TUGAS AKHIR

PENGARUH PENGGUNAAN BATU KAPUR ASAL SRAGEN SEBAGAI AGREGAT KASAR (F1) TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN *ASPHALT TREATED BASE* (ATB)

Disusun Oleh :

DANNY FIRNANDO	**98 511 011**
FERRY FIRMANSYAH	**98 511 099**

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2003

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENGGUNAAN BATU KAPUR ASAL SRAGEN SEBAGAI AGREGAT KASAR (F1) TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN *ASPHALT TREATED BASE* (ATB)

Diajukan Guna Memenuhi Smart Dalam Rangka Meraih Derajat Sarjana
Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta

Disusun Oleh :

Danny Firnando 98511011
Ferry Firmansyah 98511099

Telah diperiksa dan disetujui :

Ir. Iskandar S., MT
Dosen Pembimbing I

Tanggal : 30 - 08 - 2003

Ir. Subarkah, MT
Dosen Pemimbing II

Tanggal : 28-08-2003

Kami persembahkan karya ini kepada :

1. Kedua orang tua kami
2. Bapak Ir. Iskandar S., MT selaku Pembimbing I
3. Bapak Ir. Subarkah, MT selaku Pembimbing II
4. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

KATA PENGANTAR

Assalaamu'alaikum wr wb

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga dengan keterbatasan dan kemampuan yang ada, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **"Pengaruh Penggunaan Batu Kapur Asal Sragen Sebagai Agregat Kasar (F1) Terhadap Karakteristik *Marshall* Dalam Campuran *Asphalt Treated Base* (ATB)".**

Penulis menyadari sepenuhnya, bahwa karya ini dapat terwujud tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam proses penulisan laporan Tugas Akhir ini hingga selesai.

Untuk itu dengan ketulusan hati, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Iskandar S., MT., selaku Dosen Pembimbing I.
2. Bapak Ir. Subarkah, MT., selaku Dosen Pembimbing II.
3. Ibu Miftahul Fauziah, ST., MT., selaku Dosen Tamu.
4. Bapak Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Ir. H. Munadhir, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.

6. Bapak Ir. Iskandar S., MT., selaku Koordinator Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.
7. Bapak Sukamto dan Bapak Pranoto, selaku Staf Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.
8. Ayah, Ibu dan saudara-saudara kami yang telah memberikan dorongan dan doa, hingga selesainya Tugas Akhir ini.
9. " Team Jempor ": Gendut (Imron), Senthet (Joko), Kiroen (Reza), Boim (Antok), Unsoed (Urip), Panucci (Danny), Bhe Ep (Ferry) yang selalu menciptakan suasana konyol pada saat-saat kebersamaan.
10. Teman – teman angk. 98 dan semua pihak yang membantu kami.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun akan penulis terima dengan senang hati.

Akhir kata, semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak pada umumnya dan bagi mahasiswa Teknik Sipil pada khususnya.

Wassalaamu'alaikum wr wb.

Yogyakarta, Agustus 2003

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL..... i

HALAMAN PENGESAHAN..... ii

HALAMAN PERSEMBAHAN..... iii

KATA PENGANTAR..... iv

DAFTAR ISI..... vi

DAFTAR TABEL..... x

DAFTAR GAMBAR..... xii

DAFTAR LAMPIRAN..... xiv

INTISARI..... xvii

BAB I PENDAHULUAN..... 1

1.1. Latar belakang Masalah..... 1

1.2. Tujuan Penelitian..... 2

1.3. Manfaat Penelitian..... 2

1.4. Batasan Masalah..... 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... 4

2.1. Aspal 4

2.2. Agregat 4

2.3. *Filler* 5

2.4. *Asphalt Treated Base*..... 5

2.5. Batu kapur..... 5

2.6. Penelitian Terdahulu Tentang Penggunaan Batu Kapur..... 6

BAB III LANDASAN TEORI 8

3.1. Perkerasan Jalan 8

3.2. Karakteristik Perkerasan 9

3.3. Sifat Umum ATB 11

3.3.1. Fungsi ATB 11

3.3.2. Sifat-sifat ATB 11

3.4. Spesifikasi Campuran 12

3.5. Bahan Penyusun Aspal 12

3.5.1. Aspal 12

3.5.2. Agregat 13

3.6. Karakteristik *Marshall* 15

3.7 *Immersion Test* 18

3.8 Ekstraksi 18

BAB IV HIPOTESA 19

BAB V METODE PENELITIAN 20

5.1. Bahan dan Pemeriksaan Mutu Bahan 20

5.1.1. Bahan 20

5.1.2. Pemeriksaan Mutu Bahan 20

5.1.3. Persyaratan Bahan 21

5.2. Peralatan 21

5.3. Rancangan Benda Uji 22

5.4. Pengujian Benda Uji 24

5.4.1. Cara Pengujian *Marshall* 24

5.4.2. Cara Pengujian *Immersion* 25

5.5. Perhitungan dan Analisis Hasil Pemeriksaan..... 25

BAB VI HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN..... 28

6.1. Hasil Penelitian..... 28

6.1.1. Mencari Kadar Aspal Optimum..... 29

6.1.2. Grafik Hasil Penelitian Kadar Aspal Optimum..... 35

6.2. Karakteristik Marshall Campuran ATB dengan Agregat Kasar Batu Kapur Pada Kadar Aspal Optimum..... 39

6.2.1. Pengaruh Persentase Batu Kapur Terhadap Nilai Stabilitas..... 39

6.2.2. Pengaruh Persentase Batu Kapur Terhadap Nilai *Flow*..... 42

6.2.3. Pengaruh Persentase Batu Kapur Terhadap Nilai VITM..... 44

6.2.4. Pengaruh Persentase Batu Kapur Terhadap Nilai VFWA..... 46

6.2.5. Pengaruh Persentase Batu Kapur Terhadap Nilai Density..... 49

6.2.6. Pengaruh Persentase Batu Kapur Terhadap Nilai VMA..... 51

6.2.7. Pengaruh Persentase Batu Kapur Terhadap Nilai MQ..... 52

6.3. Penentuan Kadar Aspal Optimum..... 54

6.4. Ekstraksi..... 55

6.5. Immersion Test..... 59

BAB VIIKESIMPULAN DAN SARAN..... 61

7.1 Kesimpulan..... 61

7.2 Saran..... 63

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Spesifikasi Campuran ATB	12
Tabel 3.2	Persyaratan Aspal Keras AC 60/70	13
Tabel 3.3	Persyaratan Agergat Kasar	14
Tabel 3.4.	Persyaratan Agregat Halus	14
Tabel 3.5	Spesifikasi Gradasi ATB	14
Tabel 6.1.	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (BatuKapur)	28
Tabel 6.2.	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah)	28
Tabel 6.3.	Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Batu Pecah)	28
Tabel 6.4.	Hasil Pemeriksaan Aspal Keras AC 60/70	29
Tabel 6.5.	Hasil Uji *Mashall* Untuk Mencari Kadar Aspal Optimum	34
Tabel 6.6.	Penentuan Kadar Aspal Optimum	39
Tabel 6.7.	Nilai Stabilitas hasil dari pengujian *Marshall*	40
Tabel 6.8.	Nilai *Flow* hasil dari pengujian Marshall	42
Tabel 6.9.	Nilai VITM hasil dari pengujian Marshall	45
Tabel 6.10.	Nilai VFWA hasil dari pengujian Marshall	47
Tabel 6.11.	Nilai *Density* hasil dari pengujian Marshall	50
Tabel 6.12.	Nilai VMA hasil dari pengujian Marshall	51
Tabel 6.13.	Nilai MQ hasil dari pengujian Marshall	55
Tabel 6.14.	Kadar kapur optimum pada kadar aspal optimum campuran ATB	55

Tabel 6.15. Analisa Saringan Hasil Ekstraksi Dengan Perbandingan BK : BP = 0% :100%.....56

Tabel 6.16. Analisa Saringan Hasil Ekstraksi Dengan Perbandingan BK : BP = 25% : 75%.....56

Tabel 6.17. Analisa Saringan Hasil Ekstraksi Dengan Perbandingan BK : BP = 50% : 50%.....56

Tabel 6.18. Analisa Saringan Hasil Ekstraksi Dengan Perbandingan BK : BP = 75% : 25%.....57

Tabel 6.19. Analisa Saringan Hasil Ekstraksi Dengan Perbandingan BK : BP = 100% : 0%.....57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 5.1. Diagram Alir Penelitian.....26

Gambar 6.1. Grafik Stabilitas Hasil Uji *Marshall* Untuk Mencari Aspal Optimum.....35

Gambar 6.2. Grafik *Flow* Hasil Uji *Marshall* Untuk Mencari Aspal Optimum.....36

Gambar 6.3. Grafik *Density* Hasil Uji *Marshall* Untuk Mencari Aspal Optimum.....36

Gambar 6.4. Grafik VITM Hasil Uji *Marshall* Untuk Mencari Aspal Optimum.....37

Gambar 6.5. Grafik VFWA Hasil Uji *Marshall* Untuk Mencari Aspal Optimum.....37

Gambar 6.6. Grafik VMA Hasil Uji *Marshall* Untuk Mencari Aspal Optimum.....38

Gambar 6.7. Grafik MQ Hasil Uji *Marshall* Untuk Mencari Aspal Optimum.....38

Gambar 6.8. Hubungan Antara Stabilitas Dengan Persentase Batu Kapur Sebagai Agregat Kasar Dalam Campuran ATB.....40

Gambar 6.9. Hubungan Antara *Flow* Dengan Persentase Batu Kapur Sebagai Agregat Kasar Dalam Campuran ATB 43

Gambar 6.10. Hubungan Antara VITM Dengan Persentase Katu Kapur Sebagai Agregat Kasar Dalam Campuran ATB.....45

Gambar 6.11. Hubungan Antara VFWA Dengan Persentase Batu Kapur Sebagai Agregat Kasar Dalam Campuran ATB.....48

Gambar 6.12. Hubungan Antara *Density* Dengan Persentase Batu Kapur Sebagai Agregat Kasar Dalam Campuran ATB.....50

Gambar 6.13. Hubungan Antara VMA Dengan Persentase Batu Kapur Sebagai Agregat Kasar Dalam Campuran ATB.....52

Gambar 6.14. Hubungan Antara MQ Dengan Persentase Batu Kapur Sebagai Agregat Kasar Dalam Campuran ATB.....54

Gambar 6.15. Degradasi Hasil Ekstraksi.....58

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1: Analisa Saringan Gradasi Campuran ATB

Analisa Saringan Kadar Aspal 4,5% Lamp.1.1

Analisa Saringan Kadar Aspal 5 % Lamp.1.2

Analisa Saringan Kadar Aspal 5,5% Lamp.1.3

Analisa Saringan Kadar Aspal 6 % Lamp.1.4

Analisa Saringan Kadar Aspal 6,5% Lamp.1.5

Analisa Saringan Kadar Aspal Optimum 6,079 %.....Lamp.1.6

LAMPIRAN 2 : Pemeriksaan Agregat Kasar dan Halus

Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar (Batu Kapur) Lamp.2.1

Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar (Batu Pecah) Lamp.2.2

Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus (Batu Pecah) Lamp.2.3

Pemeriksaan Keausan Agregat (Batu Kapur) Lamp.2.4

Pemeriksaan Keausan Agregat (Batu Pecah) Lamp.2.5

Pemeriksaan Kelekatan Agregat Terhadap Aspal (Batu Kapur) ...Lamp.2.6

Pemeriksaan Kelekatan Agregat Terhadap Aspal (Batu Pecah) Lamp.2.7

Pemeriksaan *Sand Equivalent* Lamp.2.8

Kandungan $CaCO_3$ Dalam Kapur Lamp.2.9

Kuat Tekan Batu Kapur Lamp.2.10

LAMPIRAN 3 : Pemeriksaan Aspal

Pemeriksaan Berat Jenis Aspal Lamp.3.1

Pemeriksaan Tititk Lembek Aspal Lamp.3.2

Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal Lamp.3.3

Pemeriksaan Penetrasi Aspal Lamp.3.4

Pemeriksaan Daktilitas Aspal Lamp.3.5

Pemeriksaan Kelarutan dalam CCl_4 .....Lamp.3.6

LAMPIRAN 4 : Perhitungan Test *Marshall*

Perhitungan Test *Marshall* Aspal Optimum Lamp.4.1

Perhitungan Test *Marshall* Kapur Kadar 0%.....Lamp.4.2

Perhitungan Test *Marshall* Kapur Kadar 25%.....Lamp.4.3

Perhitungan Test *Marshall* Kapur Kadar 50%.....Lamp.4.4

Perhitungan Test *Marshall* Kapur Kadar 75%.....Lamp.4.5

Perhitungan Test *Marshall* Kapur Kadar 100%.....Lamp.4.6

Perhitungan Test *Marshall Immersion* (Rendaman) Lamp.4.7

Perbandingan *Immersion Test* Kadar Kapur 0%.....Lamp.4.8

Perbandingan *Immersion Test* Kadar Kapur 17,48%.....Lamp.4.9

Back Up Test Marshall Kapur Optimum Lamp.4.10

Grafik *Marshall* menurut *The Asphalt Institute* Lamp.4.11

LAMPIRAN 5 : Ekstraksi

Pemeriksaan Ekstraksi Kadar Kapur 0% Lamp.5.1

Pemeriksaan Ekstraksi Kadar Kapur 25% Lamp.5.2

Pemeriksaan Ekstraksi Kadar Kapur 50% Lamp.5.3

Pemeriksaan Ekstraksi Kadar Kapur 75% Lamp.5.4

Pemeriksaan Ekstraksi Kadar Kapur 100% Lamp.5.5

Grafik hasil ekstraksi kadar kapur 0% dengan JMF.....Lamp.5.6

Grafik hasil ekstraksi kadar kapur 25% dengan JMF.....Lamp.5.7

Grafik hasil ekstraksi kadar kapur 50% dengan JMF.....Lamp.5.8

Grafik hasil ekstraksi kadar kapur 75% dengan JMF.....Lamp.5.9

Grafik hasil ekstraksi kadar kapur 100% dengan JMF.....Lamp.5.10

INTISARI

Ketergantungan pada batu kali sebagai bahan konstuksi jalan dengan sumber material yang terbatas akan menimbulkan masalah dikemudian hari. Untuk itu pemanfaatan sumber daya alam yang tersedia secara optimal merupakan salah satu upaya yang tepat untuk mewujudkan pemenuhan kebutuhan tersebut. Salah satunya adalah batu kapur yang terdapat di Desa Sendang Boto, Kecamatan Miri, Kabupaten Sragen. Jenis batu ini banyak dimanfaatkan oleh masyarakat daerah tersebut sebagai pondasi rumah maupun untuk perkerasan macadam.

Dalam penelitian ini penggunaan batu kapur sebagai bahan pengganti agregat kasar bertujuan untuk mengetahui besarnya pengaruh terhadap karakteristik Marshall. Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap. Tahap pertama yaitu mencari kadar aspal optimum dengan variasi kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, sehingga dihasilkan KAO sebesar 6,079%. Tahap kedua yaitu mencari kadar kapur optimum dengan variasi kadar kapur terhadap agregat kasar 0%, 25%, 50%, 75%, 100% dengan kadar aspal optimum, sehingga didapatkan kadar kapur optimum 17,48%. Tahap ketiga yaitu uji perendaman atau immersion test dengan menggunakan kadar kapur optimum dan kadar aspal optimum. Semua tahap diatas menggunakan alat uji Marshall terhadap tiap benda uji, hasil yang diperoleh dibandingkan dengan spesifikasi Bina marga 1987. Untuk mengetahui degradasi agregat dilakukan test ekstraksi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai stabilitas, flow dan MQ lebih dipengaruhi oleh bentuk yang seperti kubus dan permukaan yang relatif halus dari agregat batu kapur dibandingkan dengan batu pecah sehingga menyebabkan internal friction menurun. Nilai VITM, VFWA, dan VMA lebih dipengaruhi oleh degradasi batu kapur yang tinggi dibandingkan batu pecah sehingga banyak terdapat rongga pada campuran tersebut. Nilai density dalam campuran ini dipengaruhi oleh rongga-rongga yang ada dibandingkan dengan berat jenis agregat batu kapur dan batu pecah.

Penggunaan batu kapur sebagai pengganti agregat kasar menghasilkan campuran yang dapat digunakan pada jalan dengan lalu lintas berat.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan pembangunan di beberapa bidang dewasa ini semakin meningkat. Peningkatan ini secara langsung membawa dampak pada perkembangan dibidang transportasi. Dalam pembangunan prasarana jalan yang terus berkelanjutan akan membutuhkan bahan material yang cukup banyak. Ketergantungan pada batu kali sebagai bahan konstuksi jalan dengan sumber material yang terbatas akan menimbulkan masalah dikemudian hari. Untuk itu pemanfaatan sumber daya alam yang tersedia secara optimal merupakan salah satu upaya yang tepat untuk mewujudkan pemenuhan kebutuhan tersebut.

Batu kapur banyak terdapat di Desa Sendang Boto, Kecamatan Miri, Kabupaten Sragen. Jenis batu kapur yang terdapat di daerah tersebut bermacam-macam, tetapi jenis batu yang di ambil sebagai sampel adalah batu kapur jenis napal. Jenis batu ini banyak dimanfaatkan oleh masyarakat daerah tersebut sebagai pondasi rumah maupun untuk perkerasan macadam.

Dari uji laboratorium yang dilakukan sebelumnya yaitu pemeriksaan berat jenis agregat kasar : 2,628, pemeriksaan kelekatan agregat kasar terhadap aspal : 95% dan pemeriksaan keausan agregat (*abrasi test*) : 37,58% telah memenuhi standar spesifikasi Bina Marga, 1987. Kemudian hasil uji laboratorium mengenai kuat tekan batu kapur tersebut diperoleh hasil sebesar 240 kg/cm2. Kuat tekan tersebut sesuai dengan klasifikasi berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh

Dinas Pertambangan Daerah Istimewa Yogyakarta, yaitu sebesar 208.0 s/d 644.95 kg/cm2

Berdasarkan data tersebut di atas maka perlu dilakukan penelitian batu kapur sebagai bahan konstruksi jalan yang ditetapkan untuk campuran *Asphalt Treated Base* (ATB). Apabila material tersebut setelah diteliti memenuhi standar untuk persyaratan yang ditentukan dalam spesifikasi Bina Marga, maka bahan tersebut merupakan bahan alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi kelangkaan material yang telah biasa digunakan.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya pengaruh penggunaan batu kapur asal Sragen sebagai agregat kasar terhadap karakteristik campuran *Asphalt Treated Base* (ATB) dengan menggunakan aspal AC 60-70 untuk lalulintas berat.

1.3. Manfaat Penelitian

1. Pemanfaatan sumber daya alam lokal Kabupaten Sragen.
2. Mendapatkan agregat alternatif yang dapat digunakan sebagai agregat kasar selain agregat yang biasa digunakan.
3. Meningkatkan nilai tambah dan nilai guna dari batu kapur.
4. Hasil penelitian yang dilakukan, diharapkan dapat memberikan sumbangan yang bermanfaat bagi kalangan teknisi yang bergerak dalam bidang transportasi, untuk menggunakan batu kapur sebagai agreagat pada campuran

ATB yang menggunakan aspal AC 60/70, dalam meningkatkan mutu suatu struktur perkerasan.

1.4. Batasan Masalah

Pada penelitian ini, dilakukan pengujian laboratorium mengenai karakteristik campuran ATB yang menggunakan agregat batu kapur. Secara khusus penelitian ini dibatasi :

1. Penelitian dilakukan di laboratorium Jalan Raya FTSP UII Yogyakarta.
2. Gradasi yang digunakan adalah gradasi menerus mengikuti spesifikasi Bina Marga 1987, untuk campuran ATB.
3. Agregat kasar yang digunakan adalah batu kapur yang berasal dari daerah Sendang Boto, kecamatan Miri, kabupaten Sragen dan batu pecah dari Clereng Kulon Progo.
4. *Filler* yang digunakan adalah abu batu.
5. komposisi perbandingan batu kapur : batu pecah yang digunakan 0% : 100%, 25% : 75%, 50% : 50%, 75% : 25%, 100% : 0%.
6. Aspal keras yang digunakan adalah AC 60/70 dengan variasi kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5%.
7. Penelitian ini berdasarkan pada test *Marshall.*
8. Perilaku yang dipelajari Stabilitas, *Flow, Density,* VITM, VFWA, VMA dan *Marshall Quotient* dari benda uji.
9. Penelitian ini tidak membahas unsur mineral dan kimiawi yang terkandung dalam batu kapur.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Aspal

Aspal adalah bahan padat atau semi padat pada temperatur ruang, yang berwarna coklat gelap sampai kehitaman. Aspal tersusun dari *asphaltenese* dan *malthese* hasil penyulingan minyak bumi. *Asphalt Cement* adalah aspal yang dibuat dengan kekentalan khusus (*Krebs and Walker, 1971*).

Aspal yang umum digunakan saat ini terutama berasal dari salah satu hasil proses destilasi minyak bumi dan disamping itu mulai banyak pula dipergunakan aspal alam yang berasal dari Buton (Silvia Sukirman, 1992).

2.2 Agregat

Agregat/batuan merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yaitu mengandung 90 – 95 % agregat berdasarkan prosentase berat atau 75 – 85 % agregat berdasarkan prosentase volume. Dengan demikian daya dukung, keawetan dan mutu perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain (Silvia Sukirman, 1992).

Pemilihan jenis agregat yang sesuai untuk digunakan pada konstruksi perkerasan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor yang mempengaruhi yaitu ukuran, gradasi, kekuatan dan kekerasan, bentuk tekstur permukaan, kelekatan terhadap aspal serta kebersihan dan sifat kimia (*Krebs and Walker, 1971*).

2.3 *Filler*

Filler didefinisikan sebagai fraksi debu mineral yang lolos saringan no. 200 (0.0074 mm) bisa berupa debu batu, batu kapur, debu dolomite, atau semen. *Filler* merupakan bahan berbutir halus yang berfungsi sebagai butir pengisi pada pembuatan campuran aspal (Soeprapto Totomihardjo, 1995).

2.4 *Asphalt Treated Base* (ATB)

Asphalt Treated Base (ATB) merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan konstruksi pekerjaan lentur jalan yang tersusun dari agregat kasar, agregat halus, *filler* dan aspal yang dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam kondisi panas.Gradasi agregat yang digunakan adalah gradasi menerus. Aspal yang sering dipakai dalam pelaksanaan adalah AC 60/70 dan AC 80/100 (Laston No.378/KPTS/1987).

Lapis ATB ini termasuk struktur perkerasan jalan dan salah satu dari jenis Lapis Aspal Beton (Laston).

2.5 Batu Kapur

Batu kapur adalah batuan padat dengan komposisi utama kalsium karbonat (CaCO3), dengan warna yang bervariasi dari putih, abu-abu muda/tua, cokelat, kuning tua bahkan ada yang berwarna hitam. Batu kapur yang mempunyai kuat tekan tinggi dan paling banyak cadangannya dikenal sebagai batu gamping non klastik, yaitu batu gamping yang awalnya terbentuk dari batuan yang sejenis kemudian terkumpul menjadi satu dan direkatkan oleh alam. Pada umumnya batu kapur yang padat dan keras mempunyai berat jenis 2,6 – 2,8. Batu kapur termasuk

bahan galian golongan C yang banyak digunakan untuk bahan bangunan, perkerasan jalan, bangunan dam, dan merupakan bahan utama (75–80%) dari pembuatan Portland cement. Dalam skala Mohs rentang antara 1 s/d 10, kuat tekan batu kapur terletak pada skala 3, sedangkan untuk batu pecah terletak pada skala 7 (Sukandar Rumidi 1999 & Dirjen Pertambangan, Dept. Pertambangan RI,1969).

2.6 Penelitian Terdahulu Tentang Penggunaan Batu Kapur

Haryanto Sentosa, mengadakan penelitian tentang penggunaan batu kapur dari daerah Gunung Gamping, Kabupaten Sleman sebagai pengganti agregat kasar yang digunakan pada konstruksi beton aspal. Variasi kadar aspal yang digunakan yaitu 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7% dan variasi campuran batu kapur dibanding batu kali yaitu 100% : 0%, 66,67% : 33,33%, 50% : 50%, 33,33% : 66,67%, 0% : 100%. Setelah diadakan pengujian, nilai stabilitas dan *flow* dari semua sampel dapat memenuhi persyaratan Bina Marga 1983. Nilai VITM yang memenuhi persyaratan hanya pada kadar aspal 5,5%, 6%, 6,5%, 7% dengan campuran batu kapur : batu kali = 0% : 100%, 33,33% : 66,67%. Penggunaan kadar aspal dibawah nilai 5,5% akan menyebabkan nilai VITM lebih dari yang disyaratkan yaitu 5%. Untuk nilai *Marshall Quotient* dari semua kadar aspal dan semua variasi kadar campuran dapat memenuhi persyaratan kecuali pada perbandingan batu kapur : batu kali = 50% : 50%. Dari campuran tersebut yang memenuhi persyaratan hanya pada kadar aspal 6%

Penelitian yang dilakukan *Mujiono*, membahas tentang penggunaan batu kapur dari daerah Gunung Gamping Sleman, sebagai pengganti agregat kasar pada

konstruksi HRS (*Hot Rolled Sheet*), nilai VITM yang dapat memenuhi persyaratan hanya pada kadar aspal yang tinggi yaitu 6,5%, 7%, 7,5%, 8%, sedangkan kadar aspal di bawah 6,5% tidak memenuhi persyaratan. Campuran yang menggunakan kadar aspal 6,5% akan menghasilkan nilai VITM lebih dari 6%. Nilai VFWA yang memenuhi persyaratan hanya untuk kadar aspal 6,5% pada semua variasi. Nilai yang lain seperti *flow,* stabilitas, dan *Marshall Quotient* semuanya memenuhi persyaratan yang ditentukan.

Penelitian yang dilakukan oleh *Irwan Sugiarto* dan *Sandhi Nugroho* tentang penggunaan batu kapur dari Desa Giriharjo, Kecamatan Panggang, Kabupaten Gunung Kidul sebagai pengganti agregat kasar yang digunakan pada konstruksi beton aspal. Variasi kadar aspal yang digunakan 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5% dan variasi campuran batu kapur dibanding batu kali yaitu 100%:0%, 66,67%:33,33%, 50%:50%, 33,33%:66,67%, 0%:100%. Setelah diadakan pengujian, nilai VITM yang memenuhi persyaratan pada perbandingan batu kapur dan batu kali: 0%:100% dengan kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, 6,5%; 33,33%:66,67% dengan kadar aspal 5,5%, 6%, 6,5%; 50%:50% dengan kadar aspal 5,5%, 6%, 6,5%; 66,67%:33,33% dengan kadar aspal 6%, 6,5%. Nilai VITM selain yang disebutkan diatas tidak memenuhi persyaratan yang ditentukan yaitu lebih dari 5%. Nilai VFWA yang memenuhi persyaratan: kadar aspal 5,5% dengan perbandingan 0%:100%, 33,33%:66,67%; kadar aspal 6% dengan perbandingan 0%:100%, 33,33%:66,67%, 50%:50%; kadar aspal 6,5% dengan perbandingan 0%:100%, 33,33%:66,67%, 50%:50%; 66,67%:33,33%. Nilai yang lain seperti stabilitas, *flow, density,* dan *Marshall Quotient* memenuhi persyaratan Bina Marga 1983.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah konstruksi di atas tanah dasar yang berfungsi memikul beban lalulintas dengan aman dan nyaman.

Berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi tiga macam: (Silvia Sukirman, 1992)

a. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat.
b. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikat.
c. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur di atas pekerasan kaku atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

Konstruksi perkerasan jalan dipandang dari segi kemampuan memikul dan menyebarkan beban, haruslah memenuhi syarat-syarat: (Silvia Sukirman, 1992)

a. Ketebalan yang cukup sehingga mampu menyebarkan beban/muatan lalulintas ke tanah dasar.
b. Kedap terhadap air, sehingga air tidak mudah meresap kelapisan di bawahnya. Air yang masuk ke dalam konstruksi akan memudahkan terlepasnya aspal yang menyelimuti agregat.

c. Kekakuan untuk memikul beban yang bekerja tanpa menimbulkan deformasi yang berarti.

3.2 Karakteristik Perkerasan

Karakteristik perkerasan merupakan sifat-sifat khusus perkerasan yang dapat menentukan tinggi dan rendahnya mutu suatu perkerasan. Karakteristik perkerasan yang baik akan dapat memberikan pelayanan terhadap lalu lintas yang direncanakan, terutama perilaku aspal apabila telah berada dalam campuran perkerasan.

Karakteristik perkerasan dapat ditunjukan dengan parameter berikut ini.

1. Stabilitas *(Stability)*

   Stabilitas lapisan perkerasan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan untuk menerima beban lalu-lintas tanpa terjadi perubahan bentuk. Stabilitas terjadi dari gesekan antar butiran, penguncian antar partikel dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal.

2. Keawetan/Daya Tahan *(Durability)*

   Durabilitas menunjukkan tingkat keawetan dan daya tahan lapisan perkerasan untuk menahan keausan akibat pengaruh perubahan cuaca, air dan perubahan suhu atau akibat gesekan kendaraan. Faktor-faktor yang mempengaruhi durabilitas suatu lapis perkerasan diantaranya tebal film aspal, nilai VITM dan VFWA.

3. Kelenturan *(Flexibility)*

   Kelenturan dari campuran perkerasan aspal adalah kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalulintas berulang tanpa timbulnya keretakan dan perubahan volume.

4. Ketahanan Kelelahan *(Fatique Resistance)*

   Ketahanan kelelahan adalah ketahanan perkerasan terhadap kelelahan akibat beban yang berulang-ulang dari beban lalu-lintas tanpa mengalami retak. Nilai *fatique resistance* dapat dinaikkan dengan cara menaikkan kadar aspal, mempertebal lapis permukaan dan memperkecil rongga dalam campuran.

5. Tahanan Gesek/Selip *(Skid Resistance)*

   Tahanan gesek/selip menunjukkan tingkat kekesatan yang diberikan oleh perkerasan, sehingga kendaraan yang melaluinya tidak mengalami selip, baik pada saat hujan maupun kering. Hal ini erat kaitannya dengan kekasaran permukaan dari perkerasan Kekesatan dinyatakan dengan koefisien gesek antara permukaan jalan dengan ban kendaraan.

6. Kedap Air *(Impermeability)*

   Impermeabilitas adalah sifat kedap air dan udara yang dimiliki suatu campuran perkerasan, yaitu kemampuan untuk mencegah air dan udara masuk ke dalam campuran. Hal ini erat kaitannya dengan jumlah rongga dalam campuran.

7. Kemudahan Pekerjaan *(Workability)*

   Kemudahan pelaksanaan meliputi kemudahan saat pencampuran, penghamparan dan pemadatan di lokasi pekerjaan. Untuk mengetahui

workability dari *hot mix* perlu dilakukan *trial and error* di laboratorium dan di lapangan dengan mengatur prosentase dari bahan-bahan penyusunnya. Faktor yang mempengaruhi *workability* ini diantaranya adalah gradasi agregat, temperatur campuran dan kandungan *filler* pada campuran (*The Asphalt Institute*, 1983).

3.3 Sifat Umum ATB

Asphalt Treated Base atau biasa disebut Lapis Aspal Beton (Laston) merupakan lapis perkerasan yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi menerus, *filler* dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas (Bina Marga, 1987).

3.3.1. Fungsi ATB

Berdasarkan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) No. 378/KPTS/1987, Laston mempunyai fungsi sebagai bagian perkerasan yang meneruskan dan menyebarkan beban kebagian konstruksi jalan di bawahnya.

3.3.2. Sifat-sifat ATB

Berdasarkan Petunjuk Pelaksanaan Laston No.378/KPTS/1987, Lapis Aspal Beton mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

1. *Well graded.*
2. Kurang kedap air (permeabilitas kurang).
3. Mempunyai nilai struktural.

3.4 Spesifikasi Campuran

Pada penelitian ini campuran aspal yang digunakan adalah campuran ATB dengan gradasi menerus. Spesifikasi campuran yang mengacu pada Bina Marga No.378/KPTS/1987.

Tabel 3.1 Spesifikasi campuran ATB

Cara Pemeriksaan (PC-0201-76)	Persyaratan L.L Berat min max	Satuan
Stabilitas	550 -	Kg
Rongga dalam campuran	3 – 8	%
Rongga terisi aspal	75 - 80	%
Kelelahan (*Flow*)	2 - 4	mm
Jumlah tumbukan	75	

Sumber : Dirjen Bina Marga Laston, 378/KPTS/1987

3.5 Bahan Penyusun

3.5.1 Aspal

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah AC 60/70. Syarat-syarat dari aspal tersebut dapat dilihat dalam tabel 3.2 dibawah ini.

Tabel 3.2. Persyaratan Aspal Keras AC 60/70

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat	
		Min	Maks
1	Penetrasi (25°C, 5 dt)	60	79
2	Titik Lembek °C (ring & ball)	48	58
3	Titik Nyala °C (clev. open cup)	200	-
4	Kehilangan Berat (163°C, 5 jam)	-	0,4
5	Kelarutan dalam CCl_4	99	-
6	Daktalitas (25°C, 5 cm/menit)	100	-
7	Penetrasi setelah kehilangan berat	75	-
8	Berat Jenis (25°C)	1	-

Sumber : Dirjen Bina Marga Laston, 378/KPTS/1987

3.5.2 Agregat

Sifat-sifat dari agregat harus diketahui lebih dahulu sebelum agregat tersebut digunakan untuk bahan dasar konstruksi, karena sifat material ini yang mempengaruhi kekuatan suatu konstruksi. Sifat-sifat agregat pada umumnya ditinjau dari: ukuran butiran dan gradasi, kebersihan, kekerasan, bentuk butiran, permukaan butiran, kemampuan menyerap. Untuk perkerasan jalan, agregat dikelompokkan menjadi:

a. Agregat kasar, dengan butiran tinggal di atas ayakan nomor 4
b. Agregat halus, dengan butiran ukuran ayakan nomor 4 – nomor 200
c. *Filler*, dengan butiran lewat ayakan nomor 200

Sebagai bahan penyusun campuran, agregat harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh Bina Marga. Persyaratan agregat dapat dilihat pada tabel 3.3 dan 3.4 dibawah ini.

Tabel 3.3 Persyaratan agregat kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Keausan dengan mesin Los Angeles	maks. 40%
2	Kelekatan terhadap aspal	> 95%
3	Penyerapan agregat terhadap air	maks. 3%
4	Berat jenis	min. 2,5

Sumber : Dirjen Bina Marga, Laston, 378/KPTS/1987

Tabel 3.4 Persyaratan agregat halus

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Penyerapan agregat terhadap air	maks. 3%
2	Berat jenis semu	min.2,5
3	Sand equivalent	min. 50

Sumber : Dirjen Bina Marga, Laston, 378/KPTS/1987

Gradasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah gradasi rapat atau menerus. Spesifikasi gradasi dapat dilihat pada tabel 3.5 dibawah ini.

Tabel 3.5 Spesifikasi gradasi ATB

Ukuran saringan inch (mm)	Persentase Lolos		Nilai tengah (gradasi rencana)
	Min	Max	
1" (25,4)	100	100	100
3/4" (19,10)	80	100	90
1/2" (12,70)	-	-	-
3/8" (9,52)	60	80	70
No.4 (4,76)	46	65	55
No.8 (2,38)	35	50	42.5
No.30 (0,6)	19	30	28.5
No.50 (0,3)	13	23	18
No.100 (0,15)	7	15	11
No. 200(0.075)	1	8	4.5

Sumber : Dirjen Bina Marga, Laston, 378/KPTS/1987

3.6 Karakteristik *Marshall*

Karakteristik campuran beton aspal (HRS, Laston dan ATB) dapat diukur dan diketahui melalui sifat-sifat *Marshall* yang ditunjukkan dengan nilai-nilai sebagai berikut ini.

1. *Stability* (stabilitas)

   Menyatakan kamampuan lapis perkerasan menahan deformasi akibat beban lalu lintas. Stabilitas akan naik jika kadar aspal bertambah sampai batas tertentu, kemudian bila bertambah lagi akan menurun (ada kadar aspal optimum). Kondisi ini terjadi karena bila terlalu sedikit aspal tidak bisa mengikat butiran batuan dengan baik. Sebaliknya jika terlalu banyak, maka fungsi aspal sebagai bahan ikat berubah menjadi pelicin antar batuan, terutama bila suhu tinggi. Nilai stabilitas benda uji diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas alat *Marshall*. Nilai stabilitas dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan :

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

   dengan : p : pembacaan arloji stabilitas (lbs)

   q : angka koreksi tebal benda uji

   S : angka stabilitas (kg)

2. *Flow* (kelelehan)

   Menyatakan besarnya deformasi yang terjadi pada suatu lapis perkerasan akibat beban lalu lintas. Suatu campuran dengan nilai *flow* yang tinggi (melalui batas maksimumnya), maka campuran cenderung menjadi lebih plastis (fleksibilitas tinggi), sehingga mudah berubah bentuk jika menerima

beban. Sebaliknya bila *flow* rendah, maka campuran menjadi kaku dan mudah retak jika beban melampaui daya dukungnya.

3. *Density* (kepadatan)

   Menyatakan tingkat kerapatan aspal dan agregat setelah dipadatkan atau nilai yang menunjukkan kepadatan campuran setelah proses pemadatan. Campuran yang mempunyai nilai *density* yang tinggi akan mempunyai kekuatan menahan beban yang lebih tinggi daripada campuran yang nilai *density*-nya rendah. Nilai *density* (BD) dihitung dengan menggunakan persamaan :

   $$BD = c / f \qquad (3.2)$$

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

   dengan : c : berat benda uji kering (sebelum direndam) (gr)

   d : berat basah jenuh / SSD (gr)

   e : berat benda uji didalam air (gr)

   f : isi benda uji (cc)

4. *Void Filled With Asphalt* (VFWA/Rongga yang terisi aspal)

   Menunjukkan prosentase rongga campuran yang terisi oleh aspal. Nilai VFWA berpengaruh terhadap kekedapan dan durabilitas campuran dan sangat dipengaruhi oleh kadar aspal yang digunakan. Jika nilai VFWA besar maka campuran semakin kedap air dan udara, sehingga disintegrasi oleh air atau udara bisa dihindari sehingga campuran mempunyai durabilitas/keawetan tinggi. VFWA diperoleh dengan menggunakan persamaan :

   $$VFWA = 100 \, x(i / l) \qquad (3.4)$$

   dengan : $i = (b \times g) /$ Bj aspal (3.5)

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{\text{BJ agregat}} \quad (3.6)$$

$$l = 100 - j \quad (3.7)$$

5. *Void In The Mix* (VITM/Rongga dalam campuran)

Merupakan prosentase rongga dalam suatu campuran yang menunjukkan banyaknya rongga di dalamnya. Nilai VITM berpengaruh terhadap kekakuan dan durabilitas campuran. Nilai yang besar mengakibatkan rongga yang terlalu banyak sehingga air dan udara mudah masuk, akibatnya durabilitasnya berkurang. Sebaliknya VITM yang kecil, campuran menjadi rapat dan kekakuannya akan meningkat (stabilitas tinggi). Nilai VITM diperoleh dengan persamaan :

$$VITM = 100 - (100 \times (g/h)) \quad (3.8)$$

$$h = \frac{100}{\frac{\%\ \text{agregat}}{\text{BJ agregat}} + \frac{\%\ \text{aspal}}{\text{BJ aspal}}} \quad (3.9)$$

dengan : g : berat isi benda uji

h: berat jenis maks. teoritis campuran (gr/cc)

6. *Marshall Quotient* (MQ)

Nilai *Marshall Quotient* (MQ) diperoleh dengan menggunakan persamaan :

$$MQ = s / r \quad (3.10)$$

dengan : s : nilai stabilitas (kg)

r : nilai kelelahan (mm)

MQ : nilai *Marshall Quotient* (Kg/mm)

Hasil-hasil tersebut selanjutnya dibandingkan dengan spesifikasi Bina Marga (1987) pada tabel 3.1. Grafik Marshall yang dihasilkan dapat dibandingkan dengan grafik Marshall menurut *The Asphalt Insitute*, 1983 (lampiran 4.11).

3.7 *Immersion Test*

Hasil perhitungan indeks tahanan campuran aspal adalah prosentase nilai stabilitas campuran yang direndam selama 24 jam dengan pengujian *immersion* (S_2) yang dibandingkan dengan nilai stabilitas campuran biasa (S_1).

$$\textit{Index of retained strength} = (S_2/S_1) \times 100\% \qquad (3.11)$$

Apabila indeks tahanan campuran lebih atau sama dengan 75%, campuran tersebut dapat dikatakan memiliki tahanan yang cukup memuaskan dari kerusakan akibat pengaruh air, suhu dan cuaca.

3.8 Ekstraksi

Tes ekstraksi bertujuan untuk menentukan besar degradasi butiran akibat pemadatan yang terjadi dan mengetahui kadar aspal dalam campuran yang telah dibuat. Dalam pelaksanaan pemeriksaan ekstraksi berguna untuk kontrol kualitas. Besarnya kadar agregat dalam campuran akan berpengaruh terhadap kualitas dan karakteristik campuran. Dari hasil ekstraksi benda uji, nanti akan diketahui analisa saringannya sesuai dengan spesifikasi saringan pada tabel 3.5, dengan menyaring kembali sisa ekstraksi tersebut dimana sisa larutan dianggap/dimasukkan pada saringan lolos no 200 atau tertahan di pan.

BAB IV

HIPOTESA

Dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yaitu pemeriksaan berat jenis agregat kasar : 2,628, pemeriksaan kelekatan agregat kasar terhadap aspal : 95% dan pemeriksaan keausan agregat (*abration test*) : 37,58% memenuhi standar spesifikasi Bina Marga, 1987. Kemudian dari data yang diperoleh tentang batu kapur non klastik mengenai analisis kuat tekan 240 kg/cm^2 maka batu kapur non klastik akan dapat memenuhi persyaratan sebagai bahan penyusun campuran *Asphalt Treated Base* (ATB) dan akan menghasilkan kualitas campuran yang dapat memenuhi spesifikasi yang disyaratkan oleh Bina Marga 1987.

BAB V

METODE PENELITIAN

5.1. Bahan dan Pemeriksaan Mutu Bahan

Metode penelitian ini didasarkan atas tinjauan pustaka dan landasan teori. Penelitian yang dilaksanakan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia ini meliputi pemeriksaan aspal, agregat, dan hasil campuran, yang dimaksudkan untuk mengetahui apakah bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian telah sesuai dengan spesifikasi campuran ATB.

5.1.1. Bahan

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah agregat dan aspal, untuk agregat terdiri dari dua macam yaitu agregat batu kapur didapatkan dari Desa Sendang Boto, Kecamatan Miri, Kabupaten Sragen dan agregat batu kali didapatkan dari Clereng Kulon Progo, sedangkan aspal minyak AC 60/70 dari Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

5.1.2. Pemeriksaan mutu bahan

1. Pemeriksaan agregat, meliputi :

   Untuk mengetahui kualitas agregat yang digunakan untuk lapis perkerasan jalan dilakukan pemeriksaan sebagai berikut :

   a) Pemeriksaan analisa saringan agregat halus dan kasar (PB-0201-76).

b) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar (PB-0202-76).

c) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus (PB-0203-76).

d) Pemeriksaan kelekatan agregat terhadap aspal (PB-0205-76).

e) Pemeriksaan keauasan agregat dengan mesin *Los Angeles* (PB-0206-76).

f) Pemeriksaan *Sand Equivalent*

2. Pemeriksaan bahan ikat aspal, meliputi :

a) Pemeriksaan penetrasi bahan-bahan bitumen (PA-0301-76).

b) Pemeriksaan titik lembek aspal dan ter (PA-0302-76).

c) Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar dengan *Cleveland Open Cup* (PA-0303-76).

d) Pemeriksaan kelarutan bitumen dalam CCl_4 (PA-0305-76).

e) Pemeriksaan daktalitas bahan-bahan bitumen (PA-0306-76).

f) Pemeriksaan berat jenis aspal (PA-0307-76).

5.1.3 Persyaratan Bahan

Persyaratan untuk agregat dan aspal yang sesuai dengan spesifikasi Bina Marga, 1987 dapat dilihat pada table 3.2 sampai 3.4 pada halaman 13 sampai 14.

5.2. Peralatan

Peralatan yang digunakan terdiri dari :

1. Tiga buah cetakan benda uji yang berdiameter 10,16 cm dan tinggi 7,62 cm, lengkap dengan pelat alas dan leher sambung.
2. Mesin penumbuk otomatis.
3. Alat untuk mengeluarkan benda uji(*ekstruder*).

4. Alat *Marshall* lengkap dengan :
   a) Kepala penekan (*breaking head*) berbentuk lengkung.
   b) Cincin penguji (*proving ring*) kapasitas 2500 kg dan atau 5000 kg, dilengkapi arloji (*dial*) tekan dengan ketelitian 0,0025 mm.
   c) Arloji pengukur alir (*flow*) dengan ketelitian 0,25 mm beserta perlengkapannya.
5. Oven dengan pengatur suhu sampai 200°C (± 3°C).
6. Bak perendam (*water bath*) dengan pengatur suhu mulai 20 – 60°C (± 1°C).
7. Timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gram.
8. Termometer berkapasitas 250°C dan 100°C dengan ketelitian 1% .
9. Mesin ekstraktor.
10. Perlengkapan lain :
    a) Panci-panci untuk memanaskan agregat, aspal dan campuran aspal.
    b) Kompor atau pemanas.
    c) Sendok pengaduk.
    d) Spatula.
    f) Sarung tangan dan pelindung pernafasan (*masker*).

5.3. Rancangan Benda Uji

Campuran yang terdiri dari kombinasi agregat kasar, agregat halus, *filler* dan aspal harus diuji terlebih dahulu sebelum digunakan untuk campuran aspal. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah bahan tersebut memenuhi syarat atau tidak yang telah ditetapkan. Pengujian ini mengacu pada AASHTO dan Bina Marga.

Setelah pengujian agregat selesai, dilakukan penyaringan setiap jenis agregat dengan saringan sebanyak sembilan buah dan pan, seperti tabel 3.5. Kemudian setelah dilakukan penyaringan, dilakukan penimbangan dengan berat tertentu untuk masing-masing ukuran saringan dan jenis agregat sesuai dengan gradasi yang telah ditentukan.

Pada penelitian ini dibuat 39 buah benda uji yang dibagi dalam tiga tahapan pengujian.

Tahap pertama yang dilakukan adalah mencari kadar aspal optimum, campuran ini menggunakan variasi kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5% dari total berat benda uji dengan berat benda uji masing-masing ± 1200gr, yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan *filler* abu batu. Berat aspal yang diperlukan untuk masing-masing benda uji:

1. Benda uji dengan kadar aspal 4,5% adalah 4,5% x 1200 gr = 54 gr
2. Benda uji dengan kadar aspal 5% adalah 5% x 1200 gr = 60 gr
3. Benda uji dengan kadar aspal 5,5% adalah 5,5% x 1200 gr = 66 gr
4. Benda uji dengan kadar aspal 6% adalah 6% x 1200 gr = 72 gr
5. Benda uji dengan kadar aspal 6,5% adalah 6,5% x 1200 gr = 78 gr

Persentase agregat berdasarkan analisa saringan yang mengacu pada spesifikasi gradasi agregat dari Bina Marga, 1987. kemudian dibuat 3 buah benda uji untuk masing-masing kadar aspal, sehingga jumlah uji tahap pertama adalah 15 benda uji.

Tahap kedua yaitu pembuatan benda uji dengan menggunakan kadar aspal optimum yang diperoleh dari tahap pertama. Variasi komposisi antara batu kapur

dengan batu pecah dalam campuran agregat yaitu 100%:0%, 75%:25%, 50%:50%, 25%:75%, 0%:100%, dibuat masing-masing 3 buah benda uji. Sehingga jumlah benda uji tahap kedua adalah 15 benda uji.

Tahap ketiga yaitu pembuatan benda uji untuk *Immersion Test* sebanyak 6 benda uji untuk kadar kapur 0% dan kadar kapur optimum. *Marshall Test* untuk kadar kapur optimum sebanyak 3 buah benda uji.

5.4 Pengujian

5.4.1 Cara Pengujian *Marshall*

Persiapan pengujian meliputi :

1. Benda uji dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel.
2. Masing-masing benda uji diberi tanda pengenal.
3. Tinggi benda uji diukur dengan ketelitian 0,01 mm.
4. Benda uji ditimbang.
5. Benda uji direndam dalam air kira-kira 20-24 jam agar menjadi jenuh air.
6. Benda uji ditimbang dalam air untuk mendapatkan isi.
7. Benda uji ditimbang dalam kondisi kering permukaan jenuh (SSD).
8. Benda uji direndam dalam *water bath* dengan suhu 60^0C selama 30 menit.
9. Kepala penekan dibersihkan terlebih dahulu dan permukaan diberi vaselin untuk memudahkan melepas benda uji.
10. Arloji kelelahan (*flowmeter*) dipasang pada posisi di atas salah satu batang penuntun.
11. Kepala penekan benda uji dinaikkan sehingga menyentuh alas cincin penguji, kemudian diatur pada kedudukan jarum arloji tekan pada angka nol.

12. Pembebanan dimulai dengan kecepatan tetap 50mm/menit, sehingga pembebanan maksimum tercapai. Pada saat arloji pembebanan berhenti dimulai kembali berputar menurun, maka dibaca arloji kelelahannya.
13. Setelah pembebanan selesai benda uji dikeluarkan dari alat uji.
14. Hasil dapat diketahui dari proses perhitungan selanjutnya.

5.4.2 Cara Pengujian *Immersion*

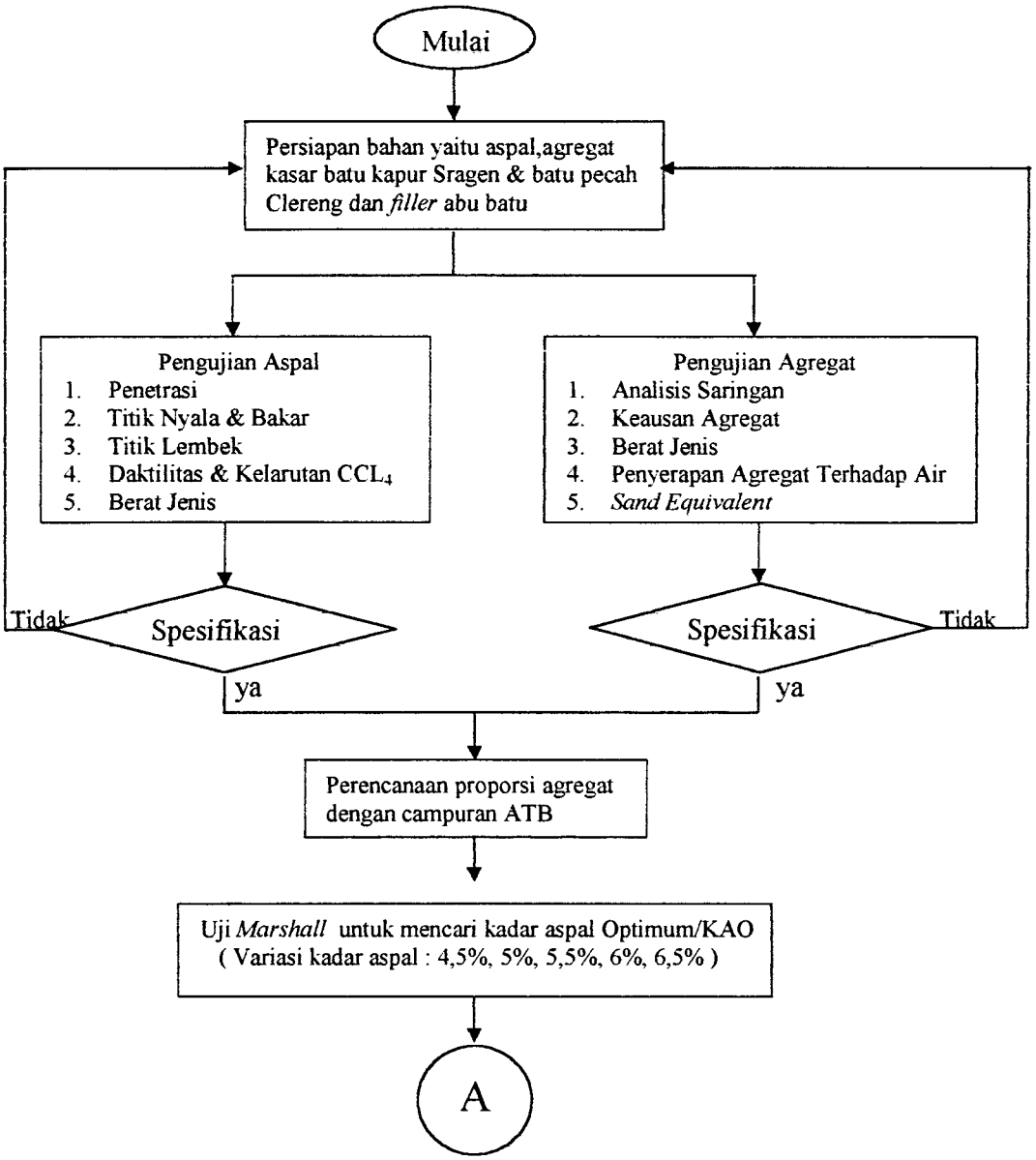
Prinsip kerja dari pengujian *immersion*, sama dengan pengujian *Marshall* standar, hanya waktu perendamannya saja yang berbeda. Benda uji pada *immersion test* direndam selama 24 jam pada suhu konstan 60°C.

