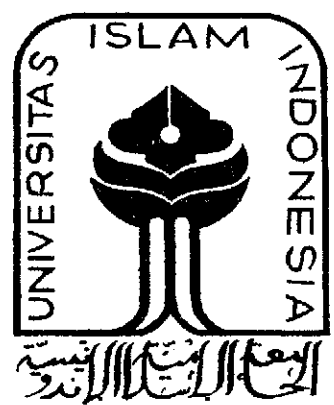


PERPUSTAKAAN FTSP UI
Slur 72 Me 2000
HADIAH/BELI
TGL TERIMA : 09-10-00 89 ad
NO. JUDUL : 003111
NO. INV. : 5720003111001
NO. STOK : 428

TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGGUNAAN AGREGAT BATU KAPUR ASAL GUNUNG KIDUL PADA CAMPURAN BETON ASPAL UNTUK LALULINTAS SEDANG

TA
Eg1-96
S016
a
2000



PERPUSTAKAAN
FACULTAS TEKNIK SIPIL
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

Disusun Oleh :

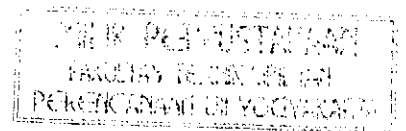
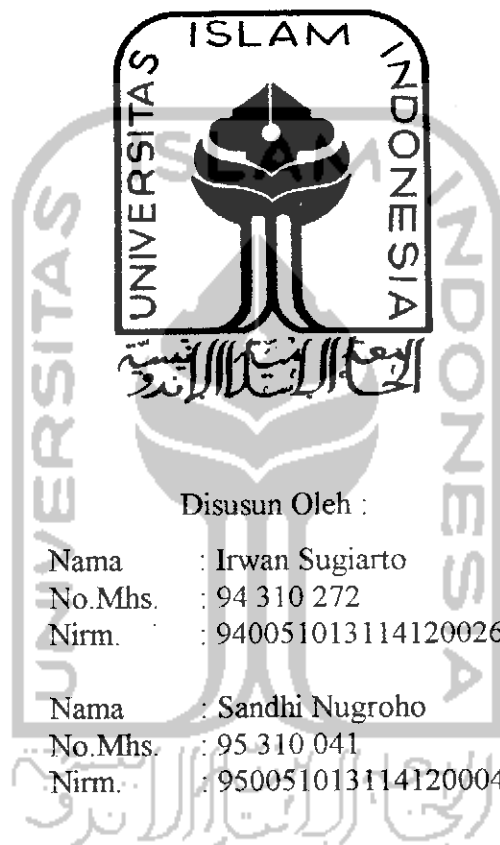
Nama : Irwan Sugiarto
No.Mhs. : 94 310 272
Nirm. : 9400510131141200264

Nama : Sandhi Nugroho
No.Mhs. : 95 310 041
Nirm. : 9500510131141200040

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2000

TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGGUNAAN AGREGAT BATU KAPUR ASAL GUNUNG KIDUL PADA CAMPURAN BETON ASPAL UNTUK LALULINTAS SEDANG



Disusun Oleh :

Nama : Irwan Sugiarto
No.Mhs. : 94 310 272
Nirm. : 9400510131141200264

Nama : Sandhi Nugroho
No.Mhs. : 95 310 041
Nirm. : 9500510131141200040

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2000

TUGAS AKHIR
ANALISIS PENGGUNAAN AGREGAT BATU KAPUR
ASAL GUNUNG KIDUL PADA CAMPURAN BETON ASPAL
UNTUK LALULINTAS SEDANG

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

Disusun Oleh :

Nama : Irwan Sugiarto
No.Mhs. : 94 310 272
Nirm. : 9400510131141200264

Nama : Sandhi Nugroho
No.Mhs. : 95 310 041
Nirm. : 9500510131141200040

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2000

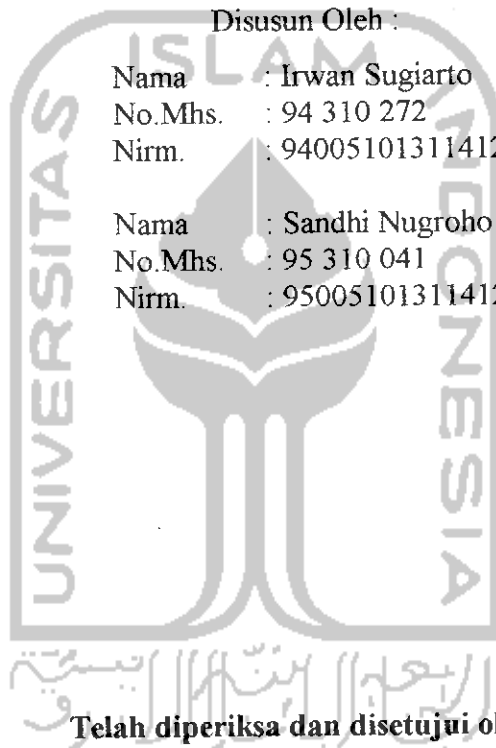
TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGGUNAAN AGREGAT BATU KAPUR ASAL GUNUNG KIDUL PADA CAMPURAN BETON ASPAL UNTUK LALULINTAS SEDANG

Disusun Oleh :

Nama : Irwan Sugiarto
No.Mhs. : 94 310 272
Nirm. : 9400510131141200264


Nama : Sandhi Nugroho
No.Mhs. : 95 310 041
Nirm. : 9500510131141200040



Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. Subarkah, MT

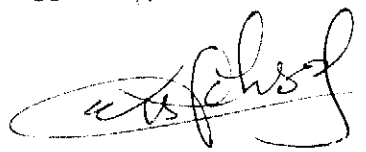
Dosen Pembimbing I



Tanggal : 29-06-2000

Ir. H. Bachnas, MSc

Dosen Pembimbing II



Tanggal : 29-06-2000

MOTTO

“Dan diantara tanda – tanda kekuasaan-Nya ialah terciptanya segala langit dan bumi, dan perbedaan bahasa dan warna kulit mu, sungguh dalam hal ini terdapat tanda- tanda bagi orang yang berilmu”

(QS. Al Mujadalah : 11)

“Allah akan meninggikan derajat orang – orang yang beriman dan orang – orang yang berilmu pengetahuan diantara kamu”

(QS. Ar Ruum : 22)



PERSEMBAHAN



Kuhaturkan kepada :

إلى والدينا
التي علمنا
الاعتزاز
بالدين
والأهل
والعراق
والأمة
والوطن

Ibu dan Bapak tercinta, yang terkasih,

dan teman – teman semua.

PRAKATA

Assalamu'alaikum,Wr.Wb.

Segala Puji dan Syukur kehadiran Allah SWT, atas segala Rahmat, Taufik dan Hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir dengan judul ANALISIS PENGGUNAAN AGREGAT BATU KAPUR ASAL GUNUNG KIDUL PADA CAMPURAN BETON ASPAL UNTUK LALULINTAS SEDANG dapat penulis selesaikan dengan baik, yang diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil.

Dasar pemikiran dan pengambilan keputusan penulis dalam menentukan pilihan materi penelitian ini adalah : pemanfaatan sumber daya alam lokal ,yaitu batu kapur (bedhes) di daerah Gunung Kidul yang mempunyai nilai ekonomis lebih tinggi jika dibandingkan dengan batu kali khususnya untuk pembangunan jalan didaerah Yogyakarta dan sekitarnya.

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

1. Bapak Ir. Widodo, MSCE, Ph.D.selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ,Universitas Islam Indonesia,Yogyakarta.
2. Bapak Ir. H. Tadjuddin,BMA,MS. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ,Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

3. Bapak Ir. Subarkah, MT. selaku Dosen Pembimbing I dan Dosen Penguji.
4. Bapak Ir. H. Bachnas, MSc. selaku Dosen Pembimbing II dan Dosen Penguji.
5. Bapak Ir. H. Balya Umar, MSc. selaku Dosen Penguji.
6. Ayah Ibu tercinta, yang terkasih, dan teman-teman kost Pandega Siwi No.8 yang turut menderita dan setia serta sangat mendukung penulis dalam menyelesaikan pendidikan ini.
7. Semua pihak yang telah membantu, baik secara moril maupun materiil dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Demikian Tugas Akhir ini dibuat, penulis menyadari masih banyak kekurangan-kekurangan penulisan dalam penyajian materinya maupun pada pengolahan kalimat-kalimatnya.

Akhir kata, semoga Tugas Akhir ANALISIS PENGGUNAAN AGREGAT BATU KAPUR ASAL GUNUNG KIDUL PADA CAMPURAN BETON ASPAL UNTUK LALULINTAS SEDANG dapat bermanfaat bagi masyarakat, para praktisi, serta para mahasiswa.

Wassalamu'alaikum, Wr. Wb.

Yogyakarta, Januari 2000

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Motto	iii
Persembahan	iv
Prakata	v
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	x
Daftar Gambar	xii
Daftar Lampiran	xiv
Intisari	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Maksud Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Beton Aspal	4
2.1.1 Fungsi beton aspal	4
2.1.2 Sifat beton aspal	4
2.1.3 Persyaratan	5
2.2 Agregat	6
2.3 Sifat-sifat Marshall	7

	2.4 Pengujian Marshall	8
	2.5 Hasil Penelitian Batu Kapur	9
	2.6 Uji Perendaman Marshall (<i>Immersion Test</i>)	10
BAB III	LANDASAN TEORI	
	3.1 Perkerasan Jalan	12
	3.2 Pengujian Marshall	14
	3.3 Kadar Aspal dalam Campuran	17
	3.4 Bahan Perkerasan	18
	3.4.1 Agregat	18
	3.4.2 Aspal	21
BAB IV	HIPOTESA	24
BAB V	METODOLOGI PENELITIAN	
	5.1 Cara Penelitian	25
	5.2 Bahan	27
	5.2.1 Asal Bahan	27
	5.2.2 Spesifikasi dan Pemeriksaan Bahan	28
	5.2.2.1 Spesifikasi Bahan	28
	5.2.2.2 Pemeriksaan Bahan	29
	5.3 Alat yang Digunakan	32
	5.4 Jalannya Penelitian	34
	5.4.1 Pembuatan Campuran	34
	5.4.2 Cara Melakukan Pengujian	39
BAB VI	HASIL DAN PEMBAHASAN	
	6.1 Hasil Penelitian	47
	6.1.1 Ekstraksi	53

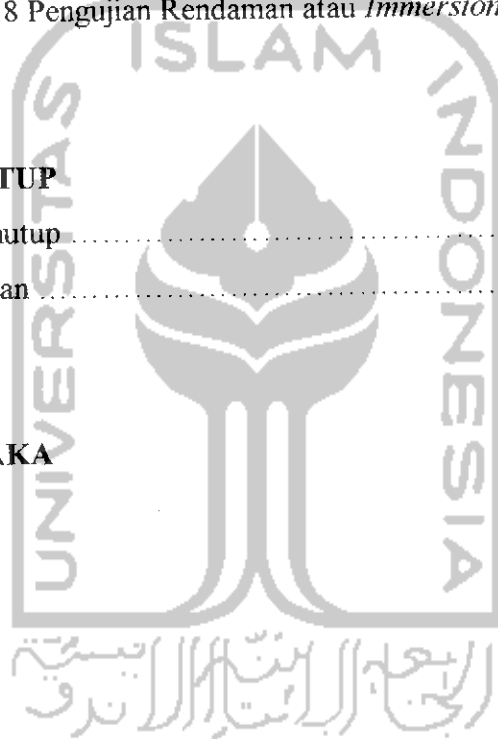
6.2 Pembahasan	57
6.2.1 Stabilitas	57
6.2.2 Flow	61
6.2.3 VITM (Void In The Mix)	64
6.2.4 VFWA (Void Filled With Asphalt)	68
6.2.5 Nilai Density	72
6.2.6 Marshall Quotient	74
6.2.7 Kadar Aspal Optimum	77
6.2.8 Pengujian Rendaman atau <i>Immersion Test</i>	78

BAB VII

PENUTUP

7.1 Penutup	80
7.2 Saran	83

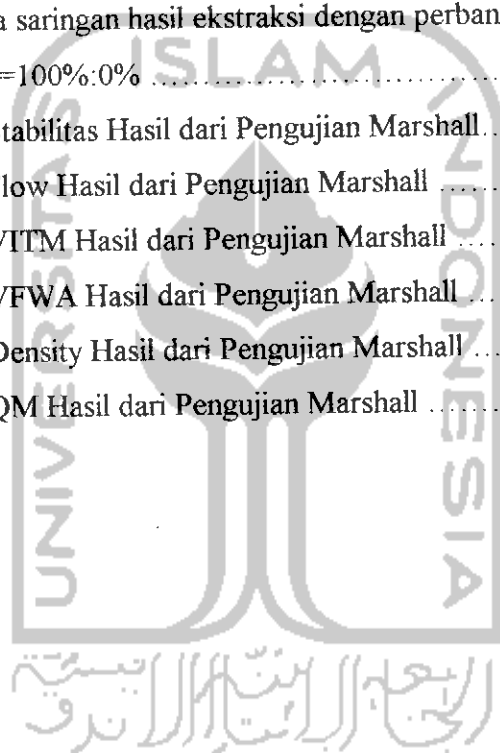
DAFTAR PUSTAKA



DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 2.1	Persyaratan Beton Aspal	5
Tabel 5.1	Persyaratan Agregat Kasar	28
Tabel 5.2	Persyaratan Agregat Halus	28
Tabel 5.3	Persyaratan Aspal	28
Tabel 5.4	Spesifikasi Saringan yang Digunakan	35
Tabel 5.5	Analisa Saringan Agregat	36
Tabel 5.6	Perbandingan Campuran Bahan Agregat	36
Tabel 6.1	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Kapur)	47
Tabel 6.2	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah)	47
Tabel 6.3	Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Batu Kapur)	47
Tabel 6.4	Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Batu Pecah)	48
Tabel 6.5	Hasil Pemeriksaan Aspal Keras AC 60/70	48
Tabel 6.6	Hasil Pengujian Marshall Perbandingan Bk:Bp=100%:0%	48
Tabel 6.7	Hasil Pengujian Marshall Perbandingan Bk:Bp=0%:100%	49
Tabel 6.8	Hasil Pengujian Marshall Perbandingan Bk:Bp=50%:50%	49
Tabel 6.9	Hasil Pengujian Marshall Perbandingan Bk:Bp=66.67%:33.33%	49
Tabel 6.10	Hasil Pengujian Marshall Perbandingan Bk:Bp=33.33%:66.67%	50
Tabel 6.11	Persyaratan Beton Aspal	50
Tabel 6.12	Hasil Pemeriksaan Beton Aspal yang Memenuhi Persyaratan Bina	
Tabel 6.13	Marga 1987	51
	Kadar Aspal Design dan Kadar Aspal Campuran pada Berbagai	
Tabel 6.14	Perbandingan Campuran	52
	Hasil Pengujian Immersion Perbandingan Bk:Bp=33.33%:66.67% ..	52

Tabel 6.15	Hasil Pengujian Marshall Standart Perbandingan Bk:Bp=33.33%:66.67%	53
Tabel 6.16	Analisa saringan hasil ekstraksi dengan perbandingan Bk:Bp=0%:100%	54
Tabel 6.17	Analisa saringan hasil ekstraksi dengan perbandingan Bk:Bp=33.33%:66.67%	54
Tabel 6.18	Analisa saringan hasil ekstraksi dengan perbandingan Bk:Bp=66.67%:33.33%.....	55
Tabel 6.19	Analisa saringan hasil ekstraksi dengan perbandingan Bk:Bp=100%:0%	55
Tabel 6.20	Nilai Stabilitas Hasil dari Pengujian Marshall.....	58
Tabel 6.21	Nilai Flow Hasil dari Pengujian Marshall	60
Tabel 6.22	Nilai VITM Hasil dari Pengujian Marshall	63
Tabel 6.23	Nilai VFWA Hasil dari Pengujian Marshall	66
Tabel 6.24	Nilai Density Hasil dari Pengujian Marshall	69
Tabel 6.25	Nilai QM Hasil dari Pengujian Marshall	71



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 5.1	Diagram Alur Uji Marshall Standart 26
Gambar 5.2	Diagram Alur Immersion Test 27
Gambar Grafik 6.1	Degradasi Hasil Ekstraksi 56
Gambar Grafik 6.2	Hubungan kadar aspal dengan nilai Stabilitas untuk berbagai proporsi kandungan batu kapur..... 58
Gambar Grafik 6.3	Hubungan antara Stabilitas dengan proporsi kapur dalam campuran pada berbagai kadar aspal 59
Gambar Grafik 6.4	Hubungan kadar aspal dengan nilai Flow untuk berbagai proporsi kandungan batu kapur..... 62
Gambar Grafik 6.5	Hubungan antara Flow dengan proporsi kapur dalam campuran pada berbagai kadar aspal 63
Gambar Grafik 6.6	Hubungan kadar aspal dengan nilai VITM untuk berbagai proporsi kandungan batu kapur..... 65
Gambar Grafik 6.7	Hubungan antara VITM dengan proporsi kapur dalam campuran pada berbagai kadar aspal 66
Gambar Grafik 6.8	Hubungan kadar aspal dengan nilai VFWA untuk berbagai proporsi kandungan batu kapur..... 69
Gambar Grafik 6.9	Hubungan antara VFWA dengan proporsi kapur dalam campuran pada berbagai kadar aspal 70
Gambar Grafik 6.10	Hubungan kadar aspal dengan nilai Density untuk berbagai proporsi kandungan batu kapur..... 72
Gambar Grafik 6.11	Hubungan antara Density dengan proporsi kapur dalam campuran pada berbagai kadar aspal 73
Gambar Grafik 6.12	Hubungan kadar aspal dengan nilai Marshall Quotient

	untuk berbagai proporsi kandungan batu kapur	75
Gambar Grafik 6.13	Hubungan antara Marshall Quotient proporsi kapur dalam campuran pada berbagai kadar aspal	76



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar
- Lampiran 2. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus
- Lampiran 3. Pemeriksaan Keausan Agregat (*Abrasi*) Dengan Mesin *Los Angeles*
- Lampiran 4. Pemeriksaan Kelekatan Batuan Terhadap Aspal Keras
- Lampiran 5. Pemeriksaan *Sand Equivalent*
- Lampiran 6. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus
- Lampiran 7. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal Keras
- Lampiran 8. Pemeriksaan Penetrasi (*Penetration*) Aspal Keras
- Lampiran 9. Pemeriksaan Titik Lembek
- Lampiran 10. Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar
- Lampiran 11. Pemeriksaan Daktilitas (*Ductility*)
- Lampiran 12. Pemeriksaan Kelarutan dalam CCl_4
- Lampiran 13. Ekstraksi dengan Perbandingan Bk:Bp = 0%:100%
- Lampiran 14. Ekstraksi dengan Perbandingan Bk:Bp = 33.33%:66.67%
- Lampiran 15. Ekstraksi dengan Perbandingan Bk:Bp = 66.67%:33.33%
- Lampiran 16. Ekstraksi dengan Perbandingan Bk:Bp = 100%:0%
- Lampiran 17. Analisis Perhitungan Marshall Properties Dengan Perbandingan Batu Kapur: Batu Pecah = 0%:100%
- Lampiran 18. Analisis Perhitungan Marshall Properties Dengan Perbandingan Batu Kapur: Batu Pecah = 33.33%:66.67%
- Lampiran 19. Analisis Perhitungan Marshall Properties Dengan Perbandingan Batu Kapur: Batu Pecah = 50%:50%
- Lampiran 20. Analisis Perhitungan Marshall Properties Dengan Perbandingan Batu Kapur: Batu Pecah = 66,7%:33,3%

Lampiran 21. Analisis Perhitungan Marshall Properties Dengan Perbandingan Batu Kapur: Batu Pecah = 100%:0%

Lampiran 22 Analisis Perhitungan Marshall Properties Dengan Perbandingan Batu Kapur: Batu Pecah = 33,3%:66,7% dengan kadar optimum dan Immersion Test.



INTISARI

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

Dalam penelitian ini dicoba memanfaatkan bahan material berupa batu kapur (bedhes) asal Gunung Kidul pada campuran beton aspal sebagai bahan alternatif untuk konstruksi beton aspal yang lebih ekonomis tetapi masih memenuhi persyaratan yang dipergunakan.

Variasi kadar aspal yang digunakan adalah 4,5 %, 5,0 %, 5,5 %, 6,0 %, 6,5 % dan variasi campuran agregat antara batu pecah (Bp) dan batu kapur (Bk) adalah Bp:Bk=100%:0%, Bp:Bk=0%:100%, Bp:Bk=33,33%:66,67%, Bp:Bk=66,67%:33,33%, dan Bp:Bk=50%:50%. Benda uji yang telah dibuat, kemudian di tes dengan alat Marshall untuk mengetahui nilai stabilitas dan flownya, selanjutnya dilakukan analisis stabilitas, kelelahan dan analisis kerapatan rongga. Untuk mengetahui pecahnya agregat dalam campuran dilakukan tes ekstraksi. Disamping itu benda uji yang optimum juga diteliti secara Immersion Test.

Faktor yang berpengaruh terhadap nilai stabilitas, nilai flow dan Marshall Quotient adalah tekstur permukaan dari batu kapur yang relatif lebih halus daripada batu pecah yang dapat memirungkan interlocking pada campuran beton aspal. Nilai VITM dan VFWA dipengaruhi oleh tingkat degradasi batu pecah yang lebih tinggi bila dibanding batu kapur sehingga dapat mengisi rongga dalam campuran. Berat jenis yang berbeda antara batu kapur dan batu pecah berpengaruh pada nilai density-nya.

Benda uji yang optimum diambil dari variasi campuran agregat Bp:Bk = 33,33%:66,67% dengan kadar aspal optimum 6,25% karena variasi tersebut mengandung batu kapur terbanyak dalam campuran beton aspal yang memenuhi persyaratan Bina Marga 1987.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan lalu lintas yang sangat pesat harus diimbangi dengan ketersediaan prasarana jalan yang memadai sehingga akan mengurangi masalah lalu lintas, diantaranya yaitu kemacetan dan kecelakaan. Dalam pembangunan prasarana jalan yang terus berkelanjutan akan membutuhkan bahan material yang cukup banyak. Ketergantungan pada batu gunung ataupun batu kali sebagai bahan konstruksi jalan dengan sumber material yang terbatas, akan menimbulkan masalah dikemudian hari. Hal yang perlu dilakukan sekarang adalah mencari bahan alternatif yang dapat menggantikan bahan yang sudah biasa digunakan untuk konstruksi jalan.

Batu kapur yang termasuk bahan galian golongan C banyak terdapat di Desa Giriharjo, Kecamatan Panggang, Kabupaten Gunung Kidul. Ada bermacam-macam batu kapur yang terdapat di daerah tersebut, tetapi batu kapur yang mempunyai kuat tekan tinggi dan paling banyak cadangan yaitu batu gamping non klastik keras (Bedhes). Batuan ini termasuk batu gamping non klastik yaitu batu gamping yang pada awalnya terbentuk dari batuan yang sejenis kemudian terkumpul menjadi satu dan direkatkan oleh alam.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Dinas Pertambangan Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta kuat tekan batu Bhedes mempunyai kuat tekan antara 208.0 s/d 644.95 kg/cm² dan mempunyai cadangan sebesar 1.309.975.701 m³.

Berdasarkan data tersebut maka perlu dilakukan penelitian batu bedhes sebagai bahan konstruksi jalan yang diterapkan untuk campuran aspal beton (AC). Apabila bahan 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 di gunakan.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya pengaruh penggunaan agregat dari batu bedhes asal Gunung kidul terhadap perilaku campuran beton aspal dan besarnya kadar aspal optimum yang dihasilkan dari campuran beton aspal dengan jenis aspal AC 60-70 untuk lalulintas sedang.

1.3 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah pemanfaatan sumber daya alam lokal Daerah Istimewa Yogyakarta yaitu penggunaan batu kapur (bedhes) dari daerah Gunung Kidul yang mempunyai nilai lebih dibandingkan dengan batu pecah dilihat dari segi ekonomi khususnya untuk pembangunan jalan di daerah Yogyakarta dan sekitarnya.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian pengaruh penggunaan agregat dari batu bedhes terhadap perilaku campuran beton aspal menggunakan batasan masalah sebagai berikut :

1. Bahan yang berupa batu kapur jenis bedhes berasal dari Desa Giriharjo, Kecamatan Panggang, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Bahan baku bedhes yang digunakan sebagai sampel penelitian laboratorium memiliki persyaratan agregat bagi campuran beton aspal sesuai dengan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal beton no 13/PT/B / 1983 dan SKBI-2.4.26.1987
3. Tinjauan terhadap karakteristik campuran pada pengamatan hasil pengujian di laboratorium yang selanjutnya akan dibahas sesuai dengan teori serta dibandingkan dengan spesifikasi yang ada pada petunjuk pelaksanaan lapis aspal beton no 13/PT/B/1983 dan SKBI -2.4.26.1987, tanpa membahas reaksi kimia yang terjadi pada campuran akibat penggunaan batu bedhes dan aspal.
4. Sehubungan dengan tujuan penelitian, maka pembahasan masalah hanya terbatas pada penentuan besar kadar aspal dan pengaruh penggunaan agregat dari batu bedhes terhadap perilaku campuran beton aspal untuk lalulintas sedang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton Aspal

Asphaltic Concrete /AC merupakan suatu lapisan permukaan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran antara aspal kasar dan agregat yang mempunyai gradasi menerus (*dense graded*) dengan perbandingan tertentu, yang dicampur, dihampar, dan dipadatkan pada suhu tertentu. Aspal untuk lapis beton harus terdiri dari salah satu aspal penetrasi 60/70 atau 80/100 yang seragam, tidak mengandung air, bila dipanaskan sampai 175°C tidak berbusa, dan memenuhi syarat yang ditentukan. (SKBI-2.4.26-1987)

2.1.1 Fungsi beton aspal (Bina Marga 1983)

- a. Mendukung beban lalu lintas.
- b. Pelindung konstruksi di bawahnya dari kerusakan akibat pengaruh air dan cuaca.
- c. Sebagai lapis aus.
- d. Permukaan rata dan tidak licin.

