

TUGAS AKHIR
STUDI KOMPARASI
ANTARA PENGGUNAAN BATU LINTANG (KALSIT)
DAN ABU BATU SEBAGAI *FILLER*
UNTUK CAMPURAN BETON ASPAL (LASTON)



MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UIN YOGYAKARTA

DISUSUN OLEH :

NAMA : M. RACHMADINAWAN

NO. MHS : 96 310 070

NIRM : 960051013114120263

NAMA : RIZKI CAUSHAR

NO. MHS : 96 310 096

NIRM : 960051013114120083

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2002

TUGAS AKHIR
STUDI KOMPARASI
ANTARA PENGGUNAAN BATU LINTANG (KALSIT)
DAN ABU BATU SEBAGAI *FILLER*
UNTUK CAMPURAN BETON ASPAL (LASTON)

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
Derajat Sarjana Teknik Sipil

DISUSUN OLEH :

NAMA : M. RACHMADINAWAN
NO. MHS : 96 310 070
NIRM : 960051013114120263

NAMA : RIZKI CAUSHAR
NO. MHS : 96 310 096
NIRM : 960051013114120083

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2002

HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
STUDI KOMPARASI
ANTARA PENGGUNAAN BATU LINTANG (KALSIT)
DAN ABU BATU SEBAGAI *FILLER*
UNTUK CAMPURAN BETON ASPAL (LASTON)

DISUSUN OLEH :

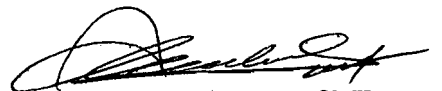
NAMA : M. RACHMADINAWAN
NO. MHS : 96 310 070
NIRM : 960051013114120263

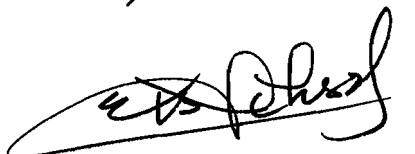
NAMA : RIZKI CAUSHAR
NO. MHS : 96 310 096
NIRM : 960051013114120083

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. Subarkah, MT
Dosen Pembimbing I

Ir. H. Bachnas, M.Sc
Dosen Pembimbing II


Tanggal : 07-05-2002


Tanggal : 7-5-2002

KATA PENGANTAR

Assalaamu'alaikum, Wr. Wb.

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir dengan judul **“STUDI KOMPARASI ANTARA PENGGUNAAN BATU LINTANG (KALSIT) DAN ABU BATU SEBAGAI *FILLER* UNTUK CAMPURAN BETON ASPAL (LASTON)”** dapat penulis selesaikan dengan baik, yang diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil.

Dasar pemikiran dan pengambilan keputusan penulis dalam menentukan pilihan materi penelitian ini adalah : pemanfaatan sumber daya alam lokal, yaitu Batu Lintang (Kalsit) yang mempunyai nilai ekonomis tergolong murah dan cara memperolehnya mudah dan banyak terdapat di alam khususnya di daerah pegunungan seperti Ponjong, Gunung Kidul dan sekitarnya.

Dengan selesainya penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih yang tulus dan ikhlas kepada yang terhormat :

1. Bapak Ir. Widodo, MSCE, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Bapak Ir. H. Munadhir, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
3. Bapak Ir. Subarkah, MT. selaku Dosen Pembimbing I dan Dosen Penguji.

4. Bapak Ir. H. Bachnas, MSc. selaku Dosen Pembimbing II dan Dosen Penguji.
5. Ibu Ir. Miftahul Fauziah, MT selaku Dosen Penguji.
6. Ayah Ibu tercinta, yang terkasih, dan teman – teman, yang turut membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan pendidikan ini.
7. Semua pihak yang ikut membantu, baik secara moril maupun materiil dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Demikian Tugas Akhir ini dibuat, dan disadari masih banyak kekurangan - kekurangan penulisan dalam penyajian materinya maupun pada pengolahan kalimat - kalimatnya. Untuk itu diharapkan kritik yang membangun dari pembaca untuk sempurnanya Tugas akhir ini.

Akhir kata, semoga Tugas akhir **“STUDI KOMPARASI ANTARA PENGGUNAAN BATU LINTANG (KALSIT) DAN ABU BATU SEBAGAI FILLER UNTUK CAMPURAN BETON ASPAL (LASTON)”** dapat bermanfaat bagi masyarakat, para praktisi, serta para mahasiswa.

Wassalaamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, Maret 2002

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
INTISARI.....	xviii

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Manfaat Penelitian.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Batasan Penelitian.....	3

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Aspal.....	4
2.2. Agregat.....	6
2.3. Lapis Aspal Beton (Laston).....	7

2.4. <i>Filler</i> (Bahan Pengisi).....	8
---	---

BAB III. LANDASAN TEORI

3.1. Konstruksi Perkerasan Jalan.....	15
3.2. Karakteristik Perkerasan.....	16
3.2.1. Stabilitas.....	17
3.2.2. Durabilitas (Keawetan / Daya Tahan).....	18
3.2.3. Fleksibilitas (Kelenturan).....	18
3.2.4. <i>Skid Resistance</i> (Tahanan Geser / Kekesatan).....	19
3.2.5. <i>Fatigue Resistance</i> (Ketahanan Kelelahan).....	19
3.2.6. <i>Workability</i> (Kemudahan Pelaksanaan).....	20
3.3. Lapis Aspal Beton (Laston).....	21
3.4. Bahan Perkerasan.....	22
3.4.1. Agregat.....	22
3.4.2. Aspal.....	26
3.4.3. <i>Filler</i>	28
3.4.3.1. Batu Lintang (kalsit).....	28
3.4.3.2. Abu Batu.....	30
3.5. Pemeriksaan Campuran Aspal Dengan Metode <i>Marshall</i>	29
3.5.1. Stabilitas.....	31
3.5.2. <i>Flow</i>	31
3.5.3. VITM (<i>Void In The Mix</i>).....	32
3.5.4. VFWA (<i>Void Filled With Asphalt</i>).....	32
3.5.5. <i>Quotient Marshall</i>	33

BAB IV. HIPOTESIS	35
--------------------------------	----

BAB V. METODOLOGI PENELITIAN

5.1. Umum.....	36
5.2. Cara Mendapatkan Data.....	36
5.2.1. Asal Bahan.....	36
5.2.2. Pengujian Bahan.....	36
5.3. Pengujian.....	42
5.3.1. Uji <i>Marshall</i>	42
5.3.2. Uji Perendaman <i>Marshall (Immersion Test)</i>	43
5.4. Peralatan Yang Digunakan.....	43
5.4.1. Alat Tekan <i>Marshall</i>	43
5.4.2. Cetakan Benda Uji.....	43
5.4.3. <i>Ejector Hydrolic Pump</i>	43
5.4.4. Dudukan <i>Mold</i> dan Batang Penumbuk.....	44
5.4.5. <i>Oven</i>	44
5.4.6. Bak Perendam (<i>Water Batch</i>).....	44
5.4.7. Perlengkapan – Perlengkapan Lain.....	44
5.5. Jumlah Benda Uji.....	45
5.6. Analisis Data.....	46

BAB VI. HASIL PENELITIAN

6.1. Hasil Pemeriksaan / Pengujian Bahan.....	54
6.2. Hasil Pengujian Benda Uji.....	55
6.3. Gambar Hasil Penelitian Pencarian Kadar Aspal Optimum.....	60

6.4. Hasil Pengujian *Marshall Test* dan *Immersion Test* dengan Aspal

Optimum..... 65

BAB VII. PEMBAHASAN

7.1. Pembahasan Hasil Penelitian Terhadap Campuran Laston dengan Uji

Marshall..... 66

7.1.1. Pengaruh Terhadap Stabilitas..... 66

7.1.2. Pengaruh Terhadap *Flow*..... 69

7.1.3. Pengaruh Terhadap *Density*..... 71

7.1.4. Pengaruh Terhadap VITM..... 73

7.1.5. Pengaruh Terhadap VFWA..... 75

7.1.6. Pengaruh Terhadap QM (*Quotient Marshall*)..... 77

7.1.7. Perhitungan Kadar Aspal Optimum..... 78

7.1.8. Hasil Perhitungan *Marshall Test* dan *Immersion Test* dengan
Kadar Aspal Optimum..... 82

BAB VIII. KESIMPULAN DAN SARAN

8.1. Kesimpulan..... 85

8.2. Saran..... 87

DAFTAR PUSTAKA..... xix

LAMPIRAN xxii

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.	Persyaratan Campuran Lapis Aspal Beton (Laston).....	19
Tabel 3.2.	Spesifikasi Gradasi Agregat Laston	24
Tabel 3.3.	Persyaratan Aspal Keras	26
Tabel 3.4.	Komposisi Kimia Batu Lintang (Kalsit) dan batu Gamping.....	29
Tabel 3.5.	Perbedaan Batu Lintang (Kalsit) dan Batu Kali.....	30
Tabel 5.1.	Koreksi Tebal Benda Uji.....	48
Tabel 6.1.	Persyaratan dan Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar.....	54
Tabel 6.2.	Persyaratan dan Hasil Pemeriksaan Agregat Halus.....	54
Tabel 6.3.	Persyaratan dan Hasil Penelitian Aspal AC 60-70.....	55
Tabel 6.4.	Hasil Tes <i>Marshall</i> Untuk Campuran dengan Jenis <i>Filler</i> Abu Batu dengan Kadar 2%.....	57
Tabel 6.5.	Hasil Tes <i>Marshall</i> Untuk Campuran dengan Jenis <i>Filler</i> Abu Batu dengan Kadar 5%.....	57
Tabel 6.6.	Hasil Tes <i>Marshall</i> Untuk Campuran dengan Jenis <i>Filler</i> Abu Batu dengan Kadar 8%.....	58
Tabel 6.7.	Hasil Tes <i>Marshall</i> Untuk Campuran dengan Jenis <i>Filler</i> Batu Lintang (Kalsit) dengan Kadar 2%.....	58
Tabel 6.8.	Hasil Tes <i>Marshall</i> Untuk Campuran dengan Jenis <i>Filler</i> Batu Lintang (Kalsit) dengan Kadar 5%.....	58

Tabel 6.9.	Hasil Tes <i>Marshall</i> Untuk Campuran dengan Jenis <i>Filler</i> Batu Lintang (Kalsit) dengan Kadar 8%.....	58
Tabel 6.10.	Penentuan Aspal Optimum dengan Jenis <i>Filler</i> Abu Batu dengan Kadar 2%.....	59
Tabel 6.11.	Penentuan Aspal Optimum dengan Jenis <i>Filler</i> Abu Batu dengan Kadar 5%.....	59
Tabel 6.12.	Penentuan Aspal Optimum dengan Jenis <i>Filler</i> Abu Batu dengan Kadar 8%.....	59
Tabel 6.13.	Penentuan Aspal Optimum dengan Jenis <i>Filler</i> Batu Lintang (Kalsit) dengan Kadar 2%.....	60
Tabel 6.14.	Penentuan Aspal Optimum dengan Jenis <i>Filler</i> Batu Lintang (Kalsit) dengan Kadar 5%.....	60
Tabel 6.15.	Penentuan Aspal Optimum dengan Jenis <i>Filler</i> Batu Lintang (Kalsit) dengan Kadar 8%.....	60
Tabel 6.16.	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> dengan Aspal Optimum dan Masing – Masing Jenis <i>Filler</i>	65
Tabel 6.17.	Hasil Pengujian <i>Immersion</i> dengan Aspal Optimum dan Masing – Masing Jenis <i>Filler</i>	65
Tabel 7.1.	Nilai Stabilitas Hasil Uji <i>Marshall</i>	67
Tabel 7.2.	Nilai <i>Flow</i> Hasil Uji <i>Marshall</i>	69
Tabel 7.3.	Nilai <i>Density</i> Hasil Uji <i>Marshall</i>	71
Tabel 7.4.	Nilai VITM Hasil Uji <i>Marshall</i>	73
Tabel 7.5.	Nilai VFWA Hasil Uji <i>Marshall</i>	75

Tabel 7.6.	Nilai <i>Quotient Marshall</i> Hasil Uji <i>Marshall</i>	77
Tabel 7.7.	Kadar Aspal Optimum Untuk <i>Filler</i> Abu Batu 2%.....	79
Tabel 7.8.	Hasil Perhitungan <i>Marshall Test</i> dengan Kadar Aspal Optimum....	82
Tabel 7.8.	Hasil Perhitungan <i>Immersion Test</i> dengan Kadar Aspal Optimum...	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1.	Spesifikasi Gradasi Agregat Laston.....	24
Gambar 3.2.	Grafik Nilai Stabilitas.....	31
Gambar 3.3.	Grafik Nilai <i>Flow</i>	32
Gambar 3.2.	Grafik Nilai VITM.....	32
Gambar 3.2.	Grafik Nilai VFWA.....	33
Gambar 3.2.	Grafik Nilai <i>Quotient Marshall</i>	33
Gambar 5.1.	Bagan Alir Penelitian.....	52
Gambar 5.2.	Bagan Alir Penelitian.....	53
Gambar 6.1.	Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai Stabilitas Kadar <i>Filler</i> 2%.....	61
Gambar 6.2.	Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai <i>Flow</i> Kadar <i>Filler</i> 2%.....	61
Gambar 6.3.	Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VITM Kadar <i>Filler</i> 2%.....	61
Gambar 6.4.	Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VFWA Kadar <i>Filler</i> 2%.....	62
Gambar 6.5.	Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai Stabilitas Kadar <i>Filler</i> 5%.....	62
Gambar 6.6.	Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai <i>Flow</i> Kadar <i>Filler</i> 5%.....	62
Gambar 6.7.	Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VITM Kadar <i>Filler</i> 5%.....	63
Gambar 6.8.	Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VFWA Kadar <i>Filler</i> 5%.....	63
Gambar 6.9.	Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai Stabilitas Kadar <i>Filler</i> 8%.....	63
Gambar 6.10.	Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai <i>Flow</i> Kadar <i>Filler</i> 8%.....	64
Gambar 6.11.	Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VITM Kadar <i>Filler</i> 8%.....	64

Gambar 6.12. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VFWA Kadar <i>Filler</i> 8%.....	64
Gambar 7.1. Stabilitas Abu Batu.....	67
Gambar 7.2. Stabilitas Kalsit.....	67
Gambar 7.3. <i>Flow</i> Abu Batu.....	70
Gambar 7.4. <i>Flow</i> Kalsit.....	70
Gambar 7.5. <i>Density</i> Abu Batu.....	72
Gambar 7.6. <i>Density</i> Kalsit.....	72
Gambar 7.7. VITM Abu Batu.....	74
Gambar 7.8. VITM Kalsit.....	74
Gambar 7.9. VFWA Abu Batu.....	76
Gambar 7.10. VFWA Kalsit.....	76
Gambar 7.11. <i>Quotient Marshall</i> Abu Batu.....	77
Gambar 7.12. <i>Quotient Marshall</i> Kalsit.....	78

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar
- Lampiran 2. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus
- Lampiran 3. Pemeriksaan Kelekatan Agregat Terhadap Aspal
- Lampiran 4. Pemeriksaan Keausan Agregat (*Abrasi Test*)
- Lampiran 5. *Sand Equivalent Data*
- Lampiran 6. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal
- Lampiran 7. Pemeriksaan Berat Jenis *Filler* Abu Batu
- Lampiran 8. Pemeriksaan Berat Jenis *Filler* Batu Lintang (Kalsit)
- Lampiran 9. Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar
- Lampiran 10. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal
- Lampiran 11. Pemeriksaan Daktalitas (*Ductility*) / Residu
-
- Lampiran 12. Pemeriksaan Penetrasi Aspal
- Lampiran 13. Pemeriksaan Kelarutan Dalam CCl_4 (*Solubility*)
- Lampiran 14. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus (Kadar Aspal 5%, Kadar *Filler* 2%)
- Lampiran 15. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus (Kadar Aspal 5%, Kadar *Filler* 5%)
- Lampiran 16. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus (Kadar Aspal 5%, Kadar *Filler* 8%)

- Lampiran 17. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus (Kadar Aspal 5,5%, Kadar *Filler* 2%)
- Lampiran 18. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus (Kadar Aspal 5,5%, Kadar *Filler* 5%)
- Lampiran 19. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus (Kadar Aspal 5,5%, Kadar *Filler* 8%)
- Lampiran 20. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus (Kadar Aspal 6%, Kadar *Filler* 2%)
- Lampiran 21. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus (Kadar Aspal 6%, Kadar *Filler* 5%)
- Lampiran 22. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus (Kadar Aspal 6%, Kadar *Filler* 8%)
- Lampiran 23. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus (Kadar Aspal 6,5%, Kadar *Filler* 2%)
- Lampiran 24. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus (Kadar Aspal 6,5%, Kadar *Filler* 5%)
- Lampiran 25. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus (Kadar Aspal 6,5%, Kadar *Filler* 8%)
- Lampiran 26. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus (Kadar Aspal 7%, Kadar *Filler* 2%)
- Lampiran 27. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus (Kadar Aspal 7%, Kadar *Filler* 5%)

Lampiran 28. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus (Kadar Aspal 7%, Kadar *Filler* 8%)

Lampiran 29. Perhitungan *Test Marshall* (Kadar Aspal 5% dengan *Filler* Abu Batu)

Lampiran 30. Perhitungan *Test Marshall* (Kadar Aspal 5% dengan *Filler* Batu Lintang)

Lampiran 31. Perhitungan *Test Marshall* (Kadar Aspal 5,5% dengan *Filler* Abu Batu)

Lampiran 32. Perhitungan *Test Marshall* (Kadar Aspal 5,5% dengan *Filler* Batu Lintang)

Lampiran 33. Perhitungan *Test Marshall* (Kadar Aspal 6% dengan *Filler* Abu Batu)

Lampiran 34. Perhitungan *Test Marshall* (Kadar Aspal 6% dengan *Filler* Batu Lintang)

Lampiran 35. Perhitungan *Test Marshall* (Kadar Aspal 6,5% dengan *Filler* Abu Batu)

Lampiran 36. Perhitungan *Test Marshall* (Kadar Aspal 6,5% dengan *Filler* Batu Lintang)

Lampiran 37. Perhitungan *Test Marshall* (Kadar Aspal 7% dengan *Filler* Abu Batu)

Lampiran 38. Perhitungan *Test Marshall* (Kadar Aspal 7% dengan *Filler* Batu Lintang)

Lampiran 39. Kadar Design *Filler* 2% Abu Batu

Lampiran 40. Kadar Design *Filler* 2% Kalsit

Lampiran 41. Kadar Design *Filler* 5% Abu Batu

Lampiran 42. Kadar Design *Filler* 5% Kalsit

- Lampiran 43. Kadar Design *Filler* 8% Abu Batu
- Lampiran 44. Kadar Design *Filler* 8% Kalsit
- Lampiran 45. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus (Kadar Aspal Optimum 6,75%, Kadar *Filler* 2% Abu Batu)
- Lampiran 46. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus (Kadar Aspal Optimum 6,7%, Kadar *Filler* 5% Abu Batu)
- Lampiran 47. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus (Kadar Aspal Optimum 6,675%, Kadar *Filler* 8% Abu Batu)
- Lampiran 48. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus (Kadar Aspal Optimum 6,325%, Kadar *Filler* 2% Kalsit)
- Lampiran 49. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus (Kadar Aspal Optimum 6,25%, Kadar *Filler* 5% Kalsit)
- Lampiran 50. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus (Kadar Aspal Optimum 6,175%, Kadar *Filler* 8% Kalsit)
- Lampiran 51. Perhitungan *Test Marshall* (Kadar Aspal Optimum dengan *Filler* Abu Batu)
-
- Lampiran 52. Perhitungan *Test Marshall* (Kadar Aspal Optimum dengan *Filler* Kalsit)
- Lampiran 53. Perhitungan *Test Immersion* (Kadar Aspal Optimum dengan *Filler* Abu Batu)
- Lampiran 54. Perhitungan *Test Immersion* (Kadar Aspal Optimum dengan *Filler* Kalsit)

INTISARI

Pertumbuhan lalu lintas yang terus meningkat menimbulkan tuntutan prasarana transportasi yang meningkat pula. Ketersediaan bahan material untuk konstruksi lapis perkerasan harus dapat mencukupi kebutuhan dan memenuhi persyaratan demi kelangsungan pembangunan prasarana transportasi.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan membandingkan nilai – nilai stabilitas, flow (kelelahan), density (kepadatan), VITM (void In The Mix), VFWA (Void Filled With Asphalt), dan Quotient Marshall dari campuran beton aspal (Laston) dengan bahan pengisi batu lintang (kalsit) dan abu batu. Selain itu membandingkan kadar aspal optimum dari kedua bahan filler dengan acuan pencarian kadar aspal optimum dari Bina Marga.

Bahan yang digunakan adalah berupa agregat kasar, agregat halus, dan filler hasil stone crusher dari Clereng Kulon Progo. Batu lintang (kalsit) berasal dari Ponjong Gunung Kidul. Aspal AC 60-70 produksi Pertamina. Untuk mencari benda uji yang optimum, dilakukan pengujian dengan tes Marshall. Variasi kadar aspal yang digunakan adalah 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7%. Variasi kadar filler yang digunakan adalah 2%, 5%, dan 8%. Kadar aspal optimum yang dicapai untuk campuran dengan filler batu lintang kadar 2%, 5%, dan 8% adalah 6,325%, 6,25%, dan 6,175%. Sedangkan kadar aspal optimum yang dicapai untuk campuran dengan filler abu batu kadar 2%, 5%, dan 8% adalah 6,75%, 6,7%, dan 6,675%. Di samping itu benda uji yang optimum juga diteliti secara Immersion Test.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai – nilai stabilitas, flow, density, VITM, VFWA dan Quotient Marshall untuk campuran yang menggunakan filler batu lintang (kalsit) lebih baik dari campuran yang menggunakan filler abu batu. Oleh karena itu batu lintang (kalsit) dapat menjadi alternatif pengganti filler yang digunakan dalam campuran beton aspal (Laston) karena dapat memenuhi spesifikasi karakteristik yang disyaratkan oleh Bina Marga.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam rangka meningkatkan taraf hidup bangsa, pemerintah telah mengupayakan beberapa hal sesuai dengan maksud dan tujuannya. Salah satu faktor yaitu pembangunan serta peningkatan prasarana transportasi yang baik, diantaranya adalah pembangunan jalan dan jembatan. Pembangunan jalan yang dilaksanakan pemerintah dewasa ini banyak sekali ragamnya, sesuai dengan perkembangan dan kemajuan teknologi transportasi.

Seiring dengan hal tersebut, maka kebutuhan akan pembangunan jalan juga meningkat terutama dari segi bahannya. Salah satu dari bahan tersebut adalah agregat. Agregat ini dapat dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu agregat kasar dan halus. Agregat halus masih dapat dibedakan lagi menjadi beberapa bagian, salah satunya adalah *filler* (bahan pengisi), yang berfungsi sebagai pengisi rongga antar agregat.

Khusus mengenai *filler*, *filler* yang digunakan sebagai campuran beton aspal pada umumnya adalah abu batu, semen dan kapur. Karena kebutuhan jalan yang semakin meningkat maka dicari beberapa bahan alternatif yang dapat digunakan sebagai *filler*.

Batu Lintang (Kalsit), banyak terdapat di alam dalam jumlah yang tak terbatas. Dari segi ekonomis batu lintang (kalsit) tergolong murah. Cara memperolehnya mudah dan pengerjaannya (cara memecahnya) tidak memerlukan alat-alat berat. Disamping itu batu lintang (kalsit) masih sedikit sekali penggunaannya dalam bidang konstruksi. Oleh karena itu penyusun tertarik untuk mengadakan penelitian penggunaan *filler* dari batu lintang (kalsit) yang kemudian dikomparasikan dengan abu batu sebagai *filler*.

1.2. Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat memperoleh manfaat :

1. mengetahui apakah batu lintang dapat digunakan sebagai bahan *filler* untuk pembuatan campuran beton aspal yang optimum,
2. diharapkan penggunaan dari batu lintang ini bisa dipakai sebagai pemanfaatan dari bahan yang tersedia selain *filler* yang berupa : debu batu, semen dan kapur.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan mempunyai tujuan sebagai berikut :

1. membandingkan nilai – nilai stabilitas, *flow* (kelelahan), VITM, VFWA, dan *Quotient Marshall* (QM) dari campuran beton aspal (Laston) dengan kedua bahan *filler* batu lintang dan abu batu,
2. membandingkan kadar aspal optimum dari kedua bahan *filler* dengan acuan pencarian kadar aspal optimum dari Bina Marga.

1.4. Batasan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan batasan masalah sebagai berikut

1. agregat kasar menggunakan ukuran diameter maksimum 20 mm,
2. agregat kasar dan halus berasal dari Clereng, Kulon Progo,
3. variasi kadar aspal yang digunakan 5% ; 5,5% ; 6% ; 6,5% ; dan 7%,
4. menggunakan aspal keras AC 60 – 70 produksi Pertamina,
5. *filler* yang digunakan batu lintang dan abu batu sebagai pembanding yang lolos saringan no. 200 dengan kadar *filler* 2%, 5%, dan 8% (interval tiga) berdasarkan CQCMU (*Central Quality Control & Monitoring Unit*)1988,
6. penelitian ini hanya berdasarkan pada hasil tes *Marshall* dan tes *Immersion*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Aspal

Aspal sebagai bahan pengikat merupakan senyawa hidrokarbon berwarna coklat gelap atau hitam pekat yang dibentuk dari unsur – unsur *asphathenes*, *resins* dan *oils*. Aspal pada lapis keras jalan berfungsi sebagai bahan ikat antara agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak, sehingga akan memberikan kekuatan masing – masing agregat. (Kerbs and Walker, 1971)

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Hidrokarbon adalah bahan dasar utama dari aspal yang umum disebut bitumen, sehingga aspal sering juga disebut bitumen. Sebagai salah satu material konstruksi perkerasan lentur, umumnya hanya 4% - 10% berdasarkan berat atau 10% - 15% berdasarkan volume, tetapi merupakan komponen yang relatif mahal (Silvia Sukirman,1999)

Aspal yang dipergunakan pada konstruksi perkerasan jalan haruslah mempunyai :

1. Daya tahan (*durability*)

Daya tahan aspal adalah kemampuan aspal mempertahankan sifat asalnya akibat pengaruh cuaca selama masa pelayanan jalan. Sifat ini merupakan sifat agregat, campuran dengan aspal, faktor pelaksanaan, dan lain sebagainya.

2. Adhesi dan kohesi

Adhesi adalah kemampuan aspal untuk mengikat agregat sehingga dihasilkan ikatan yang baik antara agregat dan aspal. Kohesi adalah kemampuan aspal untuk mempertahankan agregat tetap di tempatnya setelah terjadi pengikatan.

3. Kepekaan terhadap temperatur

Aspal adalah material yang termoplastis, berarti akan menjadi keras atau lebih kental jika temperatur berkurang dan akan lunak atau lebih cair jika temperatur bertambah. Aspal yang cair dapat masuk ke pori – pori agregat pada penyemprotan / penyiraman lapis perkerasan. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mulai mengeras dan mengikat aspal pada tempatnya.

4. Kekerasan aspal

Aspal pada proses pencampuran, dipanaskan dan dicampur dengan agregat. Agregat dapat dilapisi aspal dengan penyemprotan / penyiraman aspal panas ke permukaan agregat yang telah disiapkan pada proses pelaburan. Terjadi proses oksidasi selama proses pelaksanaan, menyebabkan aspal menjadi getas (viskositas bertambah tinggi). Peristiwa perapuhan terus berlangsung setelah masa pelaksanaan selesai. Selama pelayanan, aspal mengalami oksidasi dan polimerisasi yang besarnya dipengaruhi pula oleh ketebalan aspal yang menyelimuti agregat. Semakin tipis lapisan aspal, semakin besar tingkat kerapuhan yang terjadi. (Silvia Sukirman, 1999)

Berdasarkan cara diperolehnya aspal dapat dibedakan atas :

1. Aspal alam, dapat dibedakan atas :
 - a. *rock asphalt*, contoh aspal di Pulau Buton
 - b. *lake asphalt*, contoh aspal di Bermudez, Trinidad

2. Aspal buatan, dapat dibedakan atas :
 - a. aspal minyak, merupakan hasil penyulingan minyak
 - b. tar, merupakan hasil penyulingan batu bara

Aspal minyak dengan bahan dasar aspal dapat dibedakan atas :

1. Aspal keras / panas (*asphalt cement*, AC), adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan panas.
2. Aspal cair / dingin (*cut back asphalt*), adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan dingin.
3. Aspal emulsi (*emulsion asphalt*), adalah aspal yang disediakan dalam bentuk emulsi. Dapat digunakan dalam keadaan dingin ataupun panas.

(Silvia Sukirman, 1999)

2.2. Agregat

Agregat atau batuan didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan penyal (*solid*). Agregat merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yaitu mengandung 90% - 95% agregat berdasarkan persentase berat atau 75% - 85% agregat berdasarkan persentase volume. (Silvia Sukirman, 1999, Perkerasan Lentur Jalan Raya).

Agregat atau batuan juga didefinisikan sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen - fragmen (Djanasudirdja, Suroso, Pengantar Mekanikan Batuan).

Agregat adalah komponen utama dalam konstruksi jalan raya. Lebih dari 600 juta ton agregat dalam tiap tahunnya dibutuhkan untuk konstruksi jalan raya, dan

belum termasuk tambahan 200 juta ton yang digunakan untuk perbaikan konstruksi jalan raya.

Pemilihan jenis agregat yang sesuai untuk digunakan pada konstruksi perkerasan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu ukuran dan gradasi, kekuatan, bentuk tekstur permukaan, kelekatan terhadap aspal serta kebersihan dan sifat kimia. Jenis dan campuran agregat sangat mempengaruhi daya tahan suatu perkerasan jalan raya (Kerbs and Walker, 1971).

Secara umum agregat dapat diklasifikasikan menjadi :

1. ditinjau dari asal kejadiannya,
2. berdasarkan proses pengolahannya,
3. berdasarkan besar partikel – partikel agregat.

Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan dapat dikelompokkan menjadi :

1. kekuatan dan keawetan (*strength and durability*),
2. kemampuan dilapisi aspal yang baik,
3. kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang aman dan nyaman. (Silvia Sukirman, 1999).

2.3. Lapis Aspal Beton (Laston)

Laston merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus (*well graded*), dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu (Laston No.13/PT/B/1983).

Bahan Laston yang digunakan berupa agregat kasar, agregat halus, butiran pengisi (*filler*) dan aspal keras.

Laston mempunyai fungsi sebagai pendukung beban lalu lintas, sebagai pelindung konstruksi dibawahnya dari kerusakan akibat pengaruh air dan cuaca, sebagai lapisan aus dan menyediakan permukaan jalan yang rata dan tidak licin.

Laston mempunyai sifat – sifat tahan terhadap keausan akibat lalu lintas, kedap air, mempunyai sifat struktural, mempunyai stabilitas yang tinggi, dan peka terhadap penyimpangan perencanaan dan pelaksanaan.

Pembuatan Lapis Aspal Beton (LASTON) dimaksudkan untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan atau lapis antara (*binder*) pada perkerasan jalan raya yang mampu memberikan sumbangan daya dukung yang terukur serta berfungsi sebagai lapisan kedap air yang dapat melindungi konstruksi di bawahnya.

2.4. *Filler* (Bahan Pengisi)

Filler adalah bahan berbutir halus yang mempunyai fungsi sebagai pengisi pada pembuatan campuran aspal. *Filler* didefinisikan sebagai fraksi debu mineral lolos saringan no. 200 (0,074 mm) bisa berupa kapur, debu batu, atau bahan lain, dan harus dalam keadaan kering (kadar air maksimal 1%). (Laston, no.13/PT/B/1983)

Penggunaan *filler* dalam campuran beton aspal sangat mempengaruhi karakteristik beton aspal tersebut, efek tersebut dapat dikelompokkan menjadi sebagai berikut ini.

1. Efek penggunaan *filler* terhadap karakteristik campuran aspal *filler*.

- a. Efek penggunaan *filler* terhadap viscositas campuran :
 1. efek penggunaan berbagai jenis *filler* terhadap viscositas campuran tidak sama, dan
 2. luas permukaan *filler* yang semakin besar akan menaikkan viscositas campuran dibandingkan dengan yang berluas permukaan kecil.
- b. Efek penggunaan *filler* terhadap daktalitas dan peneterasi campuran :
 1. kadar *filler* yang semakin tinggi akan menurunkan daktalitas, hal ini juga terjadi pada berbagai suhu, dan
 2. jenis *filler* yang akan menaikkan viscositas aspal, akan menaikkan peneterasi aspal.
- c. Efek suhu dan pemanasan.

Jenis dan kadar *filler* memberikan pengaruh yang berbeda pada berbagai temperatur.

2. Efek penggunaan *filler* terhadap karakteristik campuran beton aspal.

Kadar *filler* dalam campuran akan mempengaruhi dalam proses pencampuran, penghampanan dan pemadatan. Selain itu, kadar dan jenis *filler* akan berpengaruh terhadap sifat elastik campuran dan sensitifitas terhadap air. Pemberian *filler* pada campuran lapis perkerasan sebagai agregat mengakibatkan lapis perkerasan mengalami berkurangnya kadar pori. Partikel *filler* menempati rongga diantara partikel-partikel yang lebih besar, sehingga ruang diantara partikel-partikel besar menjadi berkurang. Secara umum penambahan *filler* ini dimaksudkan untuk menambah

stabilitas serta kerapatan dari campuran. Bila dicampur dalam aspal, *filler* akan membentuk bahan pengikat yang berkonsistensi tinggi sehingga mengikat butiran agregat secara bersama – sama. (Bahan dan Struktur Jalan Raya, suprpto Totomihardjo, 1994)

Mineral *filler* merupakan salah satu faktor penentu terhadap stabilitas, keawetan dan sifat mudah dikerjakan dari campuran beton aspal. (Heukelom, 1965).

Filler memainkan peran utama di dalam menentukan kandungan dan sifat dari campuran perkerasan jalan aspal (bitumen). Sebagai bagian terbesar dari penelitian ilmiah pada subyek ini telah dilakukan usaha-usaha untuk menambah pendekatan – pendekatan empiris yang biasa digunakan, dengan menggunakan lebih banyak konsep – konsep yang pokok dan mendasar.