5.5 Perhitungan dan Analisis hasil pemeriksaan

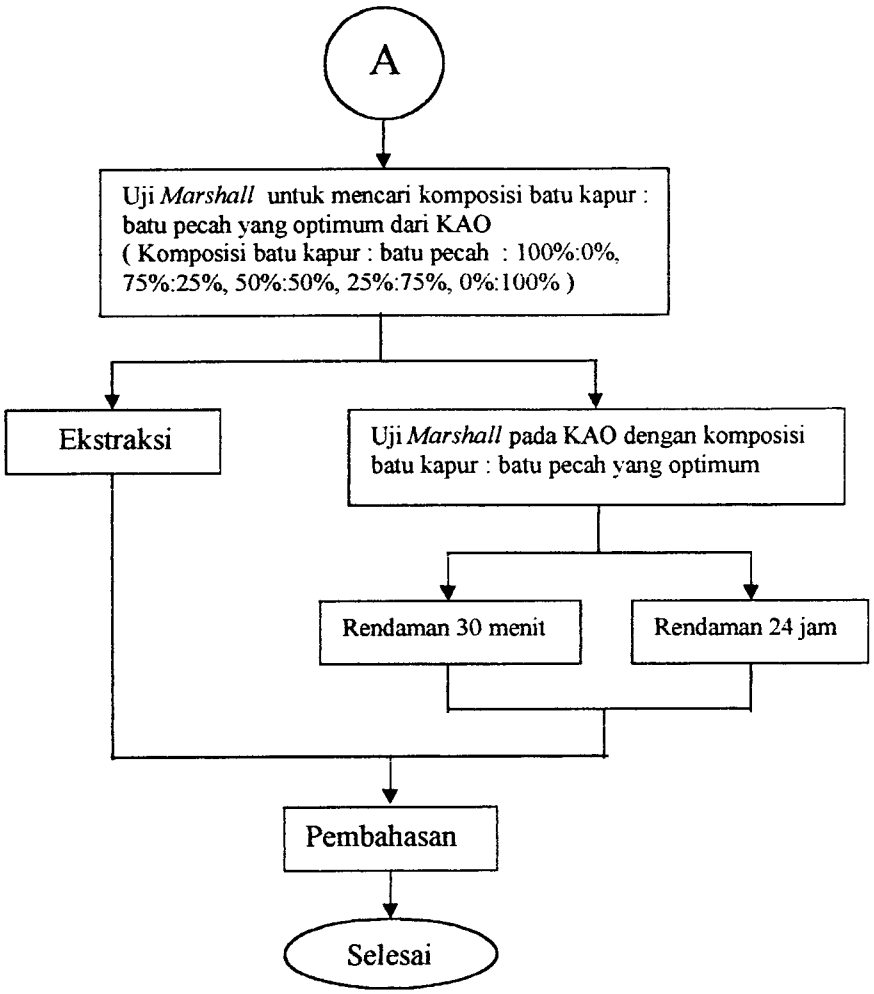
Pengumpulan data dilakukan setelah pengujian *Marshall*. Data yang didapatkan dari hasil pengujian *Marshall*, dianalisis untuk memperoleh nilai-nilai stabilitas, *flow, density*, VITM, VFWA, VMA dan *Marshall Quotient*. Data tersebut adalah:

1. Tebal benda uji (mm),
2. Berat benda uji kering (sebelum direndam) (gram),
3. Berat basah jenuh (gram),
4. Berat dalam air (gram), dan
5. Pembacaan arloji stabilitas dan kelelehan/*flow* (mm).

Setelah data terkumpul, selanjutnya diplotkan ke dalam tabel dan grafik *Marshall*. Keuntungan dari penggunaan tabel ini adalah untuk memudahkan dalam membaca, memeriksa dan menganalisa hasilnya.



Gambar 5.1. Diagram Alur Penelitian



Gambar 5.1 Diagram Alur Penelitian

BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

6.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian di laboratorium diperoleh dari hasil pemeriksaan terhadap agregat dan aspal sebagai berikut ini.

Tabel 6.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Kapur)

No	Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	Keausan dengan mesin *Los Angeles* (%)	37.58	Maks. 40	Memenuhi
2.	Kelekatan Terhadap Aspal (%)	95	Min. 95	Memenuhi
3.	Penyerapan Terhadap Air (%)	1.295	Maks. 3	Memenuhi
4.	Berat Jenis	2.628	Min. 2,5	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 6.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah)

No	Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	Keausan dengan mesin *Los Angeles* (%)	23	Maks. 40	Memenuhi
2.	Kelekatan Terhadap Aspal (%)	99	Min. 95	Memenuhi
3.	Penyerapan Terhadap Air (%)	1.3	Maks. 3	Memenuhi
4.	Berat Jenis	2.607	Min. 2,5	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 6.3 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Batu Pecah)

No	Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	*Sand equivalent* (%)	62.88	Min. 50	Memenuhi
2.	Penyerapan Terhadap Air (%)	2.45	Maks. 3	Memenuhi
3.	Berat Jenis	2.667	Min. 2,5	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 6.4 Hasil Pemeriksaan Aspal Keras AC 60/70

No.	Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	Penetrasi (25°C, 5 detik) (0,1 mm)	72.6	60 – 79	Memenuhi
2.	Titik Lembek *(Ring and Ball)* °C	51	48 – 58	Memenuhi
3.	Titik Nyala *(Cleve Open Cup)* °C	335	≥ 200	Memenuhi
4.	Daktilitas (25 °C, 5 cm/menit) (cm)	138.5	≥ 100	Memenuhi
5.	Berat Jenis	1.0173	≥ 1,0	Memenuhi
6.	Kelarutan dalam CCL_4	99.56	≥ 99	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Hasil pemeriksaan pengujian bahan-bahan penelitian di atas menunjukan bahwa semua bahan-bahan tersebut memenuhi syarat-syarat yang telah ditetapkan oleh Bina Marga untuk dipakai sebagai bahan lapis perkerasan jalan raya.

6.1.1 Mencari kadar aspal optimum.

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

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

   Hasil pengujian tebal benda uji menggunakan *Filler* batu Clereng dapat dilihat pada tabel perhitungan uji *Marshall* kolom t.

2. Berat benda uji kering sebelum direndam.

   Hasil pengujian berat benda uji kering menggunakan *Filler* batu Clereng dapat dilihat pada tabel perhitungan *Marshall* kolom c.

3. Berat dalam air (gram)

   Hasil pengujian berat benda uji dalam air menggunakan *Filler* batu Clereng dapat dilihat pada tabel perhitungan *Marshall* kolom e.

4. Berat dalam keadaan jenuh (gram)

   Hasil pengujian berat benda uji dalam keadaan jenuh menggunakan *Filler* batu Clereng dapat dilihat pada tabel perhitungan *Marshall* kolom d.

5. Pembacaan arloji stabilitas.

   Hasil pembacaan arloji stabilitas dapat dilihat pada tabel perhitungan *Marshall* kolom o.

6. Pembacaan arloji *flow*/kelelahan.

   Hasil pembacaan arloji *flow*/kelelahan dapat dilihat pada tabel perhitungan *Marshall* kolom r.

Untuk mendapatkan nilai-nilai Stabilitas, *Flow*, VITM, VFWA dan *Marshall Quotient* diperlukan data-data :

1. Berat jenis aspal.

   Berat jenis aspal didapatkan dari hasil pemeriksaan/pengujian aspal. Berat jenis aspal yang dipakai dalam penelitian ini adalah 1,0173.

2. Berat jenis agregat.

   Berat jenis agregat merupakan gabungan dari berat jenis agregat kasar,agregat halus dan *filler*. Cara memperoleh nilai berat jenis tersebut dipakai rumus sebagai berikut :

$$\text{Bj. Agregat} = \frac{100}{\left(\frac{A}{F1}\right)+\left(\frac{B}{F2}\right)+\left(\frac{C}{F3}\right)}$$

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*

$$\text{Bj. Agregat} = \frac{100}{\left(\frac{43,5}{2,607}\right)+\left(\frac{52}{2,667}\right)+\left(\frac{4,5}{2,667}\right)}$$

$$= 2,641$$

3. Berat jenis maksimum teoritis campuran

Untuk memperoleh nilai berat jenis tersebut digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{BJ.maksimum teoritis} = \frac{100}{\frac{\%\text{Agregat}}{\text{Bj.Agregat}}+\frac{\%\text{Agregat}}{\text{Bj.Agregat}}}$$

Contoh hitungan mencari berat jenis maksimum teoritis campuran untuk kadar aspal 4,5% adalah

$$\text{Bj.maksimum teoritis} = \frac{100}{\frac{95,5}{2,641}+\frac{4,5}{1,0731}}$$

$$= 2,464$$

Data hasil perhitungan diatas dipergunakan untuk mencari nilai-nilai :

1. Stabilitas.

Nilai stabilitas diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas dan merupakan nilai rata-rata dari tiga benda uji dengan kadar aspal yang sama, dikalikan dengan

kalibrasi proving ring dan koreksi tebal benda uji. Nilai stabilitas sesungguhnya berada dikolom q pada tabel perhitungan *Marshall*.

Contoh perhitungan nilai *Marshall* dengan kadar aspal 4,5% adalah sebagai berikut ini.

a) Tebal rata-rata benda uji = 63,25cm, dari tabel diperoleh koreksi tebal aspal benda uji dengan cara interpolasi = 1.00625

b) Kalibrasi proving ring = 3,4277

c) O = pembacaan arloji stabilitas = 490 kg

d) p = O x kalibrasi proving ring

p = 490 x 3,4277 = 1679,23 kg

e) q (nilai stabilitas sesungguhnya) = p x koreksi tebal benda uji

= 1679,23 x 1.00625 = 1689,73 kg

2. *Flow*

Nilai *flow* langsung terbaca pada arloji *flow* dan tercantum pada kolom r pada tabel perhitungan *Marshall* (Lamp.4.1), contoh perhitungan nilai *flow* adalah sebagai berikut ini.

a) Pembacaan arloji rata-rata = 22,5 kg

b) Nilai flow sesungguhnya = 22,5 x 0,01 = 2,25 mm

3. *Density*

Nilai *density* terdapat dikolom g pada tabel perhitungan *Marshall* (Lamp.4.1).

Contoh perhitungan nilai *density* pada kadar aspal 4,5% sebagai berikut ini.

a) Berat kering sebelum direndam (c) = 1165 gr

b) Volume/isi (f) = berat dalam keadaan SSD – berat dalam air

$$= 1177 - 665 = 512 \text{ gr}$$

c) Nilai *density* (g) $= \frac{c}{f}$

$$= \frac{1165}{512} = 2{,}275 \text{ gr/cc}$$

4. VITM (*Void In the Total Mix*)

Nilai VITM tercantum pada kolom n pada tabel pengujian *Marshall* (Lamp.4.1). Contoh perhitungan dengan kadar aspal 4,5% sebagai berikut :

$$\text{VITM} = 100 \text{ x } \left(100 - \frac{g}{h}\right)$$

$$= 100 \text{ x } \left(100 - \frac{2{,}275}{2{,}464}\right) = 7{,}656 \%$$

5. VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

Nilai VFWA terdapat dikolom m pada tabel perhitungan test *Marshall* (Lamp.4.1). Contoh perhitungan nilai VFWA dengan kadar aspal 4,5% sebagai berikut :

$$i = \frac{b \text{ x } g}{\text{Bj. Aspal}} = \frac{4{,}5 \times 2{,}275}{1.0731} = 10{,}07 \%$$

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{\text{Bj.Agregat}} = \frac{(100 - 4{,}5) \times 2{,}275}{2{,}641} = 82{,}28 \%$$

$$l = (100 - j) = (100 - 82{,}28) = 17{,}72 \%$$

$$\text{VFWA} = 100 \text{ x } \left(i/l\right) = 100 \text{ x } \left(10{,}07/17{,}72\right) = 56{,}8 \%$$

6. *Marshall Quotient.*

Marshall Quotient adalah perbandingan antara nilai stabilitas dan nilai *flow*, nilai MQ tercantum dikolom s pada tabel perhitungan *Marshall* (Lamp.4.1). Contoh perhitungan dengan kadar aspal 4,5% adalah sebagai berikut :

$$Marshall\ Quotient = \frac{\text{Stabilitas}}{Flow} = \frac{q}{r} = \frac{1689,73}{2,25} = 750,989$$

7. VMA (*Voids in Mineral Agregates*)

Nilai VMA terdapat pada kolom l pada tabel perhitungan *Marshall* (Lamp.4.1). Contoh perhitungan nilai VMA dengan kadar aspal 4,5% sebagai berikut :

$$j = \frac{(100-b)\times g}{\text{Bj.Agregat}} = \frac{(100-4,5)\times 2,275}{2,641} = 82,28\ \%$$

$$l = (100-j) = (100-82,28) = 17,72\ \%$$

Setelah dilakukan pengujian di laboratorium diperoleh hasil seperti tabel 6.5 berikut ini.

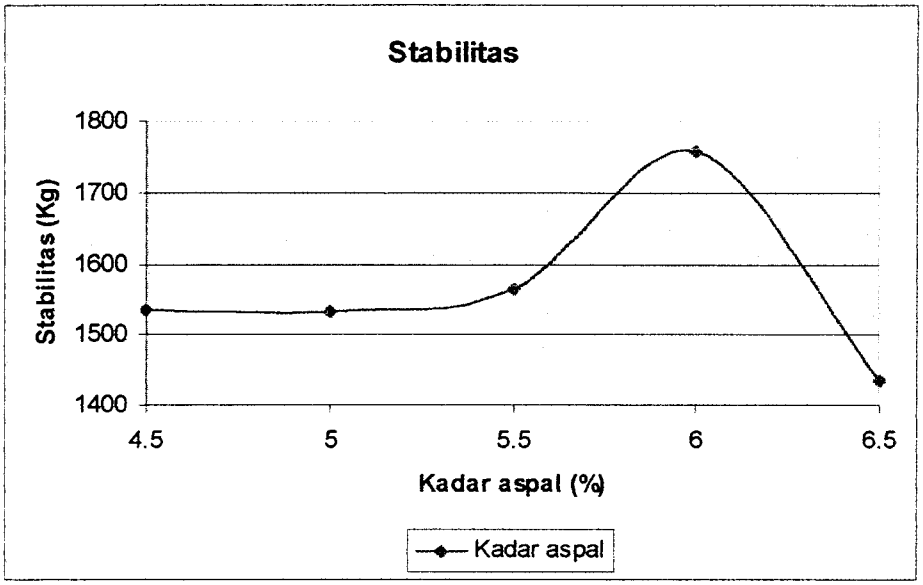
Tabel 6.5 Hasil Uji *Mashall* untuk mencari kadar aspal optimum

No	Karakteristik	Spesifikasi	Kadar Aspal				
			4,5%	5,0%	5,5%	6,0%	6,5%
1	Stabilitas (kg)	> 550	1534,51	1531,76	1563,65	1757,84	1434,34
2	*Flow* (mm)	2 – 4	2,417	3,133	2,733	3,767	3,367
3	*Density* (gr/cc)	> 2	2,274	2,284	2,277	2,315	2,345
4	VITM (%)	3 – 8	7,724	6,621	6,209	3,938	2,008
5	VFWA (%)	75 – 82	56,64	62,91	66,49	76.537	88,177
6	MQ (kg/mm)	-	646,4	911,151	661,69	467,79	455,358
7	VMA (%)	-	17,78	17,85	18,52	17,59	16,99

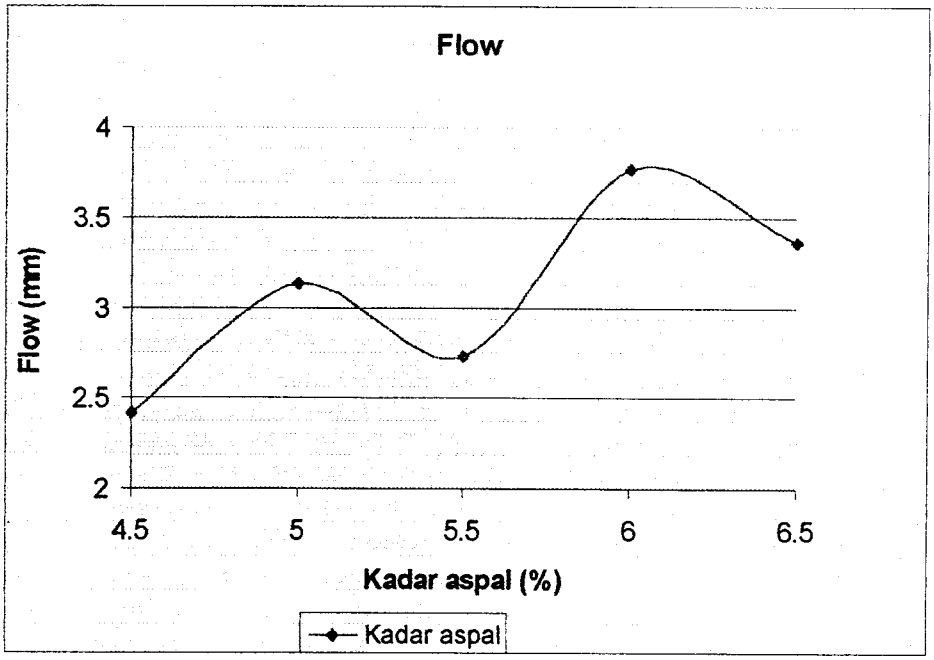
Sumber : Hasil penelitian di Lab Jalan Raya UII

6.1.2 Grafik Hasil Penelitian Pencarian Kadar Aspal Optimum

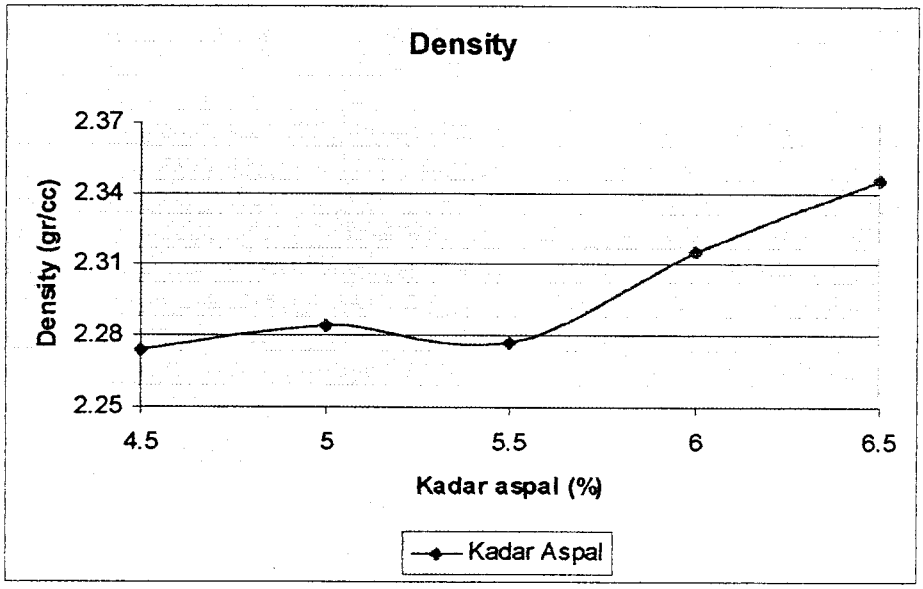
Berdasarkan data-data yang diperoleh kemudian dibuat kurva satabilitas vs kadar aspal, *flow* vs kadar aspal, *Marshall Quotient* vs kadar aspal, sebagai berikut ini.



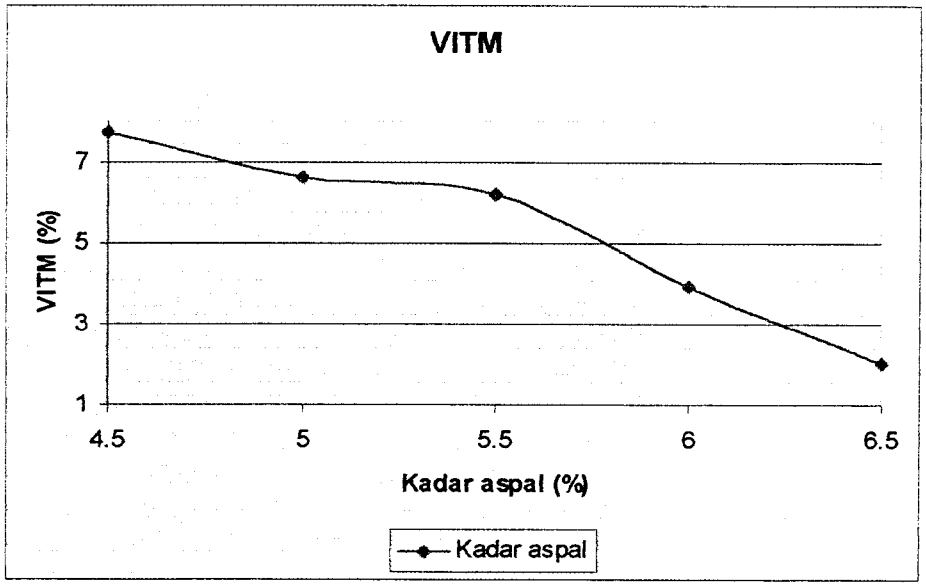
Gambar 6.1 Grafik Stabilitas hasil uji *Marshall* untuk mencari aspal optimum



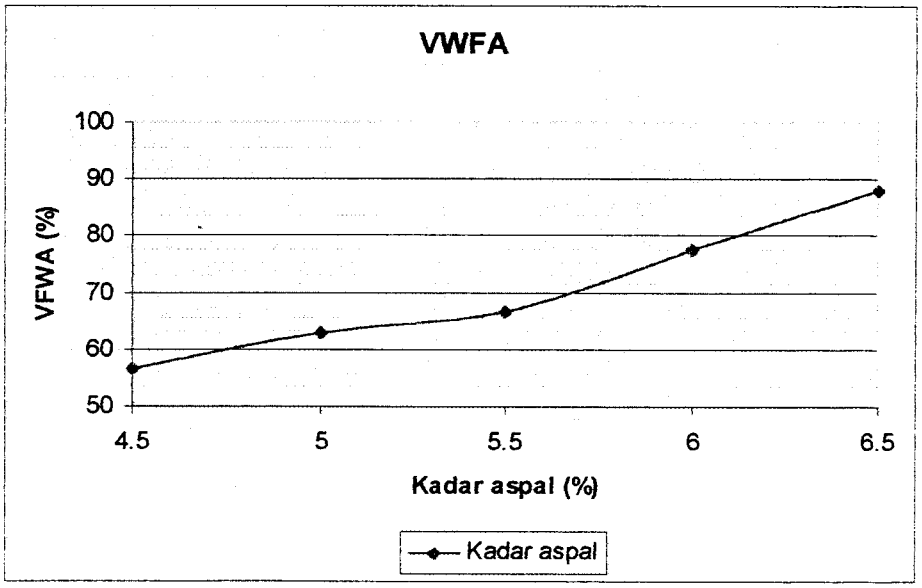
Gambar 6.2 Grafik *Flow* hasil uji *Marshall* untuk mencari aspal optimum



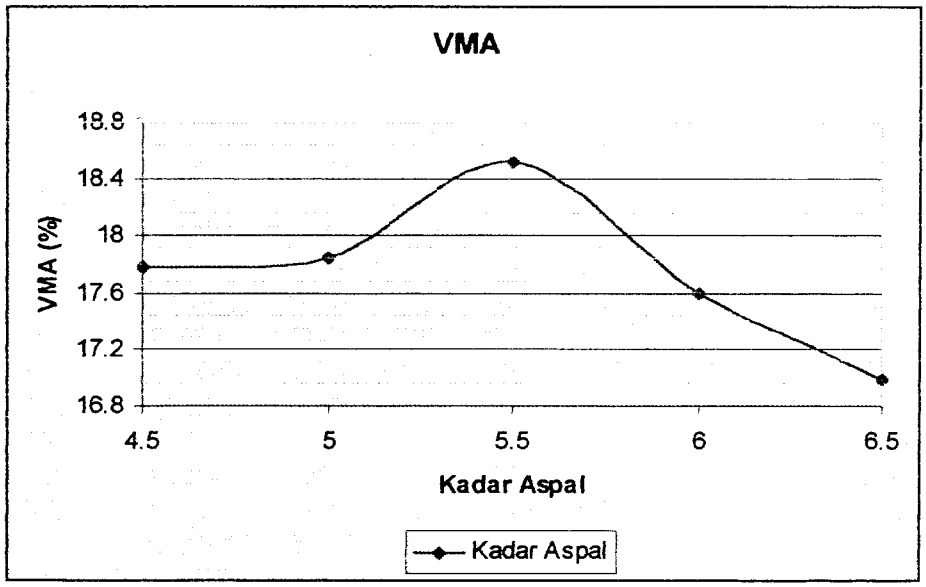
Gambar 6.3 Grafik *Density* hasil uji *Marshall* untuk mencari aspal optimum



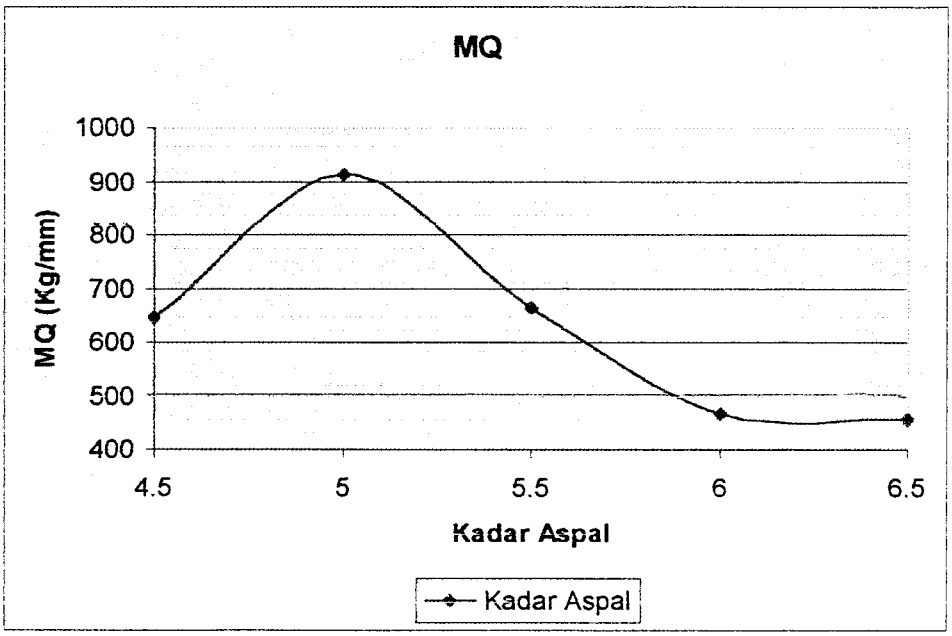
Gambar 6.4 Grafik VITM hasil uji *Marshall* untuk mencari aspal optimum



Gambar 6.5 Grafik VFWA hasil uji *Marshall* untuk mencari aspal optimum



Gambar 6.6 Grafik VMA hasil uji *Marshall* untuk mencari aspal optimum



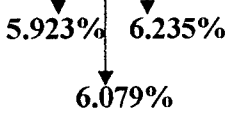
Gambar 6.7. Grafik MQ hasil uji *Marshall* untuk mencari aspal optimum

Kadar aspal optimum yang dihasilkan dari penelitian ini adalah seperti pada tabel 6.6 berikut.

Tabel 6.6 Penentuan Kadar Aspal Optimum

Karakteristik	Kadar Aspal				
	4.5%	5%	5.5%	6%	6.5%
Stabilitas					
Flow					
VITM					
VFWA					
Density					

Sumber : Hasil penelitian di Lab Jalan Raya UII



6.2 Karakteristik *Marshall* Campuran ATB Dengan Agregat Kasar Batu Kapur Pada Kadar Aspal optimum

6.2.1 Pengaruh Persentase Batu Kapur Terhadap Nilai Stabilitas.

Nilai stabilitas menunjukkan kemampuan lapis keras untuk menahan deformasi yang terjadi akibat adanya beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk seperti gelombang dan alur. Stabilitas terjadi dari hasil geseran antar butir, penguncian antar partikel agregat (*interlocking*) dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal. Nilai stabilitas dipengaruhi sifat saling mengunci antar agregat penyusunnya (*internal friction*), yang tergantung dari tekstur permukaan, bentuk butiran, gradasi dan kadar aspal.