2.1.2 Sifat beton aspal (Bina Marga 1983).

- a. Tahan terhadap keausan akibat lalu lintas.

- b. Kedap air
- c. Mempunyai nilai struktural
- d. Mempunyai stabilisasi tinggi
- e. Peka terhadap penyimpangan perencanaan dan pelaksanaan.

2.1.3. Persyaratan

Persyaratan beton aspal adalah sebagai tersebut dalam tabel 2.1 dibawah ini:

Tabel 2.1
Persyaratan Beton Aspal

Jenis pemeriksaan	Kepadatan lalulintas		
	Berat	Sedang	Ringan
1. Stabilitas (Kg)	750	650	460
2. Flow/kelelahan (mm)	(2 – 4)	(2 – 4,5)	(2 – 5)
3. V I T M (%)	(3 – 5)	(3 – 5)	(3 – 5)
4. V F W A (%)	(75 – 82)	(75 – 86)	(75 – 85)
5. Jumlah tumbukan	(2 x 75)	(2 x 50)	(2 x 35)
6. Marshall quotient (N/mm) = Stabilitas / Flow V I T M = Voids In The Mix V F W A = Voids Filled with Asphalt			

Sumber : Bina Marga, 1983.

Jenis-jenis kepadatan lalu-lintas (SKBI-2.4.26-1987):

- a. Berat : lebih besar 500 UE 18 KSAL/hari/jalur
- b. Sedang : 50 sampai 500 UE 18 KSAL/hari/jalur
- c. Ringan : lebih kecil 50 UE 18 KSAL/hari/jalur

UE 18 KSAL atau Unit Equivalent 18 Kips Single Axle load, adalah satuan ekuivalen beban as tunggal kendaraan 18.000 pons / 8,16 ton.

Faktor – faktor yang perlu diperhatikan dalam rancangan campuran (*Bina Marga 1983*):

- a. Jenis gradasi dan mutu agregat.
- b. Jenis aspal keras.
- c. Rencana tebal lapis.
- d. Jenis bahan pengisi.

Perbandingan bahan campuran harus sesuai dengan rencana campuran dan dilaksanakan sebaik-baiknya sampai bahan tercampur baik atau homogen dan merata.

2.2 Agregat

Agregat/batuan didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan penyal (solid). *ASTM (1974)* mendefinisikan batuan sebagai bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen .

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, Perkerasan Lentur Jalan ,1992*)

2.3 Sifat-Sifat Marshall

Untuk mengetahui karakteristik campuran beton aspal dapat diketahui dari sifat-sifat Marshall yang ditunjukkan dengan nilai-nilai dari :

1. Kerapatan campuran (*density*).
2. Persen rongga dalam campuran (*VITM*).
3. Persen rongga yang terisi aspal (*VFWA*).
4. Stabilitas.
5. Kelelehan (*flow*).
6. Marshall Quotient (*QM*).

Kerapatan campuran (*density*) menunjukkan derajat kepadatan suatu campuran yang telah dipadatkan. Campuran yang mempunyai kerapatan lebih tinggi akan memiliki kekuatan lebih tinggi daripada campuran dengan kerapatan rendah. (*The Asphalt Institute MS-22, 1983*)

Nilai VITM menunjukkan banyaknya rongga yang terdapat dalam campuran, nilai VITM berpengaruh terhadap karakteristik campuran, makin rendah nilai VITM, makin tinggi nilai kekakuannya. (*The Asphalt Institute MS-22, 1983*)

Nilai VFWA menunjukkan banyaknya rongga yang terisi aspal dalam campuran. Nilai VFWA berpengaruh terhadap kepadatan dan keawetan campuran, perkerasan dengan VFWA tinggi akan memiliki kepadatan dan keawetan tinggi pula. (*The Asphalt Institute MS-22, 1983*)

Stabilitas adalah ketahanan melawan deformasi karena beban lalu lintas. Nilai stabilitas yang terlalu tinggi memudahkan terjadinya retak-retak pada waktu

menerima beban. Sebaliknya dengan nilai stabilitas rendah akan mudah terjadi distorsi oleh beban lalu lintas. (*The Asphalt Institute MS-22, 1983*)

Kelelahan (*flow*) menunjukkan besarnya deformasi (penurunan vertikal) benda uji. (*The Asphalt Institute MS-22, 1983*)

Marshall Quotient merupakan hasil bagi dari stabilitas dengan kelelahan yang digunakan untuk pendekatan terhadap tingkat kekakuan (*flekcibility*) campuran. Nilai Marshall Quotient yang tinggi menunjukkan nilai kekakuan lapis keras tinggi. Lapis keras yang mempunyai nilai QM terlalu tinggi akan mudah terjadi retak-retak akibat beban berulang dari lalu lintas, sebaliknya nilai QM yang terlalu rendah menunjukkan campuran terlalu fleksibel (*plastis*) yang mengakibatkan perkerasan mudah berubah bentuk jika menerima beban lalu lintas. (*The Asphalt Institute MS-22, 1983*)

2.4 Pengujian Marshall

Tes Marshall ialah tes untuk mengetahui karakteristik perkerasan. Berdasarkan pemeriksaan diperoleh hasil :

1. Berat volume (*density*)
2. Persen rongga dalam campuran (*VIM*)
3. Persen rongga terisi aspal (*VFWA*)
4. Kelelahan (*Flow*)
5. Stabilitas.

Dari hasil-hasil tersebut diatas akan diperoleh kadar aspal yang akan dicari untuk menentukan campuran beton aspal.

2.5 Hasil Penelitian Batu Kapur

Dari penelitian yang dilakukan oleh *Haryanto Sentosa* dalam skripsinya 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 100%:0%, 33.33%:66.67%, 50%:50%, 66.67%:33.33%, dan 0%:100%. Setelah diadakan pengujian, nilai stabilitas dan flow dari semua sampel dapat memenuhi persyaratan Bina Marga 1983. Nilai VFWA yang memenuhi persyaratan hanya pada kadar aspal 6,5 % dengan campuran yang dominasi batu kali yaitu minimal 66.67% dan batu kapur maksimal 33.33%. Nilai VITM yang memenuhi persyaratan hanya pada kadar aspal 5,5%; 6%; 6,5%; 7% dengan campuran batu pecah : batu kali = 100% : 0% dan 66.67% : 33.33%. Penggunaan kadar aspal dibawah nilai 5.5% akan menyebabkan nilai VITM lebih dari yang disyaratkan yaitu 5%. Untuk nilai QM semua kadar aspal dan semua variasi campuran dapat memenuhi persyaratan kecuali pada perbandingan campuran batu kali : batu kapur = 50% : 50%, dari campuran tersebut yang memenuhi persyaratan hanya pada kadar aspal 6%.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh *Tarmuji*, pada studi kasus penggunaan agregat batu kapur dari gunung kapur dari Desa Jimbung Kecamatan Kalikotes Kabupaten Klaten sebagai pengganti agregat batu kali pada perencanaan aspal beton. Variasi kadar aspal yang digunakan yaitu 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7 % dan variasi campuran antara batu kapur dan batu kali = 100%:0%, 33.33%:66.67%,

50%:50%, 66.67%:33.33%, dan 0%:100%. Nilai-nilai Marshall yang diperoleh dari campuran tersebut yaitu; nilai stabilitas, flow, dan Quotient Marshall semua sampel memenuhi spesifikasi/persyaratan yang ditetapkan. Nilai VITM dan VFWA yang dapat memenuhi persyaratan hanya pada kadar aspal 5,5%, 6% dan 6,5 % pada semua variasi campuran dan pada kadar aspal 4,5%, 5% dan 7 % tidak memenuhi persyaratan. Nilai VITM pada kadar aspal 4,5% dan 5% akan menghasilkan nilai diatas 5%, sedangkan kadar aspal 7 % nilai VITM-nya kurang dari 3 %.

Penelitian yang dilakukan oleh *Mujiono* dalam laporan skripsinya tentang agregat batu kapur dari daerah gunung Gamping Sleman sebagai pengganti agregat kasar pada konstruksi HRS (*Hot Roller Sheet*). Nilai VITM yang dapat memenuhi persyaratan hanya pada kadar aspal yang tinggi yaitu 6,5%, 7%, 7,5%, 8% sedangkan kadar aspal dibawah 6,5% tidak memenuhi persyaratan. Campuran yang menggunakan kadar aspal dibawah 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 QM semuanya memenuhi persyaratan yang ditentukan.

2.6 Uji Perendaman Marshall (*Immersion Test*)

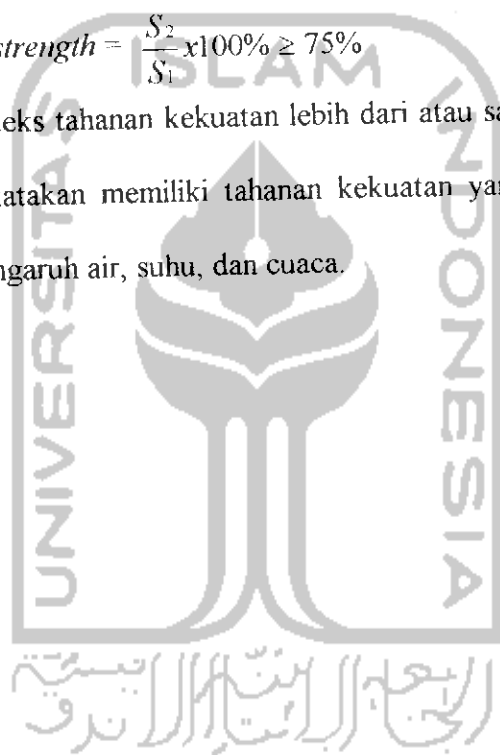
Uji perendaman bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu, dan cuaca. Pengujian ini prinsipnya sama dengan pengujian Marshall standar, hanya waktu perendaman yang berbeda. Uji

perendaman (*Immersion Test*) dilakukan selama 24 jam dalam suhu konstan 60 °C sebelum pembebanan diberikan. Uji rendaman ini mengacu pada *AASHTO T.165-82* atau *ASTM. D.1075-76*.

Hasil perhitungan indeks tahanan campuran aspal adalah persentase nilai stabilitas campuran yang di rendam selama 24 jam (S2) dibandingkan dengan nilai stabilitas campuran biasa (S1) adalah :

$$\text{index of retained strength} = \frac{S_2}{S_1} \times 100\% \geq 75\%$$

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



BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Perkerasan Jalan

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

Berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi tiga macam: (*Silvia Sukirman, Perkerasan Jalan Raya, 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 (*composit pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

Menurut *Asphalt Technology And Construction Practice (The Asphalt Institute MS-22, 1983)*, bagian-bagian jalan adalah sebagai berikut :

- a. Lapis permukaan (*surface course*)

c. Lapis pondasi bawah (*sub base course*).

Masing-masing mempunyai fungsi yang berbeda-beda, adapun fungsi masing-masing lapisan tersebut adalah sebagai berikut :

a. Lapis permukaan (*surface course*)

1. Memberikan suatu permukaan yang rata dan tidak licin.
2. Mendukung dan menyebarkan beban vertikal maupun horizontal / gaya geser dari beban kendaraan.
3. Sebagai lapisan kedap air untuk melindungi badan jalan.
4. Sebagai lapisan aus.

b. Lapis pondasi atas (*base course*)

1. Sebagai lapis pendukung bagi lapis permukaan.
2. Pemikul beban horizontal dan vertikal.
3. Sebagai lapis peresapan bagi lapis pondasi bawah.
4. Sebagai lapis penyebar beban kelapisan di bawahnya.

c. Lapis pondasi bawah (*sub base course*)

1. Menyebarkan beban roda.
2. Sebagai lapis perkerasan.
3. Sebagai lapis pencegah masuknya tanah dasar ke lapis pondasi.
4. Sebagai lapisan pertama untuk pelaksanaan perkerasan, karena umumnya tanah dasar lemah.

Konstruksi perkerasan jalan dipandang dari segi kemampuan memikul dan menyebarkan beban, haruslah memenuhi syarat-syarat : (Silvia Sukirman, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, 1992).

- a. Ketebalan yang cukup sehingga mampu menyebarkan beban/muatan lalu lintas ke tanah dasar.
- b. Kedap terhadap air, sehingga air tidak mudah meresap ke lapisan 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 Pengujian Marshall

Pertama kali pengujian Marshall dilakukan oleh **Bruce Marshall** pada tahun 1933 dari *Mississippi Highway Departement*, lalu disempurnakan oleh Insinyur dari *Waterway Experiment Stations (WES)* pada tahun 1943.

Pengujian Marshall menghasilkan parameter-parameter yang disebut *Marshall Properties* yang terdiri dari :

1. Stabilitas

Stabilitas dalam Test Marshall adalah beban maksimal yang dapat didukung oleh sampel benda uji pada suhu 140°F dengan kecepatan pembebanan adalah 2 inch/menit. Stabilitas Marshall sebenarnya tidak berkaitan langsung dengan

stabilitas lapangan. Hal ini sebabkan stabilitas lapangan dipengaruhi oleh banyak faktor-faktor selain suhu dan kecepatan pembebanan konstan, yaitu suhu lingkungan yang tidak tetap, tipe pembebanan, tekanan alat pematat, dan variabilitas campuran yang dibuat. (*Robert, F.L., et-al, 19-, Hot Mix Asphalt materials*)

2. Flow

Flow adalah besarnya deformasi vertikal sampel yang terjadi mulai saat awal pembebanan sampai kondisi kestabilan mulai menurun. Pengukuran flow bersamaan dengan pengukuran nilai stabilitas Marshall. Nilai flow dipengaruhi oleh banyak faktor, yaitu kadar dan viskositas aspal, suhu, gradasi, dan jumlah pemadatan. Nilai flow yang relatif tinggi mengindikasikan campuran bersifat plastis dan lebih mengikuti deformasi akibat beban, sedangkan nilai flow yang rendah mengisyaratkan campuran tersebut memiliki rongga tidak terisi aspal yang tinggi dari kondisi normal, atau kandungan aspal yang terlalu rendah sehingga berpotensi mengalami retak dini dan berdurabilitas rendah. (*Robert, F.L., et-al, 19-, Hot Mix Asphalt materials*)

Selain itu flow dapat mengindikasikan kelenturan (fleksibilitas) suatu campuran.

3. Density

Density atau suatu kepadatan adalah berat campuran yang diukur tiap satuan volume. Dalam pengujian Marshall hasil pengukuran yang dilakukan di gambarkan sebagai fungsi dari kadar aspal, kemudian setelah dilakukan pencocokan kurva maka diperkirakan nilai maksimumnya. Density dipengaruhi beberapa faktor , yaitu kadar

aspal dan kekentalan aspal . Semakin tinggi kadar aspal dalam campuran sampai nilai tertentu mampu meningkatkan nilai density-nya untuk kemudian menurun. Sedangkan pengaruh kekentalan aspal bersifat sebaliknya, yaitu semakin cair aspalnya maka nilai density-nya semakin besar. Nilai density yang tinggi menunjukkan campuran yang kompak dan rongga yang ada sedikit. (*Robert,F.L,et-al, 19-,Hot Mix Asphalt materials*)

4. Void In The Mix (VITM)

VITM adalah prosentase rongga udara yang ada terhadap volume padat suatu campuran. Menurut *Siswo Subroto,B.I,1990* VITM sama saja artinya dengan porositas dan nilainya akan berkurang seiring dengan timbulnya kadar aspal dalam campuran, karena rongga antar agregat akan semakin terisi oleh aspal. Porositas dipengaruhi antara lain oleh suhu pemadatan, gradasi, energi pemadatan, dan kadar aspal. Porositas sangat perlu dikontrol karena berhubungan dengan permeabilitas. Permeabilitas memungkinkan pergerakan air, udara, atau uap air yang merupakan penyebab terjadinya oksidasi dan dapat memperpendek umur konstruksi. VITM juga berkaitan dengan potensi terjadinya *rutting* pada perkerasan lentur. (*Robert,F.L,et-al, 19-,Hot Mix Asphalt materials*)

5. *Void Filled With Asphalt (VFWA)*

VFWA adalah prosentase rongga dalam agregat padat yang terisi aspal. Nilai *VFWA* yang terlalu tinggi dapat menyebabkan naiknya aspal ke permukaan saat suhu perkerasan tinggi, sedangkan *VFWA* yang terlalu rendah berarti campuran bersifat porous dan mudah teroksidasi. (*Robert, F.L, et-al, 19-, Hot Mix Asphalt materials*)

3.3 Kadar Aspal dalam Campuran

Aspal berfungsi sebagai bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan sebagai bahan pengisi antara rongga pada butir-butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri. Aspal peka terhadap temperatur, untuk kadar aspal yang sangat berlebihan pada saat temperatur tinggi akan berakibat fungsi aspal dalam campuran berubah menjadi pelicin, sehingga perlu diupayakan pemakaian aspal pada kadar aspal optimum. (*Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1992*)

Aspal dalam campuran berfungsi sebagai bahan ikat antar agregat. Setiap gradasi agregat yang diberikan mempunyai kadar aspal optimum. Kadar aspal optimum tersebut akan menghasilkan campuran yang memuaskan dan kesalahan dalam mendesain kadar aspal akan menimbulkan kegagalan dini pada campuran beton aspal. (*Hatherly and Leaver, 1967*)

3.4 Bahan Perkerasan

3.4.1 Agregat

Sifat dan kualitas agregat menentukan kemampuannya dalam memikul beban lalu-lintas. Agregat dengan kualitas dan sifat yang baik dibutuhkan untuk lapisan permukaan yang langsung memikul beban lalu-lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya.

Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok yaitu : (*Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1992*)

1. Kekuatan dan keawetan (*strength and durability*) lapisan perkerasan dipengaruhi :
 - a. gradasi
 - b. ukuran maksimum
 - c. kadar lempung
 - d. kekerasan dan ketahanan
 - e. bentuk butir
 - f. tekstur permukaan
2. Kemampuan dilapisi aspal dengan baik, dipengaruhi oleh :
 - a. porositas
 - b. kemungkinan basah
 - c. jenis agregat
3. Kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang nyaman dan aman dipengaruhi oleh :

- a. tahanan geser (*skid resistance*)
- b. campuran yang memberikan kemudahan dalam pelaksanaan (*bituminous mix workability*)

Keserasian agregat yang digunakan dalam konstruksi aspal dibagi didasarkan atas syarat-syarat : (*The Asphalt Institute, 1983*)

1. ukuran dan gradasi

Gradasi atau distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan.

Semua lapisan perkerasan lentur membutuhkan agregat yang terdistribusi dari besar sampai kecil. Semakin besar ukuran maksimum partikel agregat yang digunakan, semakin banyak variasi ukuran dari besar sampai kecil yang dibutuhkan.

2. kadar lempung

Terdapat 2 pemeriksaan yang umum yang dilakukan untuk menentukan kadar lempung yang dikandung oleh campuran agregat yaitu :

- Atterbeg limit, dilakukan untuk campuran agregat yang agak halus. Atterbeg limit yang umum dipergunakan adalah batas cair mengikuti prosedur PB-0109-76 atau AASHTO T89-81 dan indeks plastis mengikuti prosedur PB-0110-76 atau AASHTO T90-81, dilakukan untuk tanah lolos no.40.

b. *Sand Equivalent test* dilakukan untuk partikel agregat yang lolos saringan no 4 sesuai prosedur AASHTO T176-73(1982).

3. kekuatan/ketahanan

Daya tahan agregat adalah ketahanan agregat untuk tidak hancur/pecah oleh pengaruh mekanis ataupun kimia. Agregat yang digunakan untuk lapisan perkerasan haruslah mempunyai daya tahan terhadap degradasi (pemecahan) yang mungkin timbul selama proses pencampuran, pemadatan, repetisi beban lalu lintas dan disintegrasi (penghancuran) yang terjadi selama masa pelayanan jalan tersebut.

Ketahanan agregat terhadap degradasi diperiksa dengan menggunakan percobaan Abrasi los Angeles (*Abrasion Angeles Test*), berdasarkan PB-0206-76, AASHTO T96-7(1982).

4. bentuk dan tekstur agregat

Bentuk dan tekstur mempengaruhi stabilitas dari lapisan perkerasan yang dibentuk oleh agregat tersebut.

Partikel agregat dapat berbentuk :

- a. bulat
- b. lonjong
- c. kubus
- d. pipih
- e. tak beraturan

5. absorpsi

Porositas dari agregat umumnya diindikasikan dengan jumlah air yang terserap ketika direndam dalam air.

6. daya lekat terhadap aspal

Faktor yang mempengaruhi lekatan aspal dan agregat dapat dibedakan atas 2 bagian yaitu : (*Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1992*)

1. Sifat mekanis yang tergantung dari :

- a. pori-pori dan absorpsi
- b. bentuk dan tekstur permukaan
- c. ukuran butir

2. Sifat kimiawi dari agregat

Agregat berpori berguna untuk menyerap aspal sehingga ikatan antara aspal dan agregat baik. Tetapi terlalu banyak pori dapat mengakibatkan terlalu banyak aspal yang terserap yang berakibat lapisan aspal menjadi tipis.

3.4.2 Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan sampai suatu temperatur tertentu aspal dapat menjadi lunak/cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton atau dapat masuk ke dalam pori-pori yang ada pada penyemprotan/penyiraman. Jika temperatur mulai turun, aspal

akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya. (*Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1992*)

Aspal yang dipergunakan pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi:

1. Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara aspal itu sendiri.
2. Bahan pengisi, mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri.

Sifat-sifat yang harus dipunyai aspal : (*Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1992*)

a. Daya tahan (*durability*)

Daya tahan aspal adalah kemampuan aspal mempertahankan sifat aspalnya akibat pengaruh cuaca selama masa pelayanan jalan. Sifat ini merupakan sifat dari campuran aspal, jadi tergantung dari sifat agregat, campuran dengan aspal, faktor pelaksanaan. Meskipun demikian sifat ini dapat diperkirakan dari pemeriksaan *Thin Film Oven Test (TFOT)*.

b. Adhesi dan Kohesi

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

c. Kepekaan terhadap temperatur

Aspal adalah material yang termoplastis, berarti akan menjadi keras atau lebih kental jika temperatur berkurang dan akan lunak atau lebih cair jika temperatur bertambah. Sifat ini dinamakan kepekaan terhadap perubahan temperatur.



BAB IV

HIPOTESA

Konstruksi jalan atau lapis perkerasan bertujuan untuk memberikan rasa aman dan nyaman serta mampu memikul kemudian menyebarkan beban. Analisa campuran bahan adalah salah satu hal pokok dalam perencanaan dan pelaksanaan konstruksi perkerasan lentur jalan.

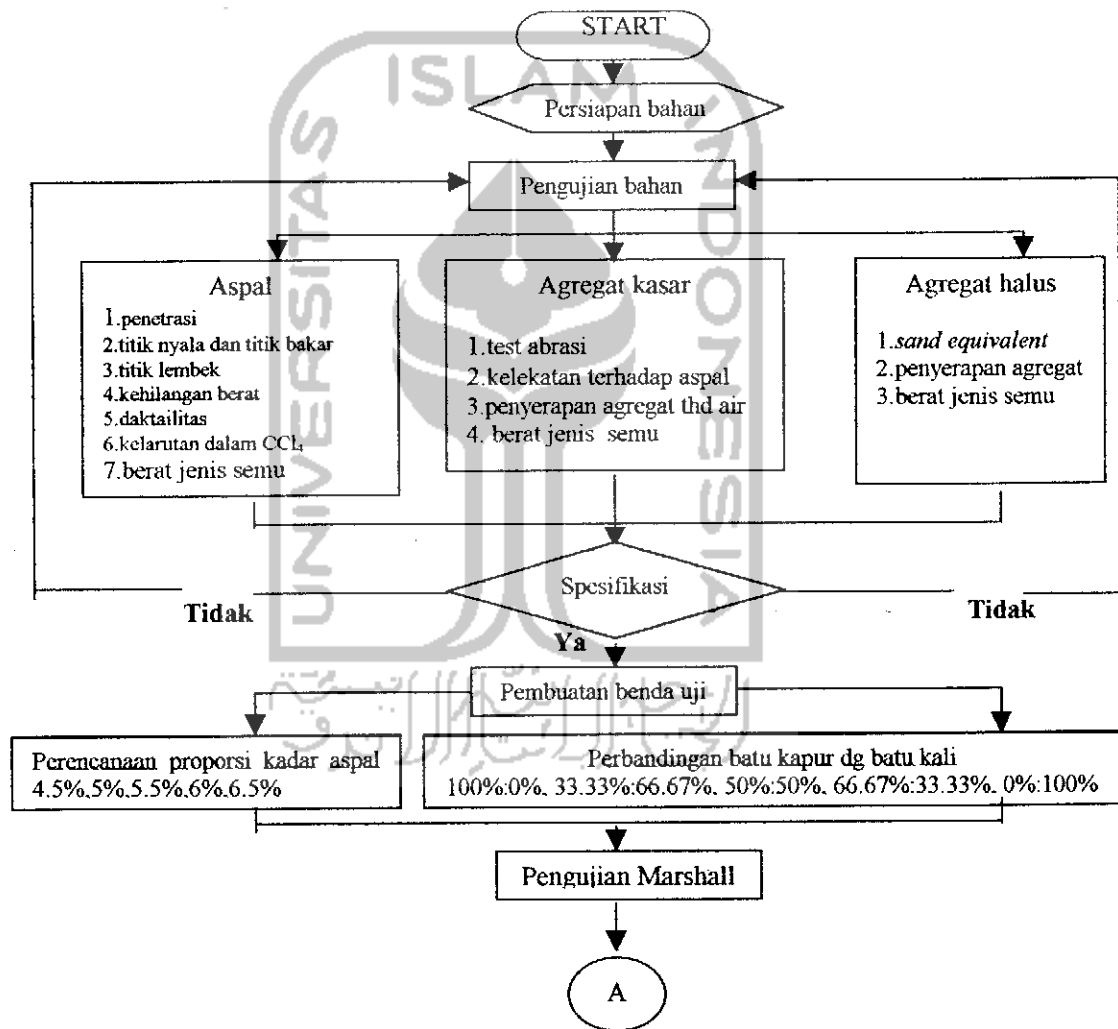
Agregat/batuan merupakan komponen utama yang digunakan dalam campuran bahan lapisan perkerasan jalan selain dari aspal. Kandungan agregat pada campuran beton sapat mencapai 90-95% dari prosentase berat atau 75-85 % agregat berdasarkan prosentase volume. Dengan demikian daya dukung, keawctan dan mutu perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan juga hasil campuran agregat dengan material lain.

