

PERPUSTAKAAN FTSP UH	
HADIAN/SELL	
TGL. TERIMA :	29-3-2001
NO. JUDUL :	
NO. INV. :	173/1A/013
NO. BOKS :	

TUGAS AKHIR

512000 3344001

UJI LABORATORIUM
PENGUNAAN KRAKAL LIMBAH PABRIK GULA
SEBAGAI FILLER PADA PERKERASAN ASPAL BETON
UNTUK LALU LINTAS SEDANG



Disusun Oleh :

Nama : Febrian Fatahillah
 No. Mhs : 94 310 092
 Nirm : 940051013114120091

Nama : Solahuddin
 No. Mhs : 94 310 216
 Nirm : 940051013114120216

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

2000

TUGAS AKHIR
UJI LABORATORIUM
PENGUNAAN KRAKAL LIMBAH PABRIK GULA
SEBAGAI FILLER PADA PERKERASAN ASPAL BETON
UNTUK LALU LINTAS SEDANG

Diajukan Guna Memenuhi Syarat Dalam Rangka Meraih Derajat Sarjana

Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

Disusun Oleh :

Febrian Fatahillah

No. Mhs : 94 310 092

Nirm : 940051013114120091

Solahuddin

No. Mhs : 94 310 216

Mirm : 940051013114120210

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

2000

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

Uji Laboratorium

Penggunaan Krakal Limbah Pabrik Gula Sebagai Filler Pada Perkerasan Aspal Beton Untuk Lalu Lintas Sedang

Disusun Oleh :

Febrian Fatahillah

No. Mhs : 94 310 092

Nirm : 940051013114120091

Solahuddin

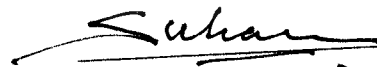
No. Mhs : 94 310 216

Mirm : 940051013114120210

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

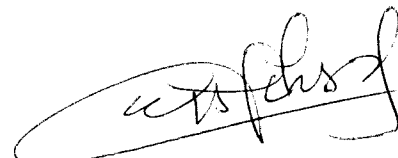
Ir. Sukarno, SU

Dosen Pembimbing I


Tanggal : 5-1-2000

Ir. H. Bachnas, MSC

Dosen Pembimbing II


Tanggal : 6-1-2001

MOTTO

“Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu yang menciptakan.

Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah.

Bacalah dan Tuhanmulah yang paling pemurah.

Yang mengajar (manusia) dengan perantara kalam.

Dia mengajarkan kepada manusia apa yang tidak diketahuinya.”

(QS. 96 : 1-5)

“ Katakanlah, adakah sama orang-orang yang mengetahui

dengan mereka yang tidak mengetahui.”

(QS. 39 : 9)

*“katakanlah, kalau sekiranya lautan menjadi tinta untuk (menulis)
kalimat Tuhanku, sungguh habislah lautan itu sebelum habis (ditulis)*

kalimat-kalimat Tuhanku, meskipun Kami datangkan tambahan

sebanyak itu (pula).”

(QS. 18 : 109)

PERSEMBAHAN

Kupersembahkan :

Untuk Kedua Orang Tuaku yang Tercinta

Untuk Saudara-saudaraku

sebagai Darma Baktiku

Kepada Agamaku

sebagai Ibadahku

Serta orang-orang yang mengasihiku

sebagai ikatan persaudaraan kita

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, serta dan salawat dan salam kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan lancar tanpa kendala yang cukup berarti.

Tugas Akhir ini dilaksanakan sebagai salah satu syarat dalam rangka menempuh jenjang Strata Satu (S-1) di Jurusan Teknik sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Terima kasih yang sebesar-besarnya kami ucapkan kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini, antara lain kepada :

1. Bapak Ir. Sukarno, SU, selaku Dosen Pembimbing I dan dosen penguji Tugas Akhir.
2. Bapak Ir. H. Bachnas, MSc, selaku Dosen Pembimbing II dan dosen penguji Tugas Akhir.
3. Bapak Ir. H. Widodo, Phd, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
4. Bapak Ir. H. Tadjuddin. BMA, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

5. Bapak Syamsudin dan Bapak Sukanto selaku karyawan di Laboratorium Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
6. Teman-teman seperjuangan yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu kami dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa Tugas Akhir kami ini masih banyak kekurangan karena terbatasnya kemampuan pengetahuan serta literatur yang kami gunakan. Karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat kami harapkan demi sempurnanya Tugas Akhir kami ini.

Akhir kata, harapan kami semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, Oktober 2000

Penyusun.

DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
MOTTO	iii
PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
INTISARI	xv
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Maksud Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Krakal Limbah Pabrik Gula	5

2.2 Beton aspal.....	6
2.2.1 Fungsi Beton Aspal.....	7
2.2.2 Sifat Beton Aspal.....	7
2.2.3 Persyaratan.....	7
2.3 Agregat.....	8
2.4 Bahan Pengisis (Filler).....	9
2.5 Sifat-sifat Marshall	9
2.6 Pengujian Marshall	11

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Perkerasan Jalan	12
3.2 Pengujian Marshall	14
3.3 Uji Perendaman Marshall (Immersion Test)	17
3.4 Kadar Aspal Dalam Campuran	18
3.5 Bahan Perkerasan.....	18
3.5.1 Agregat.....	18
3.5.2 Bahan Pengisi (Filler)	22
3.5.3 Aspal	22

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Cara Penelitian.....	24
4.2 Bahan	26
4.2.1 Asal Bahan.....	26

4.2.2 Spesifikasi dan Pemeriksaan Bahan	27
4.2.2.1 Spesifikasi Bahan	27
4.2.2.2 Pemeriksaan Bahan	28
4.3 Alat yang Digunakan	31
4.4 Jalannya Penelitian	33
4.4.1 Pembuatan Campuran	33
4.4.2 Cara Melakukan Pengujian Campuran	36
4.4.2.1 Pengujian Marshall Standar	36
4.4.2.2 Pengujian Rendaman Marshall (Immersion Test)	37
4.5 Analisis Hitungan	39

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian	44
5.2 Pembahasan	49
5.2.1 Stabilitas	49
5.2.2 Flow	51
5.2.3 VITM (Void In The Mix)	52
5.2.4 VFWA (Void Filled With Asphalt)	54
5.2.5 Nilai Density	56
5.2.6 Marshall Quontient (MQ)	57
5.2.7 Pengujian Rendaman atau Immersion Test	58

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan.....	61
6.2 Saran	64

DAFTAR PUSTAKA	65
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Beberapa Kandungan Unsur Kimia Limbah pabrik Gula	6
Tabel 2.2 Persyaratan Beton Aspal.....	7
Tabel 2.3 Gradasi Bahan Pengisi.....	9
Tabel 4.1 Persyaratan Agregat Kasar	27
Tabel 4.2 Persyaratan Agregat Halus	27
Tabel 4.3 Persyaratan aspal AC 60 – 70.....	27
Tabel 4.4 Gradasi Bahan Pengisi.....	28
Tabel 4.5 Spesifikasi Saringan yang Digunakan	34
Tabel 5.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	44
Tabel 5.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	44
Tabel 5.3 Hasil Pemeriksaan Aspal Keras AC 60 – 70	44
Tabel 5.4 Hasil Pemeriksaan Marshall dengan Filler Abu Batu	45
Tabel 5.5 Hasil Pengujian Immersion dengan Filler Abu Batu	48
Tabel 5.6 Hasil Pemeriksaan Marshall dengan Filler Krakal Limbah Pabrik Gula	48
Tabel 5.7 Hasil Pemeriksaan Immersion dengan Filler Krakal Limbah Pabrik Gula	49

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 4.1	Diagram Alur Uji Marshall Standar.....	25
Gambar 4.2	Diagram Alur Immersion Test.....	26
Gambar 5.1	Grafik Stabilitas.....	50
Gambar 5.2	Grafik Flow.....	51
Gambar 5.3	Grafik VITM (Void In The Mix).....	53
Gambar 5.4	Grafik VFWA (Void Filled With Aspal).....	55
Gambar 5.5	Grafik Density.....	56
Gambar 5.6	Grafik Marshall Quontient.....	57

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar 67
Lampiran 2	Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus 68
Lampiran 3	Pemeriksaan Berat Jenis Aspal 69
Lampiran 4	Pemeriksaan Kelarutan Dalam CCl ₄ 70
Lampiran 5	Pemeriksaan Titik Nyala Bakar dan Titik Nyala aspal... 71
Lampiran 6	Pemeriksaan Penetrasi aspal 72
Lampiran 7	Pemeriksaan Keausan Agregat (Abrasi Test) 73
Lampiran 8	Pemeriksaan Kelekatan Aspal terhadap Batuan 74
Lampiran 9	Pemeriksaan Daktilitas 75
Lampiran 10	Pemeriksaan Titik Lembek Aspal 76
Lampiran 11	Pemeriksaan Sand Equivalent 77
Lampiran 12 - 14	Grafik Kadar aspal Design (Filler Abu Batu)..... 78
Lampiran 15	Analisis Campuran (Filler Abu Batu)..... 81
Lampiran 16	Analisis Immersion Test Campuran (Filler Abu Batu)... 82
Lampiran 17	Analisis Campuran (Filler Limbah Pabrik Gula) 83
Lampiran 18	Analisis Immersion Test Campuran (Filler Limbah Pabrik Gula) 84
Lampiran 19	Hasil Analisis Kimia Limbah Pabrik Gula 85
Lampiran 20	Analisa Saringan Agregat (Kadar Aspal 4.5%) 86
Lampiran 21	Analisa Saringan Agregat (Kadar Aspal 5%) 87

Lampiran 22	Analisa Saringan Agregat (Kadar Aspal 5.5%)	88
Lampiran 23	Analisa Saringan Agregat (Kadar Aspal 6%)	89
Lampiran 24	Analisa Saringan Agregat (Kadar Aspal 6.5%)	90
Lampiran 25	Analisa Saringan Agregat (Kadar Aspal 5.75%)	91
Lampiran 26	Analisa Saringan Agregat (Kadar Aspal 5.75% dan Kadar Filler Limbah Pabrik Gula 5%)	92
Lampiran 27	Analisa Saringan Agregat (Kadar Aspal 5.75% dan Kadar Filler Limbah Pabrik Gula 6%)	93
Lampiran 28	Analisa Saringan Agregat (Kadar Aspal 5.75% dan Kadar Filler Limbah Pabrik Gula 7%)	94
Lampiran 29	Analisa Saringan Agregat (Kadar Aspal 5.75% dan Kadar Filler Limbah Pabrik Gula 8%)	95
Lampiran 30	Analisa Saringan Agregat (Kadar Aspal 5.75% dan Kadar Filler Limbah Pabrik Gula 9%)	96

INTISARI

Laston atau Lapis Beton Aspal adalah salah satu jenis perkerasan jalan raya yang terdiri dari campuran aspal dan agregat yang bergradasi menerus serta filler yang dicampur dalam keadaan panas. Karakteristik lapis permukaan banyak dipengaruhi oleh bahan penyusun dan cara pelaksanaan pembuatannya, yaitu pada saat pencampuran, penghamparan dan pemadatannya.

Sebagaimana diketahui peningkatan kebutuhan jalan mengakibatkan peningkatan kebutuhan akan filler, karena itu diperlukan suatu pilihan filler alternatif sesuai tuntutan proyek di lapangan dengan pertimbangan nilai ekonomis. Filler merupakan bahan pengisi dan pembentuk mortar yang menentukan bentuk tekstur permukaan jalan serta kekuatannya.

Dalam penelitian ini digunakan bahan berupa limbah pabrik gula sebagai filler yang merupakan bagian dari agregat halus dalam campuran beton aspal dengan maksud untuk mengetahui nilai stabilitas yang dapat dicapai dari campuran tersebut. Metode yang digunakan adalah metode Marshall dan hasilnya dibandingkan dengan campuran beton aspal normal yang menggunakan filler dari abu batu pecah pada kadar aspal optimum dan spesifikasi Bina Marga untuk lalu lintas sedang.

Pada penelitian ini digunakan variasi kadar aspal 4.5%, 5%, 5.5%, 6%, dan 6.5% campuran beton aspal normal untuk memperoleh nilai optimum kadar aspal campuran. Kemudian dengan nilai aspal optimum tersebut dibuat campuran beton aspal menggunakan filler limbah pabrik gula dengan variasi kadar filler 5%, 6%, 7%, 8% dan 9%.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan limbah pabrik gula sebagai bahan filler ternyata secara umum lebih jelek daripada penggunaan abu batu pecah sebagai filler pada kadar aspal optimum untuk campuran beton aspal. Hal ini ditunjukkan dengan nilai Stabilitas, Flow, VITM, VFWA dan Density yang lebih rendah, walaupun pada persyaratan Bina Marga masih memenuhi sebagai perkerasan Lapis Beton Aspal untuk lalu lintas sedang.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan perekonomian menyebabkan meningkatnya penggunaan transportasi di Indonesia. Peningkatan volume transportasi menuntut pembangunan jalan yang semakin banyak dan berkualitas. Untuk peningkatan kualitas jalan yang baik, aman dan nyaman untuk dilalui kendaraan, dibutuhkan material perkerasan jalan yang baik dan kuat.

Salah satu alasan utama kerusakan dan penurunan kekuatan perkerasan lentur jalan raya adalah rendahnya kekuatan dan keawetan di dalam lapis aus dan bahan ikat konstruksi perkerasan jalan. Kemampuan dan keawetan campuran dapat didefinisikan sebagai perlawanan campuran terhadap pengaruh merusak yang diakibatkan oleh air dan perubahan temperatur secara terus menerus. Kemampuan dan keawetan yang tinggi biasanya ditunjukkan oleh proses mekanik dalam campuran, sehingga daya tahan dalam lapis keras selama umur rencana menjadi lama.

Lapis Beton Aspal (LASTON) adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan raya, yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, serta bahan pengisi (filler)

yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu (SKBI-2.3.26.1987)

Kebutuhan jalan yang meningkat mengakibatkan kebutuhan terhadap filler juga bertambah. Material halus sebagai bahan pengisi atau filler dan pembentuk mortar sangat menentukan dalam pembentukan tekstur permukaan jalan serta kekuatannya. Beberapa macam bahan yang umum digunakan sebagai filler antara lain dari abu batu, abu batu kapur, kapur padam, semen portland (PC) atau bahan non plastis lainnya.

Penelitian tentang penggunaan krakal limbah pabrik gula sebagai bahan pengisi alternatif pada campuran beton aspal didasari pemikiran untuk memanfaatkan bahan sisa atau limbah dari proses pembuatan gula, sehingga diharapkan mempunyai nilai lebih/ekonomis.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan mempunyai tujuan sebagai berikut ini.

1. Mencari nilai-nilai dari stabilitas, flow/kelelehan, VITM, VFWA dan Marshall Quotient (MQ) dari campuran beton aspal normal (filler abu batu) dan campuran beton aspal dengan filler krakal limbah pabrik gula
2. Membandingkan hasil campuran antara beton aspal menggunakan filler krakal limbah pabrik gula dengan campuran beton aspal normal menggunakan filler abu batu pada kadar aspal optimum terhadap persyaratan campuran beton aspal untuk lalu lintas sedang dari Direktorat Jenderal Bina Marga.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah pemanfaatan bahan sisa berupa krakal dari limbah pabrik gula yang digunakan sebagai bahan pengisi atau filler pada campuran beton aspal untuk lalu lintas sedang.

Selain daripada itu penelitian ini dapat memberikan solusi atau alternatif bahan lain yang dapat digunakan sebagai filler selain bahan filler yang telah ada selama ini.

1.4 Batasan Masalah

Pembatasan masalah ini perlu dilakukan agar penelitian yang dilakukan tidak menyimpang dari tujuan penelitian.

1. Agregat kasar yang digunakan berasal dari Kulon Progo.
2. Agregat halus adalah pasir dari Kulon Progo.
3. Filler yang digunakan adalah limbah pabrik gula berupa krakal yang dihaluskan sehingga lolos saringan no.200 dengan variasi kadar filler 5%, 6%, 7%, 8% dan 9% dari berat total agregat.
4. Aspal yang digunakan adalah jenis AC 60/70 dengan variasi kadar aspal adalah 4.5 %, 5 %, 5.5 %, 6 %, dan 6.5 %.
5. Penelitian ini hanya berdasarkan pada hasil tes Marshal dan tes Immersion dengan lama perendaman 30 menit dan 24 jam.
6. Penelitian ini mengacu pada spesifikasi campuran beton aspal dari Direktorat Jenderal Bina Marga

7. Penelitian ini dilakukan tanpa membahas reaksi kimia yang terjadi pada campuran beton aspal.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Krakal Limbah Pabrik Gula

Karakal limbah pabrik gula yang digunakan sebagai bahan filler pada penelitian ini diambil dari Pabrik Gula di Kecamatan Jatibarang, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah.