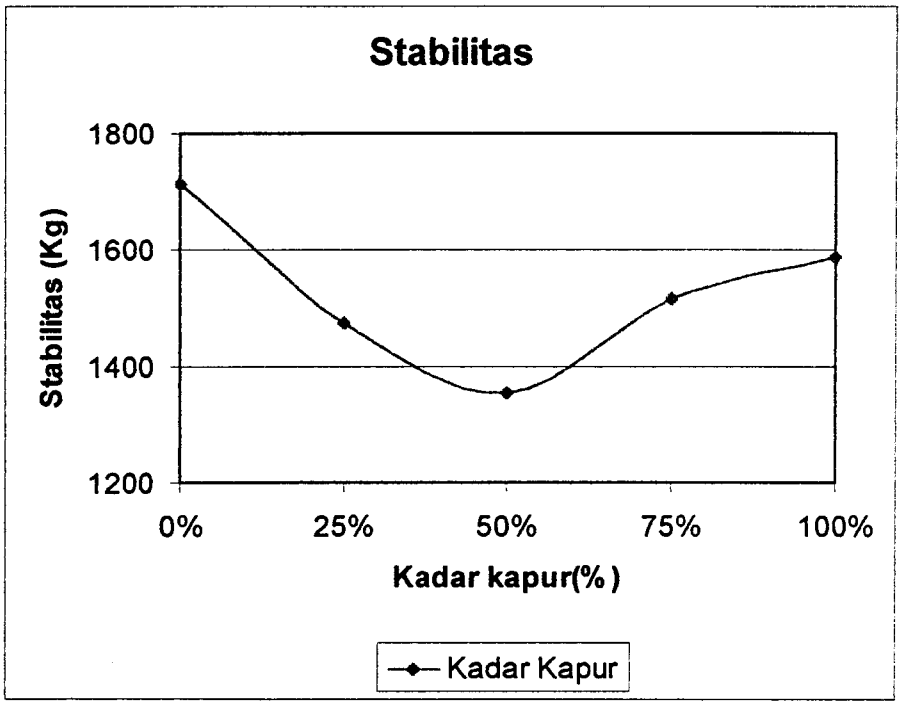
Dari uji hasil laboratorium terhadap nilai stabilitas dapat dilihat pada tabel 6.7 berikut ini.

Tabel 6.7. Nilai Stabilitas hasil dari pengujian *Marshall*

Hasil *Marshall*	Persentase Kadar Kapur				
Stabilitas	0%	25%	50%	75%	100%
(Kg)	1711.572	1474.63	1356.19	1517.08	1587.54

Keterangan : arsir = memenuhi persyaratan Bina Marga

Gambar hubungan antara stabilitas dengan proporsi kapur terhadap agregat kasar dalam campuran pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada gambar grafik 6.8 dibawah ini.



Grafik 6.8. Hubungan antara Stabilitas dengan persentase batu kapur sebagai agregat kasar dalam campuran ATB.

Dari grafik 6.8 dapat dilihat bahwa pada penambahan 0% sampai 50% nilai stabilitas campuran ATB dengan kadar aspal optimum mengalami penurunan secara konsisten.. Hal ini disebabkan sifat agregat dalam mengikat aspal. Batu

kapur yang relatif halus permukaannya menyebabkan kurang dapat mengikat aspal atau lapisan aspalnya menjadi tebal dan menurunkan *internal particle friction*, sedangkan batu pecah mempunyai permukaan relatif kasar sehingga lebih baik dalam mengikat aspal. Penurunan nilai stabilitas ini juga dikarenakan patahnya batu pecah pada saat pemadatan atau proses degradasi batu pecah sehingga menyebabkan tidak terselimutinya aspal pada permukaan batu pecah tersebut, tetapi degaradasi batu pecah ini hanya berpengaruh kecil terhadap turunnya nilai stabilitas. Pada rentang 75% sampai 100% stabilitas mengalami kenaikan. Berdasarkan sifat dari batu kapur dalam mengikat aspal, seharusnya pada rentang tersebut mengalami penurunan. Hal ini belum dapat diketahui dan dijelaskan tentang kenaikan stabilitas tersebut. Pada nilai stabilitas ini telah dilakukan penelitian ulang dan menghasilkan grafik yang sama, sehingga penyebab kenaikkan nilai stabilitas pada kadar kapur 75%-100% kemungkinan besar ada faktor-faktor lain yang mempengaruhi stabilitas batu kapur diluar hal-hal tersebut di atas, salah satunya faktor sementasi yaitu proses reaksi kimia antara batu kapur dengan aspal dan air.

Pada kadar kapur 0% nilai stabilitasnya lebih tinggi dibandingkan dengan kadar kapur 100% karena kuat tekan batu pecah lebih tinggi dibandingkan dengan batu kapur. Hal ini sesuai dengan klasifikasi kuat tekan batu kapur 3 skala Mohs dan batu pecah 7 skala Mohs. Untuk semua campuran tersebut menggunakan agregat halus yang sama, tetapi bervariasi pada proporsi jumlah persentase penambahan batu kapur sebagai agregat kasar pengganti batu pecah.

Nilai stabilitas yang disyaratkan oleh Bina Marga 1987 untuk campuran ATB adalah > 550 kg. Dengan demikian semua campuran ATB dengan kadar aspal 6,079% memenuhi spesifikasi yang disyaratkan.

6.2.2 Pengaruh Persentase Batu Kapur Terhadap Nilai *Flow*

Flow atau kelelehan dari suatu campuran menunjukkan besarnya deformasi dari campuran akibat adanya beban yang bekerja.

Campuran yang memiliki kelelehan (*flow*) yang rendah dan stabilitas yang tinggi, cenderung menjadi terlalu kaku dan getas (*brittle*). Campuran yang memiliki nilai kelelehan (*flow*) yang tinggi dengan nilai stabilitas yang rendah cenderung plastis dan mudah berubah bentuk apabila mendapatkan beban lalu lintas.

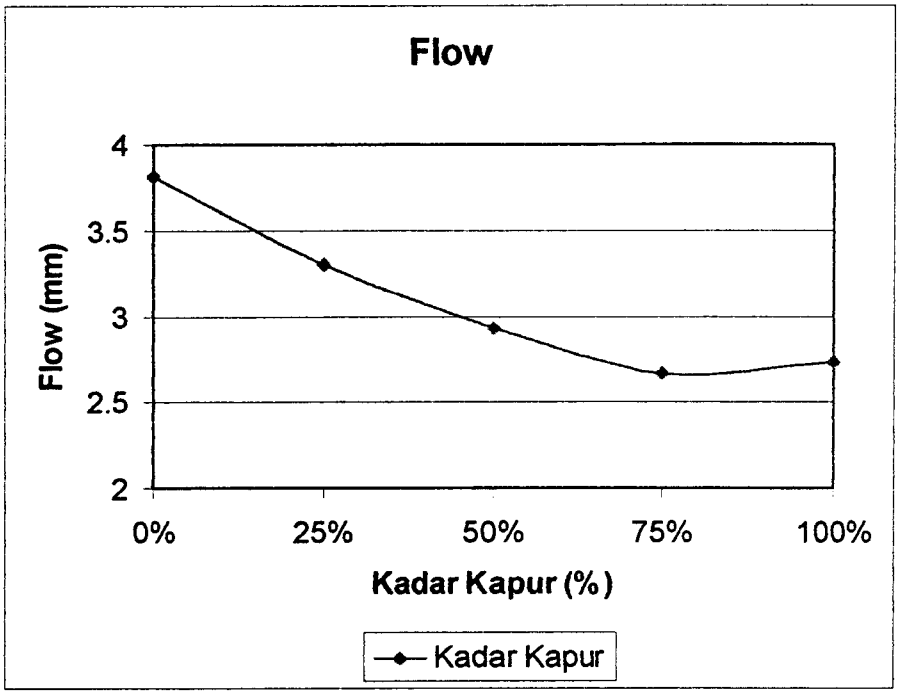
Dari uji hasil laboratorium terhadap nilai *flow* dapat dilihat pada tabel 6.8 berikut ini.

Tabel 6.8. Nilai *Flow* hasil dari pengujian Marshall

Hasil *Marshall*	Persentase Kadar Kapur				
Flow	0%	25%	50%	75%	100%
(mm)	3.817	3.300	2.933	2.667	2.733

Keterangan : arsir = memenuhi persyaratan Bina Marga

Gambar hubungan antara *flow* dengan proporsi kapur terhadap agregat kasar dalam campuran pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada gambar grafik 6.9 dibawah ini.



Grafik 6.9. Hubungan antara *flow* dengan persentase batu kapur sebagai agregat kasar dalam campuran ATB.

Dari grafik 6.9 di atas menunjukan bahwa dengan bertambahnya batu kapur menyebabkan menurunya nilai *flow*. Berdasarkan analisis bentuk dari agregatnya dapat dilihat bahwa batu pecah mengalami patah pada stabilitas tertentu, sedangkan batu kapur masih dapat mempertahankan bentuknya walaupun mengalami pengurangan volume batu itu sendiri. Tingginya nilai *flow* pada kadar 0% disebabkan pada saat batu pecah mengalami patah tidak terjadi *interlocking* atau terjadi penggelinciran agregat, sehingga terjadi deformasi pada saat pembebanan. Kenaikan nilai *flow* itu masih bisa menghasilkan stabilitas yang tinggi. Penambahan batu kapur menyebabkan nilai flow turun karena batu kapur mengalami degradasi tetapi tidak patah. Berdasarkan hasil ekstraksi yang telah

dilakukan bentuk dari batu kapur seperti kubus, hal ini berarti batu kapur masih memiliki kemampuan untuk menahan deformasi akibat beban yang terjadi.

Penurunan nilai *flow* akibat dari penggunaan batu kapur masih dapat menghasilkan *flow* pada nilai yang disyaratkan. Nilai *flow* yang disyaratkan oleh Bina Marga 1987 untuk campuran ATB adalah 2-4 mm. Dengan demikian semua campuran ATB dengan kadar aspal 6,079% memenuhi spesifikasi yang disyaratkan.

6.2.3 Pengaruh persentase batu kapur terhadap nilai VITM

Nilai VITM (*Void In The Mix*) menunjukkan prosentase rongga yang terdapat dalam campuran total. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai VITM adalah gradasi, kadar aspal dan *density*. Nilai VITM berpengaruh terhadap kekakuan campuran dan kekedapan campuran terhadap air dan udara.

Nilai VITM yang terlalu tinggi akan mengakibatkan berkurangnya keawetan dari lapis keras, karena rongga yang terlalu besar akan memudahkan masuknya air dan udara ke dalam lapis perkerasan. Udara akan mengoksidasi aspal hingga selimut aspal menjadi tipis dan kohesi aspal menjadi berkurang. Dengan berkurangnya kohesi aspal, maka sifat adhesi antara agregat dengan aspal juga berkurang. Jika hal ini terjadi, dapat menimbulkan pelepasan butiran (*ravelling*). Sedangkan air akan melarutkan bagian aspal yang tidak teroksidasi, sehingga pengurangan jumlah aspal terjadi lebih cepat.

Nilai VITM yang terlalu rendah akan menyebabkan mudah terjadinya *bleeding* pada lapis keras. Selain *bleeding*, dengan nilai VITM yang rendah, kekakuan lapis keras akan menjadi semakin tinggi yang mengakibatkan lapis

keras mudah mengalami retak (*cracking*) apabila menerima beban lalu lintas, karena tidak cukup lentur untuk menahan deformasi yang terjadi.

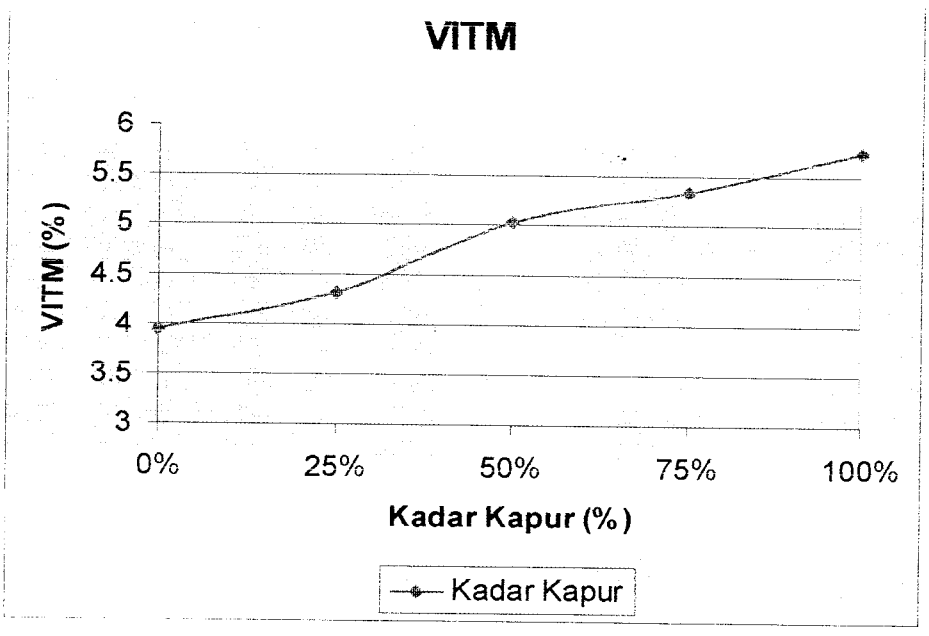
Dari uji hasil laboratorium terhadap nilai VITM dapat dilihat pada tabel 6.9 berikut ini.

Tabel 6.9. Nilai VITM hasil dari pengujian Marshall

Hasil *Marshall*	Persentase Kadar Kapur				
VITM	0%	25%	50%	75%	100%
(%)	3.931	4.315	5.032	5.338	5.740

Keterangan : arsir = memenuhi persyaratan Bina Marga

Gambar hubungan antara VITM dengan proporsi kapur terhadap agregat kasar dalam campuran pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada gambar grafik 6.10 dibawah ini



Grafik 6.10. Hubungan antara VITM dengan persentase batu kapur sebagai agregat kasar dalam campuran ATB.

Dari grafik 6.10 di atas menunjukan bahwa semakin bertambahnya persentase batu kapur menyebabkan naiknya nilai VITM dan bertambahnya batu pecah nilai VITM cenderung turun pada penggunaan kadar aspal yang sama. Hal ini juga dapat dilihat dengan naiknya nilai VMA pada persentase batu kapur sebagai agregat kasar pada campuran ATB.

Penggunaan batu kapur yang semakin bertambah menyebabkan rongga dalam campuran menjadi semakin banyak karena batu kapur mengalami degradasi pada butirannya. Dengan kadar aspal yang tetap dan volume rongga yang bertambah seiring dengan bertambahnya kadar kapur maka volume rongga yang terisi aspal menurun.

VITM yang terjadi di atas nilai yang disyaratkan dalam Bina Marga, yaitu 3-8%. Nilai VITM yang lebih dari 8% kondisi campurannya poros, sedangkan nilai VITM yang kurang dari 3% maka campuran yang ada dapat terjadi bleeding.

6.2.4 Pengaruh persentase batu kapur terhadap nilai VFWA

Nilai VFWA (*Void Filled With Asphalt*) menunjukkan besarnya rongga dalam campuran yang terisi aspal. Nilai VFWA dinyatakan dalam prosentase. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai VFWA adalah gradasi agregat, kadar aspal dan *density*. Besarnya nilai VFWA berpengaruh terhadap kekedapan campuran terhadap air dan udara sehingga akan berpengaruh pada keawetan dari lapis keras.

Nilai VFWA yang besar, menunjukkan semakin banyak rongga udara yang terisi aspal sehingga kekedapan campuran terhadap air dan udara akan semakin tinggi. Tetapi nilai VFWA yang terlalu tinggi dapat menyebabkan lapis

keras mudah mengalami *bleeding* atau naiknya aspal ke permukaan. Hal ini terjadi pada suhu perkerasan yang tinggi, dimana aspal akan mencair (viskositasnya turun) sesuai dengan sifat termoplastik aspal sehingga jika lapis keras menerima beban, aspal akan mencari ruang kosong. Dengan terlalu banyak rongga yang telah terisi aspal, maka tidak tersedia ruang yang cukup, sehingga akan menyebabkan aspal naik ke permukaan.

Nilai VFWA yang terlalu kecil akan menyebabkan kekedapan campuran berkurang karena hanya sedikit rongga yang terisi oleh aspal. Dengan banyaknya rongga yang kosong, air dan udara akan mudah masuk ke dalam lapis keras sehingga keawetan dari lapis keras akan berkurang.

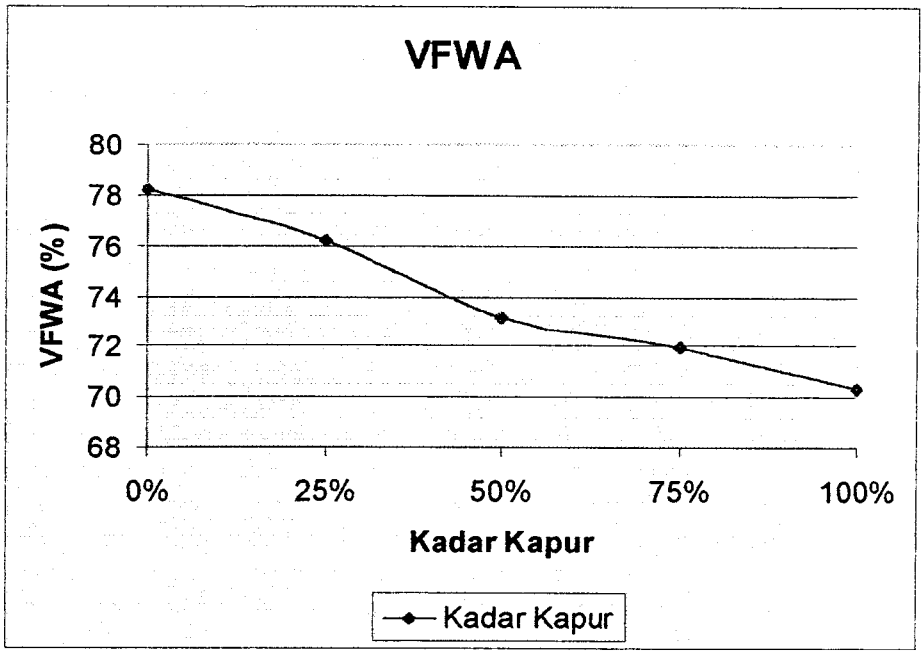
Dari uji hasil laboratorium terhadap nilai VFWA dapat dilihat pada tabel 6.10 berikut ini.

Tabel 6.10. Nilai VFWA hasil dari pengujian Marshall

Hasil *Marshall*	Persentase Kadar Kapur				
VFWA	0%	25%	50%	75%	100%
(%)	78.195	76.216	73.165	71.945	70.326

Keterangan : arsir = memenuhi persyaratan Bina Marga

Gambar hubungan antara VFWA dengan proporsi kapur terhadap agregat kasar dalam campuran pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada gambar grafik 6.11 di bawah ini.



Grafik 6.11. Hubungan antara VFWA dengan persentase batu kapur sebagai agregat kasar dalam campuran ATB.

Dari grafik 6.11 di atas menunjukan bahwa semakin bertambahnya persentase batu kapur menyebabkan menurunnya nilai VFWA dan bertambahnya batu pecah nilai VFWA cenderung naik pada penggunaan kadar aspal yang sama.

Sifat kekerasan dari batu pecah dapat mempengaruhi nilai VFWA. Hal ini ditunjukkan dengan tingkat abrasi yang lebih kecil jika dibandingkan batu kapur. Penggunaan batu kapur yang semakin bertambah menyebabkan rongga dalam campuran menjadi semakin banyak karena batu kapur mengalami degradasi pada butirannya. Hal ini dapat dilihat pada grafik VITM yang mengalami kenaikan. Dengan kadar aspal yang tetap dan volume rongga yang bertambah seirng dengan bertambahnya kadar kapur maka volume rongga yang terisi aspal menurun.

Persyaratan yang harus dipenuhi VFWA untuk ATB menurut Bina Marga adalah 75% – 82%. Nilai VFWA yang kurang dari 75% kondisi campuran porous dan jika nilai VFWA lebih dari 82% maka campuran yang ada dapat terjadi bleeding.

6.2.5 Pengaruh persentase batu kapur terhadap nilai Density

Density merupakan tingkat kerapatan setelah dipadatkan. Kepadatan (*density*) adalah berat campuran padat tiap satuan volume. *Density* campuran dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu gradasi agregat, pelaksanaan pemadatan, baik suhu pemadatan maupun jumlah tumbukannya, kualitas bahan penyusunnya, berat jenis agregat dan kadar aspal. Campuran yang mempunyai nilai kepadatan (*density*) tinggi akan mampu menahan beban yang lebih besar jika dibandingkan dengan campuran yang mempunyai nilai kepadatan rendah. Campuran akan memiliki nilai *density* yang tinggi apabila memakai batuan yang memiliki porositas rendah serta campuran dengan rongga antar butir agregat (VMA) yang rendah. Nilai *density* juga meningkat jika energi pemadatan tinggi, serta pada suhu pemadatan yang tepat. Meningkatnya prosentase pemakaian kadar aspal juga akan meningkatkan kerapatan campuran, hal ini disebabkan karena penggunaan kadar aspal yang semakin tinggi akan menyediakan aspal yang lebih banyak untuk mengisi rongga sehingga campuran lebih padat.

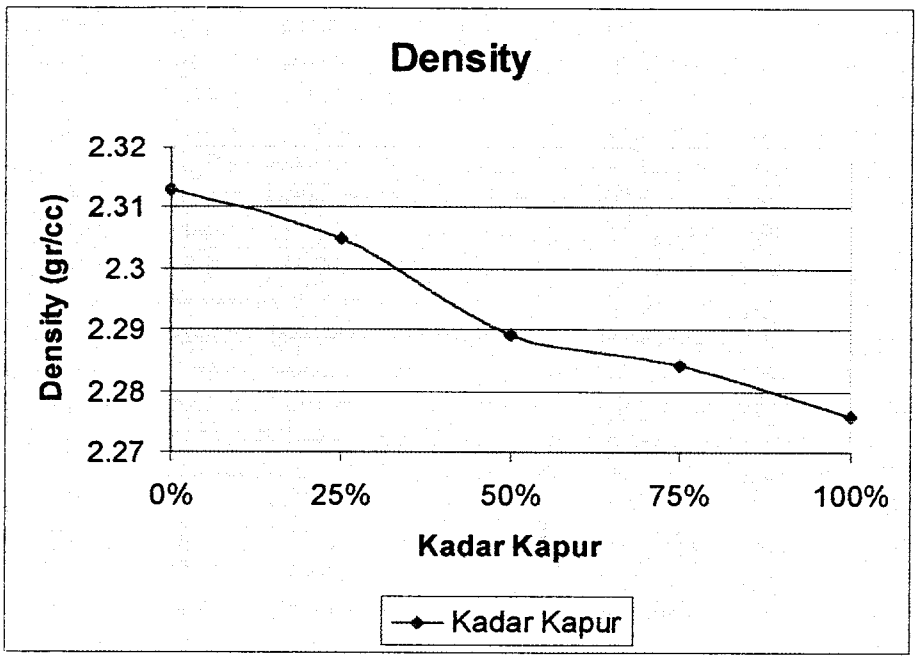
Dari uji hasil laboratorium terhadap nilai *density* dapat dilihat pada tabel 6.11 berikut ini.

Tabel 6.11. Nilai *Density* hasil dari pengujian Marshall

Hasil Marshall	Persentase Kadar Kapur				
Density	0%	25%	50%	75%	100%
(gr/cc)	2.3128	2.305	2.2892	2.2841	2.2758

Keterangan : arsir = memenuhi persyaratan Bina Marga

Gambar hubungan antara *Density* dengan proporsi kapur terhadap agregat kasar dalam campuran pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada gambar grafik 6.12 di bawah ini.



Grafik 6.12. Hubungan antara *density* dengan persentase batu kapur sebagai agregat kasar dalam campuran ATB.

Dari grafik 6.12 di atas menunjukan bahwa dengan naiknya kadar batu kapur dalam campuran maka nilai *density* akan cenderung menurun. Hal ini disebabkan kekuatan batu kapur yang lebih rendah daripada batu pecah, sehingga dalam proses pemadatan degradasi butiran yang terjadi akan lebih besar dan

mengakibatkan banyaknya terjadi rongga-rongga, akibat rongga-rongga itu campuran kurang rapat. Penurunan nilai density tidak hanya disebabkan oleh berat jenis tetapi dapat juga disebabkan oleh degradasi dari agregat. Hal ini juga dapat dilihat dengan turunnya nilai VFWA dan naiknya nilai VITM dan VMA pada persentase batu kapur sebagai agregat kasar pada campuran ATB.

Nilai *density* sangat dipengaruhi oleh prosentase volume aspal dan prosentase volume agregat, nilai *density* yang besar menunjukkan bahwa struktur ini kaku dan fleksibilitas rendah sedangkan nilai *density* rendah menunjukakan bahwa struktur menjadi plastis dan mudah mengalami deformasi saat ada beban.

6.2.6 Pengaruh persentase batu kapur terhadap nilai VMA

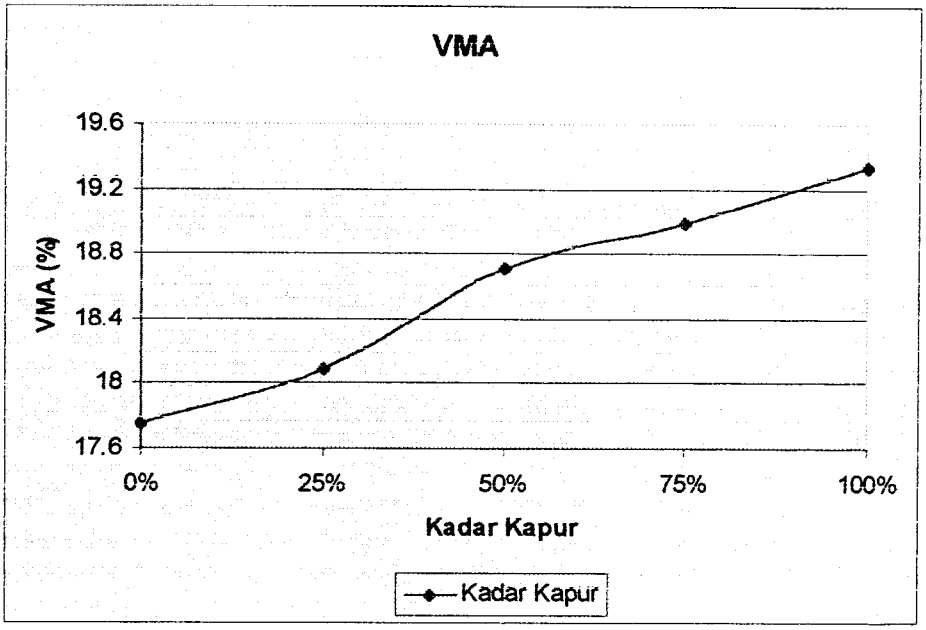
VMA (*Voids in Mineral Agregates*) adalah volume rongga yang terdapat diantara butir-butir agregat suatu campuran beraspal, termasuk rongga yang terisi aspal efektif.

Dari uji hasil laboratorium terhadap nilai VMA dapat dilihat pada tabel 6.12 berikut ini.

Tabel 6.12. Nilai VMA hasil dari pengujian Marshall

Hasil Marshall	Persentase Kadar Kapur				
VMA	0%	25%	50%	75%	100%
(%)	17.752	18.089	18.712	18.987	19.34

Gambar hubungan antara VMA dengan proporsi kapur terhadap agregat kasar dalam campuran pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada gambar grafik 6.13 dibawah ini.



Grafik 6.13. Hubungan antara VMA dengan persentase batu kapur sebagai agregat kasar dalam campuran ATB.

Dari grafik 6.13 di atas menunjukan bahwa dengan naiknya kadar kapur akan mengakibatkan naiknya nilai VMA. . Hal ini juga dapat dilihat dengan naiknya nilai VITM pada persentase batu kapur sebagai agregat kasar pada campuran ATB.

Hal ini disebabkan kekuatan batu kapur yang lebih rendah daripada batu pecah, sehingga dalam proses pemadatan degradasi butiran yang terjadi akan lebih besar dan kemudian mengakibatkan banyaknya terjadi rongga-rongga. Rongga-rongga tersebut menyebabkan jarak antar agregat menjadi lebih besar.

6.2.7 Pengaruh persentase batu kapur terhadap nilai MQ

Nilai *Marshall Quotient* (MQ) adalah hasil bagi antara nilai stabilitas dan kelelehan (*flow*) dan merupakan pendekatan terhadap tingkat kekakuan dan

fleksibilitas campuran. Besarnya nilai MQ tergantung dari besarnya nilai stabilitas dan kelelehan (*flow*).