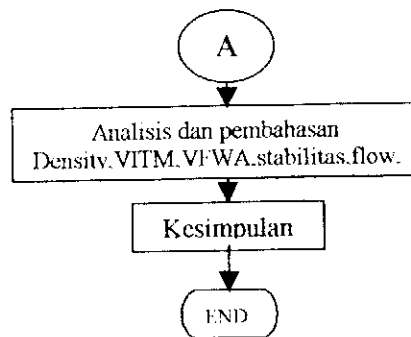
Dari data yang diperoleh tentang batu kapur non klastik (batu bedhes) mengenai analisis kuat tekan 208.0 s/d 644.95 kg/cm² maka batu kapur non klastik (batu bedhes) akan dapat memenuhi persyaratan sebagai bahan penyusun campuran aspal beton dan akan menghasilkan kualitas campuran yang dapat memenuhi spesifikasi /persyaratan yang ditentukan oleh Bina Marga 1983 dan Bina Marga 1987.

BAB V

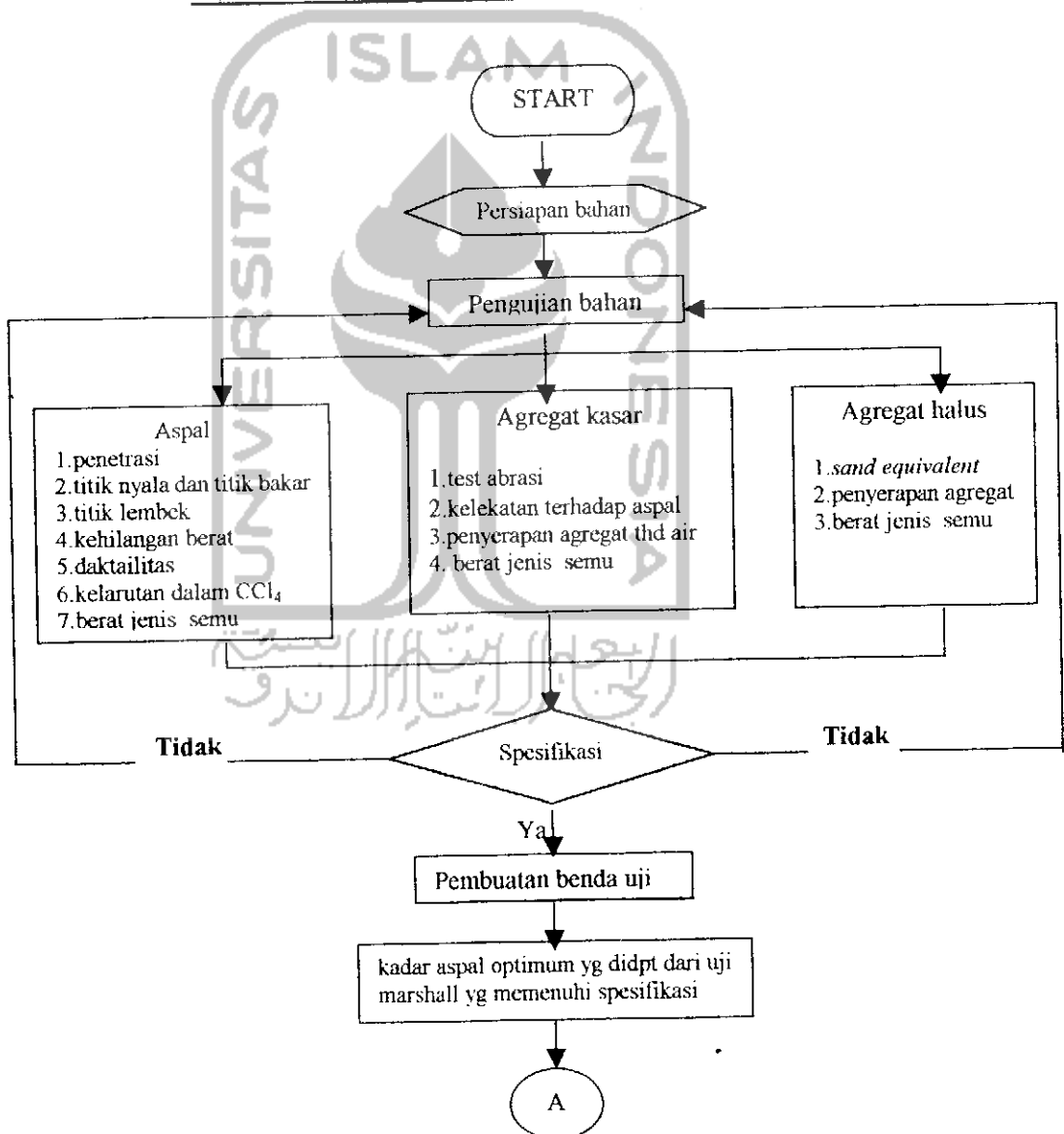
METODOLOGI PENELITIAN

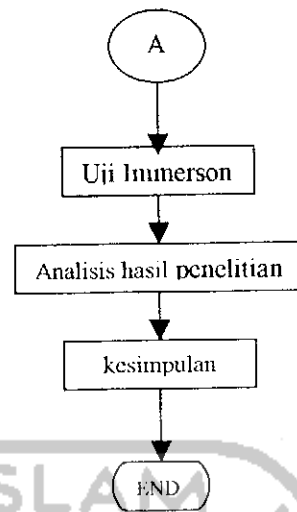
5.1 Cara Penelitian





Gambar 5.1. Diagram Alur Uji Marshall Standar





Gambar 5.2. Diagram Alur Immersion Test

5.2 Bahan

5.2.1 Asal Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat dan aspal sedangkan agregat terdiri dari dua macam yaitu agregat batu kapur (*batu bedhes*) didapatkan dari Desa Giriharjo, Kecamatan Panggang, Kabupaten Gunung Kidul dan agregat batu kali didapatkan dari hasil produksi *stone crusher* milik Perwita Karya Yogyakarta, sedangkan aspal minyak AC 60-70 dari Laboratorium Teknik Transportasi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

5.2.2 Spesifikasi dan Pemeriksaan Bahan

5.2.2.1 Spesifikasi Bahan

Spesifikasi bahan penelitian ini termasuk batas-batas gradasi agregat menggunakan pedoman dari Departemen Pekerjaan Umum pada buku petunjuk pelaksanaan lapis aspal beton (laston) NO 13/PT/B/1983 untuk jalan raya, seperti dilihat pada tabel 5.1,5.2,5.3

Tabel 5.1 Persyaratan agregat kasar

No	Jenis Pengujian	Syarat
1	Keausan dengan mesin Los Angeles	$\leq 40 \%$
2	Kelekatan terhadap aspal	$\geq 95 \%$
3	Peresapan agregat dengan air	$\leq 3 \%$
4	Berat jenis semu (gr/cc)	$\geq 2,5$

Tabel 5.2 Persyaratan agregat halus

No	Jenis Pengujian	Syarat
1	Sand Equivalent	Min. 50 %
2	Berat jenis semu (gr/cc)	Min. 2,5
3	Peresapan terhadap air	Max. 3 %

Tabel 5.3 Persyaratan aspal AC 60-70

No	Pengujian	Syarat	Satuan
1	Penetrasi (25°C)	60-70	0,1 mm
2	Titik lembek	45-58	°C
3	Titik nyala	Min. 200	°C
4	Kehilangan berat	Maks. 0,8	% berat
5	Kelarutan dalam CCl ₄	Min. 99	% berat
6	Daktalitas	Min 100	Cm
7	Penetrasi setelah kehilangan berat	Min. 54	% semula
8	Berat jenis	Min. 1	gr/cc

5.2.2.2. Pemeriksaan Bahan

a. Pemeriksaan Agregat

Salah satu komponen utama dari lapis perkerasan jalan adalah agregat . Daya dukung, mutu, dan keawetan suatu perkerasan jalan ditentukan juga oleh agregat. Untuk mengetahui kualitas agregat dilakukan serangkaian pemeriksaan-pemeriksaan :

1. Pemeriksaan keausan agregat

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin *Los Angeles*.

2. Pemeriksaan penyerapan agregat terhadap air

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui besarnya penyerapan agregat terhadap air (yang diijinkan sebesar $\leq 3\%$). Air yang telah diserap oleh agregat sukar dihilangkan seluruhnya walaupun melalui proses pengeringan, sehingga hal ini akan berpengaruh pada daya lekat aspal dengan agregat. (*Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1983*)

3. Pemeriksaan berat jenis

Pemeriksaan ini adalah perbandingan antara berat volume agregat dengan berat volume air. Besarnya berat jenis agregat penting dalam perencanaan campuran agregat dengan aspal karena umumnya lapis perkerasan direncanakan berdasarkan perbandingan berat dan untuk menentukan banyaknya pori.

4. Pemeriksaan *sand equivalent*

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kadar debu/bahan yang menyerupai lempung pada agregat halus/pasir. *Sand equivalent test* dilakukan untuk partikel agregat lolos saringan no 4 sesuai prosedur AASHTO T176-73. Nilai yang disyaratkan sebesar $\geq 50\%$. Lempung dapat mempengaruhi mutu campuran aspal beton, karena lempung membungkus partikel agregat sehingga ikatan antara agregat dengan aspal berkurang dan dengan adanya lempung mengakibatkan luas daerah yang harus diselimuti aspal bertambah.

5. Pemeriksaan kelekatan terhadap aspal

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan kelekatan agregat terhadap aspal. Kelekatan agregat terhadap aspal ialah prosentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap keseluruhan luas permukaan.

b. Pemeriksaan Aspal

Kualitas aspal yang akan digunakan harus sesuai dengan persyaratan dari Bina Marga 1987. Untuk mengetahui kualitas aspal yang akan digunakan, maka dilakukan serangkaian pemeriksaan-pemeriksaan sebagai berikut :

1. Pemeriksaan penetrasi

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan penetrasi bitumen keras atau lembek dengan memasukkan jarum, dibebani dengan berat tertentu dalam waktu tertentu kedalam bitumen pada suhu tertentu . Prosedur pemeriksaan mengikuti PA-

0301-76 dan besarnya angka penetrasi yang disyaratkan dalam spesifikasi untuk aspal AC 60-70 adalah antara 60-70.

2. Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan suhu pada saat terjadi nyala singkat pada suatu titik diatas permukaan aspal. Sedangkan titik bakar bertujuan untuk menentukan suhu pada saat dimana aspal terlihat terbakar singkat pada suatu titik diatas permukaan aspal. Syarat minimum suhu yang dicapai dalam pemeriksaan ini adalah 200°C.

3. Pemeriksaan titik lembek

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan temperatur aspal pada saat mulai mengalami kelembekan atau mencapai tingkat viskositas yang rendah. Hal ini dapat diketahui dengan melihat suhu pada saat bola baja dengan berat tertentu mendesak aspal sehingga aspal tersebut menyentuh plat dasar yang terletak di bawah cincin pada ketinggian tertentu sebagai akibat kecepatan pemanasan tertentu. Pemeriksaan ini mengikuti PA-0302-76 dan untuk aspal AC 60-70 titik lembek disyaratkan adalah antara 48-58° C.

4. Pemeriksaan daktailitas

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui nilai keelastisan aspal. Pemeriksaan ini dilakukan dengan cara mengukur jarak terpanjang aspal apabila aspal yang diletakkan pada dua cetakan yang berada pada suhu 25 °C ditarik dengan

kecepatan 25mm/detik sampai aspal itu putus . Nilai daktilitas yang disyaratkan oleh prosedur PA-030-76 adalah minimal 100 cm.

5. Pemeriksaan berat jenis aspal

Pemeriksaan ini bermaksudkan untuk menentukan berat jenis bitumen keras dengan menggunakan picnometer. Berat jenis bitumen adalah perbandingan antara bitumen dan berat air suling dengan isi/volume yang sama pada suhu tertentu . Prosedur pemeriksaan mengikuti PA-0307-76. Besarnya berat jenis yang disyaratkan minimal 0.

6. Pemeriksaan kelarutan dalam CCL₄

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan jumlah bitumen yang dapat larut dalam carbon chlorid. Nilai bitumen yang dapat larut disyaratkan oleh prosedur PA-0305-76 adalah $\geq 99\%$.

5.3 Alat yang Digunakan

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium jalan raya, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia. Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut dibawah ini :

- a. 3 (tiga) buah cetakan benda uji yang berdiameter 10 cm (4") dan tinggi 7,5 cm (3"), lengkap dengan plat alas dan leher sambung.
- b. Ejektor yaitu alat yang dipakai untuk mengeluarkan benda uji yang sudah dipadatkan dari cetakan.

- c. Penumbuk yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder, dengan berat 4,536 Kg (10 pound), dan tinggi jatuh beban 45,7 cm (18").
- d. Landasan pematat yang terdiri dari balok kayu (jati atau sejenisnya), berukuran kira-kira 20 x 20 x 45 cm (8" x 8" x 18") yang dilapisi dengan plat baja berukuran 30 x 30 x 2,5 cm (12" x 12" x 1") yang dikaitkan pada lantai beton dengan empat bagian siku.
- e. Silinder cetakan benda uji.
- f. Mesin tekan, lengkap dengan :
1. Kepala penekan berbentuk lengkung (Breaking Head).
 2. Cincin penguji yang berkapasitas 2500 kg (5000 pound) dengan ketelitian 12,5 kg (25 pound), dilengkapi arloji tekan dengan ketelitian 0,0025 cm (0,0001").
 3. Arloji kelelahan dengan ketelitian 0,25 mm (0,01") dengan perlengkapannya.
- g. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(200 \pm 3)^{\circ}\text{C}$.
- h. Bak perendam (water bath) dilengkapi dengan suhu minimum 20°C .
- i. Perlengkapan :
1. Panci-panci untuk memanasi agregat, aspal dan campuran aspal.
 2. Pengukur suhu dari logam (methal thermometer) berkapasitas 250°C dan 100°C dengan ketelitian 0,5 atau 1% dari kapasitas.

3. Timbangan yang dilengkapi penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 gram dan timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gram.
4. Kompor.
5. Sarung asbes dan karet.
6. Sendok pengaduk dan perlengkapan lain

5.4. Jalannya Penelitian

5.4.1 Pembuatan Campuran

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

Setelah pengujian bahan selesai, dilakukan penyaringan setiap jenis agregat dengan saringan sebanyak sembilan buah dan pan, seperti pada tabel 5.4. 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 di buat 91 benda uji dengan perincian 25 jenis benda uji yaitu 5 variasi kadar aspal (4.5%,5%,5.5%,6%,6.5%) dan 5 variasi komposisi antara batu kapur dengan batu pecah dalam campuran agregat (100%:0%, 33.33%:66.67%,

50%:50%, 66.67%:33.33%, dan 0%:100%) dengan tiap jenisnya di buat 3 buah benda uji. Dari 25 jenis benda uji diambil satu jenis yaitu 3 benda uji untuk *Immersion Test* dan 3 benda uji untuk tes *Immersion Standart* . Enam buah benda uji tersebut mempunyai kadar aspal dan komposisi agregat yang diambil dari hasil penelitian pada kadar aspal optimum dengan proporsi agregat berdasarkan hasil terbaik (ekonomis dan memenuhi persyaratan). Untuk Hasil penelitian akan dimasukkan pada tabel 5.6. Jumlah berat campuran untuk masing-masing benda uji sebesar 1200 gram. Aspal yang digunakan penetrasi 60/70. Spesifikasi saringan yang digunakan berdasarkan Tabel II, No. Campuran II, SKBI-2.4.261987.1987.

Tabel 5.4. Spesifikasi saringan yang digunakan

No	Ukuran saringan (mm)	% Berat yang lolos saringan
1.	$\frac{3}{4}$ " (19.1)	100
2.	$\frac{1}{2}$ " (12.7)	75-100
3.	$\frac{3}{8}$ " (9.52)	60-85
4.	No. 4 (4.76)	35-55
5.	No. 8 (2.378)	20-35
6.	No. 30 (0.59)	10-22
7.	No. 50 (0.279)	6-16
8.	No. 100 (0.149)	4-12
9.	No. 200 (0.079)	2-8

Tabel 5.5. Analisa Saringan Agregat

No Saringan		Berat Tertahan		Jumlah (%)		Spesifikasi	
Mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	Min	Max
19.1	¾	0	0	0	100	100	100
12.7	½	150	150	12.5	87.5	75	100
9.052	3/8	180	330	27.5	72.5	60	85
4.76	4	330	660	55	45	35	55
2.378	8	210	870	72.5	27.5	20	35
0.59	30	138	1008	84	16	10	22
0.279	50	60	1068	89	11	6	16
0.149	100	36	1104	92	8	4	12
0.079	200	36	1140	95	5	2	8
pan	pan	60	1200	100	0	0	0

Tabel 5.6. Perbandingan Campuran Bahan Agregat

100 % Agregat		Kadar aspal (%)				
Batu kapur	Batu pecah	A	B	C	D	E
0 %	100 %	4,5	5	5,5	6	6,5
33.33 %	66.67 %	4,5	5	5,5	6	6,5
50 %	50 %	4,5	5	5,5	6	6,5
66.67 %	33.33 %	4,5	5	5,5	6	6,5
100 %	0 %	4,5	5	5,5	6	6,5

Sebelum melaksanakan campuran dilakukan beberapa tahap persiapan :

a. Persiapan benda uji

Agregat di keringkan , sampai beratnya tetap pada suhu $(105 \pm 5)^\circ \text{C}$. Agregat dipisah-pisahkan dengan cara penyaringan kering ke dalam fraksi-fraksi yang ditentukan perbandingannya.

b. Persiapan campuran.

Tiap benda uji diperlukan agregat sebanyak ± 1200 gram sehingga menghasilkan tinggi benda uji kira-kira $6,25 \text{ cm} \pm 0,125 \text{ cm}$ ($2,5'' \pm 0,05$). Panci pencampur beserta agregat dipanaskan kira-kira 28°C di atas suhu pencampur untuk aspal panas dan aduk sampai merata, untuk aspal dingin pemanasan sampai 14°C di atas suhu pencampuran.

Sementara itu, aspal dipanaskan sampai suhu pencampuran. Aspal dituangkan sebanyak yang dibutuhkan ke dalam agregat yang sudah dipanaskan tersebut. Kemudian diaduk dengan cepat pada suhu sesuai pada suhu yang ditentukan sampai agregat terlapis merata.

c. Pemadatan benda uji.

Perlengkapan cetakan benda uji serta bagian muka penumbuk dibersihkan di panaskan sampai suhu antara $93,3^\circ\text{C}$ dan $148,9^\circ\text{C}$. Selembar kertas saring atau kertas penghisap yang sudah digunting menurut ukuran cetakan diletakkan ke dalam dasar cetakan, kemudian seluruh campuran dimasukkan

ke dalam cetakan dan campuran ditusuk-tusuk keras-keras dengan spatula yang dipanaskan atau aduk dengan sendok semen 15 kali keliling pinggirannya dan 10 kali di bagian dalamnya. Lehernya dilepas, dan permukaan campuran diratakan dengan mempergunakan sendok semen menjadi bentuk yang sedikit cembung. Waktu akan dipadatkan suhu campuran harus dalam batas-batas suhu pemadatan. Cetakan diletakkan di atas landasan pematat, dalam pemegang cetakan. Pemadatan dengan alat penumbuk sebanyak 75,5 atau 35 sesuai dengan kebutuhan tinggi jatuh 45 cm (18"), selama pemadatan sumbu palu pematat ditahan agar selalu tegak lurus pada alas cetakan. Keping alas dan lehernya dan dilepas dan alat cetak berisi benda uji yang sudah dibalik ini ditumbuk dengan jumlah tumbukkan yang sama, sesudah pemadatan, keping alas dilepas dan dipasang alat pengeluar benda uji pada permukaan ujung ini. Dengan hati-hati dikeluarkan dan benda uji diletakkan di atas permukaan yang rata yang halus, biarkan selama kira-kira 24 jam pada suhu ruang.

5.4.2. Cara Melakukan Pengujian

Pengujian terhadap campuran dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara :

5.4.2.1. Pengujian Marshall Standar

Pengujian yang dilakukan menggunakan metode Marshall seperti cara-cara dibawah ini.

1. Benda uji dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel.
2. Pada masing-masing benda uji diberi tanda pengenal.
3. Tinggi benda uji diukur dengan ketelitian 0,01 mm.
4. Benda uji ditimbang untuk mengetahui berat kering.
5. Direndam dalam air selama 18-20 jam agar benda uji menjadi jenuh air.
6. Benda uji ditimbang dalam air untuk mendapatkan isi.
7. Benda uji ditimbang dalam kondisi permukaan jenuh (SSD).
8. Benda uji aspal panas direndam dalam bak perendam selama 30 sampai 40 menit. Sebelum melakukan pengujian batang penuntun (*guide rod*) dan permukaan dalam dari kepala penekan (*test head*) dibersihkan. Batang penuntun dilumasi sehingga kepala penekan yang atas dapat meluncur bebas, bila dikehendaki kepala penekan direndam bersama-sama benda uji pada suhu antara (21-38)°C. Benda uji dikeluarkan dari bak perendam atau dari oven atau dari pemanas udara dan diletakkan ke dalam segmen bawah kepala penekan. Segmen atas dipasang di atas benda uji dan diletakkan keseluruhannya dalam mesin penguji. Arloji kelelahan (*flow meter*)

dipasang pada kedudukannya di atas salah satu batang penuntun dan kedudukan jarum penunjuk diatur pada angka nol, sementara selubung tangkai arloji (*sleeve*) dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan (*breaking head*). Selubung tangkai arloji kelelahan tersebut ditekan pada segmen atas dari kepala penekan selama pembebanan berlangsung.

9. Sebelum pembebanan diberikan, kepala penekan beserta benda ujinya dinaikkan sehingga menyentuh alas cicin penguji. Kedudukan jarum arloji tekan diatur pada angka nol. Pembebanan diberikan kepada benda uji dengan kecepatan tetap sebesar 50 mm per menit sampai pembebanan maksimum tercapai, atau pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji tekan dan catat pembebanan maksimum yang dicapai. Selubung tangkai arloji kelelahan (*sleeve*) dilepaskan pada saat pembebanan mencapai maksimum dan catat nilai kelelahan yang ditunjukkan oleh jarum arloji kelelahan.

5.4.2.2. Pengujian Rendaman Marshall (*Immersion Test*)

Uji yang dilakukan hampir sama dengan uji Marshall, yang membedakan hanya terletak pada lama perendaman yang dilakukan di bak perendam. Pada Uji Rendaman Marshall, lama perendaman 24 jam dengan suhu 60°C. Adapun cara pengujian adalah sebagai berikut ini.

1. Benda uji dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel.
2. Pada masing-masing benda uji diberi tanda pengenal.
3. Tinggi benda uji diukur dengan ketelitian 0,01 mm.
4. Benda uji ditimbang untuk mengetahui berat kering.
5. Direndam dalam air selama 18-20 jam agar benda uji menjadi jenuh air.
6. Benda uji ditimbang dalam air untuk mendapatkan isi.
7. Benda uji ditimbang dalam kondisi permukaan jenuh (SSD).
8. Benda uji direndam dalam bak perendam selama 24 jam. Sebelum melakukan pengujian batang penuntun (*guide rod*) dan permukaan dalam dari kepala penekan (*test head*) dibersihkan. Batang penuntun dilumasi sehingga kepala penekan yang atas dapat meluncur bebas, bila dikehendaki kepala penekan direndam bersama-sama benda uji pada suhu antara (21-38)°C. Benda uji dikeluarkan dari bak perendam atau dari oven atau dari pemanas udara dan diletakkan ke dalam segmen bawah kepala penekan. Segmen atas dipasang di atas benda uji dan diletakkan keseluruhannya dalam mesin penguji. Arloji kelelahan (*flow meter*) dipasang pada kedudukannya di atas salah satu batang penuntun dan kedudukan jarum penunjuk diatur pada angka nol, sementara selubung tangkai arloji (*sleeve*) dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan (*breaking head*). Selubung tangkai arloji kelelahan tersebut ditekan pada segmen atas dari kepala penekan selama pembebanan berlangsung.

Selubung tangkai arloji kelelahan tersebut ditekan pada segmen atas dari kepala penekan selama pembebanan berlangsung.

9. Sebelum pembebanan diberikan, kepala penekan beserta benda ujinya dinaikkan sehingga menyentuh alas cicin penguji. Kedudukan jarum arloji tekan diatur pada angka nol. Pembebanan diberikan kepada benda uji dengan kecepatan tetap sebesar 50 mm per menit sampai pembebanan maksimum tercapai, atau pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji tekan dan catat pembebanan maksimum yang dicapai. Selubung tangkai arloji kelelahan (*sleeve*) dilepaskan pada saat pembebanan mencapai maksimum dan catat nilai kelelahan yang ditunjukkan oleh jarum arloji kelelahan.

5.5. Analisis Hitungan

Data yang akan digunakan langsung dalam analisis dan diperoleh dari hasil percobaan di laboratorium adalah sebagai berikut :

1. Berat campuran sebelum direndam air (gram).
2. Berat dalam keadaan jenuh air (gram).
3. Berat dalam air (gram).
4. Tebal benda uji (mm).
5. Pembacaan arloji stabilitas (lbs).
6. Kelelahan atau *flow* (mm).

Perolehan nilai-nilai VITM (persen rongga dalam campuran), VFWA (persen rongga terisi aspal), stabilitas, *flow* (kelelehan), diperlukan data antara lain :

- a. berat jenis aspal, dan
- b. berat jenis agregat.

Pembagian prosentase masing-masing agregat sebagai berikut :

1. agregat kasar (tertahan saringan No. 8), dan
2. agregat halus (lolos saringan No. 8).