Limbah ini merupakan sisa proses pembuatan gula, pada tungku pembakaran/ketel yang mengeras dan membentuk bongkah-bongkah krakal. Pada pabrik gula, krakal limbah ini harus dibuang setiap harinya. Adapun volume pembuangan perharinya kurang lebih 7 m³.

Dari hasil penelitian kandungan kimia yang dilakukan pada laboratorium kimia analitik Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, maka hasil penelitian tersebut dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Beberapa Kandungan Unsur Kimia Limbah Pabrik Gula

No	Parameter	Kode Sampel	Pengukuran			Metode
			1	2	3	
1	Sodium	Limbah	1736.111 ppm	1711.310 ppm	1661.706 ppm	AAS
2	Potassium	Limbah	5896.815 ppm	5496.061 ppm	6180.068 ppm	AAS
3	Mangan	Limbah	917.319 ppm	930.059 ppm	1046.317 ppm	AAS
4	Besi	Limbah	31865.331 ppm	33714.658 ppm	30699.526 ppm	AAS
5	Karbon	Limbah	0.006162 %	0.005972 %	0.005722 %	Oksidimetri

Sumber : Hasil Analisis Lab.Kimia Analitik FMIPA, UGM

Secara visual dapat digambarkan krakal limbah pabrik gula ini bewarna hitam agak keputih-putihan, mempunyai tekstur permukaan kasar, tajam, serta memiliki sudut yang banyak tapi tak beraturan.

2.2 Beton Aspal

Asphaltic Concrete /AC merupakan suatu lapisan permukaan pada konstruksi jalan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus serta bahan pengisi / filler, yang dicampur, dihampar, dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu (SKBI-2.3.26.1987). Aspal untuk lapis beton aspal 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 disyaratkan. (SKBI-2.4.26-1987).

2.2.1 Fungsi beton aspal

1. Mendukung beban lalu lintas.
2. Pelindung konstruksi dibawahnya dari kerusakan akibat pengaruh air dan cuaca.
3. Sebagai lapis aus.
4. Permukaan rata dan tidak licin.

2.2.2 Sifat beton aspal

1. Tahan terhadap keausan akibat lalu lintas.
2. Kedap air
3. Mempunyai nilai struktural
4. Mempunyai stabilisasi tinggi
5. Peka terhadap penyimpangan perencanaan dan pelaksanaan.

2.2.3. Persyaratan

Persyaratan beton aspal adalah sebagai tersebut dalam tabel 2.2 dibawah ini:

Tabel 2.2 Persyaratan Beton Aspal

Jenis pemeriksaan	Kepadatan lalu lintas		
	Berat	Sedang	Ringan
1. Stabilitas (Kg)	750	650	460
2. Flow/kelelehan (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*):

1. Berat : lebih besar 500 UE 18 KSAL/hari/jalur
2. Sedang : 50 sampai 500 UE 18 KSAL/hari/jalur
3. 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*):

1. Jenis gradasi dan mutu agregat.
2. Jenis aspal keras.
3. Rencana tebal lapis.
4. Jenis bahan pengisi.

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

2.3 Agregat

Agregat/batuan didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan kenyal (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 persentase berat atau 75-85 %

agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian daya dukung, keawetan dan mutu perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain. (Sukirman, 1992)

2.4 Bahan Pengisi (Filler)

Filler sebagai bagian dari agregat penyusun lapisan perkerasan mempunyai peranan yang penting. Partikel pengisi yang efektif dalam mereduksi sifat kepekaan campuran perkerasan dalam perubahan temperatur (Suprpto TM, 1994). Filler yang digunakan pada penelitian ini adalah krakal yang dihaluskan dari limbah pabrik gula yang lolos saringan no. 200.

Filler yang digunakan harus kering dan bebas dari bahan lain yang mengganggu dan apabila dilakukan pemeriksaan analisa saringan secara basah, harus memenuhi gradasi sebagai berikut :

Tabel 2.3 Gradasi Bahan Pengisi

Ukuran Saringan		Persen Berat yang Lolos
No. 30	(0.590 mm)	100
No. 50	(0.279 mm)	95 – 100
No. 100	(0.149 mm)	90 – 100
No. 200	(0.074 mm)	65 – 100

Sumber : SKBI-2.4.26.1987

2.5 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 kekedapan dan keawetan campuran, perkerasan dengan VFWA tinggi akan memiliki kekedapan 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*)

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

Marshall Quotient merupakan hasil bagi dari stabilitas dengan kelelehan yang digunakan untuk pendekatan terhadap tingkat kekakuan (*flekxibility*) 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 flexible (plastis) yang mengakibatkan perkerasan mudah berubah bentuk jika menerima beban lalu lintas. (*The Asphalt Institute MS-22, 1983*)

2.6 Pengujian Marshall

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

1. Kerapatan campuran (*density*)
2. Persen rongga dalam campuran (*VITM*)
3. Persen rongga terisi aspal (*VFWA*)
4. Kelelehan (*Flow*)
5. Stabilitas

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

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: (Sukirman, 1992)

- a. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) , yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat.
- b. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikat.
- c. Konstruksi perkerasan komposit (*composit pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku diatas 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*)
- b. Lapis pondasi atas (*base course*)
- c. Lapis pondasi bawah (*sub base course*)

d. Lapis tanah dasar (*subgrade*)

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 vertical 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.

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.

d. Lapis tanah dasar (*sub grade*)

Fungsi dari lapis tanah dasar (*sub grade*) adalah secara keseluruhan menentukan mutu dan daya tahan konstruksi perkerasan jalan yang diletakkan di atasnya. Tanah dasar yang baik untuk konstruksi perkerasan jalan adalah tanah

dasar yang berasal dari lokasi itu sendiri atau didekatnya, yang telah dipadatkan sampai tingkat kepadatan tertentu sehingga mempunyai daya dukung yang baik serta kemampuan mempertahankan perubahan volume selama masa pelayanan walupun terdapat perbedaan kondisi lingkungan dan jenis tanah setempat.

Konstruksi perkerasan jalan dipandang dari segi kemampuan memikul dan menyebarkan beban, haruslah memenuhi syarat-syarat : (Sukirman, 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 kebawahnya.
- c. Permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya dapat cepat dialirkan.
- d. 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 di sempurnakan 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 di 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 pemadat, dan variabilitas campuran yang dibuat. (Robert, F.L., Kandhal, P.S, 1991)

2. Flow

Flow adalah besarnya deformasi vertical sample 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., Kandhal, P.S, 1991). Selain itu flow dapat mengindikasikan kelenturan (fleksibilitas) suatu campuran yang dibuat.

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, Kandhal, P.S, 1991)

4. *Void In The Mix (VITM)*

VITM adalah prosentase rongga udara yang ada terhadap volume padat suatu campuran. *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 mempermudah umur konstruksi. *VITM* juga berkaitan dengan potensi terjadinya rutting pada perkerasan lentur. (Robert,F.L, Kandhal, P.S, 1991)

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., Kandhal, P.S, 1991).

3.3 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*) pada penelitian ini dilakukan selama 24 jam dan 30 menit 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 :

$$\text{Index of retained strength} : \frac{S2}{S1} \times 100\%$$

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.

3.4 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. (Sukirman, 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.

3.5 Bahan Perkerasan

3.5.1 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 : (Sukirman, 1992).

1. Kekuatan dan keawetan (*strength and durability*) lapisan perkerasan dipengaruhi :

- a. Gradasi
- b. ukuran maksimum
- c. kadar lempung
- d. kekerasan
- 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. Batasan ukuran yang maksimum yang digunakan dibatasi oleh tebal lapisan yang diharapkan.

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 saringan no.40
- *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, AASHTOT96-7(1982).

4. bentuk dan tekstur agregat

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

Partikel agregat dapat berbentuk : bulat, lonjong, kubus, pipih, 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 : (Sukirman, 1992)

1. Sifat mekanis yang tergantung dari :

- a. pori-pori dan absorpsi
- b. bentuk dan tekstur permukaan
- d. 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.

3.5.2 Bahan Pengisi (Filler)

Bahan Pengisi (Filler) adalah bahan berbutir halus yang lolos saringan No.30 dimana presentas berat butir yang lolos saringan No.200 minimum 65 %. Bahan pengisi (Filler) harus kering dan bebas dari bahan lain yang mengganggu dan apabila dilakukan pemeriksaan analisa saringan secara basah, harus memenuhi gradasi seperti pada tabel 2.3.

3.5.3 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 beton aspal atau dapat masuk ke dalam pori-pori yang ada pada penyemprotan/penyiraman. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya. (Sukirman, 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 (Sukirman, 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, factor 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. Termoplastis

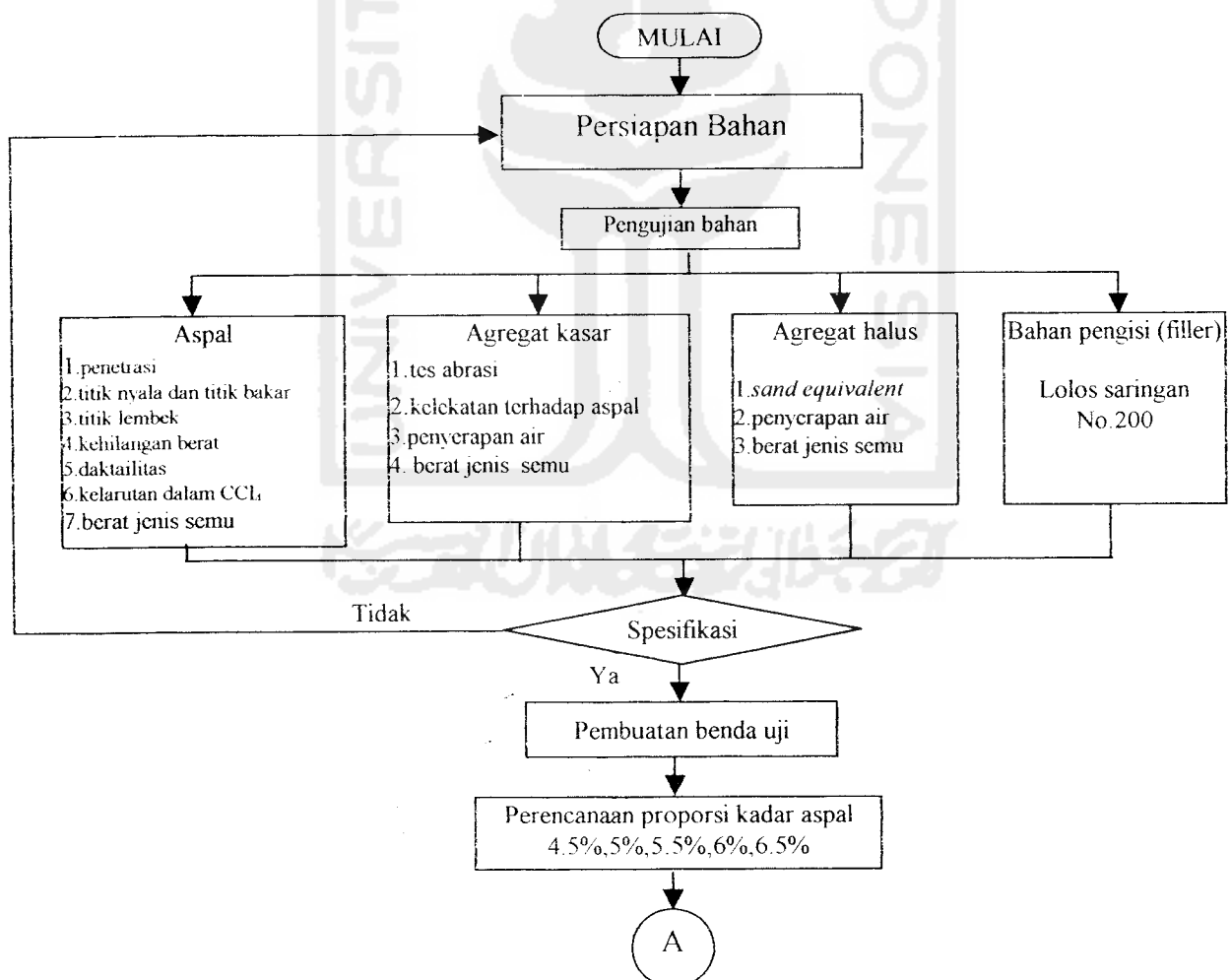
Aspal adalah material yang termoplastis, berarti akan menjadi keras atau lebih kental jika temperatur berkurang dan akan lunak atau lebih cair jika temperatur bertambah.

BAB IV

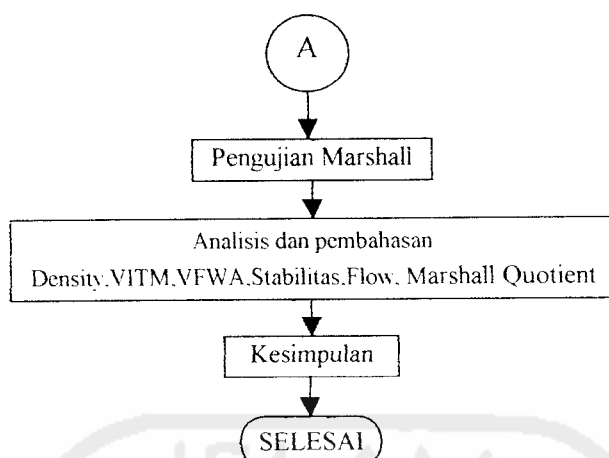
METODE PENELITIAN

4.1 Cara Penelitian

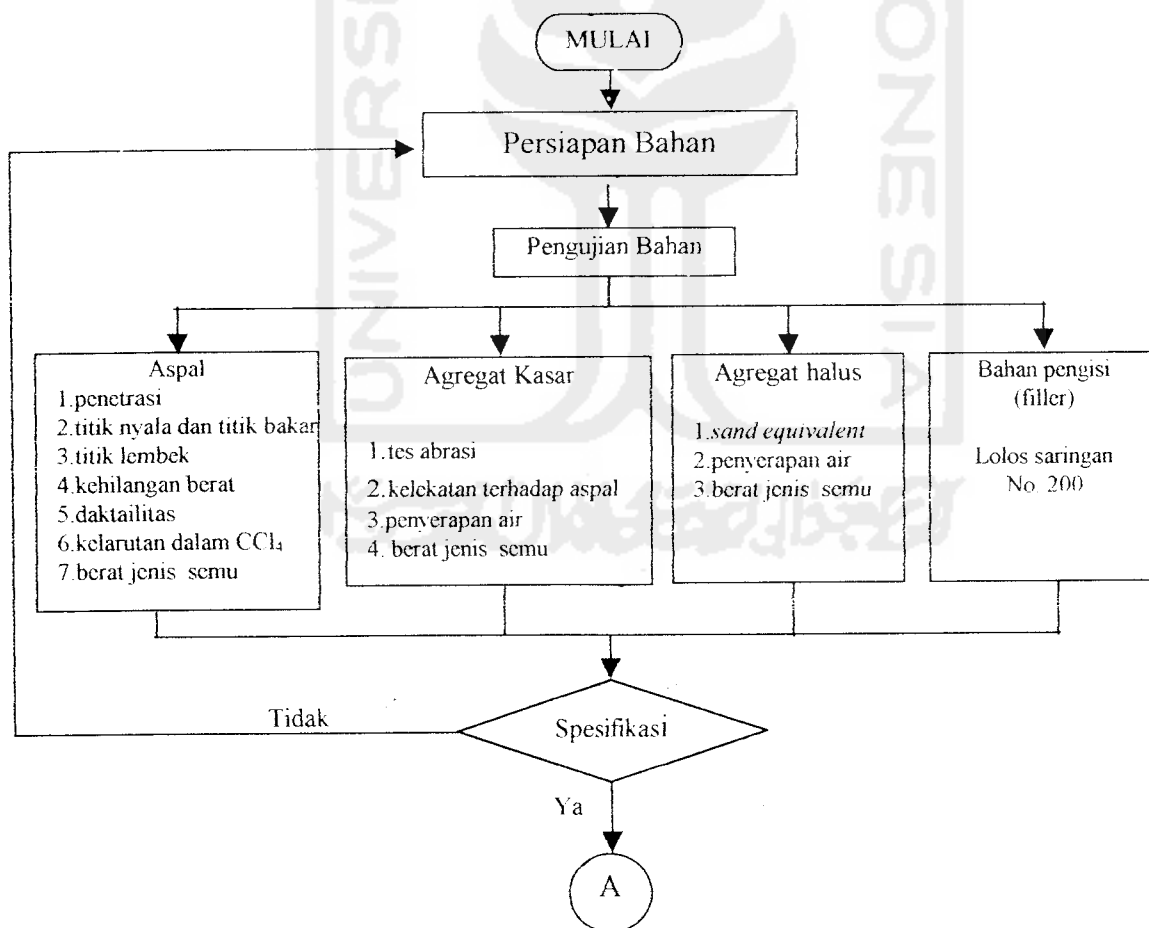
Secara singkat jalannya penelitian yang dilaksanakan dapat dilihat pada gambar 4.1 dan 4.2 di bawah ini.



