

H A D I A
TGL. TER. : 24 NOV 1995
NO. URUT : 042/TR/TA/95
NO. INCV : 050042

**TUGAS AKHIR
PENELITIAN LABORATORIUM**

**PENGARUH SUHU PEMADATAN PADA
CAMPURAN HRS B YANG MENGGUNAKAN FILLER
PORTLAND CEMENT TERHADAP WORKABILITAS
DAN SIFAT-SIFAT MARSHALL**



الجامعة الإسلامية
INDONESIA

Disusun oleh :

HENUGROHO PUJI PAMUNGKAS

No. Mhs. : 89 310 118
N I R M : 890051013114120112

MUHAMMAD IHSAN HARAHAHAP

No. Mhs. : 89 310 152
N I R M : 890051013114120144

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

1995



**TUGAS AKHIR
PENELITIAN LABORATORIUM**

**PENGARUH SUHU PEMADATAN PADA
CAMPURAN HRS B YANG MENGGUNAKAN FILLER
PORTLAND CEMENT TERHADAP WORKABILITAS
DAN SIFAT-SIFAT MARSHALL**

Diajukan Untuk Melengkapi Persyaratan Dalam Rangka
Memperoleh Derajat Sarjana Pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta

Disusun oleh :

HENUGROHO PUJI PAMUNGKAS

No. Mhs. : 89 310 118
N I R M : 890051013114120112

MUHAMMAD IHSAN HARAHAHAP

No. Mhs. : 89 310 152
N I R M : 890051013114120144

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

1995



Bismillahirrohmanirrohiem

TUGAS AKHIR

PENGARUH SUHU PEMADATAN PADA CAMPURAN HRS B YANG MENGGUNAKAN FILLER PORTLAND CEMENT TERHADAP WORKABILITAS DAN SIFAT-SIFAT MARSHALL

Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji dalam ujian pendadaran
pada tanggal : 28 - Oktober - 1995 dan dinyatakan Lulus

TIM PENGUJI

Tanda Tangan

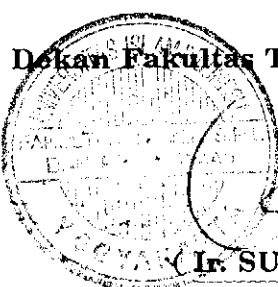
1. Ir. DJOKO MURWONO, Dipl, RE, MSc.



2. Ir. H. BALYA UMAR, MSc.



3. Ir. RUZARDI, MS.



Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan



(Ir. SUSASTRAWAN, MS.)

NIP. 131 660 186

INTISARI

Kualitas beton aspal sangat dipengaruhi oleh bahan penyusunnya, yaitu aspal dan agregat. Aspal bersifat thermo-plastis, yaitu viscositasnya dipengaruhi temperatur. Temperatur pemadatan sangat berpengaruh terhadap kualitas beton aspal yang dihasilkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mencari pengaruh variasi suhu pemadatan terhadap Workabilitas dan sifat-sifat Marshall. Pengujian dilakukan terhadap jenis aspal AC 60-70 dengan kadar aspal optimum 7,4 %, sedangkan jenis filler yang dipakai adalah Cement Portland dengan kadar tetap 3 %. Pemadatan dilakukan pada variasi suhu 90° C, 100° C, 110° C, 120° C, 125° C, 130° C.

Metoda yang digunakan dalam penelitian ini adalah metoda Marshall Test dengan cara Central Quality Control and Monitoring Unit (CQCMU 1988) yang merupakan pengembangan dari Bina Marga.

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa pengaruh suhu pemadatan yang berbeda menghasilkan sifat-sifat Marshall dan Workabilitas yang berbeda, dimana temperatur pemadatan yang memenuhi spesifikasi adalah 110° C, 120° C, 125° C, 130° C dan workabilitas campuran yang baik didapat pada temperatur pemadatan 120° C, 125° C dan 130° C.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Penulis menyadari akan keterbatasan kemampuan, sehingga Tugas Akhir ini tentunya masih belum memadai untuk dikatakan sempurna. Meskipun demikian, penulis berharap semoga dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang berkepentingan masalah yang dibahas ini.

Pada kesempatan ini, dengan ungkapan rasa hati yang setulus-tulusnya penulis mengucapkan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Susastrawan, MS, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Bambang Sulistiono, MSCE, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Djoko Murwono, MSc, selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Ir. H. Balya Umar, MSc, selaku Dosen Pembimbing II.
5. Ayah, bunda, kakak-kakak, adik-adik dan Adinda tercinta yang telah banyak memberikan dorongan baik materi maupun motivasi selama masa perkuliahan penulis.
6. Sahabat, handai tolan, serta semua pihak yang tidak dapat

penulis sebutkan, yang telah membantu memotivasi selama masa perkuliahan penulis.

Semoga Allah SWT membalas budi baik semuanya, sesuai dengan kasih dan karunia-Nya.



Yogyakarta, Oktober 1995

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
INTISARI.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	3
B. Tujuan Penelitian.....	3
C. Faedah Penelitian.....	3
D. Pembatasan Masalah.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
A. HRS B.....	4
B. Suhu Pemasatan.....	5
C. Pemasatan.....	5
D. Aspal.....	6
E. Agregat.....	7
F. Filler.....	8
G. Pengaruh Filler terhadap Workabilitas.....	9
BAB III. LANDASAN TEORI.....	10
A. Lapis Keras Jalan.....	10
B. Karakteristik Perkerasan.....	11
C. Bahan Penyusun Perkerasan Lentur Jalan Raya.....	14

	1. Filler.....	14
	2. Aspal.....	15
	3. Agregat.....	17
	D. Perencanaan Campuran HRS B dengan Metode CQCMU.....	18
	E. Marshall Test.....	22
	F. Kadar Aspal dalam Campuran.....	22
BAB	IV. HIPOTESIS.....	24
BAB	V. CARA PENELITIAN.....	25
	A. Persiapan.....	25
	B. Pemeriksaan Mutu Bahan.....	25
	1. Pemeriksaan Agregat.....	26
	a. Gradasi.....	26
	b. Tingkat Keausan.....	26
	c. Daya Lekat terhadap Aspal.....	26
	d. Berat Jenis.....	26
	e. Sand Equivalent Test.....	27
	f. Penyerapan Agregat thd air.....	27
	2. Pengujian Bahan Ikat Aspal.....	27
	a. Penetrasi.....	27
	b. Titik Lembek.....	28
	c. Titik Nyala.....	28
	d. Kelarutan dalam CCL4.....	28
	e. Berat Jenis.....	28
	3. Pemeriksaan Bahan Pengisi.....	29
	C. Pembuatan Benda Uji.....	29

1. Persiapan.....	29
2. Penentuan Campuran HRS B.....	30
a. Penentuan proporsi kadar agregat kasar, halus dan kadar aspal total minimum.....	30
b. Penentuan variasi campuran agregat.....	35
c. Penentuan kadar aspal optimum.....	40
3. Percobaan variasi suhu pemadatan.....	41
D. Pengujian.....	41
E. Perhitungan Cara Analitis.....	43
a. Berat jenis maksimum campuran.....	43
b. Berat jenis efektif total.....	44
c. Berat jenis bulk total agregat.....	44
d. Flow.....	44
e. Stabilitas.....	45
f. Marshall Quotient.....	45
g. VFWA.....	45
h. VITM.....	45
i. Tebal film aspal.....	45
F. Kesulitan-kesulitan dan Penyelesaiannya.....	45
BAB VI. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	47
A. Hasil Pengujian.....	47
1. Hasil Pengujian Bahan.....	47
2. Hasil Pengujian Benda Uji.....	48
B. Evaluasi Penentuan Kadar Aspal Optimum dengan Metode CQCMU.....	50

C. Evaluasi Pengaruh Variasi Suhu Pematatan terhadap Sifat-sifat Marshall dan Workabilitas.....	52
1. Pengaruh Variasi Suhu Pematatan Terhadap VITM.....	52
2. Pengaruh Variasi Suhu Pematatan Terhadap Stabilitas.....	53
3. Pengaruh Variasi Suhu Pematatan Terhadap Flow.....	55
4. Pengaruh Variasi Suhu Pematatan Terhadap VFWA.....	56
5. Pengaruh Variasi Suhu Pematatan Terhadap QM.....	57
6. Pengaruh Suhu Pematatan Terhadap Workabilitas.....	58
D. Evaluasi terhadap spesifikasi.....	59
BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN.....	61
A. Kesimpulan.....	61
B. Saran-Saran.....	62
PENUTUP.....	63
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1. Skema penyumbang fraksi.....	21
Gambar 5.1. Grafik Marshall Test variasi agregat.....	39
Gambar 6.1. Grafik penentuan kadar aspal optimum.....	51
Gambar 6.2. Grafik hubungan antara VITM dengan variasi suhu pemadatan.....	53
Gambar 6.3. Grafik hubungan antara stabilitas dan variasi suhu pemadatan.....	54
Gambar 6.4. Grafik hubungan antara flow dengan variasi suhu pemadatan.....	56
Gambar 6.5. Grafik hubungan antara VFWA dengan variasi suhu pemadatan.....	57
Gambar 6.6. Grafik hubungan antara Marshall Quotient dengan variasi suhu pemadatan.....	58
Gambar 6.7. Grafik hubungan antara faktor kompaksi dengan variasi suhu pemadatan.....	59

الإسلام
الجامعة الإسلامية
بندول
الجامعة الإسلامية
بندول

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 5.1. Batas spesifikasi penentuan campuran nominal...	30
Tabel 5.2. Data hasil gradasi dan absorpsi agregat.....	30
Tabel 5.3. Perhitungan absorpsi aspal.....	34
Tabel 5.4. Data penentuan variasi campuran.....	38
Tabel 5.5. Data variasi aspal.....	40
Tabel 6.1. Analisa saringan untuk agregat kasar, pasir dan abu batu.....	47
Tabel 6.2. Persyaratan dan hasil pengujian agregat kasar.....	47
Tabel 6.3. Persyaratan dan hasil pengujian agregat halus.....	48
Tabel 6.4. Persyaratan dan hasil pengujian aspal AC 60/70.....	48
Tabel 6.5. Hasil test Marshall terhadap variasi campuran agregat dengan kadar aspal tetap 7,3 % dan bahan pengisi semen.....	49
Tabel 6.6. Hasil test Marshall terhadap variasi kadar aspal dengan proporsi agregat kasar 32%, perbandingan pasir : abu batu = 2:1, filler semen 3 %.....	49
Tabel 6.7. Hasil test Marshall terhadap variasi suhu pemadatan dengan kadar aspal terpilih 7,4 %, filler semen 3 %, agregat kasar 32 %, pasir : abu batu = 2:1.....	50
Tabel 6.8. Evaluasi terhadap spesifikasi.....	59

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Pemeriksaan Keausan Agregat dengan mesin Los Angeles	L-1
Lampiran 2 Kelekatan Agregat Terhadap Aspal.....	L-2
Lampiran 3 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar.....	L-3
Lampiran 4 Pemeriksaan Berat Jenis Abu batu.....	L-4
Lampiran 5 Pemeriksaan Berat Jenis Pasir.....	L-5
Lampiran 6 Pemeriksaan Sand Equivalent Data.....	L-6
Lampiran 7 Pemeriksaan Kelarutan Dalam CCL ₄	L-7
Lampiran 8 Pemeriksaan Penetrasi Aspal.....	L-8
Lampiran 9 Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal.....	L-9
Lampiran 10 Pemeriksaan Berat Jenis Aspal.....	L-10
Lampiran 11 Pemeriksaan Titik Lembek Aspal.....	L-11
Lampiran 12 Analisa Saringan Agregat Kasar.....	L-12
Lampiran 13 Analisa Saringan Abu batu.....	L-13
Lampiran 14 Analisa Saringan Pasir.....	L-14
Lampiran 15 Analisa Rencana Campuran.....	L-15
Lampiran 16 Analisa Gradasi Agregat Gabungan.....	L-16
Lampiran 17 Analisa Data Test Marshall untuk Variasi Agregat.....	L-17
Lampiran 18 Analisa Data Test Marshall untuk Mencari Kadar Aspal Optimum.....	L-18
Lampiran 19 Perhitungan Tebal Film Aspal.....	L-19
Lampiran 20 Perhitungan Faktor Kompaksi.....	L-20
Lampiran 21 Analisa Sifat-Sifat Variasi Agregat Dengan Metode Marshall.....	L-21
Lampiran 22 Analisa Sifat-Sifat Variasi Kadar Aspal Dengan Metode Marshall.....	L-22

Lampiran 23	Analisa Sifat-Sifat Variasi Suhu Pemadatan Dengan Metode Marshall.....	L-23
Lampiran 24	Tabel Angka Koreksi Stabilitas.....	L-24
Lampiran 25	Tabel Koefisien Korelasi.....	L-25
Lampiran 26	Perbandingan Volume Aspal, Agregat dan Rongga Udara pada Percobaan Suhu Pemadatan..	L-26



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pada masa pembangunan di Indonesia dewasa ini transportasi mempunyai peranan yang sangat penting. Dengan semakin baiknya perkembangan di sektor transportasi, dalam hal ini transportasi darat, maka akan meningkatkan kelancaran pembangunan di sektor-sektor antara lain sektor Pariwisata, sektor Ekonomi dan sebagainya. Salah satu bagian struktur jalan yang perlu mendapatkan perencanaan dan pelaksanaan yang baik adalah lapis permukaannya (*Surface Course*). Lapis permukaan pada suatu konstruksi lapis keras jalan adalah lapisan yang langsung berhubungan dengan udara luar dan menerima beban roda kendaraan yang lewat di atasnya. Banyak ragam bahan lapis keras jalan yang digunakan di Indonesia. Salah satunya adalah HRS (*Hot Rolled Sheet*) atau lebih dikenal dengan nama lapis tipis beton aspal (LATASTON), yang merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran agregat bergradasi timpang, *filler* dan aspal keras dengan perbandingan tertentu yang dicampur dan dipadatkan secara panas. (LATASTON no. 12/PT/B/1983)

HRS merupakan jenis lapis perkerasan atas, terdiri atas dua jenis, yaitu HRS kelas A (HRS A) dipakai untuk jalan dengan lalu lintas rendah dan HRS kelas B (HRS B)

dipakai untuk jalan dengan lalu lintas yang tinggi. Jalan dengan tingkat lalu lintas yang cukup tinggi memerlukan perencanaan dan pelaksanaan yang baik karena volume maupun beban yang akan diterima jalan akan semakin tinggi, sedangkan salah satu sifat karakteristik dari HRS adalah sifat *Durabilitasnya*, sehingga dengan demikian sifat *durabilitas* dari perkerasan tersebut perlu ditingkatkan. *Durabilitas* adalah sifat ketahanan lapis keras terhadap pengaruh cuaca dan lalu lintas. Hal-hal yang dapat mempertinggi sifat *durabilitas* adalah kadar aspal yang tinggi, gradasi yang rapat, pemadatan yang baik, campuran aspal dan batuan yang rapat air serta kekerasan batuan penyusun lapis perkerasan. (S. Sukirman, 1992).

Pemadatan yang baik akan terlaksana jika suhu pemadatanya optimum, sehingga suhu pemadatan juga merupakan salah satu syarat yang perlu diperhatikan karena faktor ini sangat berpengaruh terhadap kualitas perkerasan yang dihasilkan dan memberikan kemudahan dalam pengerjaan (*Workability*). Disamping itu ada juga salah satu faktor penting yang mempengaruhi stabilitas HRS B adalah bahan pengisi rongga (*Filler*). Dengan mengetahui jenis dan kadar *filler* yang tepat yang dapat diberikan pada campuran, diharapkan akan diperoleh hasil lapis keras HRS B yang baik dan berkualitas.

Bertitik tolak dari masalah diatas perlu kiranya ada penelitian tentang pengaruh suhu pemadatan pada campuran HRS B dengan *filler* semen (*Portland Cement*) sehingga

didapatkan sifat kemudahannya yang tinggi dan tetap memenuhi sifat-sifat yang berdasar hasil test Marshall.

B. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sampai sejauh mana pengaruh dari variasi suhu pemadatan terhadap campuran HRS B dengan semen sebagai *filler*-nya terhadap sifat-sifat yang berdasar hasil test Marshall dan kemudahan dalam pengerjaan.

C. Faedah Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat diketahui pada suhu tertentu, campuran HRS B dengan *filler* semen tetap memenuhi sifat-sifat yang berdasar hasil test Marshall dan mudah dikerjakan.