Berat jenis gabungan agregat halus dengan agregat kasar adalah sebagai berikut :

$$\text{berat jenis agregat} = \frac{100}{\frac{\% \text{ agregat kasar}}{B_j \text{ agregat kasar}} + \frac{\% \text{ agregat halus}}{B_j \text{ agregat halus}}} \dots\dots\dots 5.1$$

1. Nilai VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

VFWA didapatkan dengan menghitung nilai-nilai dari :

- a. Prosentase aspal terhadap campuran dengan rumus :

$$b = \frac{a}{100 + a} \times 100 \dots\dots\dots 5.2$$

dengan :

a = presentase aspal terhadap batuan

b = presentase aspal terhadap campuran

- b. Isi benda uji dengan rumus :

$$f = d - e \dots\dots\dots 5.3$$

dengan :

f = isi (ml)

d = berat dalam keadaan jenuh (SSD)

e = berat dalam air (gram)

c. Berat isi benda uji dengan rumus :

$$g = \frac{c}{f} \dots\dots\dots 5.4$$

Dengan :

g = berat isi benda uji

c = berat benda uji (gram) sebelum di rendam

f = isi (ml)

d. Prosentase rongga terhadap agregat dengan rumus

$$I = 100 - j \dots\dots\dots 5.5$$

$$j = \frac{(100 - b) g}{B_j \text{ agregat}} \dots\dots\dots 5.6$$

$$i = \frac{b \times g}{B_j \text{ agregat}} \dots\dots\dots 5.7$$

Dari rumus diatas dapat dihitung nilai VFWA sebagai berikut :

$$\text{VFWA} = 100 \times \frac{i}{j} \dots\dots\dots 5.8$$

Dengan :

I = persen rongga terhadap agregat

2. Nilai VITM (*Void In The Mix*)

Dihitung berat jenis maksimum teoritis :

$$h = \frac{100}{\frac{\% \text{ agregat}}{B_j \text{ agregat}} + \frac{\% \text{ aspal}}{B_j \text{ aspal}}} \dots\dots\dots 5.9$$

$$k = (100 - i - j) \dots\dots\dots 5.10$$

$$N = 100 - \left(100 \times \frac{G}{H} \right) \dots\dots\dots 5.11$$

dengan :

k = jumlah kandungan rongga

N = rongga yang terisi campuran (VITM)

3. Nilai Stabilitas

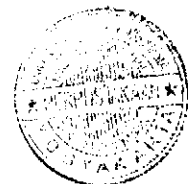
Angka stabilitas benda uji didapat dari pembacaan arloji stabilitas alat tekan Marshall. Angka stabilitas ini masih harus dikoreksi untuk memasukkan nilai kalibrasi alat dan koreksi ketebalan benda uji. Untuk ini digunakan dengan bantuan tabel koreksi benda uji. Nilai stabilitas diperoleh dengan rumus :

$$\text{Nilai Stabilitas} = Q \times P \dots\dots\dots 5.12$$

dengan :

Q = koreksi tinggi/tebal benda uji

P = nilai pembacaan arloji stabilitas



4. Nilai Kelelahan (*Flow*)

Nilai kelelahan didapat dari pembacaan arloji kelelahan (*flow meter*) yang menyatakan besarnya deformasi benda uji dalam yang kemudian dikalikan dengan angka koreksi 0.254

5. Nilai Marshall Quotient

Nilai Marshall Quotient didapat dengan membandingkan antara nilai stabilitas dengan flow.

$$MQ = \frac{\text{stabilitas}}{\text{flow}} \dots\dots\dots 5.13$$



BAB VI

HASIL DAN PEMBAHASAN

6.1 Hasil Penelitian

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

Tabel 6.1. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu kapur)

No	Pengujian	Hasil	Syarat	Ket
1.	Keausan dengan Mesin <i>Los Angeles</i> (%)	27.04	Maks.40	memenuhi
2.	Kelekatan Terhadap Aspal (%)	99	Min. 95	memenuhi
3.	Penyerapan Terhadap Air (%)	2.09	Maks. 3	memenuhi
4.	Berat Jenis Semu (gr/cc)	2.602	Min. 2,5	memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorim Jalan Raya UII

Tabel 6.2. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu pecah)

No	Pengujian	Hasil	Syarat	Ket
1.	Keausan dengan Mesin <i>Los Angeles</i> (%)	30.65	Maks.40	memenuhi
2.	Kelekatan Terhadap Aspal (%)	100	Min. 95	memenuhi
3.	Penyerapan Terhadap Air (%)	2.669	Maks. 3	memenuhi
4.	Berat Jenis Semu (gr/cc)	2.729	Min. 2,5	memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorim Jalan Raya UII

Tabel 6.3. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Batu kapur)

No	Pengujian	Hasil	Syarat	Ket
1.	<i>Sand Equivalent</i> (%)	65	Min.50	memenuhi
2.	Penyerapan Terhadap Air (%)	2.25	< 3	memenuhi
3.	Berat Jenis Semu (gr/cc)	2.876	> 2,5	memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorim Jalan Raya UII

Tabel 6.4. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Batu pecah)

No	Pengujian	Hasil	Syarat	Ket
1.	<i>Sand Equivalent</i> (%)	70	Min.50	memenuhi
2.	Penyerapan Terhadap Air (%)	2.669	< 3	memenuhi
3.	Berat Jenis Semu (gr/cc)	2.987	> 2,5	memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorim Jalan Raya UII

Tabel 6.5. Hasil Pemeriksaan Aspal Keras AC 60/70

No	Pengujian	Hasil	Syarat	Ket
1.	Penetrasi (25°C, 5 detik) (0.1 mm)	69	60 – 70	memenuhi
2.	Titik lembek (<i>Ring and Ball</i>) °C	51.25	48 – 58	memenuhi
3.	Titik nyala (<i>Cleve Open Cupl</i>) °C	335	≥200	memenuhi
4.	Daktilitas (25°C, 5 cm/menit) (cm)	133.5	≥100	memenuhi
5.	Berat jenis (gr/cc)	1.043	≥1,0	memenuhi
6.	Kelarutan dalam CCL ₄	99.5	≥ 99	memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorim Jalan Raya UII

Adapun data hasil pengujian *Marshall* terlihat dalam tabel 6.6 berikut ini:

Tabel 6.6. Hasil Pengujian *Marshall*
Perbandingan Batu kapur: Batu pecah = 100% : 0%

BK:BP 100% : 0%	Kadar Aspal (%)				
	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
Density (gr/cc)	2.1687	2.211	2.2105	2.2122	2.1822
VITM (%)	8.813	6.41	6.327	5.808	5.786
VFWA (%)	51.616	62.316	64.722	68.510	70.190
FLOW(mm)	3.22	3.302	3.725	3.81	4.15
Stabilitas (Kg)	1019.65	1086.647	1207.765	1201.015	1039.085
MQ(Kg/mm)	316.924	329.0875	358.1747	315.227	250.442

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorim Jalan Raya UII

Tabel 6.7. Hasil Pengujian *Marshall*
Perbandingan Batu kapur: Batu pecah = 0% : 100%

BK:BP 0% : 100%	Kadar Aspal (%)				
	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
Density (gr/cc)	2.3297	2.3322	2.3357	2.324	2.308
VITM (%)	5.1283	4.353	3.532	3.3463	3.336
VFWA (%)	66.479	71.9979	77.776	80.038	81.1874
FLOW(mm)	3.895	4.403	4.403	4.318	4.487
Stabilitas (Kg)	1347.208	1540.604	1517.086	1384.45	1401.373
MQ(Kg/mm)	345.8814	349.8987	344.557	320.623	312.318

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorim Jalan Raya UII

Tabel 6.8. Hasil Pengujian *Marshall*
Perbandingan Batu kapur: Batu pecah = 50% : 50%

BK:BP 50% : 50%	Kadar Aspal (%)				
	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
Density (gr/cc)	2.258	2.2679	2.272	2.274	2.271
VITM (%)	6.516	5.489	4.665	3.909	3.529
VFWA (%)	60.100	66.474	71.981	77.006	80.025
FLOW(mm)	3.1327	3.217	3.302	3.894	3.979
Stabilitas (Kg)	1256.895	1371.85	1382.813	1311.33	1149.427
MQ(Kg/mm)	401.222	426.393	418.780	336.699	288.849

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorim Jalan Raya UII

Tabel 6.9. Hasil Pengujian *Marshall*
Perbandingan Batu kapur: Batu pecah = 66.67% : 33.33%

BK:BP 66.67% : 33.33%	Kadar Aspal (%)				
	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
Density (gr/cc)	2.2284	2.2500	2.251	2.242	2.244
VITM (%)	7.903	5.748	5.0833	4.821	4.0678
VFWA (%)	54.867	65.299	70.0529	72.8295	77.5029
FLOW(mm)	3.175	3.556	3.641	3.725	4.064
Stabilitas (Kg)	1087.56	1211.69	1355.097	1278.2	1094.457
MQ(Kg/mm)	342.5385	340.7452	372.211	343.141	269.305

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorim Jalan Raya UII

Tabel 6.10. Hasil Pengujian *Marshall*
Perbandingan Batu kapur: Batu pecah = 33.33% : 66.67%

BK:BP 33.33% : 66.67%	Kadar Aspal (%)				
	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
Density (gr/cc)	2.2987	2.2903	2.2971	2.293	2.282
VITM (%)	5.389	5.0765	4.1367	3.6435	3.4373
VFWA (%)	64.8553	68.3827	74.544	78.374	80.5492
FLOW(mm)	3.3866	3.756	3.640	3.81	4.2333
Stabilitas (Kg)	1297.64	1439.305	1394.325	1328.231	1247.153
MQ(Kg/mm)	383.1614	383.2015	382.9862	348.6171	294.6031

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Hasil pengujian *Marshall* di Laboratorium tersebut, kemudian ditabelkan lagi pada tabel 6.12 kemudian dibandingkan dengan persyaratan yang ditetapkan Laston No. 13/PT/B/1983 dan SKBI 2.4.26.1987. Persyaratan Aspal Beton dapat dilihat pada tabel 6.11.

Tabel 6.11. Persyaratan Beton aspal

Parameter <i>Marshall</i>	BM 1983	BM 1987
Stabilitas (kg)	> 750	> 450
Flow (mm)	2 - 4	2 - 4.5
MQ (kg/mm)	-	200 - 350
VITM (%)	3 - 5	3 - 5
VFWA (%)	75 - 82	-
Density (gr/cc)	-	-

Sumber : Laston No. 13/PT/B/1983 dan SKBI 2.4.26.1987

Tabel 6.12. Hasil Pemeriksaan Beton Aspal yang memenuhi persyaratan
Bina Marga 1987

Properties	Kadar Aspal (%)	Batu kapur : Batu pecah (%)				
		0 : 100	33.33:66.67	50 : 50	66.67:33.33	100 : 0
Density	4,5	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn
	5	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn
	5,5	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn
	6	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn
	6,5	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn
VFWA	4,5	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn
	5	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn
	5,5	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn
	6	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn
	6,5	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn
VITM	4,5	<i>Tidak</i>	<i>Tidak</i>	<i>Tidak</i>	<i>Tidak</i>	<i>Tidak</i>
	5	Mmn	<i>Tidak</i>	<i>Tidak</i>	<i>Tidak</i>	<i>Tidak</i>
	5,5	Mmn	Mmn	Mmn	<i>Tidak</i>	<i>Tidak</i>
	6	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn	<i>Tidak</i>
	6,5	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn	<i>Tidak</i>
Stabilitas	4,5	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn
	5	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn
	5,5	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn
	6	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn
	6,5	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn
Flow	4,5	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn
	5	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn
	5,5	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn
	6	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn
	6,5	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn
MQ	4,5	Mmn	<i>Tidak</i>	<i>Tidak</i>	Mmn	Mmn
	5	Mmn	<i>Tidak</i>	<i>Tidak</i>	Mmn	Mmn
	5,5	Mmn	<i>Tidak</i>	<i>Tidak</i>	<i>Tidak</i>	Mmn
	6	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn
	6,5	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn	Mmn

Mmn = memenuhi persyaratan Bina Marga 1987

Tdk = tidak memenuhi persyaratan

Tabel 6.13. Kadar Aspal Design dan Kadar Aspal Campuran pada berbagai perbandingan campuran

Perbandingan campuran B Kapur : B Pecah	Kadar Aspal Design (%)	Kadar Aspal terhadap Campuran (%)
100% : 0%	-	5.21
66.67% : 33.33%	6.25	5.88
50% : 50%	6.25	5.21
33.33% : 66.67%	6.25	5.88
0% : 100%	5.75	5.21

Pada pengujian Immersion, menggunakan kadar aspal 6.25 % yang nilai stabilitasnya akan dibandingkan dengan pengujian marshall standart dengan komposisi agregat dan kadar aspal yang sama tetapi dengan lama perendaman yang berbeda yaitu selama 24 jam.

Tabel 6.14. Hasil Pengujian *Immersion*
Perbandingan Batu kapur: Batu pecah = 33.33% : 66.67%

BK:BP 33.33% : 66.67%	Kadar aspal 6.25 %
Density (gr/cc)	2.271
VITM (%)	4.26
VFWA (%)	76.2
FLOW(mm)	4.318
Stabilitas (Kg)	1275.67
MQ	293.58

Tabel 6.15. Hasil Pengujian *Marshal Standart*
Perbandingan Batu kapur: Batu pecah = 33.33% : 66.67%

BK:BP 33.33% : 66.67% ³	Kadar aspal 6.25 %
Density (gr/cc)	2.2865
VITM (%)	3.597
VFWA (%)	79.305
FLOW(mm)	4.5
Stabilitas (Kg)	1598.02
MQ(Kg/mm)	355.11

6.1.1. Ekstraksi

Tes ekstraksi bertujuan untuk menentukan besar degradasi butiran akibat pemadatan yang terjadi dan mengetahui kadar aspal dalam campuran yang telah dibuat. Dalam penelitian ekstraksi ini, digunakan campuran agregat Bk:Bp = 0% : 100%, Bk:Bp = 33.33% : 66.67%, Bk:Bp = 66.67% : 33.33%, Bk:Bp = 100% : 0% dengan kadar aspal 6,0%. Dari hasil ekstraksi benda uji, nanti akan diketahui analisa saringannya sesuai dengan spesifikasi saringan pada tabel 5.4, 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 = 33.33% : 66.67%, Bk:Bp = 66.67% : 33.33%, Bk:Bp = 100% : 0% adalah masing-masing : 6.01%, 6.32%, 6.27%, dan 6.21%, untuk selanjutnya dapat dilihat pada lampiran 13, 14, 15, dan

lampiran 16. Analisa saringan hasil ekstraksi dapat dilihat pada tabel 6.16, sampai dengan tabel 6.19.

Tabel 6.16
Analisa Saringan Hasil Ekstraksi dengan perbandingan Bk: Bp = 0% : 100%

GRADASI AGREGAT SETELAH EKSTRAKSI										
UKURAN SARINGAN	½"	3/8"	No.4	No.8	No.30	No.50	No.100	No.200	Pan	
Berat Tertahan (%)	9.86	12.16	22.28	16.29	19.00	5.09	5.63	2.27	7.40	
Spec Berat Tertahan (%)	12.50	15.00	27.50	17.50	11.50	5.00	3.00	3.00	5.00	
K U M U L A T I F	Berat tertahan	106.95	238.86	480.56	657.28	863.37	918.62	979.65	1004.3	1084.6
	% Tertahan	9.86	22.02	44.31	60.60	79.60	84.70	90.32	92.60	100
	% Lewat	90.14	77.98	55.69	39.40	20.40	15.30	9.68	7.4	0
Spec % lewat	87.5	72.5	45	27.5	16	11	8	5	0	

Tabel 6.17
Analisa Saringan Hasil Ekstraksi dengan perbandingan Bk: Bp = 33.33% : 66.67%

GRADASI AGREGAT SETELAH EKSTRAKSI										
UKURAN SARINGAN	½"	3/8"	No.4	No.8	No.30	No.50	No.100	No.200	Pan	
Berat Tertahan (%)	10.43	13.48	25.96	14.65	16.27	4.62	5.12	2.53	6.94	
Spec Berat Tertahan (%)	12.50	15.00	27.50	17.50	11.50	5.00	3.00	3.00	5.00	
K U M U L A T I F	Berat tertahan	112.88	258.68	539.61	698.11	874.16	924.11	979.51	1006.91	1082
	% Tertahan	10.43	23.91	49.87	64.52	80.79	85.41	90.53	93.06	100
	% Lewat	89.57	76.09	50.13	35.48	19.21	14.59	9.47	6.94	0
Spec % lewat	87.5	72.5	45	27.5	16	11	8	5	0	

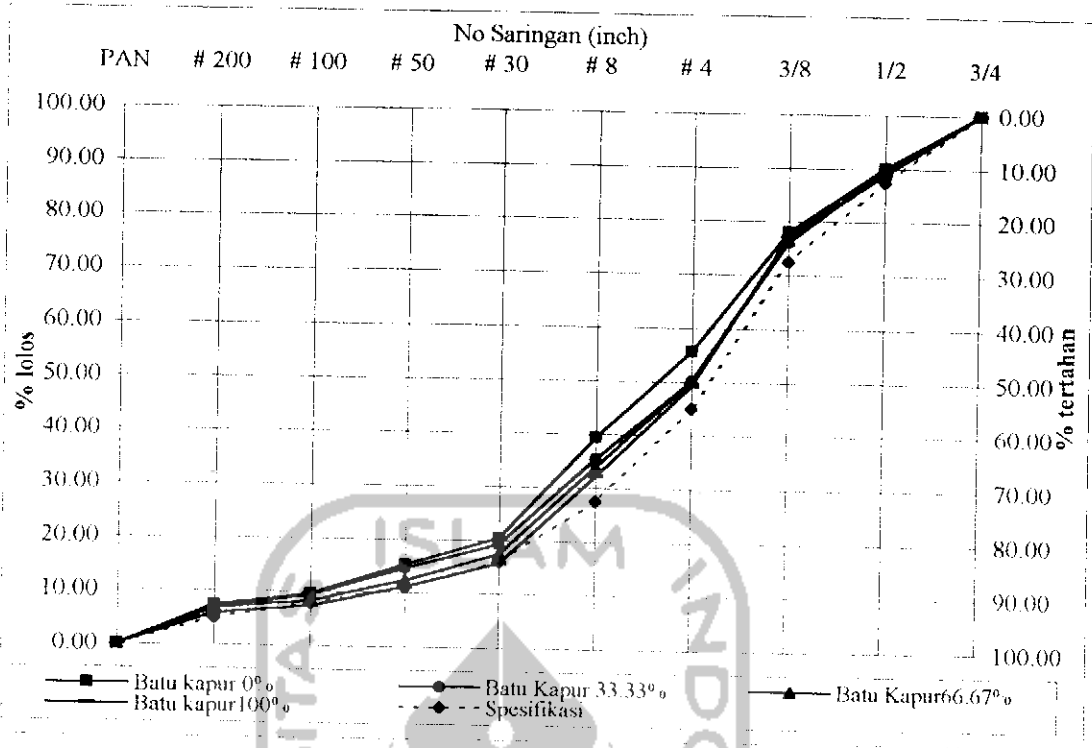
Tabel 6.18
Analisa Saringan Hasil Ekstraksi dengan perbandingan Bk: Bp = 66.67%: 33.33%

GRADASI AGREGAT SETELAH EKSTRAKSI										
UKURAN SARINGAN	½"	3/8"	No.4	No.8	No.30	No.50	No.100	No.200	Pan	
Berat Tertahan (%)	10.85	12.60	26.34	16.31	16.42	5.14	3.94	1.60	6.80	
Spec Berat Tertahan (%)	12.50	15.00	27.50	17.50	11.50	5.00	3.00	3.00	5.00	
K U M U L A T I F	Berat tertahan	118.0	255	541.35	658.68	837.18	893.1	935.93	953.28	1027.26
	% Tertahan	10.85	23.45	49.79	66.10	82.52	87.66	91.60	93.20	100
	% Lewat	89.15	76.55	50.21	33.9	17.48	12.34	8.4	6.8	0
	Spec % lewat	87.5	72.5	45	27.5	16	11	8	5	0

Tabel 6.19
Analisa Saringan Hasil Ekstraksi dengan perbandingan Bk: Bp = 100%: 0%

GRADASI AGREGAT SETELAH EKSTRAKSI										
UKURAN SARINGAN	½"	3/8"	No.4	No.8	No.30	No.50	No.100	No.200	Pan	
Berat Tertahan (%)	11.11	11.71	27.95	17.09	16.46	4.55	3.79	1.47	5.88	
Spec Berat Tertahan (%)	12.50	15.00	27.50	17.50	11.50	5.00	3.00	3.00	5.00	
K U M U L A T I F	Berat tertahan	120.95	248.5	552.8	738.9	918.15	967.65	1008.8	1024.8	1088.9
	% Tertahan	11.11	22.82	50.77	67.86	84.32	88.86	92.65	94.12	100
	% Lewat	88.89	77.18	49.23	32.14	15.68	11.14	7.35	5.88	0
	Spec % lewat	87.5	72.5	45	27.5	16	11	8	5	0

Degradasi yang terjadi pada batu kapur dan batu pecah dapat digambarkan pada gambar grafik 6.1 di bawah ini.



Grafik 6.1. Degradasi Hasil Ekstraksi

Penggunaan batu kapur berpengaruh pada degradasi yang terjadi pada butiran dalam campuran beton aspal grafik 6.1 Pada grafik di atas menunjukkan bahwa semakin kecil kandungan batu kapur dalam campuran maka akan semakin menyimpang dari garis gradasi yang disyaratkan (garis spesifikasi).

Dengan berkurangnya kandungan batu kapur, degradasi yang terjadi pada campuran semakin besar. Hal ini dapat dilihat pada grafik 6.1 garis yang semakin jauh dari spesifikasi. Pada variasi campuran yang batu kapur 0%, mengalami degradasi yang besar. Begitu sebaliknya, campuran dengan batu kapur 100% mengalami degradasi paling sedikit. Penyimpangan yang terjadi pada garis gradasi

pada variasi kandungan batu kapur (Bk) dengan batu pecah (Bp) masih dapat masuk dalam *range* spesifikasi dari Tabel II. No II. Bina Marga 1987.

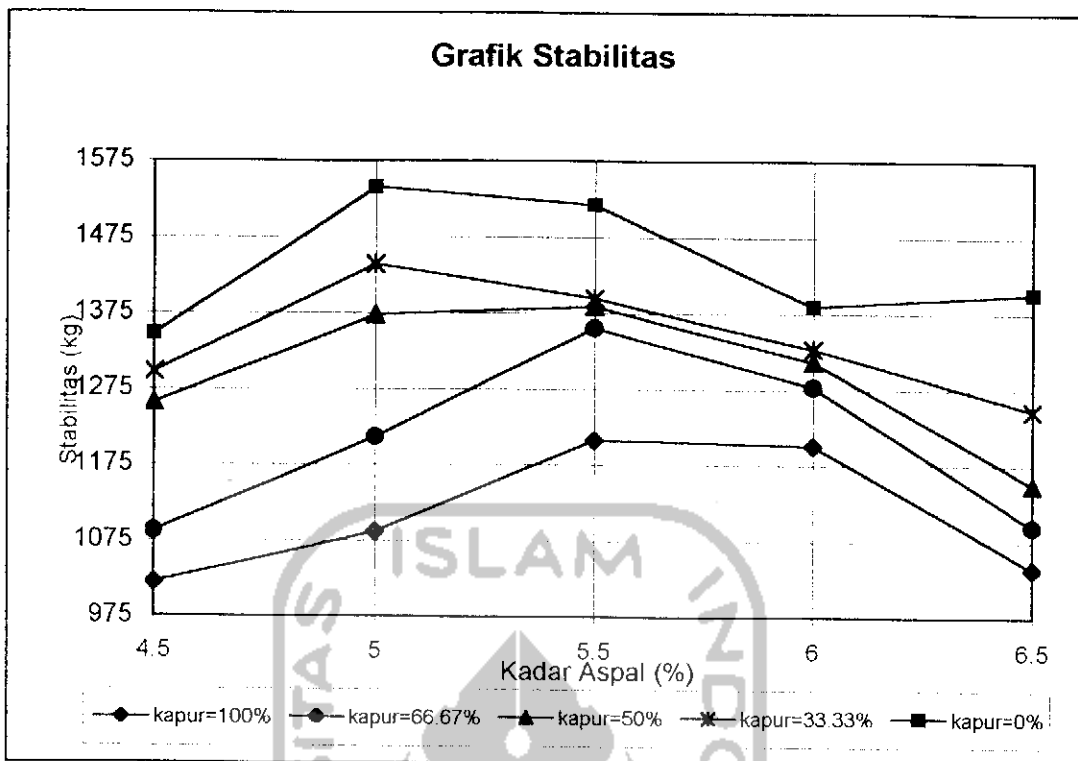
6.2 Pembahasan

6.2.1. Stabilitas.

Stabilitas adalah kemampuan dari lapis perkerasan untuk menahan deformasi akibat menerima beban lalu lintas tanpa terjadinya perubahan bentuk seperti gelombang, alur, maupun *bleeding*. Nilai stabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa perkerasan tersebut mampu menahan beban lalu lintas yang besar. Nilai stabilitas pada beton aspal dipengaruhi oleh suhu pemadatan, gradasi agregat, kadar serta jenisnya, bentuk agregat dan kohesi campuran.

Pengaruh kadar aspal terhadap stabilitas ditunjukkan oleh meningkatnya nilai stabilitas seiring dengan bertambahnya kadar aspal sampai nilai stabilitas mencapai optimum, selanjutnya penambahan kadar aspal yang tinggi akan menurunkan nilai stabilitas. Hal ini disebabkan oleh aspal yang pada mulanya berfungsi sebagai pengikat antar agregat dengan semakin bertambahnya kadar aspal maka fungsinya justru berubah menjadi pelicin sehingga menurunkan "*internal friction*" antar agregat dalam campuran.

Gambar hubungan kadar aspal dengan nilai stabilitas dengan berbagai perbandingan campuran batu kali dan batu putih (batu kapur), dapat dilihat gambar grafik 6.2.