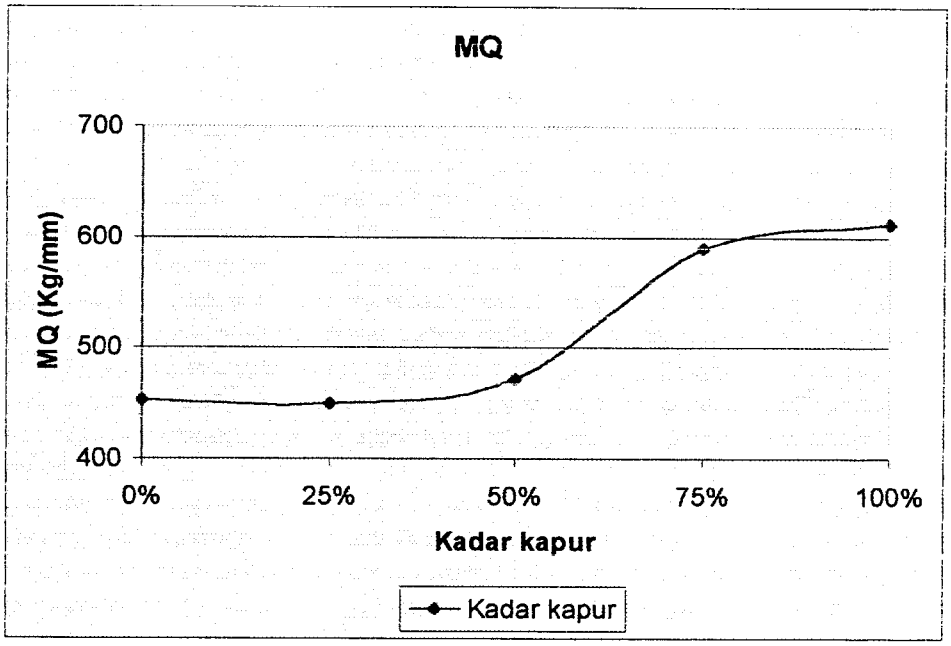
Stabilitas yang tinggi dengan *flow* yang rendah akan menghasilkan nilai MQ yang tinggi, sehingga campuran akan menjadi kaku dan fleksibilitasnya rendah. Sebaliknya nilai stabilitas yang rendah dengan nilai *flow* yang tinggi akan menghasilkan campuran dengan nilai MQ yang rendah, sehingga campuran menjadi plastis dan akibatnya lapis keras akan mengalami deformasi yang besar apabila menerima beban lalu lintas.

Dari uji hasil laboratorium terhadap nilai MQ dapat dilihat pada tabel 6.13 berikut ini.

Tabel 6.13. Nilai MQ hasil dari pengujian Marshall

Hasil *Marshall*	Persentase Kadar Kapur				
MQ	0%	25%	50%	75%	100%
(Kg/mm)	451.924	449.234	471.919	589.14	612.622

Gambar hubungan antara MQ dengan proporsi kapur terhadap agregat kasar dalam campuran pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada gambar grafik 6.14 dibawah ini.



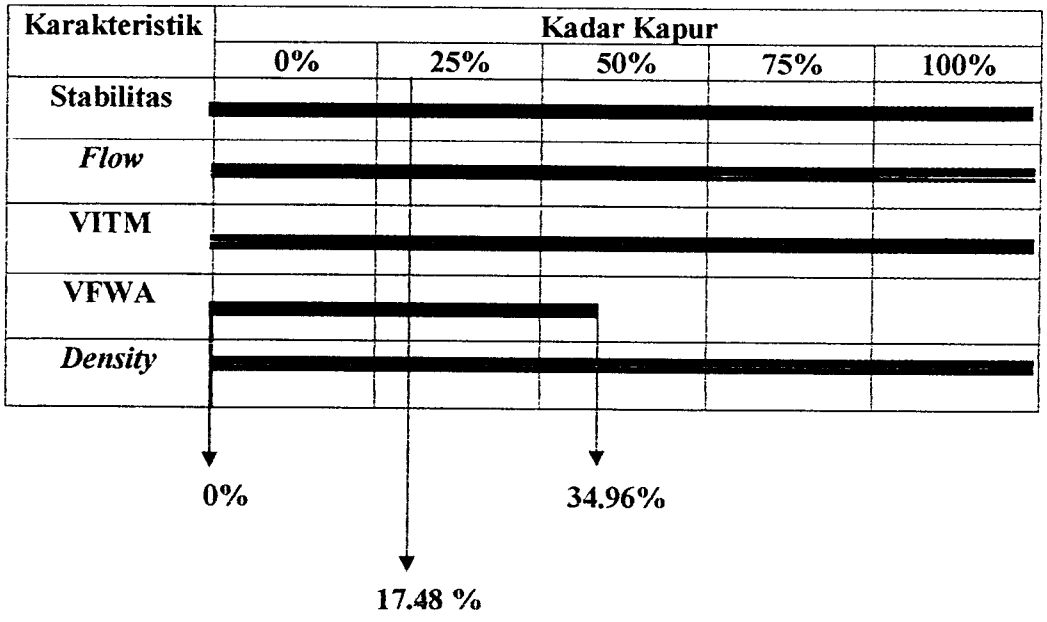
Grafik 6.14 Hubungan antara MQ dengan persentase batu kapur sebagai agregat kasar dalam campuran ATB.

Dari grafik 6.14 di atas menunjukan bahwa dengan naiknya kadar batu kapur dalam campuran akan menaikkan nilai MQ. Pada kadar kapur 0 – 50% nilai MQ cenderung stabil karena turunnya nilai *stabilitas* diikuti oleh turunnya nilai *flow*. Pada kadar kapur 50 – 100% nilai MQ naik. Hal ini dikarenakan nilai stabilitas yang tinggi sedangkan nilai *flow*nya rendah.

6.3 Penentuan Kadar Kapur Optimum.

Spesifikasi yang digunakan untuk menentukan kadar kapur optimum pada kadar aspal optimum untuk campuran ATB adalah spesifikasi Bina Marga 1987. Kadar kapur optimum campuran ATB pada kadar aspal optimum ditentukan dengan cara grafis yang dapat dilihat pada tabel 6.14.

Tabel 6.14. Kadar kapur optimum pada kadar aspal optimum campuran ATB



6.4 Ektraksi

Tes ekstraksi bertujuan untuk menentukan besar degradasi butiran akibat pemadatan yang terjadi dan mengetahui kadar aspal dalam campuran yang telah dibuat. Dalam penelitian ekstaksi ini digunakan campuran agregat kasar BK:BP = 0%:100%, BK:BP = 25%:75%, BK:BP = 50%:50%, BK:BP = 75%:25%, BK:BP = 100%:0% dengan kadar aspal 6,079%. Dari hasil ekstraksi nanti akan diketahui analisa saringannya sesuai dengan spesifikasi saringan pada tabel 3.5, dengan menyaring kembali sisa ekstraksi tersebut dimana sisa larutan dianggap/dimasukkan pada saringan lolos no. 200 atau tertahan di pan.

Setelah diadakan pengujian maka didapatkan kadar aspal pada campuran dengan perbandingan BK:BP = 0%:100%, BK:BP = 25%:75%, BK:BP = 50%:50%, BK:BP = 75%:25%, BK:BP = 100%:0% adalah masing-masing

5.546%, 5.14%, 5.44%, 5.27%, 5.68%. analisa saringan hasil ekstraksi dapat dilihat pada tabel 6.15 sampai 6.19.

Tabel 6.15.

Analisa Saringan Hasil Ekstraksi Dengan Perbandingan BK : BP = 0% : 100%

Ukuran saringan	3/4"	3/8"	# 4	# 8	# 30	# 50	# 100	# 200	PAN	Total
Berat tertahan	110.9	225	153.8	142.7	221.9	74.57	90.65	61.91	30.6	1112
Kumulatif berat tertahan	110.9	335.9	489.7	632.3	854.2	928.8	1019	1081	1112	
Kumulatif % Tertahan	9.977	30.21	44.04	56.87	76.82	83.53	91.68	97.25	100	
Kumulatif % Lewat	90.02	69.79	55.96	43.13	23.18	16.47	8.321	2.754	0	
JOB MIX FORMULA	90	70	56.5	42.5	24.5	18	11	4.5	0	
Spesifikasi	80-100	60-80	48-65	35-50	19-30	13-23	7- 5	1-8		

Tabel 6.16.

Analisa Saringan Hasil Ekstraksi Dengan Perbandingan BK : BP = 25% : 75%

Ukuran saringan	3/4"	3/8"	# 4	# 8	# 30	# 50	# 100	# 200	PAN	Total
Berat tertahan	100.1	216.6	163.5	141.5	210.7	70.45	85.09	74.32	35.3	1098
Kumulatif berat tertahan	100.1	316.7	480.2	621.7	832.4	902.9	988	1062	1098	
Kumulatif % Tertahan	9.121	28.85	43.75	56.64	75.84	82.26	90.01	96.79	100	
Kumulatif % Lewat	90.88	71.15	56.25	43.36	24.16	17.74	9.986	3.214	0	
JOB MIX FORMULA	90	70	56.5	42.5	24.5	18	11	4.5	0	
Spesifikasi	80-100	60-80	48-65	35-50	19-30	13-23	7- 5	1 - 8		

Tabel 6.17.

Analisa Saringan Hasil Ekstraksi Dengan Perbandingan BK : BP = 50% : 50%

Ukuran saringan	3/4"	3/8"	# 4	# 8	# 30	# 50	# 100	# 200	PAN	Total
Berat tertahan	95.04	210.6	192.8	137.4	223.2	73.2	86.04	62.8	39	1120
Kumulatif berat tertahan	95.04	305.6	498.4	635.8	859	932.2	1018	1081	1120	
Kumulatif % Tertahan	8.485	27.29	44.5	56.76	76.69	83.23	90.91	96.52	100	
Kumulatif % Lewat	91.51	72.71	55.5	43.24	23.31	16.77	9.09	3.484	0	
JOB MIX FORMULA	90	70	56.5	42.5	24.5	18	11	4.5	0	
Spesifikasi	80-100	60-80	48-65	35-50	19-30	13-23	7- 5	1 - 8		

Tabel 6.18.

Analisa Saringan Hasil Ekstraksi Dengan Perbandingan BK : BP = 75% : 25%

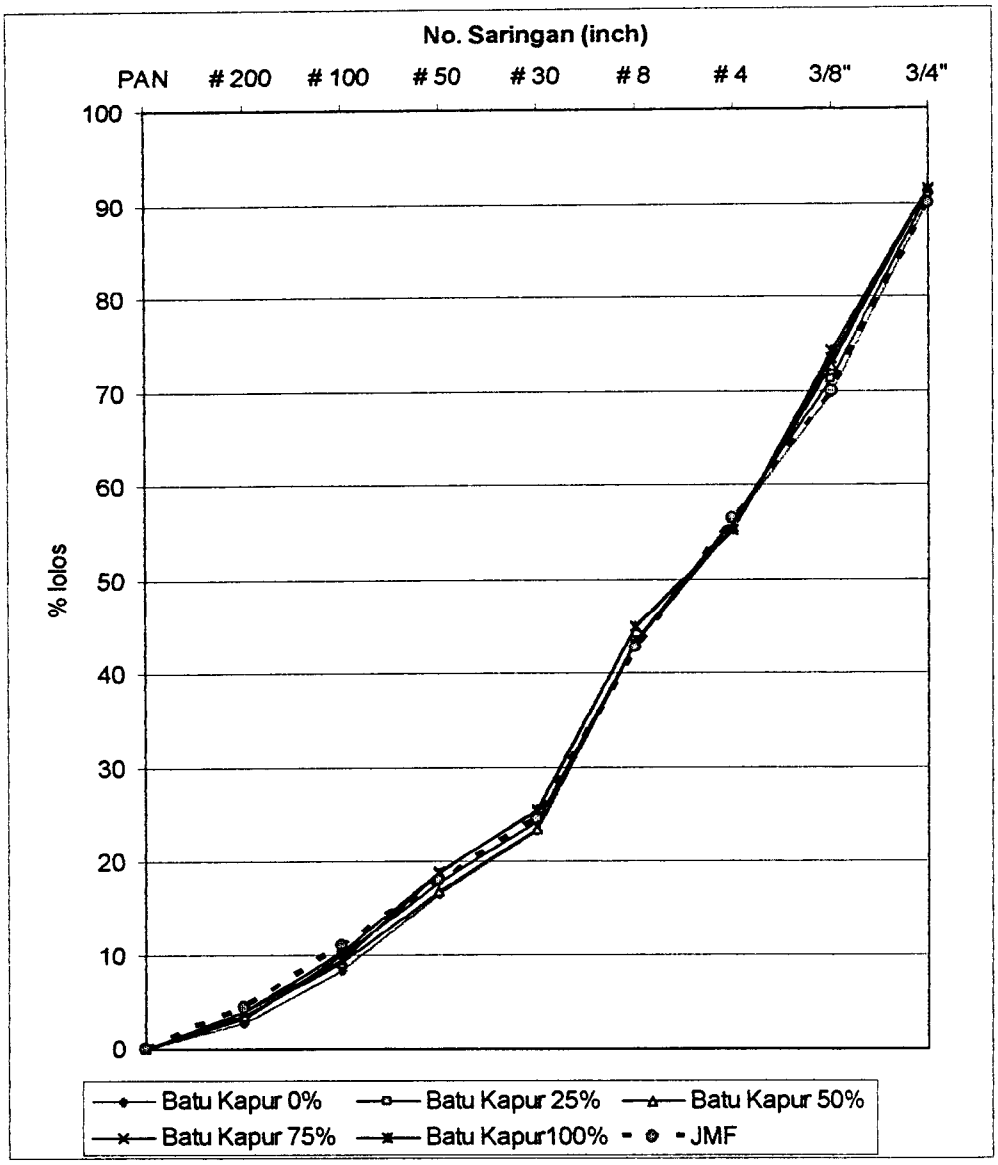
Ukuran saringan	3/4"	3/8"	# 4	# 8	# 30	# 50	# 100	# 200	PAN	Total
Berat tertahan	96.91	202.3	204.8	117.5	219.2	71.52	97.54	70.29	45.2	1125
Kumulatif berat tertahan	96.91	299.2	504	621.4	840.6	912.1	1010	1080	1125	
Kumulatif % Tertahan	8.613	26.59	44.79	55.23	74.71	81.07	89.74	95.98	100	
Kumulatif % Lewat	91.39	73.41	55.21	44.77	25.29	18.93	10.26	4.016	0	
JOB MIX FORMULA	90	70	56.5	42.5	24.5	18	11	4.5	0	
Spesifikasi	80-100	60-80	48-65	35-50	19-30	13-23	7-15	1 - 8		

Tabel 6.19.

Analisa Saringan Hasil Ekstraksi Dengan Perbandingan BK : BP = 100% : 0%

Ukuran saringan	3/4"	3/8"	# 4	# 8	# 30	# 50	# 100	# 200	PAN	Total
Berat tertahan	94.41	193.5	214.5	113.4	218.6	76.19	103.2	61.88	44.2	1120
Kumulatif berat tertahan	94.41	287.9	502.4	615.8	834.4	910.6	1014	1076	1120	
Kumulatif % Tertahan	8.431	25.71	44.86	54.99	74.51	81.32	90.53	96.05	100	
Kumulatif % Lewat	91.57	74.29	55.14	45.01	25.49	18.68	9.473	3.947	0	
JOB MIX FORMULA	90	70	56.5	42.5	24.5	18	11	4.5	0	
Spesifikasi	80-100	60-80	48-65	35-50	19-30	13-23	7-15	1 - 8		

Degradasi yang terjadi pada batu kapur dan batu pecah dapat gambarkan pada grafik 6.15 dibawah ini. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran 5.6 s/d 5.10.



Grafik 6.15. Degradasi Hasil Ekstraksi

Penggunaan batu kapur berpengaruh pada degradasi yang terjadi pada butiran dalam campuran ATB graik 6.15. Pada grafik di atas menunjukkan bahwa berkurangnya kandungan batu kapur, degradasi campuran yang terjadi pada campuran semakin kecil. Hal ini dapat dilihat pada grafik 6.15 garis yang semakin mendekati dari spesifikasi. Pada variasi campuran yang batu kapur 0%,

mengalami degradasi yang kecil. Begitu juga sebaliknya, campuran dengan batu kapur 100% mengalami degradasi paling besar. Penyimpangan yang terjadi pada garis gradasi pada variasi kandungan batu kapur (BK) dengan batu pecah (BP) masih dapat masuk dalam *range* spesifikasi dalam tabel 3.5 Bina Marga 1987.

6.5 *Immersion Test* atau Uji Perendaman

Immersion test atau uji perendaman *Marshall* bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu dan cuaca. Prinsip kerja dari pengujian *immersion*, sama dengan pengujian *Marshall* standar, hanya waktu perendamannya saja yang berbeda. Benda uji pada *immersion test* direndam selama 24 jam pada suhu konstan 60°C sebelum pembebanan diberikan.

Hasil perhitungan indeks tahanan campuran aspal adalah prosentase nilai stabilitas campuran yang direndam selama 24 jam dengan pengujian *immersion* (S_2) yang dibandingkan dengan nilai stabilitas campuran biasa (S_1).

Index of retained strength = (S_2/S_1) x 100%

Pada pengujian Immersion ini digunakan komposisi agegat batu kapur : batu pecah = 17.48% : 82.52% dan komposisi batu kapur : batu pecah = 0% : 100% sebagai pembanding dengan kadar aspal 6.079%. Komposisi agregat batu kapur : batu pecah = 17.48% : 82.52% diambil karena komposisi ini yang memenuhi persyaratan Bina Marga 1987.

Dari hasil pengujian *Immersion* menghasilkan nilai stabilitas (S2) sebesar 1224,36 kg untuk komposisi BK : BP = 17.48% : 82.52% dan 1314,99 kg untuk komposisi BK : BP = 0% : 100%. Sedangkan pengujian *Marshall* standart

menghasilkan nilai stabilitas (S1) sebesar 1586,27 kg untuk komposisi BK : BP 17.48% : 82.52% dan 1711.57 kg untuk komposisi BK : BP = 0% : 100%.

Hasil perhitungan Indeks tahanan campuran atau *indeks of retained strength* untuk komposisi BK : BP 17.48% : 82.52%

$$= \frac{S2}{S1} \times 100\% = \frac{1224,36}{1586,27} \times 100\%$$

$$= 77,18\ \% \ > 75\%$$

Hasil perhitungan Indeks tahanan campuran atau *indeks of retained strength* untuk komposisi BK : BP 0% : 100%

$$= \frac{S2}{S1} \times 100\% = \frac{1314,99}{1711,52} \times 100\%$$

$$= 76,83\ \% \ > 75\%$$

Indeks tahanan kekuatan lebih dari 75%, maka dapat dikatakan campuran tersebut memiliki kekuatan tahanan yang cukup memuaskan dari kerusakan oleh pengaruh air, suhu dan cuaca. Nilai *indeks of retained strength* dari kadar kapur optimum lebih tinggi dibandingkan kadar kapur 0%. Hal ini menunjukkan bahwa kadar kapur optimum lebih tahan terhadap pengaruh air, cuaca, dan suhu, sehingga daya tahannya lebih tinggi.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian yang telah dilakukan dengan berbagai macam variasi dari komposisi argregat batu pecah dan batu kapur sebagai alternatif bahan penyusun ATB adalah sebagai berikut:

1. Nilai stabilitas campuran ATB dengan kadar aspal optimum mengalami penurunan pada kadar kapur 0%-50% secara konsisten. Sedangkan pada rentang 75%-100% stabilitas mengalami kenaikan. Hal ini belum dapat diketahui dan dijelaskan tentang naiknya nilai stabilitas. Dugaan awal dari hasil penelitian tersebut adalah faktor sementasi dari batu kapur. Dari penelitian yang dilakukan, didapat campuran agregat yang ekonomis dan memenuhi persyaratan yaitu pada campuran agregat BK : BP = 17,48% : 82.52% yang mempunyai nlai stabilitas 1586,27 Kg.
2. Nilai VITM dalam campuan naik dengan bertambahnya kadar kapur pada pemakaian kadar aspal optimum. Semua variasi komposisi campuran memenuhi persyaratan VITM dengan kadar aspal 6,079%..
3. Bertambahnya kadar batu kapur dalam campuran pada penggunaan kadar aspal yang sama mengakibatkan nilai VFWA cenderung turun. Komposisi batu kapur : batu pecah yang memenuhi persyaratan = 0% : 100% dan 25% : 75% dengan kadar aspal 6,079%.

4. Nilai *flow* cenderung turun dengan semakin banyaknya kandungan batu kapur dalam campuran. Nilai *flow* dari semua komposisi batu kapur : batu pecah dapat memenuhi persyaratan Bina Marga 1987 dengan kadar aspal 6,079%.
5. Nilai *Marshall Quotient* dari semua komposisi campuran tidak memenuhi persyaratan. Hal ini dikarenakan nilai stabilitas yang tinggi sedangkan nilai *flow*nya rendah.
6. Nilai *density* akan cenderung turun dengan bertambahnya kadar batu kapur. Semua variasi campuran batu kapur : batu pecah dapat memenuhi persyaratan dengan kadar aspal 6,079%.
7. Nilai VMA akan cenderung naik dengan bertambahnya kadar batu kapur Nilai VMA minimum dicapai pada komposisi campuran batu kapur : batu pecah = 0% : 100% (17,752%), sedangkan nilai VMA maksimum dicapai pada komposisi campuran batu kapur : batu pecah = 100% : 0% (19,34%).
8. Hasil ekstraksi sampel setelah uji Marshall masih memenuhi persyaratan *Job Mix Formula* yang digunakan. Berkurangnya kandungan aspal hasil ektraksi tidak lebih dari 1% dari kadar aspal semula.
9. Komposisi yang paling optimum didapat pada variasi campuran batu kapur : batu pecah = 17,48% : 82,52% dengan aspal optimum 6,079%.

7.2 Saran

1. Perlu dilakukan pengujian dan pengamatan secara teliti tentang naiknya stabilitas batu kapur dilihat dari berbagai faktor lain termasuk unsur mineral dan kimiawi.
2. Perlu dilakukan pengujian dengan menggunakan bahan yang sama pada konstruksi yang lain seperti HRS, AC, SMA dan lapis pondasi atau *base* agar didapatkan campuran yang lebih ekonomis.
3. Perlu dilakukan uji coba di lapangan untuk konstruksi perkerasan ATB agar diketahui kinerja dari batu kapur asal Sragen secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2003, Panduan Praktikum Jalan Raya, Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, FTSP UII, Yogyakarta

Asphalt Institute, 1983, *Asphalt Technology And Construction Practices*, Manual Series No. 22, USA

Departemen Pekerjaan Umum, 1987, Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON), No. 378/KPTS/1987, Dirjen Bina Marga, Jakarta

Krebs, R.D. and Walker, 1971, *Highway Material*, McGraw Hill Book Company, Virginia Polytechnic Institute and State University, USA

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

Departemen Pertambangan RI, 1969, Bahan Galian Industri di Indonesia, Direktorat Jendral Pertambangan, Jakarta

Totomihardjo, Soeprapto, 1995, Bahan dan Struktur Jalan Raya, BP KMTS, UGM, Yogyakarta

Sukirman, Silvia, 1992, Pekerasan Lentur Jalan Raya, Nova, Bandung

Sentosa, Haryanto, 1997, Penggunaan Batu Kapur dari Daerah Gunung Gamping Kab. Sleman Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Konstruksi Beton Aspal, Tugas Akhir Strata I, Jurusan Teknik Sipil, UGM, Yogyakarta

Mujiono, 1997 Penggunaan Batu Kapur dari Daerah Gunung Gamping Kab. Sleman, Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Konstruksi HRS (*Hot Rolled Sheet*), Tugas Akhir Strata I, Jurusan Teknik Sipil, UGM, Yogyakarta

Sugiarto, Irwan & Nugroho, Sandhi, 2000, Analisis Penggunaan Agregat Batu Kapur Asal Gunung Kidul Pada Campuran Beton Aspal Untuk Lalulintas Sedang, Tugas Akhir Strata I, Jurusan Teknik Sipil, FTSP UII, Yogyakarta

LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo

Pekerjaan : Tugas Akhir

Jenis Agregat : -

Diterima Tgl. : 31 Mei 2003

Selesai Tgl. : 31 Mei 2003

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gr)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI (%)	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	min	Max
	1"	0	0	0	100	100	100
	3/4"	114.60	114.6	10	90	80	100
	1/2"	-	114.60	0	0	0	0
	3/8"	229.20	343.80	30	70	60	80
	# 4	154.71	498.51	43.5	56.5	48	65
	# 8	160.44	658.95	57.5	42.5	35	50
	# 30	206.28	865.23	75.5	24.5	19	30
	# 50	74.49	939.72	82	18	13	23
	# 100	80.22	1,019.94	89	11	7	15
	# 200	74.49	1,094.43	95.5	4.5	1	8
	pan	51.57	1146				
	total	1,146.00					

Keterangan : Kadar Aspal 4.5 %

Tanggal : 31 Mei 2003

Diperiksa Oleh : Danny Firnando

Ferry Firmansyah

Yogyakarta, 31 Mei 2003

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti:

1. Danny Firnando .....

2. Ferry Firmansyah .....

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis Agregat : -
Diterima Tgl. : 31 Mei 2003
Selesai Tgl. : 31 Mei 2003

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gr)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI (%)	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	min	max
	1"	0	0	0	100	100	100
	3/4"	114.00	114	10	90	80	100
	1/2"	-	114.00	0	0	0	0
	3/8"	228.00	342	30	70	60	80
	# 4	153.90	495.9	43.5	56.5	48	65
	# 8	159.60	655.5	57.5	42.5	35	50
	# 30	205.20	860.7	75.5	24.5	19	30
	# 50	74.10	934.8	82	18	13	23
	# 100	79.80	1014.6	89	11	7	15
	# 200	74.10	1088.7	95.5	4.5	1	8
	pan	51.30	1140				
	total	1,140.00					

Keterangan : Kadar Aspal 5 %
Tanggal : 31 Mei 2003
Diperiksa Oleh : Danny Firnando
Ferry Firmansyah

Yogyakarta, 31 Mei 2003

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti:
1. Danny Firnando .....
2. Ferry Firmansyah .....

LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo

Pekerjaan : Tugas Akhir

Jenis Agregat : -

Diterima Tgl. : 31 Mei 2003

Selesai Tgl. : 31 Mei 2003

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gr)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
	1"	0	0	0	100	100	100
	3/4"	113.40	113.4	10	90	80	100
	1/2"	-	113.40	0	0	0	0
	3/8"	226.80	340.2	30	70	60	80
	# 4	153.09	493.29	43.5	56.5	48	65
	# 8	158.76	652.05	57.5	42.5	35	50
	# 30	204.12	856.17	75.5	24.5	19	30
	# 50	73.71	929.88	82	18	13	23
	# 100	79.38	1009.26	89	11	7	15
	# 200	73.71	1082.97	95.5	4.5	1	8
	pan	51.03	1134				
	total	1,134.00					

Keterangan : Kadar Aspal 5.5 %

Tanggal : 31 Mei 2003

Diperiksa Oleh : Danny Firnando

Ferry Firmansyah

Yogyakarta, 31 Mei 2003

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti:

1. Danny Firnando .....

2. Ferry Firmansyah .....

LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo

Pekerjaan : Tugas Akhir

Jenis Agregat : -

Diterima Tgl. : 31 Mei 2003

Selesai Tgl. : 31 Mei 2003

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gr)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
	1"	0	0	0	100	100	100
	3/4"	112.80	112.8	10	90	80	100
	1/2"	-	112.80	0	0	0	0
	3/8"	225.60	338.4	30	70	60	80
	# 4	152.28	490.68	43.5	56.5	48	65
	# 8	157.92	648.6	57.5	42.5	35	50
	# 30	203.04	851.64	75.5	24.5	19	30
	# 50	73.32	924.96	82	18	13	23
	# 100	78.96	1003.92	89	11	7	15
	# 200	73.32	1077.24	95.5	4.5	1	8
	pan	50.76	1128				
	total	1,128.00					

Keterangan : Kadar Aspal 6 %

Tanggal : 31 Mei 2003

Diperiksa Oleh : Danny Firnando

Ferry Firmansyah

Yogyakarta, 31 Mei 2003

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti:

1. Danny Firnando .....

2. Ferry Firmansyah .....

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis Agregat : -
Diterima Tgl. : 31 Mei 2003
Selesai Tgl. : 31 Mei 2003

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gr)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
	1"	0	0	0	100	100	100
	3/4"	112.20	112.2	10	90	80	100
	1/2"	-	112.20	0	0	0	0
	3/8"	224.40	336.6	30	70	60	80
	# 4	151.47	488.07	43.5	56.5	48	65
	# 8	157.08	645.15	57.5	42.5	35	50
	# 30	201.96	847.11	75.5	24.5	19	30
	# 50	72.93	920.04	82	18	13	23
	# 100	78.54	998.58	89	11	7	15
	# 200	72.93	1071.51	95.5	4.5	1	8
	pan	50.49	1122				
	total	1,122.00					

Keterangan : Kadar Aspal 6.5 %
Tanggal : 31 Mei 2003
Diperiksa Oleh : Danny Firnando
Ferry Firmansyah

Yogyakarta, 31 Mei 2003

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti:
1. Danny Firnando .....
2. Ferry Firmansyah .....

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo & Sendang Boto, Sragen
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis Agregat : -
Diterima Tgl. : 5 Juni 2003
Selesai Tgl. : 5 Juni 2003

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gr)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI (%)	
mm	inch	Tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
	1"	0	0	0	100	100	100
	3/4"	112.71	112.7058	10	90	80	100
	1/2"	-	112.71	0	0	0	0
	3/8"	225.41	338.1174	30	70	60	80
	# 4	152.15	490.27023	43.5	56.5	48	65
	# 8	157.79	648.05835	57.5	42.5	35	50
	# 30	202.87	850.92879	75.5	24.5	19	30
	# 50	73.26	924.18756	82	18	13	23
	# 100	78.89	1003.08162	89	11	7	15
	# 200	73.26	1076.34039	95.5	4.5	1	8
	pan	50.72	1127.058				
	total	1,127.06					

Keterangan : Kadar Aspal Optimum 6.079 %
Tanggal : 5 Juni 2003
Diperiksa Oleh : Danny Firnando
Ferry Firmansyah

Yogyakarta, 5 Juni 2003

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti:
1. Danny Firnando .....
2. Ferry Firmansyah .....

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Contoh dari : Sendang Boto, Miri, Sragen
Jenis contoh : -
Diperiksa tgl. : 26 Mei 2003

Diperiksa Oleh :
Danny Firnando
Ferry Firmansyah

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD) → (BJ)	1017 gram	
Berat benda uji di dalam air → (BA)	635 gram	
Berat sample kering oven (BK)	1004 gram	
$\text{Berat jenis (BLUK)} = \frac{BK}{(BJ - BA)}$	2,628	
$\text{Berat SSD} = \frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2,662	
$\text{Berat jenis semu} = \frac{BK}{(BK - BA)}$	2,721	
$\text{Penyerapan} = \frac{(BJ - BK)}{(BK)} \times 100\ \%$	1,295 %	

Yogyakarta, 26 Mei 2003

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti:
1. Danny Firnando .....
2. Ferry Firmansyah .....

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo
Jenis contoh : -
Diperiksa tgl. : 26 Mei 2003

Diperiksa Oleh :
Danny Firnando
Ferry Firmansyah

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD) → (BJ)	1009 gram	
Berat benda uji di dalam air → (BA)	627 gram	
Berat sample kering oven (BK)	996 gram	
$\text{Berat jenis (BLUK)} = \frac{BK}{(BJ - BA)}$	2,607	
$\text{Berat SSD} = \frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2,641	
$\text{Berat jenis semu} = \frac{BK}{(BK - BA)}$	2,699	
$\text{Penyerapan} = \frac{(BJ - BK)}{(BK)} \times 100\ \%$	1,3 %	

Yogyakarta, 26 Mei 2003

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti:
1. Danny Firnando .....
2. Ferry Firmansyah .....

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo
Jenis contoh : -
Diperiksa tgl. : 26 Mei 2003

Diperiksa Oleh :
Danny Firnando
Ferry Firmansyah

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD)	500 gram	
Berat vicnometer + air (B)	663 gram	
Berat vicnometer + air + benda uji (BT)	980 gram	
Berat sample kering oven (BK)	488 gram	
$\text{Berat jenis} = \frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2,667	
$\text{Berat SSD} = \frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2,732	
$\text{Bj Semu} = \frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2,853	
$\text{Penyerapan} = \frac{(500 - BK)}{(BK)} \times 100\%$	2,45 %	

Yogyakarta, 26 Mei 2003

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti:
1. Danny Firnando .....
2. Ferry Firmansyah .....

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)
A A S H T O T96 - 77

Contoh dari : Sendang Boto, Miri, Sragen
Jenis contoh : -
Diperiksa tgl. : 28 Mei 2003

Diperiksa Oleh :
Danny Firnando
Ferry Firmansyah

JENIS GRADASI			
SARINGAN		BENDA UJI	
LOLOS	TERTAHAN	I	II
72.2 mm (3")	63.5 mm (2.5")		
63.5 mm (2.5")	50.8 mm (2")	-	
50.8 mm (2")	37.5 mm (1.5 ")	-	
37.5 mm (1.5 ")	25.4 mm (1")	-	
25.4 mm (1")	19.0 mm (3/4")	-	
19.0 mm (3/4")	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 (no. 4)	-	
4.75 mm (no. 4)	2.36 mm (no. 8)	-	
JUMLAH BENDA UJI (A)		5000 gram	
JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12 (B)		3121 gram	
KEAUSAN = x 100%		37.58 %	

Yogyakarta, 28 Mei 2003

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti:
1. Danny Firnando .....
2. Ferry Firmansyah .....

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)
A A S H T O T96 - 77

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo
Jenis contoh : -
Diperiksa tgl. : 28 Mei 2003

Diperiksa Oleh :
Danny Firnando
Ferry Firmansyah

JENIS GRADASI			
SARINGAN		BENDA UJI	
LOLOS	TERTAHAN	I	II
72.2 mm (3")	63.5 mm (2.5")		
63.5 mm (2.5")	50.8 mm (2")	-	
50.8 mm (2")	37.5 mm (1.5 ")	-	
37.5 mm (1.5 ")	25.4 mm (1")	-	
25.4 mm (1")	19.0 mm (3/4")	-	
19.0 mm (3/4")	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 (no. 4)	-	
4.75 mm (no. 4)	2.36 mm (no. 8)	-	
JUMLAH BENDA UJI (A)		5000 gram	
JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12 (B)		3850 gram	
KEAUSAN = x 100%		23 %	

Yogyakarta, 28 Mei 2003
Peneliti:

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

1. Danny Firnando .....
2. Ferry Firmansyah .....

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPAL

Contoh dari : Sendang Boto, Miri, Sragen
Jenis contoh : -
Diperiksa tgl. : 28 Mei 2003

Diperiksa Oleh :
Danny Firnando
Ferry Firmansyah

PEMANASAN SAMPLE	PEMBACAAN SUHU		PEMBACAAN WAKTU	
MULAI PEMANASAN	25	°C	10.00	WIB
SELESAI PEMANASAN	150	°C	10.15	WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG				
MULAI	150	°C	10.15	WIB
SELESAI	26	°C	9.45	WIB
DIPERIKSA				
MULAI	26	°C	9.45	WIB
SELESAI	26	°C	9.48	WIB

HASIL PENGAMATAN

BENDA UJI	PROSEN YANG DISELIMUTI OLEH ASPAL
I	95 %
II	
RATA-RATA	95 %

Yogyakarta, 28 Mei 2003

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti:
1. Danny Firnando .....
2. Ferry Firmansyah .....

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPAL

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo
Jenis contoh : -
Diperiksa tgl. : 24 Mei 2003

Diperiksa Oleh :
Danny Firnando
Ferry Firmansyah

PEMANASAN SAMPLE	PEMBACAAN SUHU		PEMBACAAN WAKTU	
MULAI PEMANASAN	25	°C	9.50	WIB
SELESAI PEMANASAN	150	°C	9.56	WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG				
MULAI	150	°C	10.15	WIB
SELESAI	26	°C	10.45	WIB
DIPERIKSA				
MULAI	26	°C	10.45	WIB
SELESAI	26	°C	10.48	WIB

HASIL PENGAMATAN

BENDA UJI	PROSEN YANG DISELIMUTI OLEH ASPAL
I	99 %
II	
RATA-RATA	99 %

Yogyakarta, 24 Mei 2003
Peneliti:

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

1. Danny Firnando .....
2. Ferry Firmansyah .....

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

SAND EQUIVALENT DATA
A A S H T O T176 - 73

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo
Jenis contoh : -
Diperiksa tgl. : 25 Mei 2003

Diperiksa Oleh :
Danny Firnando
Ferry Firmansyah

TRIAL NUMBER		1	2
Seaking (10.1 min)	Start	12.20	12.23
	Stop	12.30	14.33
Sedimentation Time (20 min – 15 Sec)	Start	12.40	12.43
	Stop	13.00	13.03
Clay Reading		4.8	4,9
Sand Reading		3	3,1
SE = Sand Reading / Clay Reading x 100		62.5	63.26
Average Sand Equivalent		62.88 %	
Remark :			

Yogyakarta, 25 Mei 2003

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti:
1. Danny Firnando .....
2. Ferry Firmansyah .....

Lampiran 2.9

Laboratorium Mekanika Tanah dan Batuan
Jurusan Geologi Pertambangan
SMK Negeri 2 Depok Sleman
Yogyakarta

UJI KUAT TEKAN

1. Nama : DANNY FIRNANDO
   Nomor Mahasiswa : 98511011/UII
2. Nama : FERRY FIRMANSYAH
   Nomor Mahasiswa : 98511099/UII

Bahan Uji : BATU GAMPING
Tujuan : Untuk Skripsi

No	Bentuk/Kode	Ukuran (mm)			Berat (gr)		Serapan air (%)	Berat isi kering (gr/cm^3)	Beban Maksimum (Kg)	Kuat Tekan (Kg/cm^2)	Tanggal Uji	Keterangan
		Panjang	Lebar	Tebal	Basah	Kering						
1	Kubus	50	50	50	340.00	335,50	1,34	2,68	6000	240	31 Mar. 2003	Bahan uji dalam keadaan baik

Yogyakarta, 31 Maret 2003

Dikerjakan oleh

Ir. Badwy Kamtho
NIP 130 610 889

UNIVERSITAS GADJAH MADA

LABORATORIUM KIMIA ANALITIK
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Sekip Utara PO Box BLS 21,
Yogyakarta 55281 Telp. (0274) 902740, 545188 pes. 116
Faks. 0274-545188

Lampiran 2.10

HASIL ANALISIS

No. : 439/HA/AAS-KA/03/03

Nama Pengirim : **Danny Firnando,** Wisma Fatan Jl. Sunan Ampel RW 25 RT 03, Jaban Sinduharjo Ngaglik Sleman Yogyakarta

Jumlah sampel : 1

Penentuan : Kadar $CaCO_3$ dalam Batu Kuning (Sragen)

Tgl. Analisis : 31 Maret 2003

No	Kode Sampel	Parameter	Pengukuran (ppm)			Metode
			I	II	III	
1.	Batu Kuning, Sragen	$CaCO_3$	93,3554	92,2156	92,5892	Atomic Absorption Spect. (AAS)

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS ASPAL

Contoh dari : AC 60/70 Pertamina
Jenis contoh : -
Diperiksa tgl. : 24 Mei 2003

Diperiksa Oleh :
Danny Firnando
Ferry Fimansyah

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat	
1.	Berat vicnometer kosong	14.80	gram
2.	Berat vicnometer + aquadest	25.40	gram
3.	Berat air (2 – 1)	10.60	gram
4.	Berat vicnometer + aspal	15.97	gram
5.	Berat aspal (4 – 1)	1.17	gram
6.	Berat vicnometer + aspal + aquadest	25.42	gram
7.	Berat airnya saja (6 – 4)	9.45	gram
8.	Volume aspal (3 – 7)	1.15	gram
9.	Berat jenis aspal : berat volume (5 / 8)	1.0173	

Yogyakarta, 24 Mei 2003
Peneliti:

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

1. Danny Firnando .....
2. Ferry Firmansyah .....

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL

Contoh dari : AC 60/70 Pertamina
Jenis contoh : -
Diperiksa tgl. : 22 Mei 2003

Diperiksa Oleh :
Danny Firnando
Ferry Firmansyah

PEMANASAN SAMPLE	PEMBACAAN SUHU		PEMBACAAN WAKTU	
MULAI PEMANASAN	25	°C	11.06	WIB
SELESAI PEMANASAN	150	°C	11.20	WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG				
MULAI	110	°C	11.25	WIB
SELESAI	25	°C	13.30	WIB
DIPERIKSA				
MULAI	5	°C	14.05	WIB
SELESAI	52	°C	14.35	WIB

HASIL PENGAMATAN

NO.	SUHU YG DIAMATI (°C)	WAKTU (DETIK)		TITIK LEMBEK (°C)	
		I	II	I	II
1.	5	0	0		
2.	10	2'25"	2'25"		
3.	15	5'21"	5'21"		
4.	20	7'30"	7'30"		
5.	25	9'05"	9'05"		
6.	30	10'31"	10'31"		
7.	35	12'47"	12'47"		
8.	40	13'51"	13'51"		
9.	45	14'12"	14'12"		
10.	50	15'26"	15'26"		50
11.	55	15'28"	15'26"	52	50

Yogyakarta, 22 Mei 2003

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti:
1. Danny Firnando .....
2. Ferry Firmansyah .....

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR

Contoh dari : AC 60/70 Pertamina
Jenis contoh : -
Diperiksa tgl. : 22 Mei 2003

Diperiksa Oleh :
Danny Firnando
Ferry Firmansyah

PEMANASAN SAMPLE	PEMBACAAN SUHU		PEMBACAAN WAKTU	
MULAI PEMANASAN	25	°C	11.06	WIB
SELESAI PEMANASAN	150	°C	11.20	WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG				
MULAI	110	°C	11.25	WIB
SELESAI	25	°C	11.30	WIB
DIPERIKSA				
MULAI	25	°C	11.35	WIB
SELESAI	344	°C	11.50	WIB

HASIL PENGAMATAN

CAWAN	TITIK NYALA		TITIK BAKAR	
I	335	°C	344	°C
II				
RATA-RATA	335	°C	344	°C

Yogyakarta, 22 Mei 2003

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti:
1. Danny Firnando .....
2. Ferry Firmansyah .....

LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL

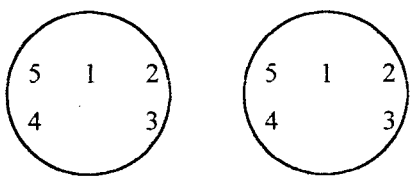
Contoh dari : AC 60/70 Pertamina
Jenis contoh : -
Diperiksa tgl. : 21 Mei 2003

Diperiksa Oleh :
Danny Firnando
Ferry Firmansyah

PEMANASAN SAMPLE	PEMBACAAN SUHU		PEMBACAAN WAKTU	
MULAI PEMANASAN	27	°C	10.15	WIB
SELESAI PEMANASAN	150	°C	10.45	WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG				
MULAI	110	°C	10.45	WIB
SELESAI	27	°C	12.45	WIB
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25°c)				
MULAI	25	°C	12.45	WIB
SELESAI	25	°C	13.45	WIB
DIPERIKSA				
MULAI	25	°C	14.00	WIB
SELESAI	25	°C	14.15	WIB

HASIL PENGAMATAN

NO.	CAWAN (I) (0.1 mm)	CAWAN (II) (0.1 mm)	SKET HASIL PENGAMATAN
1.	58	67	I II
2.	88	72	
3.	70	82	
4.	75	73	
5.	55	86	



Yogyakarta, 21 Mei 2003

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti:

1. Danny Firnando .....

2. Ferry Firmansyah .....

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Pengirim contoh : Danny Firnando
Ferry Firmansyah
Jenis contoh aspal : AC 60/70
Untuk Pekerjaan : Tugas Akhir
Diterima Tgl. : 21 Mei 2003
Selesai Tgl. : 21 Mei 2003

Diperiksa oleh :
Danny Firnando
Ferry Firmansyah

PEMERIKSAAN
DAKTILITAS (DUCTILITY) / RESIDUE

Persiapan benda uji	Contoh dipanaskan	15 menit	Pembacaan suhu oven ± 135°C
Mendinginkan benda uji	Didiamkan pada suhu ruang	60 menit	
Perendaman benda uji	Direndam dalam Waterbath pada suhu 25°C	60 menit	Pembacaan suhu Waterbath ± 25°C
Pemeriksaan	Daktilitas pada 25°C 5 cm per menit	20 menit	Pembacaan suhu alat ± 25°C

DAKTILITAS pada 25°C 5 cm per menit		Pembacaan pengukur pada alat
Pengamatan	I	112 cm
Pengamatan	II	165 cm
Rata-rata (I + II)/2		138.5 cm

Yogyakarta, 21 Mei 2003

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti:
1. Danny Firnando .....
2. Ferry Firmansyah .....

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : AC 60/70 Pertamina
Jenis contoh : -
Pekerjaan : Tugas Akhir
Diterima Tgl. : 22 Mei 2003
Selesai Tgl. : 22 Mei 2003

PEMERIKSAAN
KELARUTAN DALAM CCL4
(SOLUBILITY)

Pembukaan contoh	Dipanaskan		Pembacaan Waktu	Pembacaan Suhu
	Mulai	Jam		
	Selesai	Jam		
PEMERIKSAAN				
1. Penimbangan	Mulai	Jam		
2. Pelarutan	Mulai	Jam	13.30 WIB	
3. Penyaringan	Mulai	Jam	13.45 WIB	28
	Selesai	Jam	13.55 WIB	28
4. Di Oven	Mulai	Jam	13.50 WIB	28
5. Penimbangan	Selesai	Jam	14.00 WIB	110

1. Berat botol Erlenmeyer kosong	= 73,48	gram
2. Berat erlenmeyer + aspal	= 75,58	gram
3. Berat aspal (2 – 1)	= 2.1	gram
4. Berat kertas saring bersih	= 0.59	gram
5. Berat kertas saring + endapan	= 0.6	gram
6. Berat endapannya saja (5 – 4)	= 0.01	gram
7. Persentase endapan	= 0.48	%
8. Bitumen yang larut (100% - 7)	= 99.56	%

Yogyakarta, 22 Mei 2003

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti:
1. Danny Firnando .....
2. Ferry Firmansyah .....

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp 95330 Yogyakarta

Pekerjaan / Proyek : Tugas Akhir
Pengirim sample : Danny Firnando
Ferry Firmansyah
Jenis campuran : ATB Untuk mencari kadar aspal optimum
Tanggal : 3 Juni 2003

Dikerjakan Oleh : Danny Firnando
Ferry Firmansyah
Diperiksa Oleh : Danny Firnando
Ferry Firmansyah

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
1	63.25	4.712	4.5	1165	1177	665	512	2.275	2.464	10.07	82.28	7.656	17.72	56.799	7.656	490	1679.23	1689.73	2.25	750.989
2	62.75	4.712	4.5	1190	1201	682	519	2.293	2.464	10.14	82.91	6.946	17.09	59.352	6.946	400	1370.8	1396.5	2.1	665.001
3	63.25	4.712	4.5	1185	1196	670	526	2.253	2.464	9.965	81.46	8.57	18.54	53.764	8.57	440	1507.88	1517.3	2.9	523.208
	63.08	4.712	4.5	1180	1191	672.3	519	**2.274**	2.464	10.06	82.22	7.724	**17.78**	**56.638**	**7.724**	443.3	1519.3	**1534.51**	**2.417**	**646.4**
1	62.25	5.263	5	1183	1194	676	518	2.284	2.446	11.22	82.15	6.625	17.85	62.885	6.625	520	1782.04	1837.73	3.9	471.213
2	62.75	5.263	5	1189	1199	680	519	2.291	2.446	11.26	82.41	6.332	17.59	64.006	6.332	375	1285.13	1309.22	2.6	503.547
3	63.25	5.263	5	1184	1196	676	520	2.277	2.446	11.19	81.9	6.905	18.1	61.841	6.905	420	1439.34	1448.34	2.9	499.426
	62.75	5.263	5	1185	1196	677.3	519	**2.284**	2.446	11.23	82.15	6.621	**17.85**	**62.911**	**6.621**	438.3	1502.17	**1531.76**	**3.133**	**491.395**
1	64.25	5.82	5.5	1196	1210	683	527	2.269	2.428	12.27	81.21	6.525	18.79	65.283	6.525	420	1439.34	1371.69	2.4	571.538
2	65.25	5.82	5.5	1200	1214	687	527	2.277	2.428	12.31	81.48	6.212	18.52	66.461	6.212	520	1782.04	1653.73	3.3	501.131
3	63	5.82	5.5	1195	1210	687	523	2.285	2.428	12.35	81.76	5.889	18.24	67.718	5.889	480	1644.96	1665.52	2.5	666.209
	64.17	5.82	5.5	1197	1211	685.7	525.7	**2.277**	2.428	12.31	81.48	6.209	**18.52**	**66.487**	**6.209**	473.3	1622.11	**1563.65**	**2.733**	**579.626**
1	62.25	6.383	6	1194	1203	685	518	2.305	2.41	13.59	82.04	4.363	17.96	75.702	4.363	530	1816.31	1873.07	3.8	492.913
2	63.25	6.383	6	1198	1210	692	518	2.313	2.41	13.64	82.32	4.043	17.68	77.136	4.043	490	1679.23	1689.73	3.5	482.779
3	62.75	6.383	6	1197	1207	689	518	2.311	2.41	13.63	82.25	4.123	17.75	76.774	4.123	490	1679.23	1710.72	4	427.679
	62.75	6.383	6	1196	1207	688.7	518	**2.31**	2.41	13.62	82.2	4.177	**17.8**	**76.537**	**4.177**	503.3	1724.92	**1757.84**	**3.767**	**467.79**
1	63.25	6.952	6.5	1196	1203	693	510	2.345	2.393	14.98	83.02	1.992	16.98	88.266	1.992	420	1439.34	1448.34	3.8	381.141
2	63.75	6.952	6.5	1192	1199	691	508	2.346	2.393	14.99	83.07	1.935	16.93	88.568	1.935	470	1610.69	1578.48	2.4	657.698
3	63.75	6.952	6.5	1190	1195	687	508	2.343	2.393	14.97	82.93	2.1	17.07	87.697	2.1	380	1302.26	1276.21	3.9	327.235
								2.345				**2.009**	**16.99**	**88.177**	**2.009**			**1434.34**	**3.367**	**455.358**

t = tebal benda uji (mm)
a = % aspal terhadap batuan (%)
b = % aspal terhadap campuran (%)
c = berat kering sebelum direndam (gram)
d = berat dalam keadaan SSD. (gram)
e = berat di dalam air (gram)
f = Vol (isi) = d - e
g = berat isi sample = c/f (gr/cc)

h = BJ. Maksimum (teoritis)
(100:((% aggr/BJ aggr)+(% aspal/BJ aspal)))
i = b x g / BJ aspal
j = (100-b) g/BJ aggr
k = (100-I-j) jumlah kandungan rongga (%)
l = (100-j) rongga terhadap agregat (%)
m = (100 x I/l) rongga yang terisi aspal (VFWA)
n = rongga yang terisi campuran 100 - (100 x g/h) (%)

0 = pembacaan arloji (stabilitas)
p = o x kalibrasi proling ring
q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS) (kg)
r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
Suhu pencampuran : 160 °C
Suhu pemadatan : 140 °C
Suhu waterbath : 60 °C
BJ aspal : 1.0173
BJ agregat : 2.641

Mengetahui
Kepala Lab Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Yogyakarta, 3 Juni 2003
Peneliti:
1. Danny Firnando .....
2. Ferry Firmansyah .....

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp 95330 Yogyakarta

Pekerjaan / Proyek : Tugas Akhir
Pengirim sample : Danny Firnando
Ferry Firmansyah
Jenis campuran : ATB
Tanggal : 7 Juni 2003

Dikerjakan Oleh : Danny Firnando
Ferry Firmansyah
Diperiksa Oleh : Danny Firnando
Ferry Firmansyah

PERHITUNGAN TEST MARSHALL
Kadar Kapur 0 %

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
1	62	6.472	6.079	1190	1196	674	522	2.28	2.407	13.62	81.07	5.305	18.93	71.97	5.305	480	1644.96	1706.646	4.3	396.89
2	62.25	6.472	6.079	1197	1204	695	509	2.352	2.407	14.05	83.63	2.316	16.37	85.85	2.316	490	1679.23	1731.706	3.6	481.03
3	62.25	6.472	6.079	1195	1201	683	518	2.307	2.407	13.79	82.04	4.173	17.96	76.76	4.173	480	1644.96	1696.365	3.55	477.85
								2.313				**3.931**	**17.75**	**78.2**	**3.931**			**1711.572**	**3.817**	**451.92**

T = tebal benda uji (mm)
a = % aspal terhadap batuan (%)
b = % aspal terhadap campuran (%)
c = berat kering sebelum direndam (gram)
d = berat dalam keadaan SSD. (gram)
e = berat di dalam air (gram)
f = Vol (isi) = d - e
g = berat isi sample = c/f (gr/cc)

h = BJ. Maksimum (teoritis)
(100:((% aggr/BJ aggr)+(% aspal/BJ aspal)))
i = b x g / BJ aspal
j = (100-b) g/BJ aggr
k = (100-I-j) jumlah kandungan rongga (%)
l = (100-j) rongga terhadap agregat (%)
m = (100 x I/l) rongga yang terisi aspal (VFWA)
n = rongga yang terisi campuran 100 - (100 x g/h) (%)

o = pembacaan arloji (stabilitas)
p = o x kalibrasi proving ring
q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS) (kg)
r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
Suhu pencampuran : 160 °C
Suhu pemadatan : 140 °C
Suhu waterbath : 60 °C
BJ aspal : 1.0173
BJ agregat : 2.641

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Yogyakarta, 7 Juni 2003
Peneliti:
1. Danny Firnando .....
2. Ferry Firmansyah ..