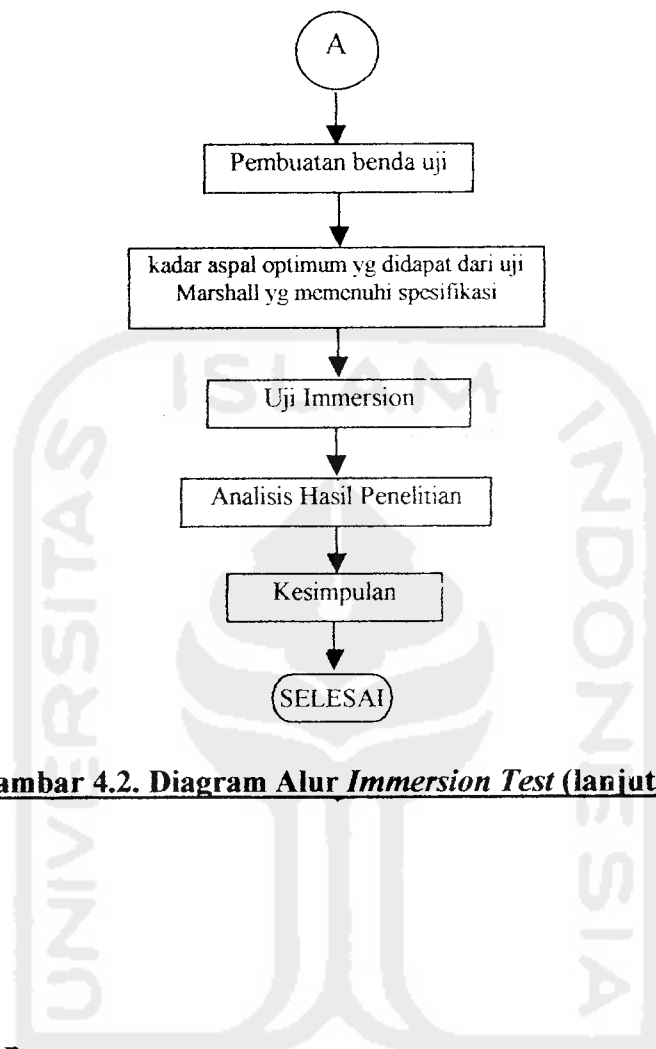
Gambar 4.1. Diagram Alur Uji Marshall Standar



Gambar 4.1. Diagram Alur Uji Marshall Standar (lanjutan)



Gambar 4.2. Diagram Alur Immersion Test



Gambar 4.2. Diagram Alur *Immersion Test* (lanjutan)

4.2 Bahan

4.2.1 Asal bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah filler dari limbah pabrik gula Kecamatan Jatibarang, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah dan agregat dari daerah Clereng, Kulonprogo hasil produksi *stone crusher* milik Gebyar Sela Arta Mas, Kulonprogo, Yogyakarta, sedangkan aspal keras AC 60-70 dari Laboratorium Teknik Transportasi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

4.2.2 Spesifikasi dan Pemeriksaan Bahan

4.2.2.1 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 4.1, 4.2, 4.3, serta Bahan Pengisi (Filler) menggunakan pedoman dari SKBI-2.4.26.1987, seperti dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.1 Persyaratan agregat kasar

No	Jenis Pengujian	Syarat
1	Keausan dengan mesin Los Angeles	$\leq 40 \%$
2	Kelekatan terhadap aspal	$\geq 95 \%$
3	Penyerapan air	$\leq 3 \%$
4	Berat jenis semu	$\geq 2,5$

Sumber SKBI-2.4.26.1987

Tabel 4.2 Persyaratan agregat halus

No	Jenis Pengujian	Syarat
1	Sand Euivalent	Min. 50 %
2	Berat jenis semu	Min. 2,5 %
3	Penyerapan air	Min. 3 %

Sumber SKBI-2.4.26.1987

Tabel 4.3 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	Daktilitas	Min. 100	Cm
7	Penetrasi setelah kehilangan berat	Min. 54	% semula
8	Berat jenis	Min. 1	

Sumber SKBI-2.4.26.1987

Tabel 4.4 Gradasi Bahan Pengisi

Ukuran Saringan		Persen berat yang lolos
No. 30	(0.590 mm)	100
No. 50	(0.279 mm)	95 – 100
No. 100	(0.149 mm)	90 – 100
No. 200	(0.074 mm)	65 – 100

Sumber SKBI-2.4.26.1987

4.2.2.2. 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 air

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui besarnya penyerapan agregat terhadap air (disyaratkan 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. (Sukirman, 1983)

3. Pemeriksaan berat jenis

Pemeriksaan ini adalah perbandingan antara berat volume agregat dengan berat volume air pada suhu 4⁰ C. 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 ≥ 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 digunakan, maka dilakukan serangkaian pemeriksaan-pemeriksaan sebagai berikut :

1. Pemeriksaan penetrasi

Pemeriksaan ini bertujuan menentukan penetrasi bitumen keras atau lembek dengan memasukkan jarum, dihehani dengan berat tertentu dalam waktu tertentu ke dalam 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.

3. Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar

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

4. 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 $48^{\circ} - 58^{\circ}\text{C}$.

5. Pemeriksaan daktilitas

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 25 mm/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 dimaksudkan 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 CCl_4

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 $\geq 99\%$.

4.3 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 pemadat 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

4.4. Jalannya Penelitian

4.4.1 Pembuatan Campuran

Campuran yang terdiri dari kombinasi agregat halus, agregat kasar, bahan pengisi/filer dan aspal harus diuji lebih dahulu 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 AASTHO dan Bina Marga.

Setelah pengujian bahan selesai, dilakukan penyaringan setiap jenis agregat dengan saringan sebanyak sembilan buah dan pan, seperti pada tabel 4.5. kemudian setelah penyaringan dilakukan penimbangan dengan berat tertentu untuk masing-masing ukuran saringan dan jenis agregat sesuai dengan gradasi yang telah ditentukan (*lihat lampiran 21 - 31*).

Pada penelitian ini dibuat 39 buah benda uji dengan perincian 15 benda uji dengan 5 variasi kadar aspal (4.5%, 5%, 5.5%, 6%, 6.5%) dengan menggunakan filler abu batu dan 15 benda uji yaitu 5 variasi kadar filler krakal limbah pabrik gula (5%, 6%, 7%, 8%, 9%) dengan menggunakan kadar aspal optimum, yang tiap variasi dibuat 3 benda uji. Dari 15 jenis benda uji dengan filler abu batu

ditentukan kadar aspal optimum, yang kemudian dibuat 3 benda uji dengan kadar aspal optimum untuk *Immersion Test* dan 3 benda uji dengan kadar aspal optimum untuk *Immersion Standart Test*. Selanjutnya dari 15 benda uji dengan variasi kadar filler dipakai hasil yang terbaik (memenuhi persyaratan) yang kemudian dibuat 3 buah benda uji untuk *Immersion Test*.

Jumlah berat campuran untuk masing-masing benda uji seberat ± 1200 gram. Aspal yang digunakan penetrasi 60/70. Spesifikasi saringan yang digunakan berdasarkan tabel II, No. Campuran IV, SKBI-2.4.26. 1987.

Tabel 4.5. Spesifikasi Saringan yang digunakan

No. Saringan	Prosentasi Lolos Saringan (%)	
	Spesifikasi	Gradasi Ideal
3 / 4 " (19.1 mm)	100	100
1 / 2 " (12.7 mm)	80 – 100	90
3 / 8 " (9.052 mm)	70 – 90	80
no. 4 (4.76 mm)	50 – 70	60
no. 8 (2.378 mm)	35 – 50	42,5
no. 30 (0.59 mm)	18 – 29	23,5
no. 50 (0.279 mm)	13 – 23	18
no. 100 (0.149 mm)	8 – 16	12
no. 200 (0.079 mm)	4 – 10	7
pan.		

Sumber SKBI-2.4.26.1987

Sebelum pembuatan campuran dilakukan ada beberapa tahap persiapan :

a. Persiapan benda uji.

Agregat dikeringkan 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 yang ditentukan sampai agregat terlapis merata.

c. Pemadatan benda uji.

Perlengkapan cetakan benda uji serta bagian muka penumbuk dibersihkan dan kertas alas 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 dengan sendok semen sebanyak 15 kali keliling pinggirnya dan 10 kali di bagian tengahnya. Waktu akan dipanaskan suhu pencampuran harus dalam batas-batas suhu pemadatan. Cetakan diletakkan di atas landasan pematat, dalam pemegang cetakan. Pemadatan dengan alat penumbuk sebanyak 2×50 sesuai dengan kebutuhan tinggi jatuh 45 cm ($18''$), selama pemadatan sumbu palu penumbuk ditahan agar selalu tegak lurus pada alas cetakan. Setelah pemadatan selesai, keping alas dan lehernya dilepas dan alat cetak yang berisi benda uji dikeluarkan. Selanjutnya cetakkan berisi benda uji dipasang pada alat

pengeluar, dengan hati-hati benda uji dikeluarkan dan benda uji diletakkan di atas permukaan yang rata dan halus, biarkan selama kira-kira 24 jam pada suhu ruang.

4.4.2 Cara Melakukan Pengujian Campuran

Pengujian terhadap campuran dilakukan dengan dua cara yaitu :

4.4.2.1. Pengujian Marshall Standar

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

1. Bersihkan benda uji dari kotoran-kotoran yang menempel.
2. Berilah kode sampel pada masing-masing benda uji.
3. Ukur tinggi benda uji dengan ketelitian 0,01 mm.
4. Timbang berat benda uji untuk mengetahui berat kering.
5. Diendam dalam air selama 18 - 20 jam agar benda uji menjadi jenuh air.
6. Timbang dalam air untuk mendapatkan isi.
7. Timbang benda uji dalam kondisi permukaan jenuh (SSD).
8. Rendamlah benda uji di dalam bak perendam *water bath* selama 30 menit dengan suhu tetap $(60 \pm 1)^{\circ}\text{C}$. Sebelum melakukan pengujian bersihkan batang penuntun (*guide rod*) dan permukaan dalam dari kepala penekan (*test head*). Lumasi batang penuntun sehingga kepala penekan yang atas dapat meluncur bebas, bila dikehendaki kepala penekan direndam bersama-sama benda uji pada suhu antara (21-

38)°C. Keluarkan benda uji dari bak perendam dan letakkan ke dalam segmen bawah kepala penekan. Pasang segmen atas di atas benda uji dan letakkan keseluruhannya dalam mesin penguji. Pasang arloji kelelahan (*flow meter*) pada kedudukannya di atas salah satu batang penuntun dan atur kedudukan jarum penunjuk pada angka nol, sementara selubung tangkai arloji (*sleeve*) dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan (*breaking head*). Tekan selubung tangkai arloji kelelahan tersebut pada segmen atas dari kepala penekan selama pembebanan berlangsung.

9. Sebelum pembebanan diberikan, kepala penekan beserta benda ujinya dinaikkan sehingga menyentuh alas cicin penguji. Atur kedudukan jarum arloji tekan pada angka nol. Berikan pembebanan 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. Lepaskan selubung tangkai arloji kelelahan (*sleeve*) pada saat pembebanan mencapai maksimum dan catat nilai kelelahan yang ditunjukkan oleh jarum arloji kelelahan.

4.4.2.2 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 (*waterbath*). Pada Uji Rendaman *Marshall*, lama waktu perendaman 24 jam

dengan suhu perendaman 60°C . Adapun cara perendaman adalah sebagai berikut ini.

1. Bersihkan benda uji dari kotoran-kotoran yang menempel.
2. Berilah kode sampel pada masing-masing benda uji.
3. Ukur tinggi benda uji dengan ketelitian 0,01 mm.
4. Timbang berat benda uji untuk mengetahui berat kering.
5. Diendam dalam air selama 18 - 20 jam agar benda uji menjadi jenuh air.
6. Timbang dalam air untuk mendapatkan isi.
7. Timbang benda uji dalam kondisi permukaan jenuh (SSD).
8. Rendamlah benda uji di dalam bak perendam *water bath* selama 24 jam dengan suhu tetap $(60 \pm 1)^{\circ}\text{C}$. Sebelum melakukan pengujian bersihkan batang penuntun (*guide rod*) dan permukaan dalam dari kepala penekan (*test head*). Lumasi batang penuntun sehingga kepala penekan yang atas dapat meluncur bebas, bila dikehendaki kepala penekan direndam bersama-sama benda uji pada suhu antara $(21-38)^{\circ}\text{C}$. Keluarkan benda uji dari bak perendam dan letakkan ke dalam segmen bawah kepala penekan. Pasang segmen atas di atas benda uji dan letakkan keseluruhannya dalam mesin penguji. Pasang arloji kelelahan (*flow meter*) pada kedudukannya di atas salah satu batang penuntun dan atur kedudukan jarum penunjuk pada angka nol, sementara selubung tangkai arloji (*sleeve*) dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan (*breaking head*). Tekan selubung tangkai arloji kelelahan tersebut pada segmen atas dari kepala penekan selama pembebanan berlangsung.

9. Sebelum pembebanan diberikan, kepala penekan beserta benda ujinya dinaikkan sehingga menyentuh alas cincin penguji. Atur kedudukan jarum arloji tekan pada angka nol. Berikan pembebanan 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. Lepaskan selubung tangkai arloji kelelahan (*sleeve*) pada saat pembebanan mencapai maksimum dan catat nilai kelelahan yang ditunjukkan oleh jarum arloji kelelahan.

4.5. 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* (kelelahan), diperlukan data antara lain:

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

Pembagian prosentase masing-masing agregat sebagai berikut :

- 1. agregat kasar (tertahan saringan No. 8),
- 2. agregat halus (lolos saringan No. 8) dan
- 3. bahan pengisi/filler (lolos saringan No.200).

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

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

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

VFWA didapatkan dengan menghitung nilai-nilai dari :

Persen aspal terhadap campuran dengan rumus :

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

dengan :

a = persen aspal terhadap batuan

b = persen aspal terhadap campuran

- a. Isi benda uji dengan rumus :

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

dengan :

f = isi

d = berat dalam keadaan jenuh (SSD)

c = berat dalam air

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 sebelum di rendam

f = isi

Presentase rongga terhadap agregat dengan rumus

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

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

l = persen rongga terhadap agregat

Dari rumus diatas dapat dihitung nilai VFWA sebagai berikut :

Dengan :

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

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

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

Dihitung berat jenis maksimum teoritis :

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

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

$$n = 100 - (100 \times \frac{g}{h}) \dots\dots\dots 5.11$$

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 Kelelehan (*Flow*)

Flow menunjukkan deformasi benda uji akibat pembebanan (sampai beban batas). Nilai ini langsung terbaca pada arloji flow saat pengujian Marsahal.

Nilai flow pada arloji dalam satuan inch, maka harus dikonversi dalam milimeter.

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 V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

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

Tabel 5.1. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No	Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i> (%)	20	Maks. 40	Memenuhi
2.	Kelekatan terhadap aspal (%)	100	Min. 95	Memenuhi
3.	Penyerapan air (%)	0.83	Maks. 3	Memenuhi
4.	Berat Jenis Semu	2.74	Min. 2.5	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya Ull

Tabel 5.2. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No	Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	<i>Sand Equivalent</i> (%)	76.28	Min. 50	Memenuhi
2.	Penyerapan air (%)	1.11	< 3	Memenuhi
3.	Berat Jenis Semu	2.79	> 2.5	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya Ull

Tabel 5.3. Hasil Pemeriksaan Aspal Keras AC 60/70

No	Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	Penetrasi (25 ⁰ C, 5 detik) (0.1 mm)	64.3	60-70	Memenuhi
2.	Titik Lembek (<i>Ring and Ball</i>) ⁰ C	49.75	48-58	Memenuhi
3.	Titik Nyala (<i>Cleve Open Cup</i>) ⁰ C	330	≥ 200	Memenuhi
4.	Daktilitas (25 ⁰ C, 5 cm/menit) (cm)	129.5	≥ 100	Memenuhi
5.	Berat Jenis	1.03	≥ 1.0	Memenuhi
6.	Kelarutan Dalam CCl ₄ (%)	99.5	≥ 99	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya Ull

Adapun data hasil pengujian *Marshall* dengan bahan filler abu batu terlihat dalam tabel 5.4.