Konsep – konsep tersebut dapat digolongkan dengan cara sebagai berikut :

1. memberikan definisi terhadap kandungan – kandungan yang terdapat pada *filler* yang berkaitan dengan penggunaan dasar – dasar ilmu kimia,
2. menghubungkan kandungan kandungan yang terdapat di dalam *filler* dan kandungan dasar yang terdapat di dalam bitumen, fenomena – fenomena yang terjadi pada permukaan aspal, dan tingkah laku dari system *filler* – bitumen (mastik),
3. menghubungkan fenomena – fenomena yang terjadi pada permukaan aspal dan tingkah laku dari system *filler* – bitumen (mastik) dengan tingkah laku dari campuran perkerasan jalan aspal yang sesungguhnya.

Konsep – konsep tersebut dapat digunakan untuk membantu di dalam menentukan parameter campuran optimal perkerasan jalan aspal dengan *filler*

sebagai bahan pengisi. (Ilan Ishai, Joseph Craus, and Arie Sides, 1980, *A Model for Relating Filler Properties to Optimal Behaviour of Bituminous Mixtures*, Asphalt Paving Technology, Volume 49)

Campuran perkerasan aspal terdiri dari agregat – agregat mineral yang terikat bersama – sama oleh ikatan aspal. Agregat – agregat mineral didistribusikan seluruhnya pada campuran dari yang kasar sampai halus.

Kelompok mineral *filler* dalam campuran beton aspal yang mempunyai partikel dengan diameter yang lebih besar dari ketebalan selaput bitumen pada permukaan batuan akan memberikan pengaruh saling mengunci antar agregat. Sedangkan kelompok yang lain, yaitu partikel yang mempunyai diameter lebih kecil dari selaput bitumen akan tersuspensi dalam selaput bitumen tersebut. Bagian mineral *filler* yang tersuspensi ini akan mempengaruhi perilaku system *filler* bitumen. (Ervin L. Dukatz and David A. Anderson, 1980, *The Effect of Various Filler on The Mechanical Behaviour of Asphalt and Asphaltic Concrete*, Asphalt Paving Technology, Volume 49)

Penelitian tentang *filler* juga pernah dilakukan oleh saudara M. Burhanudin dan Enur Mutakin (1997) dengan judul “ Pengaruh Penggunaan Semen Portland dan Batu Andesit Sebagai *Filler* Terhadap Perilaku Campuran Split Mastic Asphalt “. Dalam penelitian tersebut dikatakan bahwa pengaruh penggunaan *filler* terhadap karakteristik campuran beton aspal kadar *filler* dalam campuran akan berpengaruh pada proses pencampuran, penggelaran dan pemadatan. Kadar dan jenis *filler* juga akan berpengaruh pada sifat elastik dan sensitifitas campuran terhadap air. Dan pada penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa pengaruh penggunaan semen Portland

sebagai *filler* dalam campuran SMA memberikan kualitas yang lebih baik jika dibandingkan dengan batu Andesit sebagai *filler*. Hal ini ditandai dengan nilai *density*, VFWA, Stabilitas dan Qoutient Marshall yang lebih besar. Juga ditandai dengan lebih rendahnya niali *flow* dan VITM.

Penelitian lain yang berhubungan dengan *filler* juga dilakukan oleh saudara Heru Saptoadji dan Rachmat Ari Mulyo W (2001) dengan judul “ Perbandingan Pengaruh Penggunaan Semen Portland dan Limbah Industri Marmer Sebagai *Filler* Terhadap Perilaku SMA “. Dari penelitian tersebut diperoleh kesimpulan secara keseluruhan limbah marmer dapat digunakan sebagai bahan pengisi (*filler*) campuran SMA + Roadcell 50 selain itu campuran dengan *filler* limbah marmer memiliki stabilitas yang tinggi terutama pada Marshall standar. Untuk nilai VITM, VFWA, *density* pada kedua campuran tersebut menunjukkan bahwa campuran dengan *filler* limbah marmer memberikan kualitas yang lebih baik jika dibandingkan dengan semen Portland sebagai *filler*.

Sedangkan pada penelitian saudara Murdagama dan Paryoko Agung N (2000) dengan judul “Penelitian Laboratorium Campuran Aspal Beton Bahan Ikat Asbuton B-20 dan AC 80/100 Dengan Bahan Tambah PC Sebagai *Filler* Menggunakan Uji Marshall”. Dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa AC 80/100 sudah dapat meremajakan secara keseluruhan butiran Asbuton B-20 pada kondisi aspal optimum, dan Asbuton B-20 dapat mengurangi penggunaan aspal total dari campuran aspal beton. Sedangkan PC yang digunakan sebagai bahan tambah *filler* dapat memperbaiki perilaku dari *filler* Asbuton B-20 (yang menggantikan *filler* asli), sehingga secara keseluruhan karakteristik dari campuran aspal beton tersebut

meningkat. Dari hasil pengujian ini disimpulkan juga bahwa untuk mendapatkan campuran yang dapat memenuhi persyaratan dengan menggunakan bahan – bahan yang berbeda dari bahan standar, maka harus diperhitungkan mengenai karakteristik dari masing – masing bahan susun aspal beton tersebut terutama pada mineral filler yang digunakan.

Pada penelitian saudara Budy Kusnadi dan Aji Setiawan (1995) dengan judul “Penelitian Laboratorium Pengaruh Penggunaan Limbah Karbid Sebagai *Filler* Terhadap Perilaku Campuran Beton Aspal”. Dari penelitian tersebut disimpulkan pengaruh penggunaan limbah karbid sebagai *filler* terhadap benda uji Laston, dengan kadar *filler* 7% dan formulasi yang bervariasi, akan menghasilkan nilai-nilai *density*, *VITM*, *VFWA*, *stability*, *flow* dan *Marshall Quotient* yang baik dan memenuhi spesifikasi Bina Marga. Secara umum dapat dikatakan bahwa pengaruh penggunaan limbah karbid sebagai *filler* terhadap perilaku campuran beton aspal (Laston) akan menghasilkan kualitas campuran yang sama baiknya dengan jenis agregat *filler* lainnya yang masuk dalam spesifikasi Bina Marga.

Penelitian lainnya yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Semen Portland dan Debu Batu Sebagai *Filler* Terhadap Perilaku Campuran *Split Mastic Asphalt* Dengan Gradasi Ideal” yang dilakukan oleh saudara Musbihin dan Tony Prasetyo W menyatakan bahwa penelitian tersebut bermaksud untuk meneliti perilaku campuran SMA dengan gradasi ideal apabila digunakan semen Portland sebagai *filler* dan debu batu sebagai pembanding *fillernya*.

Dari hasil penelitian didapat bahwa *split mastic asphalt* yang memenuhi persyaratan Bina Marga yaitu pada kadar *filler* 9% untuk debu batu, sedangkan untuk semen Portland pada kadar *filler* 7% dan 8%.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Konstruksi Perkerasan Jalan

Konstruksi perkerasan jalan raya adalah suatu lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar (*subgrade*) yang berfungsi mendukung beban lalu lintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada konstruksi jalan itu sendiri. Beban tersebut diteruskan ke tanah dasar, sehingga tanah mendapat tekanan tidak melampaui daya dukung tanahnya.

Berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas 3 perkerasan yaitu sebagai berikut ini.

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat.
2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid flexible*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*Portland cement*) sebagai bahan pengikat.
3. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur. Perkerasan komposit dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur. (Silvia Sukirman, 1999)

Konstruksi perkerasan lentur sampai saat ini masih menjadi pilihan utama untuk digunakan dibanding dengan jenis perkerasan lainnya karena lebih menguntungkan. Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari :

1. lapisan permukaan (*surface course*)
2. lapisan pondasi atas (*base course*)
3. lapisan pondasi bawah (*subbase course*)
4. lapisan tanah dasar (*subgrade*)

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah terhadap jenis perkerasan lentur, khususnya lapis permukaan jalan (*surface course*). Lapisan permukaan jalan mempunyai fungsi sebagai :

1. lapis perkerasan penahan beban roda, lapisan mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan,
2. lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan di bawahnya dan melemahkan lapisan tersebut,
3. lapis aus (*weiring course*), lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus,
4. lapis yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung yang lebih jelek. (Silvia Sukirman,1999)

3.2. Karakteristik Perkerasan

Karakteristik perkerasan merupakan sifat – sifat khusus perkerasan yang dapat menentukan baik buruknya mutu suatu perkerasan. Karakteristik perkerasan

yang baik adalah yang dapat memberikan pelayanan terhadap lalu-lintas yang direncanakan, baik berupa kekuatannya (sesuai umur rencana), keawetan dan kenyamanannya.

Karakteristik perkerasan ini tidak terlepas dari mutu dan komposisi bahan penyusunnya, terutama perilaku aspal apabila telah berada dalam campuran perkerasan. Karakteristik konstruksi perkerasan jalan yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut.

3.2.1. Stabilitas

Stabilitas lapisan perkerasan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur ataupun *bleeding*.

Stabilitas terjadi dari hasil geseran antar butir, penguncian antar partikel dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal. Dengan demikian stabilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan mengusahakan penggunaan :

1. agregat dengan gradasi yang rapat (*dense graded*),
2. agregat dengan permukaan yang kasar,
3. agregat berbentuk kubus,
4. aspal dengan penetrasi rendah,
5. aspal dalam jumlah yang mencukupi untuk ikatan antar butir. (Silvia,1999)

Stabilitas adalah ketahanan suatu lapis keras untuk tidak berubah bentuk atau melawan deformasi yang diakibatkan oleh beban lalu lintas. Beberapa faktor yang mempengaruhinya adalah gaya geser serta kohesi. Gaya geser tergantung pada

tekstur permukaan, gradasi agregat, bentuk batuan, kerapatan, campuran dan kualitas aspal. Sedang kohesi merupakan sifat daya lekat dari masing – masing partikel bahan perkerasan. Kekuatan kohesi bertambah seiring dengan jumlah aspal yang menyelimuti agregat, tetapi apabila telah mencapai nilai yang optimum maka penambahan jumlah aspal akan menyebabkan penurunan stabilitas. (Kerbs and Walker,1971)

3.2.2. Durabilitas (keawetan / daya tahan)

Durabilitas diperlukan pada lapisan permukaan sehingga lapisan dapat mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan kendaraan. (Silvia Sukirman,1999)

Pada umumnya durabilitas yang baik untuk campuran perkerasan dilaksanakan dengan memberikan kadar aspal yang tinggi, gradasi batuan yang kedap air serta kekerasan dari batuan penyusunnya. (The Asphalt Institute, 1983).

3.2.3. Fleksibilitas (kelenturan)

Fleksibilitas pada lapisan perkerasan adalah kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume. Fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan :

1. penggunaan agregat bergradasi senjang sehingga diperoleh rongga antar butiran agregat (*void filled with asphalt = VFWA*) yang besar,
2. penggunaan aspal lunak (aspal dengan penetrasi tinggi),

3. penggunaan aspal yang cukup banyak sehingga diperoleh (*void in the mix* = *VITM*) yang kecil. (Silvia, 1999).

3.2.4. *Skid Resistance* (tahanan geser / kekesatan)

Tahanan geser adalah kekesatan yang diberikan oleh perkerasan sehingga kendaraan tidak mengalami slip baik di waktu hujan atau basah maupun di waktu kering. Kekesatan dinyatakan dengan koefisien gesek antar permukaan jalan dan ban kendaraan.

Tahanan geser tinggi jika :

1. penggunaan kadar aspal yang tepat sehingga tak terjadi *bleeding*,
2. penggunaan agregat dengan permukaan kasar,
3. permukaan agregat berbentuk kubus,
4. penggunaan agregat kasar yang cukup. (Silvia, 1999)

Permukaan perkerasan yang kasar mempunyai kekesatan yang lebih tinggi dari pada permukaan yang halus. Kekesatan yang tinggi diperoleh dengan tekstur lapis permukaan yang kasar (The Asphalt Institute, 1983)

3.2.5. *Fatigue Resistance* (Ketahanan kelelahan)

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari lapis aspal beton dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang berupa alur (*ruting*) dan retak.

Faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelahan adalah :

1. *VITM* yang tinggi dan kadar aspal yang rendah akan mengakibatkan kelelahan yang lebih cepat,

2. VFWA yang tinggi dan kadar aspal yang tinggi dapat mengakibatkan lapis perkerasan menjadi fleksibel. (Silvia, 1999)

3.2.6. *Workability* (Kemudahan pelaksanaan)

Workability adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan. Kemudahan suatu campuran perkerasan untuk dicampur, dihamparkan dan dipadatkan. Sifat kemudahan ini penting, artinya karena ada pekerjaan campuran, penghamparan dan pemadatan dituntut waktu yang cepat dan tepat, mengingat sangat pentingnya suhu minimum pada saat pemadatan. Bila pemilihan bahan dan pencampurannya sesuai dengan rencana, biasanya pekerjaan penghamparan dan pemadatan akan berjalan dengan lancar.

Faktor yang mempengaruhi kemudahan dalam pelaksanaan adalah sebagai berikut ini.

1. Gradasi agregat. Agregat bergradasi baik lebih mudah dilaksanakan dari pada agregat bergradasi lain.
2. Temperatur campuran, yang ikut mempengaruhi kekerasan bahan pengikat yang bersifat termoplastis.
3. Kandungan bahan pengisi (*filler*) yang tinggi menyebabkan pelaksanaan lebih susah. (Silvia Sukirman,1999)

3.3. Lapisan Aspal Beton (Laston)

Campuran untuk Lapis Aspal beton (Laston) pada dasarnya terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan aspal. Masing – masing fraksi agregat terlebih dahulu harus diperiksa gradasinya dan selanjutnya digabungkan menurut perbandingan yang akan menghasilkan agregat campuran yang memenuhi gradasi pada tabel 2.2.

Pada agregat campuran tersebut ditambahkan aspal secukupnya sehingga diperoleh campuran yang memenuhi persyaratan. Kadar aspal yaitu persentase berat aspal terhadap berat campuran berkisar antara 4 sampai 7 persen. Kadar aspal yang tepat harus ditentukan berdasarkan pengujian cara Marshall sehingga didapatkan campuran yang memenuhi persyaratan sebagaimana disebutkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Persyaratan Campuran Lapis Aspal Beton (Laston)

Sifat Campuran	Lalu Lintas Berat (2x75 tumbukan)	
	Minimum	Maksimum
Stabilitas (kg)	750	---
Kelelehan (mm)	2,0	4,0
Rongga terisi aspal (%)	75	82
Rongga dalam campuran (%)	3	5
Indek perendaman (%)	75	---

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) No. 13/PT/B/1983

3.4. Bahan Perkerasan

Bahan penyusun utama perkerasan lentur adalah agregat dengan aspal sebagai bahan pengikat dan *filler*. Untuk menghasilkan perkerasan yang berkualitas tinggi maka kedua bahan tersebut harus sesuai dengan persyaratan yang diijinkan.

Pemilihan agregat yang sesuai untuk konstruksi perkerasan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu ukuran dan gradasi, kekuatan terhadap kausan, kelekatan terhadap aspal, porositas serta kebersihan dan bentuk agregat.

3.4.1. Agregat

Sifat dari agregat sangat mempengaruhi kekuatan suatu konstruksi. Pada umumnya sifat-sifat tersebut ditinjau dari hal-hal berikut ini.

1. Ukuran butiran agregat.

Agregat dikelompokkan menjadi 4 fraksi menurut *The Asphalt Institute* (MS-2,1987) yaitu :

- a. agregat kasar, yaitu batuan yang tertahan saringan no.8 (2,36 mm),
- b. agregat halus, yaitu batuan yang lolos saringan no.8,
- c. mineral pengisi (*filler*), yaitu fraksi dari agregat halus yang lolos dari saringan no.3 (0,6 mm), dan
- d. mineral debu, yaitu fraksi dari agregat halus yang lolos saringan no.200 (0,074 mm).

Sedangkan menurut AASHTO (1982), agregat dikelompokkan menurut ukuran partikelnya menjadi 3 fraksi yaitu :

- a. agregat kasar, yaitu batuan yang ukurannya lebih kecil dari 2 mm atau tertahan saringan no.10,
- b. agregat halus, yaitu batuan yang ukurannya lebih kecil dari 2 mm dan lebih besar dari 0,074 mm atau lolos saringan no.10 dan tertahan saringan no.200, dan
- c. mineral *filler*, yaitu agregat halus yang lolos saringan no..200.

2. Gradasi agregat.

Menurut jenisnya gradasi agregat dibagi menjadi 3 jenis, yaitu :

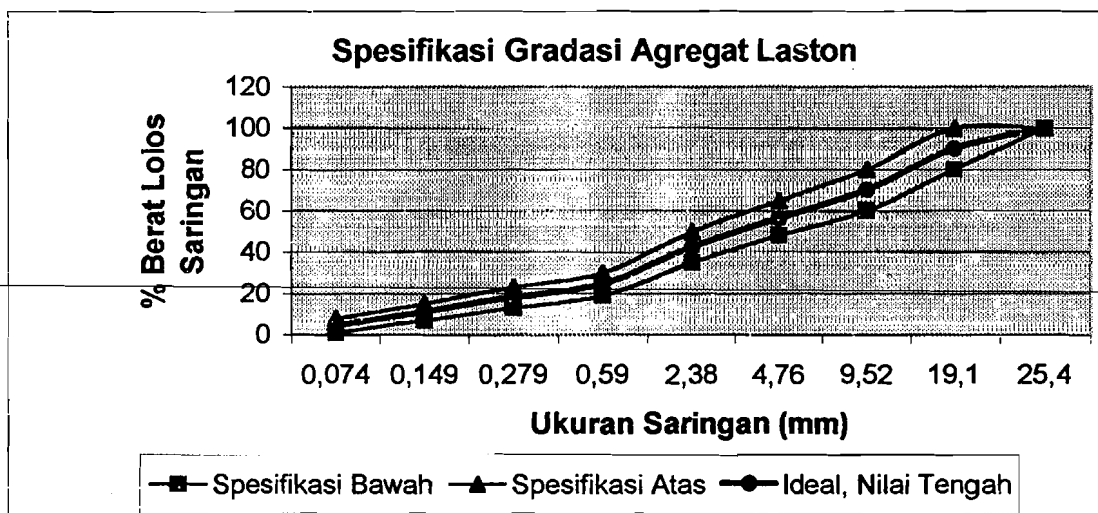
- a. gradasi menerus (*well graded*), yaitu campuran agregat kasar dan halus dalam proporsi yang berimbang, sehingga sering juga disebut gradasi rapat,
- b. gradasi timpang (*gap graded*), yaitu gradasi yang dalam campurannya sengaja dihilangkan sebagian agar berukuran tertentu, dan dalam komposisi campuran yang tidak berimbang atau agar kasar dan agar halus, dan
- c. gradasi seragam (*uniform graded*), yaitu campuran agregat yang ukurannya hampir sama atau seragam.

Spesifikasi Laston yang digunakan berpedoman pada Bina Marga, seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.2 dan gambar 3.1.

Tabel 3.2. Spesifikasi Gradasi Agregat Laston

Ukuran Saringan (mm)	% Berat Lolos Saringan	Ideal, Nilai Tengah
38,1	--	--
25,4	100	100
19,1	80-100	90
12,7	--	--
9,52	60-80	70
4,76	48-65	56,5
2,38	35-50	42,5
0,59	19-30	24,5
0,279	13-23	18
0,149	7-15	11
0,074	1-8	4,5

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) No. 13/PT/B/1983



Gambar 3.1. Spesifikasi Gradasi Agregat Laston

3. Kebersihan (*Cleaness*).

Kebersihan permukaan batuan dari bahan yang dapat menghalangi melekatnya aspal sangat penting, diantaranya harus bersih dari substansi asing,

seperti sisa tumbuhan, lumpur, lempung, dan lain-lain. Substansi asing dapat mengurangi daya lekat terhadap batuan.

4. Kekuatan dan kekerasan (*Toughness*).

Agregat harus mempunyai kekuatan dan kekerasan yang cukup untuk menahan beban lalu lintas. Disamping itu agregat yang diperlukan harus cukup keras dan kuat untuk menerima gaya-gaya baik pada waktu pencampuran, penggilasan, ataupun selama masa pelayanan. Untuk mengujinya dipakai *Los Angeles Test* sehingga dapat diketahui nilai abrasi dari agregat tersebut.

5. Bentuk (*Shape*).

Bentuk agregat yang menyerupai kubus dan berbentuk tajam (*angular*) mempunyai kemampuan saling mengunci oleh batuan dengan baik (*interlocking*). Dengan demikian kemampuan untuk menahan gaya geser dan gaya hisap dari beban lalu lintas.

6. Tekstur permukaan (*Surface texture*).

Tekstur permukaan agregat berpengaruh terhadap *workability* dan kekuatan lapis keras (*The Asphalt Institute, 1983*). Permukaan yang kasar akan cenderung menambah kekuatan campuran perkerasan tetapi rongga yang terjadi juga lebih besar apabila dipadatkan sehingga untuk memudahkan pekerjaan perlu penambahan aspal.

7. Porositas.

Porositas berpengaruh terhadap kekuatan, kekerasan dan jumlah pemakaian aspal dalam campuran. Semakin besar porositas batuan semakin kecil kekuatan dan kekerasannya serta semakin banyak aspal yang akan diserap. Semakin tinggi porositas batuan, maka semakin tinggi pula kemampuan *absorpsi* batuan tersebut.

3.4.2. Aspal

Dalam penggunaan aspal keras pada perkerasan jalan didasarkan pada tipe perkerasan dan kondisi iklimnya. (*The Asphalt Institute*). Pada penelitian ini aspal yang digunakan adalah jenis aspal keras penetrasi 60 – 70 dengan persyaratan seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.3.

Tabel 3.3. Persyaratan Aspal Keras

Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Persyaratan				Satuan
		Pen 60		Pen 80		
		min	max	Min	max	
1. Penetrasi (25° C, 5 dtk)	PA. 0301-76	60	79	80	99	0,1 mm
2. Ttk Lembek (<i>ring and ball</i>)	PA. 0302-76	48	58	46	54	° C
3. Ttk Nyala dan bakar (<i>cleveland open cup</i>)	PA. 0303-76	200	-	225	-	° C
4. Kehilangan berat (163° C, 5 jam)	PA. 0304-76	-	0,4	-	0,6	% berat
5. Kelarutan (CCl ₄ atau CS ₂)	PA. 0305-76	99	-	99	-	% berat
6. Daktalitas (25° C, 5 cm/mnt)	PA. 0306-76	100	-	100	-	Cm
7. Penetrasi stlh kehilangan berat	PA. 0301-76	75	-	75	-	% semula
8. Berat jenis (25° C)	PA. 0307-76	1	-	1	-	Gr/cc

Sumber : DPU, Dirjen Bina Marga, Laston No. 13/PT/B/1983

Sifat-sifat aspal yang pengaruhnya dominan terhadap perilaku lapis keras jalan adalah sifat *thermoplastis* dan *durability*.

1. Sifat Thermoplastis

Adalah merupakan sifat aspal mengenai kepekaanya terhadap temperatur, khususnya konsistensi (*viskositas*) yang dimilikinya. Dalam hal ini pemanasan harus

benar-benar diperhatikan. Pemanasan dengan temperatur yang tinggi akan menyebabkan viskositas aspal menjadi rendah, sehingga aspal akan dapat membasahi dan menyelimuti permukaan batuan secara merata dengan ketebalan yang cukup. Sedangkan pemanasan dengan temperatur yang rendah akan mengakibatkan permukaan batuan tidak terselimuti aspal secara merata, sehingga ikatan antar batuan kurang kuat dan hal tersebut akan mengurangi kekuatan lapis keras jalan dalam mendukung beban. Sementara itu pemanasan yang terlalu tinggi temperaturnya akan berakibat merusak sifat-sifat aspal sehingga aspal cepat mengeras.

2. Sifat *Durability*

Sifat *durability* aspal didasarkan pada daya tahan terhadap perubahan sifat apabila mengalami proses pelaksanaan konstruksi, pengaruh cuaca, dan akibat beban lalu lintas. Sifat *durability* aspal yang paling utama adalah daya tahannya terhadap proses pengerasan.

Faktor-faktor yang sangat mempengaruhi terjadinya pengerasan adalah sebagai berikut ini.

a. Oksidasi

Oksidasi adalah merupakan terjadinya reaksi antara oksigen dan aspal. Pada temperatur biasa efek oksidasi akan memberikan suatu lapisan yang keras pada permukaan aspal. Aspal yang mengeras menunjukkan durabilitas yang kurang baik.

b. Penguapan (*Volatilization*)

Penguapan adalah menguapnya bagian-bagian yang mempunyai berat molekul ringan dari aspal karena pengaruh penambahan temperatur dan pengadukan pada pelaksanaan konstruksi jalan. Dengan penambahan temperatur, akan

mempercepat proses penguapan bagian-bagian aspal, sehingga aspal akan cepat mengeras. Sehingga sifat keawetan aspal lebih pendek waktunya.

3.4.3. *Filler* (Bahan Pengisi)

Bahan pengisi (*filler*) dapat berupa abu batu, abu kapur, atau semen *Portland*. Dalam penelitian ini *filler* yang digunakan adalah batu lintang (kalsit) dan abu batu sebagai komparasinya seperti yang dijelaskan di bawah ini.

3.4.3.1. Batu Lintang (Kalsit)

Batu lintang / Kalsit merupakan hasil restrukturisasi batu gamping yang mengkristal setelah mengalami proses pelarutan. Umumnya terjadi pada batu gamping dalam masa kristalin yang berlapis dan berupa stalaktit dan stalakmit. Batu lintang / Kalsit termasuk batuan sedimen atau metamorf.

Batu Lintang / Kalsit terdiri dari beberapa komposisi, antara lain :

1. Komposisi Kimia

Komposisi kimia batu lintang / kalsit terdiri dari antara lain CaCO_3 , MgO , Al_2SO_3 , SiO_2 . Untuk kandungan yang terdapat pada batu lintang antara lain:

- a. $\text{CaCO}_3 = 99,7\%$
- b. $\text{MgO} = 0,4\%$
- c. $\text{Al}_2\text{SO}_3 = 0,15\%$
- d. $\text{SiO}_2 = 0,8\%$

(Direktori Produsen Bahan Galian Industri Di Indonesia, Direktorat Jenderal Pertambangan Umum Pusat Pengembangan Teknologi Mineral 1992).

Dilihat dari komposisi kimianya, maka batu lintang (kalsit) mempunyai kesamaan sifat dengan batu gamping, dimana mayoritas kandungannya adalah CaCO_3 . (Lihat Tabel 3.4)

Tabel 3.4. Komposisi Kimia Batu Lintang (Kalsit) dan Batu Gamping

Batu Lintang (Kalsit)	Batu Gamping
$\text{CaCO}_3 = 99,7 \%$	$\text{CaCO}_3 = 95 - 97 \%$
$\text{MgO} = 0,4 \%$	$\text{MgO} = 0,05 - 4,26 \%$
$\text{Al}_2\text{SO}_3 = 0,15 \%$	$\text{Al}_2\text{SO}_3 = 0,2 - 4,33 \%$
$\text{SiO}_2 = 0,8 \%$	$\text{SiO}_2 = 0,23 - 18,12 \%$

Sumber : Direktori Produsen Bahan Galian Industri di Indonesia, Direktorat Jenderal Pertambangan Umum Pusat Pengembangan Mineral, 1992 dan Sukandar Rumidi, Bahan Galian Industri, Gajah Mada University Press, 1999.

2. Komposisi Fisika

Komposisi fisika batu lintang / kalsit mempunyai ciri – ciri sebagai berikut :

- d. tidak memiliki warna (transparan),
- e. memiliki system kristal hexagonal,
- f. mempunyai kekerasan berdasarkan Skala Mohs (tingkat kekerasan) 3 dari 10 tingkat kekerasan yang ada. (Supriatna Suhala dan M. Arifin, 1997, Bahan Galian Industri, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral).

Dalam penelitian ini, batu lintang yang digunakan berasal dari Kelurahan Mbedoyo, Kecamatan Ponjong, Gunung Kidul, DIY. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 3.5.

3.4.3.2. Abu Batu

Mineral *filler* abu batu merupakan hasil samping produksi pemecah batu *stone crusher* yang lolos saringan no. 200. *Filler* abu batu pada umumnya yang paling sering digunakan pada perkerasan jalan raya. Kualitas abu batu sangat tergantung dari kualitas bahannya, untuk idealnya abu batu yang dipakai adalah hasil dari batuan yang kuat dan keras. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 3.5.

Tabel 3.5. Perbedaan Batu Lintang (Kalsit) dan Batu Kali

No.	Batu Lintang (Kalsit)	Batu Kali
1.	Merupakan hasil restrukturisasi batu gamping yang mengkristal setelah mengalami proses pelarutan.	Berasal dari magma yang keluar ke permukaan bumi yang kemudian mendingin dan membeku.
2.	Termasuk batuan sedimen atau metamorf.	Termasuk batuan beku.
3.	Banyak terdapat di daerah batu kapur, perbukitan atau pegunungan (dalam hal ini banyak ditemukan di daerah Ponjong, Gunung Kidul DIY)	Banyak terdapat di daerah sungai sekitar gunung berapi (dalam hal ini ditemukan di Clereng, Kulonprogo DIY).
4.	Tidak memiliki warna (transparan).	Berwarna abu-abu kehitaman.
5.	Memiliki tingkat kekerasan skala Mohs 3 (dari 10 tingkat kekerasan).	Memiliki tingkat kekerasan skala Mohs 7-8 (dari 10 tingkat kekerasan).

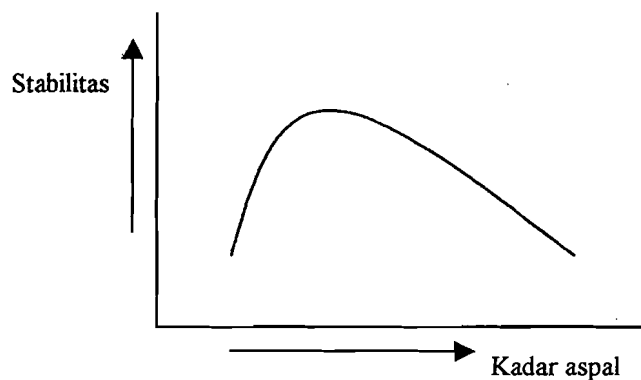
Sumber : Silvia Sukirman, 1999, Perkerasan Lentur Jalan Raya dan Supriatna Suhala dan M. Arifin, 1997, Bahan Galian Industri, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral.

3.5. Pemeriksaan Campuran Aspal dengan Metode *Marshall*

Pemeriksaan campuran aspal dengan metode *Marshall* bermaksud untuk menentukan nilai di bawah ini.

3.5.1. Stabilitas

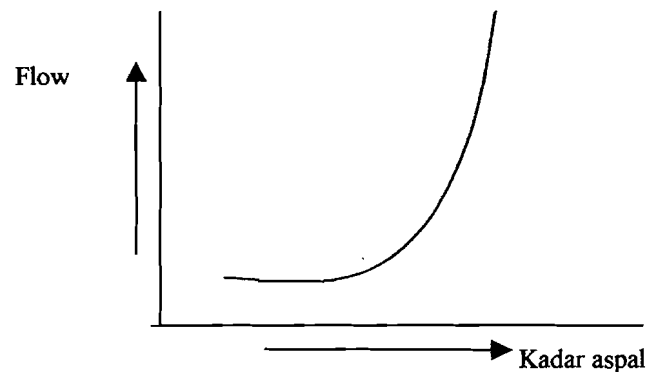
Stabilitas adalah beban yang dapat ditahan campuran beton aspal sampai terjadi kelelahan plastis. Naiknya stabilitas bersamaan dengan bertambahnya kadar aspal, sampai batas tertentu (optimum) dan turun setelah melampaui batas optimum, hal ini karena aspal sebagai bahan ikat antar agregat dapat menjadi pelicin setelah melebihi batas optimum. Grafik nilai stabilitas dapat dilihat seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3.2. Grafik Nilai Stabilitas

3.5.2. Flow

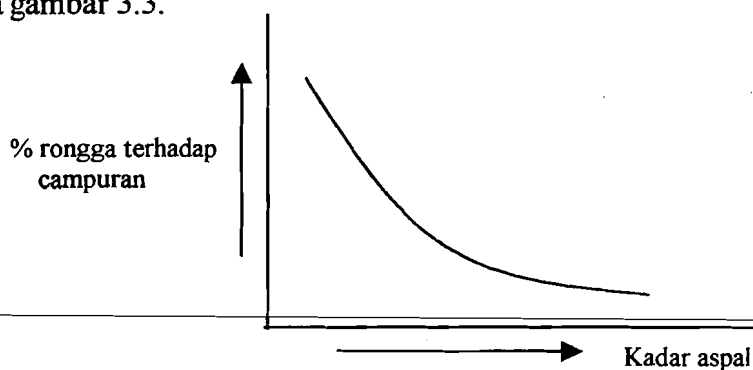
Flow menyatakan besarnya penurunan (deformasi benda uji) campuran dengan angka kelelahan tinggi serta stabilitas rendah. Diatas batas maksimum akan cenderung bersifat plastis. Tapi bila campuran dengan angka kelelahan rendah dan stabilitas tinggi di bawah batas optimum akan cenderung bersifat getas dan mudah retak bila ada pembebanan. Grafik nilai *flow* dapat dilihat seperti pada gambar 3.2.



Gambar 3.3. Grafik Nilai Flow

3.5.3. VITM (*Void in the mix*)

VITM adalah persentase antara rongga udara dengan volume total campuran setelah dipadatkan. Nilai VITM akan semakin kecil apabila kadar aspal semakin besar. VITM yang semakin tinggi akan menyebabkan kelelahan yang semakin cepat, berupa alur retak. (Silvia Sukirman,1999). . Grafik nilai VITM dapat dilihat seperti pada gambar 3.3.