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp 95330 Yogyakarta

Pekerjaan / Proyek : Tugas Akhir
Pengirim sample : Danny Firnando
Ferry Firmansyah
Jenis campuran : ATB
Tanggal : 7 Juni 2003

Dikerjakan Oleh : Danny Firnando
Ferry Firmansyah
Diperiksa Oleh : Danny Firnando
Ferry Firmansyah

PERHITUNGAN TEST MARSHALL
Kadar Kapur 25 %

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
1	62.25	6.472	6.079	1167	1171	669	502	2.325	2.409	13.89	82.61	3.498	17.39	79.88	3.498	450	1542.15	1590.342	3.7	429.82
2	65	6.472	6.079	1194	1202	682	520	2.296	2.409	13.72	81.6	4.683	18.4	74.55	4.683	400	1370.8	1278.545	3.2	399.55
3	62.25	6.472	6.079	1193	1205	685	520	2.294	2.409	13.71	81.53	4.763	18.47	74.21	4.763	440	1507.88	1555.001	3	518.33
								2.305				**4.315**	**18.09**	**76.22**	**4.315**			**1474.63**	**3.3**	**449.23**

T = tebal benda uji (mm)
a = % aspal terhadap batuan (%)
b = % aspal terhadap campuran (%)
c = berat kering sebelum direndam (gram)
d = berat dalam keadaan SSD. (gram)
e = berat di dalam air (gram)
f = Vol (isi) = d - e
g = berat isi sample = c/f (gr/cc)

h = BJ. Maksimum (teoritis)
(100:((% aggr/BJ aggr)+(% aspal/BJ aspal)))
I = b x g / BJ aspal
j = (100-b) g/BJ aggr
k = (100-I-j) jumlah kandungan rongga (%)
l = (100-j) rongga terhadap agregat (%)
m = (100 x I/l) rongga yang terisi aspal (VFWA)
n = rongga yang terisi campuran 100 - (100 x g/h) (%)

0 = pembacaan arloji (stabilitas)
p = o x kalibrasi profing ring
q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS) (kg)
r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
Suhu pencampuran : 160 °C
Suhu pemadatan : 140 °C
Suhu waterbath : 60 °C
BJ aspal : 1.0173
BJ agregat : 2.643

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Yogyakarta, 7 Juni 2003
Peneliti:
1. Danny Firnando .....
2. Ferry Firmansyah .....

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp 95330 Yogyakarta

Pekerjaan / Proyek : Tugas Akhir
Pengirim sample : Danny Firnando
Ferry Firmansyah
Jenis campuran : ATB
Tanggal : 7 Juni 2003

Dikerjakan Oleh : Danny Firnando
Ferry Firmansyah
Diperiksa Oleh : Danny Firnando
Ferry Firmansyah

PERHITUNGAN TEST MARSHALL
Kadar Kapur 50 %

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
1	64	6.472	6.079	1195	1205	687	518	2.307	2.411	13.79	81.92	4.297	18.08	76.24	4.297	440	1507.88	1447.565	2.5	579.0259
2	65	6.472	6.079	1193	1205	683	522	2.285	2.411	13.66	81.15	5.19	18.85	72.46	5.19	420	1439.34	1342.472	2.95	455.0754
3	65	6.472	6.079	1190	1197	674	523	2.275	2.411	13.6	80.79	5.609	19.21	70.8	5.609	400	1370.8	1278.545	3.35	381.6553
								2.289				**5.032**	**18.71**	**73.16**	**5.032**			**1356.194**	**2.933**	**471.9189**

T = tebal benda uji (mm)
a = % aspal terhadap batuan (%)
b = % aspal terhadap campuran (%)
c = berat kering sebelum direndam (gram)
d = berat dalam keadaan SSD. (gram)
e = berat di dalam air (gram)
f = Vol (isi) = d - e
g = berat isi sample = c/f (gr/cc)

h = BJ. Maksimum (teoritis)
(100:((% aggr/BJ aggr)+(% aspal/BJ aspal)))
l = b x g / BJ aspal
j = (100-b) g/BJ aggr
k = (100-l-j) jumlah kandungan rongga (%)
l = (100-j) rongga terhadap agregat (%)
m = (100 x l/l) rongga yang terisi aspal (VFWA)
n = rongga yang terisi campuran 100 - (100 x g/h) (%)

0 = pembacaan arloji (stabilitas)
p = o x kalibrasi proving ring
q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS) (kg)
R = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
Suhu pencampuran : 160 °C
Suhu pemadatan : 140 °C
Suhu waterbath : 60 °C
BJ aspal : 1.0173
BJ agregat : 2.645

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Yogyakarta, 7 Juni 2003
Peneliti:
1. Danny Firnando .....
2. Ferry Firmansyah .....

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp 95330 Yogyakarta

Pekerjaan / Proyek : Tugas Akhir
Pengirim sample : Danny Firnando
Ferry Firmansyah
Jenis campuran : ATB
Tanggal : 7 Juni 2003

Dikerjakan Oleh : Danny Firnando
Ferry Firmansyah
Diperiksa Oleh : Danny Firnando
Ferry Firmansyah

PERHITUNGAN TEST MARSHALL
Kadar Kapur 75 %

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	O	p (kg)	q	R (mm)	QM
1	65	6.472	6.079	1196	1207	683	524	2.282	2.413	13.64	80.96	5.406	19.04	71.62	5.406	490	1679.23	1566.218	3.35	467.5277
2	66.25	6.472	6.079	1193	1206	680	526	2.268	2.413	13.55	80.45	6.002	19.55	69.31	6.002	440	1507.88	1358.901	2.5	543.5606
3	65.8	6.472	6.079	1190	1202	685	517	2.302	2.413	13.75	81.64	4.606	18.36	74.91	4.606	520	1782.04	1626.112	2.15	756.3309
								2.284				**5.338**	**18.99**	**71.95**	**5.338**			**1517.077**	**2.667**	**589.1397**

T = tebal benda uji (mm)
a = % aspal terhadap batuan (%)
b = % aspal terhadap campuran (%)
c = berat kering sebelum direndam (gram)
d = berat dalam keadaan SSD. (gram)
e = berat di dalam air (gram)
f = Vol (isi) = d - e
g = berat isi sample = c/f (gr/cc)

h = BJ. Maksimum (teoritis)
(100:((% aggr/BJ aggr)+(% aspal/BJ aspal)))
i = b x g / BJ aspal
j = (100-b) g/BJ aggr
k = (100-I-j) jumlah kandungan rongga (%)
l = (100-j) rongga terhadap agregat (%)
m = (100 x I/l) rongga yang terisi aspal (VFWA)
n = rongga yang terisi campuran 100 - (100 x g/h) (%)

0 = pembacaan arloji (stabilitas)
p = o x kalibrasi profing ring
q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS) (kg)
r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
Suhu pencampuran : 160 °C
Suhu pemadatan : 140 °C
Suhu waterbath : 60 °C
BJ aspal : 1.0173
BJ agregat : 2.648

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Yogyakarta, 7 Juni 2003
Peneliti:
1. Danny Firnando ....
2. Fery Firmansyah ....

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp 95330 Yogyakarta

Pekerjaan / Proyek : Tugas Akhir
Pengirim sample : Danny Firnando
Ferry Firmansyah
Jenis campuran : ATB
Tanggal : 7 Juni 2003

Dikerjakan Oleh : Danny Firnando
Ferry Firmansyah
Diperiksa Oleh : Danny Firnando
Ferry Firmansyah

PERHITUNGAN TEST MARSHALL
Kadar Kapur 100 %

Sample	t (mm)	A	b	c	d	e	f	g	h	i	j	K	l	m	n	O	p (kg)	q	r (mm)	QM
1	67	6.472	6.079	1198	1213	688	525	2.282	2.414	13.64	80.88	5.489	19.12	71.3	5.489	480	1644.96	1454.803	3.1	469.2912
2	65	6.472	6.079	1192	1209	685	524	2.275	2.414	13.59	80.62	5.783	19.38	70.15	5.783	490	1679.23	1566.218	1.9	824.3252
3	66	6.472	6.079	1199	1213	685	528	2.271	2.414	13.57	80.48	5.948	19.52	69.53	5.948	560	1919.12	1741.601	3.2	544.2504
								2.276				**5.74**	**19.34**	**70.33**	**5.74**			**1587.541**	**2.733**	**612.6223**

T = tebal benda uji (mm)
a = % aspal terhadap batuan (%)
b = % aspal terhadap campuran (%)
c = berat kering sebelum direndam (gram)
d = berat dalam keadaan SSD. (gram)
e = berat di dalam air (gram)
f = Vol (isi) = d - e
g = berat isi sample = c/f (gr/cc)

h = BJ. Maksimum (teoritis)
(100:((% aggr/BJ aggr)+(% aspal/BJ aspal)))
l = b x g / BJ aspal
j = (100-b) g/BJ aggr
k = (100-l-j) jumlah kandungan rongga (%)
l = (100-j) rongga terhadap agregat (%)
m = (100 x l/l) rongga yang terisi aspal (VFWA)
n = rongga yang terisi campuran 100 - (100 x g/h) (%)

0 = pembacaan arloji (stabilitas)
p = o x kalibrasi proling ring
q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS) (kg)
r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
Suhu pencampuran : 160 °C
Suhu pemadatan : 140 °C
Suhu waterbath : 60 °C
BJ aspal : 1.0173
BJ agregat : 2.650

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Yogyakarta, 7 Juni 2003
Peneliti:
1. Danny Firnando .....
2. Ferry Firmansyah .....

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp 95330 Yogyakarta

Pekerjaan / Proyek : Tugas Akhir
Pengirim sample : Danny Firnando
Ferry Firmansyah
Jenis campuran : ATB
Tanggal : 11 Juni 2003

Dikerjakan Oleh : Danny Firnando
Ferry Firmansyah
Diperiksa Oleh : Danny Firnando
Ferry Firmansyah

PERHITUNGAN TEST MARSHALL
Immersion Test

Kadar kapur 0%

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
1	64	6.472	6.079	1190	1196	683	513	2.32	2.407	13.86	82.49	3.644	17.51	79.18	3.644	400	1370.8	1315.968	2.35	559.9864
2	65	6.472	6.079	1186	1193	678	515	2.303	2.407	13.76	81.9	4.341	18.1	76.02	4.341	380	1302.26	1214.68	1.7	658.0747
3	64.8	6.472	6.079	1196	1201	688	513	2.331	2.407	13.93	82.91	3.158	17.09	81.52	3.158	440	1507.88	1414.391	2.3	614.9528
								2.318				**3.714**	**17.57**	**78.91**	**3.714**			**1314.992**	**2.117**	**611.0046**

Kadar kapur 17.48%

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
1	63.8	6.472	6.079	1190	1199	681	518	2.297	2.377	13.73	82.92	3.35	17.08	80.39	3.35	460	1576.42	1538.586	3.3	466.2382
2	64.8	6.472	6.079	1195	1215	686	529	2.259	2.377	13.5	81.54	4.962	18.46	73.12	4.962	310	1062.37	996.5031	2.1	474.5253
3	63.25	6.472	6.079	1180	1192	676	516	2.287	2.377	13.67	82.54	3.79	17.46	78.29	3.79	330	1130.91	1137.978	3.25	350.1471
								2.281				**4.034**	**17.66**	**77.26**	**4.034**			**1224.356**	**2.883**	**430.3035**

T = tebal benda uji (mm)
a = % aspal terhadap batuan (%)
b = % aspal terhadap campuran (%)
c = berat kering sebelum direndam (gram)
d = berat dalam keadaan SSD. (gram)
e = berat di dalam air (gram)
f = Vol (isi) = d - e
g = berat isi sample = c/f (gr/cc)

h = BJ. Maksimum (teoritis)
(100:((% aggr/BJ aggr)+(% aspal/BJ aspal)))
l = b x g / BJ aspal
j = (100-b) g/BJ aggr
k = (100-l-j) jumlah kandungan rongga (%)
l = (100-j) rongga terhadap agregat (%)
m = (100 x l/l) rongga yang terisi aspal (VFWA)
n = rongga yang terisi campuran 100 - (100 x g/h) (%)

0 = pembacaan arloji (stabilitas)
p = o x kalibrasi proving ring
q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS) (kg)
r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
Suhu pencampuran : 160 °C
Suhu pemadatan : 140 °C
Suhu waterbath : 60 °C
BJ aspal : 1.0173
BJ agregat 0% : 2.641

Bj. Agregat 17.48% : 2.602

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Yogyakarta, 11 Juni 2003
Peneliti:
1. Danny Firnando
2. Ferry Firmansyah

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp 95330 Yogyakarta

Pekerjaan / Proyek : Tugas Akhir
Pengirim sample : Danny Firnando
Ferry Firmansyah
Jenis campuran : ATB
Tanggal : 11 Juni 2003

Dikerjakan Oleh : Danny Firnando
Ferry Firmansyah
Diperiksa Oleh : Danny Firnando
Ferry Firmansyah

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Kadar kapur 0%

30 Menit

Sample	t (mm)	a	b	C	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
1	62	6.472	6.079	1190	1196	674	522	2.28	2.407	13.62	81.07	5.305	18.93	71.97	5.305	480	1644.96	1706.65	4.3	396.89442
2	62.25	6.472	6.079	1197	1204	695	509	2.352	2.407	14.05	83.63	2.316	16.37	85.853	2.316	490	1679.23	1731.71	3.6	481.02943
3	62.25	6.472	6.079	1195	1201	683	518	2.307	2.407	13.79	82.04	4.173	17.96	76.762	4.173	480	1644.96	1696.37	3.55	477.8493
								2.313				**3.931**	**17.75**	**78.195**	**3.931**			**1711.57**	**3.817**	**451.92438**

Kadar kapur 0%

24 Jam

Sample	t (mm)	a	b	C	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
1	64	6.472	6.079	1190	1196	683	513	2.32	2.407	13.86	82.49	3.644	17.51	79.183	3.644	400	1370.8	1315.97	2.35	559.98638
2	65	6.472	6.079	1186	1193	678	515	2.303	2.407	13.76	81.9	4.341	18.1	76.02	4.341	380	1302.26	1214.68	1.7	658.07471
3	64.8	6.472	6.079	1196	1201	688	513	2.331	2.407	13.93	82.91	3.158	17.09	81.519	3.158	440	1507.88	1414.39	2.3	614.9528
								2.318				**3.714**	**17.57**	**78.907**	**3.714**			**1314.99**	**2.117**	**611.00463**

T = tebal benda uji (mm)
a = % aspal terhadap batuan (%)
b = % aspal terhadap campuran (%)
c = berat kering sebelum direndam (gram)
d = berat dalam keadaan SSD. (gram)
e = berat di dalam air (gram)
f = Vol (isi) = d - e
g = berat isi sample = c/f (gr/cc)

h = BJ. Maksimum (teoritis)
(100:((% aggr/BJ aggr)+(% aspal/BJ aspal)))
I = b x g / BJ aspal
j = (100-b) g/BJ aggr
k = (100-I-j) jumlah kandungan rongga (%)
l = (100-j) rongga terhadap agregat (%)
m = (100 x I/l) rongga yang terisi aspal (VFWA)
n = rongga yang terisi campuran 100 - (100 x g/h) (%)

0 = pembacaan arloji (stabilitas)
p = o x kalibrasi profing ring
q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS) (kg)
r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)

Suhu pencampuran	:	160 °C
Suhu pemadatan	:	140 °C
Suhu waterbath	:	60 °C
BJ aspal	:	1.0173
BJ agregat 0%	:	2.641

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Yogyakarta, 11 Juni 2003
Peneliti:
1. Danny Firnando .....
2. Ferry Firmansyah .....

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp 95330 Yogyakarta

Pekerjaan / Proyek : Tugas Akhir
Pengirim sample : Danny Firnando
Ferry Firmansyah
Jenis campuran : ATB
Tanggal : 11 Juni 2003

Dikerjakan Oleh : Danny Firnando
Ferry Firmansyah
Diperiksa Oleh : Danny Firnando
Ferry Firmansyah

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Kadar kapur 17.48 % — 30 Menit

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
1	63.25	6.472	6.079	1195	1204	680	524	2.281	2.377	13.63	82.32	4.055	17.68	77.068	4.055	460	1576.42	1586.27	2.9	546.99056
2	64	6.472	6.079	1190	1199	678	521	2.284	2.377	13.65	82.45	3.906	17.55	77.749	3.906	430	1473.61	1482.82	3.8	390.21581
3	64	6.472	6.079	1197	1209	687	522	2.293	2.377	13.7	82.77	3.526	17.23	79.534	3.526	420	1439.34	1448.34	3.6	402.31552
								2.286				**3.829**	**17.49**	**78.117**	**3.829**			**1505.81**	**3.433**	**446.5073**

Kadar kapur 17.48% — 24 Jam

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
1	63.8	6.472	6.079	1190	1199	681	518	2.297	2.377	13.73	82.92	3.35	17.08	80.385	3.35	460	1576.42	1538.59	3.3	466.23816
2	64.8	6.472	6.079	1195	1215	686	529	2.259	2.377	13.5	81.54	4.962	18.46	73.122	4.962	310	1062.37	996.503	2.1	474.52527
3	63.25	6.472	6.079	1180	1192	676	516	2.287	2.377	13.67	82.54	3.79	17.46	78.285	3.79	330	1130.91	1137.98	3.25	350.14713
								2.281				**4.034**	**17.66**	**77.264**	**4.034**			**1224.36**	**2.883**	**430.30352**

T = tebal benda uji (mm)
a = % aspal terhadap batuan (%)
b = % aspal terhadap campuran (%)
c = berat kering sebelum direndam (gram)
d = berat dalam keadaan SSD. (gram)
e = berat di dalam air (gram)
f = Vol (isi) = d - e
g = berat isi sample = c/f (gr/cc)

h = BJ. Maksimum (teoritis)
(100:((% aggr/BJ aggr)+(% aspal/BJ aspal)))
l = b x g / BJ aspal
j = (100-b) g/BJ aggr
k = (100-l-j) jumlah kandungan rongga (%)
l = (100-j) rongga terhadap agregat (%)
m = (100 x l/l) rongga yang terisi aspal (VFWA)
n = rongga yang terisi campuran 100 - (100 x g/h) (%)

o = pembacaan arloji (stabilitas)
p = o x kalibrasi proving ring
q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS) (kg)
r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
Suhu pencampuran : 160 °C
Suhu pemadatan : 140 °C
Suhu waterbath : 60 °C
BJ aspal : 1.0173
BJ agregat 0% : 2.641

Bj. Agregat 17.48% : 2.602

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Yogyakarta, 11 Juni 2003
Peneliti:
1. Danny Firnando .....
2. Ferry Firmansyah .....

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp 95330 Yogyakarta

Pekerjaan / Proyek : Tugas Akhir
Pengirim sample : Danny Firnando
Ferry Firmansyah
Jenis campuran : ATB
Tanggal : 21 Juni 2003

Dikerjakan Oleh : Danny Firnando
Ferry Firmansyah
Diperiksa Oleh : Danny Firnando
Ferry Firmansyah

BACK UP DATA
PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
25%	63	6.472	6.079	1186	1196	675	521	2.276	2.407	13.6	80.95	5.443	19.05	71.423	5.443	515	1764.9	1787	2.4	744.57
50%	65	6.472	6.079	1184	1195	672	523	2.264	2.407	13.53	80.51	5.963	19.49	69.406	5.963	490	1679.2	1566.2	2.3	680.96
0%	64	6.472	6.079	1182	1196	669	527	2.243	2.407	13.4	79.76	6.834	20.24	66.228	6.834	540	1850.6	1776.6	2	888.28
100%	65.25	6.472	6.079	1181	1202	662	540	2.187	2.407	13.07	77.78	9.154	22.22	58.808	9.154	600	2056.2	1904.6	2.1	906.93

T = tebal benda uji (mm)
a = % aspal terhadap batuan (%)
b = % aspal terhadap campuran (%)
c = berat kering sebelum direndam (gram)
d = berat dalam keadaan SSD. (gram)
e = berat di dalam air (gram)
f = Vol (isi) = d - e
g = berat isi sample = c/f (gr/cc)

h = BJ. Maksimum (teoritis)
(100:((% aggr/BJ aggr)+(% aspal/BJ aspal)))
l = b x g / BJ aspal
j = (100-b) g/BJ aggr
k = (100-l-j) jumlah kandungan rongga (%)
l = (100-j) rongga terhadap agregat (%)
m = (100 x l/l) rongga yang terisi aspal (VFWA)
n = rongga yang terisi campuran 100 - (100 x g/h) (%)

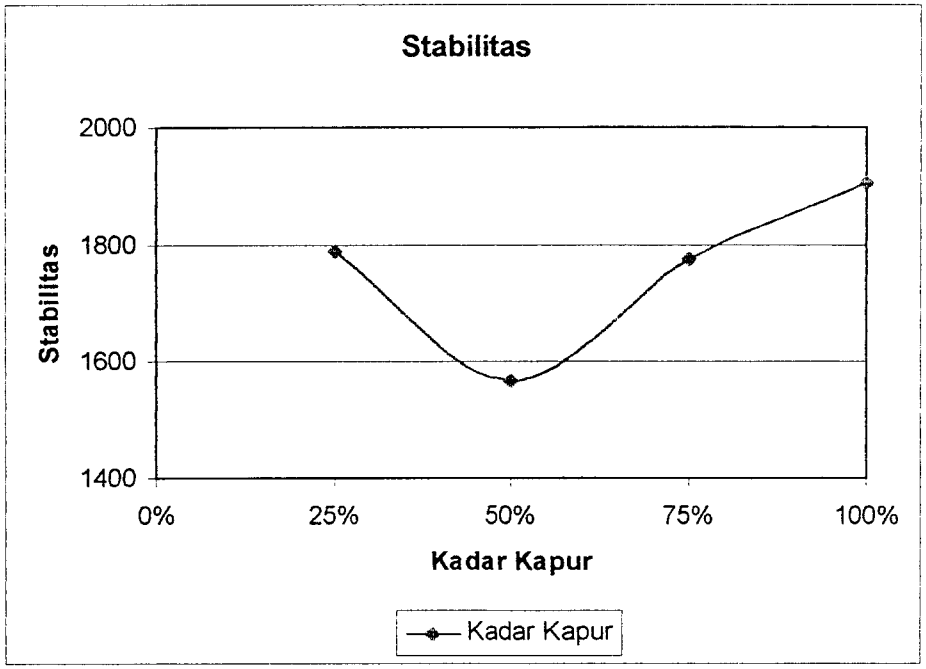
o = pembacaan arloji (stabilitas)
p = o x kalibrasi proling ring
q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS) (kg)
r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
Suhu pencampuran : 160 °C
Suhu pemadatan : 140 °C
Suhu waterbath : 60 °C
BJ aspal : 1.0173
BJ agregat 0% : 2.641

Bj. Agregat 17.48% : 2.602

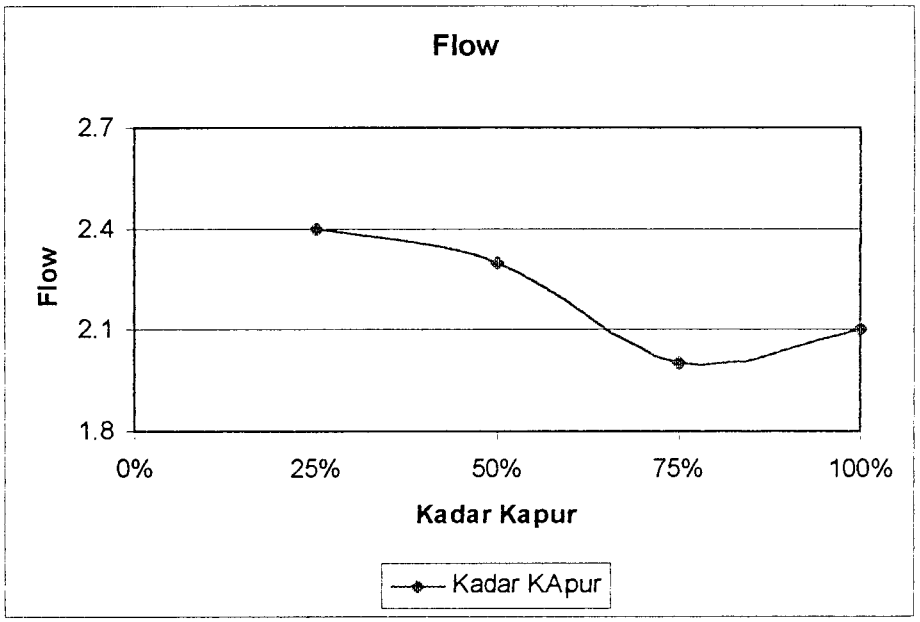
Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Yogyakarta, 21 Juni 2003
Peneliti:
1. Danny Firnando
2. Ferry Firmansyah



Grafik Hubungan Stabilitas dengan Persentase Kadar Kapur



Grafik Hubungan Flow dengan Persentase Kadar Kapur

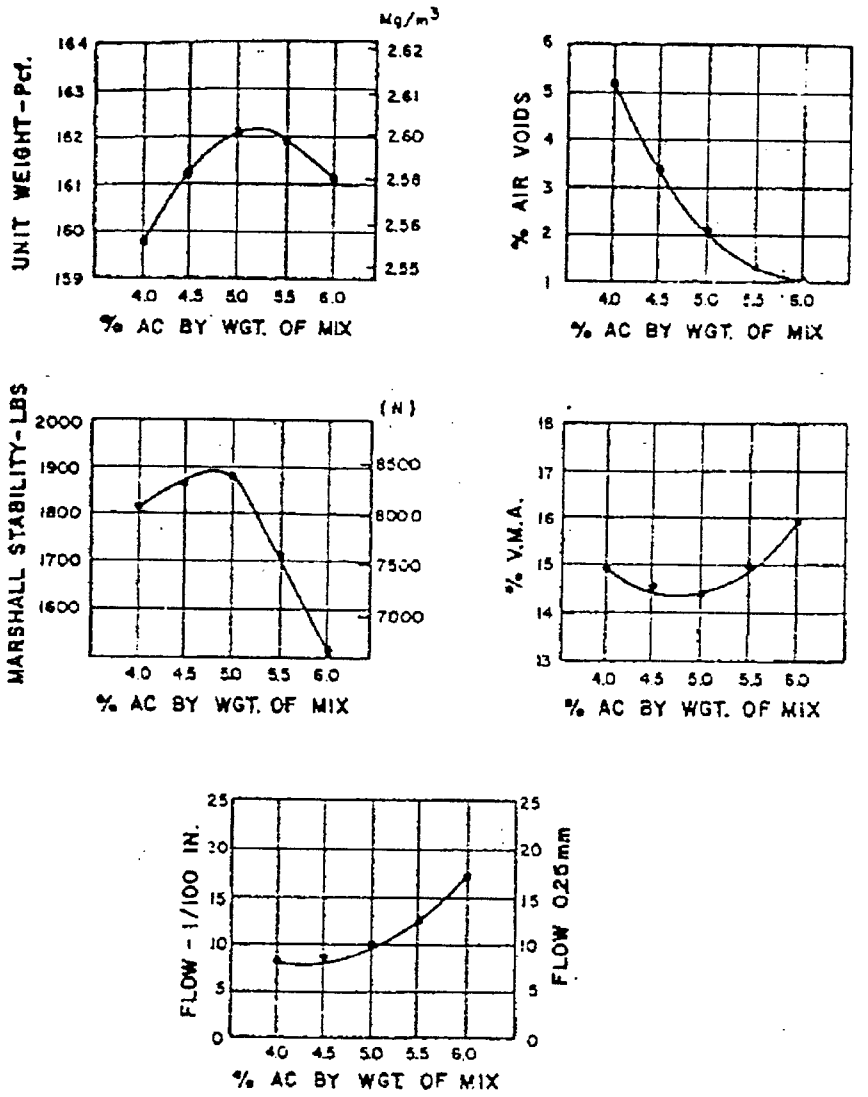


Figure 10. Test property curves for hot-mix design.data by the Marshall method

Sumber: *The Aspahalt Institute, 1983*

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

EKSTRAKSI 0%

Contoh Diambil Tanggal : 10 Juni 2003
Jam Pengambilan : 10.00 WIB
Diambil Oleh : Danny Firnando & Ferry Firmansyah

1. Berat BOWL EXTRAKTOR : 116 gram
2. Berat Contoh ATB : 1190 gram
3. Berat BOWL EXTRAKTOR + CONTOH ASPAL : 1306 gram
4. Berat Batuan yang terekstraksi : 1112 gram
5. Berat Kertas Filler bersih : 11 gram
6. Berat Kertas Filler + Mineral : 13 gram
7. Berat Mineral terlarut yang menempel endapan (6-5) pada Kertas Filler : 2 gram
8. Berat Tempat kosong untuk menampung endapan : 120 gram
9. Berat Tempat + Endapan : 129 gram
10. Berat Endapan (9-8) : 9 gram
11. Kadar Bitumen $= \frac{2-(4+7+10)}{2} \times 100\ \%$: 5.546 %

Gradasi Agregat Setelah Ekstraksi Kadar

Ukuran saringan	3/4"	3/8"	# 4	# 8	# 30	# 50	# 100	# 200	PAN	Total
Berat tertahan	110.94	224.95	153.78	142.67	221.88	74.57	90.65	61.91	30.62	1112
Kumulatif berat tertahan	110.94	335.89	489.67	632.34	854.22	928.79	1019.4	1081.4	1112	
Kumulatif % Tertahan	9.9769	30.207	44.036	56.867	76.82	83.527	91.679	97.246	100	
Kumulatif % Lewat	90.023	69.793	55.964	43.133	23.18	16.473	8.3213	2.7537	0	
JOB MIX FORMULA	90	70	56.5	42.5	24.5	18	11	4.5		
Spesifikasi	80-100	60-80	48-65	35-50	19-30	13-23	7-15	1-8		

Yogyakarta, 10 Juni 2003

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti:
1. Danny Firnando .....
2. Ferry Firmansyah .....