Tabel 5.4. Hasil Pengujian *Marshall* dengan filer abu batu

Karakteristik <i>Marshall</i>	Kadar Aspal (%)				
	4.5	5	5.5	6	6.5
Density (gr/cc)	2.357	2.372	2.385	2.380	2.373
VITM (%)	5.976	4.667	3.398	2.891	2.495
VFWA (%)	63.532	71.165	79.354	82.766	85.853
Flow (mm)	3.175	3.810	3.979	4.403	4.911
Stabilitas (kg)	1756.893	1899.570	2107.558	2115.748	2015.528
MQ (Kg/mm)	595.406	535.246	546.956	4891.221	421.744

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Contoh perhitungan hasil test *Marshall* dengan kadar aspal 5.75% dan prosentase filler limbah pabrik gula 7%.

- a = % aspal terhadap batuan = 5.437%
- b = % aspal terhadap campuran = 5.75%
- c = berat sebelum direndam = 1180 gram
- d = berat dalam keadaan jenuh = 1185 gram
- e = berat didalam air = 689 gram
- f = isi = d - e = 1185 - 689 = 496 gram
- g = berat isi benda uji (Density)

$$= \frac{c}{f}$$

$$= \frac{1180}{496} = 2.379 \text{ gr/cc}$$



h = berat jenis maksimum (teoritis)

$$= \frac{100}{\frac{\%agregat}{Bjagregat} + \frac{\%aspal}{Bjaspal}}$$

$$= \frac{100}{\frac{94.25}{2.655} + \frac{5.75}{1.03}} = 2.434 \text{ gr/cc}$$

i = $\frac{b \times g}{Bjaspal}$

$$= \frac{5.75 \times 2.379}{1.03} = 13.281$$

j = $\frac{(100 - b) \times g}{Bjagregat}$

$$= \frac{(100 - 5.75) \times 2.379}{2.655} = 84.453$$

k = jumlah kandungan rongga (%)

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

$$= (100 - 13.281 - 84.453) = 2.266 \%$$

l = % rongga terhadap agregat

$$= (100 - j)$$

$$= (100 - 84.453) = 15.547 \%$$

m = % rongga yang terisi aspal (VFWA)

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

$$= \left(100 \times \frac{13.281}{15.547} \right) = 85.427 \%$$

n = % rongga dalam campran (VITM)

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

$$= 100 - \left(100 \times \frac{2.379}{2.434} \right) = 2.266 \%$$

o = pembacaan arloji stabilitas = 557

p = o $\times$ kalibrasiprovingring

$$= 557 \times 3.4227 = 1909.229$$

q = stabilitas

= p $\times$ koreksi tebal benda uji

$$= 1909.229 \times 0.960 = 1832.860 \text{ kg}$$

r = kelelahan plastis (FLOW)

$$= (0.01 \times 25.4 \times 13) = 3.302 \text{ mm}$$

s = Marshall quotient

$$= \frac{q}{r}$$

$$= \frac{1832.860}{3.302} = 555.076 \text{ kg/mm}$$

Dari grafik kadar aspal desain (lampiran 12-14) hasil pengujian tersebut diperoleh kadar aspal campuran sebesar 5.75 %, yang selanjutnya digunakan pada campuran untuk pengujian *Immersion test* (perendaman 24 jam pada *water bath* dengan suhu 60° C) dan pengujian *Immersion Standart Test* (perendaman 30

menit pada *water bath* dengan suhu 60°C). Hasil pengujian kadar aspal optimum 5.75 % dapat dilihat pada tabel 5.5.

Tabel 5.5. Hasil Pengujian *Immersion* dengan filer abu batu

Karakteristik <i>Marshall</i>	Kadar Aspal 5.75 %	
	30 menit	24 Jam
Density (gr/cc)	2.363	2.3375
VITM (%)	3.935	3.483
VFWA(%)	77.187	79.347
Flow (mm)	3.979	5.334
Stabilitas (Kg)	2083.238	1606.425
MQ (Kg/mm)	434.609	270.434

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Adapun hasil pengujian *Marshall* di laboratorium, untuk penggunaan filer dari limbah pabrik gula dengan prosentase variasi terhadap campuran 5%, 6%, 7%, 8%, dan 9% dapat dilihat pada tabel 5.6.

Tabel 5.6. Hasil Pengujian *Marshall* dengan filer Krakal Limbah Pabrik Gula

Karakteristik <i>Marshall</i>	Kadar Filler (%)				
	5	6	7	8	9
Density (gr/cc)	2.332	2.346	2.366	2.369	2.379
VITM (%)	4.190	3.637	2.784	2.667	2.277
VFWA (%)	75.794	78.282	82.640	83.512	85.629
Flow (mm)	4.572	4.318	3.810	3.641	3.217
Stabilitas (kg)	1150.350	1459.649	1788.953	1765.347	1757.101
MQ (Kg/mm)	251.886	341.885	476.137	486.791	578.516

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Selanjutnya pengujian *Immersion* dengan lama perendaman 24 jam (suhu *waterbath* 60°C) dilakukan pada kadar filer 7% yang nilai stabilitasnya akan dibandingkan dengan nilai stabilitas dari pengujian *Marshall* dengan *Immersion Standar* (perendaman 30 menit dengan suhu *waterbath* 60°C). Hasil pengujian *Immersion* tersebut dapat dilihat pada tabel 5.7.

Tabel 5.7. Pengujian *Immersion* dengan filer limbah pabrik gula

Karakteristik <i>Marshall</i>	Kadar Filler 7 %	
	30 menit	24 Jam
Density (gr/cc)	2.366	2.353
VITM (%)	2.784	3.321
VFWA(%)	82.640	79.858
Flow (mm)	3.810	4.403
Stabilitas (Kg)	1788.953	1385.139
MQ (Kg/mm)	476.137	315.142

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

5.2 Pembahasan

5.2.1. Stabilitas

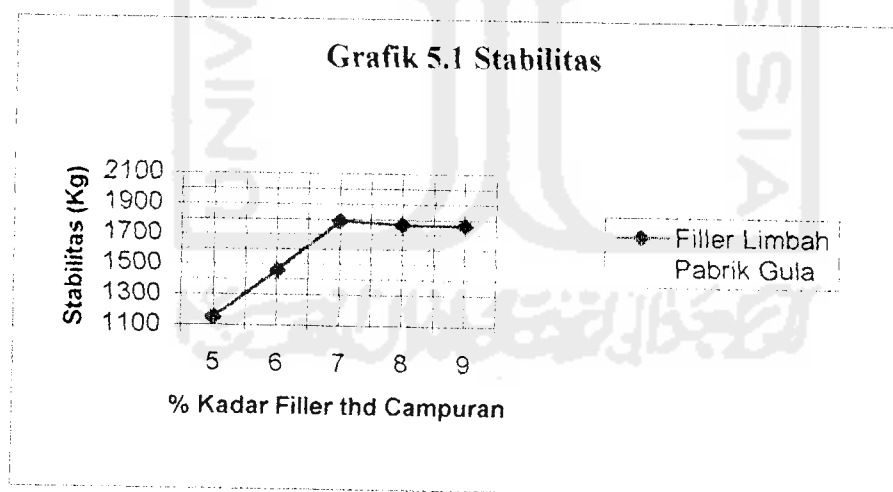
Stabilitas adalah kemampuan dari lapis perkerasan untuk menahan deformasi akibat menerima beban lalu lintas tanpa terjadinya perubahan bentuk seperti gelombang, alur, maupun *bleeding*. Stabilitas pada pengujian *Marshall* adalah kemampuan suatu campuran (beton aspal) untuk menerima beban hingga terjadi keruntuhan yang dinyatakan dalam satuan kilogram (kg). Nilai stabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa perkerasan tersebut mampu menahan beban lalu lintas yang besar. Nilai stabilitas pada beton aspal dipengaruhi oleh suhu pemadatan, gradasi agregat, bentuk agregat dan kohesi campuran.

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa kenaikan kadar penggunaan filler limbah pabrik gula diikuti seiring dengan meningkatnya nilai stabilitas dari campuran beton aspal sampai mencapai stabilitas yang optimum. Selanjutnya kenaikan kadar filler akan menurunkan nilai stabilitasnya, hal ini dikarenakan kadar aspal yang digunakan konstan yaitu 5.75% dimana fungsi aspal sebagai bahan pengikat menjadi tidak mampu lagi untuk mengikat antar batuan sehingga ikatan antar batuan menjadi berkurang. Tetapi penurunan yang terjadi akibat

penggunaan filler krakal limbah pabrik gula tidak sampai menyebabkan nilai stabilitas kurang memenuhi dari nilai yang disyaratkan. Jika dibandingkan secara keseluruhan nilai stabilitas antara penggunaan filler abu batu pada kadar aspal optimum lebih besar daripada filler dari limbah krakal pabrik gula.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa campuran beton aspal dengan filler limbah pabrik gula mempunyai nilai stabilitas yang lebih kecil yaitu 1150.350 kg, 1459.649 kg, 1788.953 kg, 1765.347 kg, 1757.101 kg untuk masing-masing variasi kadar filler 5%, 6%, 7%, 8%, dan 9%, sedangkan campuran beton aspal menggunakan filler abu batu pada kadar aspal optimum sebesar 2083.238 kg.

Nilai stabilitas dari penelitian campuran beton aspal dengan filler limbah pabrik gula seperti tercantum pada gambar grafik 5.1 berikut ini.



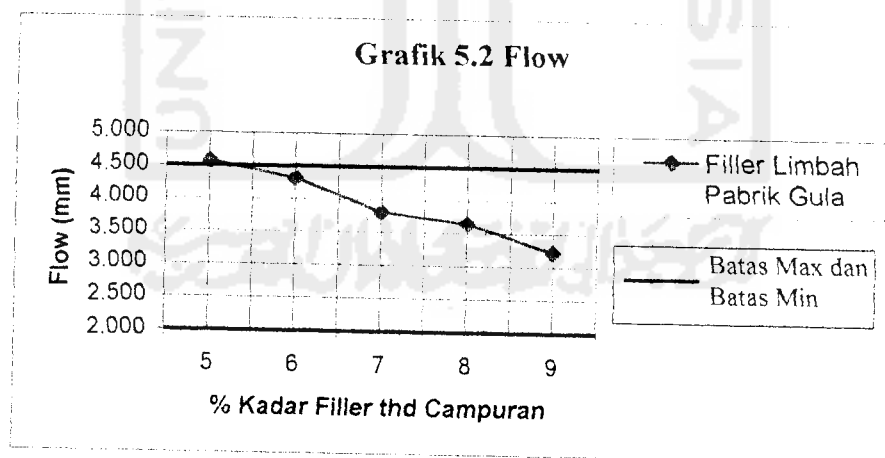
Sesuai dengan petunjuk pelaksanaan lapis beton aspal dari Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 1987 (SKBI-2.4.26.1987), bahwa nilai stabilitas untuk beton aspal minimum 450 Kg dan peraturan Bina Marga, 1983 adalah 650 Kg untuk lalu lintas sedang.

5.2.2. 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, sedang nilai *flow* yang terlalu rendah menunjukkan campuran tersebut memiliki sedikit rongga tak berisi aspal dan campuran bersifat kaku.

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 makin tinggi pula.

Nilai *flow* pada penelitian ini dapat dilihat pada grafik 5.2 berikut ini.



Pada grafik 5.2 menunjukkan penggunaan filler dari krakal limbah pabrik gula, seiring dengan penambahan kadar filler maka nilai *flow*-nya semakin turun, hal ini terjadi karena penggunaan kadar aspal yang konstan yaitu 5,75 % yang

mana dengan bertambahnya kadar filler kemampuan aspal untuk mengisi rongga-rongga pada campuran akan semakin berkurang sehingga campuran bersifat semakin kaku dan mudah mengalami retak (cracking) apabila mendapatkan beban yang berulang-ulang. Tetapi penurunan yang terjadi masih dapat menghasilkan *flow* pada nilai yang disyaratkan kecuali pada kadar filler 5 % yang menghasilkan nilai *flow* 4.572 mm. Jika dibandingkan dengan nilai *flow* campuran beton aspal menggunakan filler abu batu pada kadar aspal optimum yaitu sebesar 3.979 mm, maka nilai *flow* untuk campuran beton aspal menggunakan filler krakal pabrik gula lebih kecil untuk variasi kadar filler 7%, 8%, 9%, yaitu sebesar 3.810 mm, 3.641 mm, dan 3.217 mm. Sedangkan untuk variasi kadar filler 5% dan 6 % didapat nilai *flow* yang lebih besar yaitu masing-masing sebesar 4.572 mm dan 4.318 mm.

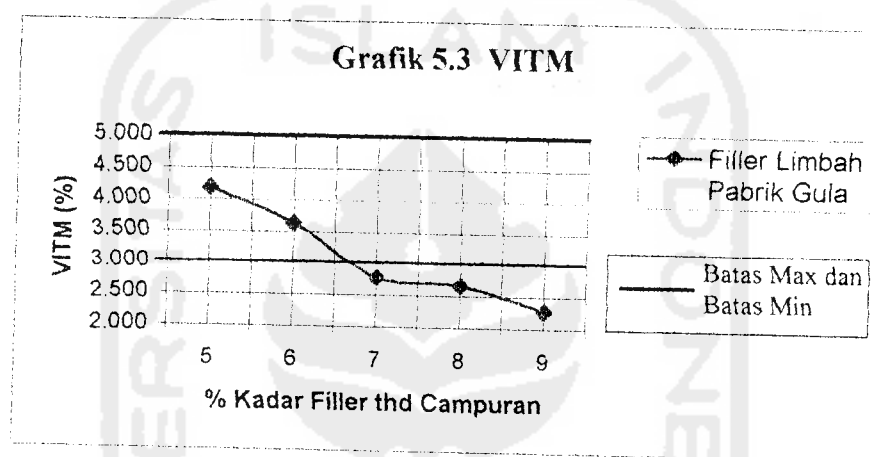
Menurut petunjuk pelaksanaan lapis beton aspal dari Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 1987 (SKBI-2.4.26.1987), bahwa nilai *flow* pada beton aspal untuk lalu lintas sedang adalah 2 - 4.5 mm.

5.2.3. VITM (Void In The Mix)

Rongga di dalam campuran (VITM) adalah perbandingan volume persen rongga terhadap total campuran padat, dinyatakan di dalam persen (%). Persen rongga yang disyaratkan untuk campuran beton aspal adalah 3 – 5 %. Lapis keras yang mempunyai VITM kurang dari 3 % akan memperbesar kemungkinan terjadinya *bleeding*. Akibat tingginya temperatur, aspal pada perkerasan akan mencair sehingga pada saat perkerasan menerima beban, aspal akan mengalir

diantara rongga agregat. Sebaliknya jika nilai VITM yang lebih besar dari 5 % menunjukkan banyak terjadi rongga di dalam campuran, sehingga campuran tidak rapat dan tidak kedap terhadap udara dan air sehingga aspal mudah teroksidasi yang berakibat melemahnya ikatan aspal terhadap agregat yang selanjutnya aspal tidak lagi menjadi bahan iakt yang baik dan batuan akan lepas dari ikatan.

Nilai VITM hasil penelitian dapat dilihat pada grafik 5.3 berikut ini



Pada grafik 5.3 tampak bahwa nilai VITM yang terjadi akan berkurang seiring dengan meningkatnya kadar filler dalam campuran, hal ini terjadi karena filler mampu mengisi lebih banyak rongga-rongga yang terjadi. Pada waktu pemadatan, partikel agregat ini dapat merapat dan butir bahan pengisi ini akan mengisi rongga yang ada sehingga agregat menjadi lebih rapat dan memperkecil rongga yang terjadi.

Dari hasil penelitian seperti yang terlihat pada grafik 5.3 terlihat bahwa *filler* yang memenuhi persyaratan adalah kadar *filler* 5 % dan 6 %.. Jika nilai VITM dibandingkan secara keseluruhan dengan campuran beton aspal menggunakan filler abu batu pada kadar aspal optimum yaitu sebesar 3.935 %

maka nilai VITM campuran beton aspal menggunakan filler krakal pabrik gula lebih besar untuk variasi pada kadar filler 5 % yaitu sebesar 4.190 %, sedangkan pada variasi kadar filler 6%, 7%, 8%, dan 9% didapat nilai VITM yang lebih kecil yaitu sebesar 3.637 %, 2.784 %, 2.667 %, dan 2.277 %.