D. Pembatasan Masalah

Penelitian ini hanya membatasi permasalahan pada pengaruh variasi temperatur pemadatan yang dikenakan pada campuran HRS B dengan menggunakan filler Cement Portland, terhadap workabilitas dan sifat-sifat marshall.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hot Rolled Sheet B (HRS B)

Secara umum HRS B merupakan salah satu jenis Hot Rolled Sheet (HRS) yang telah ditingkatkan kualitas campurannya agar dapat menerima beban dan volume lalu lintas tinggi. Sedangkan secara kimia perubahan sifat-sifatnya tidak ada. Hot Rolled Sheet (HRS) sebagai lapis permukaan jalan merupakan salah satu jenis dari Hot Rolled Asphalt (HRA) yang berasal dari Inggris dan banyak dipakai di Indonesia yang kemudian dikenal dengan nama Lapis Tipis Beton Aspal.

HRS B merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, filler dan aspal keras dengan perbandingan tertentu yang dicampur dan dipadatkan secara panas (hotmix). (LATASTON no. 12/PT/B/1983, BM)

Agregat kasar dalam campuran HRS B menempati (disyaratkan) antara 30% - 50% campuran, sehingga stabilitas HRS tidak ditentukan oleh agregat kasarnya (seperti perkerasan yang lain), akan tetapi tergantung kekakuan mortar dengan cara saling mengunci (*internal friction*) antar agregat halus sebagai penyusun bagian terbesar dari mortar. Jadi kualitas dari agregat halus sangat mempengaruhi nilai stabilitas campuran HRS. (CQCMU 1988).

B. Suhu Pemadatan

Pada perkerasan lentur yang dikerjakan secara panas pengaturan suhu sangat mempengaruhi kualitas perkerasan yang dihasilkan dan sifat kemudahan dalam pengerjaan (*workability*). Suhu yang dimaksud adalah suhu pelaksanaan konstruksi, baik saat pencampuran, penghamparan maupun pemadatan. Bahan penyusun campuran yang sangat dipengaruhi oleh temperatur/suhu adalah aspal, karena Viskositas (kekentalan) aspal akan berubah dengan berubahnya temperatur/suhu. (The Asphalt Institute MS-22, 1983)

C. Pemadatan

Pemadatan adalah suatu proses untuk memperkecil volume dengan mengurangi rongga udara yang terdapat didalam campuran. Cara yang dilakukan adalah dengan menekan partikel-partikel yang sudah diselimuti oleh aspal secara bersama-sama sehingga pori-pori udara dalam campuran berkurang. Pemadatan dikatakan berhasil bila mencapai kandungan rongga dan kerapatan yang optimum.

Pemadatan dimaksud untuk menghilangkan ruang kosong (pori) dalam campuran perkerasan. Adanya pori-pori dapat menyebabkan masuknya udara dan air. Dengan adanya udara yang masuk dapat menyebabkan terjadinya proses oksidasi, sedangkan hasil oksidasi akan terlarut dalam air yang masuk kedalam pori-pori yang menyebabkan campuran menjadi getas. (The Asphalt Institute MS-22, 1983)

D. Aspal

Aspal adalah bahan padat atau semi padat yang berwarna coklat gelap sampai hitam, sebagian besar penyusunnya bitumen yang terjadi di alam atau dari penyulingan minyak bumi. Aspal semen (AC) atau aspal keras adalah aspal yang dibuat dengan kekentalan dan kualitas khusus. (Kerbs and Walker, 1971)

Aspal seperti bahan-bahan lainnya, termasuk bahan *Rheologi* jadi hubungan antara regangan dan tegangan tergantung dari waktu (fungsi waktu). Kecuali itu aspal termasuk bahan *Thermoplastic* karena konsistensinya (tingkat kekerasannya) akan berubah-ubah sesuai dengan temperatur. (Kerbs and Walker, 1971)

Kepekaan terhadap suhu dari aspal ditunjukkan oleh perubahan konsistensinya (penetrasi atau viskositas) dari aspal akibat perubahan suhu. Aspal yang mempunyai kepekaan terhadap temperatur tinggi (*High Temperatur Susceptibility*) akan menghasilkan lapis perkerasan yang lebih keras dan akan retak pada suhu yang sangat dingin yang akan menghasilkan lapis perkerasan dan stabilitas pada suhu tinggi, sedangkan aspal dengan kepekaan suhu rendah (*Low Temperatur Susceptibility*) kemungkinan terjadinya retak-retak akibat suhu rendah sangat kecil dan tidak menjadi lunak pada suhu yang tinggi, sehingga akan menghasilkan konstruksi lapis keras dan stabilitas yang tinggi. (Wallace and Rogers, J, 1967).

E. Agregat

Sifat dan kualitas agregat menentukan kemampuannya dalam memikul beban lalu lintas. Untuk itu dibutuhkan kualitas dan sifat yang baik untuk langsung memikul beban lalu lintas dan menyebarkan beban ke lapisan dibawahnya.

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

Campuran agregat dari berbagai macam ukuran butiran akan membentuk gradasi tertentu, sehingga diperlukan agregat yang memenuhi syarat-syarat antara lain :

- a. gradasi (*aggregate grading*)
- b. bentuk butiran (*particle shape*)
- c. tingkat kepadatan (*degree of compaction*)

Bahaya yang mungkin timbul dengan tidak terpenuhinya persyaratan diatas adalah degradasi yaitu menunjukkan perubahan ukuran butiran dan susunan campuran agregat. Akibat yang timbul dengan adanya degradasi adalah :

- a. berkurangnya sifat saling mengunci antar agregat
- b. berkurangnya gesekan antar permukaan agregat
- c. terjadinya kenaikan prosentase butiran kecil, sehingga dapat menaikkan jumlah bidang kontak antar agregat

d. berkurangnya volume campuran agregat

(Kerbs and Walker, 1971)

F. Butir Pengisi (*Filler*)

Butir pengisi sebagai bagian dari agregat penyusun HRS B yang didefinisikan sebagai fraksi debu mineral lolos saringan no. 200, mempunyai peranan penting dalam campuran HRS B. Tentunya ada batasan optimum dari kadar butir pengisi ini dan berkaitan pula dengan jenis kandungan bahannya. Penggunaan butir terlalu banyak akan mengakibatkan campuran menjadi rapuh, kering dan mudah retak. (Astuti, Y, 1990)

Pada awalnya pengaruh filler ke dalam aspal adalah dengan membentuk mastik yaitu campuran aspal dan filler, sedangkan mastik biasanya menambah/mempengaruhi viskositas (kekentalan atau kekakuan) aspal murni. Pengaruh dari filler adalah dalam adhesi, oleh karena itu pengaruhnya sama halnya dengan penambahan kekentalan aspal murni. Mekanisme pengaruh dari filler dalam mendukung adhesi antara aspal dan agregat adalah secara mekanik dan kimia sekaligus. Biasanya adhesi antar aspal dan permukaan agregat dipengaruhi oleh kekentalan aspal, ini adalah fenomena mekanik. Dalam satu kasus, viskositas yang tinggi dapat mengurangi penyelimutan dan pembasahan aspal dalam fase pelapisan. Akan tetapi pada kasus lain, pada saat penyelimutan dan pembasahan awal yang terbaik yang akan

tercapai, daya tahan terhadap *stripping* bertambah dengan adanya viskositas aspal. (Craus, J and Ishai, 1977)

G. Pengaruh *filler* terhadap *workability* campuran

Van Jick dan van der Baan menyatakan bahwa *workability* campuran akan konstan/stabil bila perbandingan antara *filler*/bitumen dan volume *filler* + bitumen sesuai dengan kadar bitumennya. Selain itu, *workability* meliputi sedikitnya dua konsep yang berkaitan dengan pemadatan dan aplikasi campuran :

1. Daya penyebaran (*spreadability*), yaitu kemampuan campuran untuk bebas menyebar pada permukaan jalan sehingga distribusi dari agregatnya merata.
2. Daya kekompakan/kerapatan (*compactability*), yaitu kemampuan agregat yang belum tersusun untuk saling mengisi pada celah/ruang pada campuran dan membentuk masa yang kompak/rapat.

Laboratorium jalan di Inggris, membuat faktor kompaksi untuk menunjukkan *compactibilitas* dari campuran yaitu:

$$C = \frac{\text{Volume setelah 5 blows}}{\text{Volume setelah 100 blows}} \times 100\%$$

BAB III

LANDASAN TEORI

A. Lapis Keras Jalan

Perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar setelah dipadatkan yang berfungsi untuk memikul dan menyebarkan beban, baik ke arah horison-tal maupun vertikal dan akhirnya meneruskan beban ke tanah dasar (*subgrade*), agar tanah dasar tidak mendapat tekanan melampaui daya dukung ijin. Pada umumnya lapis perkerasan terdiri atas beberapa lapis, dengan kualitas bahan makin keatas makin baik. Secara umum konstruksi perkerasan jalan dibagi menjadi 2 (dua) jenis, yaitu:

1. Perkerasan lentur (*flexible pavement*)

Perkerasan lentur adalah perkerasan yang direncanakan apabila dilewati beban lalu lintas akan mengalami deformasi elastis. Perkerasan ini terdiri dari bahan batuan dari berbagai fraksi membentuk gradasi batuan yang sesuai dengan persyaratan dan diikat oleh bahan pengikat aspal. Pada prinsipnya perkerasan lentur tersusun atas tiga bagian, yaitu lapis pondasi bawah (*subbase course*), lapis pondasi atas (*base course*) dan lapis permukaan yang berupa campuran aspal (*surface course*). Sebelum lapis permukaan biasanya terdapat lapis pengikat (*binder*).

2. Perkerasan kaku (*rigid pavement*)

Perkerasan kaku adalah perkerasan yang apabila menerima beban lalu lintas tidak mengalami deformasi elastis akan tetapi bila beban berlebihan akan terjadi retak. Pada umumnya perkerasan kaku menggunakan bahan ikat semen. Perkerasan ini terdiri dari satu lapis pelat beton semen yang diletakkan langsung di atas tanah dasar atau di atas lapis tipis beton semen dengan mutu beton yang lebih rendah dan berfungsi sebagai lapis pondasi.

Perbedaan utama dari perkerasan lentur dan perkerasan kaku adalah bagaimana struktur tersebut menyalurkan beban lalu lintas ke tanah dasar.

Pada perkerasan lentur penyebaran beban tergantung dari sifat dan kemampuan masing-masing lapisannya. Sedangkan pada perkerasan kaku beban disebarkan ke tanah dasar dengan daerah penyebaran yang luas, sehingga tekanan yang diterima oleh tanah dasar menjadi lebih kecil.

B. Karakteristik Perkerasan

Selain harus mudah dikerjakan dilapangan, lapis perkerasan juga harus memenuhi karakteristik tertentu sehingga didapatkan lapis perkerasan yang kuat, awet, aman dan nyaman untuk melayani lalu lintas. Karakteristik dari lapis perkerasan tersebut juga tidak bisa lepas dari pemahaman yang baik dari sifat bahannya, khususnya lapisan

aspal apabila telah berada dalam campuran. Adapun unsur-unsur yang harus dimiliki dari lapis keras adalah:

1. Stabilitas

Pengertian dari stabilitas adalah daya tahan lapis keras untuk tidak berubah bentuk melawan deformasi yang diakibatkan oleh beban lalu lintas. Stabilitas tidak selalu identik dengan daya dukung lapis perkerasan. Menurunnya stabilitas belum tentu daya dukungnya juga menurun.

Beberapa variabel yang mempunyai hubungan terhadap stabilitas adalah gesekan, kohesi dan inersia. Dimana ketiganya tergantung dari tekstur permukaan, gradasi agregat, kerapatan campuran dan kemampuan untuk menahan perpindahan tempat (*resistance to displacement*).

2. Kekesatan

Kekesatan (*skid resistance*) adalah kemampuan lapis permukaan untuk mencegah terjadinya slip dan tergelincirnya roda kendaraan. Faktor yang tidak boleh diabaikan adalah rongga udara yang cukup dalam perkerasan, yang apabila terjadi pada suhu udara cukup tinggi, aspal tidak terdesak keluar, sehingga lapis permukaan tidak licin.

3. Fleksibilitas (kelenturan)

Fleksibilitas pada lapis perkerasan adalah kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas yang berulang

tanpa menimbulkan retak dan perubahan volume. Fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan:

- a. Penggunaan agregat bergradasi senjang sehingga diperoleh VMA yang besar.
- b. Penggunaan aspal lunak.
- c. Penggunaan aspal yang cukup banyak sehingga diperoleh VIM yang kecil.

4. Ketahanan kelelahan (*fatigue resistance*)

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari lapis aspal beton dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang berupa alur (ruting) dan retak. Faktor yang mempengaruhinya adalah tinggi rendahnya kadar aspal.

5. Kemudahan Pelaksanaan (*workability*)

Yang dimaksud dengan kemudahan pelaksanaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dihamparkan dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan. Faktor-faktor yang mempengaruhi kemudahan dalam pelaksanaan adalah:

a. Gradasi agregat

Agregat yang bergradasi baik lebih mudah dilaksanakan dari agregat yang bergradasi lain.

b. Temperatur campuran

Temperatur campuran ikut mempengaruhi kekerasan bahan pengikat yang bersifat thermoplastis.

c. Kandungan bahan pengisi (*filler*)

Bahan pengisi yang tinggi akan menyebabkan



pelaksanaan yang lebih sukar pada waktu proses pemadatan. (CQCMU 1988)

C. Bahan Penyusun Perkerasan Lentur Jalan Raya

Bahan utama penyusun perkerasan lentur adalah agregat dan aspal sebagai bahan pengikat. Perbandingan pemakaian agregat dan aspal tergantung pada kebutuhan dan jenis perkerasan. Pemakaian agregat untuk lapis keras HRS B kurang lebih 90% - 93% sedangkan aspal kurang lebih 7% - 10% dari berat total campuran.

Untuk menghasilkan perkerasan yang berkualitas tinggi maka kedua bahan tersebut harus berkualitas tinggi pula dan memenuhi persyaratan yang diijinkan. Agar maksud tersebut dapat terpenuhi maka pemahaman/pengertian tentang sifat-sifat dan karakteristik masing-masing bahan penyusun perkerasan harus dimengerti dengan benar.

1. Bahan pengisi (*filler*)

Butir pengisi (*filler*) sebagai bagian dari agregat penyusun lapis keras jalan mempunyai peranan yang sangat penting karena butir pengisi efektif dalam mereduksi sifat kepekaan campuran perkerasan terhadap perubahan suhu. Butir pengisi yang dipakai dalam penelitian ini terdiri dari Semen Portland. Semen merupakan pengikat hidrolis dengan kandungan utama Calcium Silicates dan Gypsum. Dengan didukung kemampuan hidrolisnya maka semen yang telah mengeras mempunyai sifat tahan dan tidak larut dalam air.

2. Aspal

Aspal sebagai bahan pengikat perkerasan lentur terdiri atas dua kelompok, yaitu:

a. Aspal alam

Aspal ini langsung terdapat di alam, memperolehnya tanpa proses destilasi. Aspal alam adalah sejenis batuan yang merupakan bahan tambang. Dipandang dari segi ekonomi aspal ini dianggap murah untuk digunakan di daerah sekitarnya.

b. Aspal hasil penyaringan minyak bumi.

Aspal ini diperoleh dari hasil penyaringan minyak bumi yang merupakan bagian yang terkental dan terberat. Hasil penyaringan minyak bumi menurut kekentalannya adalah *Gasoline, Kerosene, Diesel Oil, Lubrication Oil, Asphalt* atau *Parafine*.

Sebagai salah satu material konstruksi perkerasan lentur, aspal merupakan komponen terkecil, umumnya hanya 4 - 10 %. Aspal minyak dari hasil proses ini sering disebut dengan aspal semen. Pengelompokan aspal semen dapat dilakukan berdasarkan nilai penetrasinya pada temperatur 25° C atau berdasarkan nilai viskositasnya.