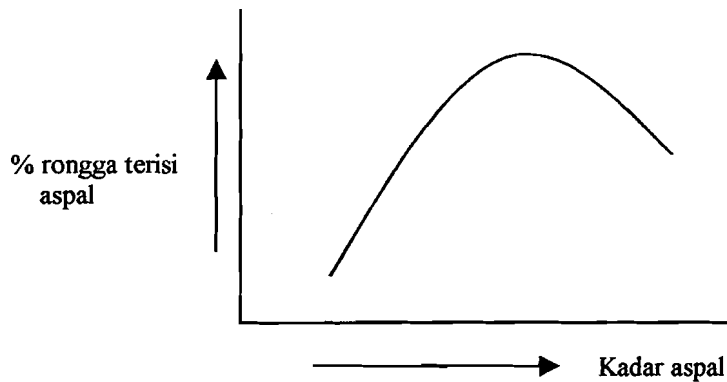


Gambar 3.4. Grafik Nilai VITM

3.5.4. VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

VFWA adalah persentase rongga dalam campuran yang terisi aspal, yang nilainya akan naik berdasarkan naiknya kadar aspal sampai batas tertentu, di mana rongga telah penuh. Artinya apabila rongga dalam campuran telah terisi penuh oleh

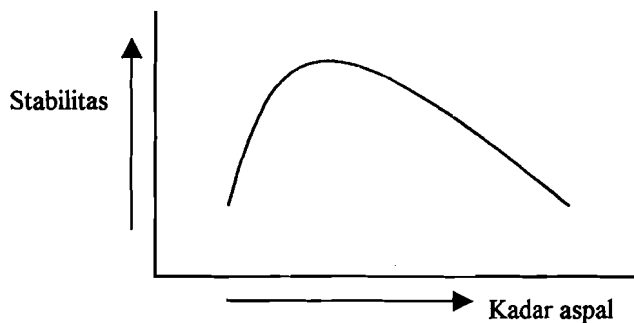
aspal, maka persentase kadar aspal yang mengisi rongga, adalah persentase kadar aspal optimum. Grafik nilai VITM dapat dilihat seperti pada gambar 3.4.



Gambar 3.5. Grafik Nilai VITM

3.5.5. *Marshall Quotient*

Marshall Quotient adalah perbandingan antara stabilitas dengan nilai *flow*. Nilai *Marshall Quotient* (MQ) pada perencanaan perkerasan dengan metode Marshall digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas perkerasan. Fleksibilitas akan naik diakibatkan oleh penambahan kadar aspal dan akan turun setelah sampai batas optimum, yang disebabkan berubahnya fungsi aspal sebagai pengikat menjadi pelicin. Spesifikasi didapat berdasarkan spesifikasi stabilitas dan *flow*. Grafik nilai *Marshall Quotient* dapat dilihat seperti pada gambar 3.5.



Gambar 3.6. Grafik Nilai *Marshall Quotient*

Tinjauan pemeriksaan campuran di atas adalah suatu metode pemeriksaan yang menggunakan *filler* abu batu (yang umum digunakan). Sementara itu untuk campuran yang menggunakan *filler* batu lintang (kalsit) dianggap mempunyai sifat yang sama dengan abu batu, sehingga pemeriksaannya juga dilakukan dengan metode yang sama.

BAB IV

HIPOTESIS

Penggunaan batu lintang sebagai komparasi terhadap penggunaan abu batu sebagai *filler* dalam campuran aspal beton diperkirakan dapat menghasilkan campuran lapis perkerasan aspal yang lebih baik dan sesuai dengan persyaratan Bina Marga.

BAB V

METODOLOGI PENELITIAN

5.1. Umum

Penelitian yang dilakukan melalui beberapa tahap, mulai dari persiapan, pemeriksaan mutu bahan yang berupa agregat dan aspal, perencanaan campuran sampai tahap pelaksanaan pengujian dengan *Marshall Test* dan *Immersion Test*.

5.2. Cara mendapatkan data

Data diperoleh setelah dilakukan beberapa pemeriksaan terhadap bahan yang digunakan untuk benda uji.

5.2.1. Asal Bahan

Bahan agregat dan aspal yang dipakai dalam penelitian ini diperoleh dari PT. PERWITA KARYA Yogyakarta sedangkan agregat pengisi atau *filler* yang berupa batu lintang (Kalsit) berasal dari daerah Ponjong, Gunung Kidul, DIY.

5.2.2. Pengujian Bahan

1. Pemeriksaan agregat

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah agregat dan aspal. Agregat berasal dari Clereng Kulon Progo yang telah di proses dengan alat pemecah

batu (*Stone Crusher*), sedangkan aspal yang digunakan adalah aspal jenis AC 60-70 produk Pertamina yang diperoleh dari laboratorium jalan raya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian sebelumnya diuji di laboratorium untuk mendapatkan bahan yang memenuhi syarat-syarat bahan perkerasan jalan.

Agregat atau batuan merupakan komponen utama dari lapis permukaan jalan yang mengandung 90-95 % agregat berdasarkan prosentase volume. Dengan demikian daya dukung, keawetan dan mutu perkerasan jalan yang ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain. Adapun untuk mengetahui kualitas agregat dilakukan pemeriksaan sebagai berikut ini.

a. Pemeriksaan keausan dengan mesin Los Angeles

Ketahanan agregat terhadap penghancuran (*degradasi*) diperiksa dengan menggunakan abrasi Los Angeles (*Abrasion Los Angeles Test*), berdasarkan PB-0206-76, AASHTO T96-7 (1982). Pemeriksaan dilakukan dengan menggunakan mesin Los Angeles.

Agregat yang telah disiapkan sesuai dengan gradasi dan berat yang ditetapkan, dimasukkan bersama bola-bola baja ke dalam mesin Los Angeles, lalu diputar dengan kecepatan 30/33 rpm selama 500 putaran. Nilai akhir dinyatakan dalam persen yang merupakan hasil perbandingan antara berat benda uji semula-berat benda uji tertahan saringan No.12 dengan berat benda uji semula. Nilai yang tinggi menunjukkan banyaknya benda uji yang hancur akibat putaran alat yang mengakibatkan tumbukan dan gesekan antara partikel dengan bola-bola uji. Nilai

abrasi > 40 % menunjukkan agregat tidak mempunyai kekerasan cukup untuk digunakan sebagai bahan / material lapisan perkerasan. Nilai abrasi < 30 % baik sebagai bahan lapis penutup. Nilai abrasi < 40 % baik sebagai bahan lapis permukaan dan lapisan pondasi atas. Nilai abrasi < 50 % dapat dipergunakan sebagai bahan lapisan lebih ke bawah.

b. Pemeriksaan berat jenis (*Specific gravity*)

Berat jenis adalah perbandingan antara berat volume dan berat volume air. Adapun pemeriksaan berat jenis berdasarkan manual PB 0202-76 atau AASHTO T 85-81 dengan persyaratan minimal 2,5. Besarnya berat jenis agregat penting dalam perencanaan campuran berdasarkan perbandingan berat dan juga untuk menentukan banyaknya pori.

c. Pemeriksaan agregat terhadap air

Peresapan agregat terhadap air dilakukan untuk mengetahui besarnya air yang terserap oleh agregat. Besarnya peresapan air yang diijinkan maksimal sebesar 3%. Air yang telah diserap oleh agregat sukar dihilangkan seluruhnya walaupun melalui proses pengeringan, sehingga mempengaruhi daya lekat aspal dengan agregat.

d. Pemeriksaan kelekatan terhadap aspal

Pemeriksaan agregat untuk daya lekatnya terhadap aspal dilakukan dengan percobaan stripping mengikuti PB 0205-76 atau AASHTO T 182-82. Kelekatan agregat terhadap aspal dinyatakan dalam persentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap seluruh luas permukaan. Nilai kelekatan agregat terhadap aspal untuk bahan campuran dengan aspal minimal 95%.

e. Pemeriksaan *Sand Equivalent Test*

Sand Equivalent Test dilakukan untuk mengetahui kadar debu bahan yang menyerupai lempung. *Sand Equivalent Test* dilakukan untuk partikel agregat lolos saringan no 4 sesuai dengan prosedur AASHTO-T176-73. Nilai yang disyaratkan minimal sebesar 50%.

2. Pengujian *filler*

Khusus dalam penelitian ini filler yang digunakan adalah batu lintang dan abu batu yang lolos saringan no. 200 sesuai dengan petunjuk pelaksanaan lapis aspal beton (Laston) No. 13/PT/B/1983, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga.

3. Pengujian bahan ikat aspal jenis aspal keras AC 60 – 70

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan kelekatan agregat terhadap aspal. Kelekatan agregat terhadap aspal adalah prosentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap keseluruhan luas permukaan dan besarnya minimal 95%. Pemeriksaan yang dilakukan terhadap aspal adalah sebagai berikut ini.

a. Pemeriksaan penetrasi

Pemeriksaan penetrasi aspal bertujuan untuk memeriksa tingkat kekerasan aspal. Pemeriksaan ini didasarkan pada PA-0301-76 atau AASHTO T49-80. Pemeriksaan dilakukan dengan cara memasukkan jarum penetrasi berdiameter 1 mm dengan menggunakan beban seberat 50 gram sehingga diperoleh beban gerak seberat 100 gram (berat jarum + beban) selama 5 detik pada temperatur 25° C. Besarnya penetrasi diukur dan dinyatakan dalam angka yang merupakan kelipatan 0,1 mm.

b. Pemeriksaan titik lembek

Pemeriksaan titik lembek dilakukan dengan mengikuti prosedur PA-0302-76 atau AASHTO T 53-81. Pemeriksaan menggunakan cincin yang terbuat dari kuningan dan bola baja. Titik lembek ialah suhu dimana suatu lapisan aspal dalam cincin yang diletakkan horizontal di dalam larutan air atau gliserin yang dipanaskan secara teratur menjadi lembek karena beban bola baja dengan diameter 9,53 mm seberat $\pm 3,5$ gram yang diletakkan di atasnya sehingga lapisan aspal tersebut jatuh melalui jarak 25,4 mm (1 inch). Aspal dengan titik lembek yang lebih tinggi kurang peka terhadap perubahan temperatur dan lebih baik untuk bahan pengikat konstruksi perkerasan.

c. Pemeriksaan titik nyala

Pemeriksaan titik nyala mengikuti prosedur AASHTO T 48-81 atau PA-0303-76, yang berguna untuk menentukan suhu dimana aspal terlihat menyala singkat di permukaan aspal, dan suhu pada saat terlihat nyala sekurang-kurangnya 5 detik. Pemeriksaan titik nyala perlu diketahui untuk memperkirakan temperatur maksimum pemanasan aspal sehingga aspal tidak terbakar.

d. Pemeriksaan berat jenis

Prosedur pemeriksaan berat jenis aspal mengikuti PA-0307-76 atau AASHTO T 228-79. Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis bitumen keras dengan picnometer. Berat jenis bitumen adalah perbandingan antara berat bitumen dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu. Peralatan yang digunakan adalah: thermometer, bak perendam yang dilengkapi pengatur suhu dengan ketelitian $(25 \pm 0,1)^\circ \text{C}$, picnometer, air suling sebanyak 1000 cm^3 , dan

bejana gelas. Berat jenis aspal diperlukan untuk perhitungan dalam analisa campuran.

e. Pemeriksaan kelarutan dalam CCl_4

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan jumlah bitumen yang dapat larut dalam *Carbon Tetra Chlorid*, jika semua bitumen yang diuji larut dalam larutan CCl_4 maka bitumen tersebut adalah murni. Prosedur pemeriksaan mengikuti standar Bina Marga PA-0305-76.

Peralatan yang digunakan adalah: alat dari asbes dengan panjang serat kira-kira 1 cm yang telah dicuci dengan asam, *goch crucible*, labu Erlenmeyer, labu penyaring, tabung penyaring, tabung karet untuk menahan *goch crucible*, oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai 125°C , neraca analistik, pembakar gas, pompa hampa udara, desikator, CCl_4 , *ammonium carbonat*, batang pembersih, cawan porselin.

f. Pemeriksaan daktilitas aspal

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui sifat kohesi dalam aspal itu sendiri yaitu dengan mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara 2 cetakan yang berisi bitumen keras sebelum putus, pada suhu dan kecepatan tarik tertentu. Pemeriksaan mengikuti prosedur PA-0306-76. Besarnya daktilitas aspal yang disyaratkan adalah minimal 100 cm.

4. Pengujian bahan campuran beton aspal

Berdasarkan pengujian diperoleh antara lain nilai-nilai berikut ini.

a. *Stability* (ketahanan)

b. *Flow* (kelelehan)

- c. *Marshall Quotient*
- d. *Void in the mix* (% rongga pada campuran)
- e. *Void Filled with asphalt* (% rongga terisi aspal)
- f. *Density* (kepadatan)

5.3. Pengujian

Dalam tugas akhir ini pengujian yang dilakukan mencakup pengaruh penggunaan *filler* batu lintang dan abu batu terhadap campuran ATB Laston.

Metode yang dipakai adalah menggunakan metode *Marshall Test* dan *Immersion Test*.

5.3.1. Uji *Marshall*

Pengujian campuran ini menggunakan uji *Marshall* yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik perkerasan. Berdasarkan pemeriksaan diperoleh nilai-nilai stabilitas, *flow*, VITM (*Void In The Mix*), VFWA (*Void Filled With Asphalt*), *Marshall Quotient*.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini dianggap dalam keadaan standar. Bahan-bahan untuk penelitian ini, seperti agregat dan aspal dianggap memiliki kualitas yang homogen seperti pada hasil pengujian.

Pada pengujian *Marshall* ini meliputi pengujian *Marshall* untuk mencari aspal optimum, pengujian *Marshall* untuk mencari kadar *filler* optimum abu batu dan batu lintang (kalsit).

5.3.2. Uji perendaman *Marshall* (*Immersion Test*)

Pengujian ini prinsipnya sama dengan pengujian *Marshall* standar, hanya waktu perendaman di dalam *waterbath* yang berbeda. Menurut AASHTO T.165-74 atau ASTM D.1075-54 (1969) ada dua metode uji perendaman *Marshall* (*Immersion Test*) yaitu uji perendaman selama 4 x 24 jam dengan suhu $\pm 50^{\circ}$ C dan uji perendaman selama 1 x 24 jam dengan suhu $\pm 60^{\circ}$ C. Pada penelitian ini dipakai metode uji perendaman (*Marshall*) selama 24 jam dalam suhu konstan 60° C sebelum pembebanan diberikan.

5.4. Peralatan Yang Digunakan

5.4.1. Alat Tekan *Marshall*

Alat tekan *Marshall* terdiri dari :

1. *breaking Head* (kepala penekan) berbentuk lengkung
2. *proving ring* (cincin penguji) yang berkapasitas 2500 kg atau 5000 pon dengan arloji pengukur yang berguna untuk mengukur stabilitas campuran dengan ketelitian 0,0025 cm (0,0001")
3. arloji kelelahan dengan ketelitian 0,25 mm (0,01")

5.4.2. Cetakan Benda Uji

Cetakan benda uji mold berbentuk silinder berdiameter 10 cm (4") dan tinggi 7,5 cm (3") lengkap dengan pelat alas dan leher sambungnya.

5.4.3. *Ejector Hydraulic Pump*

Alat ini berguna untuk mengeluarkan benda uji dari mold.

5.4.4. Dudukan Mold dan Batang Penumbuk

Dudukan mold dan batang penumbuk dengan permukaan tumbuk rata berbentuk silinder berat 4,536 kg (10 pon), tinggi 45,7 cm (18")

5.4.5. Oven

Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai 200 – 300 ° C.

5.4.6. Bak Perendam (*Water Batch*)

Bak untuk merendam benda uji setelah ditumbuk yang dilengkapi dengan pengatur suhu minimum 20° C.

5.4.7. Perlengkapan – Perlengkapan Lain

1. Panci – panci untuk memanaskan bahan campuran
2. Pengukur suhu dari logam (*metal thermometer*) berkapasitas 250°C dan 100°C dengan ketelitian 0,5% atau 1% dari kapasitas
3. Timbangan yang dilengkapi penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 gram dan timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gram
4. Kompor dan perlengkapannya
5. Sarung asbes dan karet
6. Termometer skala 200°C
7. Loyang seng dan loyang plastik
8. Sendok pengaduk

5.5. Jumlah Benda Uji

Benda uji dibuat sebanyak 3 buah untuk masing – masing variasi sampelnya, dengan demikian akan dibutuhkan benda uji :

Aspal (5% ; 5,5% ; 6% ; 6,5% ; 7%)

- | | |
|---|-------------------|
| 1. untuk <i>filler</i> batu lintang, kadar 2% | = 5 x 3 = 15 buah |
| 2. untuk <i>filler</i> batu lintang, kadar 5% | = 5 x 3 = 15 buah |
| 3. untuk <i>filler</i> batu lintang, kadar 8% | = 5 x 3 = 15 buah |
| 4. untuk <i>filler</i> abu batu, kadar 2% | = 5 x 3 = 15 buah |
| 5. untuk <i>filler</i> abu batu, kadar 5% | = 5 x 3 = 15 buah |
| 6. untuk <i>filler</i> abu batu, kadar 8% | = 5 x 3 = 15 buah |

Aspal optimum untuk *filler* batu lintang, kadar 2%

- | | |
|------------------|----------|
| 1. Tes Marshall | = 3 buah |
| 2. Tcs Immersion | = 3 buah |

Aspal optimum untuk *filler* batu lintang, kadar 5%

- | | |
|------------------|----------|
| 1. Tes Marshall | = 3 buah |
| 2. Tes Immersion | = 3 buah |

Aspal optimum untuk *filler* batu lintang, kadar 8%

- | | |
|------------------|----------|
| 1. Tes Marshall | = 3 buah |
| 2. Tes Immersion | = 3 buah |

Aspal optimum untuk *filler* abu batu, kadar 2%

- | | |
|------------------|----------|
| 1. Tes Marshall | = 3 buah |
| 2. Tes Immersion | = 3 buah |



Aspal optimum untuk *filler* abu batu, kadar 5%

- | | |
|------------------|----------|
| 1. Tes Marshall | = 3 buah |
| 2. Tes Immersion | = 3 buah |

Aspal optimum untuk *filler* abu batu, kadar 8%

- | | |
|------------------|----------|
| 1. Tes Marshall | = 3 buah |
| 2. Tes Immersion | = 3 buah |

Sehingga jumlah total benda uji = 126 buah

5.6. Analisis Data

Setelah pengujian *Marshall*, dilanjutkan dengan analisa data yang diperoleh. Analisa yang dilakukan adalah untuk mendapatkan nilai *Marshall* yang digunakan untuk mengetahui karakteristik campuran kedua benda uji, yaitu benda uji yang menggunakan *filler* abu batu dan benda uji yang menggunakan *filler* batu lintang (kalsit). Data yang diperoleh dari penelitian laboratorium adalah sebagai berikut :

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

Dari data – data di atas dapat dihitung harga – harga dari *density*, VITM, VFWA, stabilitas dan *Marshall Quotient*. Cara perhitungannya adalah sebagai berikut ini.

1. Berat Jenis aspal = (*Berat / Volume*),

2. Berat Jenis agregat, dan

Berat jenis agregat merupakan gabungan dari berat jenis agregat kasar, agregat halus dan *filler*. Untuk memperoleh nilai berat jenis tersebut digunakan rumus (5.1) di bawah ini.

$$BJ \text{ agregat} = \frac{100}{(A/F_1) + (B/F_2) + (C/F_3)} \dots\dots\dots(5.1)$$

Keterangan :

A = Persentase agregat kasar,

F₁ = Berat jenis agregat kasar

B = Persentase agregat halus,

F₂ = Berat jenis agregat halus

C = Persentase *filler*,

F₃ = Berat jenis *filler*

3. Berat Jenis teoritis campuran menggunakan rumus (5.2) di bawah ini:

$$h = \frac{100}{\frac{\%aggr}{BJ.aggr} + \frac{\%aspal}{BJ.aspal}} \dots\dots\dots(5.2)$$

Data hasil perhitungan di atas dipergunakan untuk mencari nilai-nilai dari :

1. Stabilitas

Nilai stabilitas benda uji diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas pada saat pengujian *Marshall*. Hasil tersebut dicocokkan dengan angka kalibrasi *proving ring* dengan satuan lbs atau kilogram, dan masih harus dikoreksi dengan faktor koreksi yang dipengaruhi oleh tebal benda uji (Tabel 5.1). Nilai stabilitas sesungguhnya diperoleh dengan rumus (5.3) di bawah ini.

$$S = p \times q \dots\dots\dots(5.3)$$

Keterangan :

S = angka stabilitas sesungguhnya

p = pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat

q = angka koreksi benda uji

Tabel 5.1. koreksi tebal benda uji

Tebal (mm)	Angka Koreksi	Tebal (mm)	Angka Koreksi
46	1,79	61,9	1,04
47,6	1,67	63,5	1
49,2	1,56	64	0,96
50,8	1,47	65,1	0,93
52,4	1,39	66,7	0,89
54,4	1,32	68,3	0,86
55,6	1,25	71,4	0,83
57,2	1,19	73	0,81
58,7	1,14	74,6	0,78
60,3	1,09	76,2	0,73

Sumber : Panduan Praktikum Jalan Raya

2. Kelelahan (*Flow*)

Flow menunjukkan deformasi benda uji akibat pembebanan (sampai beban batas). Nilai ini langsung dapat dibaca dari pembacaan arloji kelelahan (*flow*) saat pengujian *Marshall*. Nilai *flow* pada arloji dalam satuan *inch*, maka harus dikonversikan dalam satuan milimeter.

3. Kepadatan (*Density*)

Nilai kepadatan / *density* dihitung dengan rumus (5.4) dan (5.5) di bawah ini.

$$g = c / h \quad \dots\dots\dots(5.4)$$

$$f = d - e \quad \dots\dots\dots(5.5)$$

Keterangan : g = Nilai kepadatan (gr/cc)

d = Berat benda uji jenuh air (gr)

e = Berat benda uji dalam air (gr)

f = Volume benda uji (cc)

c = Berat kering / Sebelum direndam (gr)

4. VFWA (*Void Filled With asphalt*)

Nilai ini menunjukkan persentase rongga campuran yang berisi aspal, nilainya akan naik berdasarkan naiknya kadar aspal sampai batas tertentu, dimana rongga telah penuh. Artinya rongga dalam campuran telah terisi penuh oleh aspal, maka persen kadar aspal yang mengisi rongga adalah persen kadar aspal maksimum.

Nilai VFWA dihitung dengan rumus (5.6) – (5.10) di bawah ini.

$$VFWA = 100 \times \frac{i}{j} \quad \dots\dots\dots(5.6)$$

$$b = \frac{a}{100 + a} \times 100 \quad \dots\dots\dots(5.7)$$

$$i = \frac{bxg}{BJ.agregat} \quad \dots\dots\dots(5.8)$$

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{BJ.agrebat} \quad \dots\dots\dots(5.9)$$

$$l = 100 - j \quad \dots\dots\dots(5.10)$$

Keterangan : a = Persentase aspal terhadap batuan

b = Persentase aspal terhadap campuran

l = Persen rongga terisi aspal

i dan j = Rumus substitusi

5. VITM (*Void In The Mix*)

VITM adalah persentase antara rongga udara dengan volume total campuran setelah dipadatkan. Nilai VITM akan semakin kecil apabila kadar aspal semakin besar. VITM yang semakin tinggi akan menyebabkan kelelahan yang semakin cepat, berupa alur dan retak. Nilai VITM dihitung dengan rumus (5.11) – (5.14) di bawah ini.

$$VITM = (100 - i - j) \dots\dots\dots(5.11)$$

$$b = \frac{a}{100 + a} \times 100 \dots\dots\dots(5.12)$$

$$i = \frac{h \times g}{BJ.agregat} \dots\dots\dots(5.13)$$

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{BJ.agrebat} \dots\dots\dots(5.14)$$

Keterangan :

a = Persentase aspal terhadap batuan

b = Persentase aspal terhadap campuran

g = *density*

i dan j = Rumus substitusi

6. *Marshall Quotient (MQ)*

Nilai dari *Marshall Quotient* diperoleh dengan rumus (5.15) di bawah ini.

$$M = S / R \quad \dots\dots\dots(5.15)$$

Keterangan :

S = Nilai stabilitas

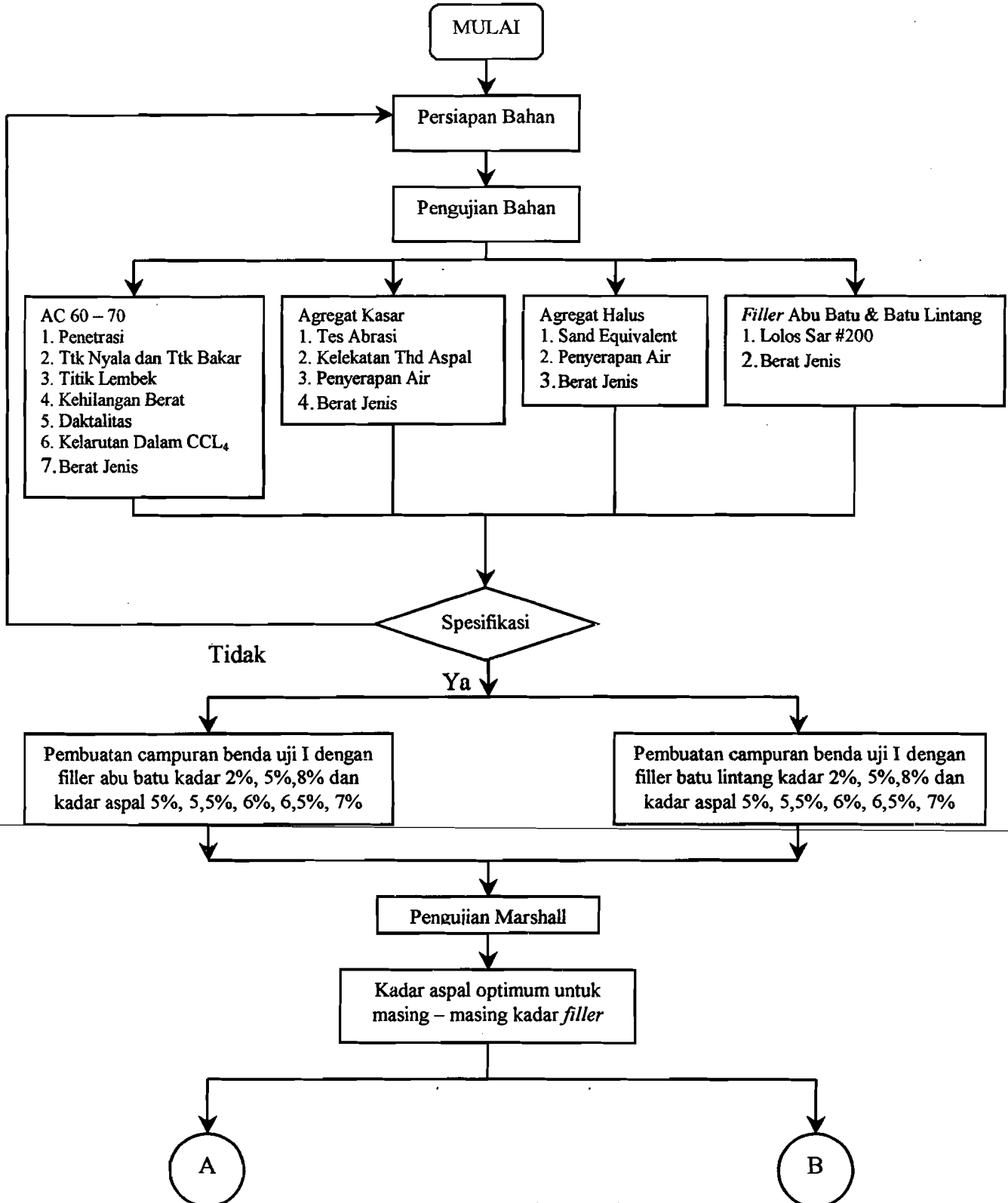
R = Nilai *flow*

MQ = Nilai *Marshall Quotient (kg/mm)*

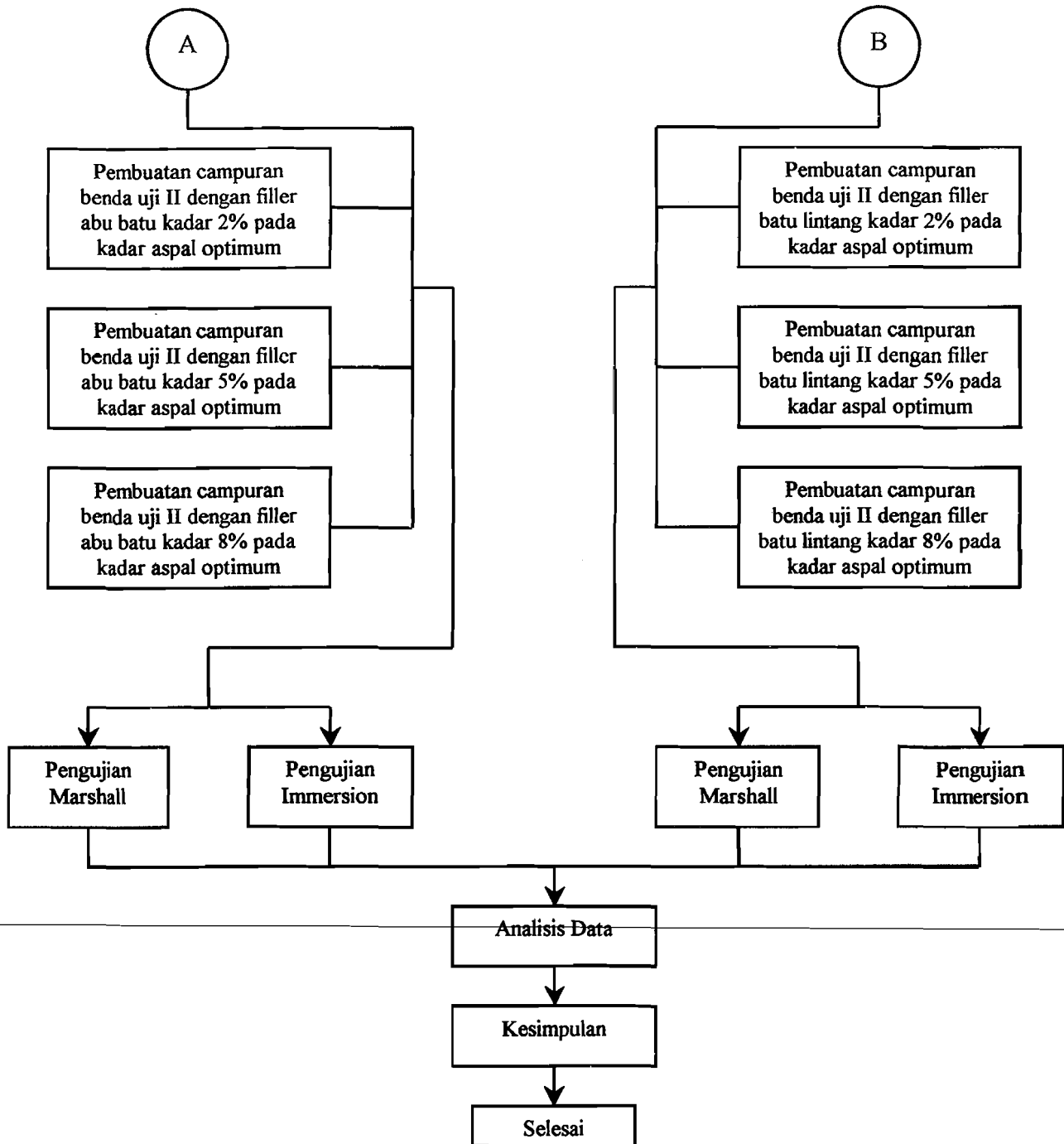
Setelah dilakukan analisis dari pengujian *Marshall*, dan didapat nilai-nilai karakteristik *Marshall*, dibuat grafik hubungan antara kadar aspal terhadap nilai karakteristik tersebut. Berdasarkan grafik dan perbandingan terhadap spesifikasi yang disyaratkan oleh Bina Marga, ditentukan kadar aspal optimum campuran.

Untuk lebih jelasnya rangkaian penelitian ini dapat dilihat pada bagan alir penelitian pada gambar 5.1 dan gambar 5.2.

5.1. Bagan Alir Penelitian



Gambar 5.1. Bagan Alir Penelitian



Gambar 5.2. Bagan Alir Penelitian

BAB VI
HASIL PENELITIAN

6.1. Hasil Pemeriksaan / Pengujian Bahan

Dari serangkaian pengujian bahan yang terdiri dari agregat kasar (tertahan saringan No. 8), agregat halus (lolos saringan No. 8) dan aspal serta campuran beton aspal dengan cara *Marshall* diperoleh hasil seperti pada tabel 6.1, tabel 6.2, dan tabel 6.3 sebagai berikut :

Tabel 6.1 Persyaratan dan hasil pemeriksaan agregat kasar

No	Jenis Pemeriksaan/Pengujian	Syarat	Hasil
1	Keausan dengan mesin Los Angeles	$\leq 40\%$	27,77%
2	Kelekatan terhadap aspal	$\geq 95\%$	99%
3	Penyerapan air	$\leq 3\%$	1,278%
4	Berat jenis semu	$\geq 2,5$	2,704

Sumber: Laston No.13/PT/B/1983 dan hasil penelitian di laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 6.2 Persyaratan dan hasil pemeriksaan agregat halus

No	Jenis Pemeriksaan/Pengujian	Syarat	Hasil
1	Nilai <i>Sand Equivalent</i>	$\geq 50\%$	53,255%
2	Peresapan agregat terhadap air	$\leq 3\%$	1,729%
3	Berat jenis semu	$\geq 2,5$	2,952
4	Gradasi <i>filler</i>	65-100% lolos saringan no 200	100% lolos saringan no 200
5	Bj <i>filler</i> abu batu	-	2,884
6	Bj <i>filler</i> batu lintang (kalsit)	-	2,71

Sumber : Laston No.13/PT/B/1983 dan hasil penelitian di laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 6.3. Persyaratan dan hasil penelitian aspal AC 60-70

No	Jenis Pemeriksaan/Pengujian	Syarat		Hasil	Satuan
		Min	Max		
1	Penetrasi	60	79	70	0,1 mm
2	Titik lembek	48	58	51	°C
3	Titik nyala	200	-	327	°C
4	Kelarutan CCl ₄	99	-	99,612	% berat
5	Daktilitas	100	-	115	cm
6	Berat jenis	1	-	1,087	-

Sumber : Laston No.13/PT/B/1983 dan hasil penelitian di laboratorium Jalan Raya UII

Dari hasil pengujian bahan-bahan di atas menunjukkan bahwa bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi persyaratan sebagai bahan penelitian.

6.2 Hasil pengujian benda uji

Setelah pengujian *Marshall* dilakukan, dilanjutkan dengan analisis data yang diperoleh. Analisis yang dilakukan adalah untuk mendapatkan nilai-nilai *Marshall* berdasarkan CQCMU (*Central Quality Control & Monitoring Unit*) guna mengetahui karakteristik campuran sehingga didapat kadar aspal optimum. Data-data yang diperoleh adalah sebagai berikut ini.