Grafik 6.2. Hubungan kadar aspal dengan nilai Stabilitas untuk berbagai proporsi kandungan batu kapur

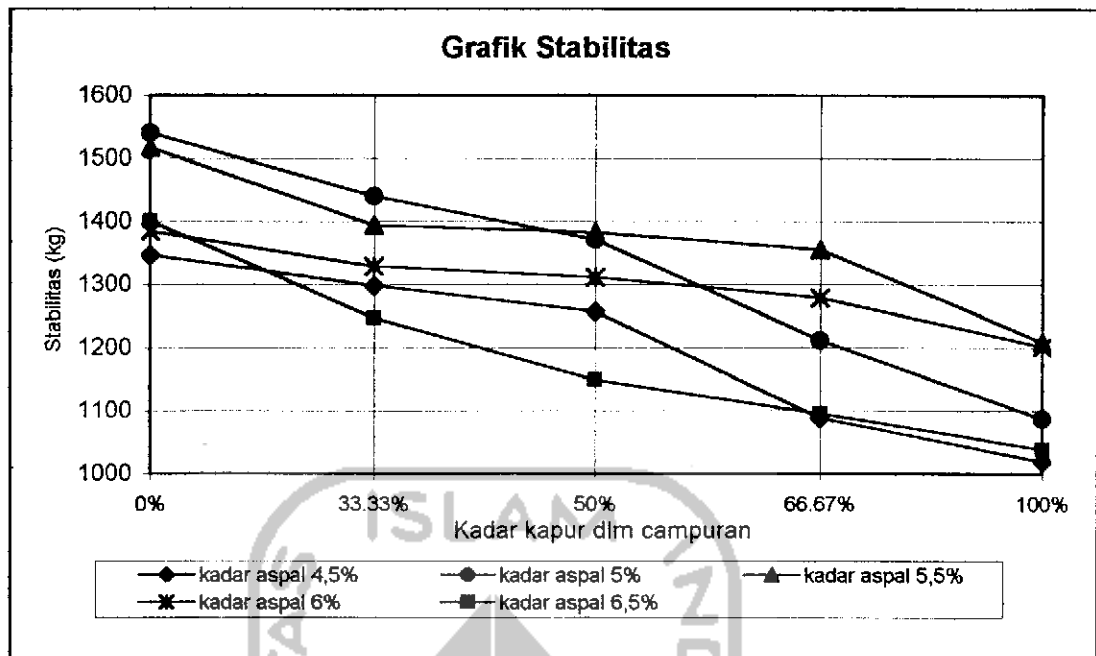
Dari uji hasil laboratorium terhadap nilai stabilitas dapat dilihat pada tabel 6.20 di bawah ini.

Tabel 6.20. Nilai Stabilitas Hasil dari Pengujian Marshall(Kg)

BK:BP (%)	Kadar Aspal (%)				
	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
100 : 0	1019.65	1086.647	1207.765	1201.015	1039.085
66.67 : 33.33	1087.56	1211.69	1355.097	1278.2	1094.457
50 : 50	1256.895	1371.85	1382.813	1311.33	1149.427
33.33 : 66.67	1297.64	1439.305	1394.325	1328.231	1247.153
0 : 100	1347.208	1540.604	1517.086	1384.45	1401.373

Keterangan :arsir = memenuhi persyaratan Bina Marga 1983 dan Bina Marga 1987

Gambar hubungan antara stabilitas dengan proporsi kapur dalam campuran pada berbagai kadar aspal dapat dilihat pada gambar grafik 6.3 di bawah ini.



Grafik 6.3. Hubungan antara Stabilitas dengan proporsi kapur dalam campuran pada berbagai kadar aspal

Dari grafik 6.3 dapat ditarik kesimpulan yaitu adanya kecenderungan bahwa bertambahnya kandungan batu kapur atau semakin berkurangnya kandungan batu pecah dalam campuran akan menyebabkan turunnya nilai stabilitas pada pemakaian kadar aspal yang sama.

Dalam hal ini, naiknya nilai stabilitas disebabkan dari sifat agregat dalam mengikat aspal. Permukaan batu kapur yang relatif halus dapat menyebabkan ikatan yang kurang baik terhadap aspal atau lapisan aspalnya menjadi tipis, sedangkan batu pecah memiliki permukaan yang relatif lebih kasar sehingga lebih baik dalam mengikat aspal atau aspal akan lebih tebal dalam menyelimuti agregat (lihat lampiran 4). Agregat yang lebih kasar juga akan lebih mampu menahan deformasi akibat beban

dengan menghasilkan ikatan antar partikel yang lebih kuat atau *interlocking*. Ikatan yang kurang baik antara aspal dan batu kapur ini berpengaruh terhadap turunnya nilai stabilitas karena menurunkan *internal friction*.

Penurunan nilai stabilitas juga disebabkan oleh pecahnya batu pecah pada saat pemadatan atau akibat terjadinya degradasi pada batu pecah karena pecahnya agregat ini menyebabkan tidak terselimutinya aspal pada permukaan yang pecah tersebut (lihat tabel 6.1). Degradasi batu pecah ini hanya berpengaruh kecil terhadap turunnya nilai stabilitas.

Jadi faktor yang paling berpengaruh terhadap nilai stabilitas dalam hal ini adalah tekstur permukaan dari batuan penyusun campuran dalam mengikat aspal dan *interlocking* antar agregat yang dimiliki oleh batu kapur menyebabkan turunnya nilai stabilitas. Tetapi penurunan yang terjadi akibat penggunaan batu kapur dalam campuran beton aspal tidak sampai menyebabkan nilai stabilitas kurang memenuhi dari nilai yang disyaratkan atau penggunaan batu kapur masih dapat menghasilkan nilai stabilitas diatas nilai yang disyaratkan.

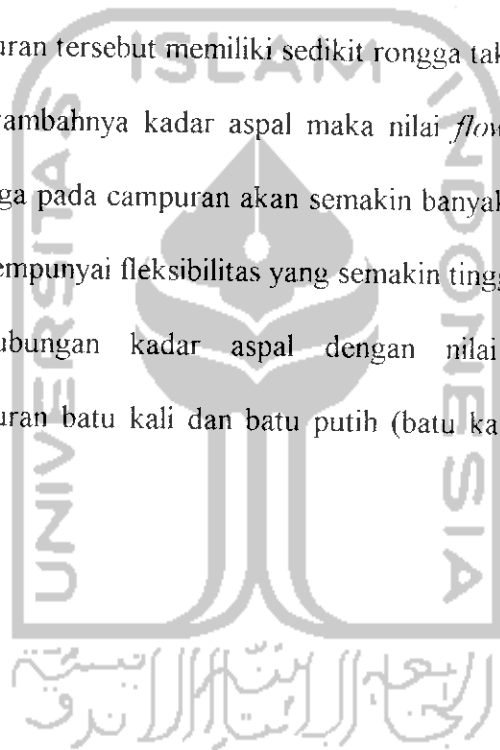
Sesuai dengan petunjuk pelaksanaan lapis beton dari Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 1987 (SKBI-2.4.26.1987), bahwa nilai stabilitas untuk beton aspal minimum 450 Kg dan peraturan Bina Marga 1983 adalah 750 Kg untuk lalulintas sedang.

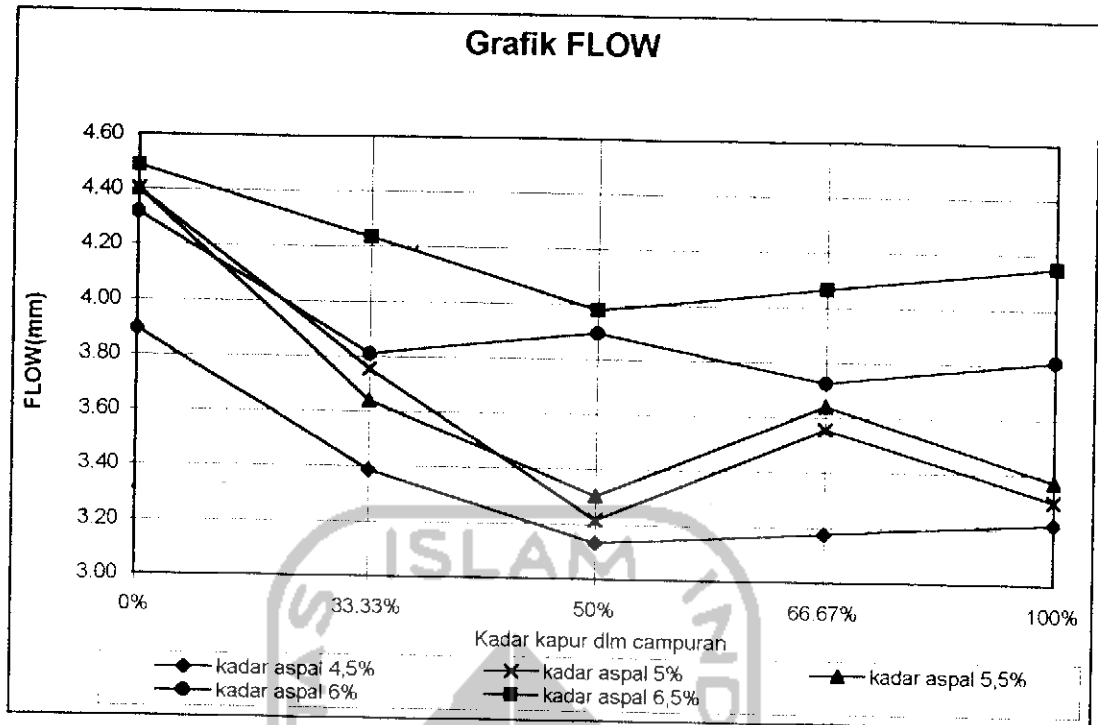
6.2.2. Flow

Nilai *flow* adalah besarnya deformasi vertikal benda uji yang terjadi mulai saat awal pembebanan sampai kondisi kestabilan mulai menurun. Pengukuran nilai *flow* bersamaan dengan pengukuran nilai stabilitas. Nilai *flow* ini dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya kadar dan viskositas aspal, suhu, gradasi dan jumlah pemadatan. Nilai *flow* yang terlalu tinggi menunjukkan campuran bersifat plastis dan lebih mampu mengikuti deformasi akibat beban, sedangkan nilai *flow* yang rendah menunjukkan campuran tersebut memiliki sedikit rongga tak terisi aspal.

Dengan bertambahnya kadar aspal maka nilai *flow* akan semakin meningkat karena rongga-rongga pada campuran akan semakin banyak terisi aspal dan campuran yang terjadi akan mempunyai fleksibilitas yang semakin tinggi pula.

Gambar hubungan kadar aspal dengan nilai *flow* dengan berbagai perbandingan campuran batu kali dan batu putih (batu kapur), dapat dilihat gambar grafik 6.4.



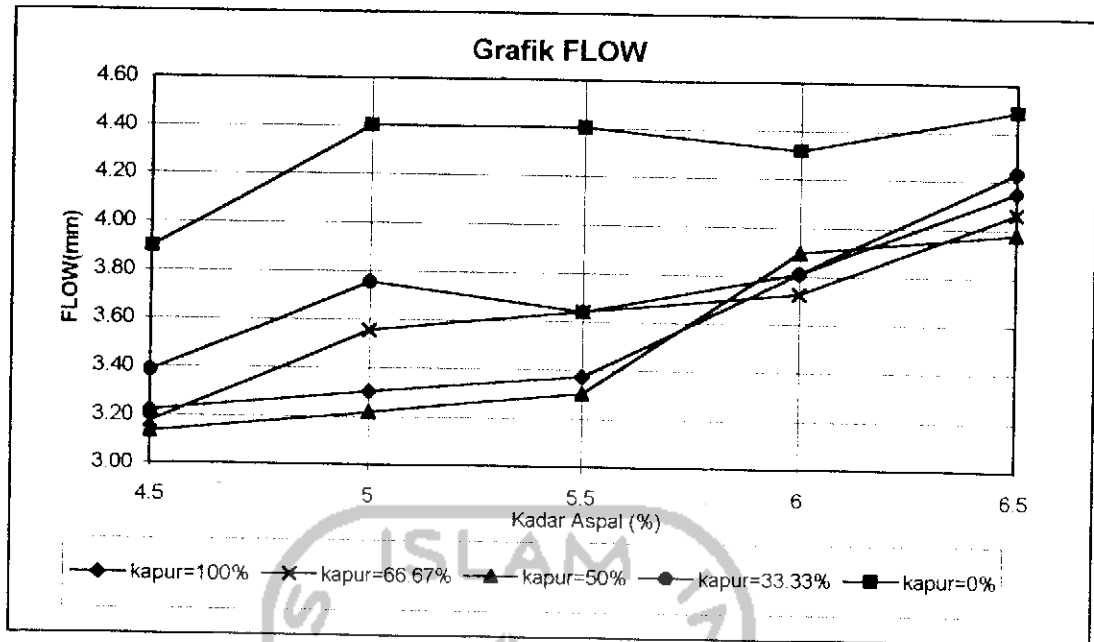


Grafik 6.5. Hubungan antara *Flow* dengan proporsi kapur dalam campuran pada berbagai kadar aspal

Dari grafik 6.5 di atas menunjukkan bahwa dengan bertambahnya kandungan batu kapur akan menyebabkan nilai *flow* cenderung turun tetapi dengan mengabaikan kandungan batu kapur 50% pada pemakaian kadar aspal yang sama.

Pada pengujian Marshall, pengukuran nilai *flow* bersamaan dengan pengukuran nilai stabilitas dan nilai *flow* yang dihasilkan akan berbanding lurus dengan nilai stabilitas atau naiknya nilai stabilitas akan diikuti dengan naiknya nilai *flow* sampai pada nilai dimana stabilitas mulai turun kembali.

Dengan kecenderungan yang terjadi di atas maka faktor yang mempengaruhi nilai *flow* juga sama dengan faktor yang mempengaruhi nilai stabilitasnya. Hal yang



Grafik 6.4. Hubungan kadar aspal dengan nilai *Flow* untuk berbagai proporsi kandungan batu kapur

Dari uji hasil laboratorium terhadap nilai *flow* dapat dilihat pada tabel 6.21 di bawah ini.

Tabel 6.21. Nilai *Flow* Hasil dari Pengujian Marshall (mm)

BK:BP (%)	Kadar Aspal (%)				
	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
100 : 0	3.22	3.302	3.725	3.81	4.15
66.67 : 33.33	3.175	3.556	3.641	3.725	4.064
50 : 50	3.1327	3.217	3.302	3.894	3.979
33.33 : 66.67	3.3867	3.756	3.641	3.81	4.233
0 : 100	3.895	4.403	4.403	4.318	4.487

Keterangan :arsir = memenuhi persyaratan Bina Marga 1983

Gambar hubungan antara *flow* dengan proporsi kapur dalam campuran pada berbagai kadar aspal dapat dilihat pada gambar grafik 6.5 di bawah ini.

mempengaruhi nilai *flow* yaitu daya ikat batu kapur yang kurang baik terhadap aspal bila dibandingkan dengan ikatan batu pecah (lihat lampiran 4).

Permukaan batu kapur yang relatif halus dapat menyebabkan ikatan yang kurang baik terhadap aspal atau lapisan aspalnya menjadi tipis sedangkan batu pecah memiliki permukaan yang relatif lebih kasar sehingga lebih baik dalam mengikat aspal atau aspal akan lebih tebal dalam menyelimuti agregat. Agregat yang lebih kasar juga akan lebih mampu menahan deformasi akibat beban dengan menghasilkan ikatan antar partikel yang lebih kuat atau *interlocking*. Ikatan yang kurang baik antara aspal dan batu kapur ini berpengaruh terhadap turunnya nilai *flow* karena menurunkan *internal friction*.

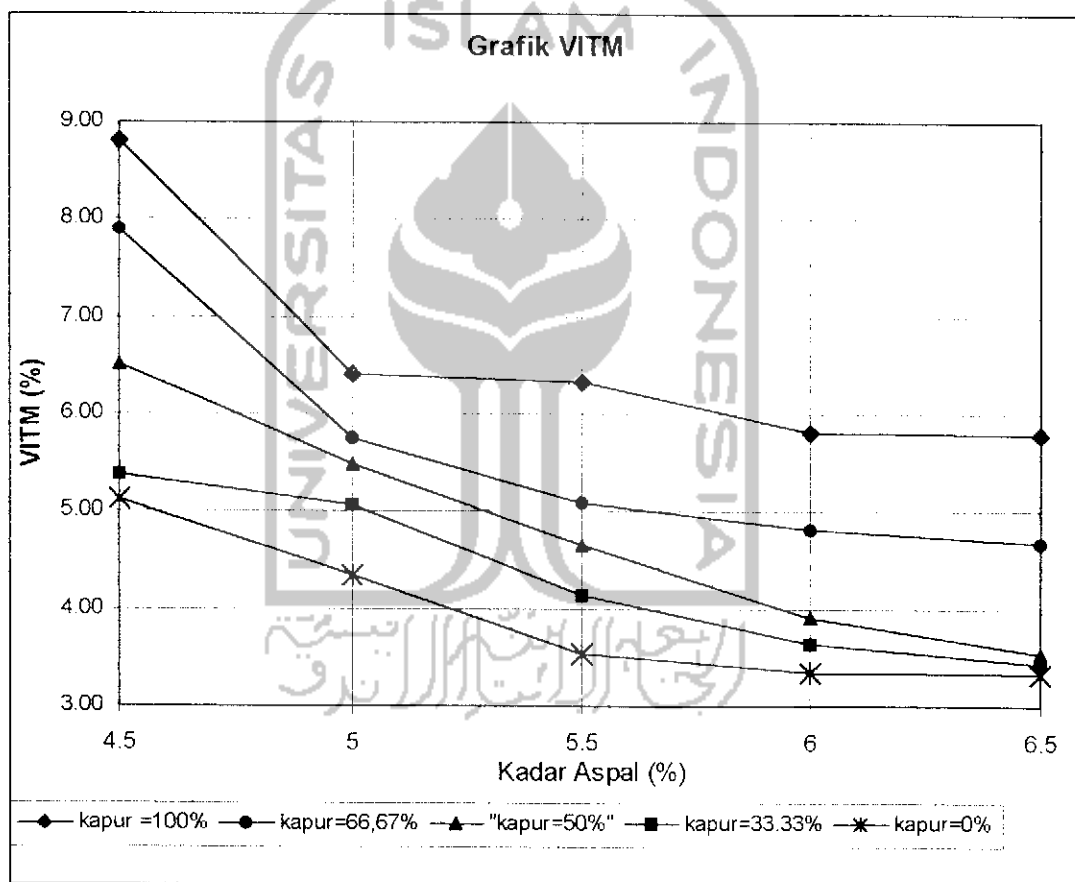
Penurunan nilai *flow* akibat dari penggunaan batu kapur masih dapat menghasilkan *flow* pada nilai yang disyaratkan. Menurut petunjuk pelaksanaan lapis beton dari Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 1987 (SKBI-2.4.26.1987), bahwa nilai *flow* pada beton aspal untuk lalulintas sedang adalah 2 – 4.5 cm.

6.2.3. VITM (Void In The Mix)

VITM adalah banyaknya rongga yang ada pada suatu campuran, yang dipengaruhi oleh gradasi agregat, suhu pemadatan, energi pemadatan dan kadar serta jenis aspal, sehingga faktor yang berpengaruh terhadap besar kecilnya nilai VITM pada penelitian ini adalah kadar aspal dan kekuatan dari agregat penyusunnya. Nilai yang disyaratkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga adalah antara 3% sampai 5%.

Penggunaan kadar aspal yang semakin tinggi akan menurunkan nilai VITM karena dengan penambahan aspal maka rongga-rongga dalam campuran akan semakin terisi aspal.

Gambar hubungan kadar aspal dengan nilai VITM dengan berbagai perbandingan batu kali dan batu putih (batu kapur) dapat dilihat pada Grafik 6.6 di bawah ini.



Grafik 6.6. Hubungan kadar aspal dan nilai VITM untuk berbagai proporsi kandungan batu kapur

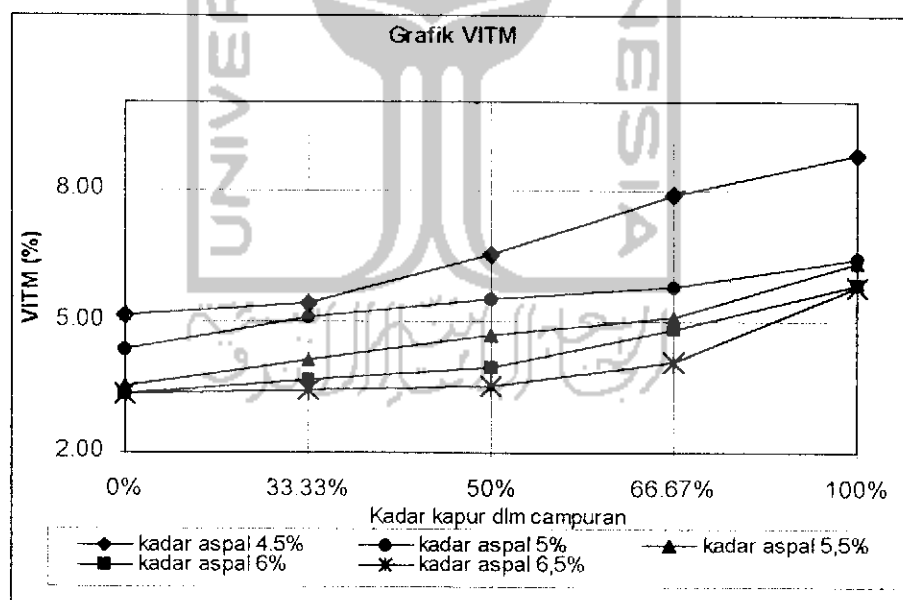
Nilai VITM hasil dari pengujian Marshall dengan berbagai variasi perbandingan batu kapur (Bk) dengan batu pecah (Bp) dapat di lihat pada tabel 6.22. di bawah ini.

Tabel 6.22. Nilai VITM Hasil dari Pengujian Marshall (%)

BK:BP (%)	Kadar Aspal (%)				
	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
100 : 0	8.813	6.41	6.327	5.808	5.7864
66.67 : 33.33	7.903	5.748	5.0833	4.821	4.0678
50 : 50	6.516	5.489	4.665	3.909	3.529
33.33 : 66.67	5.389	5.0765	4.1367	3.6435	3.4373
0 : 100	5.1283	4.353	3.532	3.3463	3.336

Keterangan :arsir = memenuhi persyaratan Bina Marga 1987
terang = tidak memenuhi

Gambar hubungan antara nilai VITM dengan proporsi kapur dalam campuran pada berbagai kadar aspal dapat dilihat pada gambar grafik 6.7 di bawah ini.



Grafik 6.7. Hubungan antara VITM dengan proporsi kapur dalam campuran pada berbagai kadar aspal

Pada grafik 6.7 diatas menunjukkan bahwa bertambahnya kandungan batu kapur maka nilai VITM mempunyai kecenderungan naik dan bertambahnya batu pecah nilai VITM cenderung turun pada penggunaan kadar aspal yang sama.

Penggunaan batu kapur yang semakin bertambah menyebabkan rongga dalam campuran menjadi semakin banyak karena pada batu kapur hanya sebagian kecil yang mengalami degradasi pada butirannya. Kandungan batu kapur yang lebih dominan dalam campuran menyebabkan VITM yang terjadi diatas nilai yang disyaratkan yaitu 3 – 5%. Nilai VITM yang lebih dari 5% kondisi campurannya porous, sedangkan nilai VITM yang kurang dari 3% maka campuran yang ada, dapat terjadi *bleeding*.

Batu kapur mempunyai kekuatan lebih tinggi dibandingkan batu pecah, sehingga terjadinya degradasi menjadi lebih kecil bila dibandingkan batu pecah (lihat lampiran 3 dan grafik 6.1 Degradasi hasil ekstraksi). Degradasi yang terjadi pada batu pecah menyebabkan volume rongga dalam campuran akan lebih kecil dibandingkan dengan campuran yang didominasi oleh batu kapur. Hal ini disebabkan degradasi batu pecah akan mengisi rongga-rongga yang ada. Jadi dengan bertambahnya batu pecah dalam suatu campuran maka akan menyebabkan campuran semakin padat tetapi dapat menyebabkan terjadinya *bleeding* pada kadar aspal yang tinggi.

6.2.4. VFWA (Void Filled With Asphalt)

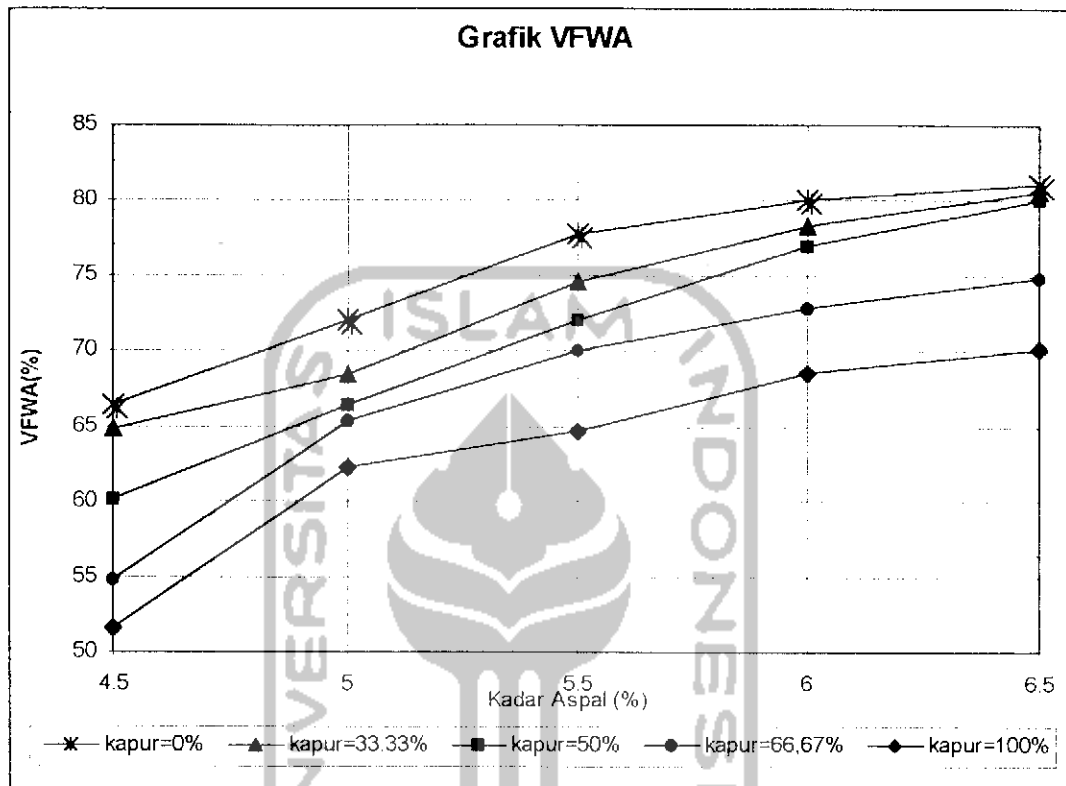
Nilai VFWA menunjukkan besarnya rongga yang terisi oleh aspal yang dinyatakan dalam prosen aspal terhadap rongga. Besarnya nilai VFWA berpengaruh pada kekedapan campuran terhadap udara dan air yang pada akhirnya akan berpengaruh terhadap keawetan suatu perkerasan.