Aspal merupakan bahan yang bersifat rheologi, dimaksudkan sebagai hubungan antar tegangan dan regangan tergantung dari waktu (fungsi waktu). Kecuali itu aspal termasuk bahan yang thermoplas-

tik karena tingkat konsistensinya (kekerasannya) akan berubah-ubah sesuai dengan temperatur. Sifat-sifat aspal yang paling dominan adalah:

1). Sifat thermoplastis

Pada suhu tinggi viscositas aspal akan rendah sehingga mampu menyelimuti batuan secara merata. Tetapi pemanasan terlalu tinggi akan merusak sifat aspal, menjadi cepat mengeras (getas). Sebaliknya dengan pemanasan yang kurang, kekentalan aspal tinggi (kurang cair), sehingga aspal tidak mampu menyelimuti batuan secara merata. Dengan demikian fase-fase konsistensi aspal harus diketahui.

2). Sifat keawetan

Sifat keawetan dari aspal adalah kemampuannya untuk mempertahankan sifat aslinya terhadap perubahan akibat cuaca maupun proses pelaksanaan konstruksi. Sifat keawetan dari aspal yang utama adalah daya tahan terhadap pengerasan. Faktor-faktor yang berpengaruh atas terjadinya pengerasan adalah oksidasi, yaitu proses terjadinya reaksi antara oksigen dan aspal. Proses ini akan merubah sifat aspal sehingga menjadi kurang peka terhadap suhu. Dalam prakteknya proses ini sulit dihindari, karena aspal selalu berhubungan dengan udara. Selain proses oksidasi adalah proses penguapan

(*volatilitas*), yaitu proses penguapan aspal yang dipengaruhi oleh suhu dan pengadukan. Penguapan terjadi pada aspal yang berat molekulnya terendah.

3. Agregat

Agregat (batuan) adalah batu pecah, kerikil, pasir atau komposisi mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun hasil pengolahan (penyaringan) yang digunakan sebagai bahan utama konstruksi perkerasan jalan, beton, pondasi (ballast) jalan kereta api dan lain-lain untuk mendukung beban. Berdasarkan asalnya agregat dibedakan atas tiga jenis, yaitu:

a. Agregat alam (*natural aggregate*)

Agregat langsung dari alam tanpa pengolahan dan dapat langsung dipakai untuk perkerasan jalan.

b. Agregat dengan pengolahan (*manufactured aggregate*)

Dipecah dengan *stone crusher* tujuannya untuk memperbaiki gradasinya sesuai dengan yang diinginkan.

c. Agregat buatan

Agregat semacam ini dibuat untuk tujuan khusus agar mempunyai daya tahan yang tinggi dan ringan untuk digunakan pada konstruksi perkerasan.

Menurut AASHTO berdasarkan partikelnya, agregat dibedakan atas dua jenis, yaitu: agregat kasar yang memiliki diameter lebih besar dari 2 mm, agregat halus yang memiliki diameter lebih besar dari 0,075 mm tetapi lebih kecil

dari 2 mm dan abu batu yang merupakan mineral filler, umumnya lolos saringan No. 200.

Sifat dan kualitas agregat menentukan kemampuannya dalam memikul beban lalu lintas. Untuk itu persyaratan agregat harus berkualitas baik.

Berdasarkan gradasi yang dimilikinya agregat dibedakan atas:

1). Gradasi seragam (*uniform graded*)

Sering disebut dengan gradasi terbuka, agregat ini memiliki gradasi yang sejenis. Lapis perkerasan yang dihasilkannya akan bersifat permeabilitas tinggi, stabilitas kurang, berat volume kecil.

2). Gradasi rapat (*dense graded*)

Sering disebut dengan agregat bergradasi baik karena memiliki perbandingan agregat yang seimbang.

3). Gradasi buruk (*poorly graded*)

Merupakan campuran agregat yang tidak memenuhi kedua kategori diatas.

Untuk HRS B gradasi agregat yang digunakan adalah gradasi timpang, dimana agregat yang dipakai adalah dari agregat kasar dan agregat halus.

D. Perencanaan Campuran HRS B dengan Metode CQCMU

Perencanaan campuran diperlukan untuk mendapatkan resep campuran yang memenuhi spesifikasi, menghasilkan campuran yang memenuhi kinerja yang baik dari agregat yang tersedia. Metode yang tepat untuk menghasilkan campuran

aspal jenis HRS B adalah dengan metode Bina Marga yang kemudian dikembangkan oleh Central Quality Control and Monitoring Unit (CQCMU) atau disebut dengan metode CQCMU. Dalam penelitian ini, prosedur perencanaan campuran menggunakan metode CQCMU. Perencanaan campuran dengan menggunakan metode ini, dimulai dari kadar aspal efektif yang tetap sesuai dengan yang telah ditetapkan spesifikasi. Pencampuran agregat yang tersedia dilokasi divariasikan untuk dapat memenuhi syarat rongga udara, tebal film aspal dan stabilitas. Jadi pada metode ini rongga udara dalam campuran merupakan kriteria pokok bersama dengan kadar aspal efektif. Prosedur perencanaan campuran dengan metode CQCMU dapat diuraikan secara ringkas sebagai berikut :

1. Pemilihan agregat dan penentuan sifat-sifatnya yang harus sesuai dengan persyaratan material.

Parameter perencanaannya adalah :

- a). Gradasi dari masing-masing kelompok agregat kasar, pasir dan abu batu.
- b). Berat jenis agregat akan dipergunakan dalam perhitungan sifat campuran.
- c). Nilai absorpsi air dengan agregat yang dapat dipergunakan sebagai indikator penentuan besarnya absorpsi aspal.

2. Penentuan campuran nominal.

Berdasar sifat-sifat yang diperoleh pada langkah 1 dan dari kadar aspal efektif yang ditentukan dalam spesi-

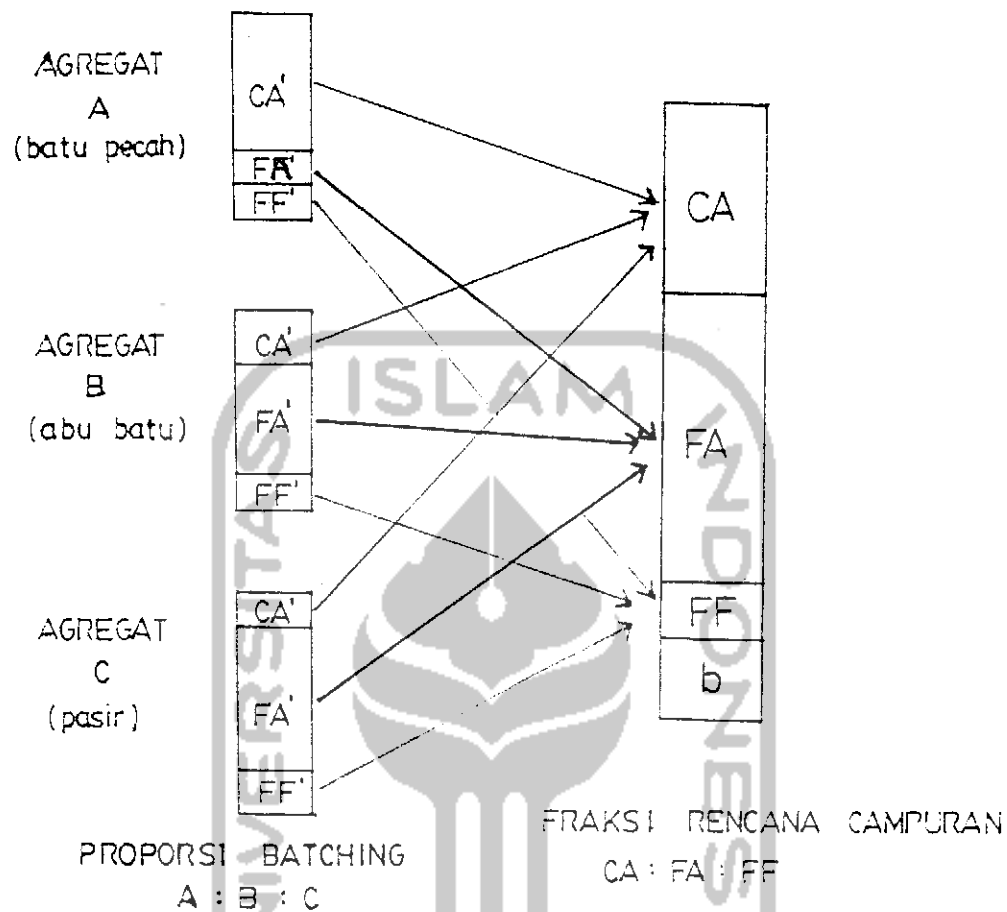
fikasi. Penentuan campuran nominal ini diperlukan sebagai:

- a). Saringan tingkat pertama, apakah agregat yang tersedia dapat digunakan atau tidak.
- b). Resep awal untuk campuran percobaan di laboratorium yang memenuhi persyaratan gradasi campuran dan kadar aspal yang sesuai.

Komponen agregat campuran dinyatakan dalam fraksi rencana terdiri dari:

- 1). CA, yaitu fraksi agregat kasar yang tertahan saringan no.8 terhadap berat total campuran.
- 2). FA, yaitu fraksi agregat halus yang lolos saringan no.8 dan tertahan saringan no. 200 terhadap berat total campuran.
- 3). FF, yaitu fraksi bahan pengisi yang lolos saringan no.200 terhadap berat total campuran.

Sedangkan proporsi dari bahan mentah dinyatakan dalam proporsi penakaran (*batch proportion*). Setiap penakaran adalah penyumbang untuk masing-masing fraksi. Secara skematis dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Skema Penyumbang Fraksi

Komponen tersebut ditunjukkan pada kriteria yang berpengaruh pada durabilitas campuran. Kriteria tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut:

- 1). Batas atas pada stabilitas campuran untuk mengurangi terjadinya retak.
- 2). Batas atas dan bawah pada Marshall Quotient untuk menjamin fleksibilitas dan membatasi deformasi dari campuran akibat lalu lintas.
- 3). Maksimum ketebalan film aspal yang mungkin untuk mengurangi kecepatan oksidasi bitumen dan meningkatkan durabilitas.

Untuk memudahkan perencanaan proporsi penakaran, perhitungan proporsi agregat ditentukan dengan menggunakan aljabar matrik, yaitu: $CA + FA + FF + b = 100 \%$.

Dalam buku I : Rancangan Campuran CQCMU 1988, penyelesaian lain dapat menggunakan kalkulator ber-program. Metode ini sangat dianjurkan. Suatu program sederhana CDO-07 telah dibuat untuk digunakan pada kalkulator Casio FX-602P.

Campuran nominal direncanakan sedemikian rupa sehingga merupakan nilai tengah dari batas yang diberikan pada spesifikasi.

E. Marshall Test

Kinerja campuran aspal beton dapat diperiksa dengan menggunakan alat pemeriksa Marshall. Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelehan plastis (flow) dari campuran aspal dan agregat. Kelelehan plastis adalah perubahan bentuk suatu campuran yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam mm atau 0,01."

F. Kadar Aspal dalam Campuran

Aspal dalam campuran berfungsi sebagai bahan ikat antar agregat. Aspal sebagai hasil alam maupun hasil dari penyaringan minyak bumi mempunyai sifat-sifat tersendiri, khususnya sifat yang peka terhadap temperatur. Pemakaian aspal dalam campuran sangat menentukan kekedapan campuran terhadap air dan udara, semakin banyak kadar aspal dalam

campuran tersebut akan semakin rapat campuran tersebut karena rongga dalam campuran dapat terisi oleh aspal. Sebaliknya bila kadar aspal terlalu sedikit maka campuran akan kurang rapat. Disamping pemakaian aspal yang banyak akan memberikan ikatan yang baik dalam campuran, tetapi kadar aspal yang berlebihan akan berakibat aspal berubah fungsi menjadi pelicin pada saat temperatur tinggi. Dengan demikian kadar aspal yang optimum akan sangat berperan terhadap lapis perkerasan.





UNITED STATES POSTAL SERVICE

BAB IV

HIPOTESIS

Aspal dalam fungsinya sebagai bahan perekat akan banyak berpengaruh terhadap konstruksi lapis keras, baik ditinjau secara kualitas maupun kuantitas. Pemakaian aspal secara kuantitas merupakan perwujudan perencanaan aspal berkualitas baik.

Aspal merupakan bahan reologi yang bersifat thermo-plastis, karena sifat aspal sangat peka terhadap temperatur, khusus viskositasnya. Dengan demikian hipotesis yang dapat dikemukakan adalah sebagai berikut:

"Penurunan suhu pemadatan pada campuran Hot Rolled Sheet B (HRS B) yang menggunakan filler Portland Cement, akan berpengaruh terhadap Workabilitas dan sifat-sifat Marshall, dimana suhu pemadatan minimal untuk mendapatkan campuran HRS B yang memenuhi persyaratan dari Bina Marga adalah 120°C ".

BAB V

CARA PENELITIAN

A. Persiapan

Pada tahap ini kegiatan yang dilakukan adalah mengumpulkan bahan-bahan penelitian dan buku-buku pustaka sebagai penunjang landasan teori. Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Abu batu dan agregat kasar, hasil produksi "stone crusher" serta Pasir sungai.
2. Bahan pengisi (*filler*) menggunakan semen Nusantara.
3. Aspal keras menggunakan jenis AC 60-70

B. Pemeriksaan Mutu Bahan

1. Asal bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari "Base Camp" PT Perwita karya yang berada di desa Piyungan, Bantul.

2. Persyaratan dan pengujian bahan

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian sebelumnya diuji di laboratorium untuk mendapatkan bahan penelitian yang berkualitas tinggi. Pada penelitian ini pengujian dilaksanakan di laboratorium Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

1. Pemeriksaan Agregat

Agregat atau bahan batuan merupakan kumpulan utama dari lapis perkerasan jalan. Adapun untuk mengetahui kualitas agregat yang digunakan untuk lapis konstruksi perkerasan jalan dilakukan pemeriksaan sebagai berikut :

a. Gradasi

Pemeriksaan terhadap gradasi agregat dalam penelitian ini dapat menggunakan prosedur AASHTO T11-78. Pemeriksaan agregat kasar dapat dilakukan secara kering, sedangkan untuk agregat halus digunakan dengan penyaringan secara basah.

b. Tingkat keausan

Ketahanan agregat terhadap tingkat keausan diperiksa dengan menggunakan percobaan Abrasi Los Angeles berdasarkan AASHTO T96-77. Nilai Abrasi yang diinginkan $< 40 \%$, menunjukkan agregat mempunyai kekerasan yang cukup untuk digunakan sebagai bahan lapis perkerasan.

c. Daya lekat terhadap aspal

Dilakukan sesuai dengan prosedur AASHTO T182-77. Kelekatan agregat terhadap aspal dinyatakan dalam persentase luas permukaan batuan yang tertutup terhadap seluruh permukaannya dengan besaran minimal 95 %.

d. Berat jenis (*specific gravity*)

Adalah perbandingan antara antara berat volume

agregat dan berat volume air. Adapun pemeriksaan jenis ini mengikuti prosedur AASHTO T84-77. Dengan persyaratan minimum $2,5 \text{ gr/cm}^3$.

e. *Sand Equivalent Test*

Dilakukan untuk mengetahui kadar debu /bahan yang menyuplai lempung pada agregat halus/pasir. *Sand Equivalent Test* dilakukan untuk partikel agregat yang lolos saringan no.4 sesuai prosedur AASHTO T176-73. Nilai-nilai yang diisyaratkan sebesar minimal 50%. Lempung dapat mempengaruhi mutu campuran agregat.

f. Penyerapan agregat terhadap air

Dilakukan untuk mengetahui besarnya air yang terserap oleh agregat. Besarnya peresapan yang diijinkan adalah sebesar maksimum 3 %. Pemeriksaan ini mengikuti prosedur AASHTO T85-77.

2. Pengujian Bahan Ikat Aspal

Untuk memperoleh kualitas aspal yang baik, maka pemeriksaan terhadap aspal juga perlu dilakukan. Pemeriksaan yang dilakukan terhadap aspal keras adalah:

a. Pemeriksaan penetrasi

Pemeriksaan ini bertujuan untuk memeriksa tingkat kekerasan aspal. Dalam penelitian ini aspal yang digunakan adalah AC 60-70. Prosedur yang digunakan adalah AASHTO T49.

b. Titik lembek (*softening point test*)

Adalah suhu dimana dimana lapisan aspal dalam cincin yang diletakkan horizontal di dalam larutan air atau gliserin menjadi lembek karena beban baja dengan diameter 9,53 mm seberat 3,5 gram. Prosedur pemeriksaan mengikuti AASHTO T53, dengan nilai antara 48° C sampai 58° C.

c. Titik nyala dan titik bakar

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui suhu dimana terlihat titik nyala singkat dan titik bakar (sekurang-kurangnya selama 5 detik). Pemeriksaan ini mengikuti prosedur AASHTO T48 dengan nilai minimal 200° C.

d. Kelarutan dalam larutan CCL₄

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui bitumen yang larut dalam carbon tetra chloroid. Prosedur yang dipakai adalah AASHTO T44.

e. Berat jenis

Adalah perbandingan antara berat aspal dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu. Prosedur pemeriksaan mengikuti AASHTO T228, dengan nilai minimal 1 gr/cm³.