1. Tebal benda uji sebelum direndam / kering (mm)

Hasil pengujian tebal benda uji yang menggunakan *filler* abu batu dan batu lintang (kalsit) dapat dilihat pada tabel perhitungan uji *Marshall* kolom t (Lampiran 29 s/d 38)

2. Berat benda uji sebelum direndam / kering (gram)

Hasil pengujian Berat benda uji sebelum direndam / kering yang menggunakan *filler* abu batu dan batu lintang (kalsit) dapat dilihat pada tabel perhitungan uji *Marshall* kolom c (Lampiran 29 s/d 38)

3. Berat benda uji dalam air (gram)

Hasil pengujian Berat benda uji dalam air yang menggunakan *filler* abu batu dan batu lintang (kalsit) dapat dilihat pada tabel perhitungan uji *Marshall* kolom e (Lampiran 29 s/d 38)

4. Berat benda uji dalam keadaan jenuh (gram)

Hasil pengujian Berat benda uji dalam keadaan jenuh yang menggunakan *filler* abu batu dan batu lintang (kalsit) dapat dilihat pada tabel perhitungan uji *Marshall* kolom d (Lampiran 29 s/d 38)

5. Pembacaan arloji stabilitas (kg)

Hasil Pembacaan arloji stabilitas benda uji yang menggunakan *filler* abu batu dan batu lintang (kalsit) dapat dilihat pada tabel perhitungan uji *Marshall* kolom o (Lampiran 29 s/d 38)

6. Pembacaan arloji *flow* (mm)

Hasil Pembacaan arloji *flow* benda uji yang menggunakan *filler* abu batu dan batu lintang (kalsit) dapat dilihat pada tabel perhitungan uji *Marshall* kolom r (Lampiran 29 s/d 38)

7. Berat jenis aspal

Berat jenis aspal didapatkan dari hasil pemeriksaan/pengujian aspal. Berat jenis aspal yang dipakai di dalam penelitian ini adalah 1,087

8. Berat jenis agregat

Berat jenis agregat merupakan gabungan dari berat jenis agregat kasar, agregat halus, dan *filler*. Berat jenis yang dipakai dalam penelitian ini untuk agregat yang menggunakan filler abu batu adalah 2,769. Sedangkan Berat jenis yang dipakai untuk agregat yang menggunakan filler batu lintang (kalsit) adalah 2,710.

9. Berat jenis maksimum teoritis campuran

Berat jenis maksimum teoritis campuran yang dipakai dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel perhitungan uji *Marshall* kolom h (Lampiran 29 s/d 38)

Dari hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium jalan raya UII, diperoleh nilai-nilai VITM, stabilitas, *flow*, VFWA, *density*, dan *Marshall Quotient* seperti yang terdapat pada tabel 6.4 sampai dengan tabel 6.9 sebagai berikut ini.

Tabel 6.4. Hasil tes Marshall untuk campuran dengan jenis filler abu batu dengan kadar 2%

Karakteristik	Kandungan / persentase aspal				
	5%	5,5%	6%	6,5%	7%
<i>Density</i> (gr/cc)	2,2351	2,2426	2,3056	2,3905	2,3955
VITM (%)	13,03	12,12	9,004	4,986	4,118
VFWA (%)	44,108	48,362	58,565	74,192	78,949
Stabilitas (kg)	1204,35	1482,99	1511,2	1372,5	1109,87
<i>Flow</i> (mm)	3,63	3,67	3,73	3,8	3,97
QM (kg/mm)	333,7	400,16	403,53	360,16	280,07

Tabel 6.5. Hasil tes Marshall untuk campuran dengan jenis filler abu batu dengan kadar 5%

Karakteristik	Kandungan / persentase aspal				
	5%	5,5%	6%	6,5%	7%
<i>Density</i> (gr/cc)	2,2566	2,2978	2,3372	2,4017	2,4053
VITM (%)	12,2	9,955	7,759	4,543	3,7257
VFWA (%)	45,976	53,888	62,462	75,969	80,647
Stabilitas (kg)	1321,22	1552,11	1643,47	1513,55	1143,08
<i>Flow</i> (mm)	2,9	2,97	3,07	3,6	3,8
QM (kg/mm)	453,83	524,53	541,51	422,88	302,36

Tabel 6.6. Hasil tes Marshall untuk campuran dengan jenis filler abu batu dengan kadar 8%

Karakteristik	Kandungan / persentase aspal				
	5%	5,5%	6%	6,5%	7%
Density (gr/cc)	2,2678	2,2996	2,3698	2,4098	2,4025
VITM (%)	11,76	9,885	6,472	4,2189	3,837
VFWA (%)	47,038	54,088	66,955	77,37	80,158
Stabilitas (kg)	1385,4	1651,19	1920,16	1568,87	1157,86
Flow (mm)	2,73	2,87	3	3,33	3,7
QM (kg/mm)	535,61	588,59	640,49	474,42	315,08

Tabel 6.7. Hasil tes Marshall untuk campuran dengan jenis filler batu lintang (kalsit) dengan kadar 2%

Karakteristik	Kandungan / persentase aspal				
	5%	5,5%	6%	6,5%	7%
Density (gr/cc)	2,261	2,3098	2,3414	2,3968	2,4043
VITM (%)	10,338	7,767	5,8622	2,9723	2,007
VFWA (%)	50,164	60,257	68,796	82,996	88,574
Stabilitas (kg))	1341,5	1663,17	1777,27	1589,63	1408,38
Flow (mm)	2,87	3	3,2	3,6	4,53
QM (kg/mm)	531,06	555,8	556,63	445,3	310,87

Tabel 6.8. Hasil tes Marshall untuk campuran dengan jenis filler batu lintang (kalsit) dengan kadar 5%

Karakteristik	Kandungan / persentase aspal				
	5%	5,5%	6%	6,5%	7%
Density (gr/cc)	2,2759	2,2821	2,3475	2,4096	2,4064
VITM (%)	9,7497	8,875	5,6171	2,457	1,924
VFWA (%)	51,852	56,548	69,762	85,464	88,992
Stabilitas (kg))	1514,89	1782,11	1840,48	1656,82	1323,34
Flow (mm)	2,33	2,53	2,57	3,43	4,43
QM (kg/mm)	656,37	700,34	717,79	486,5	298,41

Tabel 6.9. Hasil tes Marshall untuk campuran dengan jenis filler batu lintang (kalsit) dengan kadar 8%

Karakteristik	Kandungan/persentase aspal				
	5%	5,5%	6%	6,5%	7%
Density (gr/cc)	2,2916	2,3245	2,3625	2,4171	2,4323
VITM (%)	9,126	7,183	5,014	2,152	0,868
VFWA (%)	53,603	62,087	72,232	87,087	94,866
Stabilitas (kg))	1552,75	1892,42	2006,7	1733,83	1600,57
Flow (mm)	2,43	2,47	2,43	3,33	4,4
QM (kg/mm)	640,67	789,14	834,01	522,09	364,03

Dari data-data yang didapat dari hasil penelitian di atas, dapat dicari kadar aspal optimum untuk masing-masing kadar *filler* yang telah ditentukan (2%, 5%, 8%) untuk *filler* abu batu maupun kalsit seperti yang terdapat pada tabel 6.10 – 6.15.

Kadar aspal optimum yang didapatkan dari penelitian ini adalah :

Tabel 6.10. Penentuan aspal optimum dengan jenis *filler* abu batu kadar 2 %

Spesifikasi	Kadar aspal				
	5	5,5	6	6,5	7
VITM					
STABILITY					
FLOW					
VFWA					
Kadar aspal optimum $= \left(\frac{6,5 + 7}{2} \right) = 6,75. \%$					6,75

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP, UII

Tabel 6.11. Penentuan aspal optimum dengan jenis *filler* abu batu kadar 5 %

Spesifikasi	Kadar aspal				
	5	5,5	6	6,5	7
VITM					
STABILITY					
FLOW					
VFWA					
Kadar aspal optimum $= \left(\frac{6,4 + 7}{2} \right) = 6,7. \%$				6,4	6,7

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP, UII

Tabel 6.12. Penentuan aspal optimum dengan jenis *filler* abu batu kadar 8 %

Spesifikasi	Kadar aspal				
	5	5,5	6	6,5	7
VITM					
STABILITY					
FLOW					
VFWA					
Kadar aspal optimum $= \left(\frac{6,35 + 7}{2} \right) = 6,675. \%$				6,35	6,675

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP, UII

Tabel 6.13. Penentuan aspal optimum dengan jenis filler Kalsit kadar 2 %

Spesifikasi	Kadar aspal				
	5	5,5	6	6,5	7
VITM					
FLOW					
STABILITY					
VFWA					
Kadar aspal optimum $= \left(\frac{6,15 + 6,5}{2} \right) = 6,325\%$					

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP, UII

Tabel 6.14. Penentuan aspal optimum dengan jenis filler Kalsit kadar 5 %

Spesifikasi	Kadar aspal				
	5	5,5	6	6,5	7
VITM					
FLOW					
STABILITY					
VFWA					
Kadar aspal optimum $= \left(\frac{6,1 + 6,4}{2} \right) = 6,25\%$					

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP, UII

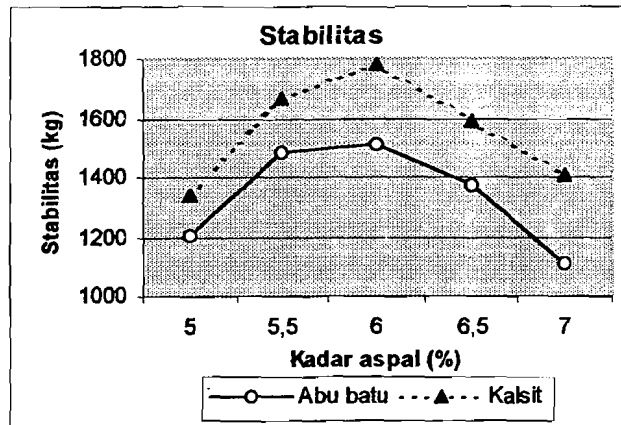
Tabel 6.15. Penentuan aspal optimum dengan jenis filler Kalsit kadar 8 %

Spesifikasi	Kadar aspal				
	5	5,5	6	6,5	7
VITM					
FLOW					
STABILITY					
VFWA					
Kadar aspal optimum $= \left(\frac{6 + 6,35}{2} \right) = 6,175\%$					

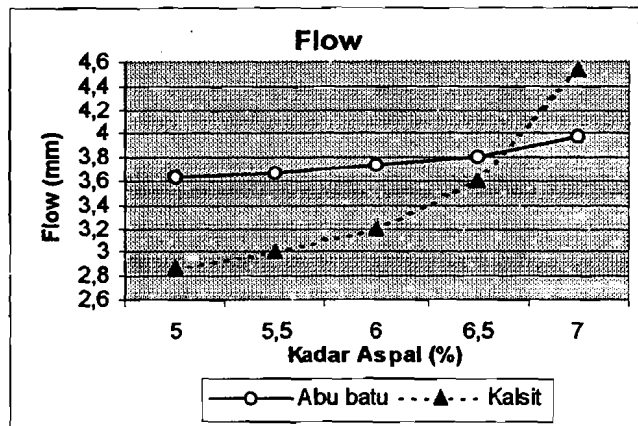
Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP, UII

6.3. Gambar Hasil Penelitian Pencarian Kadar Aspal Optimum

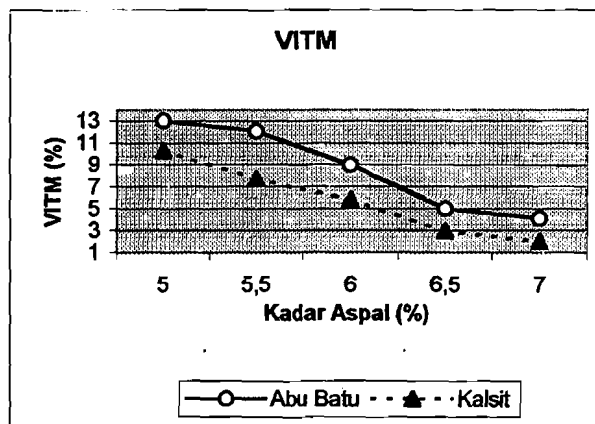
Berdasarkan data – data yang diperoleh kemudian dibuat kurva stabilitas terhadap kadar aspal, *flow* terhadap kadar aspal, VITM terhadap kadar aspal dan *VFWA* terhadap kadar aspal seperti pada gambar 6.1 – 6.12.



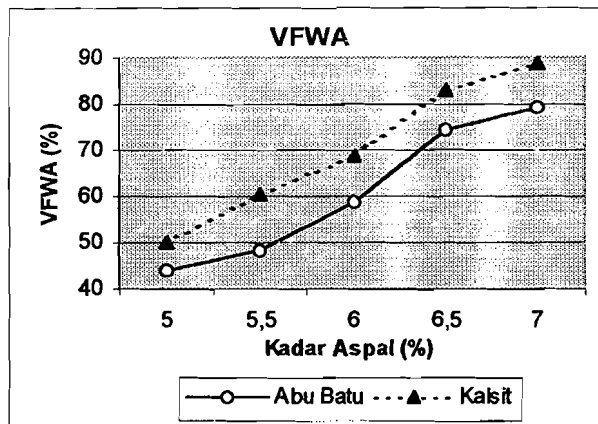
Gambar 6.1. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai Stabilitas kadar Filler 2 %



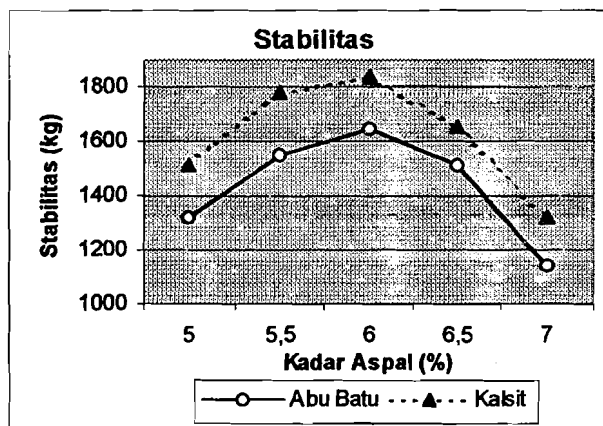
Gambar 6.2. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai Flow kadar Filler 2 %



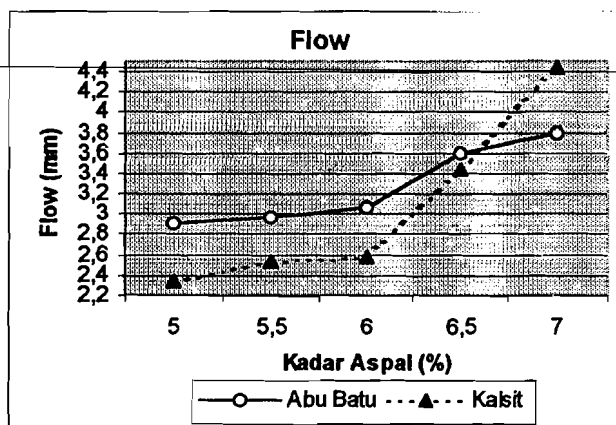
Gambar 6.3. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VITM kadar Filler 2 %



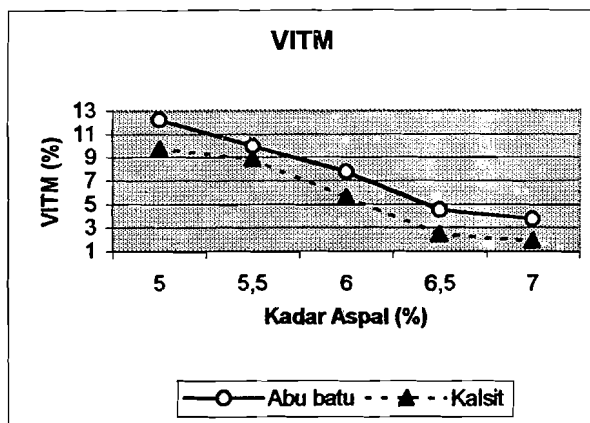
Gambar 6.4. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VFWA kadar *Filler* 2 %



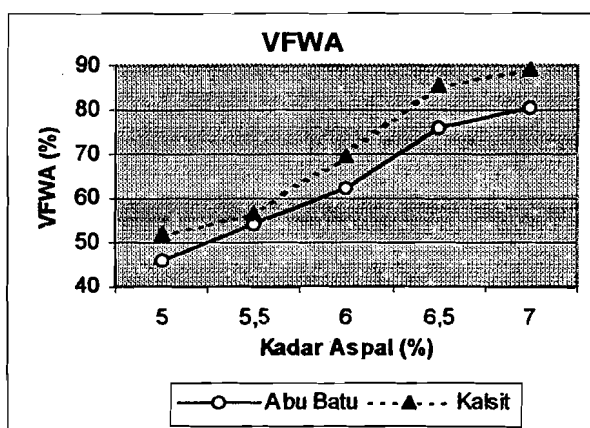
Gambar 6.5. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai Stabilitas kadar *Filler* 5 %



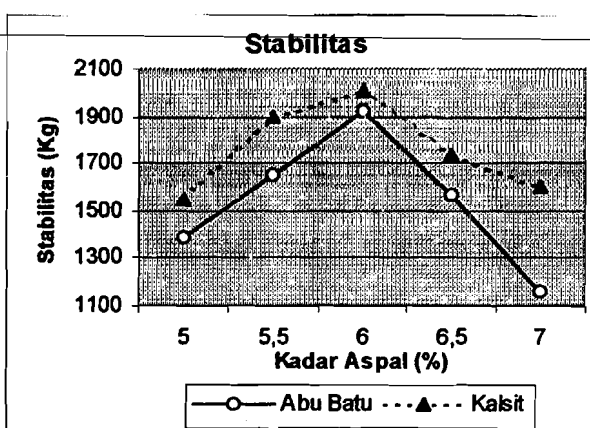
Gambar 6.6. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai *Flow* kadar *Filler* 5 %



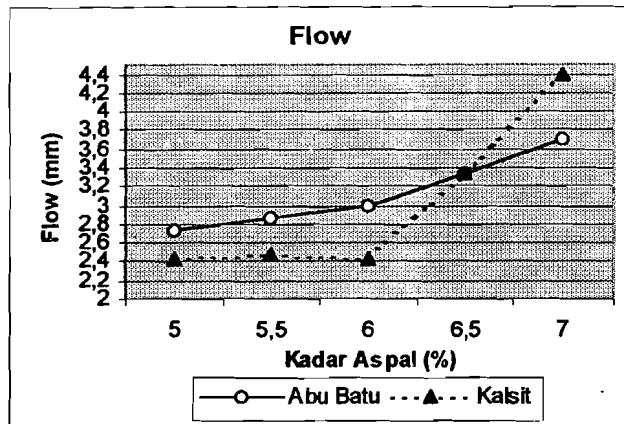
Gambar 6.7. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VITM kadar *Filler* 5 %



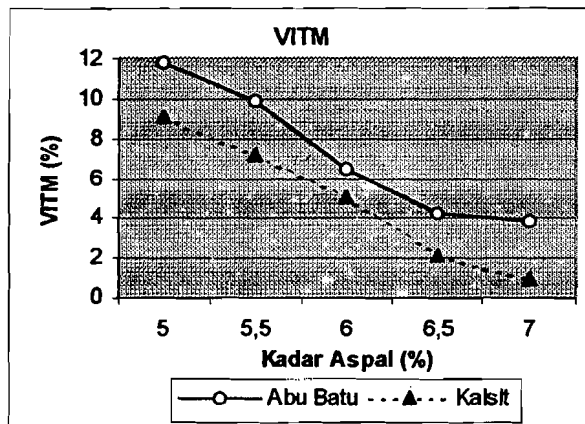
Gambar 6.8. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VFWA kadar *Filler* 5 %



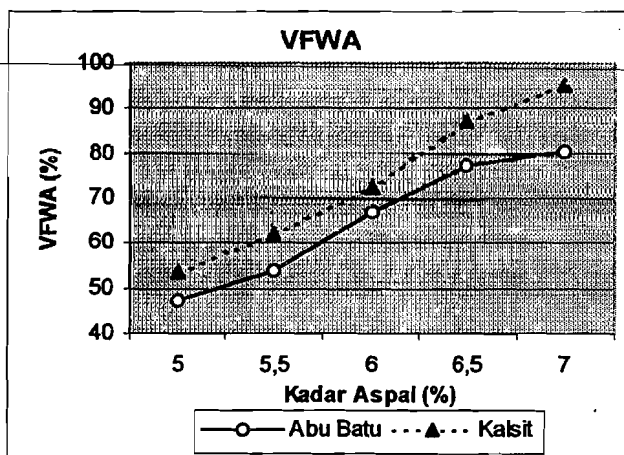
Gambar 6.9. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai Stabilitas kadar *Filler* 8 %



Gambar 6.10. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai *Flow* kadar *Filler* 8 %



Gambar 6.11. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VITM kadar *Filler* 8 %



Gambar 6.12. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VFWA kadar *Filler* 8 %

6.4. Hasil Pengujian *Marshall Test* dan *Immersion Test* dengan Aspal Optimum

Hasil pengujian tes *Marshall* dan *Immersion* dengan aspal optimum yang telah di dapat.dapat dilihat pada tabel 6.16 dan 6.17 di bawah ini.

Tabel 6.16. Hasil Pengujian Marshall dengan aspal optimum dan masing – masing jenis filler

Persen Aspal	Persentase kandungan filler abu batu, aspal optimum			Persentase Kandungan filler batu lintang (kalsit), aspal optimum		
	2% ; 6,75%	5% ; 6,7%	8% ; 6,675%	2% ; 6,325%	5% ; 6,25%	8% ; 6,175%
Density (gr/cc)	2,4083	2,4168	2,4259	2,4075	2,4157	2,4228
VITM (%)	3,943	3,669	3,341	2,7715	2,5413	2,355
VFWA (%)	79,172	80,239	81,697	83,573	84,544	85,412
Flow (mm)	3,83	3,6	3,47	3,77	3,53	3,4
Stabilitas (kg)	1398,46	1401,87	1500,12	1163,4	1367,49	1424,49
QM (kg/mm)	366,65	388,99	432,32	309,73	388,88	436,15

Tabel 6.17. Hasil Pengujian Immersion dengan aspal optimum dan masing – masing jenis filler

Persen Aspal	Persentase kandungan filler abu batu, aspal optimum			Persentase Kandungan filler batu lintang (kalsit), aspal optimum		
	2% ; 6,75%	5% ; 6,7%	8% ; 6,675%	2% ; 6,325%	5% ; 6,25%	8% ; 6,175%
Density (gr/cc)	2,4437	2,4373	2,4349	2,4079	2,4153	2,4251
VITM (%)	2,528	2,853	2,983	2,757	2,5576	2,261
VFWA (%)	85,72	84,056	83,374	82,448	84,46	85,908
Flow (mm)	3,6	3,4	3,3	3,63	3,4	3
Stabilitas (kg)	1406,16	1454,24	1516,63	1204,42	1397,59	1495,6
QM (kg/mm)	397,16	433,86	465,39	333,41	412,82	500,72

BAB VII

PEMBAHASAN

Berdasarkan data yang didapat dari hasil penelitian yang dilaksanakan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, maka dapat diketahui nilai – nilai dari karakter campuran Beton aspal (Laston) antara lain Stabilitas, *Flow*, *Density*, VITM (*Void In The Mix*), VFWA (*Void Filled With Asphalt*), dan *Marshall Quotient*.

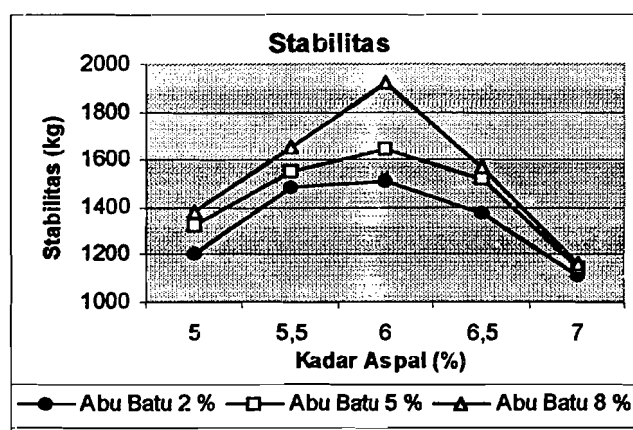
7.1. Pembahasan hasil penelitian terhadap campuran Laston dengan Uji *Marshall*

7.1.1. Pengaruh terhadap stabilitas

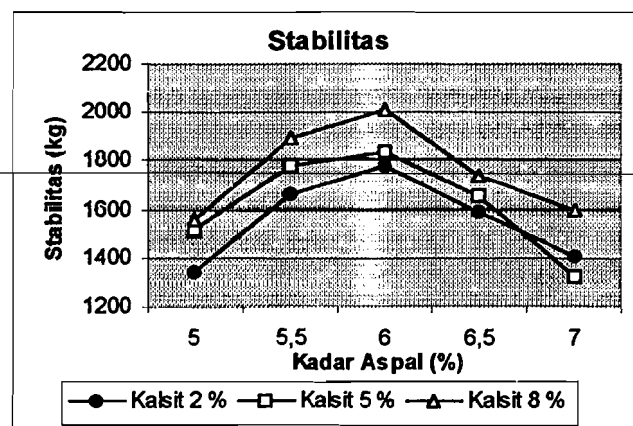
Stabilitas menunjukkan kemampuan perkerasan untuk menahan deformasi akibat beban lalu-lintas di atasnya tanpa terjadinya perubahan bentuk seperti gelombang dan alur. Stabilitas dalam pengujian *Marshall* adalah kemampuan suatu campuran untuk menerima beban hingga terjadi keruntuhan yang dinyatakan dalam satuan kilogram (kg). Nilai stabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa perkerasan tersebut mampu menahan beban lalu-lintas yang besar. Nilai stabilitas pada beton aspal dipengaruhi oleh suhu pemadatan, gradasi agregat, kadar serta jenis aspalnya, bentuk agregat dan kohesi campuran. Nilai stabilitas hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 7.1. dibawah ini.

Tabel 7.1. Nilai Stabilitas Hasil Uji Marshall

Persen Aspal	Persentase kandungan <i>filler</i> abu batu			Persentase Kandungan <i>filler</i> batu lintang (kalsit)		
	2%	5%	8%	2%	5%	8%
5%	1204,35	1321,22	1385,4	1341,5	1514,89	1552,75
5,5%	1482,99	1552,11	1651,19	1663,17	1782,11	1892,42
6%	1511,2	1643,47	1920,16	1777,27	1840,48	2006,7
6,5%	1372,5	1513,55	1568,87	1589,63	1656,82	1733,83
7%	1109,87	1143,08	1157,86	1408,38	1323,34	1600,57



Gambar 7.1. Stabilitas Abu Batu



Gambar 7.2. Stabilitas Kalsit

Berdasarkan gambar 7.1 dan gambar 7.2 terlihat bahwa nilai stabilitas semakin bertambah dengan bertambahnya kadar aspal sampai batas optimum dan kembali menurun seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Hal ini disebabkan oleh

fungsi aspal sebagai bahan perekat, penggunaan aspal yang rendah tidak akan maksimum akan menyelimuti permukaan agregat sehingga kekompakan ikatan antar agregat berkurang dan stabilitas dari campuran tersebut akan berkurang pula. Dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran akan memberikan lapisan film aspal yang semakin tebal sehingga dapat menyelimuti permukaan agregat dengan baik dan memperkuat ikatan antar agregat sampai batas optimum. Seiring dengan bertambahnya kadar aspal melewati kadar aspal optimum akan memberikan lapisan film aspal yang lebih tebal, hal ini akan membuat jarak antar agregat penyusun menjadi lebih besar dan mengurangi gaya gesek antar agregat serta mengubah fungsi dari aspal tersebut sebagai bahan perekat menjadi pelicin dalam campuran. Kondisi tersebut mengurangi kestabilan dari campuran karena campuran cenderung bersifat plastis.

Stabilitas yang tinggi juga dicerminkan oleh adanya kerapatan campuran yang tinggi. Berdasarkan tabel 7.1, gambar 7.1 dan gambar 7.2 di atas, nilai stabilitas kedua benda uji mempunyai pola yang sama yaitu terjadi peningkatan nilai stabilitas seiring dengan peningkatan penggunaan kadar *filler*.

Dengan semakin tingginya kadar *filler* dalam campuran apabila dipadatkan dengan baik menyebabkan rongga yang terjadi semakin kecil sehingga kerapatan campuran menjadi besar. Keadaan tersebut secara otomatis dapat menambah daya kemampuan menahan beban menjadi lebih besar. Hal ini berlaku untuk semua temperatur pemadatan dan untuk jenis *filler* abu batu maupun batu lintang (kalsit).

Pada persentase kadar *filler* 2% nilai stabilitas campuran dengan *filler* batu lintang lebih besar dari campuran dengan *filler* abu batu demikian pula dengan

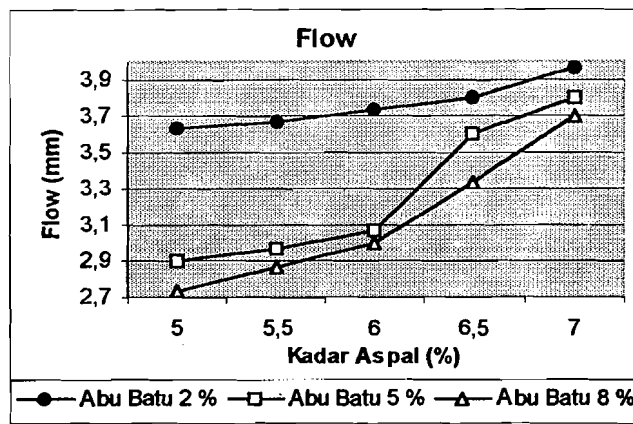
density-nya seperti terlihat pada gambar 7.5 dan 7.6, hal ini menunjukkan bahwa campuran dengan *filler* batu lintang (kalsit) memiliki ketahanan terhadap deformasi yang lebih besar dari campuran dengan *filler* abu batu. Dengan demikian pada campuran dengan *filler* batu lintang (kalsit) mempunyai stabilitas yang lebih tinggi dari campuran yang menggunakan abu batu sebagai *filler*. Kemudian untuk seterusnya, penambahan penggunaan kadar *filler* menjadi 5% semakin meningkatkan nilai stabilitasnya, menjadi lebih besar dari campuran dengan kadar *filler* 2%, dan penambahan penggunaan kadar *filler* 8% nilai stabilitasnya lebih besar dari campuran dengan kadar *filler* 5%. Stabilitas yang disyaratkan adalah minimum 750 kg. Lapis perkerasan dengan nilai stabilitas kurang dari 750 kg, akan mudah mengalami *rutting* karena perkerasan bersifat lembek sehingga tidak mampu menahan beban yang berat.

7.1.2. Pengaruh terhadap *flow*

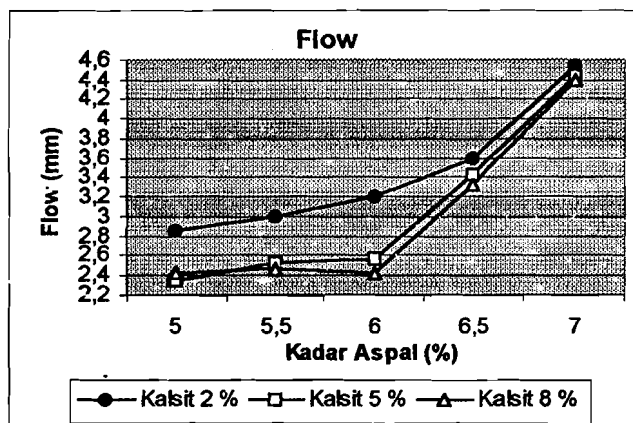
Flow atau kelelahan menunjukkan besarnya deformasi dari campuran akibat beban yang bekerja padanya. Adanya peningkatan kadar *filler* dalam campuran, menyebabkan campuran menjadi padat, sehingga deformasi yang terjadi semakin kecil dimana hal tersebut menyebabkan nilai *flow* menjadi turun. Hal ini dapat terlihat pada tabel 7.2. gambar 7.3 dan 7.4 di bawah ini.

Tabel 7.2. Nilai *Flow* Hasil Uji *Marshall*

Persen Aspal	Persentase kandungan <i>filler</i> abu batu			Persentase Kandungan <i>filler</i> batu lintang (kalsit)		
	2%	5%	8%	2%	5%	8%
5%	3.63	2.9	2.73	2.87	2.33	2.43
5,5%	3.67	2.97	2.87	3	2.53	2.47
6%	3.73	3.07	3	3.2	2.57	2.43
6,5%	3.8	3.6	3.33	3.6	3.43	3.33
7%	3.97	3.8	3.7	4.53	4.43	4.4



Gambar 7.3. Flow Abu Batu



Gambar 7.4. Flow Kalsit

Seperti telah disebutkan di muka, dengan semakin tingginya kadar *filler*, apabila campuran dipadatkan maka *filler* tersebut akan mengisi rongga-rongga yang ada sehingga campuran tersebut menjadi semakin rapat. Apabila campuran yang semakin rapat menerima beban, maka deformasi akibat beban tersebut akan menjadi kecil. Perilaku ini berlaku pada jenis *filler* abu batu maupun batu lintang (kalsit).

Flow dari campuran dengan bahan pengisi batu lintang (kalsit) mempunyai nilai kelelahan yang lebih kecil apabila dibandingkan dengan campuran yang menggunakan bahan pengisi abu batu. Hal ini disebabkan oleh sifat kimia yang

dikandung oleh batu lintang (kalsit), mempunyai kemiripan dengan batu gamping (mengandung unsur CaCO_3 , MgO , dan CaO) yang merupakan salah satu unsur utama bahan semen. Menurut standar industri Indonesia, kadar CaCO_3 dalam semen $\pm 85\%$, $\text{MgO} < 5\%$, dan $\text{CaO} \geq 50\%$ (Sukandar Rumidi, Bahan Galian Industri, Gajah Mada University Press). Jadi dapat diasumsikan bahwa batu lintang (kalsit) memiliki sifat-sifat dari semen, sehingga campuran yang menggunakan *filler* batu lintang (kalsit) memiliki nilai kekakuan yang lebih tinggi daripada campuran yang menggunakan abu batu sebagai *filler*.

