkerasan yang dihasilkan serta mempengaruhi tingkat kemudahan dalam pekerjaan. Temperatur yang dimaksud adalah temperatur saat pencampuran, penghamparan maupun pematatan, suhu pematatan yang dapat di lihat pada Tabel 3.9 berikut:



Tabel 3.9 Suhu pemadatan Aspal Pen 60/70

No	Prosedur Pelaksanaan	Viskositas aspal	Suhu campuran °C
			Aspal Pen 60/70
1	Penghamaparn benda uji <i>Marshall</i>	0,2	155 + 1
2	Pemadatan benda uji <i>Marshall</i>	0,4	140 + 1
3	Suhu penghamaparan maskimum di AMP	tidak diperlukan	< 165
4	pencampuran, rentang temperatur sasaran	0,2-0,5	145-155
5	menuangkan campursn dari AMP ke dalam truk	0,5-1,0	135 - 155
6	Pasokan ke penghampar ( <i>paver</i> )	0,5-1,0	130 -150
7	Penggilasan awal (roda baja)	1,0 -2,0	125 -145
8	Penggilasan kedua (roda karet)	2,0 - 20,0	10 - 125
9	Penggilasan akkhir (roda baja)	< 20,0	> 95

Sumber: Diskimpraswil 2002

### 3.11 *Marshall Test*

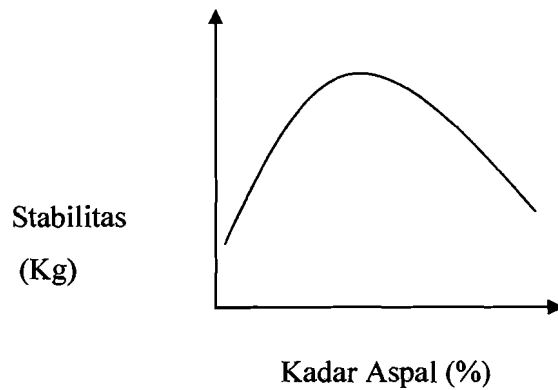
Kinerja campuran aspal dapat diperiksa dengan alat pemeriksaan *Marshall*, pemeriksaan dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan plastis (*flow*) dari campuran aspal dan agregat. Kelelahan plastis adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam mm atau 0,01”.

Benda uji *Marshall* berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dengan tinggi 7,5 cm, dengan berat 10 pon (4,536 kg ). (Sukirman, 1992)

#### 3.11.1 *Parameter Marshall Test*

##### 1. Stabilitas

Stabilitas yaitu kekuatan lapis perkerasan dalam menahan beban, nilai stabilitas akan naik dengan bertambahnya jumlah aspal sampai pada nilai optimum kemudian akan turun, nilai stabilitas dipengaruhi sifat dan betuk agregat serta kadar aspal dalam campuran, seperi grafik 3.1 berikut.



**Grafik 3.1 Grafik Hubungan Stabilitas dan Kadar Aspal**

Nilai stabilitas diperoleh dengan rumus:

$$S = p \times q \dots \dots \dots (3.1)$$

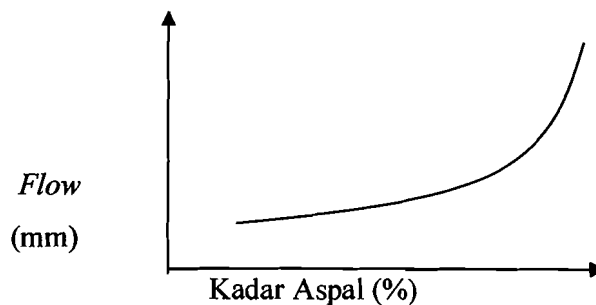
Keterangan: S = Nilai stabilitas yang sesungguhnya

p = pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat

q = angka koreksi benda uji

## 2. Kelelahan (*flow*)

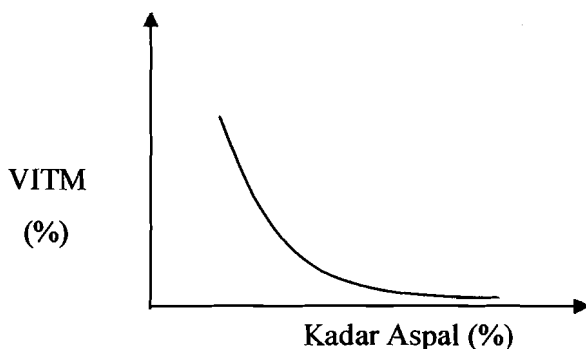
*Flow* yaitu besarnya deformasi yang terjadi pada suatu campuran aspal, nilai *flow* yang tinggi menyebabkan aspal mudah berubah karena aspal menjadi bersifat plastis, dan nilai *flow* yang rendah mengindikasikan bahwa campuran menjadi kaku, mudah retak dan patah, pola perubahan nilai *flow* dapat dilihat seperti grafik 3.2 berikut.



**Grafik 3.2 Grafik Hubungan *Flow* dan Kadar Aspal**

**3. Volume Pori Dalam Beton Aspal Padat (VITM)**

Adalah persentase antara volume rongga udara dengan volume total campuran setelah dipadatkan, nilai VITM akan semakin kecil apabila kadar aspal semakin besar, adapun pola dari VITM dapat dilihat pada garafik 3.3.



**Grafik 3.3 Grafik Hubungan VITM dan Kadar Aspal**

Nilai VITM didapat dengan rumus:

$$VITM = 100 - \left( 100 \times \frac{g}{h} \right) \dots\dots\dots(3.2)$$

$$g = c/f \dots\dots\dots(3.3)$$

$$f = d - e \dots\dots\dots(3.4)$$

$$h = \left( \frac{100}{\frac{\% \text{ agregat}}{b_j \text{ agregat}} + \frac{\% \text{ aspal}}{b_j \text{ aspal}}} \right) \dots\dots\dots(3.5)$$

ket: VITM = Volume pori dalam beton aspal padat (%)

c = Berat benda uji kering (sebelum direndam)

f = Volume benda uji (gr)

d = berat basah jenuh (gr)

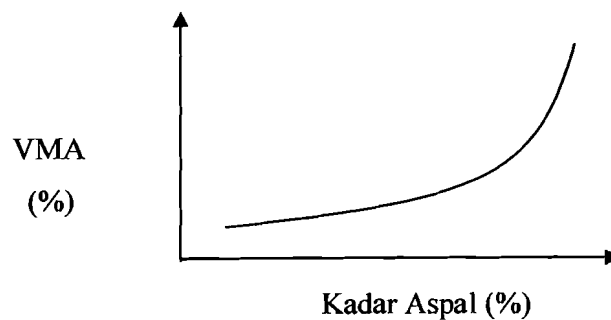
e = berat dalam air (gr)

h = berat jenis toritis

g = Berat isi benda uji/ *density* (gr/cc)

#### 4. Volume Pori dalam Campuran (VMA)

Volume pori dalam agregat campuran (*VMA=Void in the Mineral Aggregate*), adalah banyaknya pori diantara butir-butir agregat didalam beton aspal padat, nilai VMA dipengaruhi nilai berat jenis *bulk* dari beton aspal padat, dan kadar agregat., pola perubahan nilai VMA dapat dilihat seperti grafik 3.4 berikut.



Grafik 3.4 Grafik Hubungan VMA dan Kadar Aspal

Nilai VMA didapat dengan rumus:

$$VMA = \left( 100 - \frac{Gmb}{Gsb} \times \frac{100 \cdot 100}{100 + Pa_1} \right) \dots \dots \dots (3.6)$$

Ket : VMA = Volume pori dalam campuran (%)

Gmb = Berat jenis *bulk* dari beton aspal

Pa<sub>1</sub> = Kadar aspal, % terhadap berat agregat

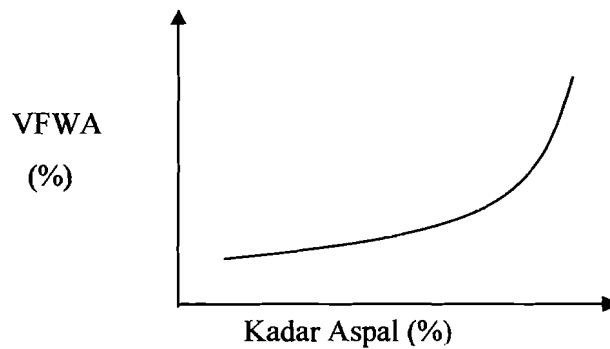
Gsb = Berat jenis *bulk* dari agregat pembentuk aspal beton padat.

#### 5. Volume Pori Antara Butir Agregat Terisi Aspal (VFWA)

VFWA adalah bagian dari VMA yang terisi oleh aspal, tidak termasuk didalamnya aspal yang terabsorpsi oleh masing-masing agregat, dengan demikian aspal yang mengisi VFWA adalah aspal yang berfungsi untuk menyelimuti butir-butir agregat didalam beton aspal.

Dengan jumlah volume pori agregat yang besar di dalam aspal, maka selimut aspal lebih tipis dan menyebabkan berkurangnya durabilitas beton aspal, sebaliknya jika terabsorpsi sedikit maka selimut aspal akan tebal, durabilitas

beton aspal lebih baik, tetapi kemungkinan *bleeding* akan semakin besar, pola perubahan nilai VFWA dapat dilihat seperti grafik 3.5 berikut.



**Grafik 3.5 Grafik Hubungan VFWA dan Kadar Aspal**

Nilai VFWA didapat dengan rumus:

$$\text{VFWA} = 100 \left( \frac{\text{VMA} - \text{VITM}}{\text{VMA}} \right) \% \text{ dari VMA} \dots \dots \dots (3.7)$$

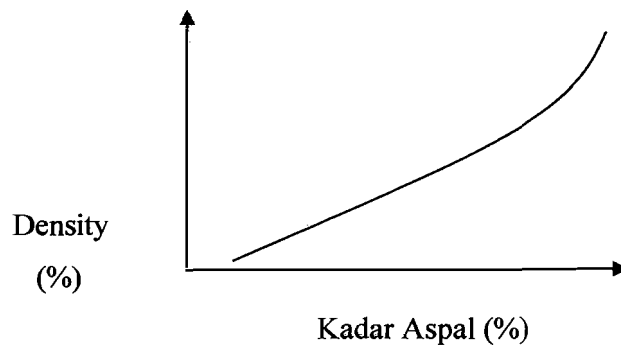
Ket: VFWA = Volume pori antara butir agregat yang terisi aspal

VMA = Volume pori antara butir agregat didalam campuran

VITM = Volume pori dalam beton aspal padat.

## 6. Kepadatan (*Density*)

Nilai *density* menunjukkan tingkat kepadatan suatu campuran perkerasan agregat dan aspal, nilai kepadatan menunjukkan kerapatan campuran yang telah dipadatkan, semakin besar nilai *density*, kerapatan dan kepadatan campuran semakin baik sehingga kemampuan perkerasan untuk menahan beban besar semakin besar, pola perubahan nilai *density* dapat dilihat pada grafik 3.6 berikut.



**Grafik 3.6 Grafik Hubungan *Density* dan Kadar Aspal**

Nilai *Density* didapat dari rumus :

$$f = d - e \dots\dots\dots(3.3)$$

$$g = c / f \dots\dots\dots(3.4)$$

- ket: c = Berat benda uji kering (sebelum direndam)  
 g = *density* (gr/cc)  
 f = Volume benda uji (gr)  
 d = berat basah jenuh (gr)  
 e = berat dalam air (gr)

### 7. Nilai Hasil bagi *Marshall Quotient* (MQ)

*Marshall Quotient* (MQ) adalah nilai bagi stabilitas dan *flow*, sebagai parameter sifat campuran, nilai MQ mengalami penurunan di karenakan dengan naiknya nilai stabilitas dan nilai *flow* menghasilkan campuran dengan nilai yang memenuhi persyaratan Puslitbang Bina Marga 1998 yaitu 200-500 kg.

Nilai MQ didapat dari rumus:

$$MQ = \frac{R}{S} \dots\dots\dots(3.8)$$

Ket :

- MQ = *Marshall Quotient* (Kg/mm)  
 S = Stabilitas (kg)  
 R = Kelelahan/ *flow* (mm)

### 8. *Immersion Test.*

Adalah uji yang bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh perendaman air dan suhu, Hasil perhitungan yang digunakan yaitu dengan membandingkan nilai stabilitas campuran rendaman 24 jam ( $S_2$ ) dengan stabilitas perendaman biasa yaitu 0,5jam ( $S_1$ )

$$\text{Index of Retained Strength} = \frac{S_2}{S_1} \times 100\% \dots\dots\dots(3.9)$$

#### 3.11.2 Hasil Pengujian *Marshall Test*

1. Kadar aspal, dinyatakan dalam bilangan desimal satu angka dibelakang koma.
2. Berat volume, dinyatakan dalam  $\text{ton/m}^3$ .
3. Stabilitas, dinyatakan dalam bilangan bulat, stabilitas menunjukkan kekuatan, ketahanan terhadap alur.
4. Kelelahan plastis (*flow*), dinyatakan dalam mm atau 0,01". *Flow* merupakan indikator terhadap lentur.
5. VIM adalah persen rongga dalam campuran, dinyatakan dalam bilangan desimal satu angka di belakang koma, VITM merupakan indikator dari durabilitas, kemungkinan *bleeding*.
6. VMA adalah persen rongga terhadap agregat, dinyatakan dalam bilangan bulat. VMA merupakan indikator durabilitas.
7. Hasil bagi Marshall (*Quotient Marshall*), yaitu hasil bagi stabilitas dan *flow*, dinyatakan dalam dalam kN/mm, merupakan indikator kelenturan yng potensial terhadap keretakan.
8. Penyerapan aspal dalam persen terhadap berat campuran, sehingga diperoleh gambaran kadar aspal efektifnya.
9. Tebal lapisan aspal (*film aspal*) dinyatakan dalam mm, *film aspal* merupakan petunjuk tentang durabilitas campuran.
10. Kadar aspal efektif dinyatakan dalam bilangan desimal dua angka di belakang koma.

11. *Immersion test* dinyatakan dalam persen merupakan nilai hasil bagi perendaman normal ( $S_1$ ) dan perendaman *immersion* ( $S_2$ ). (Manual Pemeriksaan Bahan Jalan , 1976)



## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1 Metode Penelitian**

Metode yang dipakai pada penelitian ini meliputi:

##### **1. Metode Penelitian eksperimental**

Penelitian eksperimental merupakan penelitian yang dengan untuk mengetahui ada tidaknya akibat dari sesuatu yang dikenakan pada suatu subyek, dengan mencoba meneliti adanya hubungan sebab akibat (Suharsimi, 1990).

##### **2. Metode Studi Pustaka**

Metode penelitian yang mempunyai landasan teori yang mengacu pada buku, pendapat dan teori yang berhubungan dengan subyek penelitian.

#### **4.2 Lokasi penelitian**

Lokasi penelitian adalah di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

#### **4.3 Bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Aspal Pertamina 60/70.
2. Agregat kasar berupa batu pecah hasil *stone crusher* dari Clereng, kabupaten Kulon Progo.
3. Agregat halus dan *Filler* berasal dari Clereng, kabupaten Kulon Progo dan dari agregat halus vulkanik gunung Merapi Yogyakarta, Kabupaten Sleman Yogyakarta.

#### **4.4 Penelitian Bahan**

Penelitian terhadap agregat meliputi:

1. Pemeriksaan keausan agregat dengan mesin *Los Angeles*.
2. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus.

3. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar.
4. Pemeriksaan agregat terhadap aspal
5. Pemeriksaan *Sand Equivalent*.
6. Pemeriksaan analisa saringan.

#### 4.5 Perencanaan Benda Uji

Pembuatan benda uji dilakukan seperti berikut :

1. Menentukan nilai persentase agregat yang digunakan berdasarkan nilai batas bawah dan nilai batas atas untuk perencanaan variasi agregat halus.
2. Merencanakan spesifikasi gradasi agregat campuran sesuai dengan spesifikasi campuran pekerjaan.
3. Merancang proporsi dari masing-masing fraksi agregat yang tersedia untuk mendapatkan agregat campuran dengan gradasi sesuai butir.
4. Menentukan kadar aspal campuran adalah kadar aspal efektif yang membungkus atau menyelimuti butir-butir agregat.
5. Membuat benda uji beton aspal.

Berat aspal yang digunakan membuat benda uji pada masing-masing persentase kadar aspal yang ditentukan adalah:

1. Benda uji dengan kadar aspal 6% adalah  $6\% \times 1200\text{gr} = 72 \text{ gr}$ .
2. Benda uji dengan kadar aspal 6,5% adalah  $6,5\% \times 1200\text{gr} = 78 \text{ gr}$ .
3. Benda uji dengan kadar aspal 7% adalah  $7\% \times 1200\text{gr} = 84 \text{ gr}$ .
4. Benda uji dengan kadar aspal 7,5% adalah  $7,5\% \times 1200\text{gr} = 90 \text{ gr}$ .
5. Benda uji dengan kadar aspal 8 % adalah  $8\% \times 1200\text{gr} = 96 \text{ gr}$ .

Berat agregat dan *filler* yang dibutuhkan untuk membuat benda uji pada masing-masing benda uji yaitu:

1. Benda uji dengan kadar aspal 6% adalah  $1200\text{gr} - 72 \text{ gr} = 1128 \text{ gr}$ .
2. Benda uji dengan kadar aspal 6,5% adalah  $1200\text{gr} - 78 \text{ gr} = 1122 \text{ gr}$ .
3. Benda uji dengan kadar aspal 7% adalah  $1200\text{gr} - 84 \text{ gr} = 1116 \text{ gr}$ .
4. Benda uji dengan kadar aspal 7,5 % adalah  $1200\text{gr} - 90 \text{ gr} = 1110 \text{ gr}$ .

5. Benda uji dengan kadar aspal 8% adalah  $1200\text{gr} - 96\text{ gr} = 1104\text{ gr}$ .

Tabel 4.1 Gradasi Rencana Perencanaan Benda Uji Campuran HRS-B

Ukuran Saringan	Spesifikasi Min	Spesifikasi Max	Gradasi Rencana
¾ "	97	100	98.5
½ "	70	100	85
3/8"	58	80	69
#4	50	60	55
#8	46	60	53
#30	16	60	38
#50	10	48	29
#100	3	26	14.5
#200	2	8	5

Sumber : Central Quality Control and Monitoring Unit (CQCMU), 1998

#### 4.5.1 Contoh perhitungan Kebutuhan Agregat Halus

Contoh perhitungan campuran campuran kadar aspal 6% dengan variasi agregat halus vulkanik 75% dan agregat halus clereng 25%.

Diketahui.

1. Aspal yang digunakan dengan kadar aspal 6%.
2. Agregat kasar yang digunakan 45% dari berat benda uji-volume aspal.
3. Agregat kasar yang digunakan 55% dari berat benda uji-volume aspal.
4. Agregat halus vulkanik sebesar 75% dari berat total agregat halus.
5. Agregat halus clereng sebesar 75% dari berat total agregat halus.
6. Berat total benda uji 1200gr.

Perhitungan.

1. Mengetahui volume aspal yang digunakan yaitu  $6\% \times 1200\text{gr} = 72\text{ gram}$
2. Menghitung volume agregat persaringan sesuai dengan gradasi rencana (Tabel 4.1) dan seperti tabel 4.2 sebagai berikut.

Tabel 4.2 Contoh Perhitungan Kebutuhan Agregat Campuran

No Saringan		Berat Tertahan		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19.05	3/4 "	16.92	16.92	1.5	98.5	97	100
12.7	1/2"	152.28	169.2	15	85	70	100
9.525	3/8"	180.48	349.68	31	69	58	80
6.35	#4	157.92	507.6	45	55	50	60
3.175	#8	22.56	530.16	47	53	46	60
0.84667	#30	169.2	699.36	62	38	16	60
0.508	#50	101.52	800.88	71	29	10	48
0.254	#100	163.56	964.44	85.5	14.5	3	26
0.127	#200	107.16	1071.6	95	5	2	8
Filler	PAN	56.4	1128	100	0		

Agregat = 1128 gram

Aspal 6% = 72 gram

Berat total = 1200 gram

### 3. Menghitung kebutuhan masing-masing agregat.

Contoh perhitungan kebutuhan agregat halus saringan #8.

- dari perencanaan agregat halus analisis saringan #8 dibutuhkan agregat sebanyak 22,56 gram

- agregat halus vulkanik 75% tertahan saringan #8 lolos saringan #4 = 75% x 22,56 gr = 16,92 gr

- agregat halus clereng 25% tertahan saringan #8 lolos saringan #4 = 25% x 22,56 gr = 5,64 gr

4. Didapat tabel kebutuhan agregat halus untuk perencanaan benda uji seperti pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Contoh Perhitungan Kebutuhan Agregat Halus

Saringan	Agregat halus Vulkanik 75 %	Agregat halus clereng 25%
#8	16.92	5.64
#30	126.9	42.3
#50	76.14	25.38
#100	122.67	40.89
#200	80.37	26.79

#### 4.6 Perencanaan Pengujian *Marshall Test*

Persiapan pengujian meliputi :

1. Persiapan bahan.
2. Pengujian bahan yaitu, aspal, agregat kasar Clereng, agregat halus Clereng, *filler* Clereng agregat.halus vulkanik.
3. Penentuan suhu pencampuran dan pemadatan.
4. Persiapan pencampuran.
5. Pembuatan benda uji untuk mendapatkan kadar aspal optimum dengan agregat halus vulkanik sebagai agergat pembanding dengan variasi penambahan 25% berat dari agregat halus vulkanik (0%, 25%, 50%, 75%, 100%) dan pengurangan berat agregat halus Clereng 25% (100%, 75%, 50%, 25%, 0%).
6. Pembutan benda uji dengan variasi kadar aspal dengan variasi 0,5% berat benda uji (6%, 6,5%, 7%, 7,5%, 8% ).

#### 4.7 Prosedur Pengujian *Marshall test*.

Setelah dibuat perencanaan benda uji, maka dilakukan pembuatan benda uji seperti berikut:

1. Agregat kasar, agregat halus, *filler* dipanaskan sampai suhu  $\pm 150^{\circ}$
2. Aspal dipanaskan sampai suhu  $160^{\circ}$
3. Aspal dicampurkan ke dalam agregat dan diaduk  $\pm 5$  menit atau sampai seluruh permukaan campuran berwarna hitam tertutup aspal.
4. Bagian bawah cetakan diberi kertas penghisap yang digunting menyerupai permukaan benda uji
5. Campuran dimasukkan kedalam cetakan benda uji.
6. Campuran dipadatkan dengan spatula sebanyak 15 kali secara acak hingga padat, setelah itu bagian atas benda uji ditutup kertas penghisap.
7. Benda uji dipadatkan dengan tumbukan 2x 75 dengan tinggi jatuh 457,2 mm .
8. Setelah 1x75 benda uji dibalik bagian atas ke bawah, dengan tujuan agar benda uji menjadi padat keseluruhan.
9. Kertas penghisap dibuka, diberi tanda, dan di diamkan pada suhu ruang hingga dingin.

10. Benda uji di timbang dan diukur pada 3 sisi yang berbeda.
11. Benda uji direndam selama  $\pm 24$  jam sampai jenuh.
12. Benda uji ditimbang dalam air untuk mendapatkan berat benda uji dalam air.
13. Benda uji dikeringkan dan dilap dengan kain hingga kering permukaan, kemudian ditimbang untuk mendapatkan berat SSD.
14. Benda uji direndam dalam *waterbath* selama 30 menit dengan suhu  $60^{\circ}$ .
15. Benda uji diuji *Marshall test*, dengan pembacaan stabilitas dan angka *flow*.

#### 4.8 Penentuan Kadar Aspal Optimum

Setelah didapat nilai hasil pengujian *Marshall test*, berupa parameter nilai *marshall* pada masing-masing campuran agregat dan kadar aspal, maka diperoleh kadar aspal yang memenuhi persyaratan untuk campuran.

#### 4.9 Analisis *Immersion Test*.

*Immersion Test* dilakukan setelah nilai kadar aspal optimum didapat, adapun pengujian dilakukan dengan membandingkan benda uji dengan perendaman 0,5 jam (S1) dan perendaman *Immersion* selama 24 jam (S2), dengan tujuan mengetahui perubahan campuran terhadap perendaman.