Untuk nilai VFWA yang besar berarti semakin banyak rongga yang terisi oleh aspal sehingga kekedapan campuran terhadap air dan udara menjadi lebih tinggi. Nilai VFWA yang terlalu tinggi akan dapat menyebabkan terjadinya *bleeding* atau naiknya aspal ke permukaan. Hal ini disebabkan karena rongga yang ada terlalu kecil sehingga jika perkerasan menerima beban, terutama pada temperatur yang tinggi dan viskositas aspal turun, maka sebagian aspal akan mencari tempat yang kosong dan jika rongga sudah penuh maka aspal akan naik ke permukaan.

Nilai VFWA yang terlalu kecil menyebabkan kekedapan campuran menjadi berkurang karena banyak rongga yang kosong. Hal tersebut diatas akan memudahkan masuknya udara dan air yang masuk akan melarutkan bagian aspal yang teroksidasi tersebut, sehingga keawetan campuran berkurang.

Kadar aspal berpengaruh pada naik turunnya nilai VFWA, naiknya kadar aspal akan menaikkan pula nilai VFWA atau rongga yang terisi aspal, tetapi naiknya nilai VFWA ada yang masih kurang dari yang disyaratkan dan ada yang sampai melewati nilai yang disyaratkan. Hal ini diantaranya dipengaruhi oleh faktor bentuk, tekstur dari agregat dan variasi campuran batu kapur sangat berpengaruh terhadap nilai VFWA.

Grafik hubungan kadar aspal dengan nilai VFWA dari berbagai perbandingan campuran batu kali dan batu putih (batu kapur), dapat dilihat pada grafik 6.8 dibawah ini.



Grafik 6.8. Hubungan kadar aspal dengan nilai VFWA untuk berbagai proporsi kandungan batu kapur.

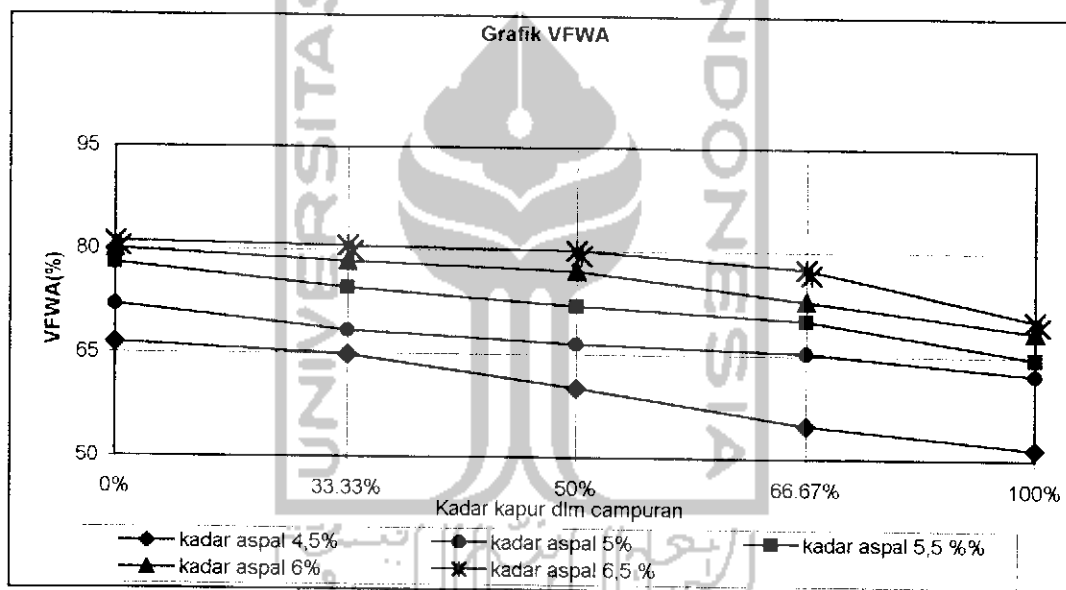
Nilai VFWA hasil dari pengujian Marshall dengan berbagai variasi perbandingan batu kapur (Bk) dengan batu pecah (Bp) dapat dilihat dari tabel 6.23. di bawah ini.

Tabel 6.23. Nilai VFWA Hasil dari Pengujian Marshall (%)

BK:BP (%)	Kadar Aspal (%)				
	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
100 : 0	51.616	62.316	64.722	68.51	70.196
66.67 : 33.33	54.867	65.299	70.0529	72.8259	77.5029
50 : 50	60.100	66.474	71.981	77.006	80.025
33.33 : 66.67	64.8553	68.38275	74.544	78.374	80.5492
0 : 100	66.479	71.9979	77.9979	80.038	81.1874

Keterangan :arsir = memenuhi persyaratan Bina Marga 1983

Gambar hubungan antara nilai VFWA dengan proporsi kapur dalam campuran pada berbagai kadar aspal dapat dilihat pada gambar grafik 6.9 di bawah ini.



Grafik 6.9. Hubungan antara VFWA dengan proporsi kapur dalam campuran pada berbagai kadar aspal

Dari grafik 6.9 di atas menunjukkan bahwa bertambahnya kandungan batu kapur atau berkurangnya kandungan batu pecah akan menyebabkan turunnya nilai VFWA dalam suatu campuran pada penggunaan kadar aspal yang sama.

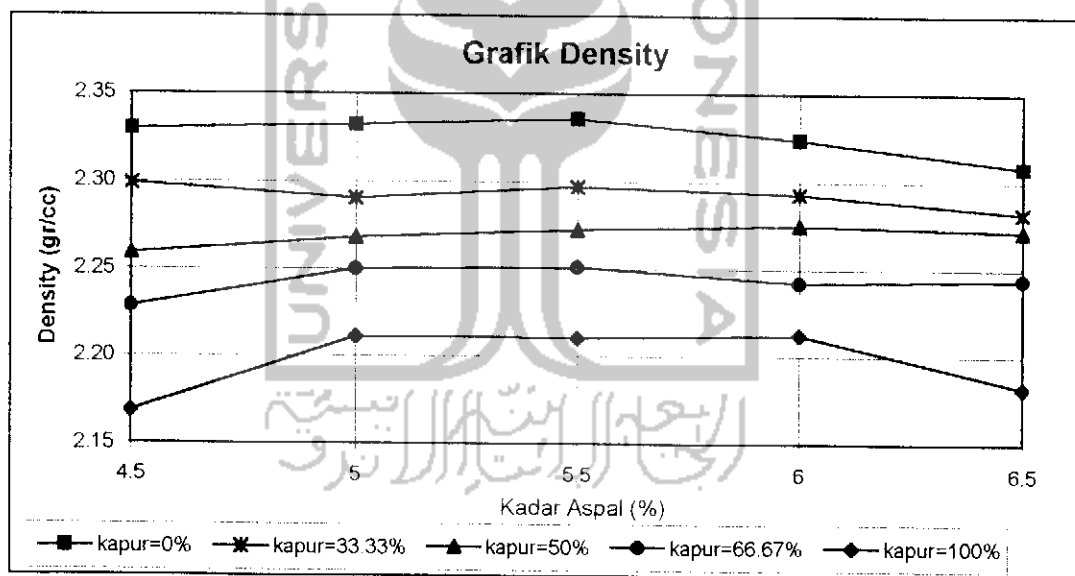
Sifat kekerasan dari batu kapur dapat mempengaruhi nilai VFWA. Hal ini ditunjukkan dengan tingkat abrasi yang lebih kecil jika dibandingkan batu pecah (lihat lampiran 4). Batu kapur yang mempunyai kekerasan lebih tinggi menyebabkan tingkat degradasinya lebih kecil bila dibandingkan batu pecah, atau batu pecah mengalami degradasi yang lebih besar (lihat tabel 6.1). Hasil dari degradasi butiran batu pecah ini akan mengisi rongga-rongga antar agregat sehingga akan menaikkan nilai VFWA dan menurunkan prosentase rongga-rongga dalam campuran.

Persyaratan yang harus dipenuhi VFWA untuk Beton Aspal menurut Bina Marga No 13/1983 ialah antara 75% - 82% dan Bina Marga 1987 tidak ada batasannya. Nilai VFWA yang tidak memenuhi persyaratan BM 1983 dari penelitian diatas hanya pada penggunaan batu kapur 0% (100% agregat batu pecah) dengan pemakaian kadar aspal yang cukup tinggi, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa nilai VFWA yang kurang dari 75% maka akan mengakibatkan kondisi campuran menjadi porous dan bila nilai VFWA lebih dari 82% maka campuran akan dapat berakibat terjadinya *bleeding*.

6.2.5. Nilai *Density*

Nilai *density* (kepadatan) menunjukkan besarnya derajat kepadatan suatu campuran yang telah dipadatkan. Campuran dengan nilai *density* tinggi akan mampu menahan beban yang lebih besar dibandingkan dengan nilai *density*nya rendah. Nilai *density* pada penelitian ini diperoleh dengan melakukan pemadatan/tumbukan pada suhu 140°C terhadap benda uji sebanyak 2 x 50 kali. Nilai *density* lapangan ditetapkan minimum sebesar 96% dari kepadatan laboratorium tersebut. Hal ini dimaksudkan untuk memperoleh kepadatan yang optimum.

Grafik hubungan kadar aspal dengan nilai *density* dari hasil penelitian dapat dilihat pada grafik 6.10 di bawah ini.



Grafik 6.10. Hubungan kadar aspal dengan *Density* untuk berbagai proporsi kandungan batu kapur

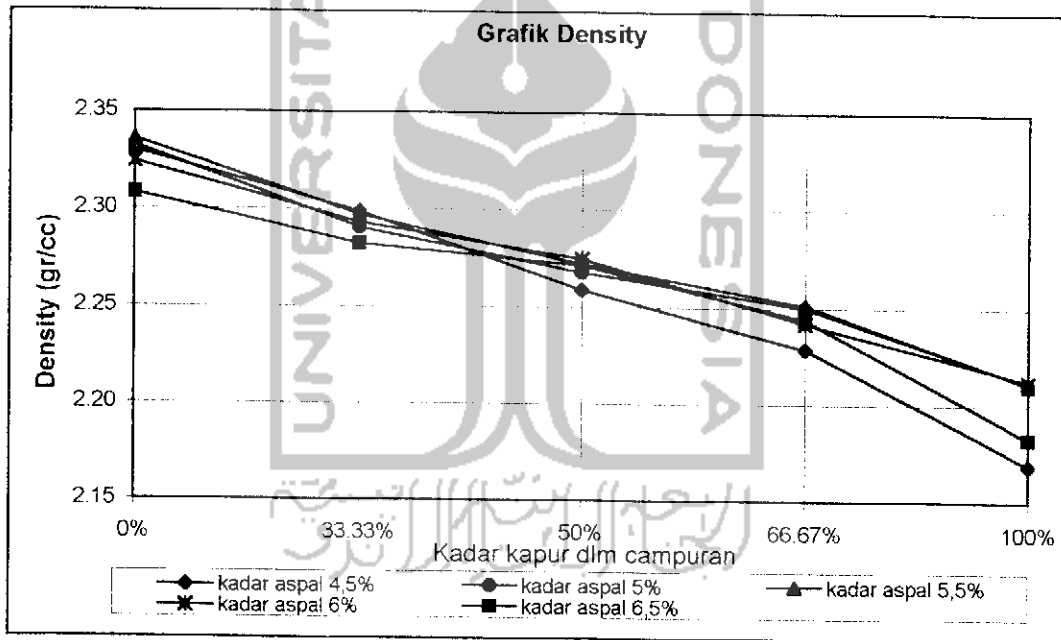
Dari uji hasil laboratorium terhadap nilai *density* dapat dilihat pada tabel 6.24 di bawah ini.

Tabel 6.24. Nilai Density Hasil dari Pengujian Marshall (gr/cc)

BK:BP (%)	Kadar Aspal (%)				
	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
100 : 0	2.1687	2.211	2.2105	2.2122	2.1822
66.67 : 33.33	2.2284	2.2500	2.2510	2.2420	2.2060
50 : 50	2.258763	2.2506	2.272156	2.280511	2.298997
33.33 : 66.67	2.2987	2.2903	2.2971	2.293	2.282
0 : 100	2.3297	2.3322	2.3357	2.324	2.308

Keterangan : asir = memenuhi persyaratan Bina Marga 1987

Gambar hubungan antara nilai *density* dengan proporsi kapur dalam campuran pada berbagai kadar aspal dapat dilihat pada gambar grafik 6.11 di bawah ini.



Grafik 6.11. Hubungan antara *Density* dengan proporsi kapur dalam campuran pada berbagai kadar aspal

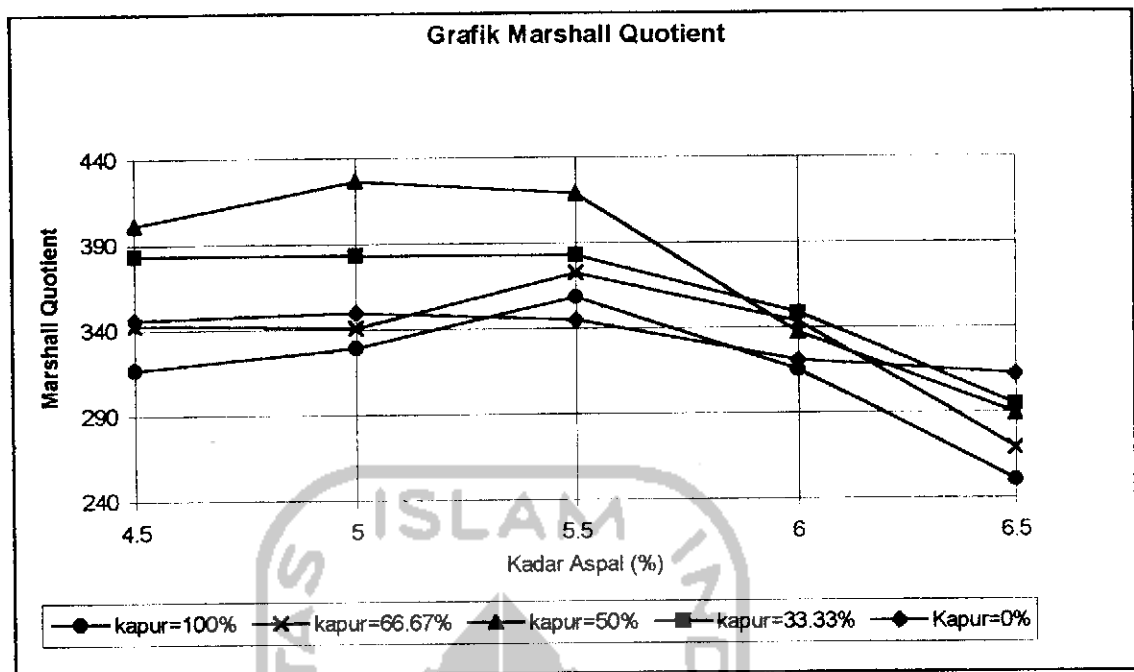
Kadar batu kapur dapat mempengaruhi nilai *density* yang dihasilkan. Pada grafik 6.11 di atas dapat dilihat bahwa dengan naiknya kadar batu kapur dalam campuran maka nilai *density* yang terjadi cenderung menurun. Hal ini disebabkan berat jenis batu kapur lebih kecil dengan batu pecah dan kekuatan batu kapur lebih tinggi daripada batu pecah sehingga dalam proses pemadatan degradasi butiran yang terjadi akan lebih kecil yang kemudian campuran menjadi kurang rapat.

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 menunjukkan bahwa struktur menjadi plastis dan mudah mengalami deformasi.

6.2.6. Marshall Quotient (MQ)

Marshall Quotient merupakan hasil bagi stabilitas dengan kelelehannya, dan digunakan sebagai pendekatan terhadap tingkat kekakuan atau fleksibilitas campuran.

Grafik hubungan kadar aspal dengan *Marshall Quotient* (MQ) dari hasil penelitian dapat dilihat pada grafik 6.12 di bawah ini.



Grafik 6.12. Hubungan kadar aspal dengan *Marshall Quotient* (MQ) untuk berbagai proporsi kandungan batu kapur

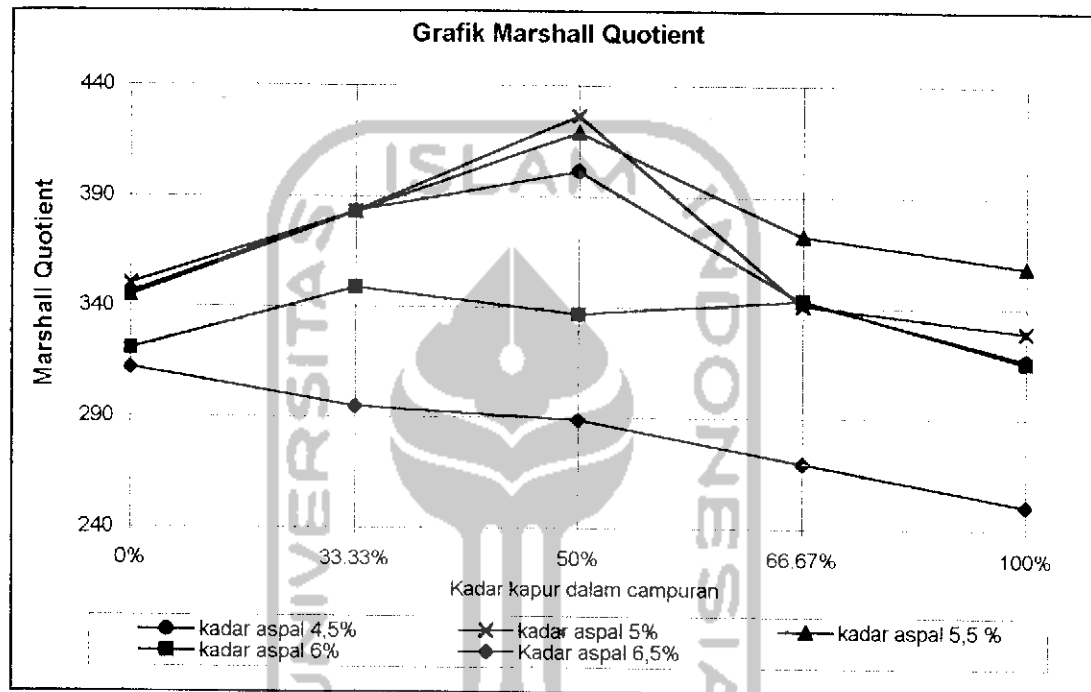
Dari uji hasil laboratorium terhadap nilai MQ dapat dilihat pada tabel 6.25 di bawah ini.

Tabel 6.25. Nilai MQ Hasil dari Pengujian Marshall

BK:BP (%)	Kadar Aspal (%)				
	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
100 : 0	316.924	329.0875	358.1747	315.227	250.442
66.67 : 33.33	342.5385	340.7452	372.211	343.141	269.305
50 : 50	401.222	426.393	418.780	336.699	288.849
33.33 : 66.67	383.1614	383.2015	382.9862	348.617	294.603
0 : 100	345.8814	349.8987	344.557	320.623	312.318

Keterangan :arsir = memenuhi persyaratan Bina Marga 1987

Persyaratan yang harus dipenuhi MQ untuk Beton Aspal menurut Bina Marga 1987 ialah antara (200 – 350) Kg/mm dan Bina Marga 1983 tidak ada batasannya. Gambar hubungan antara nilai Marshall Quotient dengan proporsi kapur dalam campuran pada berbagai kadar aspal dapat dilihat pada gambar grafik 6.13 di bawah ini.



Grafik 6.13. Hubungan antara Marshall Quotient dengan proporsi kapur dalam campuran pada berbagai kadar aspal

Pada grafik 6.13 di atas menunjukkan bahwa bertambahnya kandungan kapur dalam campuran akan terjadi kecenderungan menurunnya nilai Marshall Quotient pada pemakaian kadar aspal yang sama.

Nilai Marshall Quotient merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan nilai *flow* pada kadar aspal yang sama. Terjadinya penurunan diatas karena prosentase

penurunan satabilitas lebih besar bila dibandingkan dengan prosentase penurunan pada *flow*-nya.

Nilai *Marshall Quotient* paling tinggi yang berarti stabilitas tinggi dengan *flow* rendah, struktur ini akan mempunyai kekakuan yang tinggi dan flesibilitasnya rendah dan nilai *Marshall Quotient* paling rendah yang berarti juga stabilitas rendah dengan *flow* tinggi, struktur ini akan mempunyai sifat terlalu plastis dan mudah mengalami deformasi.

6.2.7. Kadar Aspal Optimum

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis perbandingan hasil dengan spesifikasi beton aspal, maka untuk menentukan kadar aspal optimum didasarkan pada 2 (tiga) kriteria yaitu :

1. Penentuan kadar aspal optimum berdasarkan Bina Marga 1983 pada penelitian ini dapat digunakan, tetapi hanya pada komposisi batu kapur (Bk) : batu pecah (Bp) = 0% : 100%, Bk : Bp = 33.33% : 66.67%, Bk : Bp = 66.67% : 33.33%, dan Bk : Bp = 50% : 50% dapat memenuhi semua persyaratan, untuk komposisi Bk : Bp = 0% : 100%, ada sebagian dari nilai Marshallnya yang tidak memenuhi nilai yang disyaratkan.
2. Penentuan kadar aspal optimum berdasarkan Bina Marga 1987 pada penelitian ini dapat digunakan, tetapi hanya pada komposisi batu kapur (Bk) : batu pecah (Bp) = 0% : 100%, Bk : Bp = 33.33% : 66.67%, Bk : Bp = 66.67% : 33.33%, dan Bk : Bp = 50% : 50% dapat memenuhi semua persyaratan.

Kadar aspal optimum dalam penelitian ini diambil berdasarkan persyaratan Bina Marga 1983 dan Bina Marga 1987.

6.2.8. Pengujian Rendaman atau *Immersion Test*

Pada pengujian *Immersion* ini campuran yang digunakan komposisi agregat batu kapur : batu pecah = 33.33% : 66.67% dengan kadar aspal 6,25%. Hal ini dilakukan karena komposisi ini dapat memenuhi persyaratan Bina Marga 1983 dan Bina Marga 1987.

Tujuan pengujian *Immersion* ialah untuk membandingkan nilai stabilitas antara campuran yang direndam selama 30 menit dengan nilai stabilitas campuran yang direndam selama 24 jam pada suhu 60°C yang mempunyai komposisi agregat dan kadar aspal yang sama.

Beton aspal yang direndam pada suhu 60° selama 24 jam akan merubah karakteristik dari beton aspal itu sendiri akibat pengaruh air, suhu dan lama perendaman. Menurut peraturan Bina Marga SKBI – 2.4.26. 1987 *index of retained strength* atau indeks tahanan kekuatan minimal ialah 75%.

Dari hasil penelitian pengujian *Immersion* menghasilkan nilai stabilitas (S2) sebesar 1275, 67 Kg dan pengujian Marshall standart menghasilkan nilai stabilitas (S1) sebesar 1598,02 Kg.

Hasil perhitungan indeks tahanan campuran aspal atau *index of retained strength*

$$\begin{aligned} &= \frac{S_2}{S_1} \times 100\% \\ &= \frac{1275.67}{1598.02} \times 100\% \\ &= 79,828 \% > 75 \% \end{aligned}$$

Indeks tahanan kekuatan lebih dari 75 %, maka dapat dikatakan campuran tersebut memiliki tahanan kekuatan yang cukup memuaskan dari kerusakan oleh pengaruh air, suhu, dan cuaca.



BAB VII

PENUTUP

7.1. Kesimpulan

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

1. Nilai stabilitas cenderung menurun seiring dengan naiknya kadar batu kapur dalam campuran, tetapi turunnya nilai stabilitas akibat penggunaan batu kapur masih dapat menghasilkan nilai stabilitas diatas syarat minimumnya.. Nilai stabilitas tertinggi dari berbagai variasi komposisi batu pecah (Bp) dan batu kapur (Bk) dicapai pada campuran agregat Bp:Bk = 100% :0% (1540.604 Kg) dengan kadar aspal 5%. Dari penelitian yang dilakukan, didapat campuran agregat yang ekonomis dan memenuhi persyaratan yaitu pada campuran agregat Bp : Bk = 66.67% : 33.33% yang mempunyai nilai stabilitas tertinggi pada kadar aspal optimum 6,25% (1598,02 Kg).
2. Nilai VITM cenderung naik dengan bertambahnya kadar kapur yang digunakan dalam campuran pada pemakaian kadar aspal yang sama dan nilai VITM semakin menurun seiring dengan bertambahnya kadar aspal.Campuran yang dapat

dapat memenuhi persyaratan VITM hanya pada campuran dengan perbandingan batu kapur (Bk) : batu pecah (Bp) = 0% : 100% untuk kadar aspal 5% - 6,5%, Bk:Bp = 66.67%:33.33% untuk kadar aspal 6 % dan 6,5%, Bk:Bp = 50%:50% untuk kadar aspal 5,5 % - 6,5% dan Bk:Bp = 33.33%:66.67% pada kadar aspal 5,5%, 6% dan 6,5%.