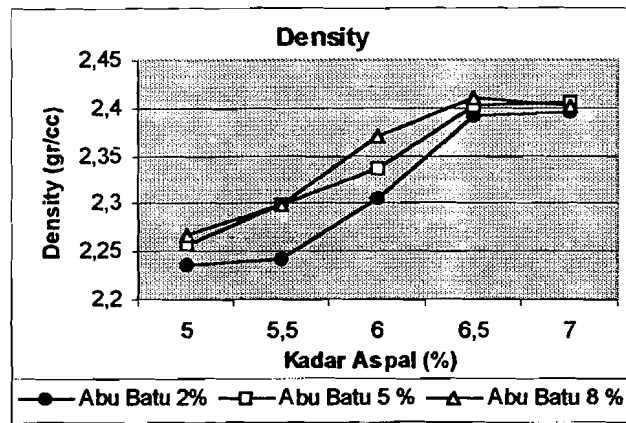
7.1.3 Pengaruh terhadap *density*

Nilai *density* menunjukkan besarnya derajat kepadatan suatu campuran yang telah dipadatkan. Campuran dengan *density* yang tinggi akan mampu menahan beban yang besar apabila dibandingkan dengan campuran yang kepadatannya lebih rendah.

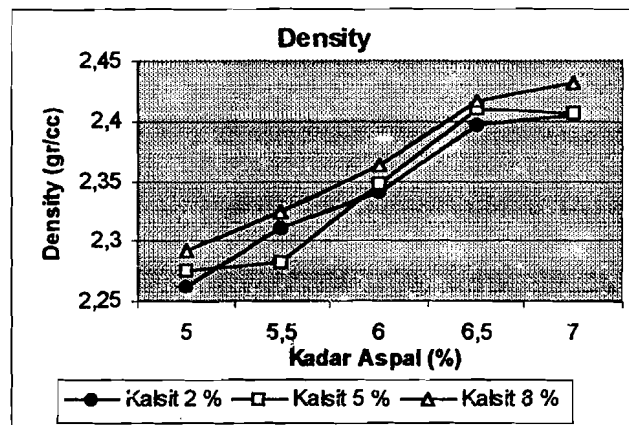
Nilai *density* yang dihasilkan pada penelitian ini ditunjukkan oleh tabel 7.3. di bawah ini:

Tabel 7.3. Nilai *Density* Hasil Uji Marshall

Persen Aspal	Persentase kandungan <i>filler</i> abu batu			Persentase Kandungan <i>filler</i> batu lintang (kalsit)		
	2%	5%	8%	2%	5%	8%
5%	2.2351	2.2566	2.2678	2.261	2.2759	2.2916
5,5%	2.2426	2.2978	2.2996	2.3098	2.2821	2.3245
6%	2.3056	2.3372	2.3698	2.3414	2.3475	2.3625
6,5%	2.3905	2.4017	2.4098	2.3968	2.4096	2.4171
7%	2.3955	2.4053	2.4025	2.4043	2.4064	2.4323



Gambar.7.5. *Density* Abu Batu



Gambar.7.6. *Density* Kalsit

Nilai *density* yang dihasilkan dalam penelitian ini sangat bervariasi sesuai dengan variasi kadar *filler* yang digunakan, seperti pada gambar 7.5 dan 7.6. terlihat bahwa dengan semakin meningkatnya kadar *filler* maka nilai *density* campuran semakin naik juga. Hal ini berlaku pada jenis *filler* abu batu dan batu lintang (kalsit) dalam penelitian ini. Untuk campuran yang menggunakan batu lintang (kalsit) sebagai *filler density*nya lebih besar dibandingkan dengan campuran yang menggunakan abu batu sebagai *filler* dikarenakan seperti yang telah dibahas pada pengaruh terhadap stabilitas dan *flow* di atas bahwa Batu lintang (kalsit) mempunyai sifat yang menyerupai semen sehingga sebagai *filler* daya ikat antar agregatnya tinggi, stabilitasnya tinggi, dan menyebabkan kepadatannya semakin tinggi pula.

Sedangkan abu batu sebagai *filler* walaupun daya ikat antar agregatnya baik tapi ia tidak memiliki sifat-sifat semen sehingga nilai densitynya masih di bawah abu batu.

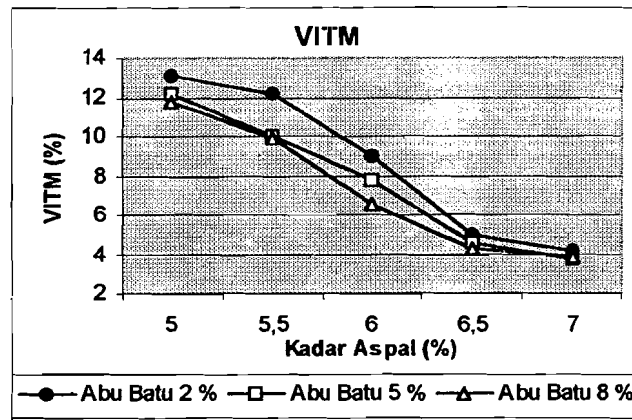
7.1.4. Pengaruh terhadap VITM

Volume rongga di dalam campuran (VITM), biasanya dinyatakan dalam persen rongga dalam campuran total. Nilai VITM berpengaruh terhadap kekedapan campuran. Apabila nilai VITM besar berarti banyak rongga yang terjadi di dalam campuran tersebut sehingga campuran kurang kedap terhadap udara dan air, akibatnya aspal akan mudah teroksidasi sehingga menimbulkan kerusakan. Selain itu nilai VITM juga menunjukkan nilai kekakuan campuran. Campuran yang memiliki nilai VITM kecil menunjukkan campuran dengan kekakuan yang tinggi.

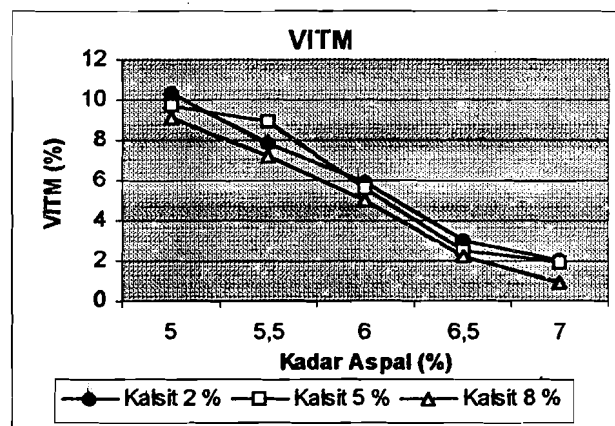
Nilai VITM campuran pada penelitian ini ditunjukkan oleh tabel 7.4. di bawah ini:

Tabel 7.4. Nilai VITM Hasil Uji Marshall

Persen Aspal	Persentase kandungan <i>filler</i> abu batu			Persentase Kandungan <i>filler</i> batu lintang (kalsit)		
	2%	5%	8%	2%	5%	8%
5%	13.03	12.12	11.76	10.34	9.75	9.126
5,5%	12.12	9.955	9.885	7.767	8.875	7.183
6%	9.004	7.759	6.472	5.862	5.617	5.014
6,5%	4.986	4.543	4.219	2.972	2.457	2.152
7%	4.118	3.726	3.837	2.007	1.924	0.868



Gambar 7.7. VITM Abu Batu



Gambar 7.8. VITM Kalsit

Dengan adanya variasi kadar *filler*, menghasilkan nilai VITM yang berlawanan dengan nilai density seperti terlihat pada gambar 7.7 dan 7.8. Pada kadar *filler* yang semakin meningkat maka nilai VITM akan menjadi semakin kecil. Hal ini dikarenakan *filler* mampu mengisi lebih banyak rongga-rongga yang terjadi.

Batu lintang (kalsit) mempunyai nilai VITM yang lebih rendah dibandingkan abu batu karena batu lintang (kalsit) mempunyai kemampuan mengisi rongga-rongga di dalam campuran yang lebih baik. Persen rongga yang disyaratkan adalah 3-5%. Lapis keras yang memiliki nilai VITM kurang dari 3% akan mudah mengalami

bleeding, ini terjadi pada temperatur perkerasan yang tinggi. Sebaliknya bila nilai VITM lebih besar dari 5% akan mengurangi sifat keawetan, karena rongga yang terjadi lebih besar maka lapis keras menjadi kurang rapat/kedap terhadap air ataupun udara.

7.1.5 Pengaruh terhadap VFWA

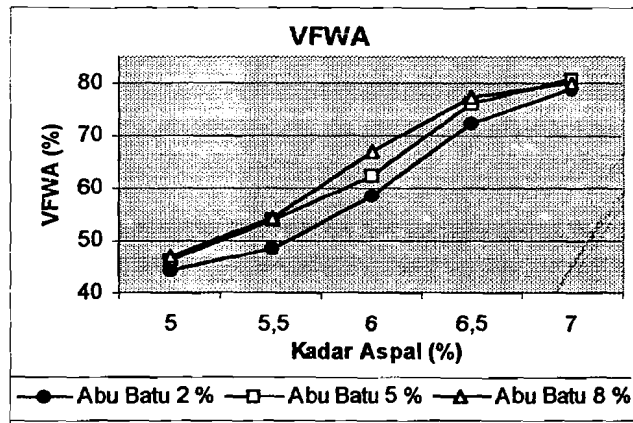
Nilai VFWA menunjukkan besarnya rongga yang dapat terisi oleh aspal. Besarnya nilai VFWA berpengaruh terhadap keawetan suatu perkerasan. Apabila VFWA besar berarti banyak rongga yang terisi aspal sehingga kedapatan campuran terhadap udara dan air menjadi lebih besar. Akan tetapi nilai VFWA yang terlalu besar dapat menyebabkan *bleeding*, yang disebabkan oleh rongga yang terisi terlalu kecil sehingga bila perkerasan menerima beban maka sebagian aspal akan mencari tempat kosong (rongga). Sebaliknya bila nilai VFWA terlalu kecil berarti rongga yang ada cukup besar. Kedapatan campuran perkerasan akan semakin kecil, karena air dan udara akan mengoksidasi aspal dalam campuran sehingga keawetan campuran berkurang.

Nilai VFWA yang didapatkan dari penelitian ini ditunjukkan oleh tabel 7.5.

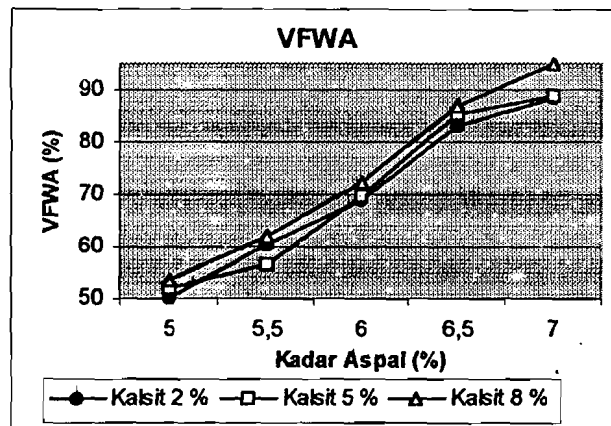
di bawah ini

Tabel 7.5. Nilai VFWA Hasil Uji Marshall

Persen Aspal	Persentase kandungan <i>filler</i> abu batu			Persentase Kandungan <i>filler</i> batu lintang (kalsit)		
	2%	5%	8%	2%	5%	8%
5%	44.108	45.967	47.038	50.164	51.852	53.603
5,5%	48.362	53.888	54.088	60.257	56.548	62.087
6%	58.565	62.462	66.955	68.796	69.762	72.232
6,5%	74.192	75.969	77.37	82.996	85.464	87.087
7%	78.949	80.647	80.158	88.574	88.992	94.866



Gambar 7.9. VFWA Abu Batu



Gambar 7.10. VFWA Kalsit

Dari tabel 7.5, gambar 7.9 dan 7.10 terlihat bahwa variasi kadar *filler* berpengaruh terhadap nilai VFWA. Pada kadar *filler* yang semakin tinggi terlihat bahwa nilai VFWA akan naik karena butir pengisi yang terselimuti aspal mengisi rongga yang ada lebih banyak. Dengan banyaknya butir pengisi ini menyebabkan persentase rongga yang terisi aspal akan semakin meningkat. Kecenderungan meningkatnya nilai VFWA seiring dengan naiknya kadar *filler*, baik untuk jenis *filler* batu lintang (kalsit) maupun abu batu. Dalam penelitian ini nilai VFWA campuran

yang menggunakan batu lintang (kalsit) lebih tinggi dari campuran yang menggunakan abu batu sebagai *filler*.

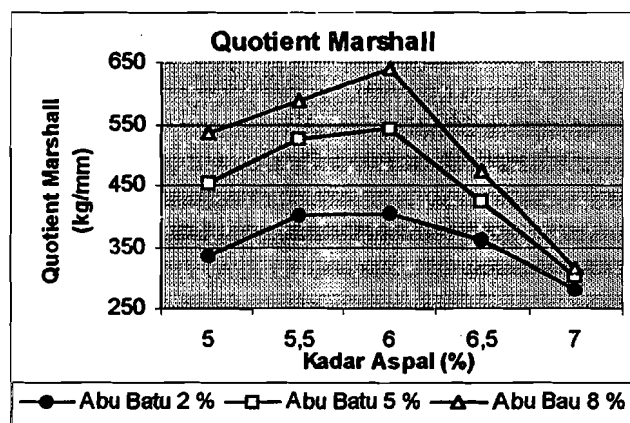
7.1.6 Pengaruh terhadap nilai QM (*Quotient Marshall*)

Nilai QM merupakan pendekatan terhadap tingkat kekakuan dan fleksibilitas dari suatu campuran. Apabila campuran memiliki nilai QM yang tinggi berarti campuran tersebut kaku dan fleksibilitasnya rendah. Sebaliknya bila nilai QM kecil, maka campuran akan fleksibel dan campuran menjadi plastis sehingga akan mengalami deformasi yang cukup besar pada waktu menerima beban.

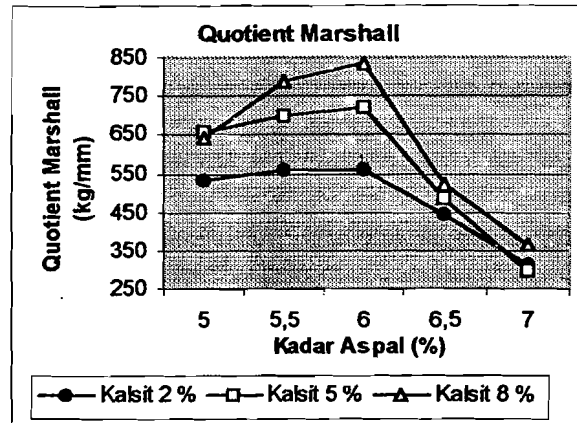
Nilai QM campuran pada penelitian ini ditunjukkan oleh tabel 7.6 sebagai berikut :

Tabel 7.6. Nilai *Quotient Marshall* Hasil Uji *Marshall*

Persen Aspal	Persentase kandungan <i>filler</i> abu batu			Persentase Kandungan <i>filler</i> batu lintang (kalsit)		
	2%	5%	8%	2%	5%	8%
5%	333.7	453.83	535.61	531.06	656.37	640.67
5,5%	400.16	524.53	588.59	555.8	700.34	789.14
6%	403.53	541.51	640.49	556.63	717.79	834.01
6,5%	360.16	422.88	474.42	445.3	486.5	522.09
7%	280.07	302.36	315.08	310.87	298.41	364.03



Gambar 7.11. *QM* Abu Batu



Gambar 7.12. QM Kalsit

Besarnya nilai QM sehubungan dengan perubahan kadar *filler* terlihat pada gambar 7.11 dan 7.12. Kecenderungan dari nilai QM hasil penelitian ini adalah semakin meningkatnya nilai QM. Hal ini disebabkan karena dengan semakin tingginya kadar *filler*, maka nilai stabilitasnya menjadi naik dan nilai *flow*-nya turun. Kondisi ini berlaku untuk semua jenis *filler* baik abu batu maupun batu lintang (kalsit).

7.1.7. Perhitungan kadar aspal optimum

Pada penelitian ini persyaratan yang digunakan untuk mendapatkan aspal optimum hanya meliputi nilai stabilitas, *flow*, VITM dan VFWA saja, hal ini berdasarkan atas Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) No.13/PT/B/1983 Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, 1983. Contoh perhitungan penentuan kadar aspal optimum adalah sebagai berikut ini.

Kadar aspal optimum untuk *filler* abu batu 2 %

Tabel 7.7. Penentuan aspal optimum dengan jenis *filler* abu batu kadar 2 %

Spesifikasi	Kadar aspal				
	5	5,5	6	6,5	7
VITM					
STABILITY					
FLOW					
VFWA					
Kadar aspal optimum $= \left(\frac{6,5+7}{2} \right) = 6,75\%$					6,75

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP, UII

Perhitungan nilai VITM untuk *filler* 2% abu batu dengan kadar aspal 5 % menggunakan rumus (7.1) – (7.4) di bawah ini.

$$k = (100 - i - j) \dots\dots\dots(7.1)$$

$$i = \frac{b \times g}{B_j.aspal} \dots\dots\dots(7.2)$$

$$j = \frac{(100 - b)g}{B_j.agregat} \dots\dots\dots(7.3)$$

$$g = \frac{c}{f} \dots\dots\dots(7.4)$$

Untuk nilai $g = 2,2351 \text{ gr/cc}$, $i = 10,28 \%$, $j = 76,68 \%$, $b = 5\%$ (lihat tabel perhitungan Marshall lampiran 29), maka nilai $k = (100 - 10,28 - 76,68) = 13,3 \%$.

Berdasarkan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) No.13/PT/B/1983 nilai VITM yang disyaratkan adalah 3 – 5 % maka nilai VITM untuk *filler* 2% abu batu dengan kadar aspal 5 % tidak memenuhi syarat.

Perhitungan nilai VFWA untuk *filler* 2% abu batu dengan kadar aspal 5 % menggunakan rumus (7.5) - (7.8) dibawah ini.

$$m = \left(100 \times \frac{i}{l} \right) \dots \dots \dots (7.5)$$

$$i = \frac{b \times g}{Bj.aspal} \dots \dots \dots (7.6)$$

$$l = (100 - j) \dots \dots \dots (7.7)$$

$$j = \frac{(100 - b)g}{Bj.agregat} \dots \dots \dots (7.8)$$

Untuk nilai $i = 10,28 \%$, $j = 76,68 \%$, $l = 23,32 \%$, $b = 5\%$ (lihat tabel perhitungan

Marshall lampiran 29), maka nilai $m = \left(100 \times \frac{10,28}{23,32} \right) = 44,108 \%$.

Berdasarkan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) No.13/PT/B/1983 nilai VFWA yang disyaratkan adalah 75 – 82 % maka nilai Untuk nilai $g = 2,2351 \text{ gr/cc}$, $i = 10,28 \%$, $j = 76,68 \%$, $b = 5\%$ (lihat tabel perhitungan Marshall lampiran 29), maka nilai $k = (100 - 10,28 - 76,68) = 13,3 \%$.

Perhitungan nilai stabilitas untuk *filler* 2% abu batu dengan kadar aspal 5 % adalah sebagai berikut :

$$q = p \times \text{koreksi tebal sampel}$$

$$p = o \times \text{kalibrasi proving ring (3.427 kg/Division)}$$

$$o = \text{pembacaan arloji stabilitas}$$

Untuk nilai :

$$o_1 = 488$$

$$p_1 = 488 \times 3,427 = 1672,38 \text{ kg/Division}$$

$$q_1 = 1672,38 \times 0,95 = 1588,76 \text{ kg}$$

$$o_2 = 369$$

$$p_2 = 369 \times 3,427 = 1264,56 \text{ kg/Division}$$

$$q_2 = 1264,56 \times 0,93 = 1176,04 \text{ kg}$$

$$o_3 = 272$$

$$p_3 = 272 \times 3,427 = 932,144 \text{ kg/Division}$$

$$q_3 = 932,144 \times 0,91 = 848,251 \text{ kg (lihat tabel perhitungan Marshall lampiran 29)}$$

Maka nilai $p_{rata-rata} = (p_1 + p_2 + p_3) / 3 = 1289,69 \text{ kg/Division}$ dan nilai $q_{rata-rata} = (q_1 + q_2 + q_3) / 3 = 1204,35 \text{ kg}$

Berdasarkan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) No.13/PT/B/1983 nilai stabilitas yang disyaratkan adalah minimum 750 kg maka nilai stabilitas untuk *filler* 2% abu batu dengan kadar aspal 5 % memenuhi syarat.

Perhitungan nilai *flow* untuk *filler* 2% abu batu dengan kadar aspal 5 % adalah sebagai berikut :

Nilai *flow* dapat langsung dilihat pada tabel perhitungan Marshall lampiran 29 yaitu sebesar = 3,63 mm.

Berdasarkan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) No.13/PT/B/1983 nilai *flow* yang disyaratkan adalah 2 – 4 mm maka nilai *flow* untuk *filler* 2% abu batu dengan kadar aspal 5 % memenuhi syarat.

Setelah semuanya di dapat kemudian hasilnya diplotkan dalam tabel dengan cara diberi garis seperti pada tabel 7.7 sesuai dengan persyaratan. Untuk nilai stabilitas dan *flow* masuk dalam spesifikasi Bina marga sedangkan nilai VITM hanya pada kadar aspal 6,5 % - 7 % yang sesuai dengan spesifikasi Bina Marga. Sehingga kadar aspal optimum didapat dengan cara menarik garis tengah antara nilai VITM

yang masuk pada kadar aspal 6,5 % dan nilai VITM yang masuk pada kadar aspal 7 % maka didapat kadar aspal optimum sebesar 6,75 %.

Untuk selanjutnya perhitungan kadar aspal optimum untuk jenis *filler* abu batu kadar 5 %, 8 %, dan jenis *filler* batu lintang (kalsit) kadar 2 %, 5 % dan 8 % sama seperti perhitungan kadar aspal optimum untuk jenis *filler* abu batu kadar 2 % di atas. Sehingga didapat hasil kadar aspal optimum lainnya adalah :

- a. Abu batu 5 % = 6,7 %
- b. Abu batu 8 % = 6,675 %
- c. Kalsit 2 % = 6,325 %
- d. Kalsit 5 % = 6,25 %
- e. Kalsit 8 % = 6,175 %

7.1.8. Hasil perhitungan *Marshall Test* dan *Immersion Test* dengan kadar aspal optimum

Tabel 7.8. Hasil perhitungan *Marshall Test* dengan kadar aspal optimum

Hasil Uji Marshall	Abu Batu			Kalsit		
	2 % <i>filler</i> 6,75 % aspal	5 % <i>filler</i> 6,7 % aspal	8 % <i>filler</i> 6,675 % aspal	2 % <i>filler</i> 6,325 % aspal	5 % <i>filler</i> 6,25 % aspal	8 % <i>filler</i> 6,175 % aspal
Stabilitas	1398,46	4101,87	1500,12	1163,4	1367,49	1463,79
Flow	3,83	3,6	3,47	3,77	3,53	3,4
VITM	3,943	3,669	3,341	2,772	2,541	2,355
QM	366,65	388,99	432,32	309,73	388,88	436,15

Tabel 7.9. Hasil perhitungan *Immersion Test* dengan kadar aspal optimum

Hasil Uji Marshall	Abu Batu			Kalsit		
	2 % filler 6,75 % aspal	5 % filler 6,7 % aspal	8 % filler 6,675 % aspal	2 % filler 6,325 % aspal	5 % filler 6,25 % aspal	8 % filler 6,175 % aspal
Stabilitas	1406,16	1454,24	1516,63	1204,42	1397,59	1495,6
Flow	3,6	3,4	3,3	3,63	3,4	3
VITM	2,258	2,853	2,983	2,757	2,5576	2,261
QM	397,16	433,86	465,39	333,41	412,82	500,72

Dari hasil *Immersion Test* menunjukkan bahwa terdapat kenaikan nilai stabilitas untuk campuran Laston yang menggunakan *filler* Kalsit pada perendaman 24 jam. Hal ini dikarenakan sifat Kalsit yang menyerupai semen dapat bereaksi dengan air sehingga menambah ikatan dalam campuran yang berdampak pada peningkatan nilai stabilitas campuran tersebut. Hal tersebut terjadi karena pada saat pencampuran antara aspal, agregat dan *filler*, aspal tidak dapat menyelimuti permukaan *filler* dengan baik sehingga terjadi ruang dimana permukaan *filler* tidak terselimuti aspal yang menyebabkan Kalsit sebagai *filler* dapat bereaksi dengan air yang berdampak peningkatan nilai stabilitas. Sedangkan pada campuran Laston yang menggunakan *filler* abu batu juga menunjukkan kenaikan nilai stabilitas pada uji perendaman 24 jam. Hal ini dikarenakan adanya perlakuan yang berbeda pada uji perendaman 30 menit dan 24 jam. Pada uji perendaman 24 jam berat sampel kering benda uji lebih berat dari benda uji pada perendaman 30 menit. Hal ini menyebabkan *density* benda uji pada perendaman 24 jam lebih besar dari benda uji pada perendaman 30 menit. Sehingga rongga dalam campuran lebih kecil, hal ini menyebabkan stabilitas benda uji perendaman 24 jam lebih tinggi dibanding benda uji perendaman 30 menit. Penelitian ini mempunyai perbedaan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh saudara Mushibin dan Tony Prasetyo W (1994)

dengan judul "Pengaruh Penggunaan Semen Portland dan Debu Batu Sebagai *Filler* Terhadap Perilaku Campuran SMA Dengan Gradasi Ideal" dimana stabilitas benda uji perendaman 24 jam lebih rendah. Hal ini dikarenakan tidak adanya perbedaan yang signifikan pada berat kering, *density*, dan VITM pada kedua benda uji.

Berdasarkan tabel 7.8 dan 7.9 di atas menunjukkan hasil uji perendaman *Marshall Test* yaitu selama 30 menit (S_1) dan *Immersion Test* yaitu selama 24 jam (S_2) didapat nilai stabilitas yang mengalami kenaikan. Uji *Immersion* ini mengacu pada AASHTO T.165-74 atau ASTM D.1075-54 (1969).

Contoh hasil perhitungan indeks tahanan campuran sebagai berikut ini.

Indeks tahanan campuran dari kadar aspal 6,675 % dengan *filler* abu batu 8 % menggunakan rumus (7.16) di bawah ini.

$$\begin{aligned} \text{Index of retained strength} &= \frac{S_2}{S_1} \times 100\% \dots\dots\dots(7.16) \\ &= \frac{1516,63}{1500,12} \times 100\% = 101,1\% > 75\% \end{aligned}$$

Indeks tahanan campuran dari kadar aspal 6,175 % dengan *filler* kalsit 8 %

$$\begin{aligned} \text{Index of retained strength} &= \frac{S_2}{S_1} \times 100\% \\ &= \frac{1495,6}{1463,79} \times 100\% = 102,17\% > 75\% \end{aligned}$$

Berdasarkan indeks tahanan kekuatan dari kedua campuran tersebut, menunjukkan bahwa campuran dengan *filler* kalsit memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap kerusakan oleh pengaruh air, suhu dan cuaca, dibandingkan campuran dengan *filler* abu batu. Nilai indeks tahanan kekuatan untuk kedua macam campuran semuanya memenuhi persyaratan Bina Marga, yaitu $> 75\%$.

BAB VIII

KESIMPULAN DAN SARAN

8.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil penelitian dan perhitungan dari karakteristik campuran Laston dengan menggunakan *filler* abu batu dan batu lintang (kalsit) maka didapat kesimpulan adalah sebagai berikut ini.

1. Campuran yang menggunakan *filler* batu lintang (kalsit) mempunyai nilai stabilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* abu batu. Dari penelitian ini untuk nilai stabilitas kedua macam campuran memenuhi spesifikasi Bina Marga, yaitu > 750 kg.
2. Nilai *flow* dari campuran dengan *filler* batu lintang (kalsit) mempunyai nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan campuran dengan *filler* abu batu. Hal tersebut menunjukkan bahwa tingkat kelelahan dari campuran dengan *filler* batu lintang (kalsit) lebih tinggi dibandingkan dengan campuran dengan *filler* abu batu. Nilai *flow* untuk campuran dengan *filler* batu lintang (kalsit) memenuhi spesifikasi Bina Marga adalah pada kadar aspal 5 – 6,75 %. Sedangkan untuk campuran dengan *filler* abu batu semua kadar aspalnya memenuhi spesifikasi Bina Marga yang disyaratkan (2 – 4 mm).
3. Nilai VITM dari campuran dengan *filler* batu lintang (kalsit) memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan campuran dengan *filler* abu batu. Pada campuran

dengan kadar *filler* batu lintang (kalsit) 2 %, 5 % dan 8 % nilai VITM yang memenuhi spesifikasi Bina marga (3 – 5%) hanya pada kadar aspal 6,15 – 6,5 %, 6,1 – 6,4 % dan 6 – 6,35 %. Sedangkan pada campuran dengan kadar *filler* abu batu 2 %, 5 % dan 8 % nilai VITM yang memenuhi persyaratan hanya pada kadar 6,5 – 7 %, 6,4 – 7 % dan 6,35 – 7 %.

4. Nilai VFWA pada campuran dengan *filler* Batu lintang (kalsit) mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan campuran dengan *filler* abu batu.
5. Nilai *density* pada campuran dengan *filler* Batu lintang (kalsit) mempunyai nilai yang lebih besar dibandingkan campuran dengan *filler* abu batu.
6. Nilai *Quotient Marshall* pada campuran dengan *filler* batu lintang (kalsit) mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan campuran dengan *filler* abu batu. Hal ini terjadi disebabkan oleh nilai stabilitas yang tinggi dan nilai *flow* yang rendah dari campuran dengan *filler* batu lintang (kalsit). Nilai *Quotient Marshall* untuk kedua macam campuran semuanya melebihi spesifikasi dari Bina Marga, yaitu 200 – 350 kg/mm.
7. Kadar aspal optimum untuk campuran dengan kadar *filler* batu lintang (kalsit) 2%, 5% dan 8% sebesar 6,325 %, 6,25 % dan 6,125 %. Sedangkan kadar aspal optimum untuk campuran dengan kadar *filler* abu batu 2 %, 5 % dan 8 % sebesar 6,75 %, 6,7 % dan 6,675 %.
8. Campuran dengan *filler* batu lintang (kalsit) memiliki ketahanan dan kerusakan oleh pengaruh air, suhu dan cuaca dibandingkan campuran dengan *filler* abu batu. Nilai indeks tahanan kekuatan untuk kedua macam campuran semuanya memenuhi persyaratan Bina Marga, yaitu ≥ 75 %.

9. Batu Lintang (kalsit) dapat digunakan sebagai *filler* pada campuran beton aspal karena terbukti dapat memenuhi spesifikasi karakteristik dari Bina Marga, dengan demikian hipotesis untuk persyaratan karakteristik dapat diterima.
10. Kualitas campuran dengan batu lintang (kalsit) sebagai *filler* lebih baik campuran yang menggunakan abu batu sebagai *filler*. Untuk itu hipotesa untuk kualitas campuran bisa diterima.

8.2. Saran

1. Perlu dilakukan pengujian dengan menggunakan bahan yang sama pada campuran yang lainnya, misalnya jenis campuran HRS, SMA, dan lain sebagainya agar didapatkan suatu campuran yang lebih ekonomis.
2. Perlu diadakannya komparasi antara penggunaan batu lintang (kalsit) dan semen sebagai *filler* untuk campuran aspal beton (Laston).
3. Perlu dilakukan komparasi antara penggunaan batu lintang (kalsit) dan batu kapur sebagai *filler* untuk campuran aspal beton (Laston).
4. Pada peneliti selanjutnya diharapkan kontrol yang lebih tepat untuk berat benda uji, pelaksanaan pembuatan benda uji, sehingga didapatkan hasil yang akurat terutama berguna pada *Marshall Test* dan *Immersion Test*.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 1983, *Principles of Contraction of Hot – Mix Asphalt Pavement, The Asphalt Institute, Manual Series No. 22 (MS-22), Asphalt Institute Building College, Maryland, USA.*

Anonim, 1974, *American Association Of State Highway And Transportation Officials, Part II Tests, Standart Spesifications for Transportation Materials and Methods Sampling And Testing, The American Association Of State Highway And Transportation Officials 341 National Press Building, Washington DC, USA.*

Budy Kusnadi dan Aji Setiawan, 1995, *Penelitian Laboratorium Pengaruh Penggunaan Limbah Karbid Sebagai Filler Terhadap Perilaku Campuran Beton Aspal, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.*

Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, 1983, *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) No. 13/PT/B/1983, Badan Penerbit PU Jakarta*

Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, CQCMU, Agustus 1988, *Manual Supervisi Lapangan Untuk Staf Pengendalian.*

- Direktorat Jenderal Pertambangan Umum Pusat Pengembangan Mineral, 1992
Direktori Produsen Bahan Galian Industri di Indonesia.
- Ervin L. Dukatz and David A. Anderson, 1980, *The Effect of Various Filler on The Mechanical Behaviour of Asphalt and Asphaltic Concrete, Volume 49, USA.*
- Heru Saptoadji dan Rachmat Ari Mulyo W, 2001, Perbandingan Pengaruh Penggunaan Semen Portland dan Limbah Industri Marmer Sebagai *Filler* Terhadap Perilaku SMA, Tugas akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Ilan Ishai, Joseph Craus, and Arie Sides, 1980, *A Model for Relating Filler Properties to Optimal Behaviour of Bituminous Mixtures, Proceedings Mechanical Behaviour of Asphalt and Asphaltic Concrete, Volume 49, USA.*
- Kerbs RD and Walker RD, 1971, *Highway Materials, McGraw Hill Book Company, Virginia Polytechnic Institute and State University, USA.*
- Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil FTSP UII, 1994, *Panduan Praktikum Jalan Raya, Yogyakarta.*
- M. Burhanudin dan Enur Mutakin, 1997, Pengaruh Penggunaan Semen Portland dan Batu Andesit Sebagai *Filler* Terhadap Perilaku Campuran *Split Mastic Asphalt*, Tugas akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Murdagama dan Paryoko Agung N, 2000, Penelitian Laboratorium Campuran Aspal Beton Bahan Ikat Asbuton B-20 dan AC 80/100 Dengan Bahan Tambah PC

Sebagai *Filler* Menggunakan Uji Marshall, Tugas akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Mushibin dan Tony Prasetyo W, 1994, Pengaruh Penggunaan Semen Portland dan Debu Batu Sebagai Filler Terhadap Perilaku Campuran Split Mastic Asphalt Dengan Gradasi Ideal, Tugas akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Silvia Sukirman, 1999, Pekerjaan Lentur Jalan Raya, Penerbit Nova, Bandung.

Sukandar Rumidi, 1999, Bahan Galian Industri, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

Suprpto Totomihardjo, 1994, Bahan dan Struktur Jalan Raya.

Supriatna Suhala dan M. Arifin, 1997, Bahan Galian Industri, Pusat Penelitian dan Teknologi Mineral.