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

EKSTRAKSI 25%

Contoh Diambil Tanggal : 10 Juni 2003
Jam Pengambilan : 10.00 WIB
Diambil Oleh : Danny Firnando & Ferry Firmansyah

1. Berat BOWL EXTRAKTOR : 120 gram
2. Berat Contoh aspal beton : 1167 gram
3. Berat BOWL EXTRAKTOR + CONTOH ASPAL : 1287 gram
4. Berat Batuan yang terekstraksi : 1098 gram
5. Berat Kertas Filler bersih : 11 gram
6. Berat Kertas Filler + Mineral : 13 gram
7. Berat Mineral terlarut yang menempel endapan (6-5) pada Kertas Filler : 2 gram
8. Berat Tempat kosong untuk menampung endapan : 115 gram
9. Berat Tempat + Endapan : 128 gram
10. Berat Endapan (9-8) : 7 gram
11. Kadar Bitumen $= \frac{2-(4+7+10)}{2} \times 100\%$: 5.14 %

Gradasi Agregat Setelah Ekstraksi

Ukuran saringan	3/4"	3/8"	# 4	# 8	# 30	# 50	# 100	# 200	PAN	Total
Berat tertahan	100.11	216.58	163.54	141.47	210.73	70.45	85.09	74.32	35.28	1098
Kumulatif berat tertahan	100.11	316.69	480.23	621.7	832.43	902.88	987.97	1062.3	1098	
Kumulatif % Tertahan	9.1211	28.854	43.754	56.643	75.843	82.262	90.014	96.786	100	
Kumulatif % Lewat	90.879	71.146	56.246	43.357	24.157	17.738	9.9857	3.2144	0	
JOB MIX FORMULA	90	70	56.5	42.5	24.5	18	11	4.5		
Spesifikasi	80 - 100	60 - 80	48 - 65	35 - 50	19 - 30	13 - 23	7 - 15	1 - 8		

Yogyakarta, 10 Juni 2003

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti:
1. Danny Firnando .....
2. Ferry Firmansyah .....

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

EKSTRAKSI 50%

Contoh Diambil Tanggal : 10 Juni 2003
Jam Pengambilan : 10.00 WIB
Diambil Oleh : Danny Firnando & Ferry Firmansyah

1. Berat BOWL EXTRAKTOR : 114 gram
2. Berat Contoh aspal beton : 1195 gram
3. Berat BOWL EXTRAKTOR + CONTOH ASPAL : 1309gram
4. Berat Batuan yang terekstraksi : 1120 gram
5. Berat Kertas Filler bersih : 11 gram
6. Berat Kertas Filler + Mineral : 12 gram
7. Berat Mineral terlarut yang menempel endapan (6-5) pada Kertas Filler : 1 gram
8. Berat Tempat kosong untuk menampung endapan : 120 gram
9. Berat Tempat + Endapan : 129 gram
10. Berat Endapan (9-8) : 9 gram
11. Kadar Bitumen $= \frac{2-(4+7+10)}{2} \times 100\ \%$: 5.44 %

Gradasi Agregat Setelah Ekstraksi

Ukuran saringan	3/4"	3/8"	# 4	# 8	# 30	# 50	# 100	# 200	PAN	Total
Berat tertahan	95.04	210.59	192.81	137.37	223.21	73.2	86.04	62.8	39.02	1120
Kumulatif berat tertahan	95.04	305.63	498.44	635.81	859.02	932.22	1018.3	1081.1	1120	
Kumulatif % Tertahan	8.4851	27.286	44.5	56.765	76.693	83.228	90.91	96.516	100	
Kumulatif % Lewat	91.515	72.714	55.5	43.235	23.307	16.772	9.0904	3.4837	0	
JOB MIX FORMULA	90	70	56.5	42.5	24.5	18	11	4.5		
Spesifikasi	80-100	60-80	48-65	35-50	19-30	13-23	7 - 15	1 - 8		

Yogyakarta, 10 Juni 2003

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti:
1. Danny Firnando .....
2. Ferry Firmansyah .....

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

EKSTRAKSI 75%

Contoh Diambil Tanggal : 10 Juni 2003
Jam Pengambilan : 10.00 WIB
Diambil Oleh : Danny Firnando & Ferry Firmansyah

1. Berat BOWL EXTRAKTOR : 130 gram
2. Berat Contoh aspal beton : 1196 gram
3. Berat BOWL EXTRAKTOR + CONTOH ASPAL : 1326 gram
4. Berat Batuan yang terekstraksi : 1125 gram
5. Berat Kertas Filler bersih : 11 gram
6. Berat Kertas Filler + Mineral : 13 gram
7. Berat Mineral terlarut yang menempel endapan (6-5) pada Kertas Filler : 2 gram
8. Berat Tempat kosong untuk menampung endapan : 128 gram
9. Berat Tempat + Endapan : 134 gram
10. Berat Endapan (9-8) : 6 gram
11. Kadar Bitumen $= \frac{2-(4+7+10)}{2} \times 100\%$: 5.27 %

Gradasi Agregat Setelah Ekstraksi

Ukuran saringan	3/4"	3/8"	# 4	# 8	# 30	# 50	# 100	# 200	PAN	Total
Berat tertahan	96.91	202.26	204.78	117.45	219.17	71.52	97.54	70.29	45.19	1125
Kumulatif berat tertahan	96.91	299.17	503.95	621.4	840.57	912.09	1009.6	1079.9	1125	
Kumulatif % Tertahan	8.6134	26.59	44.791	55.23	74.71	81.067	89.736	95.984	100	
Kumulatif % Lewat	91.387	73.41	55.209	44.77	25.29	18.933	10.264	4.0165	0	
JOB MIX FORMULA	90	70	56.5	42.5	24.5	18	11	4.5		
Spesifikasi	80 - 100	60 - 80	48 - 65	35 - 50	19 - 30	13 - 23	7 - 15	1 - 8		

Yogyakarta, 10 Juni 2003

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti:
1. Danny Firnando .....
2. Ferry Firmansyah .....

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

EKSTRAKSI 100%

Contoh Diambil Tanggal : 10 Juni 2003
Jam Pengambilan : 10.00 WIB
Diambil Oleh : Danny Firnando & Ferry Firmansyah

1. Berat BOWL EXTRAKTOR : 137 gram
2. Berat Contoh aspal beton : 1198 gram
3. Berat BOWL EXTRAKTOR + CONTOH ASPAL : 1335 gram
4. Berat Batuan yang terekstraksi : 1120 gram
5. Berat Kertas Filler bersih : 11 gram
6. Berat Kertas Filler + Mineral : 12 gram
7. Berat Mineral terlarut yang menempel endapan (6-5) pada Kertas Filler : 1 gram
8. Berat Tempat kosong untuk menampung endapan : 225 gram
9. Berat Tempat + Endapan : 234 gram
10. Berat Endapan (9-8) : 9 gram
11. Kadar Bitumen $= \frac{2-(4+7+10)}{2} \times 100\%$: 5.68 %

Gradasi Agregat Setelah Ekstraksi

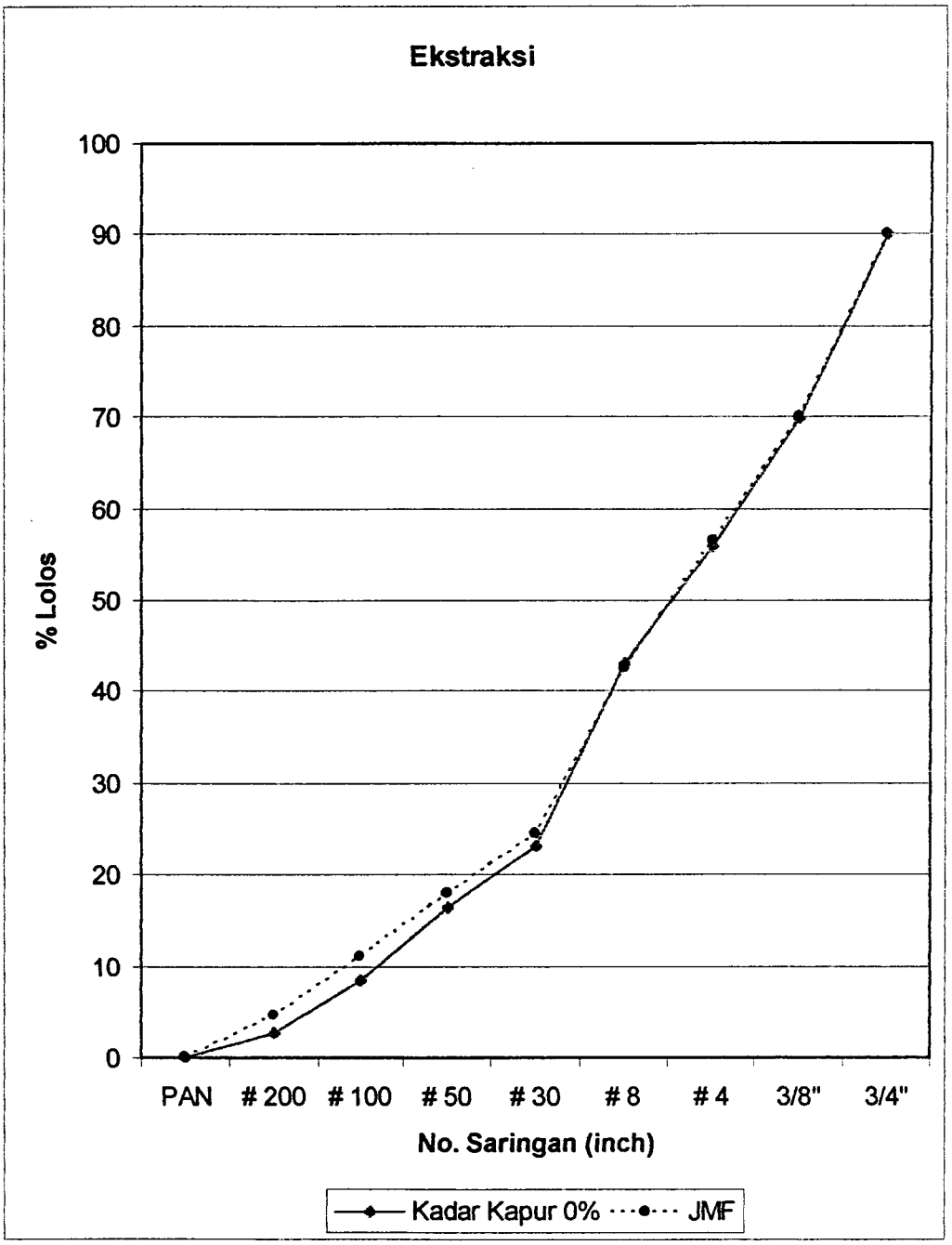
Ukuran saringan	3/4"	3/8"	# 4	# 8	# 30	# 50	# 100	# 200	PAN	Total
Berat tertahan	94.41	193.48	214.46	113.41	218.64	76.19	103.16	61.88	44.2	1120
Kumulatif berat tertahan	94.41	287.89	502.35	615.76	834.4	910.59	1013.8	1075.6	1120	
Kumulatif % Tertahan	8.4307	25.708	44.859	54.987	74.511	81.315	90.527	96.053	100	
Kumulatif % Lewat	91.569	74.292	55.141	45.013	25.489	18.685	9.4729	3.947	0	
JOB MIX FORMULA	90	70	56.5	42.5	24.5	18	11	4.5		
Spesifikasi	80 - 100	60 - 80	48 - 65	35 - 50	19 - 30	13 - 23	7 - 15	1 - 8		

Yogyakarta, 10 Juni 2003

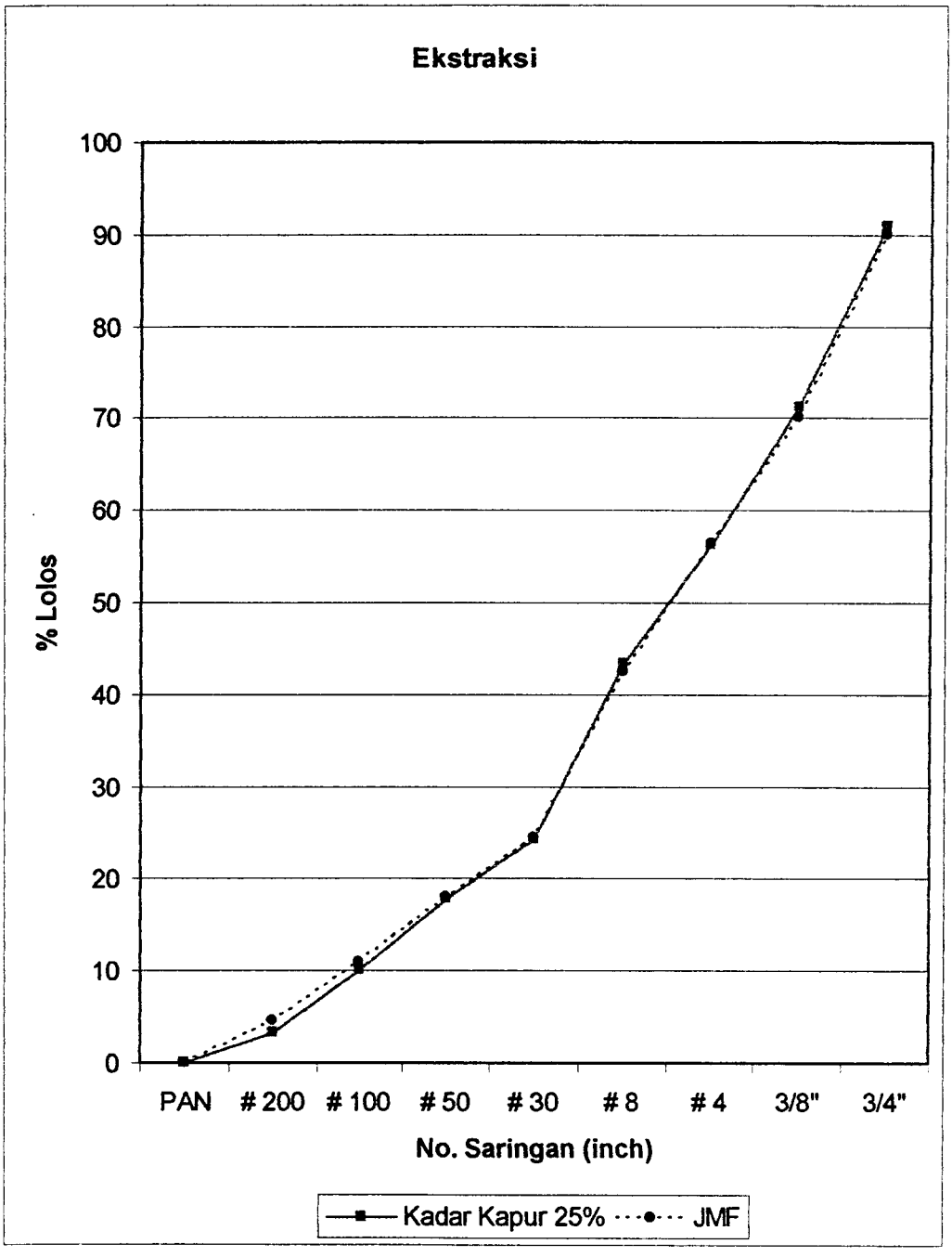
Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

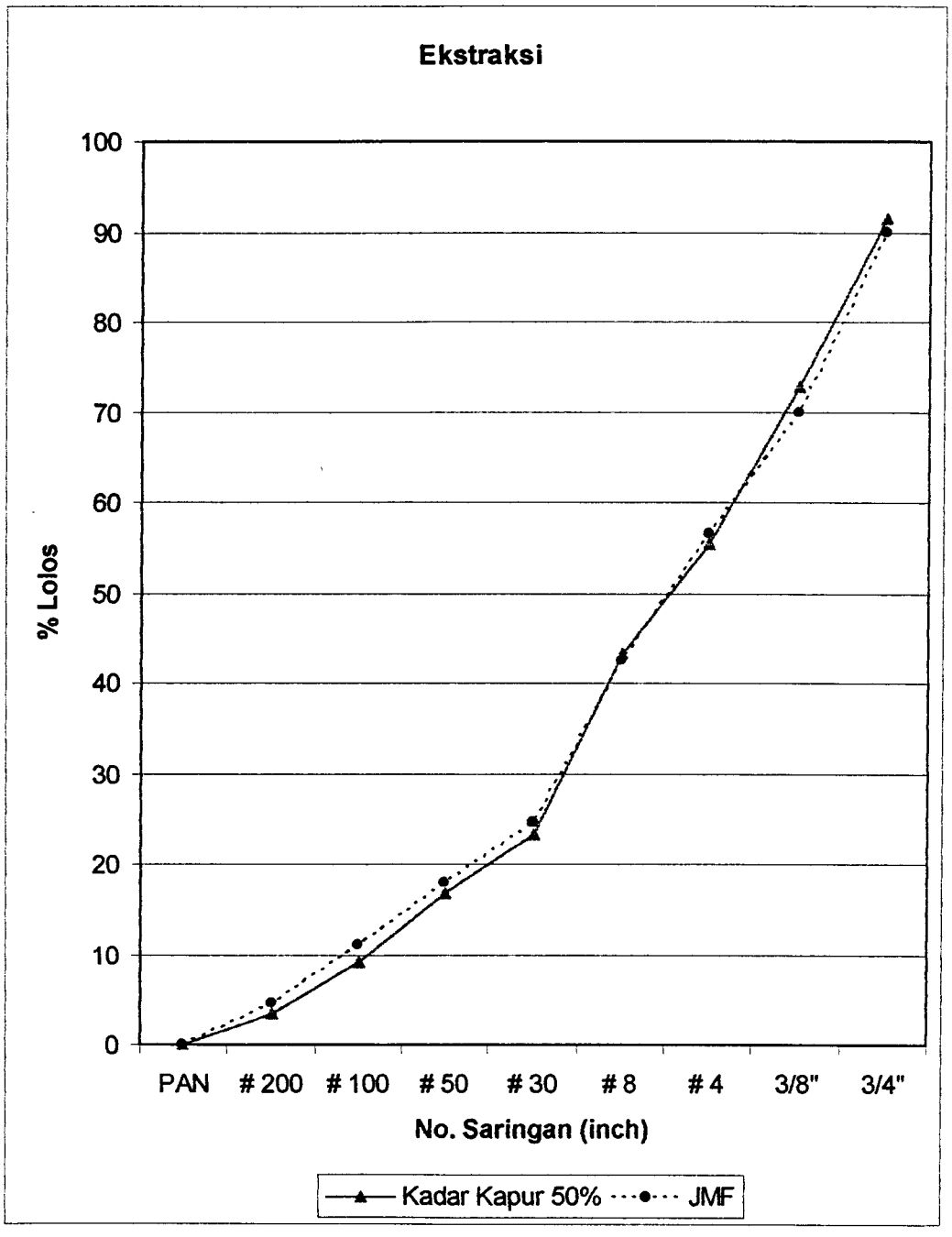
Peneliti:
1. Danny Firnando .....
2. Ferry Firmansyah .....



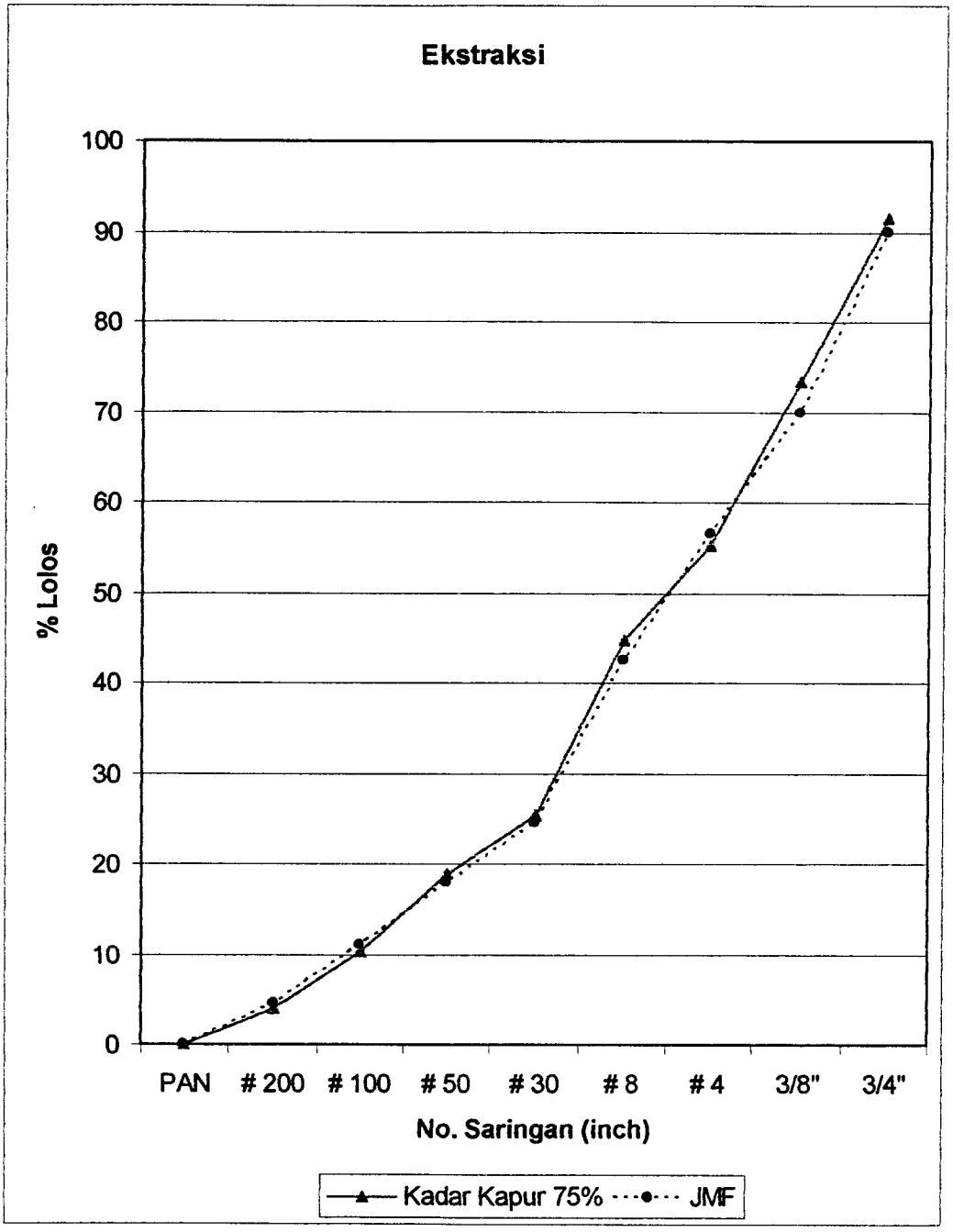
Grafik hasil ekstraksi kadar kapur 0% dengan JMF



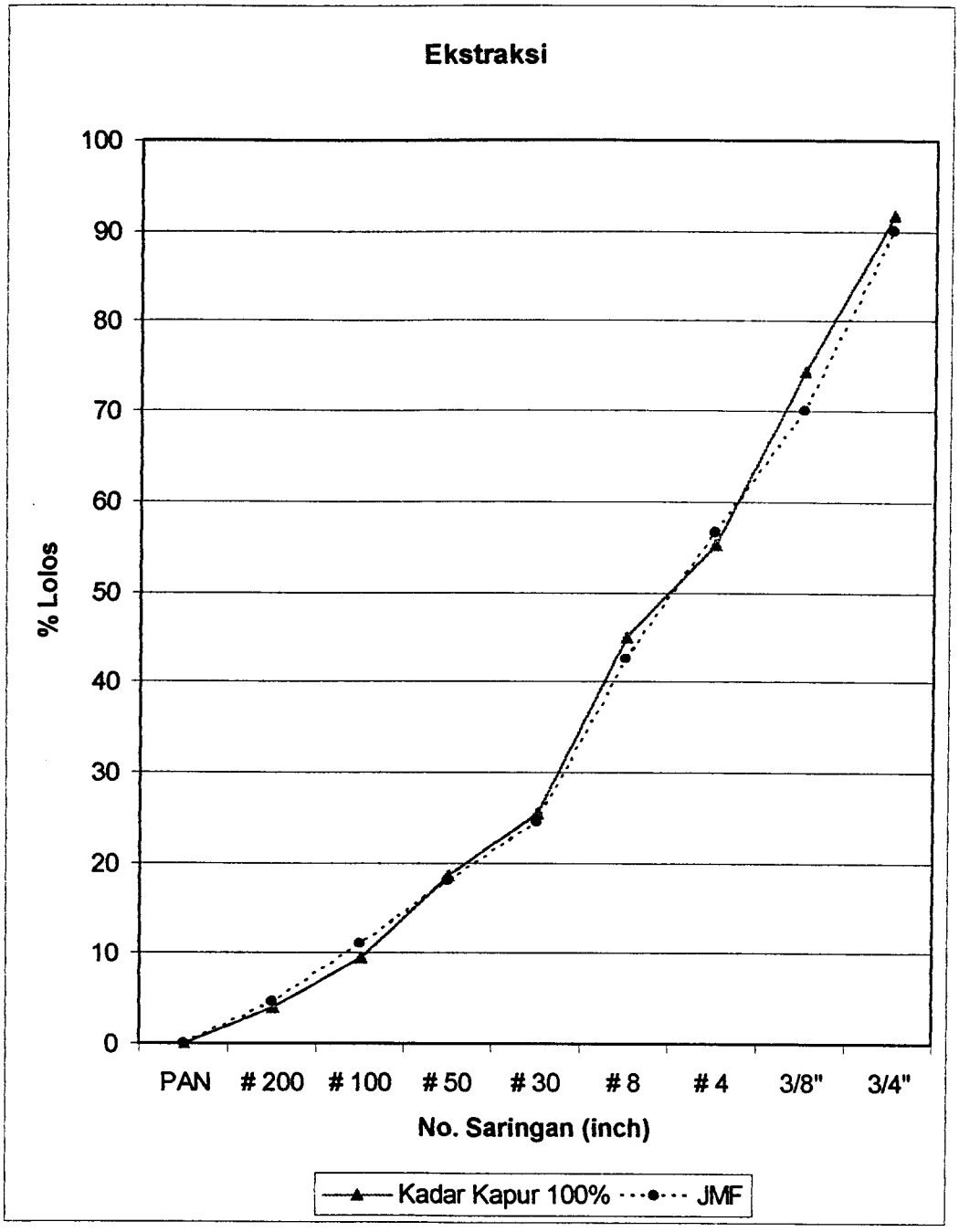
Grafik hasil ekstraksi kadar kapur 25% dengan JMF



Grafik hasil ekstraksi kadar kapur 50% dengan JMF



Grafik hasil ekstraksi kadar kapur 75% dengan JMF



Grafik hasil ekstraksi kadar kapur 100% dengan JMF