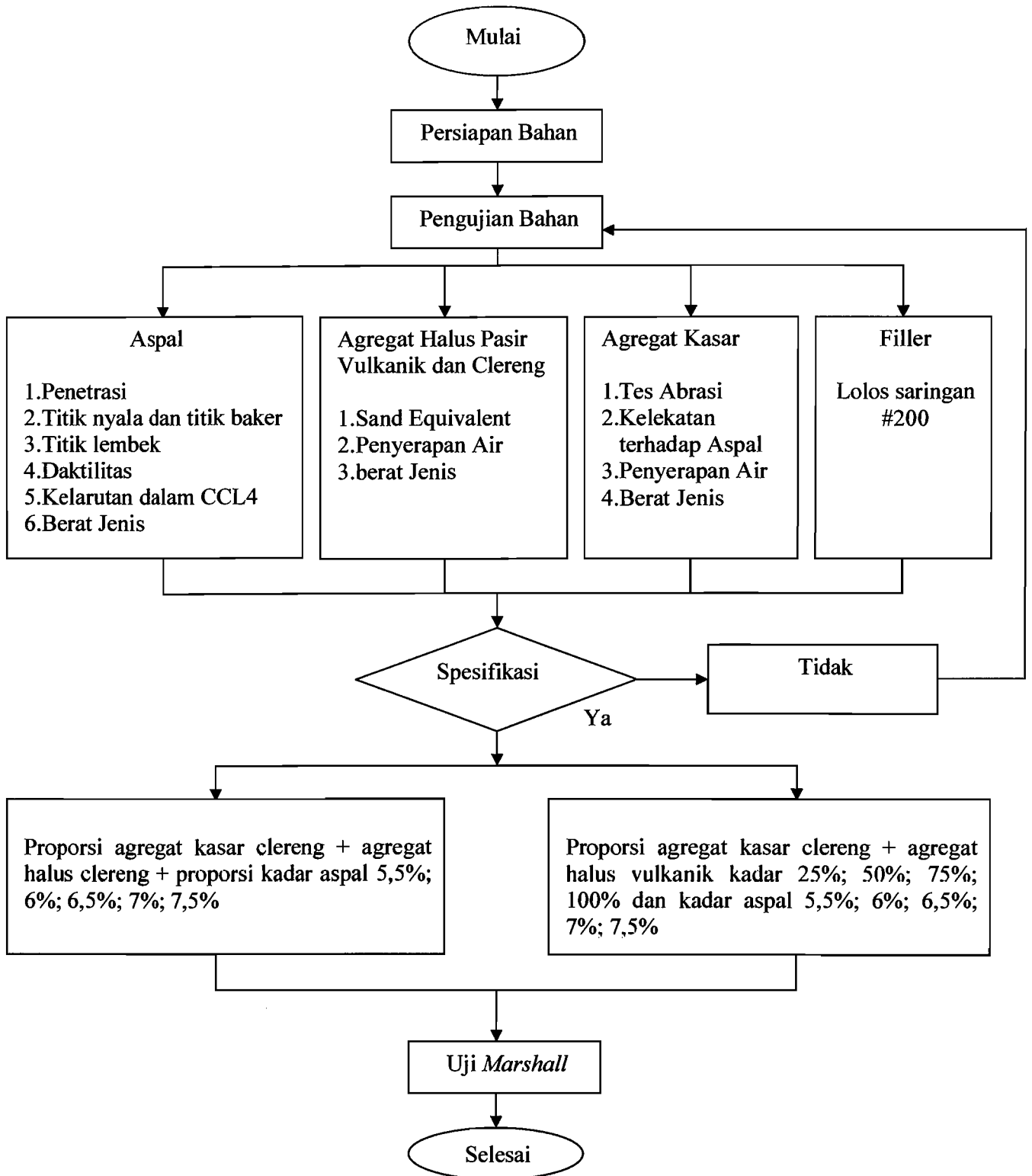
#### 4.10 Analisis Data

Setelah pengujian *Marshall* dilakukan, dilanjutkan dengan analisis data yang diperoleh. Analisis dilakukan untuk mendapatkan nilai-nilai *Marshall* untuk mengetahui karakteristik campuran sehingga didapat kadar aspal optimum. Data yang diperoleh sebagai berikut.

1. tebal benda uji ( mm ),
2. berat sebelum direndam / kering ( gram ),
3. berat dalam air ( gram ),
4. berat dalam keadaan jenuh ( gram ),
5. pembacaan arloji stabilitas ( lbs ), dan
6. pembacaan arloji *flow* ( mm ).

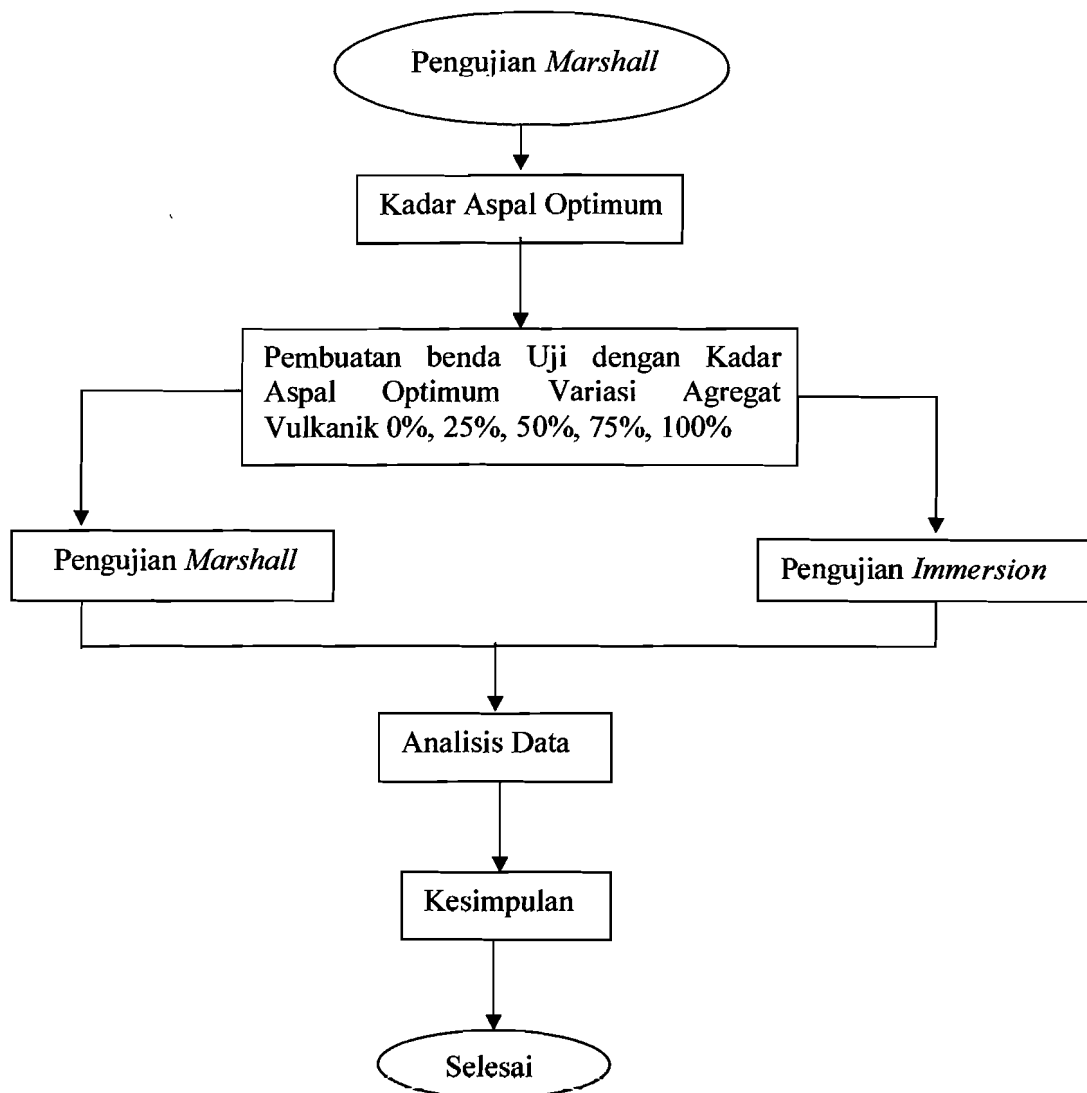
#### **4.11 Proses Penelitian**

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perubahan karakteristik penggunaan pasir vulkanik sebagai agregat halus pada campuran HRS-B, yang dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, Hasil penelitian ini akan dibandingkan dengan spesifikasi HRS-B dari Puslitbang Jalan 1998. Untuk lebih jelasnya langkah-langkah penelitian dapat dilihat dalam gambar diagram alir 4.2 dan 4.3 berikut ini.



Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian Laboratorium





Gambar 4.2 Bagan Alir Pengujian *Immersion Test* Laboratorium

#### 4.12 Jumlah benda Uji

Jumlah benda uji yang diperlukan dalam pengujian penelitian dapat di lihat pada Tabel 4.1 dan 4.2 berikut.

Tabel 4.4 Jumlah Benda Uji Untuk Mencari Kadar Aspal Optimum

Kadarv Aspal	Kadar agregat halus				
	Pasir Vulkanik				Pasir Clereng
	25%	50%	75%	100%	100%
6%	3	3	3	3	3
6,50%	3	3	3	3	3
7%	3	3	3	3	3
7,50%	3	3	3	3	3
8%	3	3	3	3	3
Jumlah	75 buah				

Tabel 4.5 Jumlah Benda Uji *Immersion Test*.

Kadar Agregt halus	Lama perendaman	
	30 menit	24 jam
	Pasir vulkanik	Pasir Clereng
0%	3	3
25,00%	3	3
50%	3	3
75,00%	3	3
100%	3	3
Jumlah – 30 buah		

Jumlah total benda uji adalah  $75 + 30 = 105$  benda uji.

**BAB V**  
**ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

**5.1. Hasil Penelitian**

Hasil penelitian adalah merupakan data-data yang didapat dari penelitian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Universitas Islam Indonesia.

**5.1.1. Pemeriksaan Bahan**

**5.1.1.1. Pemeriksaan Aspal**

Hasil pengujian Aspal yang dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Universitas Islam Indonesia terdapat pada Tabel 5.1.

**Tabel 5.1 Hasil Penelitian aspal pen 60/70**

No.	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Satuan
1	Penetrasi 25 <sup>0</sup> C	60-79	61.7	0.1mm
2	Titik Lembek	48-58	54 <sup>0</sup>	C
3	Titik Nyala	>200	324 <sup>0</sup>	C
4	Daktilitas	>100	165	cm
5	Kelarutan dalam CCL4	>99	99.882	%
6	Berat Jenis	>1	1	-

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Jalan Raya FTSP UII

**5.1.1.2. Pemeriksaan Agregat**

Hasil penelitian Agregat yang dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Universitas Islam Indonesia seperti pada Tabel 5.2 berikut.

**Tabel 5.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Clereng**

No	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Satuan
1	Keausan dengan mesin Los Angeles	Maks 40	30,58	%
2	Kelekatan Terhadap Aspal	Min 95	98	%
3	Penyerapan terhadap air	Maks 3	1,579	%
4	Berat jenis	Maks 2,5	2,725	-

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Jalan Raya FTSP UII

Agregat halus yang digunakan berasal dari dari Pasir dan *filler* dari pasir Clereng dan pasir dan *filler* abu vulkanik, hasil pemeriksaan agregat dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan 5.4 berikut.

**Tabel 5.3 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus Clereng**

No	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Satuan
1	Nilai Sand Equivalent	Min 50	67,31	%
2	Penyerapan agregat terhadap air	Maks 3	0,442	%
3	Berat jenis	Min 2,5	2.895	-

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Jalan Raya FTSP UII

**Tabel 5.4 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus Vulkanik**

No	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Satuan
1	Nilai Sand Equivalent	Min 50	89,13	%
2	Penyerapan agregat terhadap air	Maks 3	0,746	%
3	Berat jenis	Min 2,5	2.874	-

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Jalan Raya FTSP UII

## 5.2 Pembahasan Pengujian *Marshall Test*

### 5.2.1 Pengaruh Agregat Vulkanik dan Kadar Aspal terhadap nilai Stabilitas

Nilai stabilitas menunjukkan besarnya kemampuan terjadinya deformasi berbanding lurus dengan naiknya kadar aspal sampai batas tertentu (batas

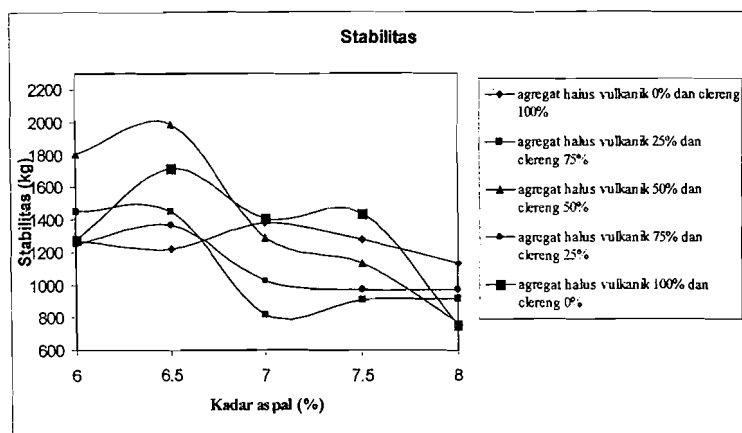


optimum) dan turun setelah melewati batas optimum, hal ini terjadi karena aspal sebagai bahan pengikat antara agregat dapat menjadi pelicin setelah melebihi batas. Stabilitas yang mempunyai nilai di atas nilai optimum akan mudah patah/retak-retak dikarenakan lapisan perkerasan menjadi kaku, sedangkan untuk nilai stabilitas di bawah nilai rentang optimum akan mudah mengalami *rutting* oleh beban kendaraan atau oleh perubahan bentuk tanah dasar (*subgrade*). Nilai Stabilitas dari hasil pengujian seperti pada Tabel 5.5 berikut.

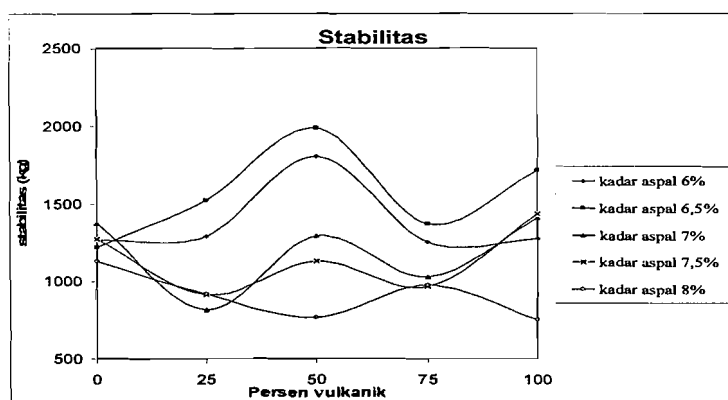
**Tabel 5.5 Nilai Stabilitas Hasil Pengujian Marshall**

	Kadar Agregat Halus		Kadar Aspal				
	Vulkanik (%)	Clereng (%)	6%	6,50%	7%	7,50%	8%
Stabilitas (kg)	100	0	1272.66	1714.27	1408.15	1434.81	752.00
	75	25	1497.22	1150.55	1023.72	966.21	890.78
	50	50	1788.63	2039.90	1289.86	1126.20	764.28
	25	75	1289.67	1523.20	813.41	909.71	914.47
	0	100	1295.35	1222.09	1377.43	1275.11	1130.56

Dari hasil pengujian penambahan agregat vulkanik menghasilkan kenaikan nilai stabilitas hingga penambahan agregat vulkanik 50%, hal ini disebabkan agregat clereng mempunyai bentuk agregat kubus yang mempunyai nilai *interlocking* yang baik serta bertambahnya jumlah agregat vulkanik yang mempunyai bentuk permukaan kasar sehingga menambah kekuatan campuran dalam menahan deformasi yang timbul dengan menghasilkan ikatan antar agregat semakin baik sehingga kemampuan menahan beban semakin besar, Seperti pada Grafik 5.1 dan 5.2 berikut.



**Grafik 5.1 Hubungan Nilai Stabilitas dan Kadar Aspal dengan Variasi Variasi Agregat Vulkanik**



**Grafik 5.2 Hubungan Nilai Stabilitas dan Agregat vulkanik dengan Variasi Kadar Aspal**

Setelah mencapai nilai stabilitas optimum pada penambahan agregat vulkanik 50% nilai stabilitas mengalami penurunan nilai, hal ini disebabkan berkurangnya agregat clereng sehingga agregat mempunyai bidang kontak yang mengecil dan bertambahnya agregat vulkanik yang mempunyai bentuk agregat yang bulat namun mempunyai permukaan yang lebih kasar, dimana dengan menggunakan jumlah agregat bulat lebih banyak menghasilkan luas bidang kontak lebih kecil sehingga menghasilkan daya *interlocking* lebih kecil dan kemampuan menahan beban dan deformasi yang relatif lebih kecil.

Penggunaan campuran dengan penambahan agregat halus vulkanik 100% mempunyai nilai stabilitas yang lebih besar dibandingkan agregat Clereng hal ini disebabkan agregat halus clereng mempunyai permukaan yang lebih halus dan menghasilkan sudut geser antar agregat semakin kecil sehingga kemampuan menahan deformasi lebih kecil, sehingga pada campuran dengan aspal agregat dengan permukaan kasar lebih baik dibandingkan dengan agregat permukaan halus, hal ini dikuatkan dengan adanya persamaan perubahan nilai, yaitu naiknya nilai stabilitas diikuti dengan nilai VITM dan VMA yang bertambah besar (lihat Tabel 5.6 dan 5.8).

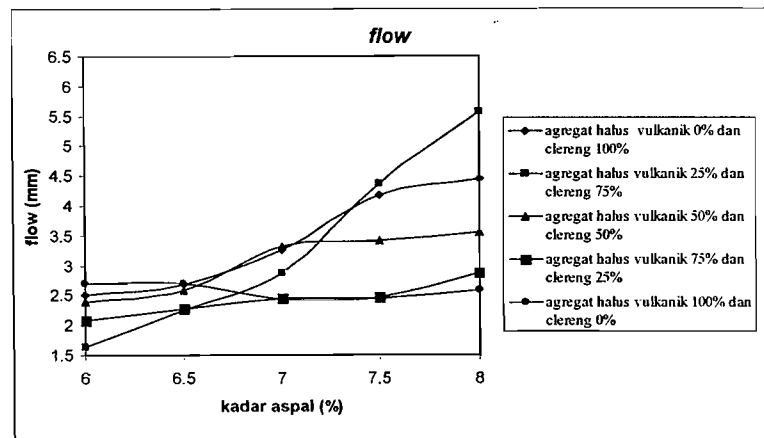
### 5.2.2 Pengaruh Agregat Vulkanik dan Kadar Aspal terhadap Nilai *Flow*

*Flow* adalah ketahanan dari lapis aspal beton dalam menerima beban berulang tanpa deformasi, hal ini tercapai jika digunakan kadar aspal yang tinggi, semakin besar nilai *flow* akan menyebabkan cepatnya kelelahan campuran aspal dan menyebabkan perubahan bentuk, *bleeding* serta nilai elastisitasnya semakin besar, sedang campuran yang mempunyai nilai *flow* yang dibawah batas bawah, akan bersifat kaku dan getas karena kecilnya pori dalam campuran, nilai *flow* hasil pengujian seperti Tbel 5.6 berikut.

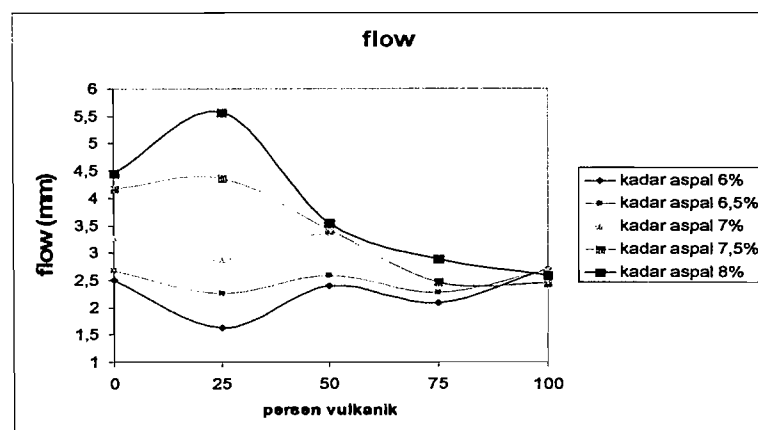
**Tabel 5.6 Nilai *Flow* Hasil Pengujian *Marshall***

	Kadar Agregat Halus		Kadar Aspal				
	Vulkanik (%)	Clereng (%)	6%	6,50%	7%	7,50%	8%
<i>Flow</i> (mm)	100	0	2.70	2.70	2.43	2.45	2.58
	75	25	2.08	2.27	2.45	2.47	2.88
	50	50	2.40	2.58	3.33	3.42	3.55
	25	75	1.63	2.25	2.87	4.37	5.57
	0	100	2.50	2.68	3.27	4.17	4.45

Hasil pengujian menunjukkan kenaikan nilai *flow*, dikarenakan bertambahnya jumlah aspal dan mengecilnya bidang kontak diantara butiran agregat, Nilai *flow* dari hasil pengujian seperti pada grafik 5.3 dan 5.4 berikut.



**Grafik 5.3 Hubungan Nilai *Flow* dan Kadar Aspal dengan Variasi Variasi Agregat Vulkanik**



**Grafik 5.4 Hubungan Nilai *Flow* dan Agregat vulkanik dengan Variasi Kadar Aspal**

Hasil pengujian campuran menghasilkan penambahan agregat halus vulkanik 50% mengalami penurunan nilai, hal ini disebabkan agregat vulkanik mempunyai mempunyai tekstur permukaan yang kasar dan banyaknya pori di pada agregat, sehingga ikatan antar batuan atau sifat mengunci lebih bagus disebabkan permukaan kasar dan berpori yang menyebabkan stabilitas tinggi dan campuran cenderung kaku.



Dengan semakin banyaknya penambahan agregat vulkanik menghasilkan nilai *flow* lebih kecil dibandingkan agregat clereng, hal ini disebabkan agregat vulkanik mempunyai permukaan kasar dan berpori yang menyebabkan sudut geser dalam antar partikel bertambah besar sehingga menambah kemampuan menahan deformasi yang lebih kuat dan menghasilkan ikatan antar partikel yang lebih baik

Agregat halus Clereng mempunyai pori permukaan yang lebih kecil dibandingkan agregat vulkanik yang menyebabkan aspal akan diserap lebih kecil karena agregat clereng dan menghasilkan daya ikatan antar agregat yang lebih kecil dan mempunyai tingkat kestabilan relatif lebih kecil.

### 5.2.3 .Pengaruh Agregat Vulkanik dan Kadar Aspal terhadap Nilai Volume Pori Dalam Aspal Padat ( VITM )

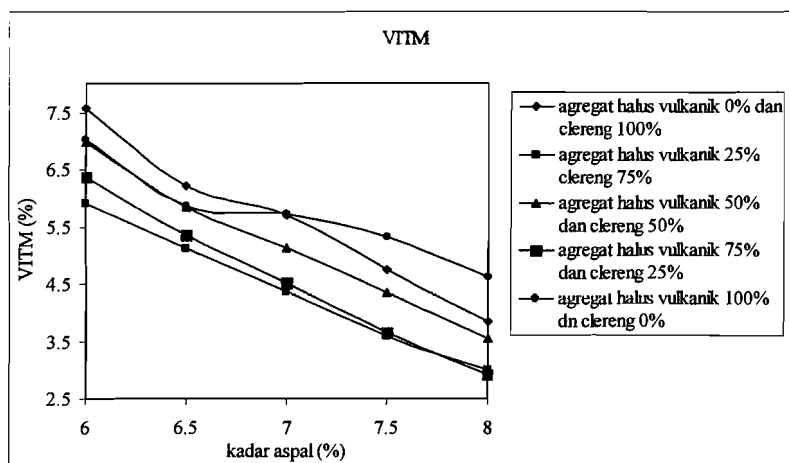
VITM yaitu banyaknya pori yang berada dalam beton aspal yang dipadatkan, adalah banyaknya pori diantara butir-butir agregat yang diselimuti aspal yang telah dipadatkan, merupakan indikator dari durabilitas, kemungkinan *bleeding*, VITM dipengaruhi bentuk agregat dan kemampuan penyerapan agregat.

Hasil pengujian dengan penambahan kadar aspal dari 6- 8 % mengalami penurunan nilai VITM, yang menyerupai kebalikan karakteristik VMA hal ini terjadi karena nilai VITM akan semakin kecil dengan bertambahnya kadar aspal dikarenakan rongga udara yang terisi aspal (VFWA) semakin besar, seperti pada Tabel 5.7 berikut.