Dalam penelitian ini pemeriksaan daktilitas aspal tidak dapat dilaksanakan berhubung alat tersebut mengalami kerusakan. Oleh karena itu nilai daktilitas akan memakai nilai pengujian dari "Base Camp" PT Perwita Karya.

3. Pengujian Bahan Pengisi (*filler*)

Semen (PC) yang digunakan harus bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan ayakan maka lolos saringan no. 200 tidak kurang dari 85% beratnya atau bila terpaksa tidak boleh kurang dari 75% beratnya, mengikuti prosedur AASHTO T37.

Berat jenis semu semen = 3,15 gr/cc

C. Pembuatan Benda Uji Campuran HRS B

1. Persiapan

Tahapan persiapan dalam pengujian ini adalah menentukan ukuran gradasi agregat untuk campuran HRS B. Ukuran saringan yang dipakai adalah 3/4", 1/2", 3/8", #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200. Dalam penentuan gradasi agregat hendaknya mengikuti sifat-sifat alamiah dari batuan. Hal ini penting untuk mengetahui perilaku campuran yang akan dibuat.

Persiapan-persiapan lainnya adalah menyangkut peralatan yang akan digunakan untuk pembuatan benda uji, yaitu:

1. Alat tekan Marshall dengan kapasitas 5000 lbs.
2. Cetakan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10 cm, tinggi 7,5 cm.
3. Ejector untuk melepas benda uji yang dipadatkan.
4. Pemanas (oven).
5. Penumbuk, berat 4,536 kg (10 lbs) dengan tinggi jatuh 45,7 cm.
6. Bak perendam (water bath) dengan pengatur suhu.

7. Perlengkapan-perlengkapan lainnya, yaitu: kompor pemanas, panci, thermometer, sendok pengaduk, spatula dan timbangan.

2. Penentuan campuran HRS B

- a. Penentuan proporsi kadar agregat kasar dan halus.

Batas spesifikasi penentuan campuran nominal dan data absorpsi serta gradasi dari laboratorium ditabelkan

Tabel 5.1. Batas spesifikasi penentuan campuran nominal

Komponen Campuran	Persen pada berat total camp. aspal HRS Klas B	Resep Camp. Nominal %
Fraksi agregat kasar (CA) (>#8)	30 - 50	40
Fraksi agregat halus (FA) (#8 s/d #200)	39 - 59	47
Fraksi bahan pengisi (FF) (<#200)	4,5 - 7,5	5,5
Kadar aspal efektif	> 6,2	-
Kadar total aspal	> 6,7	7,5

Sumber : Buku I, Rancangan Campuran CQCMU 88

Tabel 5.2. Data hasil gradasi dan absorpsi agregat

Jenis Pengujian	agregat kasar	abu batu	pasir	semen
1. Absorpsi air (%)	2,085	2,251	2,565	2,500
2. Gradasi (% lolos)				
a. > #8	99,4	30,2	6,2	100
b. #8 s/d #200	0,3	59,1	91,8	100
c. < #200	0,3	10,7	2,0	100

Sumber: Hasil Pemeriksaan di lab. Jalan Raya FTSP UII

Fraaksi CA, FA dan FF yang diinginkan, dimasukkan ke program CDC-07 pada kalkulator Casio FX-602P untuk memperoleh proporsi agregat kasar, abu batu dan pasir, atau dengan cara analitis menggunakan metode aljabar matrik, perhitungannya sebagai berikut :

Proporsi agregat dicari menggunakan perkalian matrik

$$\begin{bmatrix} A \\ B \\ C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s^{-1} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} CA \\ FA \\ FF - L \end{bmatrix}$$

A = agregat kasar
 B = abu batu
 C = pasir
 L = bahan pengisi (semen) yang ditambahkan

$$\text{Matrik } S = \begin{bmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{bmatrix}$$

dimana,

$$\begin{aligned} a_1 &= > \#8 && \text{agregat kasar} \\ a_2 &= \#8 - \#200 && \text{agregat kasar} \\ a_3 &= < \#200 && \text{agregat kasar} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b_1 &= > \#8 && \text{abu batu} \\ b_2 &= \#8 - \#200 && \text{abu batu} \\ b_3 &= < \#200 && \text{abu batu} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c_1 &= > \#8 && \text{pasir} \\ c_2 &= \#8 - \#200 && \text{pasir} \\ c_3 &= < \#200 && \text{pasir} \end{aligned}$$

Determinasi dari matrik S

$$\text{Det.} = (a_1 b_2 c_3) + (b_1 c_2 a_3) + (c_1 b_3 a_2) - (c_1 b_2 a_3) - (c_2 b_3 a_1) - (c_3 a_2 b_1)$$

$$\text{Inverse dari matrik } S = S^{-1} = \begin{bmatrix} a_1 & \beta_1 & \tau_1 \\ a_2 & \beta_2 & \tau_2 \\ a_3 & \beta_3 & \tau_3 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= (b_2c_3 - b_3c_2) : \text{determinan} \\ \alpha_2 &= (a_3c_2 - a_2c_3) : \text{determinan} \\ \alpha_3 &= (a_2b_3 - a_3b_2) : \text{determinan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \beta_1 &= (b_3c_1 - b_1c_3) : \text{determinan} \\ \beta_2 &= (a_1c_3 - a_3c_1) : \text{determinan} \\ \beta_3 &= (a_3b_1 - a_2b_3) : \text{determinan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau_1 &= (b_1c_2 - b_2c_1) : \text{determinan} \\ \tau_2 &= (a_2c_1 - a_1c_2) : \text{determinan} \\ \tau_3 &= (a_1b_2 - a_2b_1) : \text{determinan} \end{aligned}$$

Data gradasi dari tabel 5.2. dimasukkan ke persamaan matrik sehingga persamaannya menjadi :

$$\text{Matrik S} = \begin{bmatrix} 0,994 & 0,302 & 0,062 \\ 0,003 & 0,591 & 0,918 \\ 0,003 & 0,107 & 0,020 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} \text{Determinasi S} &= (0,994 \times 0,591 \times 0,02) + (0,302 \times 0,918 \times 0,003) + (0,062 \times 0,107 \times 0,003) \\ &\quad - (0,062 \times 0,591 \times 0,003) - (0,918 \times 0,107 \times 0,994) - (0,02 \times 0,003 \times 0,302) \\ &= -0,085164 \end{aligned}$$

Inverse matrik S,

$$\alpha_1 = \frac{(0,591 \times 0,020) - (0,107 \times 0,918)}{-0,085164} = 1,0146$$

$$\alpha_2 = \frac{(0,003 \times 0,918) - (0,003 \times 0,020)}{-0,085164} = -0,0316$$

$$\alpha_3 = \frac{(0,003 \times 0,107) - (0,003 \times 0,591)}{-0,085164} = 0,0171$$

$$\beta_1 = \frac{(0,107 \times 0,062) - (0,302 \times 0,020)}{-0,085164} = -0,0070$$

$$\beta_2 = \frac{(0,994 \times 0,020) - (0,003 \times 0,062)}{-0,085164} = -0,2313$$

$$\beta_3 = \frac{(0,003 \times 0,302) - (0,994 \times 0,107)}{-0,085164} = 1,2382$$

$$\tau_1 = \frac{(0,302 \times 0,918) - (0,591 \times 0,062)}{-0,085164} = -2,8251$$

$$\tau_2 = \frac{(0,003 \times 0,062) - (0,994 \times 0,918)}{-0,085164} = 10,7123$$

$$\tau_3 = \frac{(0,994 \times 0,591) - (0,003 \times 0,302)}{-0,085164} = -6,8873$$

$$S^{-1} = \begin{bmatrix} 1,0146 & -0,0070 & -2,8251 \\ -0,0316 & -0,2313 & 10,7123 \\ 0,0171 & 1,2382 & -6,8873 \end{bmatrix}$$

Proporsi agregat :

Bahan pengisi (semen) yang akan ditambahkan = 3 %

$$\begin{bmatrix} A \\ B \\ C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,0146 & -0,0070 & -2,8251 \\ -0,0316 & -0,2313 & 10,7123 \\ 0,0171 & 1,2382 & -6,8873 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 40 \\ 47 \\ 5,5-3 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} A \\ B \\ C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 33,19225 \\ 14,64565 \\ 41,66115 \end{bmatrix}$$

Proporsi campuran nominalnya :

Agregat kasar (A) = 33,2 %

Abu batu (B) = 14,6 %

Pasir (C) = 41,7 %

Semen = 3,0 %

Aspal = 7,5 %

100 % +

Kadar aspal pada campuran nominal diatas belum disesuaikan dengan nilai absorpsi air oleh agregat, sehingga kadar aspal itu harus dihitung kembali berdasar nilai absorpsi agregat agar didapat kadar aspal total minimum. Perhitungannya sbb :

Tabel 5.3. Perhitungan absorpsi aspal

Agregat	Proporsi campuran nominal (%)	Absorpsi air oleh agregat (%)	Air yang diserap dalam campuran (%)
	a	b	a x b
Kasar	33,2	2,085	0,692
Abu batu	14,6	2,251	0,392
Pasir	41,7	2,565	1,070
Semen	3,0	2,500	0,075
Total penyerapan =			2,168

Untuk perhitungan, diasumsikan bahwa penyerapan aspal hanya 50 % dari penyerapan air, karena itu :

$$2,168 \times 50 \% = 1,083 \% \approx 1,1 \%$$

Kadar aspal efektif HRS B > 6,2 %

Kadar total minimum = 6,2 % + 1,1 %

$$= 7,3 \%$$

Kadar aspal 7,3 % ini kemudian dipakai pada tahap berikutnya, yaitu tahap penentuan variasi campuran agregat untuk mencari resep campuran yang terbaik yang memenuhi persyaratan spesifikasi dan mempertimbangkan setiap kendala dalam pelaksanaan.

b. Penentuan variasi campuran agregat

Untuk dapat menggambarkan sifat campuran sehubungan dengan variasi campuran agregat pada kondisi aspal tetap sebesar 7,3%, maka dibuatkan variasi campuran agregat dengan basis campuran nominal tersebut diatas. Umumnya dibuatkan untuk 3 proporsi agregat kasar yaitu :

- 1). Proporsi agregat kasar campuran nominal
- 2). Proporsi agregat kasar untuk campuran nominal ditambah 10%
- 3). Proporsi agregat kasar untuk campuran nominal dikurangi 10%

Masing-masing proporsi agregat kasar dicoba untuk minimum 3 macam campuran pasir dan abu batu yang dinyatakan dalam perbandingan pasir : abu batu. Dengan demikian terdapat 9 macam campuran yang akan diperiksa dilaboratorium. Dari pemeriksaan Marshall, kesembilan macam gradasi campuran tersebut digambarkan hubungan antara sifat campuran dan dan proporsi agregat kasar yang memenuhi spesifikasi.

Data penentuannya sebagai berikut :

a) Lihat kolom II tabel 5.4.

Perbandingan Pasir:Abu batu dicoba 2:1

Proporsi agregat kasar

sesuai campuran nominal = 33 % (angka dibelakang
koma dibulatkan
agar mudah dalam
perhitungan)

Semen 3 %, aspal 7,3 %	
Pasir:abu batu = 2:1	→ agr. kasar 33 %
	abu batu 18,9 %
	pasir 37,8 %
	semen 3,0 %
	aspal 7,3 %
	+
	total campuran 100 %

b) Lihat kolom I tabel 5.4.

Proporsi agregat kasar dikurangi 10 % = 23 %

Semen 3 %, aspal 7,3 %

Pasir:abu batu = 2:1	→ agr. kasar 23 %
	abu batu 22,2 %
	pasir 44,5 %
	semen 3,0 %
	aspal 7,3 %
	+
	total campuran 100 %

c) Lihat kolom III tabel 5.4.

Proporsi agregat kasar ditambah 10 % = 43 %

Semen 3 %, aspal 7,3 %

Pasir:abu batu = 2:1	→	agr. kasar	43 %
		abu batu	15,6 %
		pasir	31,1 %
		semen	3,0 %
		aspal	7,3 %
		total campuran	100 %

Untuk perbandingan pasir:abu batu 1:1 dan 1:2, caranya sama seperti diatas sampai diperoleh 9 macam campuran (kolom IX). Kemudian ke-9 resep campuran ini kita kontrol apakah masih masuk batas spesifikasi fraksi, dengan cara aljabar matrik atau dengan program kalkulator CDC-07. Sebagai contoh, lihat kolom I tabel 5.4. Dihitung dengan cara aljabar matrik.

$$\begin{bmatrix} CA \\ FA \\ FF \end{bmatrix} = \text{Matrik S} \times \begin{bmatrix} A \\ B \\ C \end{bmatrix}$$

A = agr. kasar
 B = abu batu
 C = pasir

$$\begin{bmatrix} CA \\ FA \\ FF \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,994 & 0,302 & 0,062 \\ 0,003 & 0,591 & 0,918 \\ 0,003 & 0,107 & 0,020 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 23 \\ 22,2 \\ 44,5 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} CA \\ FA \\ FF \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 32,3254 \\ 54,0402 \\ 3,3344 \end{bmatrix}$$

bahan pengisi (semen)
 yang ditambahkan 3 %.

- CA = 32,3 %
- FA = 54,0 %
- FF = 6,3 %

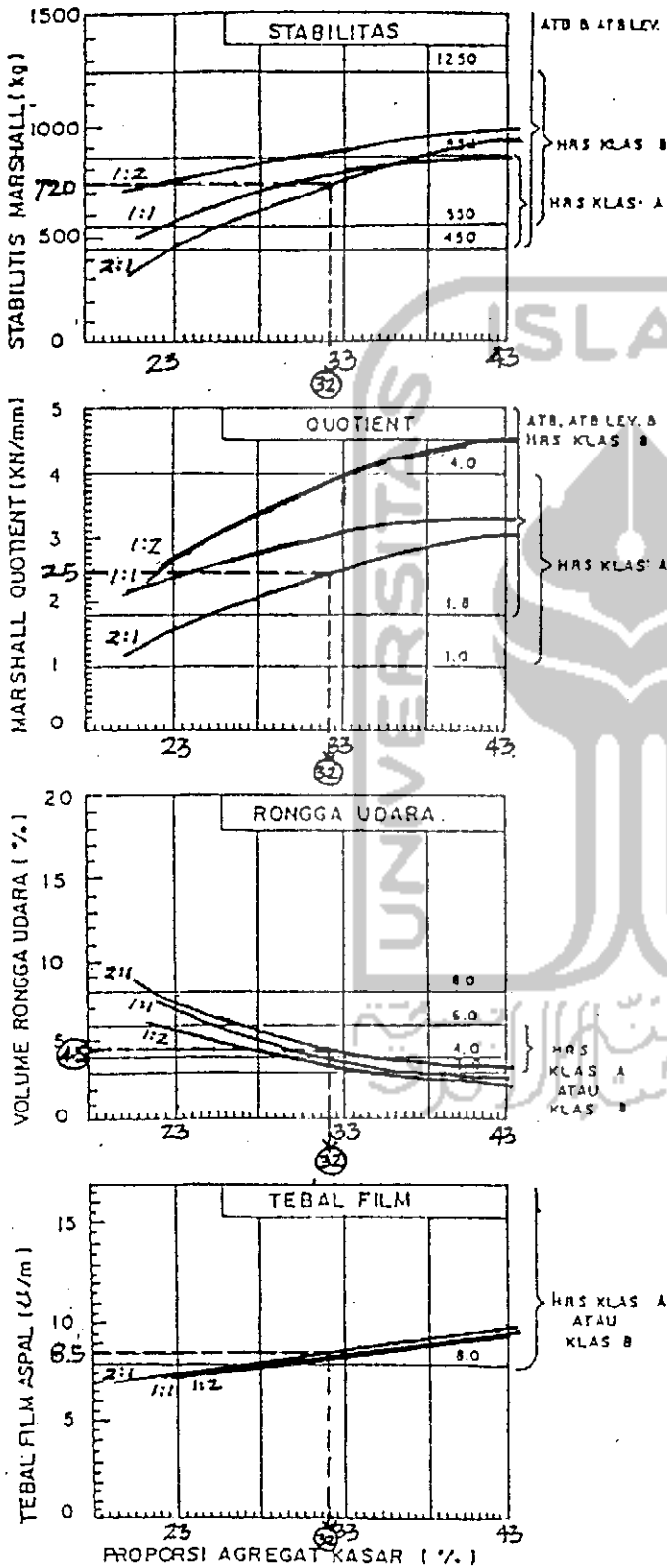


Tabel 5.4. Data Penentuan Variasi Campuran Agregat

HRS B		VARIASI CAMPURAN AGREGAT								
BATAS SPESIFIKASI		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
CA	30 - 50	32.3	40.9	49.4	35	43.1	51.2	37.7	45.4	53.1
FA	39 - 59	54	46	37.9	50.4	42.9	35.4	46.7	39.8	32.8
FF	4.5 - 7.5	6.3	5.9	5.4	7.3	6.7	6.1	8.3	7.5	6.8
AGREGAT KASAR		23	33	43	23	33	43	23	33	43
ABU BATU		22.2	18.9	15.6	33.3	23.3	23.3	44.5	37.8	31.1
PASIR		44.5	37.8	31.1	33.4	23.4	23.4	22.2	18.9	15.6
SEMEN		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
KADAR ASPAL		7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
PASIR : ABU BATU		2:1			1:1			1:2		