Nilai yang disyaratkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga adalah 3 % – 5 %.

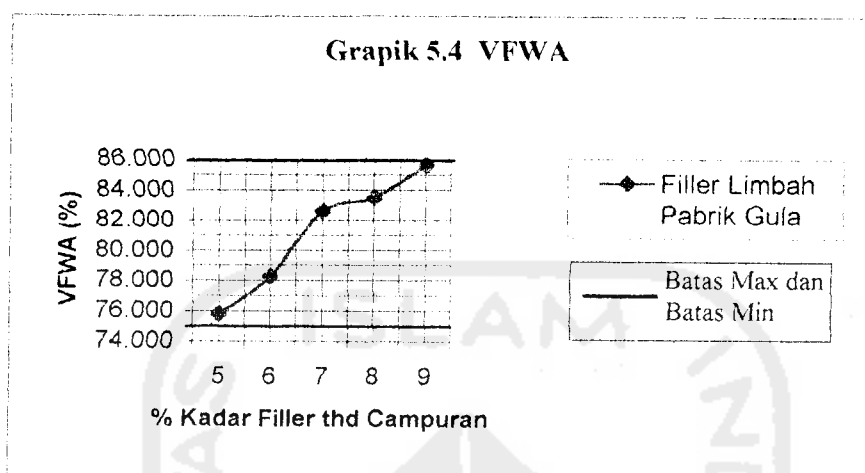
5.2.4. VFWA (Void Filled With Asphalt)

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

Untuk nilai VFWA 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 di atas akan memudahkan masuknya udara dan air yang akan melarutkan bagian aspal yang

teroksidasi tersebut, sehingga keawetan campuran berkurang. Nilai VFWA dapat dilihat pada grafik 5.4 berikut ini.



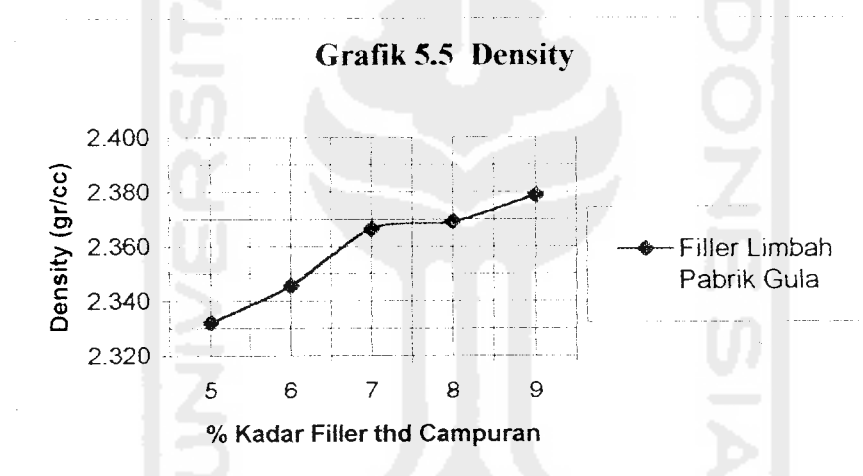
Dari hasil penelitian seperti terlihat dari grafik 5.4, terlihat bahwa seiring dengan meningkatnya kadar filler maka nilai VFWA-nya semakin besar, hal ini disebabkan karena butir pengisi yang terselimuti aspal mengisi rongga yang ada lebih banyak. Dengan banyaknya butir pengisi ini menyebabkan prosentase rongga yang terisi aspal akan semakin meningkat. Jika nilai VFWA dibandingkan secara keseluruhan dengan campuran beton aspal menggunakan filler abu batu pada kadar aspal optimum yaitu sebesar 77.187 % maka nilai VFWA campuran beton aspal menggunakan filler krakal pabrik gula lebih kecil untuk variasi pada kadar filler 5 % yaitu sebesar 75.794 %, sedangkan pada variasi kadar filler 6%, 7%, 8%, dan 9% didapat nilai VFWA yang lebih besar yaitu sebesar 78.282 %, 82.640 %, 83.512 %, dan 85.629 %.

Persyaratan yang harus dipenuhi VFWA untuk beton aspal menurut Bina Marga No 13/1983 ialah antara 75 - 86 % dan Bina Marga 1987 tidak ada batasannya. Nilai VFWA dari penelitian ini semuanya memenuhi persyaratan.

5.2.5. 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 140⁰C terhadap benda uji sebanyak sebanyak 2 x 50 kali. Hal ini dimaksudkan untuk memperoleh kepadatan yang optimum.

Nilai *density* hasil penelitian dapat dilihat pada grafik 5.5 sebagai berikut.



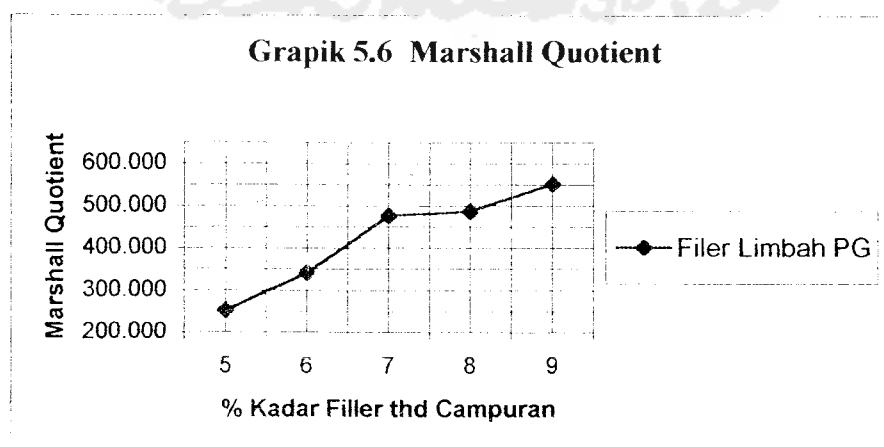
Dari grafik 5.5 terlihat dengan semakin meningkatnya kadar *filler* maka nilai kepadatan campuran akan semakin meningkat. Dengan semakin meningkatnya kadar *filler* berarti butiran pengisi menjadi semakin banyak untuk dapat mengisi rongga bila campuran dipadatkan.

Nilai *density* sangat dipengaruhi oleh persentase volume aspal dan persentase 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. Jika nilai

density dibandingkan secara keseluruhan dengan campuran beton aspal menggunakan filler abu batu pada kadar aspal optimum yaitu sebesar 2.363 gr/cc maka nilai *density* campuran beton aspal menggunakan filler krakal pabrik gula lebih kecil untuk variasi pada kadar filler 5 % dan 6 % yaitu sebesar 2.332 gr/cc dan 2.346 gr/cc, sedangkan pada variasi kadar filler 7%, 8%, dan 9% didapat nilai *density* yang lebih besar yaitu sebesar 2.366 gr/cc, 2.369 gr/cc, 2.379 gr/cc.

5.2.6. Marshall Quotient (MQ)

Marshall Quotient merupakan hasil bagi stabilitas dengan kelelehannya, dan digunakan sebagai pendekatan terhadap tingkat kekakuan atau fleksibilitas campuran. Stabilitas yang tinggi yang disertai dengan kelelehan yang rendah akan menghasilkan perkerasan yang terlalu kaku sehingga akan bersifat getas, sebaliknya stabilitas yang rendah dengan kelelehan yang tinggi akan menghasilkan campuran yang terlalu elastis dan akan berakibat perkerasan mengalami deformasi yang besar jika menerima beban lalu lintas. Nilai *Marshall Quotient* dari penelitian ini dapat dilihat pada grafik 5.6 berikut ini.



Dari grafik 5.6 dapat dilihat nilai *Marshall Quotient* semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kadar *filler*. Nilai *Marshall Quotient* paling tinggi yang berarti stabilitas tinggi dengan *flow* rendah, struktur ini akan mempunyai kekakuan yang tinggi dan fleksibilitasnya 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. Jika nilai *Marshall Quotient* dibandingkan secara keseluruhan dengan campuran beton aspal menggunakan *filler* abu batu pada kadar aspal optimum yaitu sebesar 434.609 Kg/mm maka nilai *Marshall Quotient* campuran beton aspal menggunakan *filler* krakal pabrik gula lebih kecil untuk variasi pada kadar *filler* 5 % dan 6 % yaitu sebesar 251.886 Kg/mm dan 341.885 Kg/mm, sedangkan pada variasi kadar *filler* 7%, 8%, dan 9% didapat nilai *Marshall Quotient* VFWA yang lebih besar yaitu sebesar 476.137 Kg/mm, 486.791 Kg/mm, 578.516 Kg/mm.

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.

5.2.7. Pengujian Rendaman atau *Immersion Test*

Pada pengujian *Immersion* ini dimaksudkan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu dan cuaca. Pada prinsipnya pengujian ini sama dengan uji *Marshall* hanya waktu perendaman dalam suhu konstan 60⁰ C dilakukan selama 24 jam (1hari).

Indeks Tahanan Kerusakkan (*Index of retained strength*) akibat dari gangguan air dihitung dengan membandingkan nilai stabilitas setelah direndam selama 24 jam (S2) dan nilai stabilitas campuran biasa yang direndam selama 0.5 jam (S1).

Dari hasil penelitian uji *Immersion* dari campuran beton aspal dengan filler limbah pabrik gula menghasilkan nilai stabilitas (S1) sebesar 1788.953 Kg dan pengujian *Marshall* biasa menghasilkan nilai stabilitas (S2) sebesar 1385.139 Kg. Hasil perhitungan indeks tahanan campuran beton aspal atau *index of retained strength* adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Index of retained strength} &= \frac{S2}{S1} \times 100\% \\ &= \frac{1385.139}{1788.953} \times 100\% \\ &= 77.427 \% > 75 \% \end{aligned}$$

Sedangkan pada pengujian perendaman *Marshall* untuk campuran beton aspal dengan filler abu batu pada kadar aspal optimum menghasilkan nilai stabilitas dari perendaman 24 jam (S2) sebesar 1606.425 Kg dan untuk perendaman *Marshall* biasa dengan waktu perendaman 30 menit menghasilkan nilai stabilitas (S1) sebesar 2083.238 Kg. Hasil perhitungan indeks tahanan campuran beton aspal atau *index of retained strength* adalah sebagai berikut :

$$\text{Index of retained strength} = \frac{S2}{S1} \times 100\%$$

$$= \frac{1606.425}{2083.238} \times 100\%$$

$$= 77.112 \% > 75 \%$$

Berdasarkan Indeks Tahanan Kekuatan dari kedua campuran tersebut, menunjukkan bahwa campuran dengan filler limbah pabrik gula memiliki ketahanan yang sedikit lebih baik terhadap kerusakan oleh pengaruh air, suhu dan udara dibandingkan dengan campuran beton aspal dengan filler abu batu pada kadar aspal optimum.

Namun demikian kedua campuran tersebut memiliki Indeks Tahanan Kekuatan yang lebih besar dari 75 %, maka campuran tersebut dapat dikatakan memiliki tahanan kekuatan yang memenuhi syarat dari kerusakan oleh pengaruh air, suhu dan cuaca.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

- a. Berdasarkan hasil penelitian ini, nilai stabilitas campuran beton aspal antara penggunaan filler krakal limbah pabrik gula lebih kecil daripada filler dari abu batu pada kadar aspal optimum. Hal ini menunjukkan bahwa campuran beton beton aspal dengan menggunakan filler krakal limbah pabrik gula mempunyai kekakuan yang lebih rendah dibandingkan dengan campuran beton aspal yang menggunakan filler abu batu. Dari hasil penelitian ini, untuk kedua macam campuran semuanya melebihi spesifikasi sesuai dengan petunjuk pelaksanaan lapis beton aspal 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 650 Kg untuk lalu lintas sedang.
- b. Dari hasil penelitian ini terlihat nilai *flow* untuk campuran beton aspal menggunakan filler krakal pabrik gula lebih kecil untuk variasi kadar filler 7%, 8%, 9%, jika dibandingkan dengan nilai *flow* campuran beton aspal menggunakan filler abu batu pada kadar aspal optimum. Hal ini menunjukkan tingkat kelelahan dari campuran beton aspal menggunakan

filler krakal limbah pabrik gula lebih rendah dibandingkan dengan campuran beton aspal menggunakan filler abu batu pada kadar aspal optimum. Sedangkan untuk variasi kadar filler 5% dan 6 % untuk campuran beton aspal menggunakan filler krakal limbah pabrik gula didapat nilai *flow* yang lebih besar jika dibandingkan dengan nilai *flow* campuran beton aspal menggunakan filler abu batu pada kadar aspal optimum. Hal ini menunjukkan tingkat kelelehan dari campuran beton aspal menggunakan filler krakal limbah pabrik gula lebih tinggi dibandingkan dengan campuran beton aspal menggunakan filler abu batu pada kadar aspal optimum.

- c. Dari hasil penelitian campuran beton aspal menggunakan filler krakal pabrik gula yang memenuhi persyaratan adalah kadar *filler* 5 % dan 6 %.. Jika nilai VITM dibandingkan secara keseluruhan dengan campuran beton aspal menggunakan filler abu batu pada kadar aspal optimum maka nilai VITM campuran beton aspal menggunakan filler krakal pabrik gula lebih besar untuk variasi pada kadar filler 5 %, sedangkan pada variasi kadar filler 6%, 7%, 8%, dan 9% didapat nilai VITM yang lebih kecil. Nilai yang disyaratkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga adalah 3 % – 5 %.
- d. Dari hasil penelitian menunjukkan nilai VFWA campuran beton aspal menggunakan filler krakal pabrik gula jika dibandingkan secara keseluruhan dengan campuran beton aspal menggunakan filler abu batu pada kadar aspal optimum maka nilai VFWA campuran beton aspal

menggunakan filler krakal pabrik gula lebih kecil untuk variasi pada kadar filler 5 %, sedangkan pada variasi kadar filler 6%, 7%, 8%, dan 9% didapat nilai VFWA yang lebih besar. Persyaratan yang harus dipenuhi VFWA untuk Beton Aspal menurut Bina Marga No 13/1983 ialah antara 75 - 86 % dan Bina Marga 1987 tidak ada batasannya. Nilai VFWA dari penelitian ini semuanya memenuhi persyaratan.

- e. Dari hasil penelitian menunjukkan jika nilai *density* campuran beton aspal menggunakan filler krakal pabrik gula dibandingkan secara keseluruhan dengan campuran beton aspal menggunakan filler abu batu pada kadar aspal optimum, maka nilai *density* campuran beton aspal menggunakan filler krakal pabrik gula lebih kecil untuk variasi pada kadar filler 5 % dan 6 %, sedangkan pada variasi kadar filler 7%, 8%, dan 9% didapat nilai *density* yang lebih besar.
- f. Dari hasil penelitian menunjukkan jika nilai *Marshall Quotient* campuran beton aspal menggunakan filler krakal pabrik gula dibandingkan secara keseluruhan dengan campuran beton aspal menggunakan filler abu batu pada kadar aspal optimum, maka nilai *Marshall Quotient* campuran beton aspal menggunakan filler krakal pabrik gula lebih kecil untuk variasi pada kadar filler 5 % dan 6 %, sedangkan pada variasi kadar filler 7%, 8%, dan 9% didapat nilai *Marshall Quotient* VFWA yang lebih besar. Persyaratan yang harus dipenuhi *Marshall Quotient* untuk beton aspal menurut Bina Marga 1987 ialah antara 200 – 350 Kg/mm dan Bina Marga 1983 tidak ada batasannya.

- g. Berdasarkan hasil uji perendaman (*Immersion Test*) tampak bahwa campuran beton aspal menggunakan filler krakal pabrik gula memiliki ketahanan yang sedikit lebih baik terhadap kerusakan oleh pengaruh air, suhu dan udara dibandingkan dengan campuran beton aspal dengan filler abu batu pada kadar aspal optimum.

6.2 Saran

- a. Perlunya penelitian yang lebih mendalam pengaruh kandungan unsur-unsur kimia yang terkandung pada filler krakal limbah pabrik gula terhadap perkerasan beton aspal pada lalu lintas sedang.
- b. Diperlukannya penelitian lebih lanjut dengan sampel benda uji yang lebih banyak untuk mendapatkan hasil yang lebih baik untuk mengetahui pengaruh dari filler krakal limbah pabrik gula.
- c. Diperlukannya penelitian lebih lanjut dengan membandingkan filler krakal limbah pabrik gula dengan filler lainnya yang umum digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

_____, July, 1982. **STANDART SPECIFICATION FOR TRANSPORTATION MATERIAL AND METHODS OF SAMPLING AND TESTING**, Part I, "Specification", 13th editon, AASHTO.