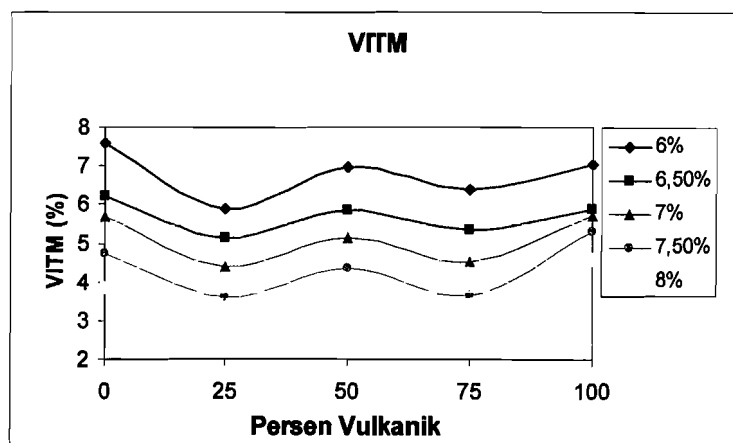
**Tabel 5.7 Nilai VITM Hasil Pengujian Marshall**

VITM (%)	Kadar Agregat Halus		Kadar Aspal				
	Vulkanik (%)	Clereng (%)	6%	6,50%	7%	7,50%	8%
	100	0	7.04	5.87	5.73	5.32	4.62
75	25	6.38	5.37	4.52	3.65	2.92	
50	50	6.98	5.86	5.14	4.35	3.56	
25	75	5.91	5.14	4.38	3.60	3.01	
0	100	7.58	6.23	5.70	4.75	3.85	

Hasil pengujian mengasilkan data bahwa dengan penambahan agregat vulkanik 50% menghasilkan kenaikan nilai VITM, hal ini disebabkan agregat mempunyai permukaan kasar namun berpori yang mempunyai penyerapan terhadap aspal lebih banyak sehingga aspal yang menyelimuti agregat akan lebih tipis sehingga dengan penambahan agregat vulkanik semakin banyak menghasilkan volume pori semakin besar, seperti pada Tabel 5.5 dan 5.6 berikut.



**Grafik 5.5 Hubungan Nilai VITM dan Kadar Aspal dengan Variasi Variasi Agregat Vulkanik**



**Grafik 5.6 Hubungan Nilai VITM dan Agregat vulkanik dengan Variasi Kadar Aspal**

Pengujian terhadap penggunaan agregat Clereng 100% menghasilkan nilai VITM lebih besar disebabkan agregat mempunyai tekstur permukaan yang agregat mempunyai pori agregat yang sedikit dan nilai penyerapan yang lebih kecil dibanding agregat vulkanik, menyebabkan aspal yang menyelimuti agregat lebih banyak namun dengan nilai penyerapan yang lebih kecil menghasilkan air yang diresapi agregat semakin kecil sehingga pori di dalam campuran menjadi lebih besar.

#### 5.2.4 Pengaruh Agregat Vulkanik dan Kadar Aspal terhadap Nilai Volume Pori Dalam Agregat Campuran (VMA)

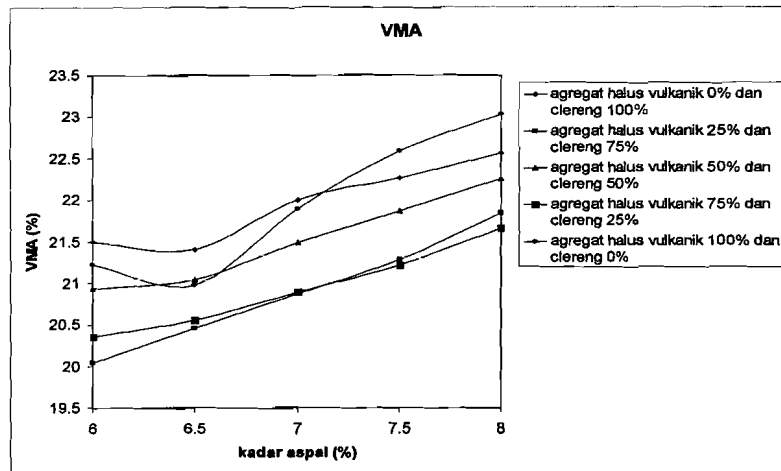
Volume pori dalam agregat campuran (*VMA=void in the mineral aggregate*), adalah banyaknya pori diantara butir-butir agregat di dalam beton aspal padat, nilai VMA dipengaruhi nilai berat jenis *bulk* dan penycrapan agregat dari beton aspal padat, kadar agregat, % terhadap berat beton aspal padat dan berat jenis *bulk* dari agregat pembentuk beton aspal padat angka VMA merupakan indikator dari durabilitas, nilai VMA hasil pengujian seperti Tabel 5.8 berikut.

**Tabel 5.8 Nilai VMA Hasil Pengujian Marshall**

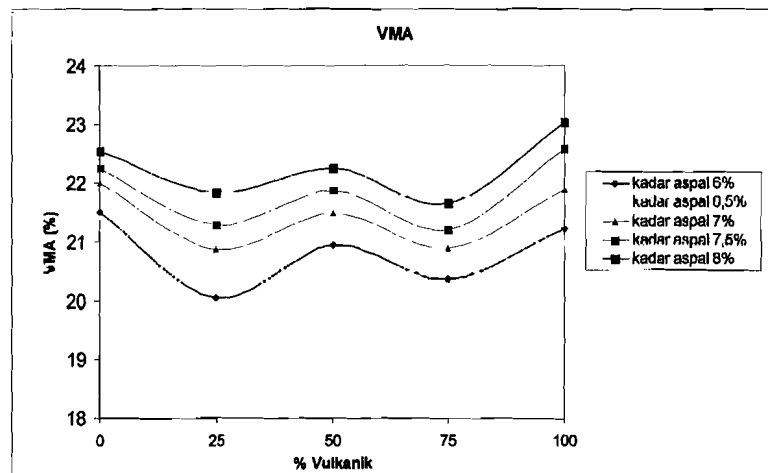
VMA (%)	Kadar Agregat Halus		Kadar Aspal				
	Vulkanik (%)	Clereng (%)	6%	6,50%	7%	7,50%	8%
	100	0	21.22	20.98	21.90	22.59	23.03
75	25	20.36	20.56	20.89	21.21	21.66	
50	50	20.94	21.04	21.48	21.87	22.25	
25	75	20.05	20.46	20.87	21.28	21.84	
0	100	21.50	21.41	22.00	22.26	22.56	

Dari data hasil uji *marshall*, terlihat bahwa agregat vulkanik dan Agregat clereng relatif mempunyai pola yang sama, dimana dengan penambahan kadar aspal mengalami kenaikan sesuai dengan metode *Marshall*, dengan definisi bahwa nilai VMA atau volume rongga dalam beton padat jika seluruh selimut aspal di abaikan (rongga antar butir agregat), VMA dipengaruhi tekstur permukaan,

bentuk butiran, pemadatan, dan penyerapan air oleh agregat. Nilai VMA dari hasil pengujian seperti grafik 5.7 dan 5.8 berikut.



**Grafik 5.7 Hubungan Nilai VMA dan Kadar Aspal dengan Variasi Variasi Agregat Vulkanik**



**Grafik 5.8 Hubungan Nilai VMA dan Agregat Vulkanik dengan Variasi Kadar Aspal**

Penambahan agregat vulkanik menghasilkan kenaikan nilai VMA pada penambahan agregat halus vulkanik 50%, naiknya nilai VMA disebabkan berkurangnya *interlocking* antar agregat dikarenakan volume agregat Clereng

yang mempunyai bentuk kubus dan bidang kontak agregat yang lebih luas, sehingga dengan bertambahnya agregat vulkanik yang mempunyai bentuk agregat bulat menyebabkan kemampuan partikel agregat saling bersentuhan dengan luas bidang kontak semakin kecil dan dengan bertambahnya agregat vulkanik yang mempunyai permukaan berporos sehingga pada kadar aspal yang sama akan membutuhkan jumlah aspal yang lebih banyak dikarenakan adanya aspal yang masuk kedalam pori agregat.

Penggunaan agregat halus Clereng menghasilkan nilai VMA yang lebih kecil dibandingkan penggunaan agregat halus vulkanik dikarenakan agregat Clereng mempunyai bentuk kubus (*cubical*) yang mempunyai bidang kontak lebih besar sehingga memberikan nilai kerapatan antar agregat yang lebih besar serta dengan pori permukaan yang lebih kecil, menyebabkan aspal dapat menyelimuti agregat dengan baik, sehingga pori dalam campuran agregat lebih kecil.

Pada pengujian benda uji penggunaan kedua agregat menghasilkan nilai VMA diatas nilai batas sebesar 18%, sehingga kedua agregat mempunyai kemampuan menghasilkan nilai pori antar agregat yang baik.

### **5.2.5 Pengaruh Agregat Vulkanik dan Kadar Aspal terhadap Nilai Volume Pori Antar Butir Agregat Terisi Aspal ( VFWA)**

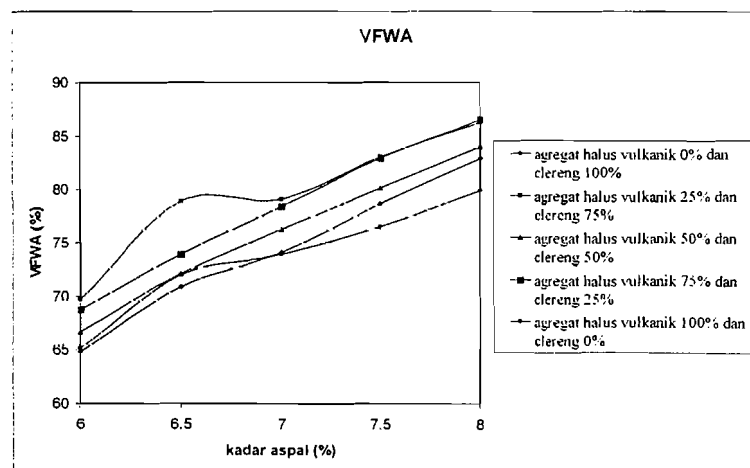
VFWA adalah bagian dari VMA yang terisi oleh aspal, tidak termasuk didalamnya aspal yang terabsorpsi oleh masing-masing agregat, dengan demikian aspal yang mengisi VFWA adalah aspal yang berfungsi untuk menyelimuti butir-butir agregat didalam beton aspal, dengan kata lain VFWA inilah yang merupakan presentase volume beton aspal padat yang menjadi *film* atau selimut aspal.

Dengan jumlah volume pori agregat yang besar didalam aspal, maka selimut aspal lebih tipis dan menyebabkan berkurangnya durabilitas beton aspal, sebaliknya jika terabsorpsi sedikit maka selimut aspal akan tebal, durabilitas beton aspal lebih baik. Nilai VFWA dari hasil pengujian seperti Tabel 5.9 berikut.

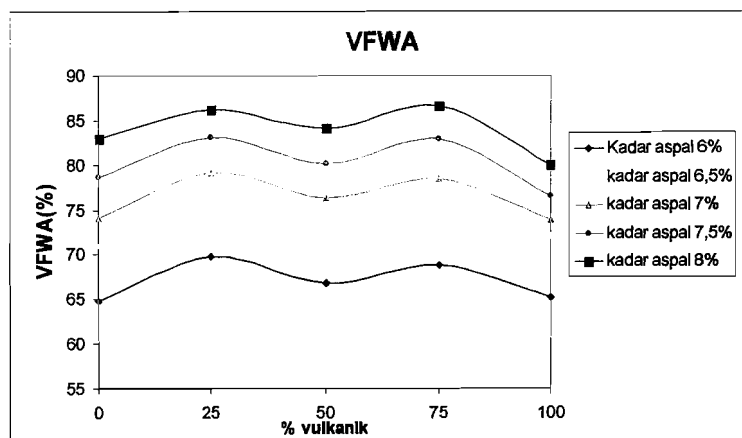
Tabel 5.9 Nilai VFWA Hasil Pengujian *Marshall*

VFWA (%)	Kadar Agregat Halus		Kadar Aspal				
	Vulkanik (%)	Clereng (%)	6%	6,50%	7%	7,50%	8%
	100	0	65.17	72.01	73.86	76.56	79.96
75	25	68.73	73.98	78.37	82.89	86.53	
50	50	66.65	72.14	76.22	80.14	84.03	
25	75	69.75	78.87	79.10	83.08	86.22	
0	100	64.76	70.93	74.12	78.66	82.93	

Dari hasil pengujian nilai VFWA mengalami kenaikan dengan penambahan kadar aspal, terlihat bahwa kenaikan dikarenakan dengan bertambahnya jumlah aspal dan berkurangnya volume agregat dalam campuran akan menambah jumlah pori terlihat bahwa nilai terbesar berada pada kadar aspal 8% hal ini sesuai dengan metode yang dikemukakan metode *Marshall*, Volume aspal yang menyelimuti butir-butir agregat terpengaruh terhadap naiknya nilai VMA dan VITM, seperti pada Grafik 5.9 dan 5.10 berikut.



Grafik 5.9 Hubungan Nilai VFWA dan Kadar Aspal dengan Variasi Variasi Agregat Vulkanik



**Grafik 5.10 Hubungan Nilai VFWA dan Agregat vulkanik dengan Variasi Kadar Aspal**

Penambahan agregat vulkanik mengalami penurunan dimulai pada agregat vulkanik 50% disebabkan bentuk agregat yang bulat dan berpori dan nilai penyerapan yang besar mengakibatkan luas daerah yang harus diselimuti aspal berkurang sehingga aspal yang menyelimuti agregat akan lebih tipis dan nilai pori antar agregat yang terselimuti aspal pada penggunaan sebagai agregat halus vulkanik relatif semakin besar yang menyebabkan penurunan nilai VFWA, dimana penurunan nilai VFWA diikuti dengan naiknya nilai VITM.

Agregat Clereng 100% mempunyai nilai VFWA yang lebih besar dibandingkan agregat vulkanik disebabkan agregat mempunyai permukaan dengan pori yang lebih kecil serta bentuk agregat kubus yang mempunyai *interlocking* yang baik serta kemampuan penyerapan yang lebih kecil, sehingga aspal yang diresapi agregat lebih sedikit dan menyebabkan agregat yang terselimuti aspal semakin baik.

#### **5.2.6 Pengaruh Agregat Vulkanik dan Kadar Aspal terhadap Nilai *Density*.**

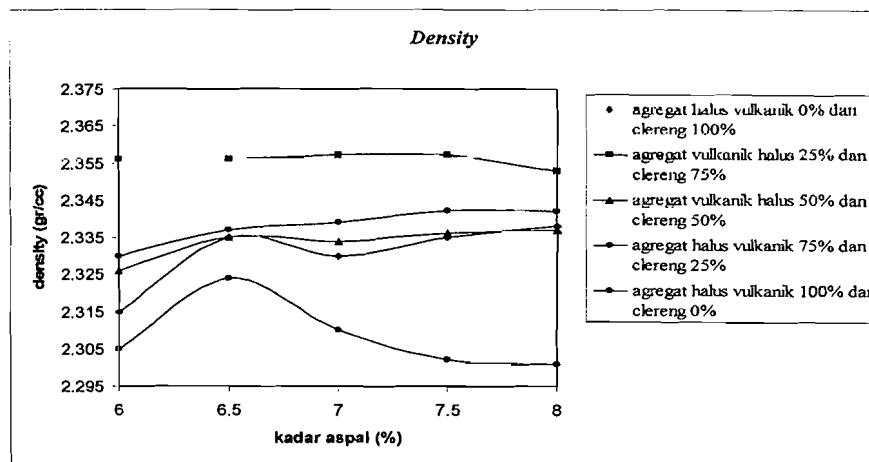
Nilai *density* menunjukkan tingkat kepadatan suatu campuran perkerasan agregat dan aspal, nilai kepadatan menunjukkan kerapatan campuran yang telah dipadatkan, semakin besar nilai *density*, kerapatan dan kepadatan campuran

semakin baik sehingga kemampuan perkerasan untuk menahan beban besar semakin besar, seperti Tabel 5.10 berikut.

**Tabel 5.10 Nilai *Density* Hasil Pengujian *Marshall***

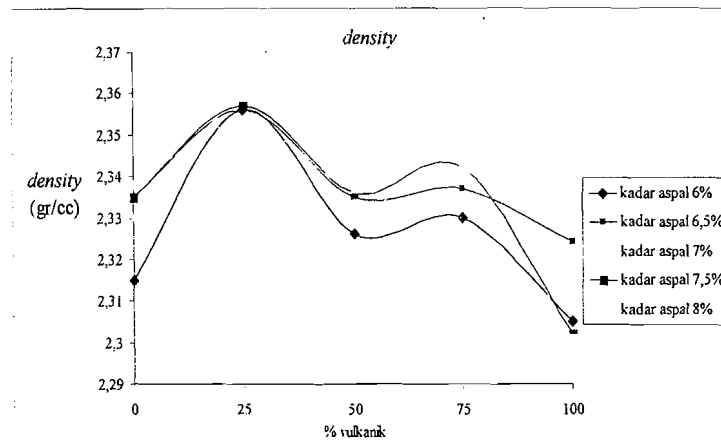
<i>Density</i>	Kadar Agregat Halus		Kadar Aspal				
	Vulkanik (%)	Clereng (%)	6%	6,50%	7%	7,50%	8%
	100	0	2.31	2.32	2.31	2.30	2.30
75	25	2.33	2.34	2.34	2.34	2.34	
50	50	2.33	2.34	2.33	2.34	2.34	
25	75	2.36	2.36	2.36	2.36	2.35	
0	100	2.32	2.34	2.33	2.34	2.34	

Dari hasil pengujian dengan penambahan kadar aspal terlihat bahwa terjadi kenaikan nilai kepadatan (*density*) dengan bertambahnya aspal yang menyelimuti agregat ketika menahan beban, nilai *density* dipengaruhi penyerapan agregat dan bentuk serta sifat agregat yang digunakan, hal ini disebabkan dengan bertambah tebalnya selimut aspal terhadap agregat campuran semakin rapat dan lebih padat. nilai *density* dari hasil pengujian seperti pada Grafik 5.11 dan 5.12 berikut.



**Grafik 5.11 Hubungan Nilai *Density* dan Kadar Aspal dengan Variasi Variasi Agregat Vulkanik**





**Grafik 5.12 Hubungan Nilai *Density* dan Agregat vulkanik dengan Variasi Kadar Aspal**

Penambahan agregat vulkanik menghasilkan penurunan nilai *density* dimulai pada agregat vulkanik 50%, hal ini disebabkan bertambah agregat vulkanik yang mempunyai bentuk agregat bulat dan berporous sehingga ikatan antar agregat dalam campuran menjadi lebih kecil, nilai kerapatan yang lebih kecil juga disebabkan kemampuan agregat vulkanik dalam penyerapan yang lebih besar menyebabkan banyaknya air yang diserap sehingga penurunan nilai *density*.

Penurunan nilai *density* agregat vulkanik juga dapat dilihat dari nilai pori, dimana dengan semakin banyaknya agregat vulkanik menghasilkan kenaikan nilai pori pada penambahan agregat vulkanik 25% dan 75%, sehingga dengan semakin besar pori dalam campuran menghasilkan nilai kepadatan campuran yang lebih kecil terlihat pada grafik VITM (lihat grafik 5.5 dan 5.6.)

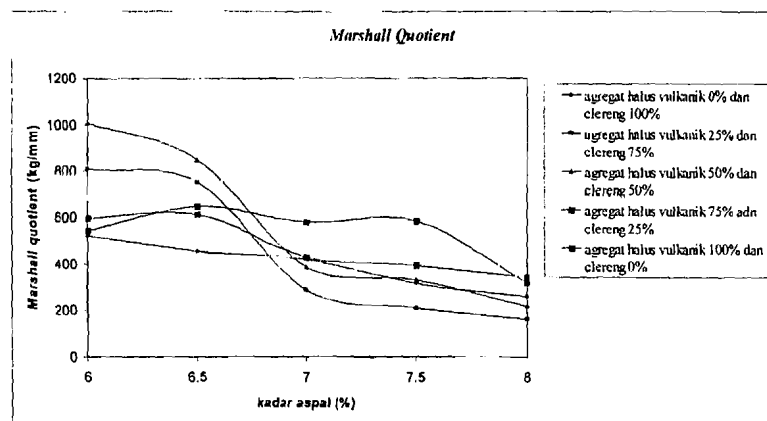
### 5.2.7 Pengaruh Agregat Vulkanik dan Kadar Aspal terhadap Nilai *Marshall Quotient*.

*Marshall Quotient* (MQ) adalah nilai bagi stabilitas dan *flow*, sebagai parameter sifat campuran, nilai MQ mengalami penurunan dikarenakan dengan naiknya nilai stabilitas dan nilai *flow* menghasilkan campuran dengan nilai yang memenuhi persyaratan Puslitbang Bina Marga 1998 yaitu 200-500 kg. seperti pada Tabel 5.11 berikut.

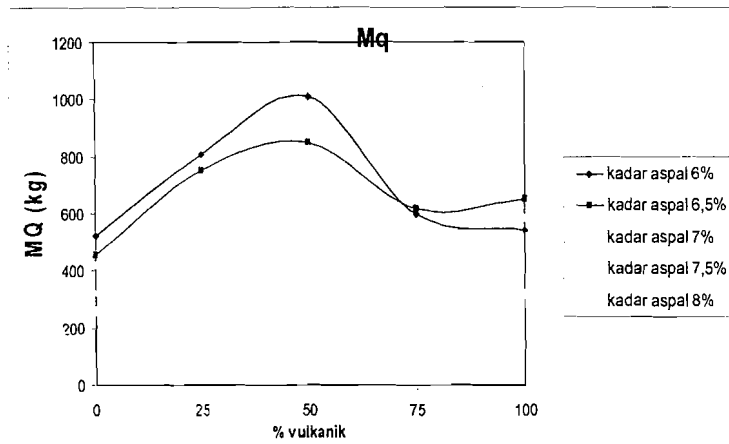
Tabel 5.11 Nilai *Marshall Quotient* Hasil Pengujian *Marshall*

<i>Marshall Quotient</i> (Kg/mm)	Kadar Agregat Halus		Kadar Aspal				
	Vulkanik (%)	Clereng (%)	6%	6,50%	7%	7,50%	8%
	100	0	543.13	649.52	579.98	585.97	319.74
75	25	727.79	520.75	430.52	394.26	322.51	
50	50	1008.50	850.78	388.54	331.69	220.43	
25	75	808.22	753.00	287.55	210.42	164.55	
0	100	521.09	457.03	421.80	317.66	259.43	

Agregat clereng dengan nilai stabilitas yang rendah dan nilai *flow* yang besar menyebabkan campuran mengalami deformasi di karenakan antara angka pori dalam campuran yang semakin besar sehingga dengan bertambahnya butir agregat baru dan kadar aspal semakin besar nilai *density* semakin besar, dengan penambahan kadar aspal di dalam campuran, penggunaan agregat Clereng menghasilkan nilai *Marshall Quotient* (mq) masuk persyaratan Puslitbang Jalan, dikarenakan seiring naiknya nilai stabilitas nilai *flow* agregat Clereng mengalami kenaikan. Nilai *Marshall Quotient* dari hasil penelitian seperti pada grafik 5.13 dan 5.14.



Grafik 5.13 Hubungan Nilai *Marshall Quotient* dan Kadar Aspal dengan Variasi Variasi Agregat Vulkanik



**Grafik 5.14 Hubungan Nilai *Marshall Quotient* dan Agregat vulkanik dengan Variasi Kadar Aspal**

Penggunaan penambah agregat vulkanik menghasilkan nilai berat jenis yang berbeda dikarenakan agregat yang tidak homogen dan berkurangnya *interlocking* antar agregat dalam campuran, yang menyebabkan naiknya nilai stabilitas dan nilai *flow* yang mengecil.

Untuk mendapatkan nilai *Marshall Quotient* yang memenuhi persyaratan dimungkinkan dengan menggunakan agregat halus vulkanik yang tidak dominan karena dengan penggunaan persentase agregat vulkanik yang optimum (100%) menghasilkan nilai stabilitas yang semakin besar karena agregat vulkanik mempunyai sifat penyerapan air yang besar yang semakin besar dengan ditambahkan agregat yang sejenis, agregat vulkanik mempunyai berat jenis yang kecil dan angka pori kecil dan penyerapan yang besar dibandingkan agregat Clereng menghasilkan nilai *flow* yang kecil sehingga penggunaan agregat vulkanik yang besar menghasilkan nilai bagi *marshall quotient* menjadi semakin besar. menyebabkan nilai melebihi batas maksimum, sehingga campuran menjadi getas, mudah patah (*cracking*).

### 5.2.8 Pengaruh Agregat Vulkanik dan Kadar Aspal terhadap Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO)

Nilai KAO sebagai parameter suatu campuran, dimana angka KAO menunjukkan kadar aspal yang dibutuhkan suatu campuran dengan nilai optimum, nilai yang besar mengindikasikan bahwa campuran membutuhkan jumlah aspal yang banyak dikarenakan kualitas agregat dan beban yang akan dilayani.

Dikarenakan dengan nilai *Marshall quotient (MQ)* yang lebih besar dari nilai dari persyaratan Puslitbang Bina Marga, maka nilai pada campuran vulkanik diabaikan sehingga nilai KAO yang diharapkan mengalami kenaikan nilai namun tidak tercapai tetapi tetap dilakukan pengujian untuk mengetahui karakteristik penambahan agregat vulkanik.