LAMPIRAN



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Contoh dari : Clereng Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Rizki Caushar

Jenis contoh : Agregat kasar

M. Rachmadinawan

Diuji tanggal : 3 Desember 2001

Diperiksa oleh : Sukamto

Untuk proyek : Tugas Akhir

Keterangan	Benda Uji	
	I	II
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh / SSD (BJ)	1506 gram	
Berat benda uji dalam air (BA)	937 gram	
Berat sampel kering oven (BK)	1487 gram	
$Berat\ jenis(Bulk) = \frac{BK}{(BJ - BA)}$	2.613	
$Berat\ jenis\ SSD = \frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2.647	
$Berat\ jenis\ semu = \frac{BK}{(BK - BA)}$	2.704	
$Penyerapan = \frac{(BJ - BK)}{BK} \times 100\%$	1.278 %	

Yogyakarta, 1 Maret 2002
 & Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Contoh dari : Clereng Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Rizki Caushar

Jenis contoh : Agregat halus

M. Rachmadinawan

Diuji tanggal : 3 Desember 2001

Diperiksa oleh : Sukamto

Untuk proyek : Tugas Akhir

Keterangan	Benda Uji	
	I	II
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh / SSD	500 gram	
Berat vicnometer + Air (B)	646 gram	
Berat vicnometer + Air + Benda uji (BT)	971 gram	
Berat sampel kering oven (BK)	491.5 gram	
$Berat\ jenis = \frac{BK}{(B+500-BT)}$	2.809	
$Berat\ jenis\ SSD = \frac{500}{(B+500-BT)}$	2.857	
$Berat\ jenis\ semu = \frac{BK}{(B+BK-BT)}$	2.952	
$Penyerapan = \frac{(500-BK)}{BK} \times 100\%$	1.729 %	

Yogyakarta, 1 Maret 2002
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPAL

Contoh dari : Clereng Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Rizki Caushar

Jenis contoh : Batu Pecah

M. Rachmadinawan

Diuji tanggal : 3 Desember 2001

Diperiksa oleh : Sukamto

Untuk proyek : Tugas Akhir

Pemanasan Sampel	Pembacaan Suhu	Pembacaan Waktu
Mulai pemanasan	26 °C	11.15 WIB
Selesai Pemanasan	150 °C	11.20 WIB
Didiamkan pada suhu ruang		
Mulai	150 °C	11.20 WIB
Selesai	26 °C	10.00 WIB
Diperiksa		
Mulai	26 °C	10.10 WIB
Selesai	26 °C	10.15 WIB

HASIL PENGAMATAN

Benda Uji	Prosen yang diselimuti oleh aspal
I	99 %
II	99 %
Rata - rata	99 %

Yogyakarta, 1 Maret 2002
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)
AASHTO T 96-97

Contoh dari : Clereng Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Rizki Caushar

Jenis contoh : Batu Pecah

M. Rachmadinawan

Diuji tanggal : 1 Desember 2001

Diperiksa oleh : Sukamto

Untuk proyek : Tugas Akhir

Jenis Gradasi		Benda Uji	
Saringan			
Lolos	Tertahan	I	II
72,2 mm (3,0")	63,5 mm (2,5")		
63,5 mm (2,5")	50,8 mm (2,0")		
50,8 mm (2,0")	37,5 mm (1,5")		
37,5 mm (1,5")	25,4 mm (1,0")		
25,4 mm (1,0")	19,0 mm (¾")		
19,0 mm (¾")	12,5 mm (0,5")	2500 gram	
12,5 mm (0,5")	9,5 mm (3/8")	2500 gram	
9,5 mm (3/8")	6,3 mm (¼")		
6,3 mm (¼")	4,75 mm (# 4)		
4,75 mm (# 4)	2,36 mm (# 8)		
Jumlah benda uji (A)		5000 gram	
Jumlah tertahan di sieve (B)		3611.5 gram	
$Keausan = \frac{(A-B)}{A} \times 100\%$		27,77 %	

Yogyakarta, 1 Maret 2002
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

SAND EQUIVALENT DATA
AASHTO T 176-73

Contoh dari : Clereng Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Rizki Caushar

Jenis contoh : Batu Pecah

M. Rachmadinawan

Diuji tanggal : 1 Desember 2001

Diperiksa oleh : Sukamto

Untuk proyek : Tugas Akhir

Trial Number		Benda Uji I	Benda Uji II
Soaking (10,1 min)	Start	13.10 WIB	13.10 WIB
	Stop	13.20 WIB	13.21 WIB
Sedimentation time (20 min – 15 sec)	Start	13.20 WIB	13.21 WIB
	Stop	13.40 WIB	13.41 WIB
Clay reading		6.5"	6.1"
Sand reading		3.3"	3.4"
$SE = \frac{\text{Sand reading}}{\text{Clay reading}} \times 100\%$		50.77 %	55.74 %
Average sand equivalent		53.255 %	
Remark Kadar Lumpur = 100 % - 53.255 % = 46.745 %			

Yogyakarta, 1 Maret 2002

Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



**LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN BERAT JENIS *FILLER* ABU BATU

Contoh dari : Clereng Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Rizki Caushar

Jenis contoh : Filler

M. Rachmadinawan

Diuji tanggal : 4 Desember 2001

Diperiksa oleh : Sukanto

Untuk proyek : Tugas Akhir

No	Urutan Pemeriksaan	Berat
1	Berat vicnometer kosong	17,09 gram
2	Berat vicnometer + Aquadest	39,44 gram
3	Berat air (2 - 1)	22,35 gram
4	Berat vicnometer + Filler	24,56 gram
5	Berat filler (4 - 1)	7,47 gram
6	Berat vicnometer + Filler + Aquadest	44,32 gram
7	Berat airnya saja (6 - 4)	19,76 gram
8	Volume filler (3 - 7)	2,59 cc
9	Berat jenis filler : berat/volume (5/8)	2,884

Yogyakarta, 1 Maret 2002

Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN BERAT JENIS *FILLER* KALSIT

Contoh dari : Ponjong Gunung Kidul

Dikerjakan oleh : Rizki Caushar

Jenis contoh : Filler

M. Rachmadinawan

Diuji tanggal : 4 Desember 2001

Diperiksa oleh : Sukamto

Untuk proyek : Tugas Akhir

No	Urutan Pemeriksaan	Berat
1	Berat vicnometer kosong	17,49 gram
2	Berat vicnometer + Aquadest	40,15 gram
3	Berat air (2 - 1)	22,66 gram
4	Berat vicnometer + Filler	26,43 gram
5	Berat filler (4 - 1)	8,94 gram
6	Berat vicnometer + Filler + Aquadest	45,79 gram
7	Berat airnya saja (6 - 4)	19,36 gram
8	Volume filler (3 - 7)	3,3 cc
9	Berat jenis filler : berat/volume (5/8)	2,71

Yogyakarta, 1 Maret 2002
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



**LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR

Contoh dari : Lab Jalan Raya FTSP UII

Dikerjakan oleh : Rizki Caushar

Jenis contoh : AC 60-70

M. Rachmadinawan

Diuji tanggal : 4 Desember 2001


Diperiksa oleh : Sukanto

Untuk proyek : Tugas Akhir

Pemanasan Sampel	Pembacaan Suhu	Pembacaan Waktu
Mulai pemanasan	30 °C	9.30 WIB
Selesai Pemanasan	150 °C	9.40 WIB
Didiamkan pada suhu ruang		
Mulai	150 °C	9.40 WIB
Selesai	25 °C	12.00 WIB
Diperiksa		
Mulai	5 °C	12.00 WIB
Selesai	332 °C	13.15 WIB

HASIL PENGAMATAN

Cawan	Titik Nyala	Titik Bakar
I	327 °C	332 °C
II		
Rata – rata		

Yogyakarta, 1 Maret 2002
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Jenis Agregat : CA, FA dan FF

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
25,4	1"	0	0	0	100	100	100
19,0	¾"	114	114	10	90	80	100
9,50	3/8"	228	342	30	70	60	80
4,75	# 4	165,3	507,3	44,5	56,5	48	65
2,36	# 8	159,6	666,9	58,5	42,5	35	50
0,60	# 30	205,2	827,1	76,5	24,5	19	30
0,30	# 50	62,7	934,8	82	18	13	23
0,15	# 100	79,8	1014,6	89	11	7	15
0,075	# 200	102,6	1117,2	98	2	1	8
	PAN	55,20	1140	100	0		

Keterangan : Kadar aspal 5,0 %
 Kadar filler 2 %

Tanggal : 29 November 2001

Diperiksa oleh : Rizki Caushar

M. Rachmadinawan

Yogyakarta, 1 Maret 2002
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



**LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
Jenis Agregat : CA, FA dan FF

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
25,4	1"	0	0	0	100	100	100
19,0	¾"	114	114	10	90	80	100
9,50	3/8"	228	342	30	70	60	80
4,75	# 4	165,3	507,3	44,5	56,5	48	65
2,36	# 8	159,6	666,9	58,5	42,5	35	50
0,60	# 30	205,2	827,1	76,5	24,5	19	30
0,30	# 50	62,7	934,8	82	18	13	23
0,15	# 100	79,8	1014,6	89	11	7	15
0,075	# 200	68,4	1083	95	5	1	8
	PAN	57	1140	100	0		

Keterangan : Kadar aspal 5 %
Kadar filler 5 %
Tanggal : 29 November 2001
Diperiksa oleh : Rizki Caushar
M. Rachmadinawan

Yogyakarta, 1 Maret 2002
Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo
 Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
25,4	1"	0	0	0	100	100	100
19,0	¾"	114	114	10	90	80	100
9,50	3/8"	228	342	30	70	60	80
4,75	# 4	165,3	507,3	44,5	56,5	48	65
2,36	# 8	159,6	666,9	58,5	42,5	35	50
0,60	# 30	205,2	827,1	76,5	24,5	19	30
0,30	# 50	62,7	934,8	82	18	13	23
0,15	# 100	79,8	1014,6	89	11	7	15
0,075	# 200	34,2	1048,8	92	8	1	8
	PAN	91,20	1140	100	0		

Keterangan : Kadar aspal 5,0 %

Kadar filler 8 %

Tanggal : 29 November 2001

Diperiksa oleh : Rizki Caushar

M. Rachmadinawan

Yogyakarta, 1 Maret 2002

Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo
 Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
Mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
25,4	1"	0	0	0	100	100	100
19,0	¾"	113,4	113,4	10	90	80	100
9,50	3/8"	226,8	340,2	30	70	60	80
4,75	# 4	164,4	504,6	44,5	56,5	48	65
2,36	# 8	158,8	663,4	58,5	42,5	35	50
0,60	# 30	204,1	867,5	76,5	24,5	19	30
0,30	# 50	62,4	929,9	82	18	13	23
0,15	# 100	79,4	1009,3	89	11	7	15
0,075	# 200	102	1111,3	98	2	1	8
	PAN	22,7	1134	100	0		

Keterangan : Kadar aspal 5,5 %
 Kadar filler 2 %
 Tanggal : 29 November 2001
 Diperiksa oleh : Rizki Caushar
 M. Rachmadinawan

Yogyakarta, 1 Maret 2002
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Jenis Agregat : CA, FA dan FF

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
25,4	1"	0	0	0	100	100	100
19,0	¾"	113,4	113,4	10	90	80	100
9,50	3/8"	226,8	340,2	30	70	60	80
4,75	# 4	164,4	504,6	44,5	56,5	48	65
2,36	# 8	158,8	663,4	58,5	42,5	35	50
0,60	# 30	204,1	867,5	76,5	24,5	19	30
0,30	# 50	62,4	929,9	82	18	13	23
0,15	# 100	79,4	1009,3	89	11	7	15
0,075	# 200	68	1077,3	95	5	1	8
	PAN	56,7	1134	100	0		

Keterangan : Kadar aspal 5,5 %

Kadar filler 5 %

Tanggal : 29 November 2001

Diperiksa oleh : Rizki Caushar

M. Rachmadinawan

Yogyakarta, 1 Maret 2002

Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



**LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
Jenis Agregat : CA, FA dan FF

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
25,4	1"	0	0	0	100	100	100
19,0	¾"	113,4	113,4	10	90	80	100
9,50	3/8"	226,8	340,2	30	70	60	80
4,75	# 4	164,4	504,6	44,5	56,5	48	65
2,36	# 8	158,8	663,4	58,5	42,5	35	50
0,60	# 30	204,1	867,5	76,5	24,5	19	30
0,30	# 50	62,4	929,9	82	18	13	23
0,15	# 100	79,4	1009,3	89	11	7	15
0,075	# 200	34	1043,3	92	8	1	8
	PAN	90,7	1134	100	0		

Keterangan : Kadar aspal 5,5 %
Kadar filler 8 %
Tanggal : 29 November 2001
Diperiksa oleh : Rizki Caushar
M. Rachmadinawan

Yogyakarta, 1 Maret 2002
Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Jenis Agregat : CA, FA dan FF

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
25,4	1"	0	0	0	100	100	100
19,0	¾"	112,8	112,8	10	90	80	100
9,50	3/8"	225,6	338,4	30	70	60	80
4,75	# 4	163,6	502	44,5	56,5	48	65
2,36	# 8	157,9	659,9	58,5	42,5	35	50
0,60	# 30	203	862,9	76,5	24,5	19	30
0,30	# 50	62,1	925	82	18	13	23
0,15	# 100	78,9	1003,9	89	11	7	15
0,075	# 200	101,5	1105,4	98	2	1	8
	PAN	22,6	1128	100	0		

Keterangan : Kadar aspal 6,0 %

Kadar filler 2 %

Tanggal : 29 November 2001

Diperiksa oleh : Rizki Caushar

M. Rachmadinawan

Yogyakarta, 1 Maret 2002

Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Jenis Agregat : CA, FA dan FF

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
25,4	1"	0	0	0	100	100	100
19,0	¾"	112,8	112,8	10	90	80	100
9,50	3/8"	225,6	338,4	30	70	60	80
4,75	# 4	163,6	502	44,5	56,5	48	65
2,36	# 8	157,9	659,9	58,5	42,5	35	50
0,60	# 30	203	862,9	76,5	24,5	19	30
0,30	# 50	62,1	925	82	18	13	23
0,15	# 100	78,9	1003,9	89	11	7	15
0,075	# 200	67,7	1071,6	95	5	1	8
	PAN	56,4	1128	100	0		

Keterangan : Kadar aspal 6,0 %

Kadar filler 5 %

Tanggal : 29 November 2001

Diperiksa oleh : Rizki Caushar

M. Rachmadinawan

Yogyakarta, 1 Maret 2002

Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Jenis Agregat : CA, FA dan FF

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
25,4	1"	0	0	0	100	100	100
19,0	¾"	112,8	112,8	10	90	80	100
9,50	3/8"	225,6	338,4	30	70	60	80
4,75	# 4	163,6	502	44,5	56,5	48	65
2,36	# 8	157,9	659,9	58,5	42,5	35	50
0,60	# 30	203	862,9	76,5	24,5	19	30
0,30	# 50	62,1	925	82	18	13	23
0,15	# 100	78,9	1003,9	89	11	7	15
0,075	# 200	33,9	1037,8	92	8	1	8
	PAN	90,2	1128	100	0		

Keterangan : Kadar aspal 6,0 %
 Kadar filler 8 %

Tanggal : 29 November 2001

Diperiksa oleh : Rizki Caushar

M. Rachmadinawan

Yogyakarta, 1 Maret 2002
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo
 Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
25,4	1"	0	0	0	100	100	100
19,0	¾"	112,2	112,2	10	90	80	100
9,50	3/8"	224,4	336,6	30	70	60	80
4,75	# 4	162,7	499,3	44,5	56,5	48	65
2,36	# 8	157,1	656,4	58,5	42,5	35	50
0,60	# 30	201,9	858,3	76,5	24,5	19	30
0,30	# 50	61,7	920	82	18	13	23
0,15	# 100	78,6	998,6	89	11	7	15
0,075	# 200	101,4	1100	98	2	1	8
	PAN	22	1122	100	0		


Keterangan : Kadar aspal 6,5 %
 Kadar filler 2 %

Tanggal : 29 November 2001

Diperiksa oleh : Rizki Caushar

M. Rachmadinawan

Yogyakarta, 1 Maret 2002

 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



**LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
Jenis Agregat : CA, FA dan FF

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
25,4	1"	0	0	0	100	100	100
19,0	¾"	112,2	112,2	10	90	80	100
9,50	3/8"	224,4	336,6	30	70	60	80
4,75	# 4	162,7	499,3	44,5	56,5	48	65
2,36	# 8	157,1	656,4	58,5	42,5	35	50
0,60	# 30	201,9	858,3	76,5	24,5	19	30
0,30	# 50	61,7	920	82	18	13	23
0,15	# 100	78,6	998,6	89	11	7	15
0,075	# 200	67,3	1065,9	95	5	1	8
	PAN	56,1	1122	100	0		

Keterangan : Kadar aspal 6,5 %
Kadar filler 5 %
Tanggal : 29 November 2001
Diperiksa oleh : Rizki Caushar
M. Rachmadinawan

Yogyakarta, 1 Maret 2002
Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo
 Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
25,4	1"	0	0	0	100	100	100
19,0	¾"	112,2	112,2	10	90	80	100
9,50	3/8"	224,4	336,6	30	70	60	80
4,75	# 4	162,7	499,3	44,5	56,5	48	65
2,36	# 8	157,1	656,4	58,5	42,5	35	50
0,60	# 30	201,9	858,3	76,5	24,5	19	30
0,30	# 50	61,7	920	82	18	13	23
0,15	# 100	78,6	998,6	89	11	7	15
0,075	# 200	33,6	1032,2	92	8	1	8
	PAN	89,8	1122	100	0		

Keterangan : Kadar aspal 6,5 %

Kadar filler 8 %

Tanggal : 29 November 2001

Diperiksa oleh : Rizki Caushar

M. Rachmadinawan

Yogyakarta, 1 Maret 2002

Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo
 Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
25,4	1"	0	0	0	100	100	100
19,0	¾"	111,6	111,6	10	90	80	100
9,50	3/8"	223,2	334,8	30	70	60	80
4,75	# 4	161,8	496,6	44,5	56,5	48	65
2,36	# 8	156,3	652,9	58,5	42,5	35	50
0,60	# 30	200,8	853,7	76,5	24,5	19	30
0,30	# 50	61,4	915,1	82	18	13	23
0,15	# 100	78,1	993,2	89	11	7	15
0,075	# 200	100,5	1093,7	98	2	1	8
	PAN	22,3	1116	100	0		

Keterangan : Kadar aspal 7,0 %

Kadar filler 2 %

Tanggal : 29 November 2001

Diperiksa oleh : Rizki Caushar

M. Rachmadinawan

Yogyakarta, 1 Maret 2002

Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo
 Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
25,4	1"	0	0	0	100	100	100
19,0	¾"	111,6	111,6	10	90	80	100
9,50	3/8"	223,2	334,8	30	70	60	80
4,75	# 4	161,8	496,6	44,5	56,5	48	65
2,36	# 8	156,3	652,9	58,5	42,5	35	50
0,60	# 30	200,8	853,7	76,5	24,5	19	30
0,30	# 50	61,4	915,1	82	18	13	23
0,15	# 100	78,1	993,2	89	11	7	15
0,075	# 200	67	1060,2	95	5	1	8
	PAN	55,8	1116	100	0		

Keterangan : Kadar aspal 7,0 %
 Kadar filler 5 %
 Tanggal : 29 November 2001
 Diperiksa oleh : Rizki Caushar
 M. Rachmadinawan

Yogyakarta, 1 Maret 2002
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo
 Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
25,4	1"	0	0	0	100	100	100
19,0	¾"	111,6	111,6	10	90	80	100
9,50	3/8"	223,2	334,8	30	70	60	80
4,75	# 4	161,8	496,6	44,5	56,5	48	65
2,36	# 8	156,3	652,9	58,5	42,5	35	50
0,60	# 30	200,8	853,7	76,5	24,5	19	30
0,30	# 50	61,4	915,1	82	18	13	23
0,15	# 100	78,1	993,2	89	11	7	15
0,075	# 200	33,5	1026,7	97	8	1	8
	PAN	89,3	1116	100	0		

Keterangan : Kadar aspal 7,0 %
 Kadar filler 8 %
 Tanggal : 29 November 2001
 Diperiksa oleh : Rizki Caushar
 M. Rachmadinawan

Yogyakarta, 1 Maret 2002
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Lampiran 29

Pekerjaan/Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sampel : ---
 Jenis campuran : Laston kadar aspal 5 %
 Tanggal : 8 Desember 2001

Dikerjakan oleh : Rizki Caushar & M. Rachmadinawan
 Diperiksa oleh : Sukamto

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Sample	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	Angka Koreksi
1-AB 2%	64,53	5,26	5	1167	1179	660	519	2,2486	2,57	10,34	77,14	12,51	22,86	45,253	12,513	488	1672,38	1588,76	3,6	441,32	0,95
2-AB 2%	65,08	5,26	5	1159	1172	653	519	2,2331	2,57	10,27	76,62	13,11	23,38	43,927	13,112	369	1264,56	1176,04	4,4	267,28	0,93
3-AB 2%	65,83	5,26	5	1163	1178	655	523	2,2237	2,57	10,23	76,29	13,48	23,71	43,144	13,479	272	932,144	848,251	2,9	292,5	0,91
Rata-rata	65,15	5,26	5	1163	1176,33	656	520,3	2,2351	2,57	10,28	76,68	13,03	23,32	44,108	13,035	376,3	1289,69	1204,35	3,63	333,7	0,93
1-AB 5%	63,5	5,26	5	1168	1178	662	516	2,2636	2,57	10,41	77,66	11,93	22,34	46,606	11,929	421	1442,77	1442,77	2,9	497,51	1
2-AB 5%	64,62	5,26	5	1164	1177	661	516	2,2558	2,57	10,38	77,39	12,23	22,61	45,9	12,23	328	1124,06	1056,61	2,6	406,39	0,94
3-AB 5%	63,73	5,26	5	1159	1173	658	515	2,2505	2,57	10,35	77,21	12,44	22,79	45,424	12,438	436	1494,17	1464,29	3,2	457,59	0,98
Rata-rata	63,95	5,26	5	1163,67	1176	660,33	515,7	2,2566	2,57	10,38	77,42	12,2	22,58	45,976	12,199	395	1353,67	1321,22	2,9	453,83	0,973333333
1-AB 8%	61,16	5,26	5	1166	1178	659	519	2,2466	2,57	10,33	77,08	12,59	22,92	45,084	12,588	399	1367,37	1449,42	3,2	452,94	1,06
2-AB 8%	63,47	5,26	5	1161	1173	662	511	2,272	2,57	10,45	77,95	11,6	22,05	47,395	11,6	300	1028,1	1028,1	2,9	354,52	1
3-AB 8%	61,82	5,26	5	1163	1175	666	509	2,2849	2,57	10,51	78,39	11,1	21,61	48,636	11,1	471	1614,12	1678,68	2,1	799,37	1,04
Rata-rata	62,15	5,26	5	1163,33	1175,33	662,33	513	2,2678	2,57	10,43	77,81	11,76	22,19	47,038	11,762	390	1336,53	1385,4	2,73	535,61	1,033333333

t = tebal benda uji (mm)
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sbl direndam (gr)
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat di dalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - e (cc)
 g = berat isi sample = c / f (gr/cc)
 h = bj maksimum (teoritis)

$$\left\{ 100 + \left(\frac{\% \text{ aggr}}{bj \cdot \text{aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{bj \cdot \text{aspal}} \right) \right\}$$

$$i = \frac{b \times g}{Bj \text{ aspal} (100 - b) g} (\%)$$

$$j = \frac{bj \text{ aggr}}{bj \text{ aggr}} (\%)$$

 k = (100 - i - j) = jumlah kand. Rongga (%)
 l = (100 - j) = rongga thd agregat (%)

$$m = \left(100 \times \frac{i}{l} \right) = \text{rongga yang terisi aspal (VFWA) } (\%)$$

n = rongga yang terisi campuran $100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right) (\%)$
 o = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi proving ring (kg/Division)
 q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)(kg)
 r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
 s = Marshall Quotient = q / r (kg/mm)

- suhu pencampuran : ± 160 °C
- suhu pemadatan : ± 140 °C
- suhu water bath : 60 °C
- bj aspal : 1,087
- bj agregat : 2,769 (Abu Batu/AB)
- tanda tangan :

(Ir. Iskandar S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Lampiran 30

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Pekerjaan/Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sampel : ---
 Jenis campuran : Laston kadar aspal 5 %
 Tanggal : 8 Desember 2001

Dikerjakan oleh : Rizki Caushar & M. Rachmadinawan
 Diperiksa oleh : Sukamto

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	Angka Koreksi
1-K 2%	62,75	5,26	5	1168	1179	663	516	2,2636	2,52	10,41	79,35	10,24	20,65	50,421	10,238	477	1634,68	1667,37	3,9	427,53	1,02
2-K 2%	62,98	5,26	5	1160	1171	660	511	2,2701	2,52	10,44	79,58	9,98	20,42	51,13	9,9804	331	1134,34	1145,68	3,2	358,03	1,01
3-K 2%	63,03	5,26	5	1163	1175	658	517	2,2495	2,52	10,35	78,86	10,8	21,14	48,941	10,795	350	1199,45	1211,44	1,5	807,63	1,01
Rata-rata	62,92	5,26	5	1163,67	1175	660,33	514,7	2,261	2,52	10,4	79,26	10,34	20,74	50,164	10,338	386	1322,82	1341,5	2,87	531,06	1,013333333
1-K 5%	63,4	5,26	5	1164	1175	667	508	2,2913	2,52	10,54	80,32	9,137	19,68	53,566	9,1366	459	1572,99	1572,99	2,6	605	1
2-K 5%	62,37	5,26	5	1160	1172	656	516	2,2481	2,52	10,34	78,81	10,85	21,19	48,792	10,853	428	1466,76	1510,76	2	755,38	1,03
3-K 5%	63,83	5,26	5	1167	1178	658	510	2,2882	2,52	10,53	80,21	9,26	19,79	53,199	9,2596	435	1490,75	1460,93	2,4	608,72	0,98
Rata-rata	63,2	5,26	5	1163,67	1175	663,67	511,3	2,2759	2,52	10,47	79,78	9,75	20,22	51,852	9,7497	440,7	1510,16	1514,89	2,33	656,37	1,003333333
1-K 8%	61,93	5,26	5	1166	1176	658	538	2,2953	2,52	10,56	80,46	8,98	19,54	54,037	8,9805	457	1566,14	1628,78	2,7	603,25	1,04
2-K 8%	63,22	5,26	5	1163	1174	655	509	2,2849	2,52	10,51	80,1	9,393	19,9	52,806	9,393	435	1490,75	1490,75	2,2	677,61	1
3-K 8%	63,47	5,26	5	1168	1179	670	509	2,2947	2,52	10,56	80,44	9,003	19,56	53,967	9,0035	449	1538,72	1538,72	2,4	641,13	1
Rata-rata	62,87	5,26	5	1165,67	1176,33	667,67	508,7	2,2916	2,52	10,54	80,33	9,126	19,67	53,603	9,1256	447	1531,87	1552,75	2,43	640,67	1,013333333

t = tebal benda uji (mm)
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sbl direndam (gr)
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat di dalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - e (cc)
 g = berat isi sample = c / f (gr/cc)
 h = bj maksimum (teoritis)

$$\left\{ 100 + \left(\frac{\% \text{ aggr}}{bj \cdot \text{aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{bj \cdot \text{aspal}} \right) \right\}$$

$$i = \frac{b \times g}{Bj \text{ aspal} (100 - b) g} (\%)$$

$$j = \frac{bj \text{ aggr}}{bj \text{ aggr}} (\%)$$

k = (100 - i - j) = jumlah kand. Rongga(%)
 l = (100 - j) = rongga thd agregat (%)

$$m = \left(100 \times \frac{i}{j} \right) = \text{rongga yang terisi aspal}$$

 (VFWA) (%)

n = rongga yang terisi campuran $100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right) (\%)$
 o = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi proving ring (kg/Division)
 q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)(kg)
 r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
 s = Marshall Quotient = q / r (kg/mm)

- suhu pencampuran : ± 160 °C
- suhu pemadatan : ± 140 °C
- suhu water bath : 60 °C
- bj aspal : 1,087
- bj agregat : 2,710 (Kalsit/K)
- tanda tangan :

Ka. Op. Lab. Jalan Raya

(Ir. Iskandar S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Lampiran 31

Pekerjaan/Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sampel : ---
 Jenis campuran : Laston kadar aspal 5,5 %
 Tanggal : 8 Desember 2001

Dikerjakan oleh : Rizki Caushar & M. Rachmadinawan
 Diperiksa oleh : Sukanto

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	Angka Koreksi
1-AB 2%	62,85	5,82	5,5	1162	1175	656	519	2,2389	2,55	11,33	76,41	12,26	23,59	48,021	12,262	542	1857,43	1876,01	3,9	481,03	1,01
2-AB 2%	62,3	5,82	5,5	1160	1172	654	518	2,2394	2,55	11,33	76,43	12,24	23,57	48,063	12,244	443	1518,16	1563,71	3,7	422,62	1,03
3-AB 2%	64,25	5,82	5,5	1163	1176	659	517	2,2495	2,55	11,38	76,77	11,85	23,23	49	11,847	310	1062,37	1009,25	3,4	296,84	0,95
Rata-rata	63,13	5,82	5,5	1161,67	1174,33	656,33	518	2,2426	2,55	11,35	76,54	12,12	23,46	48,362	12,118	431,7	1479,32	1482,99	3,67	400,16	0,996666667
1-AB 5%	63,83	5,82	5,5	1165	1176	672	504	2,3115	2,55	11,7	78,89	9,417	21,11	55,395	9,4175	398	1363,95	1336,67	3	445,56	0,98
2-AB 5%	63,45	5,82	5,5	1161	1173	666	507	2,2899	2,55	11,59	78,15	10,26	21,85	53,03	10,263	457	1566,14	1566,14	2,7	580,05	1
3-AB 5%	61,98	5,82	5,5	1162	1172	665	507	2,2919	2,55	11,6	78,22	10,19	21,78	53,24	10,185	492	1686,08	1753,53	3,2	547,98	1,04
Rata-rata	63,09	5,82	5,5	1162,67	1173,67	667,67	506	2,2978	2,55	11,63	78,42	9,955	21,58	53,888	9,9551	449	1538,72	1552,11	2,97	524,53	1,006666667
1-AB 8%	63,32	5,82	5,5	1169	1179	670	509	2,2967	2,55	11,62	78,38	9,999	21,62	53,75	9,9993	530	1816,31	1816,31	2,9	626,31	1
2-AB 8%	63,55	5,82	5,5	1160	1172	665	507	2,288	2,55	11,58	78,08	10,34	21,92	52,821	10,34	385	1319,4	1319,4	3,2	412,31	1
3-AB 8%	62,43	5,82	5,5	1164	1175	672	503	2,3141	2,55	11,71	78,98	9,315	21,02	55,693	9,3153	515	1764,91	1817,85	2,5	727,14	1,03
Rata-rata	63,1	5,82	5,5	1164,33	1175,33	669	506,3	2,2996	2,55	11,64	78,48	9,885	21,52	54,088	9,8848	476,7	1633,54	1651,19	2,87	588,59	1,01

t = tebal benda uji (mm)
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sbl direndam (gr)
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat di dalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - e (cc)
 g = berat isi sample = c / f (gr/cc)
 h = bj maksimum (teoritis)

$$\left\{ 100 + \left(\frac{\% \text{ aggr}}{bj \text{ aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{bj \text{ aspal}} \right) \right\}$$

$$i = \frac{b \times g}{Bj \text{ aspal}} (\%)$$

$$j = \frac{(100 - b)g}{bj \text{ aggr}} (\%)$$

 k = (100 - i - j) = jumlah kand. Rongga (%)
 l = (100 - j) = rongga thd agregat (%)

$$m = \left(100 \times \frac{l}{j} \right) = \text{rongga yang terisi aspal (VFWA) (\%)}$$

$$n = \text{rongga yang terisi campuran } 100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right) (\%)$$

 o = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi *proving ring* (kg/Division)
 q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)(kg)
 r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
 s = *Marshall Quotient* = q / r (kg/mm)

- suhu pencampuran : ± 160 °C
- suhu pemadatan : ± 140 °C
- suhu *water bath* : 60 °C
- bj aspal : 1,087
- bj agregat : 2,769 (Abu Batu/AB)
- tanda tangan :

Ka. Op. Lab. Jalan Raya
 (Ir. Iskandar S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Lampiran 32

Pekerjaan/Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sampel : ---
 Jenis campuran : Laston kadar aspal 5,5 %
 Tanggal : 8 Desember 2001

Dikerjakan oleh : Rizki Caushar & M. Rachmadinawan
 Diperiksa oleh : Sukanto

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	Angka Koreksi
1-K 2%	63,9	5,82	5,5	1164	1175	667	508	2,2913	2,5	11,59	79,9	8,505	20,1	57,683	8,5054	452	1549	1502,53	2,9	518,12	0,97
2-K 2%	62,33	5,82	5,5	1161	1172	665	507	2,2899	2,5	11,59	79,85	8,561	20,15	57,508	8,5612	503	1723,78	1775,49	3,3	538,03	1,03
3-K 2%	65,05	5,82	5,5	1160	1171	677	494	2,3482	2,5	11,88	81,88	6,236	18,12	65,581	6,2357	537	1840,3	1711,48	2,8	611,24	0,93
Rata-rata	63,76	5,82	5,5	1161,67	1172,67	669,67	503	2,3098	2,5	11,69	80,55	7,767	19,45	60,257	7,7674	497,3	1704,36	1663,17	3	555,8	0,976666667
1-K 5%	65,67	5,82	5,5	1165	1177	668	509	2,2888	2,5	11,58	79,81	8,607	20,19	57,366	8,6067	410	1405,07	1292,66	2,3	562,03	0,92
2-K 5%	63,05	5,82	5,5	1162	1175	666	509	2,2829	2,5	11,55	79,61	8,842	20,39	56,642	8,842	556	1905,41	1924,47	2,8	687,31	1,01
3-K 5%	60,53	5,82	5,5	1160	1173	663	510	2,2745	2,5	11,51	79,31	9,177	20,69	55,635	9,1774	570	1953,39	2129,2	2,5	851,68	1,09
Rata-rata	63,08	5,82	5,5	1162,33	1175	665,67	509,3	2,2821	2,5	11,55	79,58	8,875	20,42	56,548	8,8753	512	1754,62	1782,11	2,53	700,34	1,006666667
1-K 8%	63,75	5,82	5,5	1165	1177	677	500	2,33	2,5	11,79	81,25	6,962	18,75	62,873	6,9616	561	1922,55	1884,1	3	628,03	0,98
2-K 8%	63	5,82	5,5	1163	1175	674	501	2,3214	2,5	11,75	80,95	7,307	19,05	61,649	7,3067	545	1867,72	1886,39	2,4	786	1,01
3-K 8%	61,93	5,82	5,5	1161	1171	671	500	2,322	2,5	11,75	80,97	7,281	19,03	61,739	7,281	535	1833,45	1906,78	2	953,39	1,04
Rata-rata	62,89	5,82	5,5	1163	1174,33	674	500,3	2,3245	2,5	11,76	81,06	7,183	18,94	62,087	7,1831	547	1874,57	1892,42	2,47	789,14	1,01

t = tebal benda uji (mm)
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sbl direndam (gr)
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat di dalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - e (cc)
 g = berat isi sample = c / f (gr/cc)
 h = bj maksimum (teoritis)

$$\left\{ 100 + \left(\frac{\% \text{ aggr}}{bj . \text{ aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{bj . \text{ aspal}} \right) \right\}$$