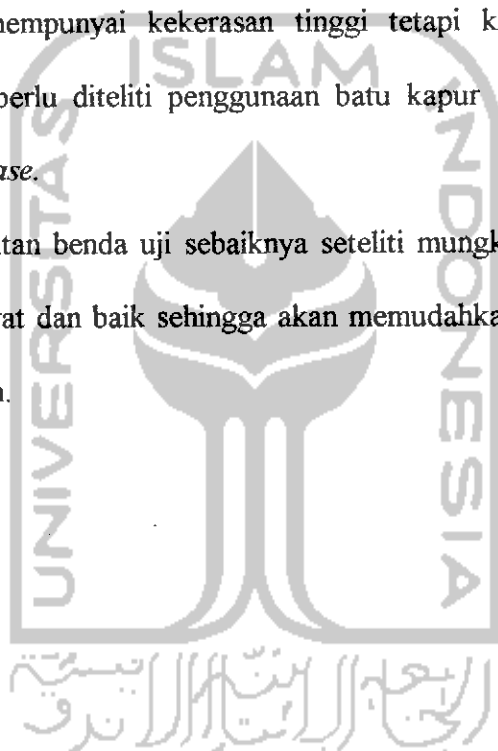
3. Nilai VFWA cenderung turun dengan bertambahnya kadar batu kapur dalam campuran pada penggunaan kadar aspal yang sama dan faktor lainnya yaitu kadar aspal yang digunakan. Campuran yang dapat memenuhi persyaratan VFWA hanya pada campuran dengan perbandingan batu kapur : batu pecah = 0% : 100% kadar aspal 5,5% - 6,5% , Bk : Bp = 33.33% : 66.67% dengan kadar aspal 5.5%, 6% dan 6,5%. Bk:Bp = 66.67%:33.33% untuk kadar aspal 6,5%, Bk:Bp = 50%:50% untuk kadar aspal 6 % - 6,5%
4. Nilai *flow* dari semua variasi perbandingan batu kapur dan batu pecah dapat memenuhi persyaratan Bina Marga 1987. Nilai *flow* cenderung akan turun dengan dengan bertambahnya kadar batu kapur dalam campuran. Kadar aspal yang digunakan juga berpengaruh dalam naik dan turunnya nilai *flow*, yaitu semakin banyak kadar aspal maka akan menaikkan nilai *flow*.
5. Nilai *Marshall Quotient* untuk semua variasi campuran memenuhi persyaratan, kecuali pada variasi campuran Bk:Bp= 50% : 50% dan Bk:Bp= 33.33% : 66.67% pada kadar aspal yang sama yaitu 4,5%, 5%, dan 5,5% juga pada variasi campuran Bk:Bp= 66.67% : 33.33%. Nilai QM yang terlalu besar menyebabkan campuran bersifat getas, karena stabilitas tinggi sedang flow rendah. Sedangkan

nilai QM yang terlalu rendah menyebabkan campuran bersifat plastis akibat stabilitas rendah, sedang nilai flownya besar.

6. Berkurangnya penggunaan batu kapur dalam campuran tersebut akan menaikkan nilai *density*. Nilai *density* untuk semua variasi komposisi batu kapur : batu pecah dalam campuran dengan berbagai variasi kadar aspal dapat memenuhi persyaratan. Nilai *density* maksimum tercapai pada komposisi batu kapur : batu pecah = 0% : 100% untuk kadar aspal 5.5% (2,3357 gr/cc). Nilai *density* minimum tercapai pada komposisi batu kapur : batu pecah = 100% : 0% untuk kadar aspal 4,5% (2,1687 gr/cc).
7. Pada pengujian Ektrasi didapatkan degradasi semakin besar seiring dengan berkurangnya kadar kapur dalam campuran dan kandungan bahan ikat atau aspal nilainya masih mendekati kadar aspal yang digunakan dan gradasi agregat yang dihasilkan masih memenuhi persyaratan *job mix formula* yang digunakan.
8. Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan komposisi 66.667% batu kapur dan 33.33% batu pecah. Hasil tersebut adalah komposisi yang paling ekonomis dan aman (masih memenuhi persyaratan yang ditentukan oleh Bina Marga 1983 dan Bina Marga 1987).

7.2. SARAN

1. Perlu dilakukan pengujian dengan menggunakan bahan yang sama pada konstruksi yang lain agar didapatkan suatu campuran yang lebih ekonomis.
2. Disamping itu perlu dilakukan penelitian terhadap penggunaan batu kapur sebagai bahan agregat untuk aspal beton di lapangan, sehingga tidak terbatas hanya pada penelitian Laboratorium saja.
3. Batu kapur mempunyai kekerasan tinggi tetapi keuletannya terhadap aspal kurang maka perlu diteliti penggunaan batu kapur sebagai agregat pada lapis pondasi atau *base*.
4. Dalam pembuatan benda uji sebaiknya seleliti mungkin agar dapat menghasilkan data yang akurat dan baik sehingga akan memudahkan dalam proses pembahasan dan kesimpulan.



DAFTAR PUSTAKA

1. _____, **ASPHALT TECHNOLOGY AND CONSTRUCTION PRACTICES**, Educational Series No.1 (ES-1), Second Edition, The Asphalt Institute, USA, 1987.
2. _____, **PANDUAN PRAKTIKUM JALAN RAYA IV**, Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. _____, **PETUNJUK PELAKSANAAN LAPIS ASPAL BETON (LASTON) NO 13/PT/B/1983**, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, 1983.
4. _____, **PETUNJUK PELAKSANAAN ASPAL BETON (LASTON) UNTUK JALAN RAYA SKBI-2.4.26.1987**, Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Badan Penerbit P.U, Jakarta, 1987.
5. _____, **PETUNJUK PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN LENTUR DENGAN METODE ANALISA KOMPONEN SKBI-2.3.26.1987**, Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Badan Penerbit P.U, Jakarta, 1987.
6. _____, **PRINCIPLES OF CONSTRUCTION OF HOT MIX ASPHALT PAVEMENT**, Manual Series No.22 (MS-22), The Asphalt Institute, U.S.A, 1983.
7. _____, **RINGKASAN PEKERJAAN PEMETAAN SEMI MIKRO BAHAN GALIAN GOLONGAN C DI KECAMATAN PATUK, PLAYEN, DAN PANGGANG KABUPATEN DATI II GUNUNG KIDUL PROPINSI DIY TH ANGGARAN 1994/1995 (SBBP-UPD)**, DINAS PERTAMBANGAN PROPINSI DIY, Yogyakarta, 1994.
8. Mujiono, **PENGGUNAAN BATU KAPUR DARI DAERAH GUNUNG GAMPING KAB. SLEMAN SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR PADA KONSTRUKSI HRS**, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil FT.UGM, Yogyakarta, 1997.

9. Robert,F.L, Kandhal, P.S., **HOT MIX ASPHALT MATERIAL MIXTURE DESIGN AND CONSTRUCTION**, NAPA, Education Foundation, Lanham, Mariland, 1991.
10. Sudarsono, D.U, **RENCANA CAMPURAN (MIX DESIGN)**, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta, 1987.
11. Sukirman,S, **PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA**, Nova, Bandung1995.
12. Sentosa,H., **PENGGUNAAN BATU KAPUR DARI DAERAH GUNUNG GAMPING KAB. SLEMAN SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR PADA KONSTRUKSI BETON ASPAL**, Tugas Akhir,Jurusan Teknik Sipil FT.UGM,Yogyakarta, 1997.
13. Tarmuji, **PENGGUNAAN BATU KAPUR DARI DESA JIMBUNG KEC.KALIKOTES KAB. KLATEN SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR PADA KONSTRUKSI BETON ASPAL**, Tugas Akhir,Jurusan Teknik Sipil FT.UGM,Yogyakarta, 1997.





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 : Panggang (Gunung Kidul) dan Clereng Kulon Progo

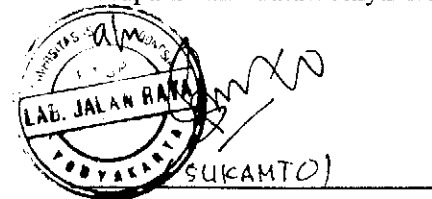
Jenis Contoh : Batu kapur dan Batu pecah

Diperiksa tgl : 17 Februari 2000

KETERANGAN	BENDA UJI	
	Batu Kapur	Batu pecah
BERAT BENDA UJI DALAM KEADAAN BASAH JENUH (SSD) → (BJ)	1514	1508
BERAT BENDA UJI DIDALAM AIR —————→ (BA)	913	934
BERAT SAMPEL KERING OVEN (BK)	1483	1474
BERAT JENIS BULK = BK / (BJ-BA)	2,467	2,568
BERAT SSD = BJ / (BJ-BA)	2,5191	2,627
BJ SEMU = BK / (BK-BA)	2,602	2,729
PENYERAPAN = ((BJ-BK)/BK) x 100 %	2,09	2,306

Yogyakarta, 17 februari 2000

Kepala Lab. Jalan Raya UII





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 : Panggang (Gunung Kidul) dan Clereng Kulon Progo

Jenis Contoh : Batu kapur dan Batu pecah

Diperiksa tgl : 18 Februari 2000

KETERANGAN	BENDA UJI	
	Batu Kapur	Batu pecah
BERAT BENDA UJI DALAM KEADAAN BASAH JENUH (SSD)	500	500
BERAT VICNOMETER + AIR (B)	666	670
BERAT VICNOMETER +AIR + BENDA UJI (BT)	985	994
BERAT SAMPEL KERING OVEN (BK)	489	487
BERAT JENIS BULK = $BK / (B+500-BT)$	2,701	2,767
BERAT SSD = $500 / (B+500-BT)$	2,762	2,841
BJ SEMU = $BK / (B+BK-BT)$	2,876	2,987
PENYERAPAN = $((500-BK)/BK) \times 100 \%$	2,25	2,669

Yogyakarta, 18 februari 2000

a/ Kepala Lab. Jalan Raya UII





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 T 96 - 77

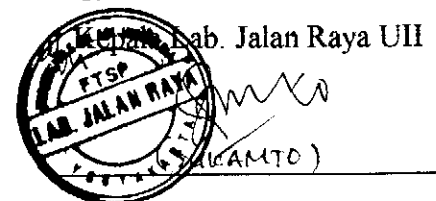
Contoh dari : Panggang (Gunung Kidul) dan Clereng Kulon Progo

Jenis Contoh : Batu kapur dan Batu pecah

Diperiksa tgl : 17 Februari 2000

JENIS AGREGAT		BENDA UJI	
SARINGAN		Batu Pecah	Batu Kapur
LOLOS	TERTAHAN		
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 gr	2500 gr
12.5 mm (0.5")	09.5 mm (3/8")	2500 gr	2500 gr
09.5 mm (3/8")	06.3 mm (1/4")		
06.3 mm (1/4")	4.75 mm (No.4)		
4.75 mm (No.4)	2.36 mm (No.8)		
JUMLAH BENDA UJI (A)		5000 gr	5000 gr
JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12 (B)		3467.5 gr	3648
$KEAUSAN = \frac{(A-B)}{A} \times 100\%$		30.65 %	27.04 %

Yogyakarta, 17 Februari 2000





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

PEMERIKSAAN
KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPHAL

Contoh dari : Panggang (Gunung Kidul) dan Clereng Kulon Progo

Jenis Contoh : Batu kapur dan Batu pecah

Diperiksa tgl : 17 Februari 2000

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU	
		Batu Kapur	Batu Pecah
MULAI PEMANASAN	150°C	13.18	13.30
SELESAI PEMANASAN	150°C	13.28	13.40
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG			
MULAI		13.30	13.41
SELESAI		08.00	08.00
DIPERIKSA			
MULAI		08.05	08.05
SELESAI		08.10	08.10

HASIL PENGAMATAN

BENDA UJI	PROSEN YANG DISELIMUTI OLEH ASPHAL
Batu Kapur	99 %
Batu Pecah	100 %

Yogyakarta, 17 Februari 2000
 Kepala Lab. Jalan Raya UII



(SUKAMTO)



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

SAND EQUIVALENT DATA

AASHTO T 176 – 73

Contoh dari : Panggang (Gunung Kidul) dan Clereng Kulon Progo

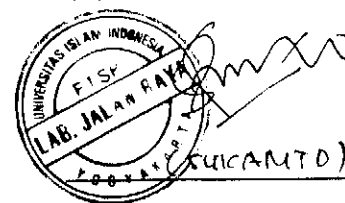
Jenis Contoh : Batu kapur dan Batu pecah

Diperiksa tgl : 19 Februari 2000

TRIAL NUMBER		1/Kapur	2	3/Pecah	4
Seaking (10.1 Min)	Start	8.45	8.45	9.30	9.30
	Stop	8.55	8.55	9.40	9.40
Sedimentation Test (20 Min – 15 Sec)	Start	8.55	8.55	9.40	9.40
	Stop	9.15	9.15	10.00	10.00
Clay Reading		5	5.3	4.7	4.5
Sand Reading		3.4	3.3	3.2	3.25
$SE = \frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100$		68	62	68	72
Average Sand Equivalent		65		70	

Yogyakarta, 19 Februari 2000

Kepala Lab. Jalan Raya UII





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

PEMERIKSAAN BERAT JENIS ASPHAL

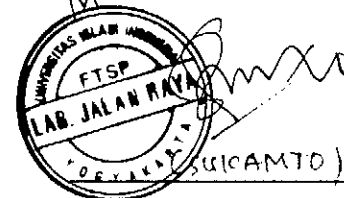
Contoh dari : Lab. Jalan Raya FTSP UII

Jenis Contoh : AC 60-70

Diperiksa tgl : 18 Februari 2000

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat
1.	Berat vicnometer	27,0 gr
2.	Berat vicnometer	76,27 gr
3.	Berat air (2 - 1)	49,27 gr
4.	Berat vicnometer + Asphal	28,95 gr
5.	Berat Asphal (4 - 1)	1,95 gr
6.	Berat vicnometer + Asphal + Aquadest	76,35 gr
7.	Berat airnya saja (6 - 4)	47,4 gr
8.	Volume Asphal (3 - 7)	1,87 gr
9.	Berat Jenis Asphal : berat/vol (5 / 8)	1,043

Yogyakarta, 18 February 2000
 Kepala Lab. Jalan Raya UII





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

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPHAL

Contoh dari : Lab. Jalan Raya FTSP UII

Jenis Contoh : AC 60-70

Diperiksa tgl : 18 Februari 2000

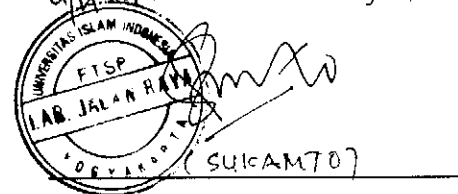
PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	25°C	11.30
SELESAI PEMANASAN	150°C	11.35
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	150°C	11.35
SELESAI	25°C	13.20
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25°C)		
MULAI	25°C	13.20
SELESAI	25°C	14.15
DIPERIKSA		
MULAI		10.00
SELESAI		10.15

HASIL PENGAMATAN

No	CAWAN (I)	CAWAN (II)	KETERANGAN
1.	67	61	
2.	63	63	
3.	69	61	
4.	66	69	
5.	59	65	

Yogyakarta, 18 February 2000

a/ Kepala Lab. Jalan Raya UII





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

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPHAL

Contoh dari : Lab. Jalan Raya FTSP UII

Jenis Contoh : AC 60-70

Diperiksa tgl : 18 Februari 2000

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	25°C	11.30
SELESAI PEMANASAN	150°C	11.35
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	150°C	11.35
SELESAI	28°C	13.20
DIPERIKSA		
MULAI	5°C	15.25
SELESAI	5.5°C	15.45

HASIL PENGAMATAN

NO	SUHU YANG DIAMATI	WAKTU (DETIK)		TITIK LEMBEK	
		I	II	I	II
1.	5	0	0	51,5°C	51°C
2.	10	183	183		
3.	15	70	70		
4.	20	45	45		
5.	25	81	81		
6.	30	72	72		
7.	35	67	67		
8.	40	73	73		
9.	45	105	105		
10.	50	95	95		
11.	55	27	27		

Yogyakarta, 18 Februari 2000

a/ Kepala Lab. Jalan Raya UII



(Signature)
 (SUKAMTO)



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

PEMERIKSAAN
TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPHAL

Contoh dari : Lab. Jalan Raya FTSP UII

Jenis Contoh : AC 60-70

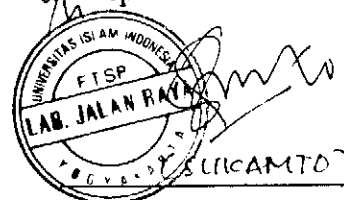
Diperiksa tgl : 18 Februari 2000

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	25°C	11.30
SELESAI PEMANASAN	150°C	11.35
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	25°C	11.35
SELESAI	28°C	13.20
DIPERIKSA		
MULAI	28°C	14.34
SELESAI	360°C	15.10

HASIL PENGAMATAN

CAWAN	TITIK NYALA	TITIK BAKAR
I	335°C	360°C

Yogyakarta, 18 Februari 2000
 Kepala Lab. Jalan Raya UII





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

PEMERIKSAAN
DAKTILITAS (DUCTILITY) / RESIDUE

Contoh dari : Lab. Jalan Raya FTSP UII

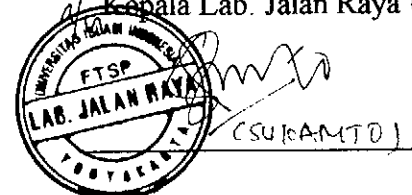
Jenis Contoh : AC 60-70

Diperiksa tgl : 18 Februari 2000

Persiapan benda uji	Contoh dipanaskan	15 menit	Pembacaan suhu oven $\pm 135^{\circ}\text{C}$
Mendinginkan benda uji	Didiamkan pada Suhu ruang	60 menit	
Perendaman benda uji	Direndam dalam Water Bath pada Suhu 25°C	60 menit	Pembacaan suhu \pm Water Bath 135°C
Periksaan	Daktilitas pd 25°C 5 cm per menit	20 menit	Pembacaan suhu alat $\pm 25^{\circ}\text{C}$

DAKTILITAS pada 25°C 5 cm per menit	Pembacaan Pengukur Pada alat
Pengamatan I	117
Pengamatan II	150
Rata-rata (I + II)	133,5 cm

Yogyakarta, 18 Februari 2000
 Kepala Lab. Jalan Raya UII





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

PEMERIKSAAN
KELARUTAN DALAM CCL₄
(SOLUBILITY)

Contoh dari : Lab. Jalan Raya FTSP UII

Jenis Contoh : AC 60-70

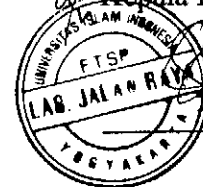
Diperiksa tgl : 17 Februari 2000

Pembukaan contoh	<u>DIPANASKAN</u>	Pembacaan Waktu	Pembacaan Suhu
	Mulai Jam		
	Selesai Jam		
<u>PEMERIKSAAN</u>			
1. Penimbangan	Mulai 11.00		
2. Pelarutan	Mulai 13.00		
3. Penyaringan	Mulai 13.03		
	Selesai 13.05		
4. Di Oven	Mulai 13.07		
5. Penimbangan	Selesai 13.12		

1. Berat botol Erlenmeyer kosong	= 74,18gr
2. Berat Erlenmeyer + aspal	= 76,18 gr
3. Berat aspal (2 - 1)	= 2 gr
4. Berat kertas saring bersih	= 0,6 gr
5. Berat kertas saring + endapan	= 0,61 gr
6. Berat endapannya saja (5 - 4)	= 0,01 gr
7. Persentase endapan (6/3) x 100%	= 0,5 %
8. Bitumen yang larut (100% - 7)	= 99,5 %

Yogyakarta . 17 Februari 2000

Kepala Lab. Jalan Raya UII



(SUKAMTO)



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

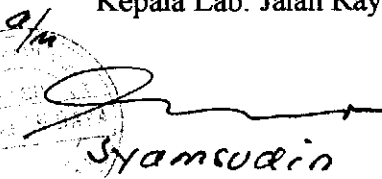
EKSTRAKSI ASPAL

Nama Contoh : Bk: Bp = 0 %: 100%

1. Berat BOWL EXTRAKTOR	: 1050	Gr
2. Berat contoh aspal beton	: 1154	gr
3. Berat BOWL EXTRAKTOR + contoh aspal beton	: 2204	gr
4. Berat batuan terekstraksi	: 1070	gr
5. Berat kertas filter bersih	: 12.65	gr
6. Berat kertas filter dan mineral	: 14.25	gr
7. Berat mineral yang terlarut yang menempel endapan (6-5) pada kertas filter	: 1.60	gr
8. Berat tempat kosong untuk menampung endapan	: 168	gr
9. Berat tempat + endapan	: 181	gr
10. Berat endapan (9-8)	: 13	gr
11. <i>Kadar Bitumen</i> = $\frac{2 - (4 + 7 + 10)}{2} \times 100\%$	6.01	%

GRADASI AGREGAT SETELAH EKSTRAKSI										
UKURAN SARINGAN	½"	3/8"	No.4	No.8	No.30	No.50	No.100	No.200	Pan	
Berat Tertahan (%)	9.86	12.16	22.28	16.29	19.00	5.09	5.63	2.27	7.40	
Spec Berat Tertahan (%)	12.50	15.00	27.50	17.50	11.50	5.00	3.00	3.00	5.00	
KUMULATIF	Berat tertahan	106.95	238.86	480.56	657.28	863.37	918.62	979.65	1004.3	1084.6
	% Tertahan	9.86	22.02	44.31	60.60	79.60	84.70	90.32	92.60	100
	% Lewat	90.14	77.98	55.69	39.40	20.40	15.30	9.68	7.4	0
Spec % lewat	87.5	72.5	45	27.5	16	11	8	5	0	

Yogyakarta, 13 Maret 2000
 Kepala Lab. Jalan Raya


Syamsudin



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

EKSTRAKSI ASPAL

Nama Contoh : Bk:Bp = 33.33%:66.67%


11. Berat BOWL EXTRAKTOR	: 1050	Gr
12. Berat contoh aspal beton	: 1155	gr
13. Berat BOWL EXTRAKTOR + contoh aspal beton	: 2205	gr
14. Berat batuan terekstraksi	: 1071	gr
15. Berat kertas filter bersih	: 13	gr
16. Berat kertas filter dan mineral	: 15	gr
17. Berat mineral yang terlarut yang menempel endapan (6-5) pada kertas filter	: 2	gr
18. Berat tempat kosong untuk menampung endapan	: 172	gr
19. Berat tempat + endapan	: 181	gr
20. Berat endapan (9-8)	: 9	gr

$$11. \text{Kadar Bitumen} = \frac{2 - (4 + 7 + 10)}{2} \times 100\% = 6.32 \%$$

GRADASI AGREGAT SETELAH EKSTRAKSI										
UKURAN SARINGAN	½"	3/8"	No.4	No.8	No.30	No.50	No.100	No.200	Pan	
Berat Tertahan (%)	10.43	13.48	25.96	14.65	16.27	4.62	5.12	2.53	6.94	
Spec Berat Tertahan (%)	12.50	15.00	27.50	17.50	11.50	5.00	3.00	3.00	5.00	
KUMULATIF	Berat tertahan	112.88	258.68	539.61	698.11	874.16	924.11	979.51	1006.91	1082
	% Tertahan	10.43	23.91	49.87	64.52	80.79	85.41	90.53	93.06	100
	% Lewat	89.57	76.09	50.13	35.48	19.21	14.59	9.47	6.94	0
Spec % lewat	87.5	72.5	45	27.5	16	11	8	5	0	

Yogyakarta, 13 Maret 2000

Kepala Lab. Jalan Raya


Syamsudin



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

EKSTRAKSI ASPAL

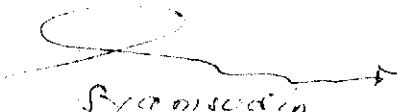
Nama Contoh : Bk:Bp = 66.67%:33.33%

21. Berat BOWL EXTRAKTOR	: 1050	Gr
22. Berat contoh aspal beton	: 1160	gr
23. Berat BOWL EXTRAKTOR + contoh aspal beton	: 2210	gr
24. Berat batuan terekstraksi	: 1059	gr
25. Berat kertas filter bersih	: 12.55	gr
26. Berat kertas filter dan mineral	: 14.81	gr
27. Berat mineral yang terlarut yang menempel endapan (6-5) pada kertas filter	: 2.26	gr
28. Berat tempat kosong untuk menampung endapan	: 319	gr
29. Berat tempat + endapan	: 345	gr
30. Berat endapan (9-8)	: 26	gr

$$11. \text{Kadar Bitumen} = \frac{2 - (4 + 7 + 10)}{2} \times 100\% = 6.27 \%$$

GRADASI AGREGAT SETELAH EKSTRAKSI										
UKURAN SARINGAN	½"	3/8"	No.4	No.8	No.30	No.50	No.100	No.200	Pan	
Berat Tertahan (%)	10.85	12.60	26.34	16.31	16.42	5.14	3.94	1.60	6.80	
Spec Berat Tertahan (%)	12.50	15.00	27.50	17.50	11.50	5.00	3.00	3.00	5.00	
KUMULATIF	Berat tertahan	118.0	255	541.35	658.68	837.18	893.1	935.93	953.28	1027.26
	% Tertahan	10.85	23.45	49.79	66.10	82.52	87.66	91.60	93.20	100
	% Lewat	89.15	76.55	50.21	33.9	17.48	12.34	8.4	6.8	0
Spec % lewat	87.5	72.5	45	27.5	16	11	8	5	0	