Pencapaian nilai KAO dapat dilakukan dengan metode *Arrow Range*, dengan mengambil nilai tengah antar batas nilai atas dan nilai batas bawah dari hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.12 Kadar aspal Optimum Campuran 100% Agregat Vulkanik dan Clereng 0%

Spesifikasi					
VMA	—————				
VFWA	—————				
VITM	—————				
Stabilitas	—————				
MQ	—				—
flow	—————				
Kadar Aspal (%)	6%	6,5%	7%	7,5%	8%

Dikarenakan nilai *Marshall Quitient* pada KAO campuran agregat vulkanik 100% tidak memenuhi spesifikasi maka nilainya diabaikan.

Nilai KAO campuran agregat vulkanik 100% =  $\frac{6,9 + 7,5}{2} = 7,22$

2

**Tabel 5.13 Kadar aspal Optimum Campuran 75% Agregat Vulkanik dan Clereng 25%**

Spesifikasi					
VMA	—————				
VFWA	—————				
VITM	—————				
Stabilitas	—————				
MQ	—————				
flow	—————				
Kadar Aspal (%)	6%	6,5%	7%	7,5%	8%

6,96

7,74

Nilai KAO campuran agregat vulkanik 75% =  $\frac{6,96 + 7,74}{2} = 7,35$

2

**Tabel 5.14 Kadar aspal Optimum Campuran 50 % Agregat Vulkanik dan Clereng 50%**

Spesifikasi					
VMA	—————				
VFWA	—————				
VITM	—————				
Stabilitas	—————				
MQ	—————				
flow	—————				
Kadar Aspal (%)	6%	6,5%	7%	7,5%	8%

7,26

7,5

Nilai KAO campuran agregat vulkanik 50% =  $\frac{7,26 + 7,5}{2} = 7,38$

2

**Tabel 5.15 Kadar aspal Optimum Campuran 25 % Agregat Vulkanik dan Clereng 75%**

Spesifikasi					
VMA	—————				
VFWA	—————				
VITM	—————				
Stabilitas	—————				
MQ	—————				
<i>flow</i>	—————				
Kadar Aspal (%)	6%	6,5%	7%	7,5%	8%

7,08

7,5

Nilai KAO campuran agregat vulkanik 25% =  $\frac{7,08 + 7,5}{2} = 7,29$

2

**Tabel 5.16 Kadar aspal Optimum Campuran 0% Agregat Vulkanik dan Clereng 100%**

Spesifikasi					
VMA	—————				
VFWA	—————				
VITM	—————				
Stabilitas	—————				
MQ	—————				
<i>flow</i>	—————				
Kadar Aspal (%)	6%	6,5%	7%	7,5%	8%

6,99

7,31

Nilai KAO campuran agregat vulkanik 0% =  $\frac{6,99 + 7,31}{2} = 7,15$

2

### 5.3 Pembahasan Pengaruh Perendaman Agregat Vulkanik dan Kadar Aspal pada Kadar Aspal Optimum (KAO).

Hasil pengujian didapat berdasarkan data pengujian perendaman benda uji selama 0,5 jam ( $S_1$ ) dan perendaman 24jam ( $S_2$ ) dihasilkan data seperti Tabel 5.16 berikut.

**Tabel 5.17 Nilai Hasil Pengujian *Marshall* Kadar Aspal Optimum**

<i>density</i>	Vulkanik (%)	Clereng (%)	Perendaman 0,5 jam ( $S_1$ )	Perendaman 24 jam ( $S_1$ )	KAO (%)
	100	0	2.31	2.31	7.22
	75	25	2.31	2.32	7.35
	50	50	2.31	2.33	7.38
	25	75	2.32	2.35	7.29
	0	100	2.32	2.33	7.15
<i>flow (mm)</i>	Vulkanik (%)	Clereng (%)	Perendaman 0,5 jam ( $S_1$ )	Perendaman 24 jam ( $S_1$ )	KAO (%)
	100	0	2.133	2.7	7.22
	75	25	2.967	3.167	7.35
	50	50	3.083	3.483	7.38
	25	75	3.633	4.433	7.29
	0	100	4.25	4.383	7.15
VMA(%)	Vulkanik (%)	Clereng (%)	Perendaman 0,5 jam ( $S_1$ )	Perendaman 24 jam ( $S_1$ )	KAO (%)
	100	0	22.4	22.3	7.22
	75	25	27.37	27.1	7.35
	50	50	22.69	22.05	7.38
	25	75	22.76	21.83	7.29
	0	100	22.61	22	7.15
VFWA (%)	Vulkanik (%)	Clereng (%)	Perendaman 0,5 jam ( $S_1$ )	Perendaman 24 jam ( $S_1$ )	KAO (%)
	100	0	74.32	74.76	7.22
	75	25	65.32	66.24	7.35
	50	50	74.76	77.5	7.38
	25	75	78.06	82.26	7.29
	0	100	73.23	75.91	7.15

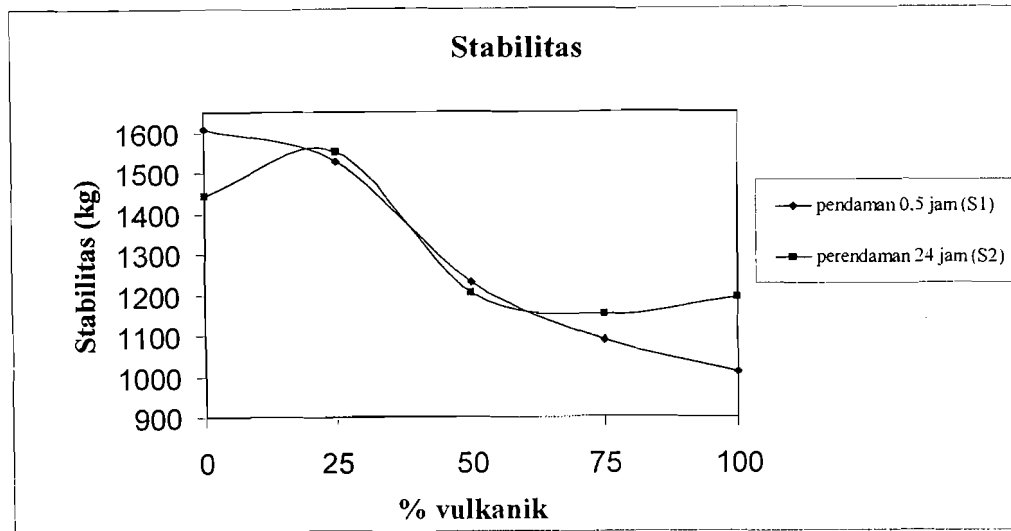
Tabel 5.17 (Lanjutan)

VITM (%)	Vulkanik (%)	Clereng (%)	Perendaman 0,5 jam (S <sub>1</sub> )	Perendaman 24 jam (S <sub>1</sub> )	KAO (%)
	100	0	5.76	5.63	7.22
	75	25	9.5	5.35	7.35
	50	50	5.74	4.96	7.38
	25	75	5.02	3.87	7.29
	0	100	6.06	5.31	7.15
Stabilitas (kg)	Vulkanik (%)	Clereng (%)	Perendaman 0,5 jam (S <sub>1</sub> )	Perendaman 24 jam (S <sub>1</sub> )	KAO (%)
	100	0	1009.91	1192.85	7.22
	75	25	1231.41	1205.95	7.35
	50	50	1556.85	1253.85	7.38
	25	75	1528.48	1552.16	7.29
	0	100	1607.66	1444.67	7.15
Marshall Quotient (Kg/mm)	Vulkanik (%)	Clereng (%)	Perendaman 0,5 jam (S <sub>1</sub> )	Perendaman 24 jam (S <sub>1</sub> )	KAO (%)
	100	0	502.63	441.64	7.22
	75	25	373.2	495.97	7.35
	50	50	463.4	490.29	7.38
	25	75	423.5	351.88	7.29
	0	100	373.17	443.38	7.15

#### 5.4.1. Pengaruh Agregat Vulkanik dan Kadar Aspal terhadap Nilai Immersion Test Kadar Aspal Optimum (KAO)

Hasil pengujian menghasilkan nilai stabilitas penggunaan agregat Clereng dan agregat halus vulkanik mengalami perubahan nilai stabilitas dapat dilihat pada grafik 5.15 berikut.



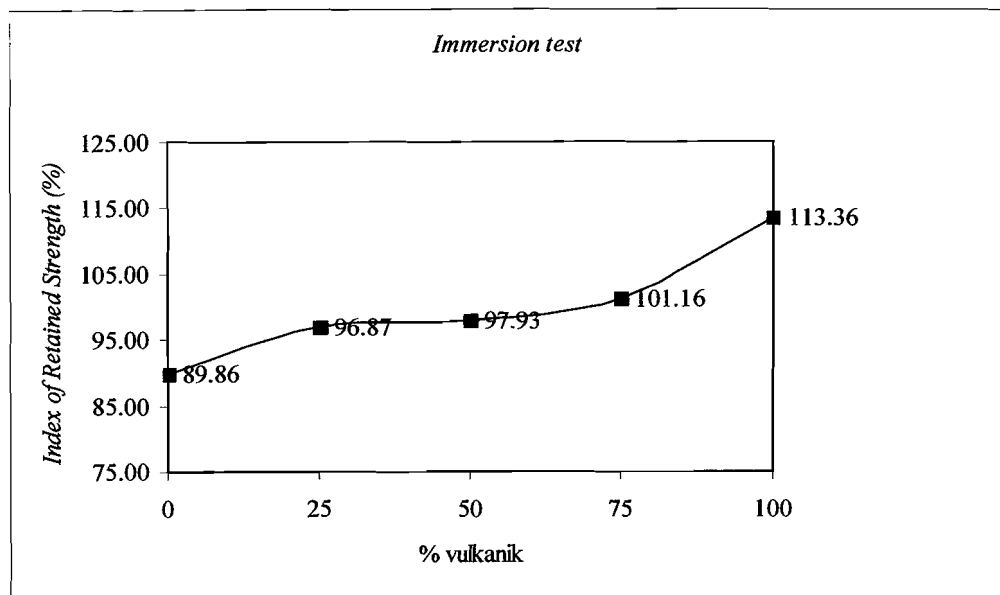


**Grafik 5.15 Nilai Stabilitas Kadar Aspal Optimum Dengan Variasi Penambahan Agregat Halus Clereng**

Adalah uji perendaman *Marshall* yang bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh campuran beton aspal padat, agregat, air, dan suhu, pengujian ini untuk mengetahui karakteristik campuran, Hasil perhitungan yang digunakan yaitu membandingkan nilai stabilitas campuran rendaman 24 jam pengujian *immersion* ( $S_2$ ) dengan stabilitas perendaman biasa yaitu 0,5jam ( $S_1$ ) dapat dilihat pada Tabel 5.18 dan grafik 5.16 berikut.

**Tabel 5.18 Hasil Uji *Marshall* nilai *Immersion test***

Agregat		Perendaman 0,5jam (S1) Kg	Perendaman 24 jam (S2) Kg	<i>ImmersionTest</i> (%)
Vulkanik (%)	Clereng (%)			
100	0		1192,85	118,11
75	25	1089,08	1150,87	105,67
50	50	1231,41	1205,95	97,93
25	75	1528,48	1552,16	101,55
0	100	1607,66	1444,67	89,86



**Grafik 5.16 Hasil Uji Marshall nilai *Immersion test* Benda uji Dengan Variasi Penambahan Agregat Halus Clereng**

Dari pengujian didapat data bahwa penggunaan agregat vulkanik menyebabkan angka *immersion* yang lebih besar yaitu 118,11 % pada campuran agregat halus vulkanik dibandingkan agregat Clereng 89,86%, berdasarkan hasil pengujian penambahan agregat vulkanik mempunyai peningkatan nilai ketahanan terhadap kerusakan oleh air, suhu dan cuaca dikarenakan agregat vulkanik mempunyai unsur penyusun material seperti semen yaitu  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  adalah unsur penyusun seperti yang semakin kuat dengan semakin lamanya perendaman. Nilai Indeks ketahanan kekuatan kedua campuran memenuhi persyaratan Bina Marga yaitu  $\geq 75\%$ , dari hasil pengujian didapatkan kesimpulan bahwa agregat vulkanik 100% mempunyai nilai ketahanan yang lebih besar di banding agregat Clereng.

## BAB VI KESIMPULAN

### 6.1. Kesimpulan

Dari beberapa pengujian dan analisa dari benda uji campuran yaitu dengan menggunakan agregat Clereng dan dengan penambahan agregat vulkanik sebagai agregat halus dalam campuran HRS-B, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Semua grafik hasil pengujian mempunyai pola yang sama dengan grafik teori *Marshall*.
2. Nilai stabilitas campuran dengan menggunakan penambahan agregat halus vulkanik mengalami kenaikan nilai optimum pada variasi 50% pada kadar aspal 6%, hal ini disebabkan dengan bertambahnya agregat halus vulkanik yang mempunyai permukaan kasar yang menghasilkan ikatan antar agregat lebih kuat dan bentuk agregat halus Clereng yang berbentuk kubus memberikan *interlocking*/saling mengunci antar agregat semakin besar sehingga kestabilan yang diperoleh semakin besar.
3. Penggunaan agregat halus clereng menghasilkan nilai VMA yang lebih kecil dibandingkan penggunaan agregat halus vulkanik dikarenakan agregat Clereng mempunyai bentuk kubus (*cubical*) yang mempunyai bidang kontak lebih besar sehingga memberikan nilai kerapatan antar agregat yang lebih besar dan pori permukaan agregat yang lebih kecil, menyebabkan aspal dapat menyelimuti agregat dengan baik, sehingga pori dalam campuran agregat lebih kecil.
4. Nilai VITM penggunaan agregat halus Clereng lebih besar dibandingkan penambahan agregat halus vulkanik, hal ini disebabkan angka penyerapan dan kecilnya pori permukaan sehingga air yang diserap semakin sedikit, sedangkan nilai VITM penggunaan agregat halus vulkanik lebih kecil dikarenakan besarnya pori permukaan agregat dan angka penyerapan yang

lebih besar sehingga dengan bertambahnya volume agregat menyebabkan pori dalam campuran semakin kecil.

5. Agregat halus Clereng 100% mempunyai nilai VFWA lebih besar dibandingkan agregat halus vulkanik disebabkan agregat mempunyai permukaan dengan pori lebih kecil serta bentuk agregat kubus yang mempunyai *interlocking* yang baik serta kemampuan penyerapan yang lebih kecil, sehingga aspal yang diresapi agregat lebih sedikit dan menyebabkan agregat yang terselimuti aspal semakin baik.
6. Campuran penggunaan agregat halus vulkanik mempunyai nilai kerapatan (*density*) yang lebih kecil dibandingkan agregat halus Clereng karena mempunyai angka penyerapan yang lebih besar dan bentuk permukaan yang bulat, kasar, berpori sehingga agregat mempunyai *intrlocking* antar agregat lebih kecil.
7. Semakin banyaknya penambahan agregat halus vulkanik menghasilkan nilai *flow* lebih kecil dibandingkan agregat Clereng, hal ini disebabkan agregat halus vulkanik yang mempunyai tekstur permukaan yang kasar dan pori permukaan yang lebih besar yang menyebabkan aspal akan diserap lebih banyak sehingga selimut aspal pada agregat dalam campuran aspal menjadi tipis yang dapat menghasilkan daya penguncian antar agregat lebih besar, dan mempunyai tingkat kestabilan lebih baik dalam menahan adanya deformasi pembebanan.
8. Nilai *Marshall Quotient* (MQ) menggunakan agregat halus vulkanik mempunyai nilai yang lebih besar dibandingkan nilai menggunakan agregat halus Clereng, nilai MQ penambahan agregat halus vulkanik yang lebih besar disebabkan nilai stabilitas yang relatif tinggi dan nilai *flow* yang rendah, hal ini menyebabkan lapis perkerasan bersifat kaku.
9. Nilai *Immersion test* menggunakan agregat vulkanik mengalami kenaikan dikarenakan agregat vulkanik mempunyai unsur kimia penyusun semen seperti silika ( $\text{SiO}_2$ ), besi ( $\text{Fe}_2 \text{O}_3$ ), kapur ( $\text{Ca O}$ ), dan magnesia ( $\text{MgO}$ ) sehingga kekuatan antar agregat semakin besar dengan semakin besarnya daya rekat antar agregat.

## **6.2.Saran**

Saran yang ingin disampaikan adalah penelitian agregat vulkanik dapat dilanjutkan dengan cara menggunakan campuran dengan metode pencampuran yang lain dengan gradasi yang lebih bervariasi dan mencoba menggunakan agregat vulkanik yang berasal dari daerah yang lain, sehingga penggunaan agregat vulkanik dapat digunakan secara optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Bina Marga, 1983, Petunjuk Pelaksanaan Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston), Departemen Pekerjaan Umum Direktorat jendral Bina Marga, Jakarta.
2. Bina Marga, 1988, Aspal Campuran Panas dengan Durabilitas Tinggi, *Central Quality Control and Monitoring Unit*, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga.
3. Budiharto & Laisyna Astivani Aryza, 2001, Studi Komparasi Antara Abu Vulkanik Dengan Abu Batu Sebagai *Filler* Dalam Campuran HRS B, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
4. Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga 1976, Manual Pemeriksaan bahan jalan.
5. Doddy Setia Nugraha, 1987, Batuan dan Mineral, Penerbit Nova, Bandung.
6. Haryadi Jamal, Pasir Gunung Merapi Diekspor ke Jepang, Kompas, [www.kompas.com](http://www.kompas.com), 11 oktober 2006.
7. Kurniawan Hardika Putra dan Fatkhurrizal Kurniawan, 2005, Komparasi Laston Bergaregat Halus Pasir Sungai Kuning Hulu Dan Hilir Terhadap Laston Bergaregat Halus Clereng Kulon Progo Dengan Menggunakan Metode *Marshall*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
8. Marjohan, 1999, *LABORATORY PERFORMANCE OF KALI KRASAK AND KALI PROGO AGGREGATES IN ASPHALT CONCRETE MIX*, Thesis Departemen Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung, [www.ganesha.digital.library.com](http://www.ganesha.digital.library.com), 14 September 2006
9. Robert D Kerbs & Richard, D, Walkers, 1971, *Highway Material*, Mc. Graw Hill Book Company, USA.
10. Silvia Sukirman, 2003, Beton Aspal Campuran Panas, Penerbit Granit, Jakarta.
11. Silvia Sukirman, 1999, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Penerbit Nova, Bandung.
12. Soeprapto Totomiharjo, 1994, Bahan dan Struktur Jalan Raya, BPTS UGM.

13. Syahrudin dan Syehdani Thamrin, 2003, Pengaruh Variasi Agregat Terhadap Karakteristik Campuran HRS-B, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.

# LAMPİRAN





# LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Pertamina  
Jenis contoh : AC 60 / 70  
Diperiksa : Pranoto  
Diterima tanggal : 7 Desember 2006  
Selesai tanggal : 7 Desember 2006

## PEMERIKSAAN KELARUTAN DALAM T.C.E

(SOLUBILITY)

Pembukaan contoh	DIPANASKAN		Pembacaan waktu	Pembacaan suhu
	mulai	jam		
	selesai	jam		
<b>PEMERIKASAAAN</b>				
1. Penimbangan	mulai	jam	11.00	25°C
2. Pelarutan	mulai	jam	11.05	
3. Penyaringan	mulai	jam	11.15	
	selesai	jam	11.20	110°C
4. Di oven	mulai	jam	11.21	
5. Penimbangan	mulai	jam	12.05	

1. Berat botol Erlenmeyer kosong	=	122,2	gr
2. Berat Erlenmeyer + aspal	=	124,2	gr
3. Berat aspal ( 2 - 1 )	=	1,6	gr
4. Berat kertassaring bersih	=	0,5	gr
5. Berat kertas saring + endapan	=	0,69	gr
6. Berat endapannya saja ( 5 - 4 )	=	0,19	gr
7. Persentase endapan[ $6/3 \times 100\%$ ]	=	0,118	gr
8. Bitumen yang larut [ $100\% - 7$ ]	=	99,882	gr

Yogyakarta,

Mengetahui

Kepala Lab Jalan Raya

Berhan Kushari .ST, M.Eng

Peneliti

Yoellismar Harahap



# LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran I

## PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Contoh dari : Clereng

Diperiksa Oleh : Sukamto

Jenis contoh : Agregat Halus

Diperiksa tanggal : 2 Desember 2006

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh ( SSD )	500	500
Berat vicnometer + air ( B )	656,2	665,8
Berat vicnometer + air ( B ) + benda uji ( BT )	981,3	996,7
Berat sampe kering oven ( BK )	497,8	497,7
Berat Jenis = $\frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2,846	2,943
Berat SSD = $\frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2,859	2,943
BJ Semu = $\frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2,88	2,984
Penyerapan = $\frac{(500 - BK)}{BK} \times 100\%$	0,442	0,462

Yogyakarta,

Mengetahui

Kepala Lab Jalan Raya

Berlian Kushari .ST,M.Eng

Peneliti

Yoellismar Harahap



Lampiran 1

**PEMERIKSAAN**  
**BERAT JENIS AGREGAT HALUS**

Contoh dari : Gunung Merapi                      Diperiksa Oleh : Sukamto  
Jenis contoh : Agregat halus  
Diperiksa tanggal : 2 Desember 2006

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh ( SSD )	500	500
Berat vicnometer + air ( B )	649,5	646,1
Berat vicnometer + air ( B ) + benda uji ( BT )	979,5	970,5
Berat sampe kering oven ( BK )	496,3	496,8
Berat Jenis = $\frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2,919	2,829
Berat SSD = $\frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2,941	2,8474
BJ Semu = $\frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2,984	2,882
Penyerapan = $\frac{(500 - BK)}{BK} \times 100\%$	0,746	0,644

Yogyakarta,

Mengetahui

Kepala Lab Jalan Raya

Berlian Kushari .ST,M.Eng

Peneliti

Yoellismar Harahap



# LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 2

## PEMERIKSAAN

### DAKTILITAS (DUCTILITY)/ RESIDUE

Contoh dari : Pertamina  
Jenis Contoh : Aspal  
Di Test tanggal : 6 Januari 2007  
Diperiksa Oleh : Pranoto

Persiapan benda uji	Contoh dipanaskan	15 menit	Pembacaan suhu oven $\pm 135^{\circ}\text{C}$
Mendinginkan benda uji	Didiamkan pada suhu ruang	60 menit	
Perendaman benda uji	Direndam dalam suhu Waterbath pada suhu $25^{\circ}\text{C}$	60 menit	Pembacaan suhu waterbath $\pm 25^{\circ}\text{C}$
Pemeriksaan	Daktilitas pada suhu $25^{\circ}\text{C}$ 5cm per menit	20 menit	Pembacaan suhu alat $\pm 25^{\circ}\text{C}$
Daktilitas pada suhu $25^{\circ}\text{C}$ 5cm per menit		Pembacaan pengukur pada alat	
Pengamatan	I	165 Cm	
Pengamatan	II	165 Cm	
Rata-rata (I+II)/2		165 Cm	

Yogyakarta,

Mengetahui  
Kepala Lab Jalan Raya

Berlian kushari .ST.M Eng

Peneliti

Yoellismar harahap



# LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 4

## PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPHALT

Contoh dari : Pertamina Diperiksa Oleh : Pranoto  
Jenis contoh : AC 60 / 70  
Diperiksa tanggal : 8 Desember 2006

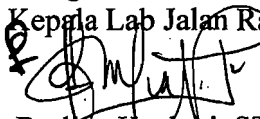
Pemanasan Sampel	Pembacaan Suhu	Pembacaan Waktu
Mulai Pemanasan		WIB
Selesai Pemanasan		WIB
Didiamkan pada suhu ruang		
Mulai		
Selesai		
Diperiksa		
Mulai		
Selesai		

### HASIL PENGAMATAN


No.	Suhu Yang Diamati	Waktu ( detik )		Titik Lembek	
		I	II	I	II
1	5	0	0	11.16	11.19
2	10	2.16	2.16	Pada suhu	54°C & 55°C
3	15	4.03	4.03		
4	20	5.53	5.53		
5	25	6.56	6.56		
6	30	7.58	7.58		
7	35	8.36	8.36		
8	40	9.10	9.10		
9	45	9.50	9.50		
10	50	10.34	10.34		
11	55	11.16	11.19		

Yogyakarta,

Mengetahui  
Kepala Lab Jalan Raya

  
Berkan Kushari .ST,M.Eng

Peneliti

  
Yoellismar Harahap



Lampiran 6

## PEMERIKSAAN BERAT JENIS ASPAL

Contoh dari : Pertamina

Diperiksa Oleh : Pranoto

Jenis contoh : AC 60 / 70

Diperiksa tanggal : 7 Desember 2006

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat
1	Berat vicnometer kosong	12,1 gram
2	Berat vicnometer + Aquadest	24,3 gram
3	Berat air ( 2 - 1 )	12,2 gram
4	Berat vicnometer + asphalt	13,66 gram
5	Berat asphalt ( 4 - 1 )	1,56 gram
6	Berat vicnometer + asphalt + aquadest	24,3 gram
7	Berat airnya saja ( 6 - 4 )	10,64 gram
8	Volume Asphalt ( 3 - 7 )	1,56 gram
9	Berat Jenis Asphalt : berat/vol ( 5/8 )	1 gram