Dengan cara yang sama semua campuran dihitung sampai kolom ke IX. Apabila ada dari ke-9 macam variasi campuran agregat, fraksinya ada yang tidak masuk dalam batas spesifikasi, bukan berarti tidak bisa dipakai. Tetap bisa dicoba dilaboratorium yang hasil Marshall testnya akan diketahui kemudian (masuk persyaratan atau tidak), karena dari kesembilan macam campuran dengan 3 macam perbandingan pasir:abu batu itu, akan kita pilih campuran yang memenuhi persyaratan campuran aspal HRS klas B. Hasil test Marshall bisa dilihat pada gambar 5.1 dibawah. Sesuai landasan teori bahwa untuk mencari campuran yang optimum, kriteria pokok yang digunakan oleh CQCMU adalah kadar rongga udara dalam campuran bukan

VARIASI : % AGG. KASAR, PERBANDINGAN PASIR/ABU BATU
 KONSTAN : % ASPAL = 7.3 ... % ABU TAMBAHAN = 3. %
 (semen)



dari stabilitasnya. Dari gambar disamping terlihat untuk proporsi agregat kasar 32 %, didapat kadar rongga udara yang ideal yaitu $\pm 4,5$ % pada perbandingan pasir : abu batu = 2 : 1, kemudian ditarik lurus keatas didapat Marshall Quotient = 2,5 kN/mm, masuk spesifikasi, diteruskan keatas lagi didapat angka stabilitas = 720 kg masuk spesifikasi, lalu ditarik lurus kebawah pada angka tebal film aspal = 8,5 μ masuk spec. Jadi proporsi agregat kasar terpilih = 32 % dan perbandingan pasir : abu batu terpilih = 2:1

Gambar 5.1. Grafik Marshall Test Variasi Agregat

c. Penentuan kadar aspal optimum

Tahap ini adalah menentukan kadar aspal optimum yang resep campuran terbaiknya diperoleh dari tahap kedua diatas. Kadar aspal yang dipakai bervariasi dari 6% - 8,5% dengan interval 0,5%. Untuk tahap ini direncanakan 6 macam gradasi campuran. Hasil pemeriksaan Marshall di laboratorium diplotkan pada gambar sehingga dapat ditentukan kadar aspal yang sesuai dengan sifat campuran. Cara mencari fraksi sama dengan cara diatas. Proporsi agregat kasar 32 %, semen yang ditambahkan 3 % dan perbandingan pasir:abu batu = 2:1.

Tabel 5.5. Data variasi aspal

HRS B		VARIASI ASPAL					
BATAS SPESIFIKASI		X	XI	XII	XIII	XIV	XV
CA	30 - 50	40.2	40.1	40.0	40.0	39.9	39.8
FA	39 - 59	47.8	47.4	47.0	46.6	46.2	45.8
FF	4.5 - 7.5	6.0	6.0	5.9	5.9	5.9	5.9
AGREGAT KASAR		32	32	32	32	32	32
ABU BATU		19.7	19.5	19.3	19.2	19.0	18.8
PASIR		39.3	39.0	38.7	38.3	38.0	37.7
SEMEN		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
KADAR ASPAL		6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
PASIR : ABU BATU		2 : 1					

3. Percobaan variasi suhu pemadatan

Setelah kadar aspal optimum diperoleh, maka dibuatlah resep campuran akhir yang terpilih yang akan diterapkan pada pengujian tahap ini, yaitu pada suhu pemadatan 90°C, 100°C, 110°C, 120°C, 125°C dan 130°C . Suhu pencampuran yang digunakan adalah antara 150° C - 155° C.

Dalam pembuatan benda uji untuk variasi suhu pemadatan menggunakan pengujian Marshall test. Hasil pengujian akan dibandingkan dengan persyaratan dari CQCMU 1988 untuk HRS B yaitu :

- | | |
|----------------------------|------------------------------|
| a. Jumlah tumbukan | = 2 x 50 |
| b. Stabilitas | = min 550 kg
maks 1250 kg |
| c. % rongga dalam campuran | = 3 - 6 % |
| d. Marshall Quotient | = 1,8 - 5 kn/mm |
| d. Ketebalan film aspal | = min. 8 mikron |

Khusus untuk penentuan percobaan variasi suhu pemadatan, setelah benda uji yang dibuat ditumbuk sebanyak 5 kali, kemudian diukur ketinggiannya di lima tempat, setelah itu baru dilanjutkan sebanyak 45 kali tumbukan, sisi berikutnya 50 kali tumbukkan.

D. Pengujian

Benda uji yang telah dibuat kemudian diuji dengan tes Marshall, adapun langkah-langkah pengujiannya sebagai berikut :

1. Benda uji dibersihkan dari kotoran yang menempel dan diberi tanda pengenal.
2. Setelah didiamkan selama 24 jam, diukur tinggi/tebalnya kurang lebih 3 kali pada tempat yang berbeda kemudian dirata-rata dengan ketelitian 0,1 mm.
3. Ditimbang dalam keadaan kering kemudian direndam dalam air selama 16-24 jam agar jenuh.
4. Setelah jenuh ditimbang dalam air guna mendapatkan volume/ isi benda uji.
5. Benda uji dikeluarkan dari bak perendam, dikeringkan sehingga kering permukaannya, lalu ditimbang pada kondisi kering permukaan jenuh.
6. Benda uji direndam dalam *water batch* dengan suhu 60°C selama 30 menit.
7. Kepala penekan alat Marshall dibersihkan dan permukaannya diolesi dengan vaselin agar benda uji mudah dilepas.
8. Benda uji dikeluarkan dari *water batch*, segera diletakkan pada alat uji Marshall yang dilengkapi dengan arloji kelelahan (*flow meter*) dan arloji pembebanan/ stabilitas.
9. Pembebanan dimulai dengan kecepatan tetap 50 mm/menit hingga pembebanan maksimum tercapai pada saat arloji pembebanan terhenti dan mulai kembali ke nol. Pada saat itu pula dibaca arloji kelelehannya.

10. Setelah pembebanan selesai, benda uji dikeluarkan dari alat uji Marshall.

11. Benda uji berikutnya siap diuji seperti langkah no. 1 - 10.

Dari hasil pengujian yang dilakukan terhadap HRS B akan diperoleh pengaruh variasi suhu pemadatan terhadap Marshall quotient, stabilitas, VITM dan Flow. Sedangkan Workabilitas yang diharapkan akan diperoleh dari tinggi rendahnya suhu yang digunakan untuk mencapai pemadatan yang optimum.

E. Perhitungan Cara Analitis

Dari hasil penelitian, diperoleh data-data antara lain :

1. Berat benda uji diudara (gram)
2. Berat benda uji didalam air (gram)
3. Berat benda uji kering permukaan, SSD (gram)
4. Tinggi benda uji
5. Hasil pembacaan stabilitas
6. Hasil pembacaan flow

Dari data-data diatas dapat dihitung nilai dari VITM, VFWA, flow, stabilitas, Marshall Quotient, dan tebal film aspal.

a). Berat jenis maksimum campuran

$$BJ \text{ maks. camp.} = \frac{100}{\frac{100-A}{C} + \frac{A}{T}}$$

Dimana, A = kadar aspal (%)
 C = berat jenis efektif total agregat gr/cc
 T = berat jenis aspal gr/cc

b). Berat jenis efektif total agregat (C)

$$C = \frac{\frac{a + b + c + d}{2}}{\frac{a}{T_{APPa}} + \frac{b}{T_{APPb}} + \frac{c}{T_{APPc}} + \frac{d}{T_{APPd}}} + \frac{B}{2}$$

c). Berat jenis bulk total agregat (B)

$$B = \frac{\frac{a + b + c + d}{2}}{\frac{a}{TOV_a} + \frac{b}{TOV_b} + \frac{c}{TOV_c} + \frac{d}{TOV_d}}$$

Dimana,
 a = % berat agr. kasar thd berat gabungan agregat
 b = % berat abu batu ----- "
 c = % berat pasir ----- "
 d = % berat semen ----- "

T_{APPa} = berat jenis semu agregat kasar
 T_{APPb} = " " abu batu
 T_{APPc} = " " pasir
 T_{APPd} = " " semen

TOV_a = berat jenis kering oven agregat kasar
 TOV_b = " " abu batu
 TOV_c = " " pasir
 TOV_d = " " semen

sedangkan % berat total agregat gabungan dihitung :

	% thd berat total campuran		% thd berat total agregat
agr. kasar	p	dikali	a
abu batu	q	100	b
pasir	r		c
semen	s	(100-A)	d

d). Flow = Pembacaan arloji flow x 0,01 x 25,4

$$= (0,1 \text{ mm})$$

e). Stabilitas = 3,50696 x arloji pembacaan + 23,051

kemudian dikoreksi dengan tabel isi benda uji

f). Marshall Quotient (QM)

$$QM = \frac{\text{stabilitas (kg)}}{102 \times \text{flow (mm)}} = \quad (\text{kN/mm})$$

g). FVWA = % rongga terisi aspal

$$\text{dipakai rumus} = \frac{100 \times (\text{VMA} - \text{K})}{\text{VMA}}$$

dimana, K = % rongga dalam campuran (VITM)

$$\text{VMA} = 100 - \frac{\text{J} \times \text{Ps}}{\text{B}}$$

J = BJ Bulk Campuran

B = BJ Bulk Total Agregat

Ps = % agregat thd Total Campuran

h). VITM = % rongga dalam campuran

$$\text{dipakai rumus} \quad \text{VITM} = \frac{100(\text{D} - \text{J})}{\text{D}}$$

dimana, D = BJ maks campuran

J = BJ bulk campuran

i). Tebal film aspal

$$\text{dipakai rumus} \quad S = \frac{1000(\text{A}-\text{R})}{\text{Q.T.}(100-\text{A})} \quad (\text{mikron})$$

dimana, A = kadar aspal %

T = BJ aspal

Q = luas permukaan agregat (pada lamp.) ✓
T.(100-A)

R = A + $\frac{\text{BJ bulk total agr.}}{\text{BJ mak camp}}$

F. Kesulitan-Kesulitan dan Penyelesaiannya

Dalam penelitian yang dilakukan dilaboratorium ini tidak terlepas dari kesulitan-kesulitan yang mempengaruhi

jalannya penelitian. Apalagi penelitian ini kualitas pemadatan diperoleh dari variasi temperaturnya.

Pertama, sulitnya untuk memperoleh suhu pemadatan yang diinginkan setelah dilakukan pencampuran. Berhubung penurunan suhu tidak selalu sama pada seluruh permukaannya. Untuk itu cara mengatasinya adalah setelah benda uji dicampur, kemudian dimasukkan ke dalam mold. Thermometer ditusukkan sampai setengah kedalamannya. Penurunan suhu ditunggu sampai pada suhu yang diinginkan.

Kedua, sulitnya mempertahankan suhu pemadatan ketika ketinggian benda uji diukur di lima permukaannya, setelah dilakukan pemadatan 5 kali. Untuk itu cara mengatasinya adalah mengukur ketinggian dengan lidi terhadap permukaan atas mold. Setiap lidi yang telah digunakan dipatahkan. Pengukuran harus dilakukan secara cepat. Setelah lima permukaan diperoleh lidi diukur dengan penggaris.

BAB VI

HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian

Dari serangkaian pengujian bahan (analisa saringan, agregat dan aspal) dan campuran beton aspal dengan cara Marshall diperoleh hasil seperti dicantumkan dalam tabel 6.1 sampai dengan 6.4.

1. Hasil Pengujian Bahan

Tabel 6.1. Analisa saringan untuk agregat kasar, pasir dan abu batu

ukuran saringan	% agr. kasar		% Pasir		% abu batu	
	lolos	tthn	lolos	tthn	lolos	tthn
3/4"	100	0	-	-	-	-
1/2"	34,1	65,95	-	-	-	-
3/8"	21,4	78,57	100	0	100	0
no.4	2,1	97,93	96,7	3,27	86,5	13,51
no.8	0,6	99,42	93,8	6,19	69,8	30,25
no.16	0,4	99,61	85,1	14,86	51,5	48,54
no.30	0,3	99,66	57,7	42,35	34,7	65,33
no.50	0,3	99,68	33,2	66,78	26,2	73,83
no.100	0,3	99,70	8,3	91,67	16,7	83,29
no.200	0,3	99,73	2,0	98,03	16,7	89,32

Sumber : CQCMU Rancangan Campuran dan hasil pemeriksaan di laboratorium Jalan Raya FTSP-UII

Tabel 6.2. Persyaratan dan hasil pengujian agregat kasar

Jenis pemeriksaan	Syarat	Hasil
1. Keausan dengan mesin Los Angeles	maks 40 %	34,04 %
2. Kelekatan thd aspal	> 95 %	100 %
3. Peresapan thd air	maks 3 %	2,085 %
4. Berat jenis semu (gr/cc)	min 2,5	2,679

Sumber : Lataston no.12/PT/B/1983 dan hasil pemeriksaan di laboratorium Jalan Raya FTSP-UII

Tabel 6.3. Persyaratan dan hasil pengujian agregat halus

Jenis pemeriksaan	Syarat	Hasil	
		Pasir	Abu batu
1. Nilai sand equivalent	min 50 %	80 %	80 %
2. Peresapan thd air	maks 3 %	2,565 %	2,251 %
3. Berat jenis semu (gr/cc)	min 2,5	2,857	2,715 %

Sumber : Lataston no. 12/PT/B/1983 dan hasil pemeriksaan di laboratorium Jalan Raya FTSP-UII

Tabel 6.4. Persyaratan dan hasil pengujian aspal AC 60/70

Jenis Pemeriksaan	Syarat		Hasil	Satuan -
	min	maks		
1. Penetrasi	60	79	60.8	0,1 mm
2. Titik lembek	48	58	51,75	°C
3. Titik nyala	200	-	340	°C
4. Kelarutan dalam CCL4	99	-	99,25	%berat
5. Berat jenis	1	-	1,025	gr/cc
6. Daktilitas	100	-	> 100	cm
7. Kehilangan berat	-	0,4	-	%
8. Penetrasi setelah kehilangan berat	75	-	-	%semula

Sumber : Lataston no. 12/PT/B/1983 dan hasil pemeriksaan di laboratorium Jalan Raya FTSP-UII

Dari hasil pengujian bahan-bahan seperti tersebut diatas, ternyata bahan-bahan yang akan dipergunakan dalam penelitian ini masih memenuhi persyaratan sebagai bahan penelitian.

2. Hasil Pengujian Benda Uji

Dalam penelitian ini pengujian benda uji dilakukan terhadap variasi campuran agregat, variasi kadar aspal dan variasi suhu pemadatan. Dari hasil pengujian diperoleh nilai-nilai dari VITM (kadar rongga dalam campuran), stabilitas, flow, Marshall Quotient dan tebal film aspal.