_____, July, 1982. **STANDART SPECIFICATION FOR TRANSPORTATION MATERIAL AND METHODS OF SAMPLING AND TESTING**, Part II, "Methods of Sampling", 13th editon, AASHTO.

_____, 1987. **ASPHALT TECHNOLOGY AND CONSTRUCTION PRACTISE**, Educational Series No.1 (ES-1), Second Edition, The Asphalt Institute, U.S.A.

_____, **PANDUAN PRAKTIKUM JALAN RAYA IV**, Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

_____, 1983, **PETUNJUK PELAKSANAAN LAPIS ASPAL BETON (LASTON) NO. 13/PT/B/1983**, Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

_____, 1987, **PETUNJUK PELAKSANAAN LAPIS ASPAL BETON (LASTON), SKBI – 2.4.26.1987**, Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

_____, 1987, **PETUNJUK PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA DENGAN METODE ANALISA KOMPONEN**, **SKBI – 2.3.26. 1987**, Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

_____, January 1983. **PRINCIPLES OF CONSTRUCTION OF HOT-MIX ASPHALT PAVEMENTS**, Manual Series No.22, The Asphalt Institute, U.S.A.

Robert, F.L, Kandhal, P.S, **HOT MIX ASPHALT MATERIAL MIXTURE DESIGN AND CONSTRUCTION**, NAPA, Education Foundation, Lanham, Mariland, 1991.

Robert D. Krebs dan Richard D. Walker, 1971, **HIGHWAY MATERIALS**, McGraw-Hill Book Company, U.S. A.

Djoko Untung, S, 1987, **RENCANA CAMPURAN (MIX DESIGN)**, Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Sukirman, S, 1992, **PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA**, Nova, Bandung.

Toto Miharjo, S, 1994, **BAHAN DAN STRUKTUR JALAN RAYA**, Biro penerbit, Yogyakarta.





LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Contoh dari : Clereng, Kulon Prodo

Jenis Contoh : Batu pecah

Diperiksa tgl : 11 Juli 2000

Diperiksa Oleh :

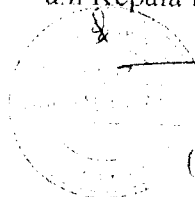
1. Solahuddin

2. Febrian Fatahillah

KETERANGAN	BENDA UJI
	I
Berat Benda Uji dalam Keadaan Basah Jenuh (SSD) → (BJ)	1515.5 gram
Berat Benda Uji didalam Air → (BA)	955 gram
Berat Sampel Kering Oven (BK)	1503 gram
Berat Jenis (Bluk) = $\frac{BK}{(BJ - BA)}$	2.68
Berat SSD = $\frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2.70
Berat Jenis Semu = $\frac{BK}{(BK - BA)}$	2.74
Penyerapan = $\frac{(BJ - BK)}{BK} \times 100\%$	0.83 %

Yogyakarta, 11 Juli 2000

a.n Kepala Laboratorium Jalan Raya UII



(Ir. Iskandar, S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Contoh dari : Clereng, Kulon Prodo

Diperiksa Oleh :

Jenis Contoh : Batu pecah

1. Solahuddin

Diperiksa tgl : 11 Juli 2000

2. Febrian Fatahillah

KETERANGAN	BENDA UJI
Berat Benda Uji dalam Keadaan Basah Jenuh (SSD)	500 gram
Berat Vicnometer + Air (B)	668 gram
Berat Vicnometer + Air + Benda Uji (BT)	985 gram
Berat Sampel Kering Oven (BK)	494.5 gram
Berat Jenis = $\frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2.70
Berat SSD = $\frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2.73
BJ Semu = $\frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2.79
Penyerapan = $\frac{(500 - BK)}{BK} \times 100\%$	1.11 %

Yogyakarta, 11 Juli 2000

a.n Kepala Laboratorium Jalan Raya UII



 (Mr. Iskandar, S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

**PEMERIKSAAN
 BERAT JENIS ASPAL**

Contoh dari : Lab. FTSP UII

Diperiksa Oleh :

Jenis Contoh : Aspal Keras AC 60 - 70

1. Solahuddin

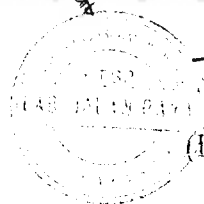
Diperiksa tgl : 11 Juli 2000

2. Febrian Fatahillah

No	Urutan Pemeriksaan	Berat
1	Berat Vicnometer Kosong	28.6 gram
2	Berat Vicnometer + Aquadest	82.55 gram
3	Berat Air (2 - 1)	53.95 gram
4	Berat Vicnometer + Aspal	30.30 gram
5	Berat Aspal (4 - 1)	1.7 gram
6	Berat Vicnometer + Aspal + Aquadest	82.6 gram
7	Berat Airnya Saja (6 - 4)	52.30 gram
8	Volume Aspal (3 - 7)	1.65 gram
9	Berat Jenis Aspal - Berat / Volume (5/8)	1.03

Yogyakarta, 11 Juli 2000

a.n. Kepala Laboratorium Jalan Raya UII



(Ir. Iskandar, S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
KELARUTAN DALAM CCL₄

Contoh dari : Lab. FTSP UII

Diperiksa Oleh :

Jenis Contoh : Aspal Keras AC 60 - 70

1. Solahuddin

Diperiksa tgl : 12 Juli 2000

2. Febrian Fatahillah

Pembukaan contoh	<u>DIPANASKAN</u>	Pembacaan Waktu	Pembacaan Suhu
	Mulai		
	Selesai		
<u>PEMERIKSAAN</u>			
1. Penimbangan	Mulai	11.30	27 ⁰ C
2. Pelarutan	Mulai	11.35	27 ⁰ C
3. Penyaringan	Mulai	14.43	27 ⁰ C
	Selesai	14.47	27 ⁰ C
4. Di Oven	Mulai	14.50	27 ⁰ C
5. Penimbangan	Selesai	15.00	27 ⁰ C

1. Berat Botol Erlenmeyer Kosong	= 74 gram
2. Berat Erlenmeyer + Aspal	= 76 gram
3. Berat Aspal (2 - 1)	= 2 gram
4. Berat Kertas Saring Bersih	= 0.6 gram
5. Berat Kertas Saring + Endapan	= 0.61 gram
6. Berat Endapannya Saja (5 - 4)	= 0.01 gram
7. Persentase Endapan $\left(\frac{6}{3} \times 100\% \right)$	= 0.50 %
8. Bitumen yang Larut (100 % - 7)	= 99.50 %

Yogyakarta, 12 Juli 2000

a.n Kepala Laboratorium Jalan Raya UII



(Jr. Iskandar, S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPAL

Contoh dari : Lab. FTSP UII

Jenis Contoh : Aspal Keras AC 60 - 70

Diperiksa tgl : 12 Juli 2000

Diperiksa Oleh :

1. Solahuddin

2. Febrin Fatahillah

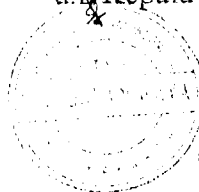
PEMANASANSAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAANWAKTU
Mulai Pemanasan	25 ⁰ C	9.35
Selesai Pemanasan	150 ⁰ C	10.00
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
Mulai	150 ⁰ C	10.05
Selesai	27 ⁰ C	11.05
DIPERIKSA		
Mulai	27 ⁰ C	13.15
Selesai	340 ⁰ C	14.05

HASIL PENGAMATAN

CAWAN	TITIK NYALA	TITIK BAKAR
I	330 ⁰ C	340 ⁰ C

Yogyakarta, 12 Juli 2000

a.n Kepala Laboratorium Jalan Raya UII



(Ir. Iskandar, S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

**PEMERIKSAAN
PENETRASI ASPAL**

Contoh dari : Lab. FTSP UII

Diperiksa Oleh :

Jenis Contoh : Aspal Keras AC 60 - 70

1. Solahuddin

Diperiksa tgl : 12 Juli 2000

2. Febrian Fatahillah

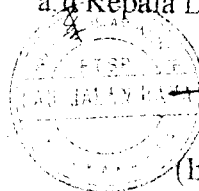
PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
Mulai Pemanasan	25 ⁰ C	09.35
Selesai Pemanasan	150 ⁰ C	10.00
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
Mulai	150 ⁰ C	10.05
Selesai	25 ⁰ C	11.05
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25 ⁰ C)		
Mulai	25 ⁰ C	11.45
Selesai	25 ⁰ C	12.45
DIPERIKSA		
Mulai	25 ⁰ C	14.30
Selesai	25 ⁰ C	14.50

HASIL PENGAMATAN

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

Yogyakarta, 12 Juli 2000

a.n Kepala Laboratorium Jalan Raya UII



(Ir. Iskandar, S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)
A A S H T O T.96 - 77

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Diperiksa Oleh

Jenis Contoh : Batu Pecah

1. Solahuddin

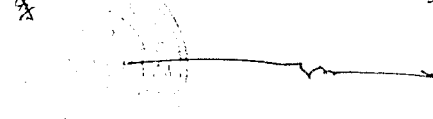
Diperiksa tgl : 10 Juli 2000

2. Febrian Fatahillah

JENIS GRADASI		BENDA UJI
SARINGAN		
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 gram
12.5 mm (0.5”)	9.5 mm (3/8”)	2500 gram
9.5 mm (3/8”)	6.3 mm (1/4”)	
6.3 mm (1/4”)	4.75 mm (No. 4)	
4.75 mm (No. 4)	2.36 mm (No. 8)	
JUMLAH BENDA UJI (A)		5000 gram
JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12 (B)		4000 gram
$KEAUSAN = \frac{(A - B)}{A} \times 100\%$		20 %

Yogyakarta, 10 Juli 2000

a.n Kepala Laboratorium Jalan Raya UII


 (Ir. Iskandar, S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
KELEKATAN ASPAL TERHADAP BATUAN

Contoh dari : Lab. FTSP UII

Diperiksa Oleh

Jenis Contoh : Aspal Keras AC 60 - 70

1. Solahuddin

Diperiksa tgl : 12 Juli 2000

2. Febrian Fatahillah

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
Mulai Pemanasan	27 ⁰ C	13.45
Selesai Pemanasan	150 ⁰ C	13.50
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
Mulai		13.55
Selesai		08.30
DIPERIKSA		
Mulai		08.35
Selesai		08.38

HASIL PENGAMATAN

BENDA UJI	PROSEN YANG DISELIMUTI OLEH ASPAL
I	100 %

Yogyakarta, 12 Juli 2000

Kepala Laboratorium Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar, S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
DAKTILITAS (DUCTILITY) / RESIDUE

Contoh dari : Lab. FTSP UII

Jenis Contoh : Aspal Keras AC 60 - 70

Diperiksa tgl : 12 Juli 2000

Diperiksa Oleh

1. Solahuddin

2. Febrian Fatahillah

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 Water Bath $\pm 25^{\circ}\text{C}$
Pemeriksaan	Daktilitas pada 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		129.5 cm
Pengamatan II		130.5 cm
Rata-rata		130 cm

Yogyakarta, 12 Juli 2000

Ka.n Kepala Laboratorium Jalan Raya UII



(Ir. Iskandar, S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

**PEMERIKSAAN
TITIK LEMBOK ASPAL**

Contoh dari : Lab. FTSP UII

Diperiksa Oleh

Jenis Contoh : Aspal Keras AC 60 - 70

1. Solahuddin

Diperiksa tgl : 12 Juli 2000

2. Febrian Fatahillah

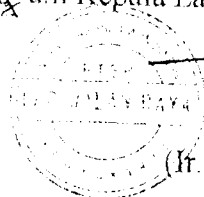
PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
Mulai Pemanasan		
Selesai Pemanasan		
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
Mulai		
Selesai		
Diperiksa		
Mulai Selesai		

HASIL PENGAMATAN

No	SUHUYANG DIAMATI ($^{\circ}$ C)	WAKTU (DETIK)		TITIK LEMBOK	
		I	II	I	II
1	5	0	0		
2	10	3'47"	3'47"		
3	15	2'35"	2'35"		
4	20	2'30"	2'30"		
5	25	1'45"	1'45"		
6	30	1'30"	1'30"		
7	35	1'40"	1'40"		
8	40	1'28"	1'28"		
9	45	1'30"	1'30"		
10	50	0'15"	0'15"	49.50 $^{\circ}$ C	50 $^{\circ}$ C
11	55				

Yogyakarta, 12 Juli 2000

& a.n Kepala Laboratorium Jalan Raya UII



(Ir. Iskandar, S. MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
SAND EQUIVALENT DATA
A A S H T O T.176 - 73

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Diperiksa Oleh

Jenis Contoh : Batu Pecah

1. Solahuddin

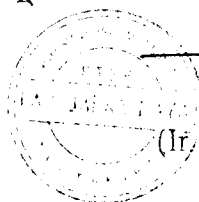
Diperiksa tgl : 8 Juli 2000

2. Febrian Fatahillah

TRIAL NUMBER		Batu Pecah
Seaking (10.1 Min)	Start	9.30
	Stop	9.40
Sedimentation Time (20 Min – 15 Sec)	Start	9.40
	Stop	10.00
Clay Reading		4.85
Sand Reading		3.70
$SE = \frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100$		76.28 %
Avarage Sand Equivalent		76.28 %

Yogyakarta, 8 Juli 2000

Kepala Laboratorium Jalan Raya UII



(Ir. Iskandar, S, MT)

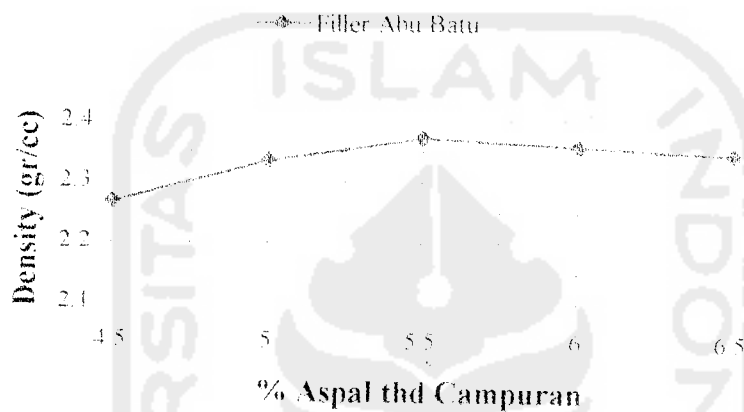


LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

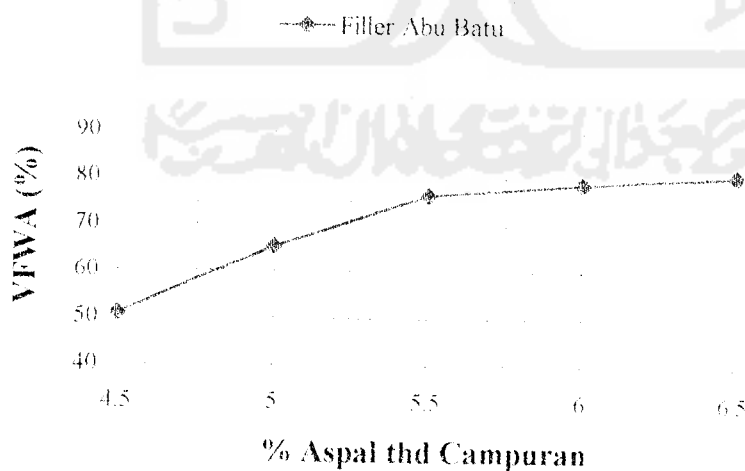
GRAFIK
KADAR ASPAL DESIGN

Jenis Pekerjaan : Campuran Laston (Filer Abu Batu)
 Dikerjakan Oleh : 1. Solahuddin 2. Febrian Fatahillah