Yogyakarta,

Mengetahui  
Kepala Lab Jalan Raya

Berlian Kushari .ST,M.Eng

Peneliti

Yoellismar harahap



# LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 7

## SAND EQUIVALENT DATA

### AASHTO T 176 - 73

Contoh dari : Agregat Clereng  
Jenis contoh : Agregat halus  
Diperiksa tanggal : 1 Desember 2006  
Diperiksa Oleh : Sukamto

TRIAL NUMBER		1 ( Vulkanik )	2 ( Clereng )	3
Seaking (10.1 Min)	Start	10.38	10.58	
	Stop	10.41	11.01	
Sedimentation Time ( 20 min - 15 sec )	Start	10.42	11.02	
	Stop	11.02	11.22	
Clay Reading		4,5	5,2	
Sand Reading		4,1	3,5	
SE = Sand Reading x 100 Clay Reading		89,13	67,31	
Average sand Equivalent		89,13	67,31	
Remark : Kadar Lumpur Agregat Clereng = 100% - SE				
= 100 - 67,31 = 32,69 %				

Yogyakarta,

Mengetahui  
Kepala Lab Jalan Raya

Berhan Kushari .ST,M.Eng

Peneliti

Yoellismar Harahap



# LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 7

## SAND EQUIVALENT DATA

### AASHTO T 176 - 73

Contoh dari : Agregat Vulkanik

Jenis contoh : Agregat halus

Diperiksa tanggal : 1 Desember 2006

Diperiksa Oleh : Sukamto

TRIAL NUMBER		1 ( Vulkanik )	2 ( Clereng )	3
Seaking (10.1 Min)	Start	10.38	10.58	
	Stop	10.41	11.01	
Sedimentation Time ( 20 min - 15 sec )	Start	10.42	11.02	
	Stop	11.02	11.22	
Clay Reading		4,5	5,2	
Sand Reading		4,1	3,5	
SE = Sand Reading x 100 Clay Reading		89,13	67,31	
Average sand Equivalent		89,13	67,31	
Remark : Kadar Lumpur Agregat Vulkanik = 100% - SE				
= 100 - 89,13 = 10,87 %				

Yogyakarta,

Mengetahui  
Kepela Lab Jalan Raya

Berlian Kushari .ST,M.Eng

Peneliti

Yoellismar Harahap





# LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 8

## PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL

Contoh dari : Pertamina

Diperiksa Oleh : Pranoto

Jenis contoh : AC 60 / 70

Diperiksa tanggal : 7 Desember 2006

Pemanasan Sampel	Pembacaan Suhu	Pembacaan Waktu
Mulai Pemanasan	26° C	08.30 WIB
Selesai Pemanasan	150° C	08.25 WIB
Didiamkan pada suhu ruang		
Mulai	150° C	08.35
Selesai	27° C	09.30
Direndam air dengan suhu ( 25 % )		
Mulai	27° C	09.30
Selesai	25° C	10.30
Diperiksa		
Mulai	25° C	10.35
Selesai	25° C	10.50

### HASIL PENGAMATAN

No.	CAWAN I	CAWAN II	Sket Hasil Pengamatan
1	61	63	
2	60	64	
3	63	60	
4	61	64	
5	61	60	

Yogyakarta,

Mengetahui

Kepala Lab Jalan Raya

Berlian Kushari .ST,M.Eng

Peneliti

Yoellismar Harahap



# LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaiurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 9

## PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Contoh dari : Agregat clereng  
Diperiksa Oleh : Sukamto  
Jenis contoh : Agregat Kasar  
Diperiksa tanggal : 3 desember 2006

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh ( SSD ) $\rightarrow$ ( BJ )	1608	
Berat benda uji dalam air ( BA )	1000	
Berat sampe kering oven ( BK )	1583	
Berat Jenis (Bluk) = $\frac{BK}{(BJ - BA)}$	2,604	
Berat SSD = $\frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2,645	
BJ Semu = $\frac{BK}{(BK - BA)}$	2,715	
Penyerapan = $\frac{(BJ - BK)}{BK} \times 100\%$	1,579	

Yogyakarta,

Mengetahui  
Kepela Lab Jalan Raya

Berlian Kushari .ST,M.Eng

Peneliti

Yoellismar Harahap



# LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 10

## PEERIKSAAN

### KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPAL

Contoh dari : Agregat kasar clereng

Jenis Contoh : Agregat Kasar

Di Test tanggal : 23 Januari 2007

Diperiksa oleh : Pranoto

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU (°C)	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	26	10:51 WIB
SELESAI PEMANASAN	150	10:58 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	26	11:10 WIB
SELESAI	26	11:45 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	26	10:46 WIB
SELESAI	26	11:50 WIB

### HASIL PENGAMATAN

BENDA UJI	PERSEN YANG DISELIMUTI ASPAL
I	98%

Yogyakarta,

Mengetahui  
Kepala Lab Jalan Raya

Berlian Kushari .ST,M.Eng

Peneliti

Yoellismar Harahap



# LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 11

## PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)

### AASTHO T96-77

Contoh dari : Agregat kasar clereng

Jenis Contoh : Agregat Kasar

Di Test tanggal : 23 Januari 2007

Diperiksa oleh : Pranoto

Jenis Gradasi		HRS - B	
SARINGAN		Benda Uji	
Lolos	Tertahan	I	II
25,4 mm (1")	19,05 mm (3/4")		
19,05 mm (3/4")	12,7 mm (1/2")	2500	
12,7 mm (1/2")	9,52 mm (3/8")	2500	
9,52 mm (3/8")	6,35 mm (#4)		
6,35 mm (#4)	3,17 mm (#8)		
3,17 mm (#8)	0,84 mm (#30)		
0,84 mm (#30)	0,50 mm (#50)		
0,50 mm (#50)	0,25 mm (#100)		
0,25 mm (#100)	0,12 mm (#200)		
JUMLAH BENDA UJI (A)		500	
JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12(B)		3451	
KEAUSAN = $\frac{(A - B)}{A} \times 100\%$		30,98%	

Yogyakarta,

Mengetahui

Kepala Lab Jalan Raya

Berlian Kushari .ST, M.Eng

Peneliti

Yoellismar harahap



# LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 12-A

## ANALISA SARINGAN AGREGAT

Contoh dari : Agregat Clereng dan Agregat Vulkanik

Jenis Contoh : Agregat Kasar, Agregat Halus, *Filler*

Di Test tanggal : 8 November 2006

Dikerjakan Oleh : Yoellismar Harahap

No Saringan		Berat Tertahan		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19,05	3/4 "	16,92	16,92	1,5	98,5	97	100
12,7	1/2"	152,28	169,2	15	85	70	100
9,525	3/8"	180,48	349,68	31	69	58	80
6,35	#4	157,92	507,6	45	55	50	60
3,175	#8	22,56	530,16	47	53	46	60
0,84667	#30	169,2	699,36	62	38	16	60
0,508	#50	101,52	800,88	71	29	10	48
0,254	#100	163,56	964,44	85,5	14,5	3	26
0,127	#200	107,16	1071,6	95	5	2	8
	PAN	56,4	1128	100	0		

Keterangan : Aspal yang digunakan 6%

Yogyakarta,

Mengetahui  
Kepala Lab Jalan Raya

Berlian kushari .ST.M Eng

Peneliti

Yoellismar harahap



# LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 12-B

## ANALISA SARINGAN AGREGAT

Contoh dari : Agregat Clereng dan Agregat Vulkanik

Jenis Contoh : Agregat Kasar, Agregat Halus, *Filler*

Di Test tanggal : 12 November 2006

Dikerjakan Oleh : Yoellismar Harahap

No Saringan		Berat Tertahan		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19,05	3/4 "	16,83	16,83	1,5	98,5	97	100
12,7	1/2"	151,47	168,3	15	85	70	100
9,525	3/8"	179,52	347,82	31	69	58	80
6,35	#4	157,08	504,9	45	55	50	60
3,175	#8	22,44	527,34	47	53	46	60
0,84667	#30	168,3	695,64	62	38	16	60
0,508	#50	100,98	796,62	71	29	10	48
0,254	#100	162,69	959,31	85,5	14,5	3	26
0,127	#200	106,59	1065,9	95	5	2	8
	PAN	56,1	1122	100	0		

Keterangan : Aspal yang digunakan 6,5%

Yogyakarta,

Mengetahui  
Kepala Lab Jalan Raya

Berlian kushari .ST.M Eng

Peneliti

Yoellismar harahap



# LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 12-C

## ANALISA SARINGAN AGREGAT

Contoh dari : Agregat Clereng dan Agregat Vulkanik

Jenis Contoh : Agregat Kasar, Agregat Halus, *Filler*

Di Test tanggal : 15 November 2006

Dikerjakan Oleh : Yoellismar Harahap

No Saringan		Berat Tertahan		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19,05	3/4 "	16,74	16,74	1,5	98,5	97	100
12,7	1/2"	150,66	167,4	15	85	70	100
9,525	3/8"	178,56	345,96	31	69	58	80
6,35	#4	156,24	502,2	45	55	50	60
3,175	#8	22,32	524,52	47	53	46	60
0,84667	#30	167,4	691,92	62	38	16	60
0,508	#50	100,44	792,36	71	29	10	48
0,254	#100	161,82	954,18	85,5	14,5	3	26
0,127	#200	106,02	1060,2	95	5	2	8
	PAN	55,8	1116	100	0		

Keterangan : Aspal yang digunakan 7%

Yogyakarta,

Mengetahui  
Kepala Lab Jalan Raya

Berlian kushari .ST.M Eng

Peneliti

  
Yoellismar harahap



# LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 12-D

## ANALISA SARINGAN AGREGAT

Contoh dari : Agregat Clereng dan Agregat Vulkanik

Jenis Contoh : Agregat Kasar, Agregat Halus, *Filler*

Di Test tanggal : 15 November 2006

Dikerjakan Oleh : Yoellismar Harahap

No Saringan		Berat Tertahan		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19,05	3/4 "	16,65	16,65	1,5	98,5	97	100
12,7	1/2"	149,85	166,5	15	85	70	100
9,525	3/8"	177,6	344,1	31	69	58	80
6,35	#4	155,4	499,5	45	55	50	60
3,175	#8	22,2	521,7	47	53	46	60
0,84667	#30	166,5	688,2	62	38	16	60
0,508	#50	99,9	788,1	71	29	10	48
0,254	#100	160,95	949,05	85,5	14,5	3	26
0,127	#200	105,45	1054,5	95	5	2	8
	PAN	55,5	1110	100	0		

Keterangan : Aspal yang digunakan 7,5%

Yogyakarta,

Mengetahui  
Kepala Lab Jalan Raya

Berlian kushari .ST.M Eng

Peneliti

Yoellismar harahap





# LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 12-E

## ANALISA SARINGAN AGREGAT

Contoh dari : Agregat Clereng dan Agregat Vulkanik

Jenis Contoh : Agregat Kasar, Agregat Halus, *Filler*

Di Test tanggal : 15 November 2006

Dikerjakan Oleh : Yoellismar Harahap

No Saringan		Berat Tertahan		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19,05	3/4 "	16,56	16,56	1,5	98,5	97	100
12,7	1/2"	149,04	165,6	15	85	70	100
9,525	3/8"	176,64	342,24	31	69	58	80
6,35	#4	154,56	496,8	45	55	50	60
3,175	#8	22,08	518,88	47	53	46	60
0,84667	#30	165,6	684,48	62	38	16	60
0,508	#50	99,36	783,84	71	29	10	48
0,254	#100	160,08	943,92	85,5	14,5	3	26
0,127	#200	104,88	1048,8	95	5	2	8
	PAN	55,2	1104	100	0		

Keterangan : Aspal yang digunakan 8%

Yogyakarta,

Mengetahui

Kepala Lab Jalan Raya

Berlian kushari .ST.M Eng

Peneliti

Yoellismar harahap



Lampiran 13-A

### ANALISA SARINGAN AGREGAT

Contoh dari : Agregat Clereng dan Agregat Vulkanik

Jenis Contoh : Agregat Kasar, Agregat Halus, *Filler*

Di Test tanggal : 4 Januari 2007

Dikerjakan Oleh : Yoellismar Harahap

No Saringan		Berat Tertahan		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19,05	3/4 "	16,7004	16,7004	1,5	98,5	97	100
12,7	1/2"	150,3036	167,004	15	85	70	100
9,525	3/8"	178,1376	345,1416	31	69	58	80
6,35	#4	155,8704	501,012	45	55	50	60
3,175	#8	22,2672	523,2792	47	53	46	60
0,847	#30	167,004	690,2832	62	38	16	60
0,508	#50	100,2024	790,4856	71	29	10	48
0,254	#100	161,4372	951,9228	85,5	14,5	3	26
0,127	#200	105,7692	1057,692	95	5	2	8
	Pan	55,668	1113,36	100	0		
		1113,36	gram				
Aspal	7,22%	86,64	gram				
Total		1200					

Keterangan : KAO Penggunaan Agregat Halus Vulkanik 100%

Aspal yang digunakan 7,22%

Yogyakarta,

Mengetahui

Kepala Lab Jalan Raya

Berlian kushari .ST.M Eng

Peneliti

Yoellismar harahap



# LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 13-B

## ANALISA SARINGAN AGREGAT

Contoh dari : Agregat Clereng dan Agregat Vulkanik

Jenis Contoh : Agregat Kasar, Agregat Halus, *Filler*

Di Test tanggal : 4 Januari 2007

Dikerjakan Oleh : Yoellismar Harahap

No Saringan		Berat Tertahan		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19,05	3/4 "	16,677	16,677	1,5	98,5	97	100
12,7	1/2"	150,093	166,77	15	85	70	100
9,525	3/8"	177,888	344,658	31	69	58	80
6,35	#4	155,652	500,31	45	55	50	60
3,175	#8	22,236	522,546	47	53	46	60
0,847	#30	166,77	689,316	62	38	16	60
0,508	#50	100,062	789,378	71	29	10	48
0,254	#100	161,211	950,589	85,5	14,5	3	26
0,127	#200	105,621	1056,21	95	5	2	8
	Pan	55,59	1111,8	100	0		
		1111,8	gram				
Aspal	7,35%	88,2	gram				
	Total	1200					

Keterangan : KAO Penggunaan Agregat Halus Vulkanik 75%

Aspal yang digunakan 7,35 %

Yogyakarta,

Mengetahui

Kepala Lab Jalan Raya

Berlian kushari .ST.M Eng

Peneliti

Yoellismar harahap



# LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 13-C

## ANALISA SARINGAN AGREGAT

Contoh dari : Agregat Clereng dan Agregat Vulkanik

Jenis Contoh : Agregat Kasar, Agregat Halus, *Filler*

Di Test tanggal : 4 Januari 2007

Dikerjakan Oleh : Yoellismar Harahap

No Saringan		Berat Tertahan		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19,05	3/4 "	16,6716	16,6716	1,5	98,5	97	100
12,7	1/2"	150,0444	166,716	15	85	70	100
9,525	3/8"	177,8304	344,5464	31	69	58	80
6,35	#4	155,6016	500,148	45	55	50	60
3,175	#8	22,2288	522,3768	47	53	46	60
0,847	#30	166,716	689,0928	62	38	16	60
0,508	#50	100,0296	789,1224	71	29	10	48
0,254	#100	161,1588	950,2812	85,5	14,5	3	26
0,127	#200	105,5868	1055,868	95	5	2	8
	Pan	55,572	1111,44	100	0		
		1111,44	gram				
Aspal	7,38%	88,56	gram				
	Total	1200					

Keterangan : KAO Penggunaan Agregat Halus Vulkanik 50%

Aspal yang digunakan 7,38 %

Yogyakarta,

Mengetahui  
Kepala Lab Jalan Raya

Berlian kushari .ST.M Eng

Peneliti

Yoellismar harahap



# LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 13-D

## ANALISA SARINGAN AGREGAT

Contoh dari : Agregat Clereng dan Agregat Vulkanik

Jenis Contoh : Agregat Kasar, Agregat Halus, *Filler*

Di Test tanggal : 4 Januari 2007

Dikerjakan Oleh : Yoellismar Harahap

No Saringan		Berat Tertahan		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19,05	3/4 "	16,6878	16,6878	1,5	98,5	97	100
12,7	1/2"	150,1902	166,878	15	85	70	100
9,525	3/8"	178,0032	344,8812	31	69	58	80
6,35	#4	155,7528	500,634	45	55	50	60
3,175	#8	22,2504	522,8844	47	53	46	60
0,847	#30	166,878	689,7624	62	38	16	60
0,508	#50	100,1268	789,8892	71	29	10	48
0,254	#100	161,3154	951,2046	85,5	14,5	3	26
0,127	#200	105,6894	1056,894	95	5	2	8
	Pan	55,626	1112,52	100	0		
		1112,52	gram				
Aspal	7,29%	87,48	gram				
	Total	1200					

Keterangan : KAO Penggunaan Agregat Halus Vulkanik 25%

Aspal yang digunakan 7,29 %

Yogyakarta,

Mengetahui

Kepala Lab Jalan Raya

Berlian kushari .ST.M Eng

Peneliti

Yoellismar harahap



# LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 13-E

## ANALISA SARINGAN AGREGAT

Contoh dari : Agregat Clereng dan Agregat Vulkanik

Jenis Contoh : Agregat Kasar, Agregat Halus, *Filler*

Di Test tanggal : 4 Januari 2007

Dikerjakan Oleh : Yoellismar Harahap

No Saringan		Berat Tertahan		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19,05	3/4 "	16,713	16,713	1,5	98,5	97	100
12,7	1/2"	150,417	167,13	15	85	70	100
9,525	3/8"	178,272	345,402	31	69	58	80
6,35	#4	155,988	501,39	45	55	50	60
3,175	#8	22,284	523,674	47	53	46	60
0,847	#30	167,13	690,804	62	38	16	60
0,508	#50	100,278	791,082	71	29	10	48
0,254	#100	161,559	952,641	85,5	14,5	3	26
0,127	#200	105,849	1058,49	95	5	2	8
	Pan	55,71	1114,2	100	0		
			1114,2 gram				
Aspal	7,15%	85,8	gram				
	Total	1200					

Keterangan : KAO Penggunaan Agregat Halus Vulkanik 0%

Aspal yang digunakan 7,15 %

Yogyakarta,

Mengetahui

Kepala Lab Jalan Raya

Berlian Kushari .ST.M Eng

Peneliti

Yoellismar Harahap



Asal material : Agregat Kasar Clereng  
: Agregat Halus Vulkanik  
Jenis Campuran : HRS-B

Di kerjakan Oleh : Yoellismar Harahap  
Tanggal : 15 November 2006

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST

Sampel	t (mm)	DENSITY											VMA	VFWA	VITM	stabilitas		flow	QM	angka koreksi	
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k				l	m				n
1	6,14	6,38	6,0	1.185	1188	676	512	2,314	2,49	13,89	79,11	7,00	20,888	66,48	7,00	48	1081	1037,72	2,800	370,615	0,96
2	6,15	6,38	6,0	1.162	1165	658	507	2,292	2,49	13,75	78,34	7,91	21,658	63,49	7,91	67	1508,8	1588,05	3,900	407,193	1,0525
3	6,13	6,38	6,0	1.163	1164	660	504	2,308	2,49	13,85	78,88	7,28	21,124	65,54	7,28	50	1126	1192,21	1,400	851,578	1,0588
								<b>2,305</b>				<b>7,40</b>	<b>21,223</b>	<b>65,17</b>	<b>7,40</b>			<b>1272,66</b>	<b>2,700</b>	<b>543,13</b>	
1	6,13	6,95	6,5	1.169	1170	668	502	2,329	2,47	15,14	79,18	5,69	20,825	72,69	5,69	96	2161,9	2289,04	3,900	586,934	1,0588
2	6,10	6,95	6,5	1.176	1177	670	507	2,320	2,47	15,08	78,86	6,06	21,136	71,33	6,06	64	1441,3	1539,43	2,100	733,062	1,0681
3	6,18	6,95	6,5	1.176	1178	672	506	2,324	2,47	15,11	79,02	5,87	20,980	72,00	5,87	56	1261,1	1314,34	2,090	628,870	1,0422
								<b>2,324</b>				<b>5,87</b>	<b>20,980</b>	<b>72,01</b>	<b>5,87</b>			<b>1714,27</b>	<b>2,697</b>	<b>649,62</b>	
1	6,21	7,53	7,0	1.177	1178	670	508	2,317	2,45	16,22	78,35	5,43	21,646	74,93	5,43	76	1711,5	1768,86	3,100	570,599	1,0335
2	6,23	7,53	7,0	1.170	1172	662	510	2,294	2,45	16,06	77,58	6,36	22,417	71,64	6,36	52	1171	1205,35	2,100	573,977	1,0293
3	6,16	7,53	7,0	1.168	1169	665	504	2,317	2,45	16,22	78,37	5,41	21,628	75,01	5,41	53	1193,6	1250,25	2,100	595,359	1,0475
								<b>2,310</b>				<b>5,73</b>	<b>21,897</b>	<b>73,86</b>	<b>5,73</b>			<b>1408,15</b>	<b>2,433</b>	<b>579,98</b>	
1	6,09	8,11	7,5	1.163	1165	662	503	2,312	2,43	17,34	77,77	4,89	22,228	78,01	4,89	58	1306,2	1396,81	2,150	649,678	1,0694
2	6,10	8,11	7,5	1.158	1158	660	498	2,324	2,43	17,43	78,18	4,39	21,819	79,89	4,39	70	1576,4	1734,99	2,800	619,638	1,1006
3	6,26	8,11	7,5	1.184	1186	664	522	2,263	2,43	17,01	76,29	6,69	23,706	71,76	6,69	51	1148,5	1172,64	2,400	488,600	1,021
								<b>2,302</b>				<b>5,32</b>	<b>22,585</b>	<b>76,56</b>	<b>5,32</b>			<b>1434,81</b>	<b>2,450</b>	<b>585,97</b>	
1	6,20	8,70	8,0	1.177	1178	663	515	2,284	2,41	18,28	76,43	5,30	23,574	77,52	5,30	44	990,88	1129,60	2,000	564,802	1,14
2	6,15	8,70	8,0	1.184	1185	672	513	2,308	2,41	18,46	77,21	4,32	22,787	81,03	4,32	23	517,96	548,36	2,600	210,909	1,0587
3	6,25	8,70	8,0	1.185	1186	673	513	2,310	2,41	18,48	77,28	4,24	22,722	81,33	4,24	22	495,44	578,03	3,150	183,502	1,1667
								<b>2,301</b>				<b>4,62</b>	<b>23,028</b>	<b>79,96</b>	<b>4,62</b>			<b>752,00</b>	<b>2,583</b>	<b>319,74</b>	

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)

d = Berat basah jenuh (SSD) (gr)

e = Berat didalam air (gr)

f = Volume (isi) d-e

g = Berat isi c/f

h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)}

i = (b x g) : Bj Asp

j = (100 - b) x g : Bj Agregat

k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)

m = Rongga yang terisi aspal (VFWA) 100 x (i/l) (%)

n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x (g/h)} (%)

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring (kg)

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas) (kg)

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)

QM = Quotient Marshall (kg/mm)

Suhu pencampuran = ± 160°C

Suhu pemadatan = ± 140°C

Suhu waterbath = 60°C

B.J Aspal = 1,009

B.J Agregat = 2,75

Kalibrasi proving ring = 22,52 kg

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Berlian Kuthari S.F.M.Eng

Yogyakarta,  
Peneliti

Yoellismar Harahap



**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 14-B

Asal material : Agregat Kasar Clereng  
 : Agregat Halus Vulkanik 75%  
 : Agregat Halus Clereng 25%

Di kerjakan Oleh : Yoellismar Harahap  
 Tanggal : 17 November 2006  
 Jenis Campuran : HRS-B

**HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST Agregat vulkanik 75%**

Sample	t (mm)	DENSITY											VMA	VFWA	VITM	stabilitas		flow	QM	angka koreksi	
		a	b	e	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r		
1	6,140	6,383	6,0	1.185,00	1190	685	505	2,347	2,49	14,08	80,21	5,71	19,791	71,14	5,71	63	1418,76	1533,11	2,000	766,556	1,0806
2	6,35	6,383	6,0	1.186,50	1192	684	508	2,336	2,49	14,01	79,84	6,15	20,164	69,50	6,15	61	1373,72	1373,72	2,450	560,702	1
3	6,123	6,383	6,0	1.163,00	1168	664	504	2,308	2,49	13,85	78,88	7,28	21,124	65,54	7,28	35	788,2	836,20	1,800	464,556	1,0609
								<b>2,330</b>				<b>6,38</b>	<b>20,360</b>	<b>68,73</b>	<b>6,38</b>			<b>1453,42</b>	<b>2,083</b>	<b>597,27</b>	
1	6,116	6,952	6,5	1.158,00	1161	669	492	2,354	2,47	15,30	80,02	4,68	19,976	76,59	4,68	48	1080,96	1149,17	1,800	638,427	1,0631
2	6,040	6,952	6,5	1.164,00	1168	664	504	2,310	2,47	15,01	78,52	6,46	21,476	69,90	6,46	49	1103,48	1199,37	2,700	444,212	1,0869
3	6,183	6,952	6,5	1.185,00	1188	683	505	2,347	2,47	15,25	79,78	4,97	20,218	75,44	4,97	75	1689	1760,28	2,300	765,337	1,0422
								<b>2,337</b>				<b>5,37</b>	<b>20,557</b>	<b>73,98</b>	<b>5,37</b>			<b>1174,27</b>	<b>2,267</b>	<b>615,99</b>	
1	6,200	7,527	7,0	1.204,00	1207	693	514	2,342	2,45	16,40	79,22	4,39	20,784	78,89	4,39	55	1238,6	1285,05	2,100	611,927	1,0375
2	6,200	7,527	7,0	1.189,00	1193	684	509	2,336	2,45	16,35	79,00	4,65	21,002	77,86	4,65	35	788,2	817,76	2,450	333,779	1,0375
3	6,350	7,527	7,0	1.200,00	1202	689	515	2,339	2,45	16,37	79,11	4,52	20,893	78,37	4,52	43	968,36	968,36	2,800	345,843	1
								<b>2,339</b>				<b>4,52</b>	<b>20,893</b>	<b>78,37</b>	<b>4,52</b>			<b>1023,72</b>	<b>2,450</b>	<b>430,52</b>	
1	6,233	8,108	7,5	1.191,00	1193	685	508	2,344	2,43	17,58	78,86	3,56	21,140	83,18	3,56	50	1126	1158,99	2,300	503,909	1,0293
2	6,260	8,108	7,5	1.193,00	1195	690	505	2,362	2,43	17,72	79,46	2,82	20,538	86,27	2,82	48	1080,96	1105,28	2,600	425,108	1,0225
3	6,150	8,108	7,5	1.160,00	1163	663	500	2,320	2,43	17,40	78,04	4,56	21,964	79,22	4,56	27	608,04	634,37	2,500	253,747	1,0433
								<b>2,342</b>				<b>3,65</b>	<b>21,214</b>	<b>82,89</b>	<b>3,65</b>			<b>966,21</b>	<b>2,467</b>	<b>394,26</b>	
1	6,116	8,696	8,0	1.197,00	1198	689	509	2,352	2,41	18,81	78,67	2,51	21,326	88,22	2,51	48	1080,96	1149,17	3,450	333,092	1,0631
2	6,100	8,696	8,0	1.188,00	1190	681	509	2,334	2,41	18,67	78,08	3,25	21,917	85,19	3,25	34	765,68	880,53	2,100	419,301	1,15
3	6,333	8,696	8,0	1.205,00	1206	691	515	2,340	2,41	18,72	78,28	3,00	21,723	86,17	3,00	39	878,28	882,06	3,100	284,534	1,0043
								<b>2,342</b>				<b>2,88</b>	<b>21,655</b>	<b>86,53</b>	<b>2,92</b>			<b>970,59</b>	<b>2,883</b>	<b>345,64</b>	

t = Tebal Benda Uji  
 a = % Aspal terhadap batuan  
 b = % Aspal terhadap Campuran  
 c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)  
 d = Berat basah jenuh (SSD) (gr)  
 e = Berat didalam air (gr)  
 f = Volume (isi) d-e  
 g = Berat isi e/f  
 h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)}

i = (b x g) : Bj Asp  
 j = (100 - b) x g : Bj Agregat  
 k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)  
 l = Rongga terhadap agregat (100 - j)  
 m = Rongga yang terisi aspal (VFWA) 100 x (i/l) (%)  
 n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x (g/h)} (%)  
 o = Pembacaan arloji stabilitas  
 p = o x kalibrasi proving ring (kg)  
 q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas) (kg)

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)  
 QM = Quotient Marshall (kg/mm)  
 Suhu pencampuran = ± 160°C  
 Suhu pemadatan = ± 140°C  
 Suhu waterbath = 60°C  
 B.J Aspal = 1,009  
 B.J Agregat = 2,75  
 Kalibrasi proving ring = 22,52 kg

Mengetahui:  
 Kepala Lab. Jalan Raya  
  
 Berhan Kushari ST.M.Eng

Yogyakarta,  
 Peneliti  
  
 Yoellismar Harahap





**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Asal material : Agregat Kasar Clereng  
 : Agregat Halus Vulkanik 50%  
 : Agregat Halus Clereng 50%

Di kerjakan Oleh : Yoellismar Harahap  
 Tanggal : 21 November 2006  
 Jenis Campuran : HRS-B

Lampiran 14-C

**HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST**

Sample	DENSITY																stabilitas	flow	QM	angka koreksi	
	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o					p
1	6,100	6,383	6,0	1.151,00	1152	658	494	2,330	2,50	13,98	79,21	6,81	20,790	67,24	6,81	74	1666,48	1779,97	1,00	1779,967	1,0681
2	6,100	6,383	6,0	1.165,00	1168	667	501	2,325	2,50	13,95	79,05	6,99	20,947	66,61	6,99	76	1711,52	1828,07	2,30	794,815	1,0681
3	6,000	6,383	6,0	1.162,00	1166	666	501	2,322	2,50	13,93	78,93	7,14	21,071	66,11	7,14	71	1598,92	1757,85	3,9	450,731	1,0994
								<b>2,326</b>				<b>6,98</b>	<b>20,936</b>	<b>66,65</b>	<b>6,98</b>			<b>1788,63</b>	<b>2,40</b>	<b>1008,50</b>	
1	5,900	6,952	6,5	1.166,00	1167	668	499	2,339	2,48	15,20	79,10	5,70	20,905	72,73	5,70	83	1869,16	2113,27	2,60	812,797	1,1306
2	6,000	6,952	6,5	1.171,00	1174	672	502	2,333	2,48	15,16	78,88	5,96	21,120	71,79	5,96	75	1689	1856,89	1,65	1125,386	1,0994
3	5,950	6,952	6,5	1.176,00	1177	673	504	2,333	2,48	15,17	78,90	5,93	21,097	71,89	5,93	83	1869,16	2149,53	3,50	614,153	1,15
								<b>2,335</b>				<b>5,86</b>	<b>21,040</b>	<b>72,14</b>	<b>5,86</b>			<b>2039,90</b>	<b>2,58</b>	<b>850,78</b>	
1	6,000	7,527	7,0	1.178,00	1180	680	500	2,356	2,46	16,49	79,24	4,26	20,757	79,45	4,26	46	1035,92	1138,89	3,50	325,397	1,0994
2	6,133	7,527	7,0	1.177,00	1178	677	501	2,349	2,46	16,45	79,02	4,54	20,982	78,38	4,54	54	1216,08	1287,46	3,25	396,143	1,0587
3	6,100	7,527	7,0	1.165,00	1167	660	507	2,298	2,46	16,08	77,29	6,63	22,713	70,82	6,63	60	1351,2	1443,22	3,25	444,067	1,0681
								<b>2,334</b>				<b>5,14</b>	<b>21,484</b>	<b>76,22</b>	<b>5,14</b>			<b>1289,86</b>	<b>3,33</b>	<b>388,54</b>	
1	6,000	8,108	7,5	1.160,00	1163	663	500	2,320	2,44	17,40	77,61	4,99	22,387	77,72	4,99	40	900,8	990,34	3,40	291,276	1,0994
2	6,200	8,108	7,5	1.180,00	1182	680	502	2,351	2,44	17,63	78,64	3,73	21,363	82,52	3,73	51	1148,52	1191,59	3,75	317,757	1,0375
3	6,150	8,108	7,5	1.168,00	1170	670	500	2,336	2,44	17,52	78,15	4,33	21,852	80,18	4,33	47	1058,44	1196,67	3,10	386,023	1,1306
								<b>2,336</b>				<b>4,35</b>	<b>21,867</b>	<b>80,14</b>	<b>4,35</b>			<b>1126,20</b>	<b>3,42</b>	<b>331,69</b>	
1	6,100	8,696	8,0	1.186,00	1188	678	510	2,325	2,42	18,60	77,38	4,02	22,624	82,23	4,02	39	878,28	938,09	3,10	302,610	1,0681
2	6,015	8,696	8,0	1.163,00	1166	668	498	2,335	2,42	18,68	77,70	3,61	22,296	83,79	3,61	26	585,52	616,26	3,75	164,336	1,0525
3	6,020	8,696	8,0	1.184,00	1186	682	504	2,349	2,42	18,79	78,17	3,04	21,835	86,07	3,04	30	675,6	738,50	3,80	194,342	1,0931
								<b>2,337</b>				<b>3,56</b>	<b>22,252</b>	<b>84,03</b>	<b>3,56</b>			<b>764,28</b>	<b>3,55</b>	<b>220,43</b>	

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)

d = Berat basah jenuh (SSD) (gr)

e = Berat didalam air (gr)

f = Volume (isi) d-e

g = Berat isi c/f

h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)}

i = (b x g) : Bj Asp

j = (100 - b) x g : Bj Agregat

k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)

m = Rongga yang terisi aspal (VFVA) 100 x (i/l) (%)

n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x (g/h)} (%)

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring (kg)

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas) (kg)

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)

QM = Quotient Marshall (kg/mm)

Suhu pencampuran = ± 160°C

Subu pematatan = ± 140°C

Suhu waterbath = 60°C

B.J Aspal = 1,009

B.J Agregat = 2,765

Kalibrasi proving ring = 22,52 kg

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Berlian Kushari S.T.M. Eng

Yogyakarta,

Peneliti

Yoellismar Harahap



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Asal material : Agregat Kasar Clereng  
: Agregat Halus Vulkanik 25%  
: Agregat Halus Clereng 75%

Dikerjakan Oleh : Yoelismar Harahap  
Tanggal : 28 November 2006  
Jenis Campuran : HRS-B

Lampiran 14-D

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST agregat vulkanik 25%

Sample	t (mm)	DENSITY											VMA	VFVA	VITM	o	p	stabilitas	flow	QM	angka koreksi
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k									
1	6,250	6,383	6,0	1.178,00	1184	681	503	2,342	2,50	14,05	79,47	6,47	20,526	68,46	6,47	70	1576,4	1615,81	1,50	1077,207	1,025
2	6,000	6,383	6,0	1.168,00	1170	675	495	2,360	2,50	14,16	80,07	5,77	19,927	71,05	5,77	50	1126	1237,92	1,55	798,661	1,0994
3	6,083	6,383	6,0	1.155,00	1156	668	488	2,367	2,50	14,20	80,32	5,48	19,682	72,15	5,48	42	945,84	1015,26	1,85	548,792	1,0734
								2,356				5,91	20,045	69,75	5,91			1289,67	1,63	808,22	
1	6,250	6,952	6,5	1.187,00	1188	683	505	2,350	2,48	15,28	79,34	5,38	20,660	73,95	5,38	64	1441,28	1642,92	1,75	938,809	1,1399
2	6,150	6,952	6,5	1.175,00	1177	679	498	2,359	2,48	15,34	79,64	5,02	20,358	75,33	5,02	49	1103,48	1257,97	3,20	393,115	1,14
3	6,167	6,952	6,5	1.175,00	1178	680	498	2,359	2,48	15,34	79,64	5,02	20,358	75,33	5,02	65	1463,8	1668,73	1,80	927,073	1,14
								2,356				5,14	20,459	74,87	5,14			1523,20	2,25	753,00	
										0,00											
1	6,183	7,527	7,0	1.180,00	1181	675	506	2,334	2,46	16,34	78,37	5,29	21,627	75,55	5,29	34	765,68	797,99	3,25	245,536	1,0422
2	6,033	7,527	7,0	1.160,00	1162	671	491	2,363	2,46	16,54	79,32	4,14	20,681	79,97	4,14	30	675,6	735,80	2,30	319,911	1,0891
3	6,150	7,527	7,0	1.163,00	1164	674	490	2,373	2,46	16,61	79,69	3,70	20,313	81,79	3,70	35	788,2	906,43	3,05	297,190	1,15
								2,357				4,38	20,874	79,10	4,38			813,41	2,87	287,55	
1	6,283	8,108	7,5	1.174,00	1177	678	499	2,353	2,45	17,65	78,57	3,79	21,435	82,32	3,79	41	923,32	1089,52	5,60	194,557	1,18
2	6,183	8,108	7,5	1.190,00	1192	689	503	2,366	2,45	17,74	79,00	3,25	20,997	84,50	3,25	28	630,56	736,12	3,70	198,950	1,1674
3	6,183	8,108	7,5	1.179,00	1182	681	501	2,353	2,45	17,65	78,58	3,77	21,415	82,42	3,77	34	765,68	903,50	3,80	237,764	1,18
								2,357				3,60	21,283	83,08	3,60			909,71	4,37	210,42	
1	6,125	8,696	8,0	1.174,00	1175	677	498	2,357	2,43	18,86	78,30	2,84	21,703	86,90	2,84	30	675,6	768,09	5,60	137,159	1,1369
2	6,150	8,696	8,0	1.171,00	1173	676	497	2,356	2,43	18,85	78,25	2,90	21,746	86,68	2,90	38	855,76	978,39	5,30	184,602	1,1433
3	6,200	8,696	8,0	1.178,00	1180	678	502	2,347	2,43	18,77	77,94	3,29	22,062	85,09	3,29	40	900,8	996,92	5,80	171,882	1,1067
								2,353				3,01	21,837	86,22	3,01			914,47	5,57	164,55	

t = Tebal Benda Uji  
a = % Aspal terhadap batuan  
b = % Aspal terhadap Campuran  
c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)  
d = Berat basah jenuh (SSD) (gr)  
e = Berat didalam air (gr)  
f = Volume (isi) d-e  
g = Berat isi c/f  
h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)}

i = (b x g) : Bj Asp  
j = (100 - b) x g : Bj Agregat  
k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)  
l = Rongga terhadap agregat (100 - j)  
m = Rongga yang terisi aspal (VFVA) 100 x (i/l) (%)  
n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x (g/h)} (%)  
o = Pembacaan arloji stabilitas  
p = o x kalibrasi proving ring (kg)  
q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas) (kg)

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)  
QM = Quotient Marshall (kg/mm)  
Suhu pencampuran = ± 160°C  
Suhu pematatan = ± 140°C  
Suhu waterbath = 60°C  
B.J Aspal = 1,009  
B.J Agregat = 2,77  
Kalibrasi proving ring = 22,52 kg

Mengetahui:  
Kepala Lab. Jalan Raya  
  
Berlian Isushari ST, M.Eng

Yogyakarta,  
Peneliti  
  
Yoelismar Harahap



**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Asal material : Agregat Kasar Clereng  
 : Agregat Halus Clereng

Di kerjakan Oleh : Yoellismar Harahap  
 Tanggal : 15 November 2006

**HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST**

Lampiran 14-E

Sample	t (mm)	DENSITY											VMA	VFWA	VITM	stabilitas		flow	QM	angka koreksi	
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q			r
1	6,300	6,300	6,0	1.170,00	1179	672	507	2,308	2,51	13,85	78,09	8,07	21,914	63,18	8,07	43	968,36	1022,20	2,50	408,880	1,0556
2	6,216	6,383	6,0	1.173,00	1178	673	505	2,323	2,51	13,94	78,60	7,47	21,404	65,11	7,47	65	1463,8	1512,84	2,80	540,299	1,0335
3	6,283	6,383	6,0	1.181,00	1183	676	507	2,329	2,51	13,98	78,82	7,20	21,180	65,99	7,20	59	1328,68	1351,00	2,2	614,092	1,0168
								<b>2,320</b>				<b>7,58</b>	<b>21,499</b>	<b>64,76</b>	<b>7,58</b>			<b>1295,35</b>	<b>2,50</b>	<b>521,09</b>	
1	6,200	6,952	6,5	1.172,00	1173	673	500	2,344	2,49	15,24	78,89	5,87	21,107	72,18	5,87	56	1261,12	1308,41	2,85	459,092	1,0375
2	6,000	6,952	6,5	1.170,00	1172	672	500	2,340	2,49	15,21	78,76	6,03	21,242	71,60	6,03	42	945,84	1039,86	2,20	472,662	1,0994
3	6,050	6,952	6,5	1.170,00	1175	671	504	2,321	2,49	15,09	78,13	6,78	21,867	69,00	6,78	54	1216,08	1317,99	3,00	439,329	1,0838
								<b>2,335</b>				<b>6,23</b>	<b>21,405</b>	<b>70,93</b>	<b>5,95</b>			<b>1222,09</b>	<b>2,68</b>	<b>457,03</b>	
1	6,116	7,527	7,0	1.171,00	1174	672	502	2,333	2,47	16,33	78,09	5,58	21,908	74,53	5,58	58	1306,16	1388,58	3,20	433,931	1,0631
2	6,150	7,527	7,0	1.171,00	1173	670	503	2,328	2,47	16,30	77,94	5,77	22,064	73,86	5,77	59	1318,55	1387,77	3,35	414,260	1,0525
3	5,950	7,527	7,0	1.176,00	1180	675	505	2,329	2,47	16,30	77,96	5,74	22,041	73,96	5,74	54	1216,08	1355,93	3,25	417,209	1,115
								<b>2,330</b>				<b>5,70</b>	<b>22,004</b>	<b>74,12</b>	<b>5,70</b>			<b>1377,43</b>	<b>3,27</b>	<b>421,80</b>	
1	6,150	8,108	7,5	1.160,00	1161	665	496	2,339	2,45	17,54	77,87	4,59	22,127	79,27	4,59	68	1531,36	1611,76	4,35	370,519	1,0525
2	6,200	8,108	7,5	1.170,00	1171	670	501	2,335	2,45	17,51	77,76	4,72	22,240	78,76	4,72	54	1216,08	1261,68	3,25	388,210	1,0375
3	6,050	8,108	7,5	1.172,00	1175	672	503	2,330	2,45	17,48	77,58	4,94	22,417	77,96	4,94	39	878,28	951,88	4,90	194,261	1,0838
								<b>2,335</b>				<b>4,75</b>	<b>22,261</b>	<b>78,66</b>	<b>4,75</b>			<b>1275,11</b>	<b>4,17</b>	<b>317,66</b>	
1	6,150	8,696	8,0	1.173,00	1174	672	502	2,337	2,43	18,69	77,38	3,92	22,616	82,65	3,92	40	900,8	948,09	5,05	187,741	1,0525
2	6,205	8,696	8,0	1.175,00	1176	674	502	2,341	2,43	18,73	77,52	3,76	22,484	83,28	3,76	46	1035,92	1101,18	4,25	259,102	1,063
3	6,050	8,696	8,0	1.176,00	1178	675	503	2,338	2,43	18,70	77,43	3,87	22,573	82,86	3,87	55	1238,6	1342,39	4,05	331,455	1,0838
								<b>2,338</b>				<b>3,85</b>	<b>22,558</b>	<b>82,93</b>	<b>3,85</b>			<b>1130,56</b>	<b>4,45</b>	<b>259,43</b>	

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)

d = Berat basah jenuh (SSD) (gr)

e = Berat didalam air (gr)

f = Volume (isi) d-e

g = Berat isi c/f

h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)}

i = (b x g) : Bj Asp

j = (100 - b) x g : Bj Agregat

k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)

m = Rongga yang terisi aspal (VFWA) 100 x (i/l) (%)

n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x (g/h)} (%)

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring (kg)

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas) (kg)

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)

QM = Quotient Marshall (kg/mm)

Suhu pencampuran = ± 160°C

Suhu pemadatan = ± 140°C

Suhu waterbath = 60°C

B.J Aspal = 1,009

B.J Agregat = 2,77

Kalibrasi proving ring = 22,52 kg

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Berlian Kusnanti, S.T., M.Eng

Yogyakarta,

Peneliti

Yoellismar Harahap



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 15-A

Asal material : Agregat Kasar Clereng Di kerjakan Oleh : Yoellismar Harahap  
 : Agregat Halus Vulkanik Tanggal : 5 Januari 2007 dan 6 Januari 2007

**HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST Vulkanik 100% Perendaman 0,5 jam**  
**KAO (%)**

Sample	t (mm)	DENSITY											VMA	VFWA	VITM	stabilitas		flow	QM	angka koreksi	
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r		
1	6,15	7,776	7,22	1.164,00	1170	664	506	2,300	2,45	16,60	77,39	6,01	22,610	73,41	6,01	57	1283,64	1351,03	1,750	772,018	1,0525
2	6,23	7,776	7,22	1.154,00	1155	657	498	2,320	2,45	16,74	78,04	5,23	21,964	76,20	5,23	36	810,72	835,04	2,000	417,521	1,03
3	6,30	7,776	7,22	1.173,00	1175	665	510	2,300	2,45	16,59	77,38	6,03	22,623	73,35	6,03	37	833,24	843,66	2,650	318,361	1,0125
								2,307				5,76	22,399	74,32	5,76			1009,91	2,133	502,63	

**HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST Vulkanik 100% Immersion 24 jam**  
**KAO (%)**

1	6,33	7,776	7,22	1.186,00	1188	674	514	2,320	2,45	16,74	78,06	5,20	21,938	76,31	5,20	53	1193,56	1199,53	2,450	489,603	1,005
2	6,11	7,776	7,22	1.155,50	1159	658	501	2,309	2,45	16,66	77,67	5,67	22,331	74,59	5,67	60	1351,2	1439,03	2,900	496,217	1,065
3	6,31	7,776	7,22	1.191,50	1194	676	518	2,300	2,45	16,60	77,38	6,02	22,617	73,38	6,02	35	788,2	796,08	2,750	289,484	1,01
								2,310				5,63	22,295	74,76	5,63			1144,88	2,700	425,10	

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)

d = Berat basah jenuh (SSD) (gr)

e = Berat didalam air (gr)

f = Volume (isi) d-e

g = Berat isi c/f

h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)}

i = (b x g) : Bj Asp

j = (100 - b) x g : Bj Agregat

k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)

m = Rongga yang terisi aspal (VFWA) 100 x (i/l) (%)

n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x (g/h)} (%)

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring (kg)

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas) (kg)

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)

QM = Quotient Marshall (kg/mm)

Suhu pencampuran = ± 160°C

Suhu pemadatan = ± 140°C

Suhu waterbath = 60°C

B.J Aspal = 1,009

B.J Agregat = 2,763

Kalibrasi proving ring = 22,52 kg

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Berlian Kushari ST.M.Eng

Yogyakarta,

Peneliti

Yoellismar Harahap



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 15-B

Asal material : Agregat Kasar Clereng  
 : Agregat Halus Vulkanik 75%  
 : Agregat Halus Clereng 25%

Di kerjakan Oleh : Yoellismar Harahap  
 Tanggal : 5 Januari 2007 dan 6 Januari 2007  
 Jenis Campuran : HRS-B

**HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST Vulkanik 75% Perendaman 0,5 jam**  
 KAO (%)

Sample	t (mm)	DENSITY											VMA	VFWA	VITM	stabilitas	flow	QM	angka koreksi		
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k								l	m
1	6,31	7,933	7,35	1.189,00	1190	670	520	2,287	2,45	16,81	76,67	6,52	23,327	72,05	6,52	57	1283,64	1371,06	2,750	498,566	1,0681
2	6,50	7,933	7,35	1.178,00	1182	656	526	2,240	2,45	16,46	75,10	8,44	24,903	66,10	8,44	33	743,16	782,18	3,300	237,023	1,0525
3	6,43	7,933	7,35	1.181,00	1182	665	517	2,284	2,45	16,79	76,60	6,61	23,401	71,75	6,61	47	1058,44	1114,01	4,700	237,023	1,0525
								2,270				7,19	23,877	69,96	7,19		1089,08	3,583	324,20		

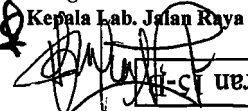
**HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST Vulkanik 100% Immertion 24 jam**  
 KAO (%)


1	6,41	7,933	7,35	1.183,50	1185	663	522	2,267	2,45	16,66	76,01	7,33	23,990	69,46	7,31	52	1171,04	1200,32	2,950	406,887	1,025
2	6,43	7,933	7,35	1.200,00	1202	674	528	2,273	2,45	16,70	76,19	7,10	23,807	70,17	7,09	50	1126	1154,15	3,300	349,742	1,025
3	6,50	7,933	7,35	1.200,00	1202	674	528	2,273	2,45	16,70	76,19	7,10	23,807	70,17	7,09	47	1058,44	1098,13	3,250	337,887	1,0375
								2,271				7,18	23,868	69,93	7,16		1150,87	3,167	364,84		

t = Tebal Benda Uji  
 a = % Aspal terhadap batuan  
 b = % Aspal terhadap Campuran  
 c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)  
 d = Berat basah jenuh (SSD) (gr)  
 e = Berat didalam air (gr)  
 f = Volume (isi) d-e  
 g = Berat isi c/f  
 h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)}

i = (b x g) : Bj Asp  
 j = (100 - b) x g : Bj Agregat  
 k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)  
 l = Rongga terhadap agregat (100 - j)  
 m = Rongga yang terisi aspal (VFWA) 100 x (i/l) (%)  
 n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x (g/h)} (%)  
 o = Pembacaan arloji stabilitas  
 p = o x kalibrasi proving ring (kg)  
 q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas) (kg)