Tabel 6.5. Hasil test Marshall terhadap variasi campuran agregat dengan kadar aspal tetap 7,3 % dan bahan pengisi semen 3 %.

Karakteristik	Variasi agregat kasar (%)								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
	23	33	43	23	33	43	23	33	43
1. VITM (%)	7,4	4,2	3,5	6,8	3,8	2,8	5,7	3,5	2,6
2. Stabilitas (kg)	460	763	920	575	800	848	750	870	980
3. Marshall Quotient (kN/mm)	1,6	2,5	3	2,4	2,5	2,5	2,7	3,6	4,5
4. Flow (mm)	2,8	3	3	2,4	3,1	3,3	2,7	2,4	2,1
5. Tebal film aspal mikron	7,6	8,6	9,9	7,5	8,4	9,4	7,3	8,2	9,4
Pasir : abu batu	2 : 1			1 : 1			1 : 2		

Sumber : hasil percobaan di lab. Jalan Raya FTSP-UII

Tabel 6.6. Hasil test Marshall terhadap variasi kadar aspal dengan proporsi agregat kasar 32%, perbandingan pasir:abu batu = 2 : 1, filler semen 3 %.

Karakteristik	Variasi Kadar Aspal (%)					
	6	6,5	7	7,5	8	8,5
1. VITM (%)	8,1	6,7	5,7	4,3	3,2	2,2
2. Stabilitas (kg)	778	858	842	789	720	625
3. Marshall Quotient (kN/mm)	4,0	3,8	3,6	2,9	2,5	2,0
4. Flow (mm)	1,9	2,2	2,3	2,7	2,8	3,1
5. Tebal film aspal mikron	6,6	7,3	8,1	8,8	9,6	10,3

Sumber : percobaan di lab. Jalan Raya FTSP-UII

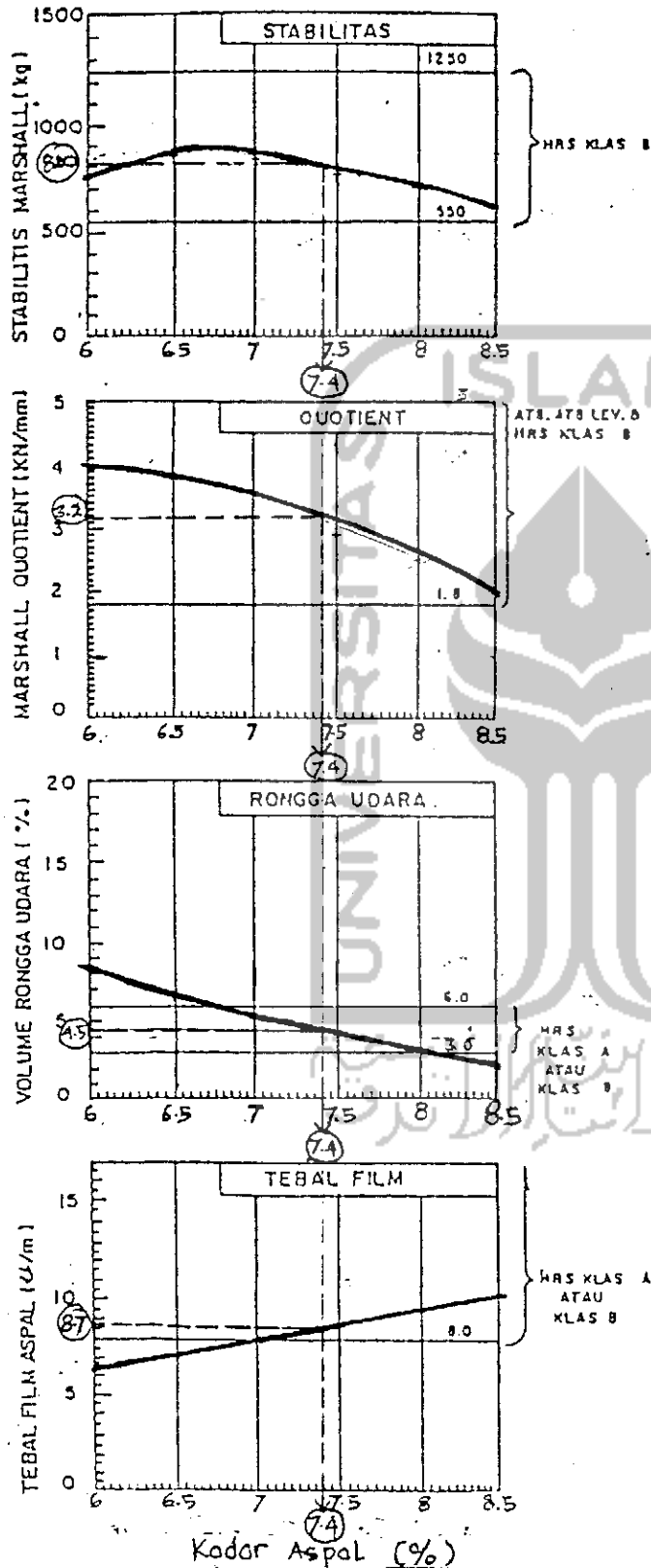
Tabel 6.7. Hasil test Marshall terhadap variasi suhu pemadatan dengan kadar aspal terpilih 7,4 %, filler semen 3 %, agregat kasar 32 %, pasir:abu batu=2:1

Karakteristik	Variasi Suhu Pemadatan °C					
	90	100	110	120	125	130
1. VITM (%)	5,8	5,29	4,87	4,37	4,21	3,96
2. Stabilitas (kg)	296	516	641	647	709	687
3. Marshall Quotient (kN/mm)	1,04	1,9	2,6	2,9	2,9	2,7
4. Flow (mm)	2,8	2,7	2,4	2,2	2,4	2,54
5. Tebal film aspal mikron	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7
6. Faktor kompaksi %	108	109	108	106	106	106

Sumber : percobaan di lab. Jalan Raya FTSP-UII

B. Evaluasi Penentuan Kadar Aspal Optimum dengan Metode CQCMU

Dari hasil percobaan variasi agregat, diperoleh proporsi agregat kasar dan perbandingan pasir:abu batu yang memenuhi spesifikasi CQCMU sebesar = agregat kasar 32 %, pasir:abu batu = 2 : 1. Proporsi ini akan kita pakai pada percobaan penentuan kadar aspal optimum. Dalam perencanaan dengan metode CQCMU, rongga udara merupakan kriteria pokok untuk pengoptimasian campuran. Batas rongga udara yang diijinkan dalam spesifikasi CQCMU 3% - 6%, sehingga nilai ideal rongga udara $\pm 4,5$ %, dari nilai ideal inilah dicari nilai stabilitas, Marshall Quotient dan tebal film aspal yang masih memenuhi spesifikasi. Kadar aspal yang dipakai 6% - 8,5% dengan interval 0,5 %. Dari gambar disamping terlihat bahwa untuk nilai rongga udara yang ideal $\pm 4,5$ % akan didapat kadar



aspal 7,4 %, kemudian ditarik lurus keatas didapat Marshall Quotient = 3,2 kN/mm, masih masuk spesifikasi, diteruskan keatas lagi didapat angka stabilitas = 810 kg, masuk spesifikasi, lalu ditarik lurus kebawah pada angka tebal film aspal = 8,7 μ memenuhi spesifikasi. Sehingga kadar aspal optimum terpilih sebesar 7,4 %. Kandungan aspalnya agak tinggi, mengingat jenis perkerasan HRS B dituntut untuk mempunyai tingkat elastisitas yang cukup tinggi sehingga fleksibilitas dalam memikul beban diharapkan akan lebih tinggi, disamping itu dengan kadar aspal yang tinggi diharapkan durabilitasnya (keawetannya) akan tinggi.

Gambar 6.1. Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum

Jadi resep campuran nominal terpilih :

Agregat kasar	=	32 %
Abu batu	=	19,2 %
Pasir	=	38,4 %
Semen	=	3,0 %
Aspal	=	7,4 %

----- +

100 %

Perbandingan pasir:abu batu = 2:1

Resep inilah yang akan dipakai pada percobaan variasi suhu pemadatan.

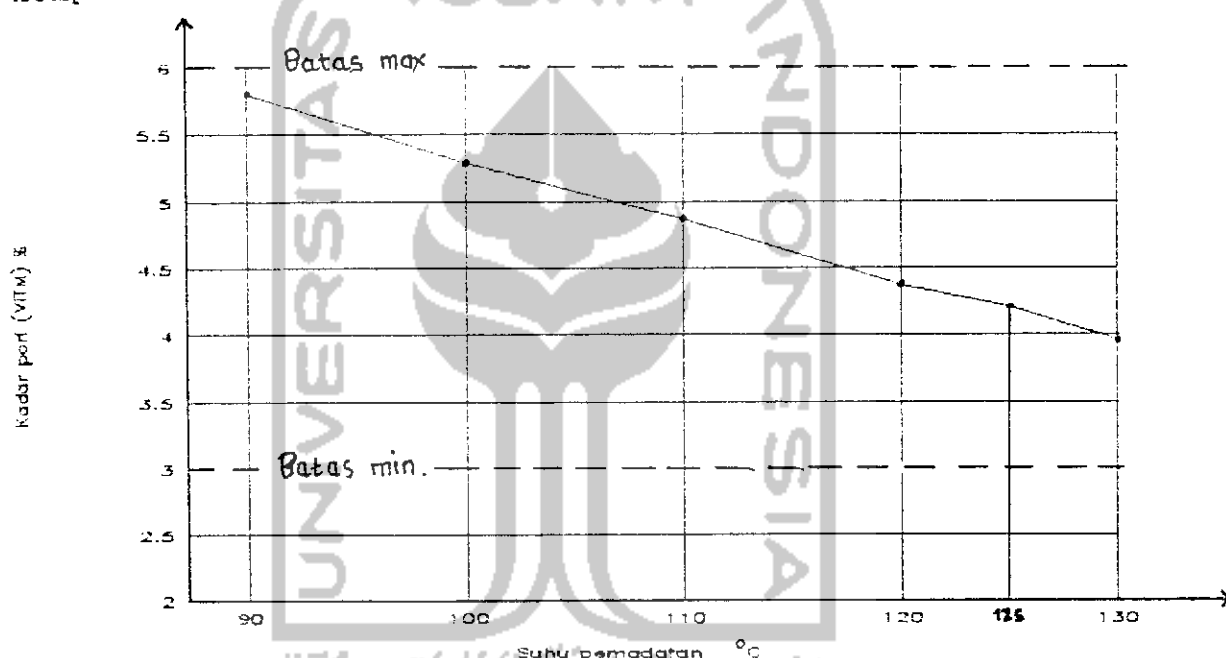
C. Evaluasi Pengaruh Variasi Suhu Pemadatan terhadap sifat-sifat Marshall dan workabilitas

1. Pengaruh Terhadap VITM (rongga udara dalam campuran)

Volume rongga udara dalam campuran dinyatakan dalam persen rongga dalam campuran total. Nilai VITM berpengaruh terhadap kekedapan campuran. Apabila Nilai VITM besar, berarti rongga yang terjadi dalam campuran semakin besar, sehingga campuran kurang kedap terhadap air dan udara, akibatnya aspal akan mudah teroksidasi sehingga bersifat getas. Sebaliknya apabila nilai VITM makin kecil berarti campuran tersebut semakin padat dan rapat dengan nilai kekakuan tinggi. Keadaan ini dapat menyebabkan terjadinya retak-retak (Cracking) pada lapis perkerasan, karena tidak cukup lentur untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas.

Dari gambar 6.2. terlihat dengan kenaikan temperatur

pemadatan maka nilai VITM akan turun. Hal ini disebabkan karena rongga udara yang terbentuk/terjadi sudah berkurang oleh karena sewaktu campuran dipadatkan pada temperatur yang makin tinggi, aspal makin mudah mengisi celah-celah antar butiran agregat sehingga didapat kondisi yang rapat dan kompak.



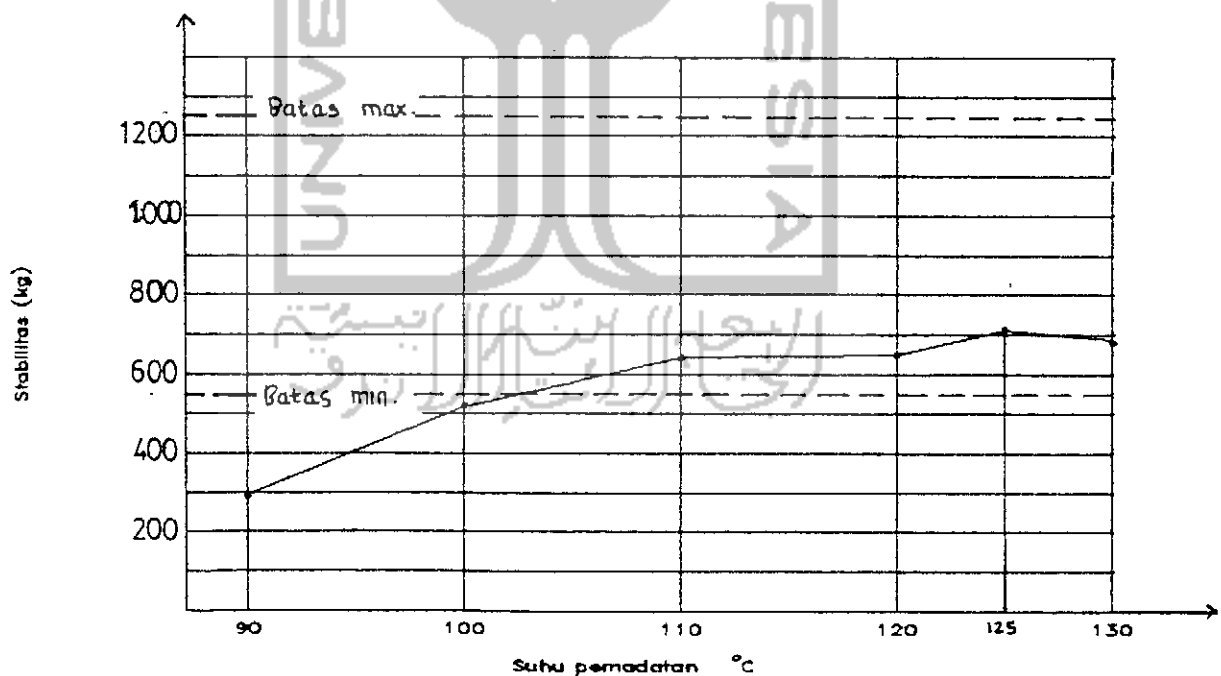
Gambar 6.2. Grafik hubungan antara VITM dengan variasi suhu pemadatan

2. Pengaruh terhadap Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan perkerasan dalam menahan terjadinya retak atau perubahan bentuk akibat beban lalu lintas. Pada pengujian Marshall, stabilitas adalah kemampuan campuran aspal (HRS B) untuk menerima beban sampai terjadinya kelelahan plastis yang dinyatakan dalam kilogram atau pound. Beberapa hal yang mendukung stabilitas antara lain ketahanan

terhadap gesekan yang lebih banyak tergantung pada kualitas agregatnya, bentuk butiran dan tekstur permukaan butiran. Bentuk permukaan butiran yang kasar dan tidak beraturan akan mempunyai ketahanan terhadap gaya gesek yang lebih besar.

Stabilitas yang tinggi juga dicerminkan oleh adanya kerapatan campuran (Density) yang tinggi. Sedangkan kerapatan yang tinggi bisa tercapai apabila campuran dipadatkan pada suhu pemadatan yang tinggi, karena pada suhu yang tinggi nilai viskositas aspal rendah sehingga mudah untuk menyelimuti dan mengikat agregat sewaktu dipadatkan, maka campuran menjadi sangat rapat.