Grafik Density



Grafik VFWA



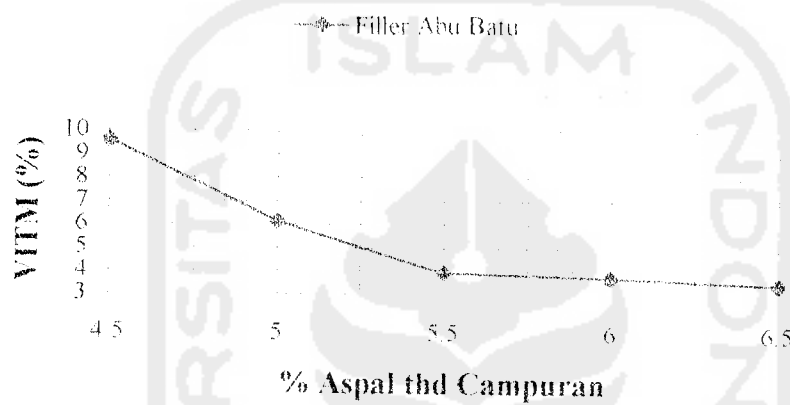


LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UH
Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

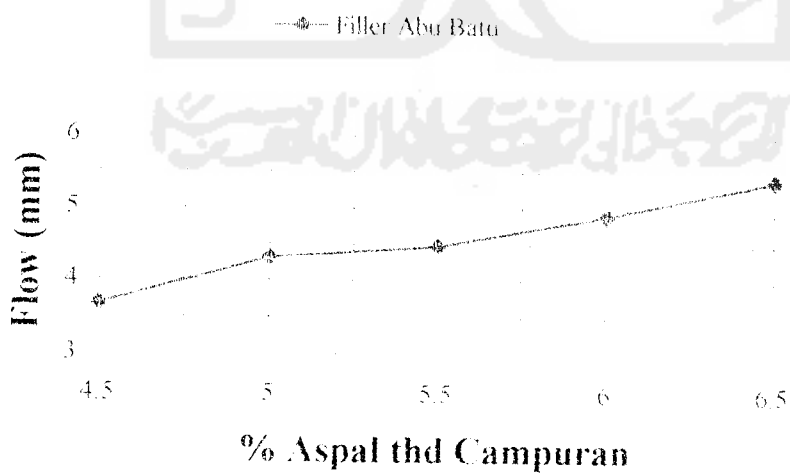
GRAFIK
KADAR ASPAL DESIGN

Jenis Pekerjaan : Campuran Laston(Filer Abu Batu)
Dikerjakan Oleh : 1. Solahuddin 2. Febrian Fatahillah

Grafik VITM



Grafik Flow



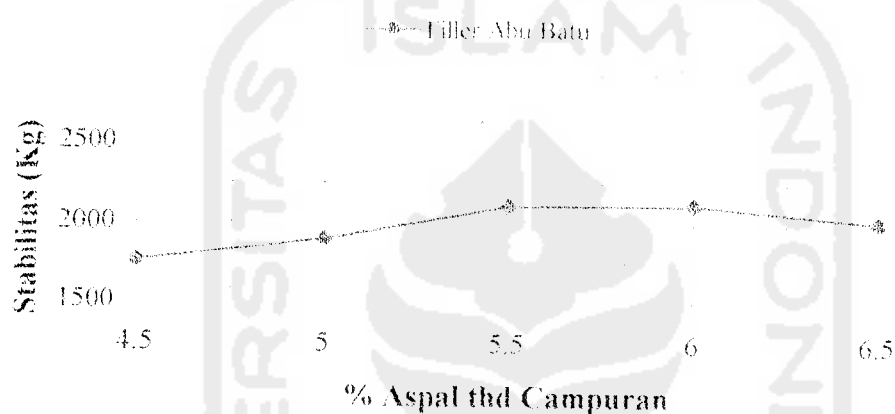


LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

GRAFIK
KADAR ASPAL DESIGN

Jenis Pekerjaan : Campuran Laston(Filer Abu Batu)
 Dikerjakan Oleh : 1. Solahuddin 2. Febrian Fatahillah

Grafik Stabilitas



Spec	% Kadar aspal				
	4.5 %	5 %	5.5%	6 %	6.5 %
1.Density					
2.VFWA					
3.VITM					
4.Stability					
5.Flow					

5.75 %

Kadar Aspal Optimum = 5.75 %



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Pekerjaan : Hitungan Test Marshall
Jenis Campuran : Laston (filer abu batu)

Diperiksa tgl : 21 Juli 2000

Dikerjakan Oleh : 1. Solahuddin
2. Febrian Fatahillah

No	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
1	63.470	4.306	4.5	1177	1185	664	521	2.259	2.506	9.870	80.263	9.868	19.737	50.006	9.868	417	1429.351	1470.802	3.556	413.611
2	64.480	4.306	4.5	1184	1191	669	522	2.268	2.506	9.910	80.585	9.505	19.415	51.042	9.505	554	1898.946	1948.318	3.048	639.212
3	63.570	4.306	4.5	1179	1185	666	519	2.272	2.506	9.925	80.709	9.366	19.291	51.447	9.366	527	1806.398	1851.558	2.921	633.878
Rata2							2.266							50.832	9.580			1756.893	3.175	562.234
4	63.150	4.762	5	1179	1189	671	518	2.276	2.488	11.049	80.441	8.510	19.559	56.490	8.510	544	1864.669	1924.338	3.810	505.076
5	62.180	4.762	5	1166	1180	664	493	2.365	2.488	11.481	83.588	4.930	16.412	69.937	4.930	522	1789.259	1961.565	3.556	551.621
6	62.330	4.762	5	1180	1191	670	499	2.365	2.488	11.479	83.575	4.946	16.425	69.889	4.946	510	1748.127	1812.808	4.064	446.065
Rata2							2.335							65.445	6.129			1899.570	3.810	500.921
7	62.270	5.213	5.5	1180	1185	689	496	2.379	2.469	12.704	83.638	3.659	16.362	77.640	3.659	605	2073.759	2153.598	4.064	529.921
8	61.180	5.213	5.5	1175	1181	686	495	2.374	2.469	12.675	83.452	3.873	16.548	76.596	3.873	565	1936.651	2126.442	4.318	492.460
9	61.980	5.213	5.5	1178	1187	689	498	2.365	2.469	12.631	83.161	4.208	16.839	75.010	4.208	573	1964.072	2042.635	3.556	574.419
Rata2							2.373							76.415	3.913			2107.558	3.979	532.267
10	61.300	5.660	6	1175	1180	689	491	2.393	2.451	13.940	83.686	2.373	16.314	85.452	2.373	535	1833.820	2030.038	4.064	499.517
11	61.550	5.660	6	1177	1184	684	500	2.354	2.451	13.713	82.320	3.967	17.680	77.560	3.967	602	2063.475	2280.140	4.572	498.718
12	60.780	5.660	6	1182	1189	682	507	2.331	2.451	13.581	81.528	4.891	18.472	73.522	4.891	533	1826.964	2037.065	4.572	445.552
Rata2							2.359							78.844	3.744			2115.748	4.403	481.263
13	59.570	6.103	6.5	1176	1185	682	503	2.338	2.433	14.754	81.325	3.921	18.675	79.003	3.921	553	1895.518	2074.076	4.826	429.771
14	59.710	6.103	6.5	1178	1184	683	501	2.351	2.433	14.838	81.788	3.374	18.212	81.476	3.374	572	1960.644	2153.376	5.334	403.707
15	60.370	6.103	6.5	1180	1185	684	501	2.355	2.433	14.863	81.927	3.210	18.073	82.241	3.210	483	1655.579	1818.323	4.572	397.708
Rata2							2.348							80.907	3.502			2015.258	4.911	410.396

t = tebal benda uji (mm) :

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

a = % aspal terhadap batuan (%)

b = % aspal terhadap campuran (%)

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

l = (100-j) rongga terhadap agregat (%)

c = berat kering/sebelum direndam (gram)

m = $(100 \times \frac{l}{j})$ rongga yg terisi aspal (VFWA) (%)

suhiu pencampuran
suhiu pematidatan

: ± 160° C
: ± 140° C

B.J. Aspal : 1.03
B.J. Agregat : 2.688

d = berat dalam keadaan SSD (gram)

n = rongga yg terisi campuran $100 - (100 \times \frac{g}{h})$ (%)

e = berat didalam air (gram)

o = pembacaan arloji (stabilitas)

p = o x kalibrasi proving (Kg)

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

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)

s = Marshall Quotient (Kg/mm)

g = berat isi sampel = $\frac{c}{f}$ (gram/cc)

h = B.J. maksimum teoritis

$$= \left\{ 100 : \left(\frac{G_{\text{agregat}}}{B \cdot J_{\text{agregat}}} + \frac{G_{\text{aspal}}}{B \cdot J_{\text{aspal}}} \right) \right\}$$

$$i = \frac{b \cdot g}{B \cdot J_{\text{aspal}}}$$

Yogyakarta, 21 Juli 2000

an Kepala Laboratorium Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar, S. MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Pekerjaan : Hitungan Test Marshall (Immersion) Diperiksa tgl : 27 Juli 2000
Jenis Campuran : Laston (filer abu batu) Dikerjakan Oleh : 1. Solahuddin
2. Febrian Fatahillah

No.	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
1(30")	61.650	5.437	5.75	1173	1179	681	498	2.355	2.460	13.149	82.589	4.262	17.411	75.521	4.262	575	1970.928	2065.532	4.064	508.251
2(30")	61.780	5.437	5.75	1179	1185	682	503	2.344	2.460	13.085	82.186	4.729	17.814	73.454	4.729	562	1926.367	2011.128	3.556	565.559
3(30")	61.870	5.437	5.75	1174	1179	688	491	2.391	2.460	13.348	83.838	2.814	16.162	82.587	2.814	609	2087.469	2173.056	4.318	503.255
Rata2								2.363						77.187	3.935			2083.238		525.688
4(24")	62.400	5.437	5.75	1177	1182	690	492	2.392	2.460	13.355	83.881	2.764	16.119	82.852	2.764	452	1549.320	1592.701	4.826	330.025
5(24")	61.300	5.437	5.75	1180	1187	686	501	2.355	2.460	13.148	82.584	4.267	17.416	75.497	4.267	432	1480.766	1568.132	5.334	293.988
6(24")	61.750	5.437	5.75	1173	1178	688	490	2.394	2.460	13.364	83.937	2.699	16.063	83.197	2.699	463	1587.025	1658.441	5.334	310.919
Rata2								2.375						79.347	3.483			1606.425		302.453

t = tebal benda uji (mm) ;

a = % aspal terhadap batuan (%)

b = % aspal terhadap campuran (%)

c = berat kering/sebelum direndam (gram)

d = berat dalam keadaan SSD (gram)

e = berat didalam air (gram)

f = Volume (isi) = d - e (gram)

g = berat isi sampel = $\frac{c}{f}$ (gram/cc)

h = B.J. maksimum teoritis

= $\left\{ 100 \cdot \left(\frac{\% \text{ aspal}}{B.J. \text{ aspal}} + \frac{\% \text{ agregat}}{B.J. \text{ agregat}} \right) \right\}$

i = $\frac{3 \times g}{B.J. \text{ aspal}}$

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

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

l = (100-j) rongga terhadap agregat (%)

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

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

o = pembacaan arloji (stabilitas)

p = o x kalibrasi proving (Kg)

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

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)

s = Marshall Quotient (Kg/mm)

suu pencampuran : $\pm 160^{\circ} \text{C}$

B.J. Aspal : 1.03

suu pemadatan

: $\pm 140^{\circ} \text{C}$

suu waterbath

: 60°C

B.J. Agregat : 2.688

Yogyakarta, 27 Juli 2000

an Kepala Laboratorium Jalan Raya UII

(Ir, Iskandar, S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UH
Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

2.3

Pekerjaan : Hitungan Test Marshall										Diperiksa tgl				: 22 Agustus 2000				Dikerjakan Oleh : 1. Solahuddin				2. Febrina Fatahillah							
Jenis Campuran : Laston filler Limbah P G)																													
No.	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s									
1	65.083	5.437	5.75	1181	1190	689	501	2.357	2.434	13.160	83.681	3.159	16.319	80.642	3.159	383	1312.809	1220.912	4.826	252.986									
2	62.967	5.437	5.75	1181	1194	683	511	2.311	2.434	12.902	82.044	5.054	17.956	71.853	5.054	309	1059.159	1072.928	4.572	234.674									
3	64.333	5.437	5.75	1185	1196	687	509	2.328	2.434	12.997	82.645	4.358	17.355	74.888	4.358	355	1216.834	1157.209	4.318	267.996									
Rata2								2.332						75.794	4.190			1150.350		251.886									
4	65.600	5.437	5.75	1189	1196	687	509	2.336	2.434	13.041	82.924	4.035	17.076	76.368	4.035	446	1528.754	1403.396	4.826	290.799									
5	65.983	5.437	5.75	1187	1195	690	505	2.350	2.434	13.122	83.440	3.438	16.560	79.239	3.438	480	1645.296	1493.929	4.318	345.977									
6	65.883	5.437	5.75	1187	1195	690	505	2.350	2.434	13.122	83.440	3.438	16.560	79.239	3.438	475	1628.158	1481.623	3.810	388.878									
Rata2								2.346						78.282	3.637			1459.649		341.885									
7	63.883	5.437	5.75	1180	1185	689	496	2.379	2.434	13.281	84.453	2.266	15.547	85.427	2.266	557	1909.229	1832.860	3.302	555.076									
8	64.233	5.437	5.75	1175	1185	686	499	2.355	2.434	13.145	83.590	3.265	16.410	80.105	3.265	537	1840.675	1756.004	4.318	406.671									
9	64.800	5.437	5.75	1178	1187	689	498	2.365	2.434	13.205	83.972	2.823	16.028	82.387	2.823	553	1895.518	1777.996	3.810	466.666									
Rata2								2.366						82.640	2.784			1788.953		476.137									
10	64.933	5.437	5.75	1177	1184	685	499	2.359	2.434	13.168	83.732	3.100	16.268	80.943	3.100	551	1888.663	1765.900	3.556	496.597									
11	63.617	5.437	5.75	1182	1192	700	492	2.402	2.434	13.412	85.284	1.304	14.716	91.139	1.304	546	1871.524	1854.680	4.064	456.368									
12	64.733	5.437	5.75	1178	1185	683	502	2.347	2.434	13.100	83.303	3.597	16.697	78.455	3.597	520	1782.404	1675.460	3.302	507.408									
Rata2								2.369						83.512	2.667			1765.347		486.791									
13	64.200	5.437	5.75	1178	1185	695	490	2.404	2.434	13.421	85.343	1.237	14.657	91.564	1.237	565	1936.651	1849.501	3.048	606.792									
14	64.497	5.437	5.75	1170	1178	687	491	2.383	2.434	13.303	84.590	2.107	15.410	86.327	2.107	580	1988.066	1880.710	3.810	493.625									
15	63.650	5.437	5.75	1177	1188	687	501	2.349	2.434	13.115	83.398	3.487	16.602	78.997	3.487	524	1796.115	1774.561	2.794	635.133									
Rata2								2.379						85.629	2.277			1834.924		578.516									

t = tebal benda uji (mm)

a = % aspal terhadap batuan (%)

b = % aspal terhadap campuran (%)

c = berat kering/sebelum direndam (gram)

d = berat dalam keadaan SSD (gram)

e = berat didalam air (gram)

f = Volume (isi) = d - e (gram)

g = berat isi sampel = $\frac{c}{f}$ (gram/cc)

h = B.J. maksimum teoritis

= $\left\{ 100 \cdot \left(\frac{\% aspal}{B.J. aspal} + \frac{\% agregat}{B.J. agregat} \right) \right\}$

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

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

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

l = (100 - j) rongga terhadap agregat (%)

m = $(100 \times \frac{l}{j})$ rongga yg terisi aspal (VFWA) (%)

n = rongga yg terisi campuran $100 - (100 \times \frac{g}{h})$ (%)

o = pembacaan arloji (stabilitas)

p = o x kalibrasi proving (Kg)

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

r = Flow (kelebihan plastis) (mm)

s = Marshall Quotient (Kg/mm)

Yogyakarta, 22 Agustus 2000

an Kepala Laboratorium Jalan Raya UH

(Ir. Iskandar, S. MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Pekerjaan

: Hitungan Test Marshall (Immersion)

Jenis Campuran

: Laston (filer Limbah P.G)