$i = \frac{b \times g}{Bj \text{ aspal}} (\%)$
 $j = \frac{(100 - b) g}{bj \text{ aggr}} (\%)$
 k = (100 - i - j) = jumlah kand. Rongga (%)
 l = (100 - j) = rongga thd agregat (%)
 $m = \left(100 \times \frac{l}{k} \right) = \text{rongga yang terisi aspal (VFWA) } (\%)$

n = rongga yang terisi campuran $100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right) (\%)$
 o = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi *proving ring* (kg/Division)
 q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)(kg)
 r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
 s = *Marshall Quotient* = q / r (kg/mm)

- suhu pencampuran : ± 160 °C
 - suhu pemadatan : ± 140 °C
 - suhu *water bath* : 60 °C
 - bj aspal : 1,087
 - bj agregat : 2,710 (Kalsit/K)
 - tanda tangan :
 (Ir. Iskandar S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Pekerjaan/Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sampel : ---
 Jenis campuran : Laston kadar aspal 6 %
 Tanggal : 8 Desember 2001

Dikerjakan oleh : Rizki Caushar & M. Rachmadinawan
 Diperiksa oleh : Sukamto

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	Angka Koreksi
1-AB 2%	62,77	6,38	6	1164	1175	670	505	2,305	2,53	12,72	78,25	9,03	21,75	58,487	9,0304	429	1470,18	1499,59	3,6	416,55	1,02
2-AB 2%	62,37	6,38	6	1166	1177	672	505	2,3089	2,53	12,74	78,38	8,874	21,62	58,952	8,8741	531	1819,74	1874,33	3,9	480,6	1,03
3-AB 2%	64,8	6,38	6	1163	1173	668	505	2,303	2,53	12,71	78,18	9,109	21,82	58,257	9,1086	360	1233,72	1159,7	3,7	313,43	0,94
Rata-rata	63,31	6,38	6	1164,33	1175	670	505	2,3056	2,53	12,73	78,27	9,004	21,73	58,565	9,0043	440	1507,88	1511,2	3,73	403,53	0,996666667
1-AB 5%	62,42	6,38	6	1165	1177	676	501	2,3253	2,53	12,84	78,94	8,225	21,06	60,945	8,2253	536	1836,87	1891,98	2,9	652,41	1,03
2-AB 5%	65,58	6,38	6	1167	1179	680	499	2,3387	2,53	12,91	79,39	7,699	20,61	62,64	7,6993	426	1459,9	1343,11	3,3	407	0,92
3-AB 5%	62,75	6,38	6	1162	1173	678	495	2,3475	2,53	12,96	79,69	7,352	20,31	63,8	7,3521	485	1662,1	1695,34	3	565,11	1,02
Rata-rata	63,58	6,38	6	1164,67	1176,33	678	498,3	2,3372	2,53	12,9	79,34	7,759	20,66	62,462	7,7589	482,3	1652,96	1643,47	3,07	541,51	0,99
1-AB 8%	62,45	6,38	6	1168	1179	682	497	2,3501	2,53	12,97	79,78	7,248	20,22	64,153	7,2485	547	1874,57	1930,81	3,1	622,84	1,03
2-AB 8%	64,18	6,38	6	1167	1177	688	489	2,3865	2,53	13,17	81,02	5,812	18,98	69,387	5,8118	580	1987,66	1908,15	3	636,05	0,96
3-AB 8%	61,57	6,38	6	1165	1176	685	491	2,3727	2,53	13,1	80,55	6,356	19,45	67,325	6,3562	534	1830,02	1921,52	2,9	662,59	1,05
Rata-rata	62,73	6,38	6	1166,67	1177,33	685	492,3	2,3698	2,53	13,08	80,45	6,472	19,55	66,955	6,4721	553,7	1897,42	1920,16	3	640,49	1,013333333

t = tebal benda uji (mm)
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sbl direndam (gr)
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat di dalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - e (cc)
 g = berat isi sample = c / f (gr/cc)
 h = bj maksimum (teoritis)

$$\left\{ 100 + \left(\frac{\% \text{ aggr}}{bj . \text{ aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{bj . \text{ aspal}} \right) \right\}$$

$$i = \frac{b \times g}{Bj \text{ aspal}} (\%)$$

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{bj \text{ aggr}} (\%)$$

k = (100 - i - j) = jumlah kand. Rongga (%)
 l = (100 - j) = rongga thd agregat (%)
 $m = \left(100 \times \frac{l}{k} \right) =$ rongga yang terisi aspal (VFWA) (%)

n = rongga yang terisi campuran $100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right) (\%)$
 o = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi *proving ring* (kg/Division)
 q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)(kg)
 r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
 s = *Marshall Quotient* = q / r (kg/mm)

- suhu pencampuran : ± 160 °C
- suhu pematangan : ± 140 °C
- suhu *water bath* : 60 °C
- bj aspal : 1,087
- bj agregat : 2,769 (Abu Batu/AB)
- tanda tangan :

Ka. Op. Lab. Jalan Raya
 (Ir. Iskandar S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Lampiran 34

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Pekerjaan/Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sampel : ---
 Jenis campuran : Laston kadar aspal 6 %
 Tanggal : 8 Desember 2001

Dikerjakan oleh : Rizki Caushar & M. Rachmadinawan
 Diperiksa oleh : Sukamto

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	Angka Koreksi
1-K 2%	64,08	6,38	6	1161	1172	676	496	2,3407	2,49	12,92	81,19	5,888	18,81	68,693	5,8885	528	1809,46	1737,08	3,4	510,91	0,96
2-K 2%	63	6,38	6	1163	1175	678	497	2,34	2,49	12,92	81,17	5,916	18,83	68,586	5,916	494	1692,94	1709,87	3	569,96	1,01
3-K 2%	63,3	6,38	6	1167	1178	680	498	2,3434	2,49	12,93	81,28	5,782	18,72	69,108	5,782	550	1884,85	1884,85	3,2	589,02	1
Rata-rata	63,46	6,38	6	1163,67	1175	678	497	2,3414	2,49	12,92	81,21	5,862	18,79	68,796	5,8622	524	1795,75	1777,27	3,2	556,63	0,99
1-K 5%	62,73	6,38	6	1160	1172	677	495	2,3434	2,49	12,94	81,29	5,78	18,71	69,118	5,7796	476	1631,25	1663,88	2,4	693,28	1,02
2-K 5%	61,58	6,38	6	1162	1174	679	495	2,3475	2,49	12,96	81,43	5,617	18,57	69,759	5,6171	460	1576,42	1655,24	2,7	613,05	1,05
3-K 5%	58,15	6,38	6	1164	1176	681	495	2,3515	2,49	12,98	81,57	5,455	18,43	70,41	5,4547	554	1898,56	2202,33	2,6	847,05	1,16
Rata-rata	60,82	6,38	6	1162	1174	679	495	2,3475	2,49	12,96	81,43	5,617	18,57	69,762	5,6171	496,7	1702,08	1840,48	2,57	717,79	1,076666667
1-K 8%	60,67	6,38	6	1162	1173	680	493	2,357	2,49	13,01	81,76	5,234	18,24	71,31	5,2342	549	1881,42	2031,94	2,8	725,69	1,08
2-K 8%	63,27	6,38	6	1164	1175	683	492	2,3659	2,49	13,06	82,06	4,878	17,94	72,804	4,8782	602	2063,05	2063,05	2,4	859,61	1
3-K 8%	61,58	6,38	6	1161	1172	681	491	2,3646	2,49	13,05	82,02	4,93	17,98	72,583	4,9301	535	1833,45	1925,12	2,1	916,72	1,05
Rata-rata	61,84	6,38	6	1162,33	1173,33	681,33	492	2,3625	2,49	13,04	81,95	5,014	18,05	72,232	5,0142	562	1925,97	2006,7	2,43	834,01	1,043333333

t = tebal benda uji (mm)
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sbl direndam (gr)
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat di dalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - e (cc)
 g = berat isi sample = c / f (gr/cc)
 h = bj maksimum (teoritis)

$$\left\{ 100 \div \left(\frac{\% \text{ aggr}}{bj . \text{ aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{bj . \text{ aspal}} \right) \right\}$$

$i = \frac{b \times g}{Bj \text{ aspal} (100 - b) g} (\%)$
 $j = \frac{bj \text{ aggr}}{bj \text{ aggr}} (\%)$
 k = (100 - i - j) = jumlah kand. Rongga (%)
 l = (100 - j) = rongga thd agregat (%)
 $m = \left(100 \times \frac{l}{k} \right) = \text{rongga yang terisi aspal (VFWA) (\%)}$

$n = \text{rongga yang terisi campuran } 100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right) (\%)$
 o = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi *proving ring* (kg/Division)
 q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)(kg)
 r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
 s = *Marshall Quotient* = q / r (kg/mm)

- suhu pencampuran : ± 160 °C
- suhu pemadatan : ± 140 °C
- suhu *water bath* : 60 °C
- bj aspal : 1,087
- bj agregat : 2,710 (Kalsit/K)
- tanda tangan :

Ka. Op. Lab. Jalan Raya
 (Ir. Iskandar S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Lampiran 35

Pekerjaan/Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sampel : ---
 Jenis campuran : Laston kadar aspal 6,5 %
 Tanggal : 8 Desember 2001

Dikerjakan oleh : Rizki Caushar & M. Rachmadinawan
 Diperiksa oleh : Sukamto

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	Angka Koreksi
1-AB 2%	62,57	6,95	6,5	1165	1171	680	491	2,3727	2,52	14,19	80,12	5,693	19,88	71,364	5,6932	446	1528,44	1559,01	4	389,75	1,02
2-AB 2%	63,12	6,95	6,5	1163	1168	682	486	2,393	2,52	14,31	80,8	4,887	19,2	74,544	4,8865	397	1360,52	1374,12	3,9	352,34	1,01
3-AB 2%	64,02	6,95	6,5	1162	1169	686	483	2,4058	2,52	14,39	81,24	4,378	18,76	76,668	4,3781	360	1233,72	1184,37	3,5	338,39	0,96
Rata-rata	63,24	6,95	6,5	1163,33	1169,33	682,67	486,7	2,3905	2,52	14,29	80,72	4,986	19,28	74,192	4,9859	401	1374,23	1372,5	3,8	360,16	0,996666667
1-AB 5%	64,53	6,95	6,5	1165	1171	686	485	2,4021	2,52	14,36	81,11	4,527	18,89	76,038	4,5265	475	1627,83	1546,43	3,5	441,84	0,95
2-AB 5%	65,5	6,95	6,5	1163	1168	684	484	2,4029	2,52	14,37	81,14	4,494	18,86	76,177	4,4935	453	1552,43	1428,24	3,9	366,21	0,92
3-AB 5%	64,33	6,95	6,5	1164	1170	685	485	2,4	2,52	14,35	81,04	4,608	18,96	75,694	4,6085	481	1648,39	1565,97	3,4	460,58	0,95
Rata-rata	64,79	6,95	6,5	1164	1169,67	685	484,7	2,4017	2,52	14,36	81,1	4,543	18,9	75,969	4,5428	469,7	1609,55	1513,55	3,6	422,88	0,94
1-AB 8%	61,77	6,95	6,5	1164	1171	689	482	2,4149	2,52	14,44	81,54	4,015	18,46	78,246	4,0148	316	1082,93	1126,25	3,5	321,79	1,04
2-AB 8%	61,6	6,95	6,5	1166	1173	687	486	2,3992	2,52	14,35	81,01	4,641	18,99	75,557	4,6412	485	1662,1	1745,2	3,2	545,37	1,05
3-AB 8%	62,55	6,95	6,5	1169	1176	692	484	2,4153	2,52	14,44	81,56	4,001	18,44	78,308	4,0008	525	1799,18	1835,16	3,3	556,11	1,02
Rata-rata	61,97	6,95	6,5	1166,33	1173,33	689,33	484	2,4098	2,52	14,41	81,37	4,219	18,63	77,37	4,2189	442	1514,73	1568,87	3,33	474,42	1,036666667

t = tebal benda uji (mm)
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sbl direndam (gr)
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat di dalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - e (cc)
 g = berat isi sample = c / f (gr/cc)
 h = bj maksimum (teoritis)

$$\left\{ 100 + \left(\frac{\% \text{ aggr}}{bj \cdot \text{aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{bj \cdot \text{aspal}} \right) \right\}$$

$$i = \frac{b \times g}{Bj \text{ aspal} (100 - b) g}$$

$$j = \frac{g}{bj \text{ aggr}}$$

 k = (100 - i - j) = jumlah kand. Rongga (%)
 l = (100 - j) = rongga thd agregat (%)

$$m = \left(100 \times \frac{i}{k} \right) = \text{rongga yang terisi aspal (VFWA) (\%)}$$

$$n = \text{rongga yang terisi campuran } 100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right) (\%)$$

 o = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi *proving ring* (kg/Division)
 q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)(kg)
 r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
 s = *Marshall Quotient* = q / r (kg/mm)

- suhu pencampuran : ± 160 °C
 - suhu pemadatan : ± 140 °C
 - suhu *water bath* : 60 °C
 - bj aspal : 1,087
 - bj agregat : 2,769 (Abu Batu/AB)
 - tanda tangan :
 (Ir. Iskandar S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Lampiran 36

Jl Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Pekerjaan/Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sampel : ---
 Jenis campuran : Laston kadar aspal 6,5 %
 Tanggal : 8 Desember 2001

Dikerjakan oleh : Rizki Caushar & M. Rachmadinawan
 Diperiksa oleh : Sukamto

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	Angka Koreksi
1-K 2%	63,52	6,95	6,5	1169	1174	690	484	2,4153	2,47	14,44	83,33	2,225	16,67	86,65	2,2252	457	1566,14	1566,14	3,9	401,57	1
2-K 2%	62	6,95	6,5	1163	1169	686	483	2,4079	2,47	14,4	83,08	2,526	16,92	85,077	2,5257	442	1514,73	1575,32	3,7	425,76	1,04
3-K 2%	61,2	6,95	6,5	1160	1175	685	490	2,3673	2,47	14,16	81,68	4,166	18,32	77,263	4,166	448	1535,3	1627,41	3,2	508,57	1,06
Rata-rata	62,24	6,95	6,5	1164	1172,67	687	485,7	2,3968	2,47	14,33	82,7	2,972	17,3	82,996	2,9723	449	1538,72	1589,63	3,6	445,3	1,033333333
1-K 5%	63,5	6,95	6,5	1165	1172	691	481	2,422	2,47	14,48	83,56	1,952	16,44	88,123	1,952	486	1665,52	1665,52	3,7	450,14	1
2-K 5%	61,87	6,95	6,5	1161	1166	683	483	2,4037	2,47	14,37	82,93	2,693	17,07	84,219	2,6933	432	1480,46	1539,68	3,5	439,91	1,04
3-K 5%	63,1	6,95	6,5	1163	1169	685	484	2,4029	2,47	14,37	82,9	2,727	17,1	84,048	2,7271	510	1747,77	1765,25	3,1	569,43	1,01
Rata-rata	62,82	6,95	6,5	1163	1169	686,33	482,7	2,4096	2,47	14,41	83,13	2,457	16,87	85,464	2,4575	476	1631,25	1656,82	3,43	486,5	1,016666667
1-K 8%	61,7	6,95	6,5	1160	1165	684	481	2,4116	2,47	14,42	83,21	2,373	16,79	85,871	2,3728	460	1576,42	1655,24	3,5	472,93	1,05
2-K 8%	62,22	6,95	6,5	1162	1167	689	478	2,431	2,47	14,54	83,87	1,591	16,13	90,136	1,5907	440	1507,88	1568,2	3,3	475,21	1,04
3-K 8%	61,78	6,95	6,5	1161	1168	686	482	2,4087	2,47	14,4	83,11	2,491	16,89	85,254	2,4914	555	1901,99	1978,06	3,2	618,15	1,04
Rata-rata	61,9	6,95	6,5	1161	1166,67	686,33	480,3	2,4171	2,47	14,45	83,39	2,152	16,61	87,087	2,1517	485	1662,1	1733,83	3,33	522,09	1,043333333

t = tebal benda uji (mm)
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sbl direndam (gr)
 d = berat dalam keadaan SSD (gr).
 e = berat di dalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - e (cc)
 g = berat isi sample = c / f
 h = bj maksimum (teoritis)

$$\left\{ 100 \pm \left(\frac{\% \text{ aggr}}{bj . \text{ aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{bj . \text{ aspal}} \right) \right\}$$

$i = \frac{b \times g}{Bj \text{ aspal} (100 - b) g}$
 $j = \frac{c}{bj \text{ aggr}}$
 k = (100 - i - j) = jumlah kand. Rongga (%)
 l = (100 - j) = rongga thd agregat (%)
 $m = \left(100 \times \frac{l}{j} \right) = \text{rongga yang terisi aspal (VFWA) (%)}$

n = rongga yang terisi campuran $100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right) (\%)$
 o = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi *proving ring* (kg/Division)
 q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)(kg)
 r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
 s = *Marshall Quotient* = q / r (kg/mm)

- suhu pencampuran : ± 160 °C
- suhu pemadatan : ± 140 °C
- suhu *water bath* : 60 °C
- bj aspal : 1,087
- bj agregat : 2,710 (Kalsit/K)
- tanda tangan :

Ka. Op. Lab. Jalan Raya

 (Ir. Iskandar S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Lampiran 37

Pekerjaan/Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sampel : ---
 Jenis campuran : Laston kadar aspal 7 %
 Tanggal : 8 Desember 2001

Dikerjakan oleh : Rizki Caushar & M. Rachmadinawan
 Diperiksa oleh : Sukamto

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	Angka Koreksi
1-AB 2%	62,83	7,53	7	1167	1173	688	485	2,4062	2,5	15,5	80,81	3,69	19,19	80,765	3,6903	314	1076,08	1097,6	3,9	281,44	1,02
2-AB 2%	63,83	7,53	7	1167	1173	684	489	2,3865	2,5	15,37	80,15	4,478	19,85	77,436	4,4781	325	1113,78	1091,5	3,8	287,24	0,98
3-AB 2%	61,8	7,53	7	1161	1167	682	485	2,3938	2,5	15,42	80,4	4,185	19,6	78,647	4,1855	320	1096,64	1140,51	4,2	271,55	1,04
Rata-rata	62,82	7,53	7	1165	1171	684,67	486,3	2,3955	2,5	15,43	80,46	4,118	19,54	78,949	4,118	319,7	1095,5	1109,87	3,97	280,07	1,013333333
1-AB 5%	63,02	7,53	7	1164	1169	685	484	2,405	2,5	15,49	80,77	3,739	19,23	80,551	3,7394	315	1079,51	1090,3	3,4	320,68	1,01
2-AB 5%	61,33	7,53	7	1161	1167	687	480	2,4188	2,5	15,58	81,24	3,187	18,76	83,013	3,1874	345	1182,32	1253,25	4,4	284,83	1,06
3-AB 5%	63,9	7,53	7	1165	1170	683	487	2,3922	2,5	15,41	80,34	4,25	19,66	78,376	4,2502	330	1130,91	1085,67	3,6	301,58	0,96
Rata-rata	62,75	7,53	7	1163,33	1168,67	685	483,7	2,4053	2,5	15,49	80,78	3,726	19,22	80,647	3,7257	330	1130,91	1143,08	3,8	302,36	1,01
1-AB 8%	62,78	7,53	7	1162	1168	687	481	2,4158	2,5	15,56	81,14	3,305	18,86	82,476	3,3055	330	1130,91	1153,53	3,7	311,76	1,02
2-AB 8%	63,92	7,53	7	1164	1170	685	485	2,4	2,5	15,46	80,61	3,938	19,39	79,695	3,9379	305	1045,24	1003,43	3,9	257,29	0,96
3-AB 8%	62,37	7,53	7	1160	1167	682	485	2,3918	2,5	15,4	80,33	4,268	19,67	78,302	4,268	373	1278,27	1316,62	3,5	376,18	1,03
Rata-rata	63,02	7,53	7	1162	1168,33	684,67	483,7	2,4025	2,5	15,47	80,69	3,837	19,31	80,158	3,8371	336	1151,47	1157,86	3,7	315,08	1,003333333

t = tebal benda uji (mm)
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sbl direndam (gr)
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat di dalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - e (cc)
 g = berat isi sample = c / f (gr/cc)
 h = bj maksimum (teoritis)

$$\left\{ 100 + \left(\frac{\% \text{ aggr}}{bj \cdot \text{aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{bj \cdot \text{aspal}} \right) \right\}$$

$$i = \frac{b \times g}{Bj \text{ aspal} (100 - b) g} (\%)$$

$$j = \frac{c}{bj \text{ aggr}} (\%)$$

 k = (100 - i - j) = jumlah kand. Rongga (%)
 l = (100 - j) = rongga thd agregat (%)

$$m = \left(100 \times \frac{i}{j} \right) = \text{rongga yang terisi aspal (VFWA) } (\%)$$

n = rongga yang terisi campuran $100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right) (\%)$
 o = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi *proving ring* (kg/Division)
 q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)(kg)
 r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
 s = *Marshall Quotient* = q / r (kg/mm)

- suhu pencampuran : ± 160 °C
- suhu pemadatan : ± 140 °C
- suhu *water bath* : 60 °C
- bj aspal : 1,087
- bj agregat : 2,769 (Abu Batu/AB)
- tanda tangan :

Ka. Op. Lab. Jalan Raya
 (Ir. Iskandar S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Lampiran 38

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Pekerjaan/Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sampel : ---
 Jenis campuran : Laston kadar aspal 7 %
 Tanggal : 8 Desember 2001

Dikerjakan oleh : Rizki Caushar & M. Rachmadinawan
 Diperiksa oleh : Sukamto

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	Angka Koreksi
1-K 2%	63,5	7,53	7	1168	1175	686	489	2,3885	2,45	15,38	81,97	2,65	18,03	85,305	2,6497	395	1353,67	1353,67	4,7	288,01	1
2-K 2%	62,4	7,53	7	1170	1175	690	485	2,4124	2,45	15,54	82,79	1,679	17,21	90,247	1,6788	450	1542,15	1588,41	4,5	352,98	1,03
3-K 2%	62,07	7,53	7	1165	1171	688	483	2,412	2,45	15,53	82,77	1,694	17,23	90,169	1,6936	360	1233,72	1283,07	4,4	291,61	1,04
Rata-rata	62,66	7,53	7	1167,67	1173,67	688	485,7	2,4043	2,45	15,48	82,51	2,007	17,49	88,574	2,0074	401,7	1376,51	1408,38	4,53	310,87	1,023333333
1-K 5%	63,03	7,53	7	1165	1171	686	485	2,4021	2,45	15,47	82,43	2,099	17,57	88,052	2,099	385	1319,4	1332,59	4,6	289,69	1,01
2-K 5%	63,68	7,53	7	1166	1172	690	482	2,4191	2,45	15,58	83,02	1,405	16,98	91,727	1,4051	440	1507,88	1477,72	4,4	335,85	0,98
3-K 5%	64,83	7,53	7	1163	1170	685	485	2,3979	2,45	15,44	82,29	2,267	17,71	87,199	2,267	360	1233,72	1159,7	4,3	269,7	0,94
Rata-rata	63,85	7,53	7	1164,67	1171	687	484	2,4064	2,45	15,5	82,58	1,924	17,42	88,992	1,9237	395	1353,67	1323,34	4,43	298,41	0,976666667
1-K 8%	62,57	7,53	7	1160	1166	692	474	2,4473	2,45	15,76	83,98	0,257	16,02	98,396	0,2569	455	1559,29	1590,47	4,2	378,68	1,02
2-K 8%	62,15	7,53	7	1168	1173	694	479	2,4384	2,45	15,7	83,68	0,617	16,32	96,217	0,6174	466	1596,98	1660,86	4,6	361,06	1,04
3-K 8%	62,1	7,53	7	1167	1174	690	484	2,4112	2,45	15,53	82,74	1,728	17,26	89,984	1,7283	435	1490,75	1550,37	4,4	352,36	1,04
Rata-rata	62,27	7,53	7	1165	1171	692	479	2,4323	2,45	15,66	83,47	0,868	16,53	94,866	0,8675	452	1549	1600,57	4,4	364,03	1,033333333

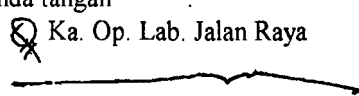
t = tebal benda uji (mm)
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sbl direndam (gr)
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat di dalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - e (cc)
 g = berat isi sample = c / f (gr/cc)
 h = bj maksimum (teoritis)

$$\left\{ 100 \div \left(\frac{\% \text{ aggr}}{bj \cdot \text{aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{bj \cdot \text{aspal}} \right) \right\}$$

$i = \frac{b \times g}{Bj \text{ aspal} (100 - b) g} (\%)$
 $j = \frac{c}{bj \text{ aggr}} (\%)$
 k = (100 - i - j) = jumlah kand. Rongga (%)
 l = (100 - j) = rongga thd agregat (%)
 $m = \left(100 \times \frac{l}{k} \right) = \text{rongga yang terisi aspal (VFWA) } (\%)$

$n = \text{rongga yang terisi campuran } 100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right) (\%)$
 o = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi *proving ring* (kg/Division)
 q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)(kg)
 r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
 s = *Marshall Quotient* = q / r (kg/mm)

- suhu pencampuran : ± 160 °C
- suhu pemadatan : ± 140 °C
- suhu *water bath* : 60 °C
- bj aspal : 1,087
- bj agregat : 2,710 (Kalsit/K)
- tanda tangan :

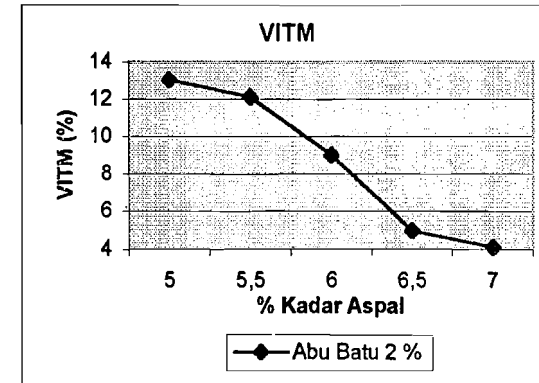
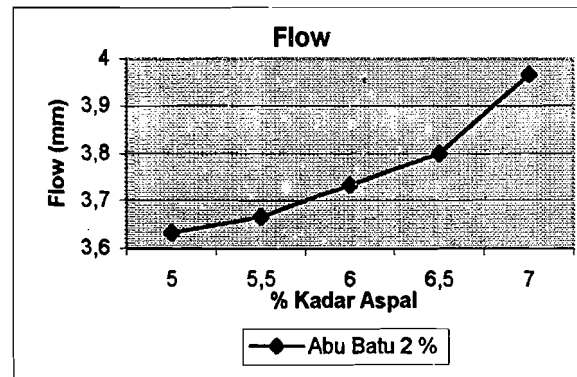
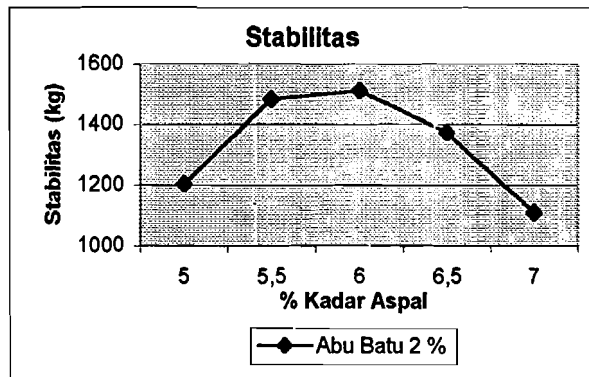

 (Ir. Iskandar S, MT)



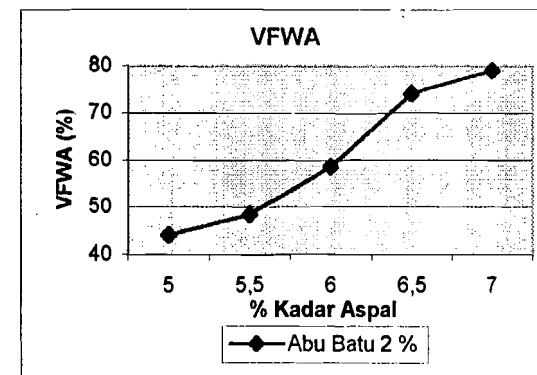
LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

KADAR ASPAL DESIGN *FILLER* 2 % ABU BATU



Spec	% Kadar aspal				
VITM					
FLOW					
STABILITAS					
VFWA					



Kadar aspal optimum = 6,75 %

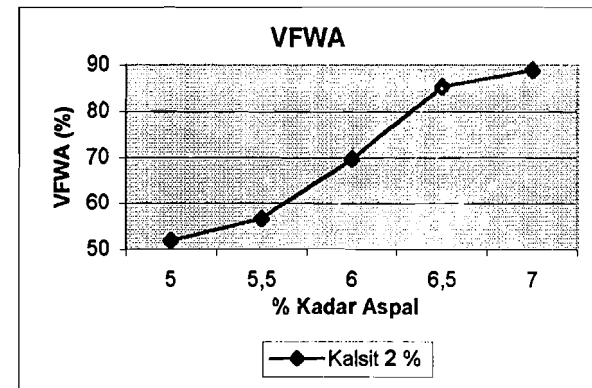
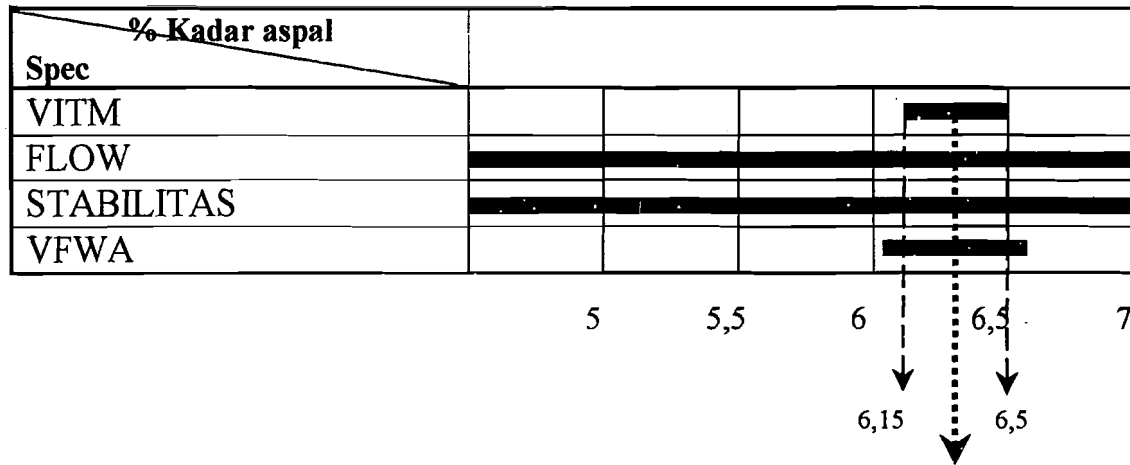
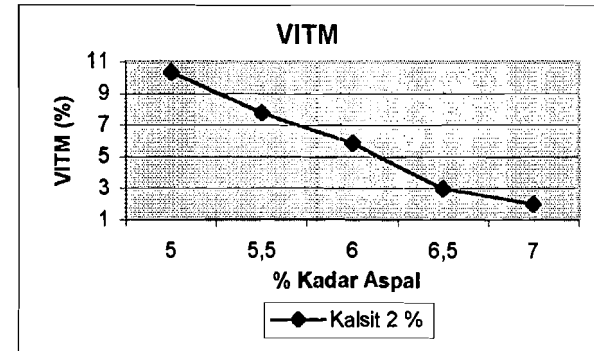
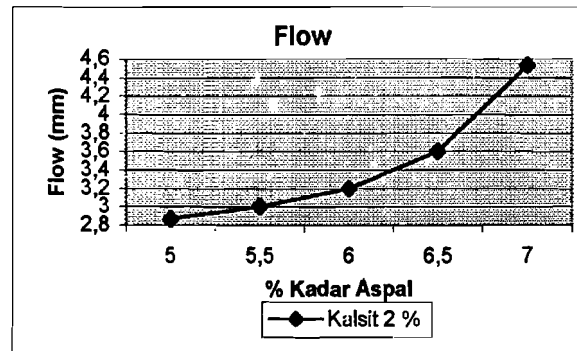
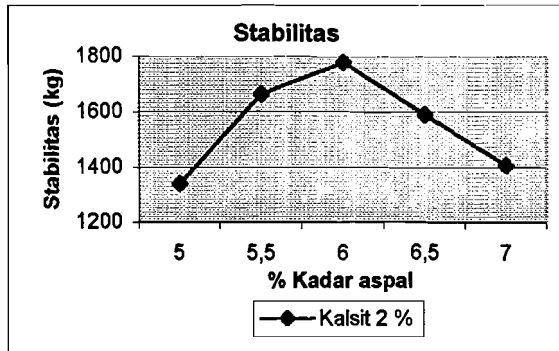
6,75