Yogyakarta, 13 Maret 2000
 Kepala Lab. Jalan Raya


Syarifuddin



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

EKSTRAKSI ASPAL

Nama Contoh : Bk:Bp = 100%:0%

31. Berat BOWL EXTRAKTOR	: 1050	Gr
32. Berat contoh aspal beton	: 1161	gr
33. Berat BOWL EXTRAKTOR + contoh aspal beton	: 2211	gr
34. Berat batuan terekstraksi	: 1064	gr
35. Berat kertas filter bersih	: 12.34	gr
36. Berat kertas filter dan mineral	: 14.25	gr
37. Berat mineral yang terlarut yang menempel endapan (6-5) pada kertas filter	: 1.91	gr
38. Berat tempat kosong untuk menampung endapan	: 170	gr
39. Berat tempat + endapan	: 193	gr
40. Berat endapan (9-8)	: 23	gr
11. Kadar Bitumen = $\frac{2 - (4 + 7 + 10)}{2} \times 100\%$	6.01	%

GRADASI AGREGAT SETELAH EKSTRAKSI										
UKURAN SARINGAN	½"	3/8"	No.4	No.8	No.30	No.50	No.100	No.200	Pan	
Berat Tertahan (%)	11.11	11.71	27.95	17.09	16.46	4.55	3.79	1.47	5.88	
Spec Berat Tertahan (%)	12.50	15.00	27.50	17.50	11.50	5.00	3.00	3.00	5.00	
KUMULATIF	Berat tertahan	120.95	248.5	552.8	738.9	918.15	967.65	1008.8	1024.8	1088.9
	% Tertahan	11.11	22.82	50.77	67.86	84.32	88.86	92.65	94.12	100
	% Lewat	88.89	77.18	49.23	32.14	15.68	11.14	7.35	5.88	0
Spec % lewat	87.5	72.5	45	27.5	16	11	8	5	0	

Yogyakarta, 13 Maret 2000

a/a Kepala Lab. Jalan Raya

Sya Murtin



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km.14.4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

lampiran 17

Batu Kapur : Batu Pecah = 0% : 100% Pekerjaan Test Marshall Dikerjakan Oleh : 1. Irwan Sugiarto
 Tanggal 24 Februari 2000 Jemis Campura Aspal Beton Diperiksa Oleh : 2. Sandhi Nugroho

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

No	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
1	6.97	4.71	4.5	1170	1177	669.00	508	2.30315	2.455605	9.94	83.85467	6.21	16.14533	61.54649	6.208447	449	1539.037	1302.03	4.064
2	6.86	4.71	4.5	1167	1170	668.00	502	2.324701	2.455605	10.03	84.63933	5.33	15.36067	65.29579	5.330798	491	1683.001	1433.92	3.81
3	6.87	4.71	4.5	1131	1135	656.00	479	2.361169	2.455605	10.19	85.96708	3.85	14.03292	72.59509	3.84571	445	1525.327	1305.68	3.81
4	6.31	5.26	5	1142	1149	658.00	491	2.325866	2.438315	11.15	84.23836	4.61	15.76164	70.74065	4.611753	428	1467.056	1480.26	4.318
5	6.45	5.26	5	1183	1188	680.00	508	2.32874	2.438315	11.16	84.34248	4.49	15.65752	71.29903	4.493861	485	1662.435	1572.66	4.318
6	6.4	5.26	5	1185	1187	681.00	506	2.341897	2.438315	11.23	84.819	3.95	15.181	73.95255	3.954263	507	1737.844	1668.33	4.572
7	6.92	5.82	5.5	1131	1139	655.00	484	2.336777	2.421266	12.32	84.18811	3.49	15.81189	77.93129	3.489481	468	1604.164	1358.73	4.572
8	6.87	5.82	5.5	1142	1150	658.00	492	2.321138	2.421266	12.24	83.62469	4.14	16.37531	74.74632	4.135368	492	1686.428	1443.58	4.318
9	6.86	5.82	5.5	1177	1182	681.00	501	2.349301	2.421266	12.39	84.63934	2.97	15.36066	80.65052	2.972208	599	2053.192	1748.95	4.318
10	6.74	6.38	6	1154	1160	663.00	497	2.321932	2.404455	13.36	83.21066	3.43	16.78934	79.55781	3.432108	428	1467.056	1286.46	4.318
11	6.89	6.38	6	1151	1158	660.00	498	2.311245	2.404455	13.30	82.82769	3.88	17.17231	77.42553	3.876559	467	1600.736	1350.41	4.064
12	6.79	6.38	6	1139	1150	663.00	487	2.338809	2.404455	13.45	83.8155	2.73	16.1845	83.13087	2.730184	510	1748.127	1516.48	4.572
13	6.68	6.95	6.5	1172	1176	670.00	506	2.316206	2.387876	14.43	82.56394	3.00	17.43606	82.78617	3.001413	458	1569.887	1394.27	4.826
14	6.64	6.95	6.5	1175	1185	675.00	510	2.303922	2.387876	14.36	82.12606	3.52	17.87394	80.32977	3.515843	430	1473.911	1322.82	4.318
15	6.53	6.95	6.5	1173	1183	674.00	509	2.304519	2.387876	14.36	82.14735	3.49	17.85265	80.44639	3.490838	469	1607.591	1487.03	4.318

t = tebal benda uji
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sblm direndam
 d = berat dlm keadaan SSI
 e = berat didalam air (gr)
 f = Vol (isi) = d - e
 g = berat isi sampel = $\frac{c}{f}$

h = B.J maksimum (teoritis)

$$i = \left\{ 100 \cdot \left(\frac{\% \text{aggr}}{B.J \text{ Aggr}} + \frac{\% \text{aspal}}{B.J \text{ Aspal}} \right) \right\}$$

$$i = \frac{B.J \text{ aspal}}{B.J \text{ aspal}}$$

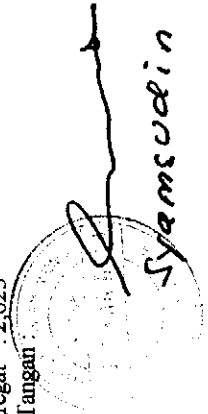
$$j = \frac{(100 - b) \cdot g}{B.J \text{ agregat}}$$

k = (100-i-j) jumlah kandungan rongga
 l = (100-j) rongga terhadap agregat

$$m = \left(100 \cdot x^j \right) \cdot \text{rongga yang terisi aspal (VFWA)}$$

$$N = \text{rongga yang terisi campuran } 100 - \left(100 \cdot x^j \cdot \frac{g}{h} \right)$$
 o = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi proving ring
 q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)

r = FLOW (kelelahan plastis)
 Suhu Pencampuran : ±160°C
 Suhu Pemadatan : ±140°C
 Suhu Water Bath : 60°C
 B.J. Aspal : 1.043
 B.J. Agregat : 2.623
 Tanda Tangan


 Syamsudin



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

lampiran 18

Pekerjaan : Test Marshall
 Jenis Campuran : Aspal Beton
 Tanggal : 26 Februari 2000
 Dikerjakan Oleh : 1. Irwan Sugiarto
 2. Sandhi Nugroho
 Diperiksa Oleh :

Batu kapur : batu pecah = 33.33% ; 66.67%

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

No	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
1	7	4.71	4.5	1175	1183	668.00	515	2.281553	2.429625	9.84	84.06186	6.09	15.93814	61.76199	6.094426	453	1552.748	1308.97	3.81
2	6.98	4.71	4.5	1178	1183	672.00	511	2.305284	2.429625	9.95	84.93619	5.12	15.06381	66.02641	5.117717	447	1532.182	1294.69	3.302
3	7.09	4.71	4.5	1180	1185	674.00	511	2.309198	2.429625	9.96	85.08039	4.96	14.91961	66.77777	4.956627	451	1545.893	1289.27	3.048
4	6.89	5.26	5	1177	1184	670.00	514	2.289883	2.412831	10.98	83.92705	5.10	16.07295	68.29728	5.095563	465	1593.881	1362.01	4.064
5	6.88	5.26	5	1182	1188	672.00	516	2.290698	2.412831	10.98	83.9569	5.06	16.0431	68.44869	5.061809	549	1881.807	1609.24	3.602
6	7	5.26	5	1175	1182	669.00	513	2.290448	2.412831	10.98	83.94776	5.07	16.05224	68.40227	5.072143	439	1504.76	1269.37	3.602
7	6.85	5.82	5.5	1177	1182	670.00	512	2.298828	2.396267	12.12	83.81144	4.07	16.18856	74.88188	4.066262	443	1518.471	1302.97	3.556
8	6.8	5.82	5.5	1183	1192	677.00	515	2.297087	2.396267	12.11	83.74798	4.14	16.25202	74.53298	4.138906	447	1532.182	1326.31	3.556
9	6.82	5.82	5.5	1173	1179	668.00	511	2.295499	2.396267	12.10	83.69007	4.21	16.30993	74.21699	4.205191	495	1696.712	1462.34	3.81
10	6.77	6.38	6	1181	1185	670.00	515	2.293204	2.379929	13.19	83.16403	3.64	16.83597	78.35586	3.644002	448	1535.61	1337.52	3.81
11	6.63	6.38	6	1183	1189	675.00	514	2.301556	2.379929	13.24	83.46694	3.29	16.53306	80.08207	3.293044	441	1511.616	1360.45	3.81
12	6.81	6.38	6	1179	1188	672.00	516	2.284884	2.379929	13.14	82.8623	3.99	17.1377	76.697	3.993599	453	1552.748	1294.99	3.81
13	6.76	6.95	6.5	1171	1179	665.00	514	2.27821	2.363812	14.20	82.1808	3.62	17.8192	79.67732	3.621337	378	1295.671	1131.31	4.826
14	6.58	6.95	6.5	1165	1172	661.00	511	2.279843	2.363812	14.21	82.23972	3.55	17.76028	79.99896	3.55224	410	1405.357	1282.43	3.556
15	6.61	6.95	6.5	1170	1175	664.00	511	2.289628	2.363812	14.27	82.59268	3.14	17.40732	81.97137	3.138301	428	1467.056	1327.72	4.318

t = tebal benda uji
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sblm direndam
 d = berat dlm keadaan SSI
 e = berat didalam air (gr)
 f = Vol (isi) = d - e
 g = berat isi sampel = $\frac{c}{f}$
 h = B.J maksimum (teoritis)

$$h = 100 \cdot \left(\frac{\% \text{aggr}}{B.J \text{ Aggr}} + \frac{\% \text{aspal}}{B.J \text{ Aspal}} \right)$$

$$i = \frac{b \times g}{B.J \text{ aspal}}$$

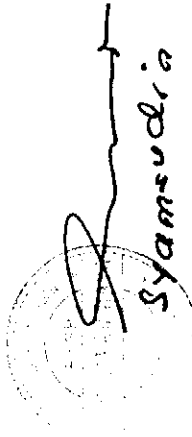
$$j = \frac{(100 - b) \times g}{B.J \text{ agregat}}$$

 k = (100-i-j) jumlah kandungan rongga
 l = (100-j) rongga terhadap agregat

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

 N = rongga yang terisi campuran $100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right)$
 o = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi proving ring
 q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)

r = FLOW (kelelahan plastis)
 Suhu Pencampuran : ±160°C
 Suhu Pemadatan : ±140°C
 Suhu Water Bath : 60°C
 B.J. Aspal : 1,043
 B.J. Agregat : 2,592
 Tanda Tangan :


 Syamsudina



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

lampiran 19

Pekerjaan Test Marshall
Batu pecah : batu kapur = 50% : 50% Jenis Campu Aspal Beton
 Tanggal 28 Februari 2000
 Dikerjakan Oleh : 1. Irwan Sugianto
 2. Sandhi Nugroho
 Diperiksa Oleh :

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

No	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
1	6.97	4.71	4.5	1183	1199	682	517	2.288201	2.416191	9.87	84.83044	5.30	15.16956	65.08028	5.297169	429	1470.483	1244.71	2.54
2	7.07	4.71	4.5	1177	1197	673	524	2.246183	2.416191	9.69	83.27271	7.04	16.72729	57.9359	7.036185	568	1946.934	1629.12	3.81
3	7.04	4.71	4.5	1177	1197	672	525	2.241905	2.416191	9.67	83.11409	7.21	16.88591	57.28237	7.213259	441	1511.616	1269.26	3.048
4	6.77	5.26	5	1185	1209	686	523	2.265774	2.39965	10.86	83.55923	5.58	16.44077	66.06632	5.57896	514	1761.838	1534.97	3.302
5	6.92	5.26	5	1182	1203	680	523	2.260038	2.39965	10.83	83.34768	5.82	16.65232	65.06191	5.818001	514	1761.838	1492.50	3.81
6	6.88	5.26	5	1180	1197	679	518	2.277992	2.39965	10.92	84.00981	5.07	15.99019	68.29427	5.069807	468	1604.164	1371.85	2.54
7	7.03	5.82	5.5	1190	1215	691	524	2.270992	2.383334	11.98	83.31086	4.71	16.68914	71.75632	4.713628	485	1662.435	1398.11	2.54
8	7.03	5.82	5.5	1189	1213	689	524	2.269084	2.383334	11.97	83.24085	4.79	16.75915	71.39652	4.7937	502	1720.705	1447.11	2.794
9	7.05	5.82	5.5	1186	1208	687	521	2.276392	2.383334	12.00	83.50893	4.49	16.49107	72.7908	4.487088	471	1614.447	1357.75	4.572
10	7.01	6.38	6	1188	1210	689	521	2.28023	2.367238	13.12	83.20716	3.68	16.79284	78.11269	3.675501	463	1587.025	1337.17	4.318
11	6.95	6.38	6	1191	1213	689	524	2.272901	2.367238	13.08	82.9397	3.99	17.0603	76.64094	3.985126	459	1573.314	1334.77	3.302
12	7.03	6.38	6	1190	1212	688	524	2.270992	2.367238	13.06	82.87006	4.07	17.12994	76.26528	4.065743	438	1501.333	1262.06	4.064
13	6.85	6.95	6.5	1188	1211	687	524	2.267176	2.351358	14.13	82.29073	3.58	17.70927	79.78358	3.580181	354	1213.406	1041.17	3.556
14	6.91	6.95	6.5	1187	1210	687	523	2.269598	2.351358	14.14	82.37867	3.48	17.62133	80.26744	3.477139	375	1285.388	1095.49	4.318
15	6.93	6.95	6.5	1189	1211	689	522	2.277778	2.351358	14.20	82.67555	3.13	17.32445	81.93718	3.129284	450	1542.465	1311.62	4.064

t = tebal benda uji
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sblm direndam
 d = berat dim keadaan SSD (g)
 e = berat didalam air (gr)
 f = Vol (isi) = d - e
 g = berat isi sampel
 h = berat isi sampel

h = B.J maksimum (teoritis)

$$h = \frac{\left(\frac{\% \text{ aggr}}{B.J \text{ Aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{B.J \text{ Aspal}} \right)}{b \times g}$$

$$i = \frac{B.J \text{ aspal}(100 - b) \cdot g}{(100 - b) \cdot B.J \text{ agregat}}$$

$$j = \frac{c}{B.J \text{ agregat}}$$

$$k = (100 - i - j) \text{ jumlah kandungan rongga}$$

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

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

 N = rongga yang terisi campuran 100 - $\left(100 \times \frac{g}{h} \right)$
 o = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi proving ring
 q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)

r = FLOW (kelelahan plastis)
 Suhu Pencampuran : ±160°C
 Suhu Pematangan : ±140°C
 Suhu Water Bath : 60°C
 B.J. Aspal : 1,043
 B.J. Agregat : 2,576
 Tanda Tangan :



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

lampiran 20

Pekerjaan Test Marshall
 Jenis Campuran Aspal Beton
 Tanggal 2 Maret 2000

Dikerjakan Oleh : 1. Irwan Sugianto
 2. Sandhi Nugroho
 Diperiksa Oleh :

Batu kapur : batu pecah = 66.67% : 33.33%

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

No	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
1	7.08	4.71	4.5	1185	1193	663.00	530	2.235849	2.40358	9.65	83.37508	6.98	16.62492	58.02447	6.978398	432	1480.766	1237.66*	3.302
2	7.17	4.71	4.5	1168	1197	664.00	533	2.19137	2.40358	9.45	81.71644	8.83	18.28356	51.71101	8.828947	331	1134.569	937.46	3.556
3	6.71	4.71	4.5	1181	1196	673.00	523	2.258126	2.40358	9.74	84.2058	6.05	15.7942	61.68488	6.051566	555	1902.374	1678.86	2.794
4	6.87	5.26	5	1180	1199	676.00	523	2.256214	2.387276	10.82	83.694	5.49	16.306	66.33133	5.490013	503	1724.133	1476.04	3.302
5	6.98	5.26	5	1183	1205	675.00	530	2.232075	2.387276	10.70	82.79858	6.50	17.20142	62.20572	6.501152	350	1199.695	1014.33	2.794
6	6.98	5.26	5	1192	1210	683.00	527	2.26186	2.387276	10.84	83.90342	5.25	16.09658	67.36243	5.253532	395	1353.942	1144.70	3.81
7	6.79	5.82	5.5	1189	1203	678.00	525	2.264762	2.371191	11.94	83.56892	4.49	16.43108	72.68332	4.488425	422	1446.489	1254.84	3.556
8	6.87	5.82	5.5	1187	1205	676.00	529	2.243856	2.371191	11.83	82.79751	5.37	17.20249	68.78316	5.370074	522	1789.259	1531.85	3.556
9	6.79	5.82	5.5	1180	1198	672.00	526	2.243346	2.371191	11.83	82.77868	5.39	17.22132	68.69232	5.391596	430	1473.911	1278.60	4.064
10	6.87	6.38	6	1170	1189	667.00	522	2.241379	2.355321	12.89	82.26851	4.84	17.73149	72.71719	4.837649	389	1333.375	1141.55	4.318
11	6.70	6.38	6	1186	1200	674.00	526	2.254753	2.355321	12.97	82.75938	4.27	17.24062	75.23379	4.269848	441	1511.616	1336.82	3.81
12	6.89	6.38	6	1177	1195	667.00	528	2.229167	2.355321	12.82	81.82025	5.36	18.17975	70.53776	5.356162	469	1607.591	1356.23	3.302
13	6.70	6.95	6.5	1176	1181	660.00	521	2.257198	2.339663	14.07	82.40843	3.52	17.59157	79.96391	3.524664	381	1305.954	1154.99	4.572
14	6.76	6.95	6.5	1180	1199	672.00	527	2.239089	2.339663	13.95	81.7473	4.30	18.2527	76.44927	4.298643	378	1295.671	1131.31	3.81
15	6.85	6.95	6.5	1179	1197	670.00	527	2.237192	2.339663	13.94	81.67802	4.38	18.32198	76.09567	4.379746	339	1161.99	997.07	4.064

h = B.J maksimum (teoritis)

$$i = 100 \cdot \left(\frac{\% \text{aggr}}{B.J \text{ Aggr}} + \frac{\% \text{aspal}}{B.J \text{ Aspal}} \right)$$

$$j = \frac{b \times g}{B.J \text{ aspal}}$$

$$k = \frac{(100 - b) \times g}{B.J \text{ agregat}}$$

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

l = (100-j) rongga terhadap agregat

$$m = \frac{(100 \times l) - \text{rongga yang terisi aspal}}{(V.F.W.A)}$$

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

o = pembacaan arloji (stabilitas)

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)

r = FLOW (kelebihan plastis)

Suhu Pencampuran : ±160°C

Suhu Pematangan : ±140°C

Suhu Water Bath : 60°C

B.J. Aspal : 1,043

B.J. Agregat : 2,561

Tanda Tangan :

t = tebal benda uji

a = % aspal terhadap batu

b = % aspal terhadap camp

c = berat kering/sblm diren

d = berat dlm keadaan SSL

e = berat didalam air (gr)

f = Vol (isi) = d -

g = berat isi sampel $\cdot \frac{g}{f}$



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

lampiran 21

Batu kapur : Batu pecah = 100% : 0% Jenis Campu. Aspal Beton
 Pekerjaan Test Marshall Dikerjakan Oleh : 1. Irwan Sugiarto
 2. Sandhi Nugroho
 Tanggal 6 Maret 2000 Diperiksa Oleh :

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

No	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
1	6.81	4.71	4.5	1170	1211	664	547	2.13894	2.378314	9.23	80.70673	10.06	19.29327	47.83226	10.06486	358	1227.117	1059.90	3.81
2	6.91	4.71	4.5	1168	1198	662	536	2.179104	2.378314	9.40	82.22224	8.38	17.77776	52.88459	8.376068	322	1103.719	942.39	3.302
3	7.29	4.71	4.5	1175	1204	667	537	2.188082	2.378314	9.44	82.56097	8.00	17.43903	54.13393	7.998596	380	1302.526	1056.70	3.048
4	7.58	5.26	5	1178	1201	668	533	2.210131	2.362478	10.60	82.95633	6.45	17.04367	62.16425	6.448599	326	1117.43	829.67	4.064
5	6.79	5.26	5	1179	1203	669	534	2.207865	2.362478	10.58	82.87127	6.54	17.12873	61.79213	6.544522	400	1371.08	1189.40	3.302
6	6.61	5.26	5	1174	1196	666	530	2.215094	2.362478	10.62	83.14262	6.24	16.85738	62.99234	6.238523	400	1371.08	1240.80	3.302
7	6.62	5.82	5.5	1173	1200	664	536	2.188433	2.346852	11.54	81.70956	6.75	18.29044	63.09392	6.750283	266	911.7682	822.87	3.556
8	6.60	5.82	5.5	1177	1201	668	533	2.208255	2.346852	11.64	82.44967	5.91	17.55033	66.35021	5.905649	512	1754.982	1592.70	3.556
9	6.50	5.82	5.5	1180	1198	670	528	2.234848	2.346852	11.78	83.44258	4.77	16.55742	71.17606	4.7725	600	2056.62	1918.30	3.81
10	6.64	6.38	6	1174	1203	680	523	2.244742	2.331431	12.91	83.36852	3.72	16.63148	77.64305	3.718291	440	1508.188	1352.80	3.81
11	6.54	6.38	6	1164	1189	660	529	2.200378	2.331431	12.66	81.72088	5.62	18.27912	69.24826	5.621148	394	1350.514	1245.20	3.81
12	6.66	6.38	6	1155	1174	647	527	2.191651	2.331431	12.61	81.39675	6.00	18.60325	67.77188	5.995477	381	1305.954	1164.90	3.81
13	6.46	6.95	6.5	1173	1197	663	534	2.196629	2.316212	13.69	81.1477	5.16	18.8523	72.61419	5.162855	331	1134.569	1069.90	4.826
14	6.68	6.95	6.5	1161	1185	653	532	2.182331	2.316212	13.60	80.61949	5.78	19.38051	70.17333	5.780173	336	1151.707	1023.60	3.556
15	6.65	6.95	6.5	1164	1194	657	537	2.167598	2.316212	13.51	80.07522	6.42	19.92478	67.79759	6.416257	334	1144.852	1024.60	4.318

t = tebal benda uji
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sblm direndam
 d = berat dlm keadaan SS
 e = berat didalam air (gr)
 f = Vol (isi) = d - e
 g = berat isi sampel
 h = B.J maksimum (teoritis)

$$i = \left\{ 100 : \left(\frac{\% \text{ agr}}{B.J \text{ Aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{B.J \text{ Aspal}} \right) \right\}$$

$$j = \frac{b \times g}{B.J \text{ aspal}}$$

$$k = (100 - i - j)$$

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

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

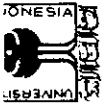
$$N = \text{rongga yang terisi campuran } 100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right)$$

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

$$p = o \times \text{kaliabrasi proving ring}$$

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

r = FLOW (kelelahan plastis)
 Suhu Pencampuran : ±160°C
 Suhu Pematangan : ±140°C
 Suhu Water Bath : 60°C
 B.J. Aspal : 1,043
 B.J. Agregat : 2,531
 Tanda Tangan :



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

Batu pecah : kapur= 66.67% : 33.33%
Immerslon & kadar aspal desain = 6,25 %

Pekerjaan : Test Marshall
 Jenis Campuran : Aspal Beton
 Tanggal : 14 Maret 2000

Dikerjakan Oleh : 1. Irwan Sugianto
 2. Sandhi Nugroho
 Diperiksa Oleh :

PERHITUNGAN TEST MARSHALL & IMMERSION TEST

No	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
1	6.60		6.25	1173	1182.00	665	517	2.2689	2.3718	13.60	82.062	4.34	17.938	75.7943	4.3419	552	1892.1	1717.07	4.826
2	6.49		6.25	1181	1184.00	672	512	2.3066	2.3718	13.82	83.429	2.75	16.571	83.4109	2.749	497	1703.6	1593.60	4.572
3	6.56		6.25	1174	1180.00	666	514	2.284	2.3718	13.69	82.612	3.70	17.388	78.7122	3.7016	472	1617.9	1484.39	4.064
4	6.57		6.25	1175	1180.00	660	520	2.2596	2.3718	13.54	81.728	4.73	18.272	74.1044	4.7317	440	1508.2	1378.48	4.064
5	6.58		6.25	1176	1187.00	668	519	2.2659	2.3718	13.58	81.955	4.47	18.045	75.2458	4.4669	411	1408.8	1289.04	4.064
6	6.57		6.25	1180	1189.00	673	516	2.2868	2.3718	13.70	82.712	3.58	17.288	79.2654	3.5846	381	1306	1159.18	4.826
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			

t = tebal benda uji
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sblm direndam
 d = berat dlm keadaan SSD (gr)
 e = berat didalam air (gr)
 f = Vol (isi) = d - e
 g = berat isi sampel = $\frac{c}{f}$

h = B.J maksimum (teoritis)

$$\left\{ 100 : \left(\frac{\% \text{aggr}}{\text{B.J Aggr}} + \frac{\% \text{aspal}}{\text{B.J Aspal}} \right) \right\}$$

i = $\frac{b \times g}{\text{B.J aspal}}$

j = $\frac{(100 - b) \times g}{\text{B.J agregat}}$

k = (100-i-j) jumlah kandungan rongga
 l = (100-j) rongga terhadap agregat

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

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

o = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi proving ring
 q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)

r = FLOW (kelebihan plastis)
 Suhu Pencampuran : ±160°C
 Suhu Pemadatan : ±140°C
 Suhu Water Bath : 60°C
 B.J Aspal : 1,043
 B.J Agregat : 2,592
 Tanda Tangan :