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)  
 QM = Quotient Marshall (kg/mm)  
 Suhu pencampuran = ± 160°C  
 Suhu pemadatan = ± 140°C  
 Suhu waterbath = 60°C  
 B.J Aspal = 1,009  
 B.J Agregat = 2,763  
 Kalibrasi proving ring = 22,52 kg

Mengetahui:  
 Kepala Lab. Jalan Raya  
  
Lampiran 15-B  
 Berlian Kushari ST.M.Eng

Yogyakarta,  
 Peneliti  
  
 Yoellismar Harahap



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 15-C

Asal material : Agregat Kasar Clereng  
 : Agregat Halus Vulkanik 50%  
 : Agregat Halus Clereng 50%

Di kerjakan Oleh : Yoellismar Harahap  
 Tanggal : 5 Januari 2007 dan 6 Januari 2007  
 Jenis Campuran : HRS-B

**HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST Vulkanik 50% Perendaman 0,5 jam**

KAO (%)

Sample	t (mm)	DENSITY											VMA	VFVA	VITM	stabilitas		flow	QM	angka koreksi	
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k				l	m				n
1	6,35	7,968	7,38	1.200,00	1204	680	524	2,290	2,45	16,90	76,63	6,47	23,372	72,31	6,47	58	1306,16	1395,11	2,550	547,102	1,0681
2	6,27	7,968	7,38	1.172,00	1178	672	506	2,316	2,45	17,09	77,50	5,40	22,497	75,98	5,40	51	1148,52	1208,82	3,100	389,941	1,0525
3	6,30	7,968	7,38	1.189,00	1190	678	512	2,322	2,45	17,14	77,71	5,16	22,295	76,87	5,16	46	1035,92	1090,31	3,600	302,863	1,0525
								2,310				5,68	22,721	75,05	5,68			1231,41	3,083	413,30	

**HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST Vulkanik 50% Immertion 24 jam**

KAO (%)

Sample	t (mm)	DENSITY											VMA	VFVA	VITM	stabilitas		flow	QM	angka koreksi	
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k				l	m				n
1	6,17	7,968	7,38	1.166,00	1170	669	501	2,327	2,45	17,18	77,88	4,95	22,125	77,63	4,95	51	1148,52	1177,23	3,550	331,615	1,025
2	6,17	7,968	7,38	1.178,00	1179	674	505	2,333	2,45	17,22	78,05	4,73	21,946	78,44	4,73	45	1013,4	1038,74	2,950	352,114	1,025
3	6,02	7,968	7,38	1.165,00	1166	665	501	2,325	2,45	17,16	77,81	5,03	22,192	77,33	5,03	60	1351,2	1401,87	3,950	354,904	1,0375
								2,328				4,90	22,088	77,80	4,90			1205,95	3,483	346,21	

t = Tebal Benda Uji  
 a = % Aspal terhadap batuan  
 b = % Aspal terhadap Campuran  
 c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)  
 d = Berat basah jenuh (SSD) (gr)  
 e = Berat didalam air (gr)  
 f = Volume (isi) d-e  
 g = Berat isi c/f  
 h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)}

i = (b x g) : Bj Asp  
 j = (100 - b) x g : Bj Agregat  
 k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)  
 l = Rongga terhadap agregat (100 - j)  
 m = Rongga yang terisi aspal (VFVA) 100 x (l/i) (%)  
 n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x (g/h)} (%)  
 o = Pembacaan arloji stabilitas  
 p = o x kalibrasi proving ring (kg)  
 q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas) (kg)

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)  
 QM = Quotient Marshall (kg/mm)  
 Suhu pencampuran = ± 160°C  
 Suhu pematatan = ± 140°C  
 Suhu waterbath = 60°C  
 B.J Aspal = 1,009  
 B.J Agregat = 2,768  
 Kalibrasi proving ring = 22,52 kg

Mengetahui:  
 Kepala Lab. Jalan Raya  
  
 Berlian Kushari ST, M.Eng

Yogyakarta,  
 Peneliti  
  
 Yoellismar Harahap



Asal material : Agregat Kasar Clereng  
 : Agregat Halus Vulkanik 25%  
 : Agregat Halus Clereng 75%

Di kerjakan Oleh : Yoellismar Harahap  
 Tanggal : 5 Januari 2007 dan 6 Januari 2007  
 Jenis Campuran : HRS-B

**HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST Vulkanik 25% Perendaman 0,5 jam**  
 KAO (%)

Sample	t (mm)	DENSITY											VMA	VFWA	VITM	stabilitas		flow	QM	angka koreksi	
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k				l	m				n
1	6,00	8,284	7,65	1.158,00	1162	569	493	2,345	2,44	17,97	78,23	3,81	21,774	82,52	3,81	58	1306,16	1435,99	3,100	463,223	1,0994
2	6,10	8,284	7,65	1.171,00	1176	670	506	2,314	2,44	17,70	77,07	5,22	22,929	77,21	5,22	67	1508,84	1611,59	3,850	418,595	1,0681
3	6,00	8,284	7,65	1.184,00	1187	671	516	2,295	2,44	17,55	76,42	6,03	23,583	74,43	6,03	68	1531,36	1683,58	3,950	426,222	1,0994
								2,319				5,02	22,762	78,06	5,02			1577,05	3,633	436,01	

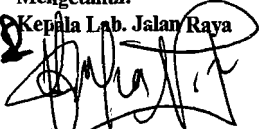
**HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST Vulkanik 25% Immertion 24 jam**  
 KAO (%)


Sample	t (mm)	DENSITY											VMA	VFWA	VITM	stabilitas		flow	QM	angka koreksi	
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k				l	m				n
1	6,05	8,284	7,65	1.164,00	1165	669	496	2,347	2,44	17,95	78,16	3,89	21,845	82,18	3,89	77	1734,04	1877,97	4,250	441,874	1,083
2	6,05	8,284	7,65	1.161,00	1163	669	494	2,350	2,44	17,98	78,27	3,75	21,731	82,74	3,75	52	1171,04	1268,24	4,500	281,830	1,083
3	6,00	8,284	7,65	1.170,00	1172	673	499	2,345	2,44	17,94	78,09	3,98	21,914	81,85	3,98	61	1373,72	1510,27	4,550	331,927	1,0994
								2,347				3,87	21,830	82,26	3,87			1552,16	4,433	351,88	

t = Tebal Benda Uji  
 a = % Aspal terhadap batuan  
 b = % Aspal terhadap Campuran  
 c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)  
 d = Berat basah jenuh (SSD) (gr)  
 e = Berat didalam air (gr)  
 f = Volume (isi) d-e  
 g = Berat isi c/f  
 h = B.J Maksimum  $\{100 : (\% \text{ Agr}/\text{Bj Agr} + \% \text{ Asp}/\text{Bj. Asp})$

i = (b x g) : Bj Asp  
 j = (100 - b) x g : Bj Agregat  
 k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)  
 l = Rongga terhadap agregat (100 - j)  
 m = Rongga yang terisi aspal (VFWA)  $100 \times (l/l)$  (%)  
 n = Rongga yang terisi campuran  $100 - \{100 \times (g/h)\}$  (%)  
 o = Pembacaan arloji stabilitas  
 p = o x kalibrasi proving ring (kg)  
 q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas) (kg)

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)  
 QM = Quotient Marshall (kg/mm)  
 Suhu pencampuran =  $\pm 160^\circ\text{C}$   
 Suhu pemadatan =  $\pm 140^\circ\text{C}$   
 Suhu waterbath =  $60^\circ\text{C}$   
 B.J Aspal = 1,009  
 B.J Agregat = 2,773  
 Kalibrasi proving ring = 22,52 kg

Mengetahui:  
 Kepala Lab. Jalan Raya  
  
 Berhan Kushari ST.M.Eng

Yogyakarta,  
 Peneliti  
  
 Yoellismar Harahap



Asal material : Agregat Kasar Clereng  
: Agregat Halus Clereng

Di kerjakan Oleh : Yoellismar Harahap  
Tanggal : 5 Januari 2007 dan 8 Januari 2007

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST Vulkanik 0% Perendaman 0,5 jam  
KAO (%)

Sample	t (mm)	DENSITY											VMA	VFWA	VITM	stabilitas		flow	QM	angka koreksi	
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k				o	p				q
1	6,00	6,300	7,15	1.162,00	1163	663	500	2,326	2,46	16,63	77,75	5,61	22,246	74,77	5,61	77	1734,04	1906,40	4,500	423,645	1,0994
2	6,02	7,701	7,15	1.169,00	1172	664	508	2,301	2,46	16,45	76,91	6,63	23,087	71,27	6,63	65	1463,8	1600,08	4,000	400,020	1,0931
3	6,12	7,701	7,15	1.172,00	1173	657	506	2,318	2,46	16,58	77,49	5,93	22,508	73,65	5,93	55	1238,6	1316,51	4,250	309,767	1,0629
								2,315				6,06	22,614	73,23	6,06			1607,66	4,250	377,81	

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST Vulkanik 0% Immertion 24 jam  
KAO (%)

Sample	t (mm)	DENSITY											VMA	VFWA	VITM	stabilitas		flow	QM	angka koreksi	
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k				o	p				q
1	6,00	6,300	7,15	1.168,00	1170	674	496	2,355	2,46	16,84	78,71	4,46	21,293	79,07	4,46	65	1463,8	1609,30	4,350	369,954	1,0994
2	6,03	7,701	7,15	1.152,00	1156	661	495	2,327	2,46	16,64	77,79	5,57	22,215	74,91	5,57	65	1463,8	1595,54	4,700	339,477	1,09
3	6,03	7,701	7,15	1.155,00	1158	660	498	2,319	2,46	16,58	77,52	5,90	22,482	73,76	5,90	46	1035,92	1129,15	4,100	275,403	1,09
								2,334				5,31	21,997	75,91	5,31			1444,67	4,383	328,28	

t = Tebal Benda Uji  
a = % Aspal terhadap batuan  
b = % Aspal terhadap Campuran  
c = Berat kering (sebelum t'rendam) (gr)  
d = Berat basah jenuh (SSD) (gr)  
e = Berat didalam air (gr)  
f = Volume (isi) d-e  
g = Berat isi c/f  
h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)}

i = (b x g) : Bj Asp  
j = (100 - b) x g : Bj Agregat  
k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)  
l = Rongga terhadap agregat (100 - j)  
m = Rongga yang terisi aspal (VFWA) 100 x (i/l) (%)  
n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x (g/h)} (%)  
o = Pembacaan arloji stabilitas  
p = o x kalibrasi proving ring (kg)  
q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas) (kg)

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)  
QM = Quotient Marshall (kg/mm)  
Suhu pencampuran = ± 160°C  
Suhu pematangan = ± 140°C  
Suhu waterbath = 60°C  
B.J Aspal = 1,009  
B.J Agregat = 2,778  
Kalibrasi proving ring = 22,52 kg

Mengetahui:  
Kepala Lab. Jalan Raya  
  
Berhan Kushari ST.M.Eng

Yogyakarta,  
Peneliti  
  
Yoellismar Harahap





# LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

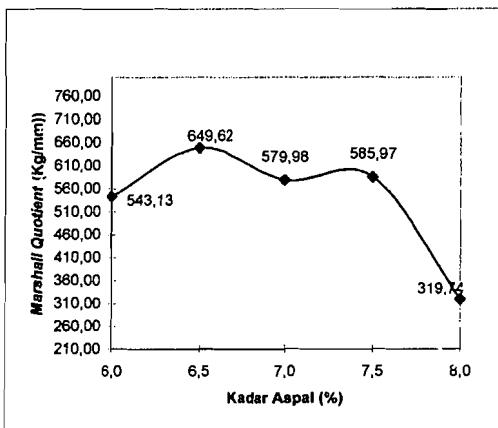
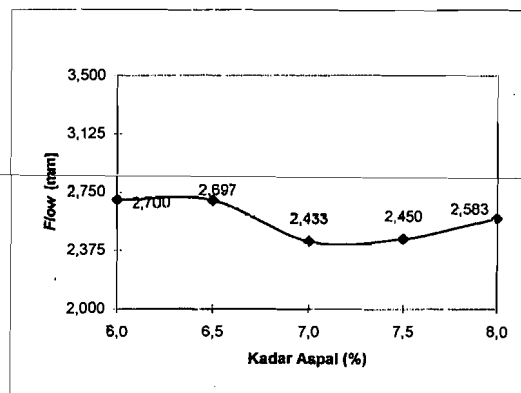
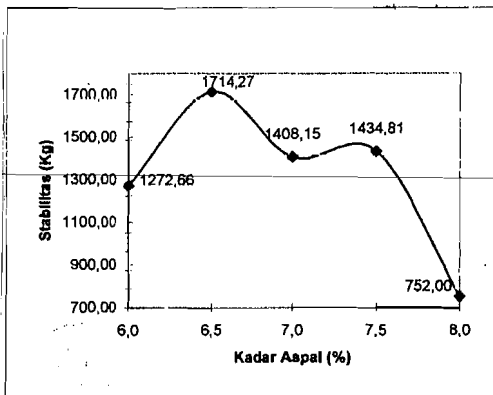
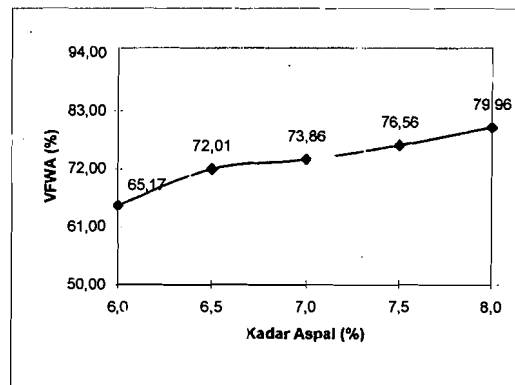
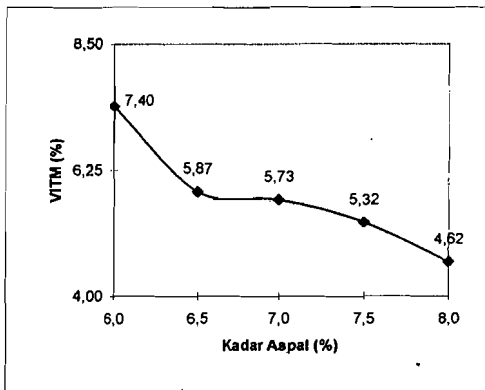
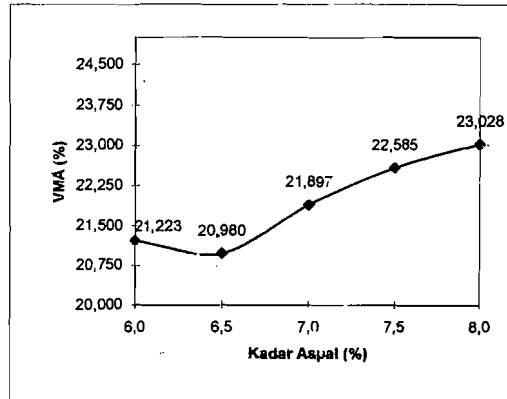
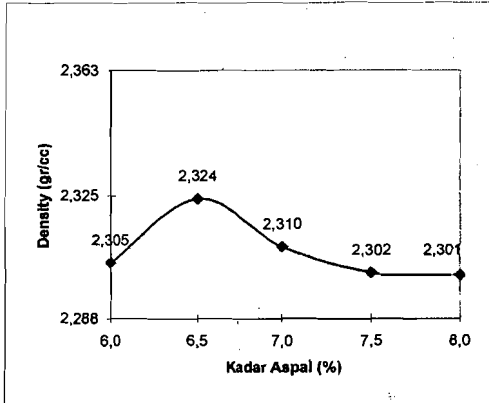
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 16-A

Asal material : Agregat Kasar Clereng  
: Agregat Halus Vulkanik

Di kerjakan Oleh : Yoellismar Harahap  
Tanggal : 15 November 2006





# LABORATORIUM JALAN RAYA

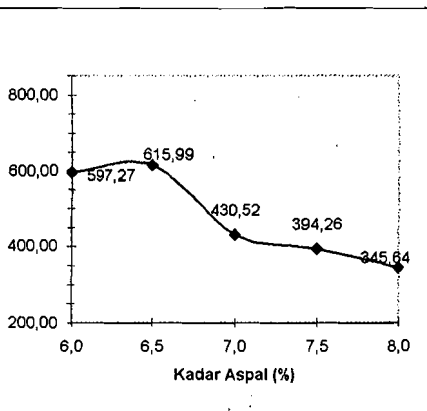
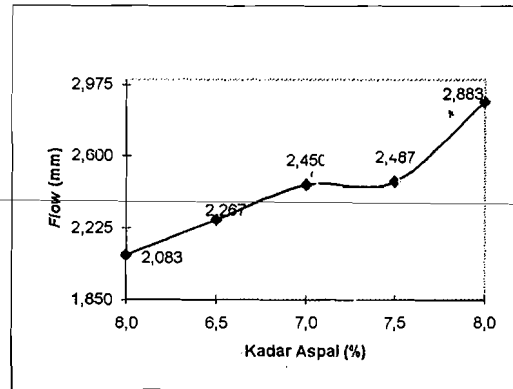
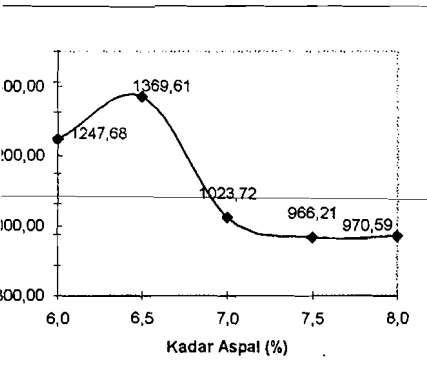
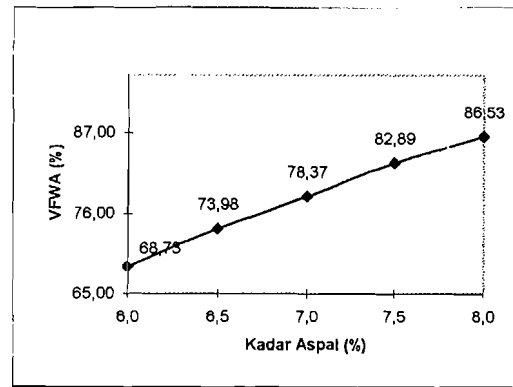
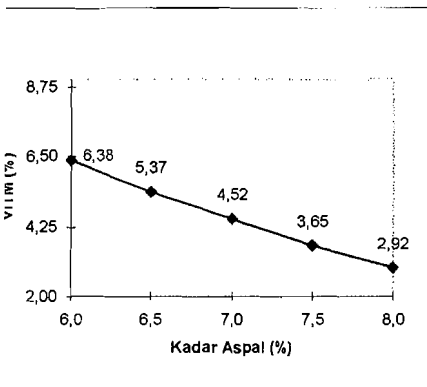
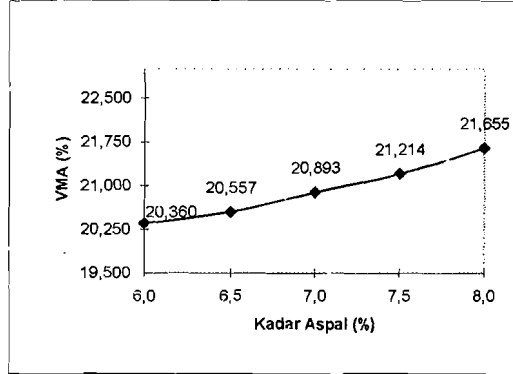
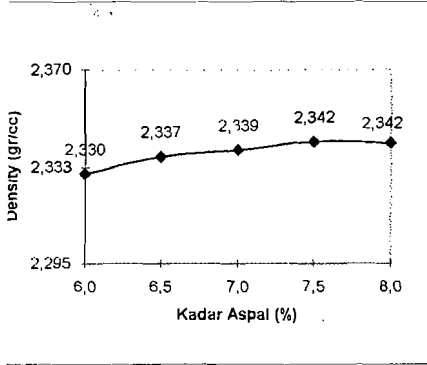
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 16-B

al material : Agregat Kasar Clereng  
: Agregat Halus Vulkanik 75%  
: Agregat Halus Clereng 25%

Di kerjakan Oleh : Yoellismar Harahap  
Tanggal : 17 November 2006  
Jenis Campuran : HRS-B





# LABORATORIUM JALAN RAYA

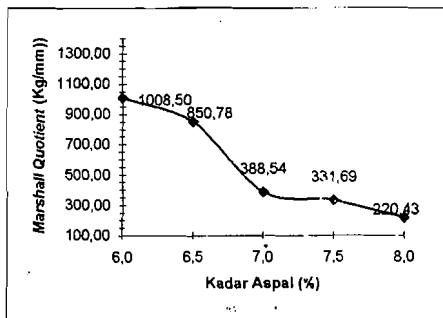
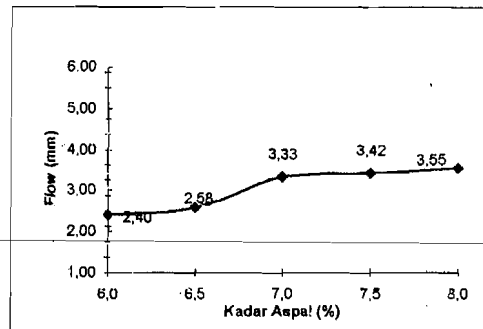
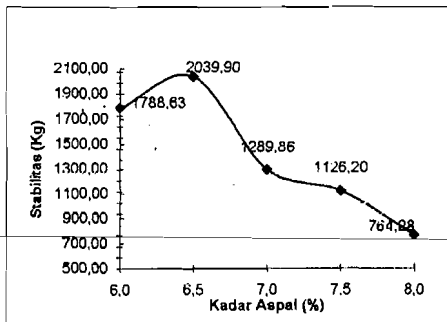
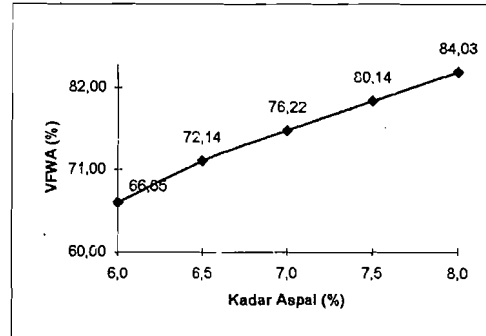
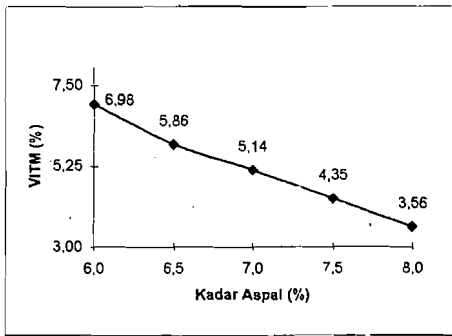
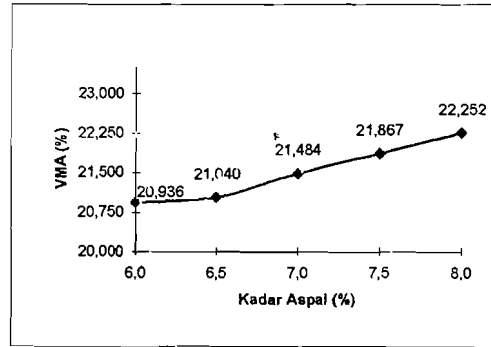
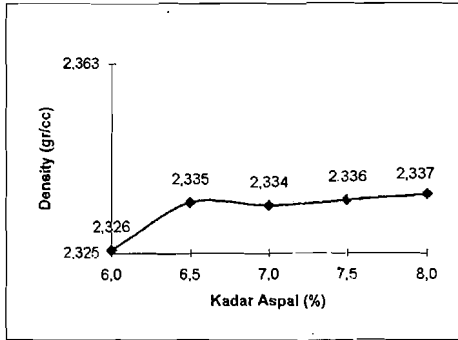
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

## Lampiran 16-C

Asal material : Agregat Kasar Clereng  
: Agregat Halus Vulkanik 50%  
: Agregat Halus Clereng 50%

Di kerjakan Oleh : Yoellismar Harahap  
Tanggal : 21 November 2006  
Jenis Campuran : HRS-B