Diperiksa tgl : 5 September 2000

Dikerjakan Oleh : 1. Solahuddin

2. Febrian Fatahillah

No.	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	g	r	s
1	64.950	5.437	5.75	1182	1187	682	505	2.341	2.434	13.066	83.089	3.845	16.911	77.265	3.845	435	1491.050	1392.640	4.318	322.520
2	65.150	5.437	5.75	1180	1184	684	500	2.360	2.434	13.175	83.778	3.047	16.222	81.214	3.047	460	1576.742	1464.793	4.826	303.521
3	64.900	5.437	5.75	1175	1180	682	498	2.359	2.434	13.172	83.758	3.071	16.242	81.095	3.071	405	1388.219	1297.984	4.064	319.386
Rata2								2.353						79.858	3.321			1385.139	4.403	315.142

t = tebal benda uji (mm)

a = % aspal terhadap batuan (%)

b = % aspal terhadap campuran (%)

c = berat kering/sebelum direndam (gram)

d = berat dalam keadaan SSD (gram)

e = berat didalam air (gram)

f = Volume (ist) = d - e (gram)

g = berat isi sampel = $\frac{c}{f}$ (gram/cc)

h = B.J. maksimum teoritis

= $\{ 100 \cdot (\frac{a_{\% aspal}}{B.J. aspal} + \frac{b_{\% aspal}}{B.J. aspal}) \}$

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

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

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

l = (100-j) rongga terhadap agregat (%)

m = $(100 \times \frac{l}{j})$ rongga yg terisi aspal (VFWA) (%)

n = rongga yg terisi campuran $100 - (100 \times \frac{g}{h})$ (%)

o = pembacaan arloji (stabilitas)

p = o x kalibrasi proving (Kg)

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

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)

s = Marshall Quotient (Kg/mm)

Yogyakarta, 5 September 2000

dan Kepala Laboratorium Jalan Raya UII

(Ir, Iskandar, S, MT)



HASIL ANALISIS

No. : 110/HA/AAS-KA/07/00
Nama pengirim : Febrina F. (Teknik Sipil UII, Yogyakarta)
Sampel : Limbah sejumlah: 1
Penentuan : Na
Tanggal analisis : 13 Juli 2000

No.	Para meter	Kode sampel	Pengukuran			Metode
			1	2	3	
1.	Sodium	Limbah	1736,111 ppm	1711,310 ppm	1661,706 ppm	AAS
2.	Potassium	"	5896,815 ppm	5496,061 ppm	6180,068 ppm	AAS
3.	Mangan	"	917,319 ppm	930,059 ppm	1046,317 ppm	AAS
4.	Besi	"	31865,331 ppm	33714,658 ppm	30699,526 ppm	AAS
5.	Karbon	"	0,006162 %	0,005972 %	0,005722 %	Oksidimetri

Demikian, harap dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 19 Juli 2000
Operator,

Pribadi Prasetyo
NIP. 130811390



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

ANALISA SARINGAN AGREGAT

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo
 Jenis Contoh : Batu Pecah

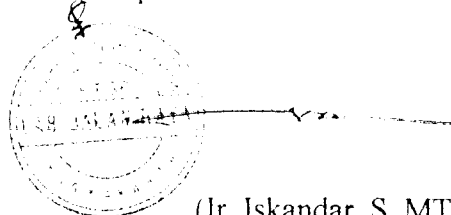
Dikerjakan Oleh
 1. Solahuddin
 2. Febrian Fatahillah

No.Saringan		Berat (gr)		Prosen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
19.1	¾	0	0	0	100	100	
12.7	½	114.60	114.60	10	90	80	100
9.052	3/8	114.60	229.20	20	80	70	90
4.76	No.4	229.20	458.40	40	60	50	70
2.378	No.8	200.55	658.95	57.50	42.5	35	50
0.59	No.30	217.74	876.69	76.50	23.5	18	29
0.279	No.50	63.03	939.72	82	18	13	23
0.149	No.100	68.76	1008.48	88	12	8	16
0.079	No.200	57.30	1065.78	93	7	4	10
	Pan	80.22	1146	100	0	80	100

Keterangan : Berat benda uji 1200 gram
 Kadar aspal yang digunakan 4.5%
 Berat total agregat = $1200 - (4.5\% \cdot 1200)$
 = 1146 gram

Yogyakarta, 19 Juli 2000

a.n Kepala Laboratorium Jalan Raya UII


 (Ir. Iskandar, S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

ANALISA SARINGAN AGREGAT

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo
 Jenis Contoh : Batu Pecah

Dikerjakan Oleh

1. Solahuddin
 2. Febrian Fatahillah

No.Saringan		Berat (gr)		Prosen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
19.1	¾	0	0	0	100	100	
12.7	½	114	114	10	90	80	100
9.052	3/8	114	228	20	80	70	90
4.76	No.4	228	456	40	60	50	70
2.378	No.8	199.50	655.50	57.50	42.5	35	50
0.59	No.30	216.60	872.10	76.50	23.5	18	29
0.279	No.50	62.70	934.80	82	18	13	23
0.149	No.100	68.40	1003.20	88	12	8	16
0.079	No.200	57	1060.20	93	7	4	10
	Pan	79.80	1140	100	0	80	100

Keterangan : Berat benda uji 1200 gram

Kadar aspal yang digunakan 5%

Berat total agregat = $1200 - (5\% \cdot 1200)$

= 1140 gram

Yogyakarta, 19 Juli 2000

Kepala Laboratorium Jalan Raya UII



(Ir. Iskandar, S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

ANALISA SARINGAN AGREGAT

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Jenis Contoh : Batu Pecah

Dikerjakan Oleh

1. Solahuddin

2. Febrian Fatahillah

No.Saringan		Berat (gr)		Prosen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
19.1	¾	0	0	0	100	100	
12.7	½	113.40	113.4	10	90	80	100
9.052	3/8	113.40	226.80	20	80	70	90
4.76	No.4	226.80	453.60	40	60	50	70
2.378	No.8	198.45	652.05	57.50	42.5	35	50
0.59	No.30	215.46	867.51	76.50	23.5	18	29
0.279	No.50	62.37	929.88	82	18	13	23
0.149	No.100	68.04	997.92	88	12	8	16
0.079	No.200	56.70	1054.62	93	7	4	10
	Pan	79.38	1134	100	0	80	100

Keterangan : Berat benda uji 1200 gram

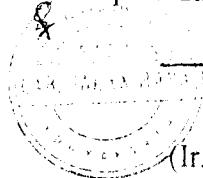
Kadar aspal yang digunakan 5.5%

Berat total agregat = $1200 - (5.5\% \cdot 1200)$

= 1134 gram

Yogyakarta, 19 Juli 2000

a.n Kepala Laboratorium Jalan Raya UII



(Ir. Iskandar, S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

ANALISA SARINGAN AGREGAT

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo
 Jenis Contoh : Batu Pecah

Dikerjakan Oleh

1. Solahuddin

2. Febrian Fatahillah

No.Saringan		Berat (gr)		Prosen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
19.1	¾	0	0	0	100	100	
12.7	½	112.80	112.80	10	90	80	100
9.052	3/8	112.80	225.60	20	80	70	90
4.76	No.4	225.60	451.20	40	60	50	70
2.378	No.8	197.40	648.60	57.50	42.5	35	50
0.59	No.30	214.32	862.92	76.50	23.5	18	29
0.279	No.50	62.04	924.96	82	18	13	23
0.149	No.100	67.68	992.64	88	12	8	16
0.079	No.200	56.40	1049.04	93	7	4	10
	Pan	78.96	1128	100	0	80	100

Keterangan : Berat benda uji 1200 gram

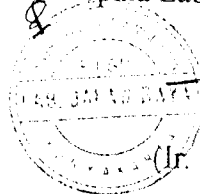
Kadar aspal yang digunakan 6%

Berat total agregat = $1200 - (6\% \cdot 1200)$

= 1128 gram

Yogyakarta, 19 Juli 2000

a.n Kepala Laboratorium Jalan Raya UII



(Ir. Iskandar, S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

ANALISA SARINGAN AGREGAT

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo
 Jenis Contoh : Batu Pecah

Dikerjakan Oleh

1. Solahuddin

2. Febrian Fatahillah

No.Saringan		Berat (gr)		Prosen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
19.1	¾	0	0	0	100	100	
12.7	½	112.20	112.20	10	90	80	100
9.052	3/8	112.20	224.40	20	80	70	90
4.76	No.4	224.40	448.80	40	60	50	70
2.378	No.8	196.35	645.15	57.50	42.5	35	50
0.59	No.30	213.18	858.33	76.50	23.5	18	29
0.279	No.50	61.71	920.04	82	18	13	23
0.149	No.100	67.32	987.36	88	12	8	16
0.079	No.200	56.10	1043.46	93	7	4	10
	Pan	78.54	1122	100	0	80	100

Keterangan : Berat benda uji 1200 gram

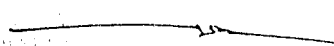
Kadar aspal yang digunakan 6.5%

Berat total agregat = $1200 - (6.5\% \cdot 1200)$

= 1122 gram

Yogyakarta, 19 Juli 2000

a.n Kepala Laboratorium Jalan Raya UII


 (Ir. Iskandar, S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

ANALISA SARINGAN AGREGAT

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo
 Jenis Contoh : Batu Pecah

Dikerjakan Oleh
 1. Solahuddin
 2. Febrian Fatahillah

No.Saringan		Berat (gr)		Prosen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
19.1	¾	0	0	0	100	100	
12.7	½	113.10	113.10	10	90	80	100
9.052	3/8	113.10	226.20	20	80	70	90
4.76	No.4	226.20	452.40	40	60	50	70
2.378	No.8	197.93	650.33	57.50	42.5	35	50
0.59	No.30	214.89	865.22	76.50	23.5	18	29
0.279	No.50	62.20	927.42	82	18	13	23
0.149	No.100	67.86	995.28	88	12	8	16
0.079	No.200	56.55	1051.83	93	7	4	10
	Pan	79.17	1131	100	0	80	100

Keterangan : Berat benda uji 1200 gram

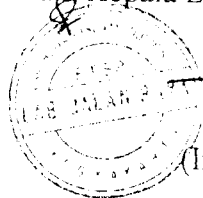
Kadar aspal yang digunakan 5.75%

Berat total agregat = $1200 - (5.75\% \cdot 1200)$

= 1131gram

Yogyakarta, 25 Juli 2000

a.n Kepala Laboratorium Jalan Raya UII



(Ir. Iskandar, S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

ANALISA SARINGAN AGREGAT

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Jenis Contoh : Batu Pecah

Dikerjakan Oleh

1. Solahuddin

2. Febrian Fatahillah

No.Saringan		Berat (gr)		Prosen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
19.1	¾	0	0	0	100	100	
12.7	½	113.10	113.10	10	90	80	100
9.052	3/8	113.10	226.20	20	80	70	90
4.76	No.4	226.20	452.40	40	60	50	70
2.378	No.8	203.58	655.98	58	42	35	50
0.59	No.30	214.89	870.87	77	23	18	29
0.279	No.50	67.86	938.73	83	17	13	23
0.149	No.100	67.86	1006.59	89	11	8	16
0.079	No.200	67.86	1074.45	95	5	4	10
	Pan	56.55	1131	100	0	80	100

Keterangan : Berat benda uji 1200 gram

Kadar aspal yang digunakan 5.75%

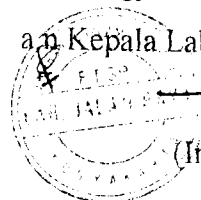
Kadar Filler limbah pabrik gula 5%

Berat total agregat = $1200 - (5.75\% \cdot 1200)$

= 1131 gram

Yogyakarta, 20 Agustus 2000

an Kepala Laboratorium Jalan Raya UII



(Ir. Iskandar, S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

ANALISA SARINGAN AGREGAT

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Jenis Contoh : Batu Pecah

Dikerjakan Oleh

1. Solahuddin

2. Febrian Fatahillah

No.Saringan		Berat (gr)		Prosen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
19.1	¾	0	0	0	100	100	
12.7	½	113.10	113.10	10	90	80	100
9.052	3/8	113.10	226.20	20	80	70	90
4.76	No.4	226.20	452.40	40	60	50	70
2.378	No.8	203.58	655.98	58	42	35	50
0.59	No.30	214.89	870.87	77	23	18	29
0.279	No.50	67.86	938.73	83	17	13	23
0.149	No.100	67.86	1006.59	89	11	8	16
0.079	No.200	56.55	1063.14	94	6	4	10
	Pan	67.86	1131	100	0	80	100

Keterangan : Berat benda uji 1200 gram

Kadar aspal yang digunakan 5.75%

Kadar Filler limbah pabrik gula 6%

Berat total agregat = $1200 - (5.75\% \cdot 1200)$

= 1131 gram

Yogyakarta, 20 Agustus 2000



Kepala Laboratorium Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar, S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

ANALISA SARINGAN AGREGAT

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Jenis Contoh : Batu Pecah

Dikerjakan Oleh

1. Solahuddin

2. Febrian Fatahillah

No.Saringan		Berat (gr)		Prosen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
19.1	¾	0	0	0	100	100	
12.7	½	113.10	113.10	10	90	80	100
9.052	3/8	113.10	226.20	20	80	70	90
4.76	No.4	226.20	452.40	40	60	50	70
2.378	No.8	197.93	650.33	57.50	42.50	35	50
0.59	No.30	214.89	865.22	76.50	23.50	18	29
0.279	No.50	62.20	927.42	82	18	13	23
0.149	No.100	67.86	995.28	88	12	8	16
0.079	No.200	56.55	1051.83	93	7	4	10
	Pan	79.17	1131	100	0	80	100

Keterangan : Berat benda uji 1200 gram

Kadar aspal yang digunakan 5.75%

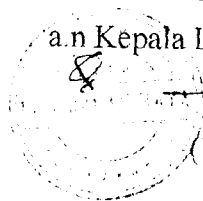
Kadar Filler limbah pabrik gula 7%

Berat total agregat = $1200 - (5.75\% \cdot 1200)$

= 1131 gram

Yogyakarta, 20 Agustus 2000

a.n Kepala Laboratorium Jalan Raya UII



(Ir. Iskandar, S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

ANALISA SARINGAN AGREGAT

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo
 Jenis Contoh : Batu Pecah

Dikerjakan Oleh

1. Solahuddin
2. Febrian Fatahillah

No.Saringan		Berat (gr)		Prosen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
19.1	¾	0	0	0	100	100	
12.7	½	113.10	113.10	10	90	80	100
9.052	3/8	113.10	226.20	20	80	70	90
4.76	No.4	226.20	452.40	40	60	50	70
2.378	No.8	192.27	644.67	57	43	35	50
0.59	No.30	214.89	859.56	76	24	18	29
0.279	No.50	56.55	916.11	81	19	13	23
0.149	No.100	67.86	983.97	87	13	8	16
0.079	No.200	56.55	1040.52	92	8	4	10
	Pan	90.48	1131	100	0	80	100

Keterangan : Berat benda uji 1200 gram

Kadar aspal yang digunakan 5.75%

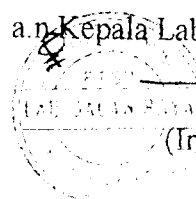
Kadar Filler limbah pabrik gula 8%

Berat total agregat = $1200 - (5.75\% \cdot 1200)$

= 1131 gram

Yogyakarta, 20 Agustus 2000

a.n. Kepala Laboratorium Jalan Raya UII



(Ir. Iskandar, S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

ANALISA SARINGAN AGREGAT

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo
 Jenis Contoh : Batu Pecah

Dikerjakan Oleh
 1. Solahuddin
 2. Febrian Fatahillah

No.Saringan		Berat (gr)		Prosen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
19.1	¾	0	0	0	100	100	
12.7	½	113.10	113.10	10	90	80	100
9.052	3/8	113.10	226.20	20	80	70	90
4.76	No.4	226.20	452.40	40	60	50	70
2.378	No.8	192.27	644.67	57	43	35	50
0.59	No.30	203.58	848.25	75	25	18	29
0.279	No.50	56.55	904.80	80	20	13	23
0.149	No.100	67.86	972.66	86	14	8	16
0.079	No.200	56.55	1029.21	91	9	4	10
	Pan	101.79	1131	100	0	80	100

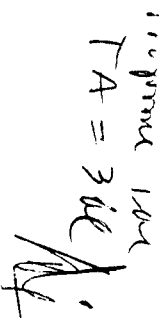
Keterangan : Berat benda uji 1200 gram
 Kadar aspal yang digunakan 5.75%
 Kadar Filler limbah pabrik gula 9%
 Berat total agregat = $1200 - (5.75\% \cdot 1200)$
 = 1131 gram

Yogyakarta, 20 Agustus 2000

a.n Kepala Laboratorium Jalan Raya UII



(Ir. Iskandar, S, MT)



KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

JUDUL TUGAS AKHIR :

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Dr. H. H. H. H. H.	Dr. H. H. H. H. H.



Yogyakarta, 16 Mei 2000

CATATAN - KONSULTASI

No.	Tanggal	Konsultasi ke :	KETERANGAN	Paraf
	28-12-08		Dee Kijilini	P.