LABORATORIUM JALAN RAYA FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

KADAR ASPAL DESIGN *FILLER* 2 % KALSIT



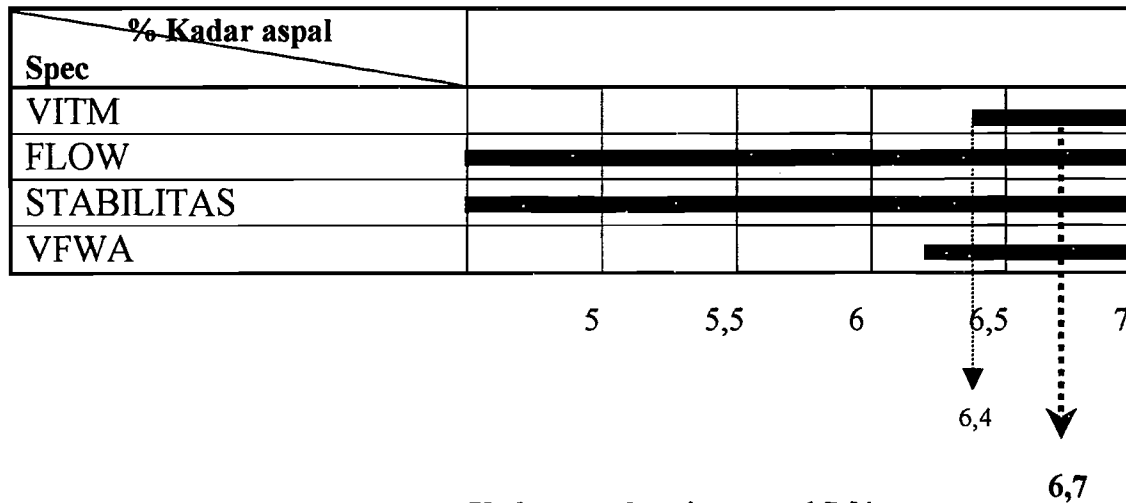
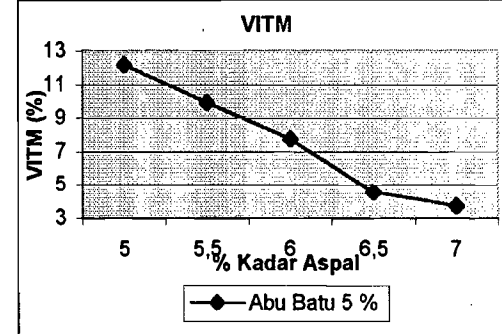
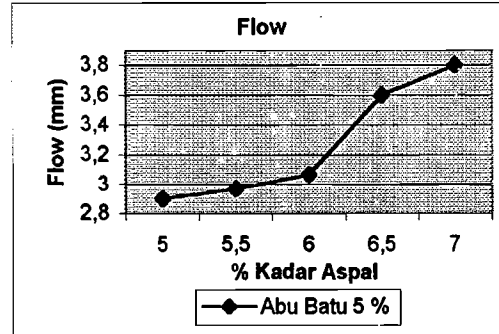
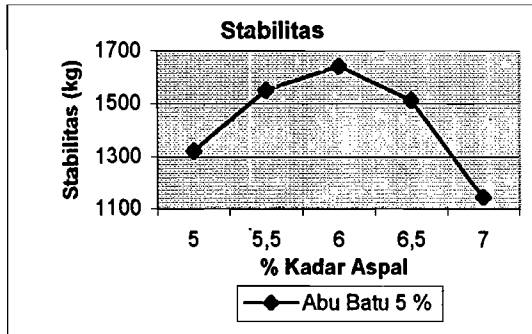
Kadar aspal optimum = 6,325 %



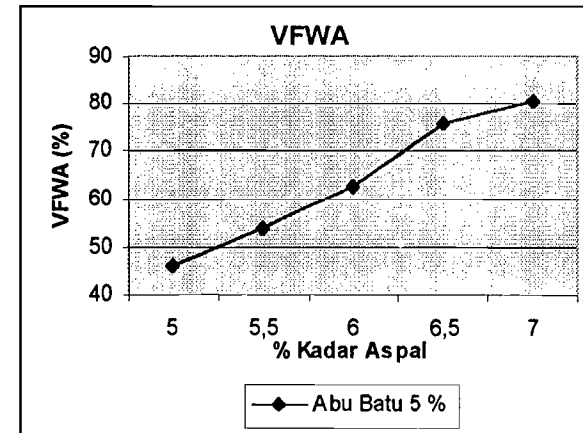
LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

KADAR ASPAL DESIGN *FILLER* 5 % ABU BATU



Kadar aspal optimum = 6,7 %

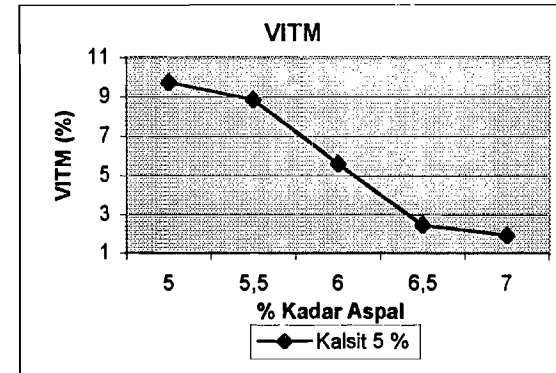
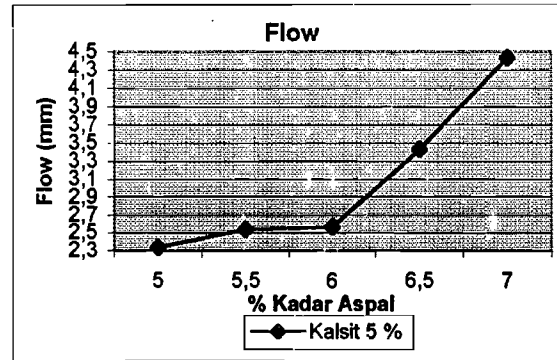
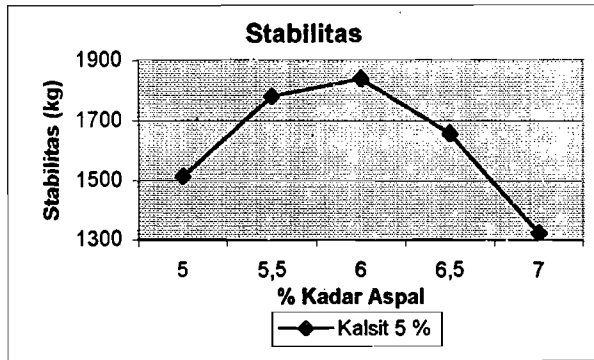




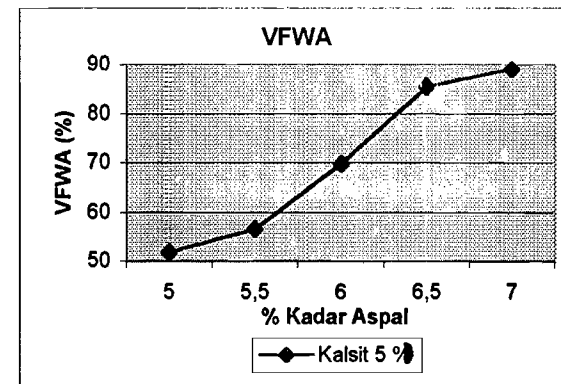
LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

KADAR ASPAL DESIGN FILLER 5 % KALSIT



	% Kadar aspal				
Spec					
VITM					
FLOW					
STABILITAS					
QUOTIENT MARSHALL					
	5	5,5	6	6,5	7
			6,1	6,4	



Kadar aspal optimum = 6,25 %

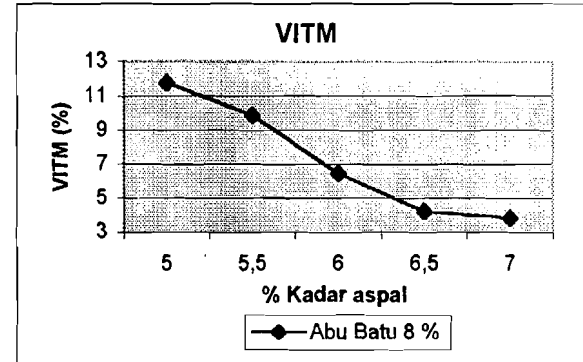
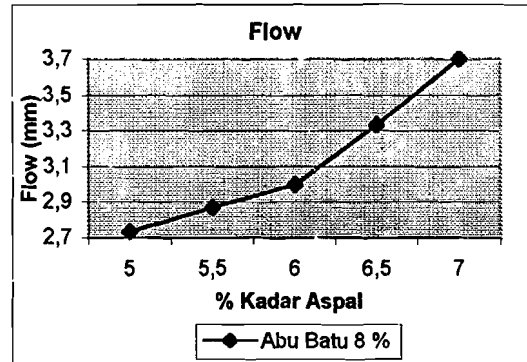
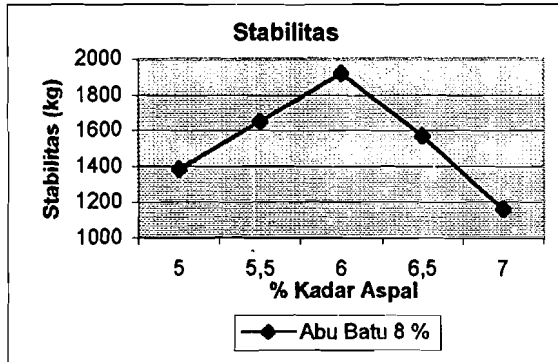
6,25



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

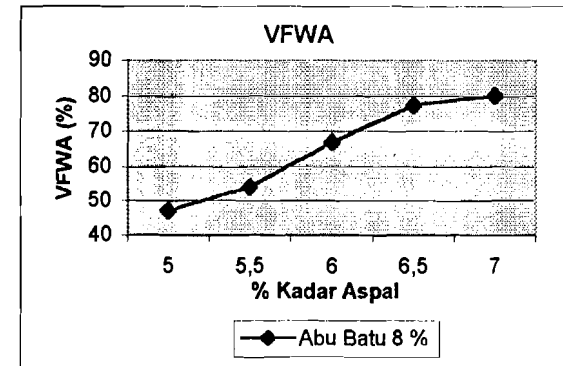
KADAR ASPAL DESIGN *FILLER* 8 % ABU BATU



	% Kadar aspal					
Spec						
VITM						
FLOW						
STABILITAS						
QUOTIENT MARSHALL						
	5	5,5	6	6,5	7	
				6,35	6,675	

Kadar aspal optimum = 6,675 %

6,675

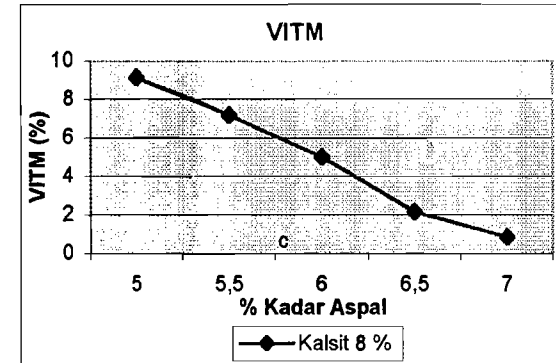
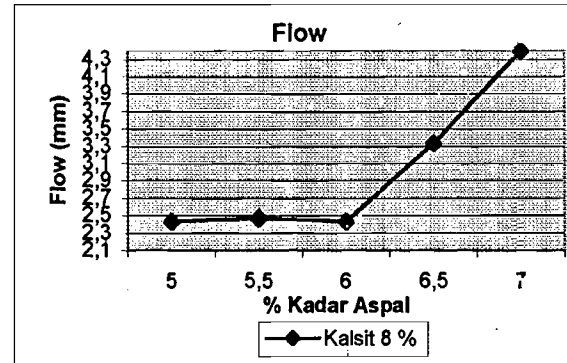
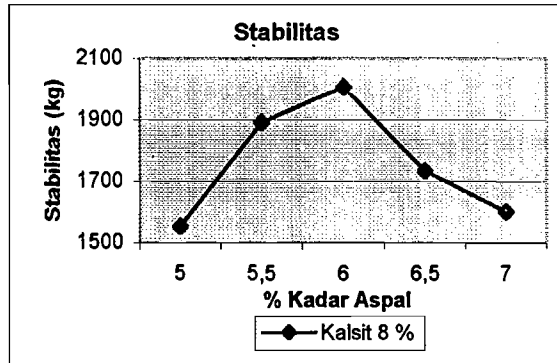




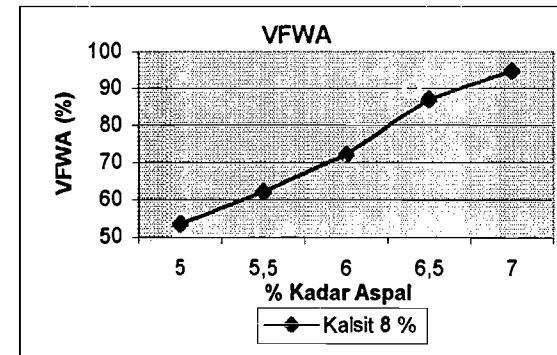
LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

KADAR ASPAL DESIGN FILLER 8 % KALSIT



% Kadar aspal					
Spec					
VITM			6	6,5	
FLOW			6	6,5	
STABILITAS			6	6,5	
QUOTIENT MARSHALL			6	6,5	
	5	5,5	6	6,5	7



Kadar aspal optimum = 6,75 %

6,175



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo
 Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
25,4	1"	0	0	0	100	100	100
19,0	¾"	111,9	111,9	10	90	80	100
9,50	3/8"	223,8	335,7	30	70	60	80
4,75	# 4	162,26	497,96	44,5	56,5	48	65
2,36	# 8	156,66	654,62	58,5	42,5	35	50
0,60	# 30	201,42	856,04	76,5	24,5	19	30
0,30	# 50	61,54	917,58	82	18	13	23
0,15	# 100	78,33	995,91	89	11	7	15
0,075	# 200	100,71	1096,62	98	2	1	8
	PAN	22,38	1119	100	0		

Keterangan : Kadar aspal optimum 6,75 %
 Kadar filler Abu Batu 2 %

Tanggal : 9 Februari 2002

Diperiksa oleh : Rizki Caushar
 M. Rachmadinawan

Yogyakarta, 1 Maret 2002
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

(Signature)

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo
 Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
25,4	1"	0	0	0	100	100	100
19,0	¾"	111,96	111,96	10	90	80	100
9,50	3/8"	223,92	335,88	30	70	60	80
4,75	# 4	162,34	498,22	44,5	56,5	48	65
2,36	# 8	156,75	654,97	58,5	42,5	35	50
0,60	# 30	201,52	856,49	76,5	24,5	19	30
0,30	# 50	61,58	918,07	82	18	13	23
0,15	# 100	78,37	996,44	89	11	7	15
0,075	# 200	67,18	1063,62	95	5	1	8
	PAN	55,98	1119,6	100	0		

Keterangan : Kadar aspal optimum 6,7 %
 Kadar filler Abu Batu 5 %
 Tanggal : 9 Februari 2002
 Diperiksa oleh : Rizki Caushar
 M. Rachmadinawan

Yogyakarta, 1 Maret 2002
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo
 Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
25,4	1"	0	0	0	100	100	100
19,0	¾"	111,99	111,99	10	90	80	100
9,50	3/8"	223,98	335,97	30	70	60	80
4,75	# 4	162,39	498,36	44,5	56,5	48	65
2,36	# 8	156,78	655,14	58,5	42,5	35	50
0,60	# 30	201,58	856,72	76,5	24,5	19	30
0,30	# 50	61,6	918,32	82	18	13	23
0,15	# 100	78,39	996,71	89	11	7	15
0,075	# 200	33,6	1030,31	92	8	1	8
	PAN	89,59	1119,9	100	0		

Keterangan : Kadar aspal optimum 6,675 %
 Kadar filler Abu Batu 8 %
 Tanggal : 9 Februari 2002
 Diperiksa oleh : Rizki Caushar
 M. Rachmadinawan

Yogyakarta, 1 Maret 2002
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo
 Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
25,4	1"	0	0	0	100	100	100
19,0	¾"	112,41	112,41	10	90	80	100
9,50	3/8"	224,82	337,23	30	70	60	80
4,75	# 4	162,99	500,22	44,5	56,5	48	65
2,36	# 8	157,37	657,59	58,5	42,5	35	50
0,60	# 30	202,35	859,94	76,5	24,5	19	30
0,30	# 50	61,82	921,76	82	18	13	23
0,15	# 100	78,69	1000,45	89	11	7	15
0,075	# 200	101,17	1101,62	98	2	1	8
	PAN	22,48	1124,1	100	0		

Keterangan : Kadar aspal optimum 6,325 %
 Kadar filler Kalsit 2 %
 Tanggal : 9 Februari 2002
 Diperiksa oleh : Rizki Caushar
 M. Rachmadinawan

Yogyakarta, 1 Maret 2002
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo
 Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
25,4	1"	0	0	0	100	100	100
19,0	¾"	112,5	112,5	10	90	80	100
9,50	3/8"	225	337,5	30	70	60	80
4,75	# 4	163,13	500,63	44,5	56,5	48	65
2,36	# 8	157,49	658,12	58,5	42,5	35	50
0,60	# 30	202,5	860,62	76,5	24,5	19	30
0,30	# 50	61,88	922,5	82	18	13	23
0,15	# 100	78,75	1001,25	89	11	7	15
0,075	# 200	67,5	1068,75	92	8	1	8
	PAN	56,25	1125	100	0		

Keterangan : Kadar aspal 6,25 %
 Kadar filler Kalsit 5 %
 Tanggal : 9 Februari 2002
 Diperiksa oleh : Rizki Caushar
 M. Rachmadinawan

Yogyakarta, 1 Maret 2002
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo
 Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
25,4	1"	0	0	0	100	100	100
19,0	¾"	112,59	112,59	10	90	80	100
9,50	3/8"	225,18	337,77	30	70	60	80
4,75	# 4	163,25	501,02	44,5	56,5	48	65
2,36	# 8	157,63	658,65	58,5	42,5	35	50
0,60	# 30	202,66	861,31	76,5	24,5	19	30
0,30	# 50	61,93	923,24	82	18	13	23
0,15	# 100	78,81	1002,05	89	11	7	15
0,075	# 200	33,78	1035,83	92	8	1	8
	PAN	90,07	1125,9	100	0		

Keterangan : Kadar aspal 6,175 %
 Kadar filler Kalsit 8 %
 Tanggal : 9 Februari 2002
 Diperiksa oleh : Rizki Caushar
 M. Rachmadinawan

Yogyakarta, 1 Maret 2002
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Lampiran 51

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Pekerjaan/Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sampel : ---
 Jenis campuran : Laston kadar aspal Optimum
 Tanggal : 18 Februari 2002

Dikerjakan oleh : Rizki Caushar & M. Rachmadinawan
 Diperiksa oleh : Sukamto

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	Angka Koreksi
1-AB 2%	62,17	7,24	6,75	1170	1172	689	483	2,4224	2,51	15,04	81,58	3,381	18,42	81,647	3,3813	425	1456,48	1514,73	3,7	409,39	1,04
2-AB 2%	61,05	7,24	6,75	1167	1169	684	485	2,4062	2,51	14,94	81,03	4,026	18,97	78,773	4,0265	423	1449,62	1551,09	3,8	408,18	1,07
3-AB 2%	62,47	7,24	6,75	1167	1169	682	487	2,3963	2,51	14,88	80,7	4,421	19,3	77,097	4,4206	320	1096,64	1129,54	4	282,38	1,03
Rata-rata	61,9	7,24	6,75	1168	1170	685	485	2,4083	2,51	14,95	81,1	3,943	18,9	79,172	3,9428	389,3	1334,25	1398,46	3,83	366,65	1,046666667
1-AB 5%	61,33	7,18	6,7	1161	1163	683	480	2,4188	2,51	14,91	81,5	3,593	18,5	80,58	3,5929	315	1079,51	1144,28	3,2	357,59	1,06
2-AB 5%	61,83	7,18	6,7	1169	1171	687	484	2,4153	2,51	14,89	81,38	3,731	18,62	79,961	3,7309	445	1525,02	1586,02	3,6	440,56	1,04
3-AB 5%	61,67	7,18	6,7	1172	1174	689	485	2,4165	2,51	14,89	81,42	3,683	18,58	80,176	3,6828	410	1405,07	1475,32	4	368,83	1,05
Rata-rata	61,61	7,18	6,7	1167,33	1169,33	686,33	483	2,4168	2,51	14,9	81,43	3,669	18,57	80,239	3,6689	390	1336,53	1401,87	3,6	388,99	1,05
1-AB 8%	61,92	7,15	6,675	1170	1172	691	481	2,4324	2,51	14,94	81,98	3,082	18,02	82,898	3,0815	441	1511,31	1571,76	3,4	462,28	1,04
2-AB 8%	61,17	7,15	6,675	1166	1168	688	480	2,4292	2,51	14,92	81,87	3,212	18,13	82,284	3,2117	357	1223,44	1296,85	3,2	405,26	1,06
3-AB 8%	61,65	7,15	6,675	1167	1169	686	483	2,4161	2,51	14,84	81,43	3,73	18,57	79,909	3,7303	445	1525,02	1631,77	3,8	429,41	1,07
Rata-rata	61,58	7,15	6,675	1167,67	1169,67	688,33	481,3	2,4259	2,51	14,9	81,76	3,341	18,24	81,697	3,3412	414,3	1419,92	1500,12	3,47	432,32	1,056666667

t = tebal benda uji (mm)
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sbl direndam (gr)
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat di dalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - e (cc)
 g = berat isi sample = c / f (gr/cc)
 h = bj maksimum (teoritis)

$$\left\{ 100 + \left(\frac{\% \text{ aggr}}{bj \cdot \text{aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{bj \cdot \text{aspal}} \right) \right\}$$

$$i = \frac{b \times g}{Bj \text{ aspal} (100 - b) g} (\%)$$

$$j = \frac{bj \text{ aggr}}{bj \text{ aggr}} (\%)$$

 k = (100 - i - j) = jumlah kand. Rongga (%)
 l = (100 - j) = rongga thd agregat (%)

$$m = \left(100 \times \frac{l}{k} \right) = \text{rongga yang terisi aspal (VFWA) (\%)}$$

$$n = \text{rongga yang terisi campuran } 100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right) (\%)$$

 o = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi proving ring (kg/Division)
 q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)(kg)
 r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
 s = Marshall Quotient = q / r (kg/mm)

- suhu pencampuran : ± 160 °C
- suhu pemadatan : ± 140 °C
- suhu water bath : 60 °C
- bj aspal : 1,087
- bj agregat : 2,769 (Abu Batu/AB)
- tanda tangan :

 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

(Ir. Iskandar S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Lampiran 52

Pekerjaan/Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sampel : ---
 Jenis campuran : Laston kadar aspal Optimum
 Tanggal : 18 Februari 2002

Dikerjakan oleh : Rizki Caushar & M. Rachmadinawan
 Diperiksa oleh : Sukamto

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

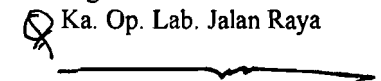
Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	Angka Koreksi
1-K 2%	62,83	6,75	6,325	1167	1169	688	481	2,4262	2,48	14,12	83,86	2,018	16,14	87,495	2,0176	310	1062,37	1083,62	4	270,9	1,02
2-K 2%	62,53	6,75	6,325	1174	1177	686	491	2,391	2,48	13,91	82,65	3,437	17,35	80,188	3,4375	368	1261,14	1298,97	3,8	341,83	1,03
3-K 2%	62,93	6,75	6,325	1169	1171	685	486	2,4053	2,48	14	83,14	2,859	16,86	83,035	2,8595	320	1096,64	1107,61	3,5	316,46	1,01
Rata-rata	62,76	6,75	6,325	1170	1172,33	686,33	486	2,4075	2,48	14,01	83,22	2,772	16,78	83,573	2,7715	332,7	1140,05	1163,4	3,77	309,73	1,02
1-K 5%	62,17	6,67	6,25	1170	1172	689	483	2,4224	2,48	13,93	83,8	2,273	16,2	85,972	2,2726	380	1302,26	1354,35	3,8	356,41	1,04
2-K 5%	62,53	6,67	6,25	1170	1172	687	485	2,4124	2,48	13,87	83,45	2,676	16,55	83,829	2,6756	410	1405,07	1447,22	3,3	438,55	1,03
3-K 5%	62,03	6,67	6,25	1170	1172	687	485	2,4124	2,48	13,87	83,45	2,676	16,55	83,829	2,6756	365	1250,86	1300,89	3,5	371,68	1,04
Rata-rata	62,24	6,67	6,25	1170	1172	687,67	484,3	2,4157	2,48	13,89	83,57	2,541	16,43	84,544	2,5413	385	1319,4	1367,49	3,53	388,88	1,036666667
1-K 8%	62,1	6,58	6,175	1174	1175	689	486	2,4156	2,48	13,72	83,63	2,644	16,37	83,847	2,6436	430	1473,61	1532,55	4	383,14	1,04
2-K 8%	63,28	6,58	6,175	1174	1175	690	485	2,4206	2,48	13,75	83,81	2,443	16,19	84,915	2,4429	387	1326,25	1326,25	3,2	414,45	1
3-K 8%	62,18	6,58	6,175	1165	1166	687	479	2,4322	2,48	13,82	84,21	1,978	15,79	87,476	1,9782	430	1473,61	1532,55	3	510,85	1,04
Rata-rata	62,52	6,58	6,175	1171	1172	688,67	483,3	2,4228	2,48	13,76	83,88	2,355	16,12	85,412	2,3549	415,7	1424,49	1463,79	3,4	436,15	1,026666667

t = tebal benda uji (mm)
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sbl direndam (gr)
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat di dalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - e (cc)
 g = berat isi sample = c / f (gr/cc)
 h = bj maksimum (teoritis)

$$\left\{ 100 \div \left(\frac{\% \text{ aggr}}{bj \cdot \text{aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{bj \cdot \text{aspal}} \right) \right\}$$

$i = \frac{b \times g}{Bj \text{ aspal} (100 - b) g} (\%)$
 $j = \frac{g}{bj \text{ aggr}} (\%)$
 k = (100 - i - j) = jumlah kand. Rongga (%)
 l = (100 - j) = rongga thd agregat (%)
 $m = \left(100 \times \frac{i}{j} \right) = \text{rongga yang terisi aspal}$
 (VFWA) (%)

$n = \text{rongga yang terisi campuran } 100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right) (\%)$
 o = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi proving ring (kg/Division)
 q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)(kg)
 r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
 s = Marshall Quotient = q / r (kg/mm)

- suhu pencampuran : ± 160 °C
 - suhu pemadatan : ± 140 °C
 - suhu water bath : 60 °C
 - bj aspal : 1,087
 - bj agregat : 2,710 (Kalsit/K)
 - tanda tangan :

 (Ir. Iskandar S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Lampiran 53

Pekerjaan/Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sampel : ---
 Jenis campuran : Laston kadar aspal Optimum
 Tanggal : 21 Februari 2002

Dikerjakan oleh : Rizki Caushar & M. Rachmadinawan
 Diperiksa oleh : Sukamto

PERHITUNGAN TEST IMMERSION

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	Angka Koreksi
1-AB 2%	62,18	7,24	6,75	1174	1175	695	480	2,4458	2,51	15,19	82,37	2,445	17,63	86,134	2,4451	445	1525,02	1570,77	4	392,69	1,03
2-AB 2%	61	7,24	6,75	1170	1172	693	479	2,4426	2,51	15,17	82,26	2,574	17,74	85,49	2,5745	335	1148,05	1193,97	3,8	314,2	1,04
3-AB 2%	62,6	7,24	6,75	1175	1177	696	481	2,4428	2,51	15,17	82,27	2,565	17,73	85,537	2,565	420	1439,34	1453,73	3	484,58	1,01
Rata-rata	61,93	7,24	6,75	1173	1174,67	694,67	480	2,4437	2,51	15,18	82,3	2,528	17,7	85,72	2,5282	400	1370,8	1406,16	3,6	397,16	1,026666667
1-AB 5%	61,3	7,18	6,7	1169	1170	692	478	2,4456	2,51	15,07	82,4	2,522	17,6	85,665	2,5225	430	1473,61	1532,55	3,3	464,41	1,04
2-AB 5%	61,9	7,18	6,7	1172	1174	693	481	2,4366	2,51	15,02	82,1	2,882	17,9	83,901	2,8818	399	1367,37	1449,42	3	483,14	1,06
3-AB 5%	61,71	7,18	6,7	1176	1179	695	484	2,4298	2,51	14,98	81,87	3,154	18,13	82,602	3,1544	395	1353,67	1380,74	3,9	354,04	1,02
Rata-rata	61,64	7,18	6,7	1172,33	1174,33	693,33	481	2,4373	2,51	15,02	82,12	2,853	17,88	84,056	2,8529	408	1398,22	1454,24	3,4	433,86	1,04
1-AB 8%	61,91	7,15	6,675	1174	1176	695	481	2,4407	2,51	14,99	82,26	2,75	17,74	84,496	2,7502	475	1627,83	1660,38	3,3	503,15	1,02
2-AB 8%	61,2	7,15	6,675	1170	1172	691	481	2,4324	2,51	14,94	81,98	3,082	18,02	82,898	3,0815	389	1333,1	1386,43	3,7	374,71	1,04
3-AB 8%	61,66	7,15	6,675	1172	1175	693	482	2,4315	2,51	14,93	81,95	3,117	18,05	82,729	3,1173	430	1473,61	1503,08	2,9	518,3	1,02
Rata-rata	61,59	7,15	6,675	1172	1174,33	693	481,3	2,4349	2,51	14,95	82,06	2,983	17,94	83,374	2,983	431,3	1478,18	1516,63	3,3	465,39	1,026666667

t = tebal benda uji (mm)
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sbl direndam (gr)
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat di dalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - e (cc)
 g = berat isi sample = c / f (gr/cc)
 h = bj maksimum (teoritis)

$$\left\{ 100 + \left(\frac{\% \text{ aggr}}{bj \text{ .aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{bj \text{ .aspal}} \right) \right\}$$

$$i = \frac{b \times g}{Bj \text{ aspal}} (\%)$$

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{bj \text{ aggr}} (\%)$$

k = (100 - i - j) = jumlah kand. Rongga (%)
 l = (100 - j) = rongga thd agregat (%)
 $m = \left(100 \times \frac{l}{j} \right) = \text{rongga yang terisi aspal (VFWA) (\%)}$

n = rongga yang terisi campuran $100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right) (\%)$
 o = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi *proving ring* (kg/Division)
 q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)(kg)
 r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
 s = *Marshall Quotient* = q / r (kg/mm)

- suhu pencampuran : ± 160 °C
- suhu pemadatan : ± 140 °C
- suhu *water bath* : 60 °C
- bj aspal : 1,087
- bj agregat : 2,769 (Abu Batu/AB)
- tanda tangan :

Ka. Op. Lab. Jalan Raya
 (Ir. Iskandar S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Lampiran 54

Pekerjaan/Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sampel : ---
 Jenis campuran : Laston kadar aspal optimum
 Tanggal : 21 Februari 2002

Dikerjakan oleh : Rizki Caushar & M. Rachmadinawan
 Diperiksa oleh : Sukamto

PERHITUNGAN TEST IMMERSION

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	Angka Koreksi
1-K 2%	62,83	6,75	6,325	1168	1170	688	482	2,4232	2,48	14,1	83,76	2,137	16,24	86,838	2,1371	315	1079,51	1101,1	3,9	282,33	1,02
2-K 2%	62,55	6,75	6,325	1175	1177	687	490	2,398	2,48	13,95	82,89	3,158	17,11	81,544	3,158	375	1285,13	1323,68	3,7	357,75	1,03
3-K 2%	63	6,75	6,325	1170	1172	685	487	2,4025	2,48	13,98	83,04	2,976	16,96	82,448	2,976	340	1165,18	1188,48	3,3	360,15	1,02
Rata-rata	62,79	6,75	6,325	1171	1173	686,67	486,3	2,4079	2,48	14,01	83,23	2,757	16,77	83,61	2,757	343,3	1176,6	1204,42	3,63	333,41	1,023333333
1-K 5%	62,18	6,67	6,25	1170	1172	689	483	2,4224	2,48	13,93	83,8	2,273	16,2	85,972	2,2726	380	1302,26	1341,33	3,7	362,52	1,03
2-K 5%	62,5	6,67	6,25	1169	1172	687	485	2,4103	2,48	13,86	83,38	2,759	16,62	83,398	2,7588	355	1216,59	1253,08	3,2	391,59	1,03
3-K 5%	62,1	6,67	6,25	1168	1170	686	484	2,4132	2,48	13,88	83,48	2,641	16,52	84,009	2,6412	440	1507,88	1598,35	3,3	484,35	1,06
Rata-rata	62,26	6,67	6,25	1169	1171,33	687,33	484	2,4153	2,48	13,89	83,56	2,558	16,44	84,46	2,5576	391,7	1342,24	1397,59	3,4	412,82	1,04
1-K 8%	62,2	6,58	6,175	1174	1175	690	485	2,4206	2,48	13,75	83,81	2,443	16,19	84,915	2,4429	415	1422,21	1479,09	3	493,03	1,04
2-K 8%	63,4	6,58	6,175	1174	1176	692	484	2,4256	2,48	13,78	83,98	2,241	16,02	86,01	2,2413	435	1490,75	1550,37	2,8	553,71	1,04
3-K 8%	62,3	6,58	6,175	1166	1168	688	480	2,4292	2,48	13,8	84,1	2,098	15,9	86,801	2,0984	405	1387,94	1457,33	3,2	455,42	1,05
Rata-rata	62,63	6,58	6,175	1171,33	1173	690	483	2,4251	2,48	13,78	83,96	2,261	16,04	85,908	2,2609	418,3	1433,63	1495,6	3	500,72	1,043333333

t = tebal benda uji (mm)
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sbl direndam (gr)
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat di dalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - e (cc)
 g = berat isi sample = c / f (gr/cc)
 h = bj maksimum (teoritis)

$$\left\{ 100 \div \left(\frac{\% \text{ aggr}}{bj. \text{ aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{bj. \text{ aspal}} \right) \right\}$$

$$i = \frac{b \times g}{Bj \text{ aspal}} (\%)$$

$$(100 - b) g$$

$$j = \frac{bj \text{ aggr}}{bj \text{ aggr}} (\%)$$

$$k = (100 - i - j) = \text{jumlah kand. Rongga } (\%)$$

$$l = (100 - j) = \text{rongga thd agregat } (\%)$$

$$m = \left(100 \times \frac{l}{k} \right) = \text{rongga yang terisi aspal}$$

$$(VFWA) (\%)$$

$$n = \text{rongga yang terisi campuran } 100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right) (\%)$$

o = pembacaan arloji (stabilitas)

p = o x kalibrasi *proving ring* (kg/Division)

q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)(kg)

r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)

s = *Marshall Quotient* = q / r (kg/mm)

- suhu pencampuran : ± 160 °C
- suhu pemadatan : ± 140 °C
- suhu *water bath* : 60 °C
- bj aspal : 1,087
- bj agregat : 2,710 (Kalsit/K)
- tanda tangan :

Ka. Op. Lab. Jalan Raya

(Ir. Iskandar S, MT)