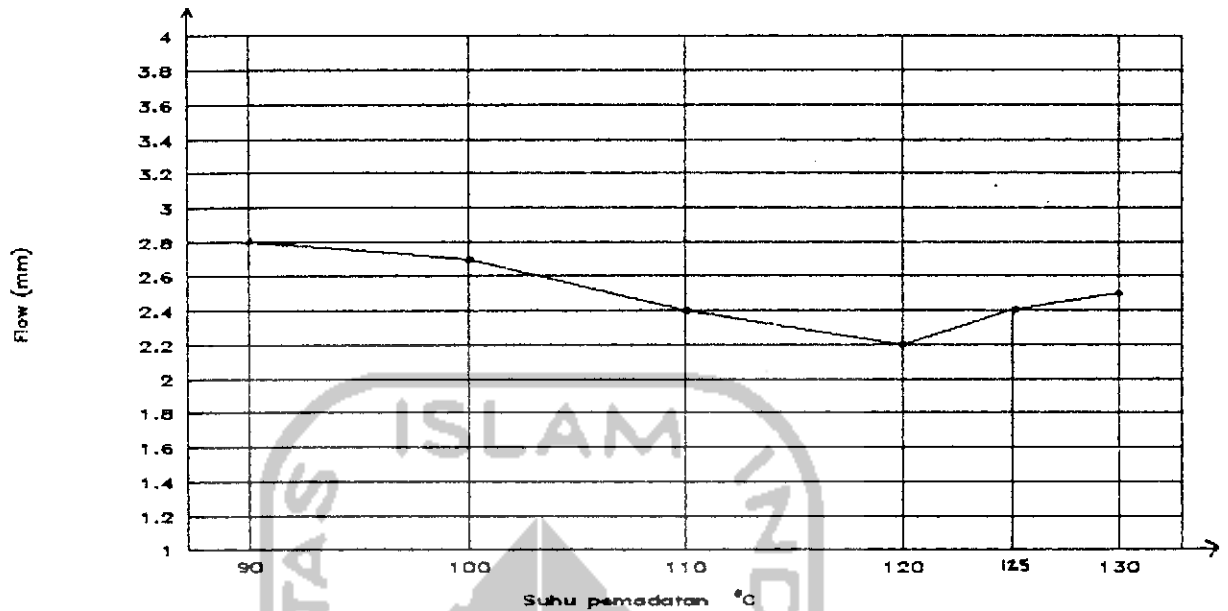
Gambar 6.3. Grafik hubungan antara stabilitas dan variasi suhu pemadatan

Terlihat pada gambar 6.3. pada suhu pemadatan 90° C nilai stabilitas rendah, bahkan tidak memenuhi spesifikasi

karena viskositas aspal sudah tinggi sehingga aspal sulit untuk menyelimuti dan mengikat agregat, maka ikatan antara agregatnya berkurang, kersapatan campuran menurun menyebabkan stabilitas menurun. Setelah suhu pemadatan dinaikkan pada suhu pemadatan 110°C , terlihat stabilitasnya naik, hal ini terus berlanjut sampai suhu pemadatan 125°C , sedangkan pada suhu 130°C mengalami penurunan tetapi masih masuk dalam spesifikasi.

3. Pengaruh terhadap Kelelehan (Flow)

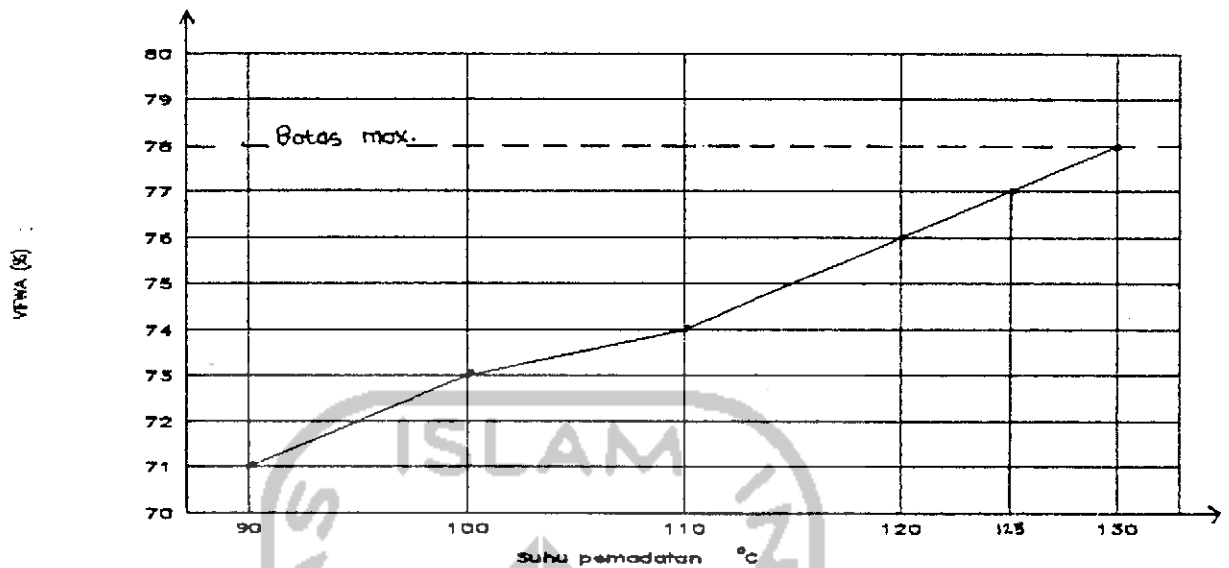
Kelelehan campuran menunjukkan kelenturan konstruksi perkerasan, tingkat kelenturan konstruksi perkerasan ditentukan oleh aspal yang dicerminkan oleh nilai indek plastisitasnya. Nilai indek plastisitas memperlihatkan sifat keliatan aspal dalam campuran. Sifat keliatan (daktilitas) yang tinggi menghasilkan perkerasan yang mempunyai fleksibilitas yang tinggi pula. Sifat daktilitas ini sangat dipengaruhi oleh suhu (sifat termoplastik aspal). Begitu juga dengan variasi suhu pemadatan, ini akan memberikan pengaruh yang cukup berarti terhadap tingkat kelelehan. Terlihat pada gambar 6.4. pada temperatur 90°C sampai 120°C dengan kenaikan temperatur pemadatan mengakibatkan penurunan nilai flow, hal ini disebabkan makin tinggi temperatur pemadatan, aspal makin mudah menyusup ke celah/ rongga antar butiran agregat sehingga didapat kondisi yang kompak. Sebaliknya setelah temperatur diatas 120°C terlihat kenaikan nilai flow.



Gambar 6.4. Grafik hubungan antara flow dengan variasi suhu pematatan

4. Pengaruh Terhadap VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

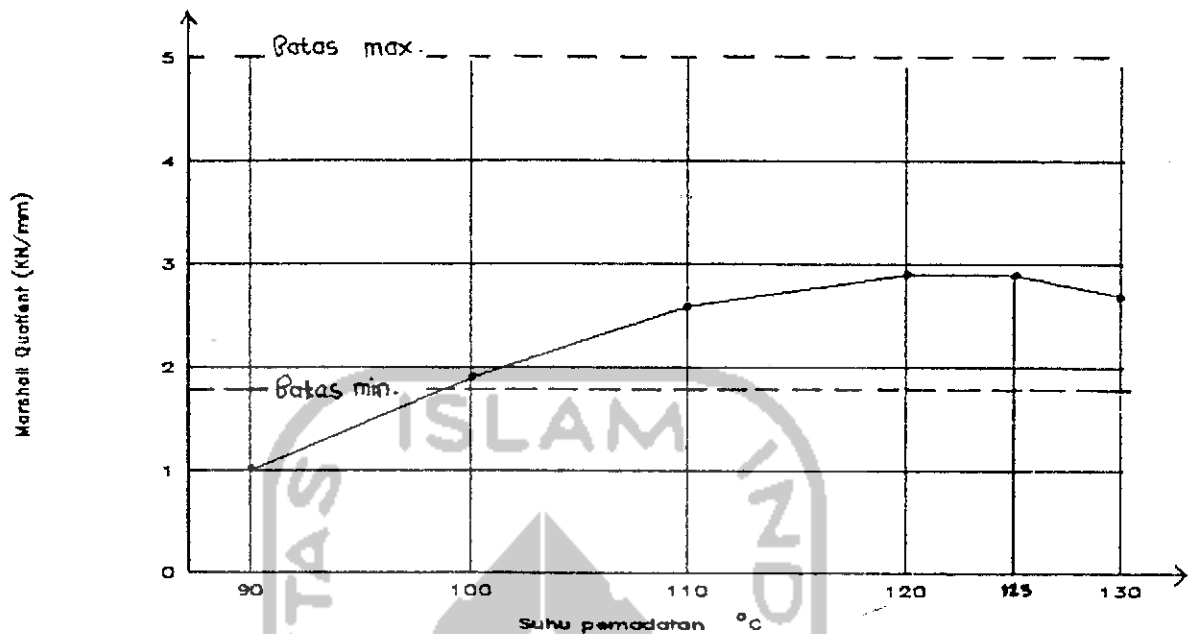
Nilai VFWA menunjukkan banyaknya persen dari rongga yang terisi aspal. Besarnya nilai VFWA sangat berpengaruh terhadap keawetan suatu perkerasan. Apabila nilai VFWA besar berarti banyak rongga yang terisi aspal, sehingga kededapan campuran terhadap udara dan air menjadi tinggi. Akan tetapi nilai VFWA yang terlalu besar akan menyebabkan bleeding karena rongga udara yang tersisa terlalu kecil, jika perkerasan menerima beban maka sebagian aspal akan mengisi rongga kosong. Jika rongga yang tersedia telah terisi aspal maka aspal akan naik ke permukaan. Dari gambar 6.5. terlihat bahwa semakin tinggi temperatur pematatan maka nilai VFWA semakin tinggi.



Gambar 6.5. Grafik hubungan antara VFA dengan variasi suhu pematatan

5. Pengaruh terhadap Marshall Quotient (QM)

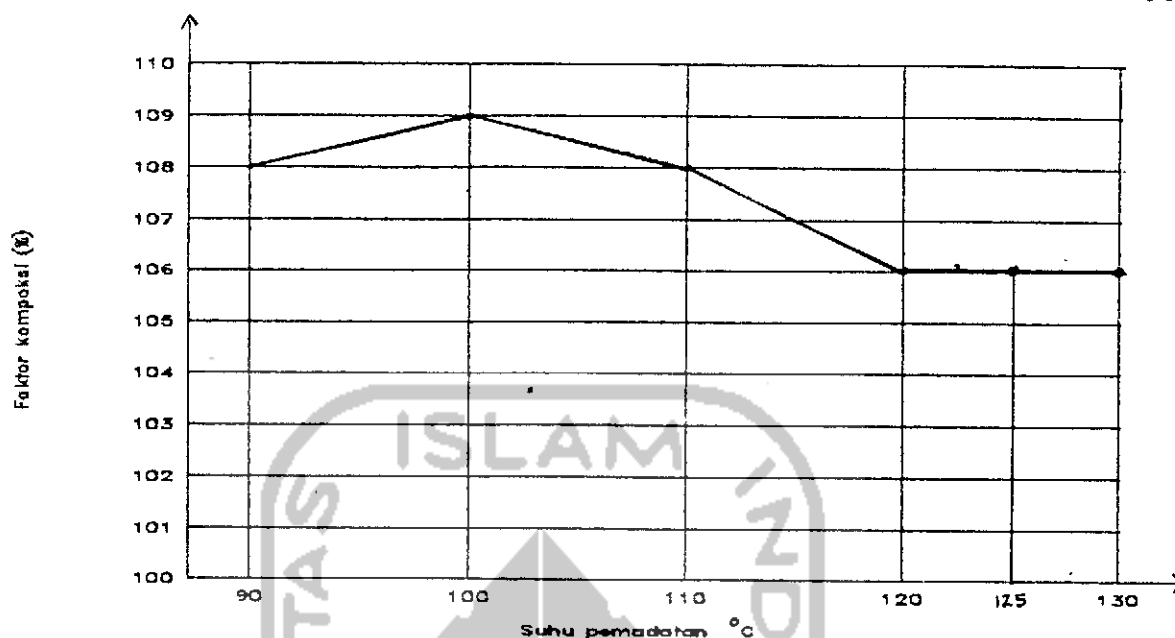
Nilai Marshall Quotient merupakan pendekatan terhadap tingkat kekakuan dan fleksibilitas dari suatu campuran. Stabilitas tinggi yang disertai dengan kelelahan rendah akan menyebabkan campuran menjadi getas, sebaliknya stabilitas rendah dengan kelelahan yang tinggi menunjukkan campuran terlalu plastis yang berakibat perkerasan akan mengalami deformasi yang besar, bila menerima beban lalu lintas. Dari gambar 6.6. terlihat bahwa variasi suhu pematatan akan memberikan pengaruh terhadap lapis keras. Dengan naiknya suhu pematatan memberikan nilai QM yang semakin besar. Namun dengan penambahan suhu pematatan tidak berarti memberikan nilai yang baik pada karakteristik perkerasan, karena nilai QM yang terlalu tinggi akan menjadikan perkerasan menjadi kaku (getas).



Gambar 6.6. Grafik hubungan antara Marshall Quotient dengan variasi suhu pemadatan

6. Pengaruh terhadap Workabilitas

Workabilitas adalah kemudahan dalam pelaksanaan, dalam penelitian ini ditinjau dari segi pemadatannya. Faktor yang mempengaruhi workabilitas adalah gradasi agregat, temperatur pemadatan dan kandungan bahan pengisi. Adapun nilai workabilitas dapat dilihat berdasarkan faktor kompaksi (pemadatan) terhadap bahan perkerasan. Semakin tinggi suhu pemadatan, maka nilai faktor kompaksi akan semakin rendah, hal ini disebabkan perkerasan akan semakin mudah dipadatkan. Sebaliknya jika suhu pemadatan semakin rendah, maka nilai faktor kompaksinya akan semakin tinggi. Dari gambar 6.7. terlihat bahwa semakin tinggi suhu pemadatan maka faktor kompaksinya akan semakin rendah.



Gambar 6.7. Grafik hubungan antara faktor kompaksi dengan variasi suhu pematatan

D. Evaluasi Hasil laboratorium Terhadap Spesifikasi

Dari hasil pengujian laboratorium dibandingkan dengan persyaratan (spesifikasi) yang harus dipenuhi untuk nilai VITM, Stabilitas, Flow, VFWA, QM, menurut CQCMU 1988, Bina Marga.

Tabel 6.8 Evaluasi terhadap spesifikasi

Persyaratan CQCMU (BINA MARGA)	variasi temperatur pematatan					
	90	100	110	120	125	130
VITM (3 - 6) %	xxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxx
Stabilitas (550-1250)kg			xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxx
Flow (2-4)mm	xxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxx
VFWA (65-78) %	xxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxx
QM (1,8-5)kN/mm		xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxx

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa penggunaan suhu pemadatan yang memenuhi spesifikasi untuk persyaratan HRS B dalam penelitian ini minimal 110°C , sehingga hipotesa awal bahwa temperatur pemadatan minimal untuk campuran HRS B 120°C tidak terpenuhi.





BAB VII
KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengaruh tinggi rendahnya temperatur pemadatan akan menghasilkan perilaku campuran yang bervariasi. Dengan meningkatnya temperatur pemadatan dari 90° C sampai 130° C, menghasilkan :
 - a. Nilai VITM semakin kecil dengan naiknya suhu pemadatan, dimana dari suhu 90° C sampai 130° C nilai VITM masih memenuhi persyaratan Bina Marga (CQCMU).
 - b. Nilai Stabilitas semakin tinggi dengan naiknya suhu pemadatan, dimana nilai stabilitas maximum dicapai pada suhu pemadatan 125° C sebesar 709 Kg, sedang pada suhu pemadatan 90° C dan 100° C nilai stabilitas campuran dibawah batas minimal yang disyaratkan untuk campuran HRS B (Bina Marga, CQCMU).
 - c. Nilai kelelehan (Flow) semakin rendah dari suhu pemadatan 90° C sampai 120° C, sedangkan pada suhu pemadatan 125°C sampai 130° C mengalami kenaikan nilai flow.
 - d. Nilai VFWA semakin besar dengan naiknya suhu pemadatan, dimana dari suhu pemadatan 90° C sampai 130° C nilai VFWA masih memenuhi persyaratan Bina Marga.
 - e. Nilai Marshall Quotient (QM) semakin besar dengan

naiknya suhu pemadatan, dimana nilai QM maksimum dicapai pada suhu pemadatan 120° C dan 125° C sebesar 2,9 Kn/mm, sedang pada suhu pemadatan 90° C nilai QM campuran dibawah batas minimal yang disyaratkan untuk campuran HRS B (Bina Marga, CQCMU).

f. Nilai Workabilitas semakin tinggi dengan naiknya suhu pemadatan karena semakin tinggi suhu pemadatan akan menghasilkan faktor kompaksi yang semakin rendah, hal ini disebabkan perkerasan semakin mudah dipadatkan.