# LABORATORIUM JALAN RAYA

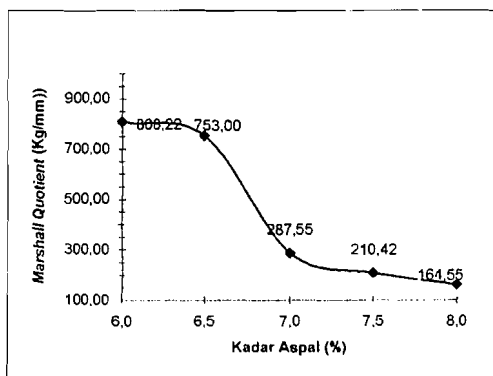
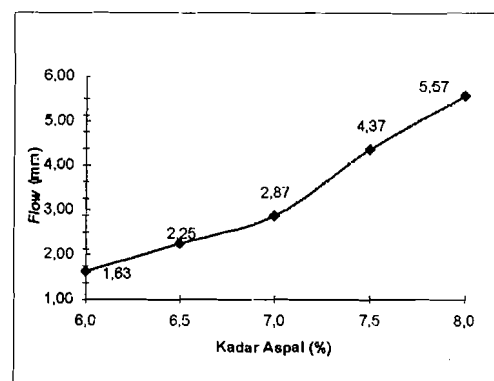
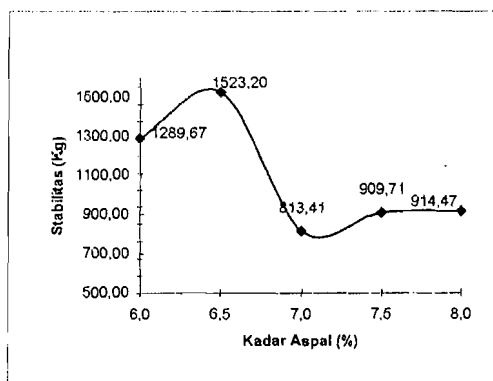
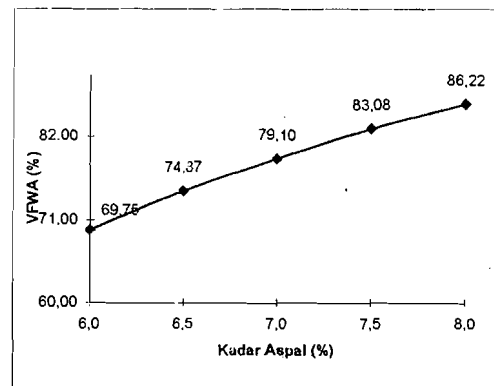
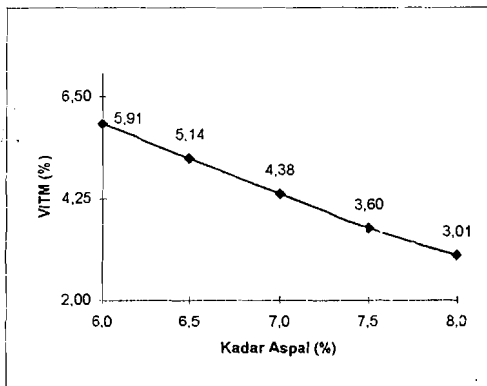
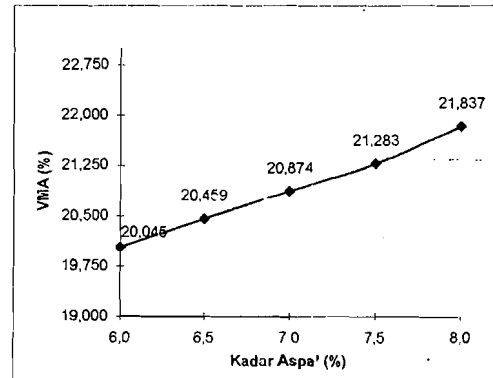
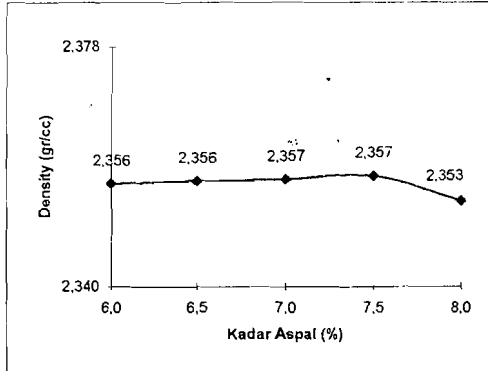
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

## Lampiran 16-D

Asal material : Agregat Kasar Clereng  
: Agregat Halus Vulkanik 25%  
: Agregat Halus Clereng 75%

Di kerjakan Oleh : Yoellismar Harahap  
Tanggal : 28 November 2006  
Jenis Campuran : HRS-B





# LABORATORIUM JALAN RAYA

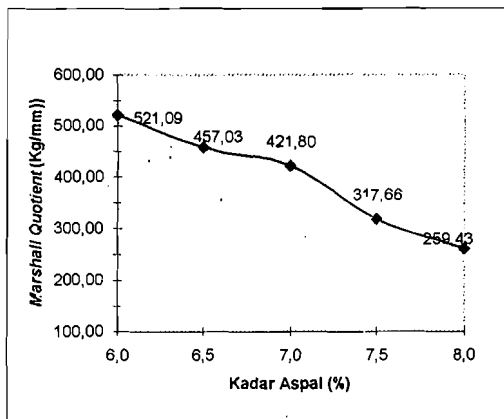
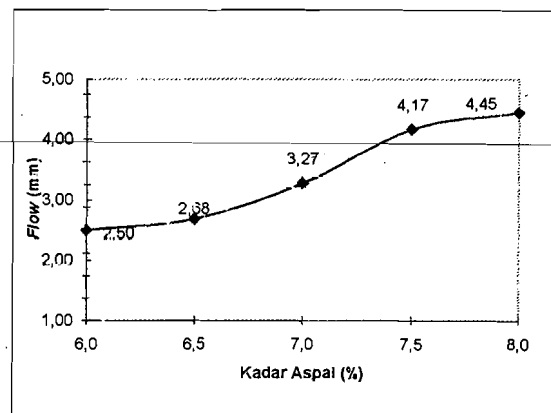
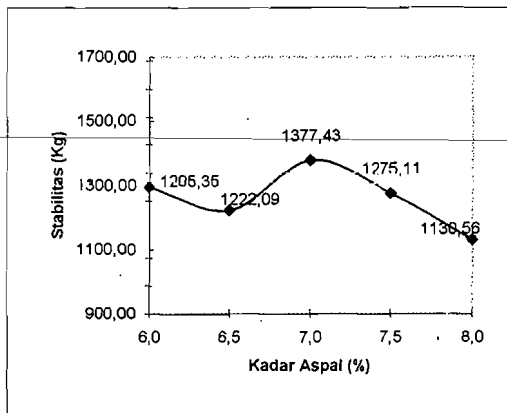
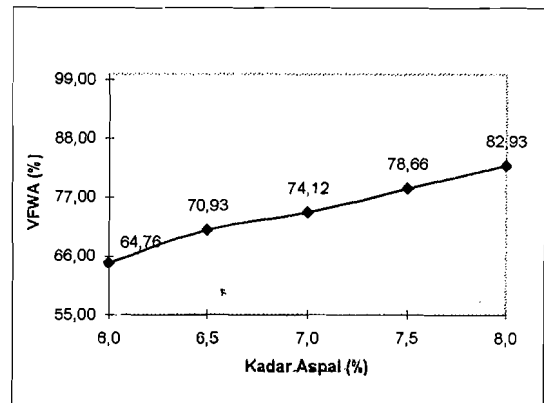
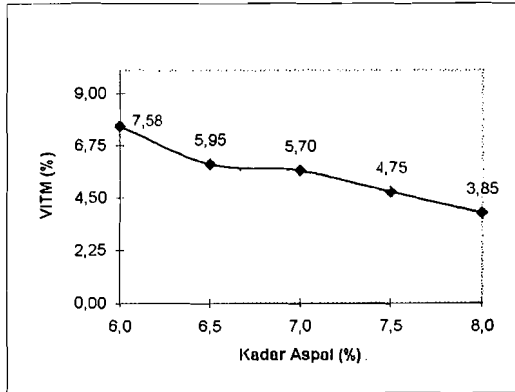
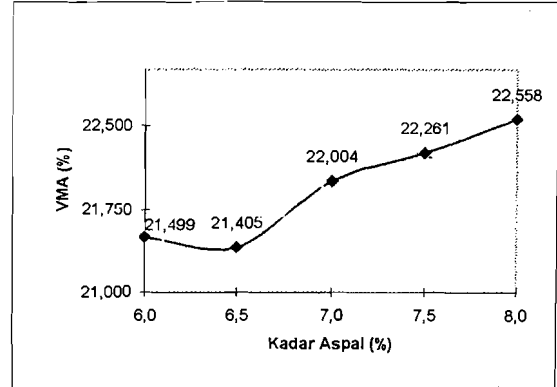
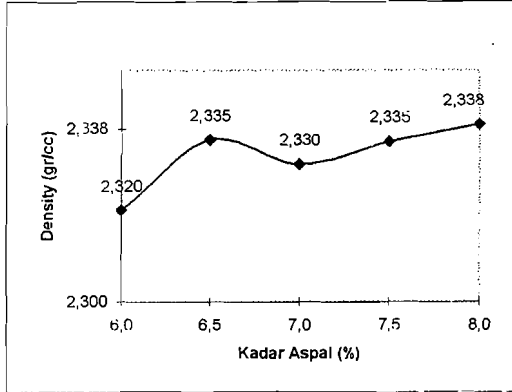
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 16-E

Material : Agregat Kasar Clereng  
: Agregat Halus Clereng

Di kerjakan Oleh : Yoellismar Harahap  
Tanggal : 5 Desember 2006





# LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 17-A

ngujian : Uji Perendaman 0,5 Jam

al material : Agregat Kasar Clereng

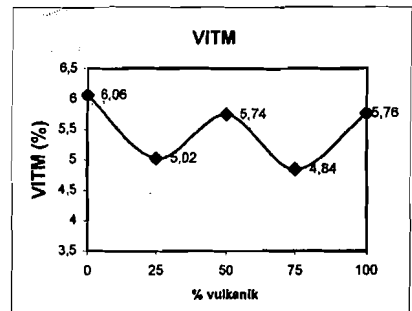
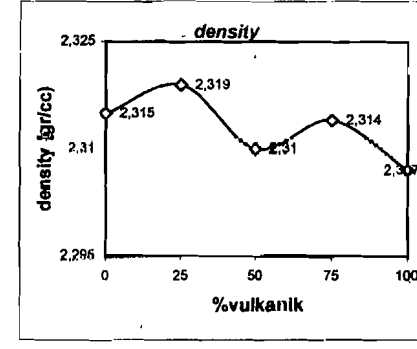
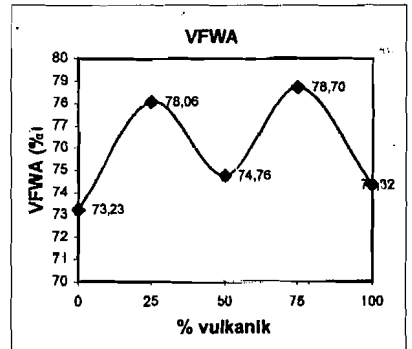
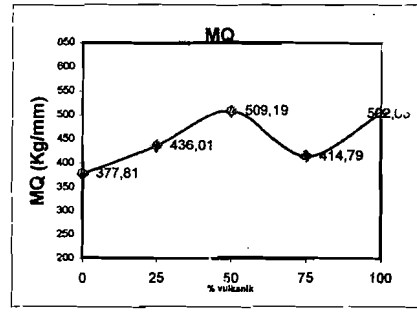
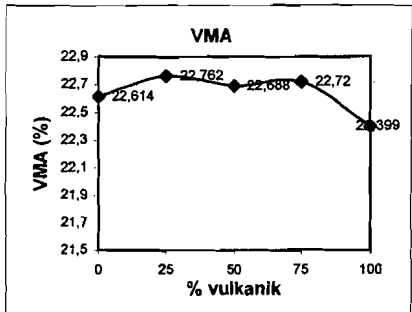
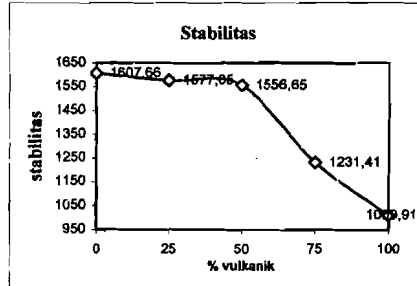
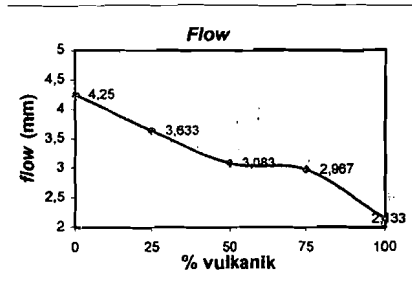
: Agregat Halus Clereng

: Agregat Halus Vulkanik

Di kerjakan Oleh : Yoellismar Harahap

Tanggal

: 5 Januari dan 6 Januari 2007





# LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

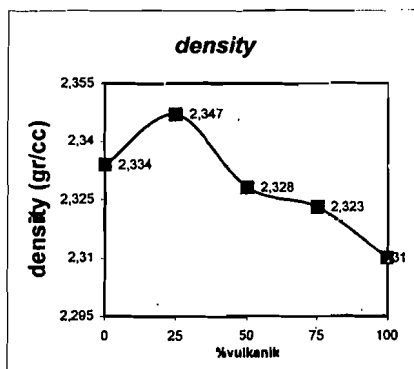
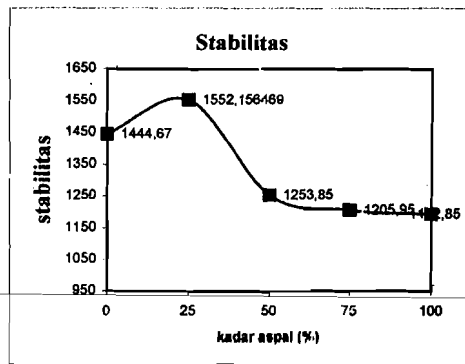
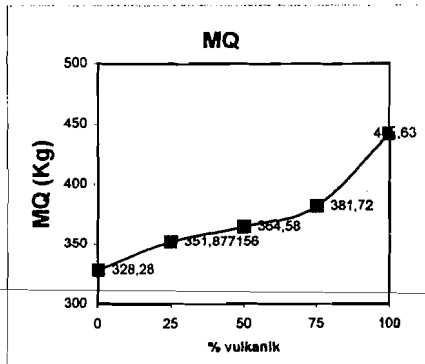
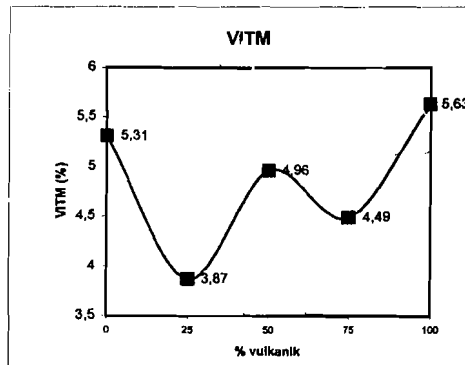
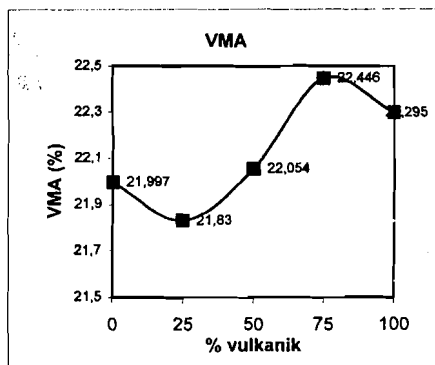
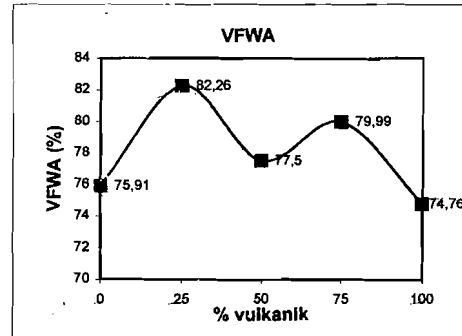
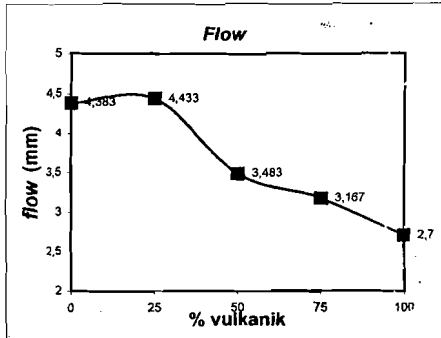
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Uji Perendaman 24Jam  
Material : Agregat Kasar Clereng  
          : Agregat Halus Clereng  
          : Agregat Halus Vulkanik

Lampiran 17-B

Di kerjakan Oleh : Yoellismar Harahap  
Tanggal : 5 Januari dan 6 Januari 2007



UNTUK DOSEN

**KARTU PRESENSI KONSULTASI  
 TUGAS AKHIR MAHASISWA**

PERIODE KE	: I ( Sept.06- Pebr.07 )
TAHUN TA	: 2006 - 2007
Sampai Akhir Pebruari 2007	

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
..	Yoelismar Harahap	02 511 146	Teknik Sipil

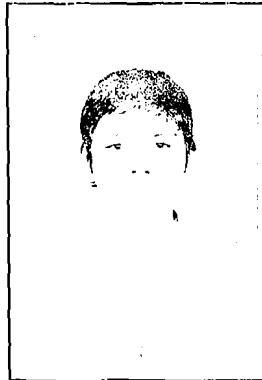
**JUDUL TUGAS AKHIR**

engaruh Penggunaan Pasir Vulkanik Sebagai Agregat Halus Campuran HRS-B

Isen Pembimbing I : Bachnas, Ir. H, MSc

Isen Pembimbing II : Subarkah, Ir. MT

56 43100 461



Jakarta, 9-Sep-06  
 Dekan  
 Faisol AM, MS

<b>Catatan :</b>
seminar :
idang :
pendadaran :

diperpanjang dengan tgl. ... *Akhir Mei '07*

Hartono  
 bag. Akademik





UNTUK MAHASISWA

## KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

O	N A M A	NO. MHS.	BID. STUDI
	Yoelismar Harahap	02 511 146	Teknik Sipil

### JUDUL TUGAS AKHIR

engaruh Penggunaan Pasir Vulkanik Sebagai Agregat Halus Campuran HRS-B

PERIODE KE : I ( Sept.06- Pebr.07 )

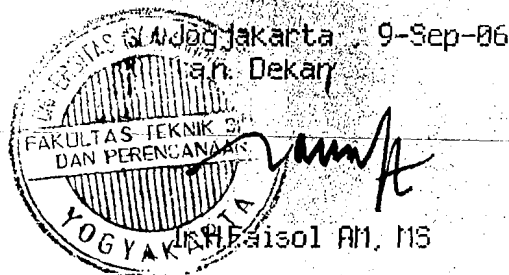
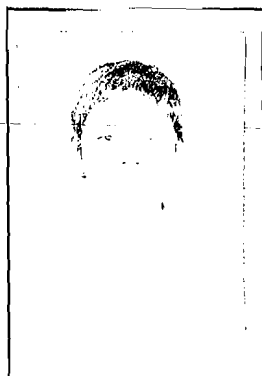
TAHUN TA : 2006 - 2007

Sampai Akhir Pebruari 2007

lo.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		SEP	OKT.	NOP.	DES.	JAN.	PEB.
1	Pendaftaran	█					
2	Penentuan Dosen Pembimbing	█					
3	Pembuatan Proposal		█				
4	Seminar Proposal		█	█			
5	Konsultasi Penyusunan TA.			█	█	█	
6	Sidang - Sidang					█	█
7	Pendadaran						█

osen Pembimbing I : Bachnas,Ir,H,MSc

osen Pembimbing II : Subarkah,Ir,MT



Catatan :

Seminar :

Sidang :

Pendadaran :

diperpanjang  
 dengan ijin  
 Mei 07  
 Akademi



## KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	NAMA	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Yoelismar Harahap	02 511 146	Teknik Sipil

### JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh Penggunaan Pasir Vulkanik Sebagai Agregat Halus Campuran HRS-B

PERIODE KE : I ( Sept.06- Pebr.07 )

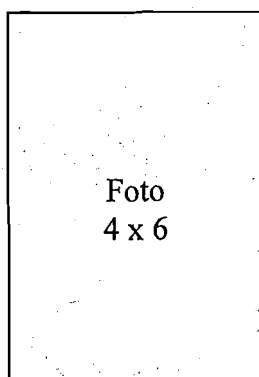
TAHUN TA : 2006 - 2007

Sampai Akhir Pebruari 2007

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		SEP	OKT.	NOP.	DES.	JAN.	PEB.
1	Pendaftaran	■					
2	Penentuan Dosen Pembimbing	■					
3	Pembuatan Proposal		■				
4	Seminar Proposal		■	■			
5	Konsultasi Penyusunan TA.			■	■	■	
6	Sidang - Sidang					■	■
7	Pendadaran						■

Dosen Pembimbing I : Bachnas,Ir,H,MSc

Dosen Pembimbing II : Subarkah,Ir,MT



Jogjakarta , 20-Feb-07  
 a.n. Dekan

Ir.H.Faisol AM, MS

Catatan :
Seminar :
Sidang :
Pendadaran :



DEPARTEMEN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA  
DIREKTORAT JENDERAL PENGENDALIAN PENYAKIT DAN  
PENYEHATAN LINGKUNGAN



**BALAI BESAR TEKNIK KESEHATAN LINGKUNGAN DAN  
PEMBERANTASAN PENYAKIT MENULAR YOGYAKARTA**

Jalan Wiyoro Lor, Baturetno, Banguntapan, Bantul,  
Yogyakarta 55197

Telp. : (0274) 371588  
Fax. : (0274) 371588

Nomor : PM.0704.7 109  
Lamp. : 1 (satu) helai.  
Perihal : Hasil pengujian spesimen  
          kesehatan lingkungan

0000109

Kepada Yth.  
Sdr. Yoellimar Harahap  
Mhs. UII Jur. Teknik Sipil  
di Yogyakarta

09 FEB 2007

Bersama ini kami sampaikan hasil pengujian spesimen kesehatan lingkungan yang kami terima pada tanggal 8-1-2007.

Hasil pengujian :

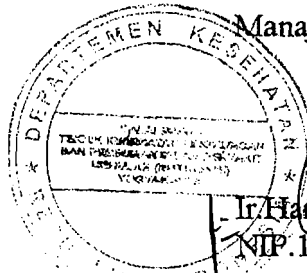
FKPC No.Contoh uji : 39 F – 39 F, terlampir. †

Beaya pengujian : Rp.116.000,-

Sudilah diselesaikan dengan Bendaharawan Khusus Penerima Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pemberantasan Penyakit Menular Yogyakarta.

Demikian harap menjadikan maklum dan atas perhatian Saudara, kami mengucapkan terima kasih.

An. Kepala/Manajer Puncak  
Ka.Bid.Pengembangan Tek.Lab./  
Manajer Mutu,



Ir. Hartiningsih, MS. †  
NIP.140131378.



**DEPARTEMEN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA  
DIREKTORAT JENDERAL PENGENDALIAN PENYAKIT DAN  
PENYEHATAN LINGKUNGAN**

**BALAI BESAR TEKNIK KESEHATAN LINGKUNGAN DAN  
PEMBERANTASAN PENYAKIT MENULAR YOGYAKARTA**

Jalan Wiyoro Lor, Baturetno, Banguntapan, Bantul,  
Yogyakarta 55197

Telp. : (0274) 371588  
Fax. : (0274) 371588



Rek. BBTCL/PPM/12 – F/R.1

**SERTIFIKAT HASIL UJI**  
BBTKL.PPM/F/  /2007

F/BBTKL.PPM/12F

0000109

Hal. 1 dari 1 hal

Nomor contoh uji : 38 F s/d 39 F

Jenis contoh uji : Padatan

Asal contoh uji : Yoellimar Harahap, Mhs.UII Jurusan Teknik Sipil No.Mhs. 025 111 46

Pengambil contoh uji : Yoellimar Harahap, Mhs.UII Jurusan Teknik Sipil No.Mhs. 025 111 46

Tgl.Pengambilan/Penerimaan : - / 8- 1 - 2007

Tgl Pengujian : 8 – 1 – 2007 s/d 6- 2 - 2007

Uraian:

38 F: Contoh uji pasir vulkanik Gunung Merapi kode 1


39 F: Contoh uji pasir vulkanik Gunung Merapi kode 2

Parameter	Satuan	Hasil Uji	
		38 F	39 F
SiO <sub>2</sub>	mg/kg	18.672	15.672
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	mg/kg	45.682	57.854
CaO	mg/kg	15.602	2.015
MgO	mg/kg	14.109	4.053

Catatan : 1. Hasil uji hanya berlaku untuk contoh yang diuji

2. Sertifikat Hasil Uji ini tidak boleh digandakan tanpa ijin Manajer Puncak  
Laboratorium BBTCL-PPM Yogyakarta, kecuali secara lengkap.

Yogyakarta, 8 Februari 2007  
Manajer Teknik Laboratorium  
Padatan dan Biomarker

  
**Chairini Tri Cahyaningsih, SKM.**  
NIP.140 273 541