2. Suhu pemadatan campuran HRS B yang menggunakan filler Portland Cement yang memenuhi spesifikasi Bina Marga (CQCMU 1988) adalah 110° C, 120° C, 125° C dan 130° C.

B. SARAN-SARAN

Dari pengalaman melaksanakan penelitian di laboratorium dapat dikemukakan saran sebagai berikut:

1. Karena sifatnya percobaan di laboratorium, maka diperlukan ketelitian dalam pengukuran, penimbangan dan ketelitian dalam pembacaan data yang dihasilkan, serta ketelitian dalam mengontrol suhu pemadatan. Begitu juga dengan ketentuan-ketentuan yang lainnya harus dikontrol secara ketat.
2. Mengingat penelitian ini hanya menggunakan jenis dan kadar filler yang sama, maka diharapkan pada penelitian-penelitian berikutnya dicoba dengan variasi jenis dan kadar filler.

PENUTUP

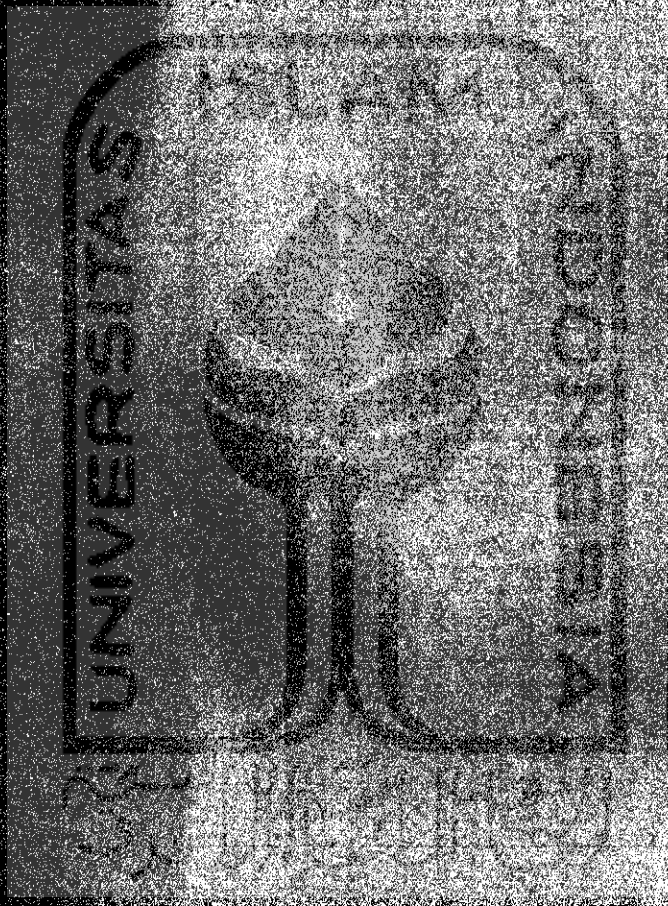
Dengan mengucapkan puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang atas Rahmat dan karunia-Nya lah sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik tanpa suatu rintangan yang berarti. Menyadari keterbatasan ilmu yang penyusun miliki, tentunya Tugas Akhir masih terdapat kekurangan dan kelemahan. Untuk itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan.

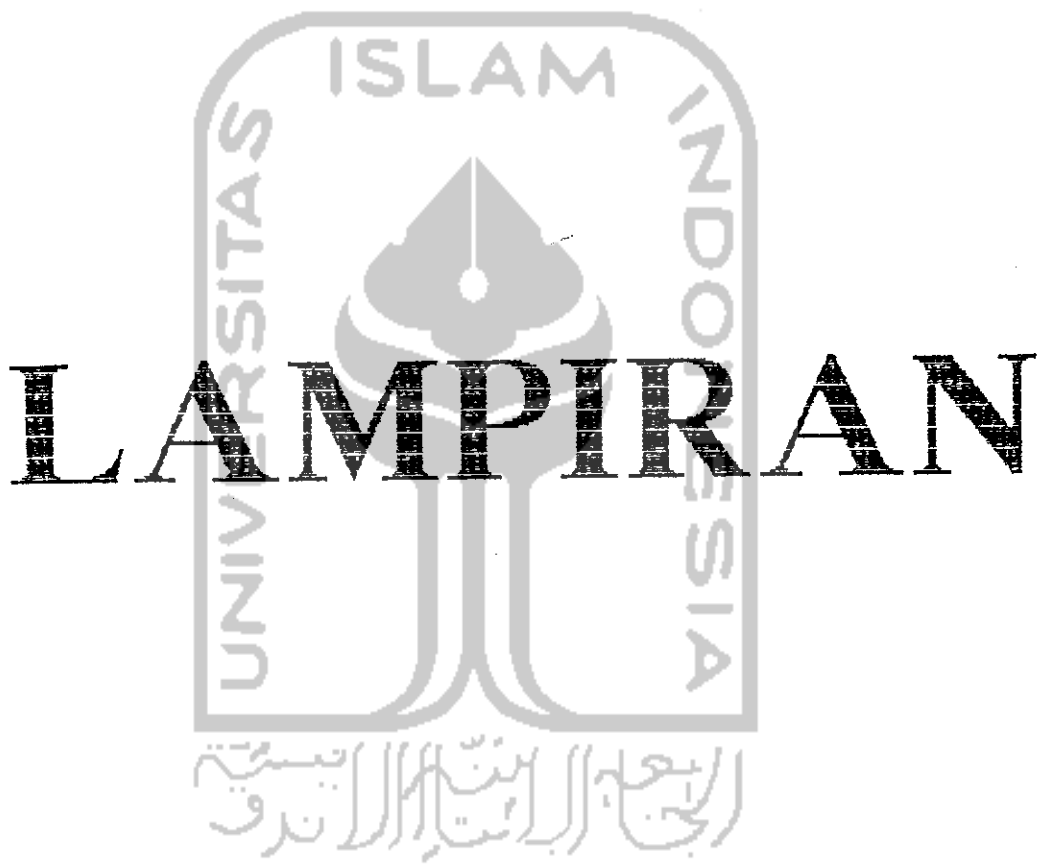
Penyusun berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memenuhi persyaratan kurikulum yang berlaku pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik Sipil, serta dapat bermanfaat bagi penyusun khususnya dan bagi pembaca umumnya.

Atas bantuan, bimbingan serta sumbangan saran dan pikiran dari semua pihak selama penyusunan laporan ini, tak lupa penyusun mengucapkan banyak terima kasih, semoga Allah SWT memberikan ganjaran yang setimpal dengan amal saudara sekalian. Amien!.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, Dit Jend Bina Marga 1983, Petunjuk Pelaksanaan Lapis Tipis Aspal Beton No. 12/PT/B/ 1983.
- Departemen Pekerjaan Umum, Dit Jend Bina Marga 1988, Central Quality Control and Monitoring Unit, 1988, Laporan CQCMU COS 6-3/I Aspal Panas Dengan Durabilitas Tinggi.
- AASHTO, Standard Specification for Transportation Material and Methods Of Sampling and Testing, Part III, Methods Of Sampling, 13 th Edition, July 1982.
- The Asphalt Institute, 1983, Principle Construction Of Hot Mix Asphalt Pavement (MS-22), USA.
- The Asphalt Institute, 1965, The Asphalt Hand Book (MS-4), USA.
- The Asphalt Institute, 1993, Mix Design Methods (MS-2), USA.
- Kerbs, R.D. Walker, 1971, Highway Material, Mc Grow Hill Book Company.
- Sukirman, S, 1993, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Nova, Bandung.
- Wallace and Rogers, J, Asphalt Pavement Engineering, MC Graw Hill Book Company, 1967.





LAMPIRAN



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

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1.	MUHAMMAD IHSAN HADIPAH	99110151		TRANSPORTASI
2.	HENUGROHO PUJI P.	99110152		TRANSPORTASI

Dosen Pembimbing I : IR. GOKO MURWONO, MSc.

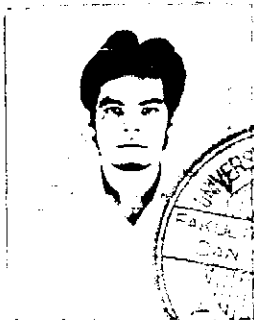
Dosen Pembimbing II : IR. H. BALVA IMAR, MSc.

1

2

Yogyakarta, APRIL 1995

Dekan,

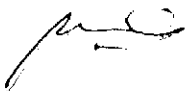


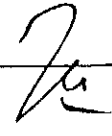


(P. SAMBANG SUJISTONO, MSc.)

CATATAN-KONSULTASI

No.	Tanggal	Konsultasi ke:	KETERANGAN	Paraf
1	22/4-95	1	- Edit dan Reformat yang belum sempurna	
2	28/4-95	2	- Teruskan ke Dosen pembimbing I dan harap di beri kelulusan - Minta tanggal resmi mulai nya T.A. pd. Dosen Pemb. I	
3	9/5-95	-	- proposal Ace di revisi dpt dilemparkan dg kel.	
4	9/5-95	-	Carilah outline pembuatannya	
5	12/6-95	-	penyediaan pjaman ke Spem/pt dan dpt dilemparkan ke dosen pembimbing II	
6	19/6-95	-	- Edit dan lanjutkan	
7	19/7-95	-	- Buat Abstrak/Intisari	

CATATAN-KONSULTASI

No.	Tanggal	Konsultasi ke:	KETERANGAN	Paraf
D	27/7-25	7	- Tulis daftar pustaka - edit pada Intitani dan teruskan ke dosen pembimbing I	
9	7/8 25		Flow → faktor yg mempengaruhi Gal VFWA → 120°C ? C. ? Uchulu → shell.	
5	20/8 25 9/9 25		Check data lab ulk VFWA Rincian dan dpt	
			dilanjutkan seruan pembersihan: kodan aseptol, aggrusa & pmi dan volume. ✓	

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 رابعة السنة الابتدائية



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)

AASHTO T96 - 77

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Dikerjakan Oleh 89118 + 89152
 Jenis Contoh : Agregat Kasar hasil "stone crusher"
 DI TEST TANGGAL : 16 Mei 1995 DIPERIKSA : _____
 Untuk Proyek : -

JENIS GRADASI		BENDA UJI	
SARINGAN		I	II
LOLOS	TERTAHAN		
72,2 mm (3")	63,5 mm (2,5")		
63,5mm (2,5")	50,8 mm (2")		
50,8mm (2")	37,5 mm (1,5")		
37,5 mm (1,5")	25,4 mm (1")		
25,4mm (1")	19,0 mm (3/4")		
19,0 mm (3/4")	12,5 mm (0,5")	2500 gram	
12,5 mm (0,5")	09,5 mm (3/4")	2500 gram	
09,5 mm (3/8")	06,3 mm (1/4")		
06,3 mm (1/4")	4,75 mm (No 4)		
4,75 mm (No 4)	2,36 mm (No 8)		
JUMLAH BENDA UJI (A)		5000 gram	
JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12 (B)		3298 gram	
KEAUSAN = $\frac{(A - B)}{A} \times 100 \%$		34,04 %	

Yogyakarta, 16 Mei 1995



Kepala Lab Jalan Raya FT. UII



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

PEMERIKSAAN KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPHAL

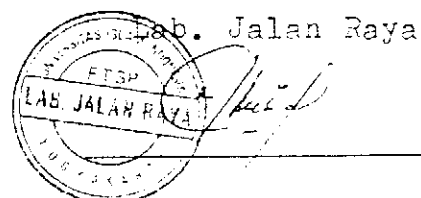
Contoh dari : PT. DEWITA KARYA Diperiksa Oleh 89118+89152
 Jenis Contoh : Agregat kasar
 Diperiksa tgl : 16 Mei 1995

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	28°	13:25 WIB
SELESAI PEMANASAN	135°	13:45 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	134°	13:49
SELESAI	52°	14:25
DIPERIKSA		
MULAI	48°	14:30
SELESAI	26°	09:00

HASIL PENGAMATAN

BENDA UJI	PROSEN YANG DISELIMUTI OLEH ASPHAL
I	100 persen
II	
RATA-RATA	

Yogyakarta, 16 Mei 1995





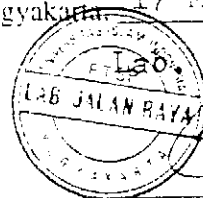
LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Diperiksa Oleh : 89118 + 89152
 Jenis Contoh : Agregat Kasar hasil "stonecrusher"
 Diperiksa tgl : 17 Mei 1995

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
BERAT BENDA UJI DALAM KEADAAN BASAH JENUH (SSD) → (BJ)	1518	
BERAT BENDA UJI DIDALAM AIR → (BA)	932	
BERAT SAMPE KERING OVEN (BK)	1487	
BERAT JENIS (BLUK) = $\frac{BK}{(BJ - BA)}$	2,538	
BERAT SSD = $\frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2,599	
BJ SEMU = $\frac{BK}{(BK - BA)}$	2,679	
PENYERAPAN = $\frac{(BJ - BK)}{BK} \times 100\%$	2,085	

Yogyakarta, 17 Mei 1995



Jalan Raya



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

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Diperiksa Oleh : 89118+89152
 Jenis Contoh : Abu batu hasil "stone crusher"
 Diperiksa tgl : 17 Mei 1995

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
BERAT BENDA UJI DALAM KEADAAN BASAH JENUH (SSD)	500	
BERAT VICNOMETER + AIR (B)	613,5	
BERAT VICNOMETER + AIR + BENDA UJI (BT)	922,45	
BERAT SAMPE KERING OVEN (BK)	489	
BERAT JENIS = $\frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2,560	
BERAT SSD = $\frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2,615	
BJ SEMU = $\frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2,715	
PENYERAPAN = $\frac{(500 - BK)}{(BK)} \times 100 \%$	2,251	

Yogyakarta, 17 Mei 1995



Lab. Jalan Raya

[Handwritten signature]



L-5

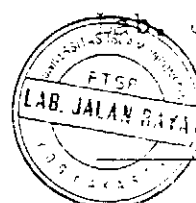
LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Diperiksa Oleh : 89118 + 89152
Jenis Contoh : Pasir
Diperiksa tgl : 17 Mei 1995

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
BERAT BENDA UJI DALAM KEADAAN BASAH JENUH (SSD)	500	
BERAT VICNOMETER + AIR (B)	613,7	
BERAT VICNOMETER + AIR + BENDA UJI (BT)	930,55	
BERAT SAMPE KERING OVEN (BK)	487,5	
BERAT JENIS = $\frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2,662	
BERAT SSD = $\frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2,730	
BJ SEMU = $\frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2,857	
PENYERAPAN = $\frac{(500 - BK)}{(BK)} \times 100 \%$	2,565	

Yogyakarta, 17 Mei 1995





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

SAND EQUIVALENT DATA
AASHTO T 176 - 73

No. Sample : Agregat Halus Dikerjakan Oleh : 89118 + 89152
 Lokasi : _____
 Ditest Tgl. : 16 Mei 1995 Diperiksa Oleh : _____
 Selesai Tgl. : 16 Mei 1995

TRIAL NUMBER		1	2	3
Soaking (10.1 Min)	Start	15:34		
	Stop	15:36		
Sedimentation Time (20 Min - 15 Sec)	Start	15:37		
	Stop	15:57		
Clay Reading		5,5		
Sand Reading		4,4		
SE = $\frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100$		80 %		
Avarage Sand Equivalent		80 %		
Remark : _____				

Yogyakarta, 16 Mei 1995

Lab. Jalan Raya



[Signature]



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA
 Jenis contoh : Aspal pen 60/70
 Pekerjaan : Penelitian
 Diterima tanggal : 17 Mei 1995
 Selesai tanggal : 17 Mei 1995

PEMERIKSAAN KELARUTAN DALAM CCL 4 (SOLUBILITY)

Pembukaan contoh	DIPANASKAN		Pembacaan Waktu	Pembacaan Suhu
	Mulai	Jam		
	Selesai	Jam		
PEMERIKSAAN				
1. Penimbangan	Mulai	Jam	09:20	
2. Pelarutan	Mulai	Jam	09:30	
3. Penyaringan	Mulai	Jam	09:50	
	Selesai	Jam	09:53	
4. Di Oven	Mulai	Jam	09:55	
5. Penimbangan	Selesai	Jam	12:08	

1. Berat botol Erlenmeyer kosong	= 73,75 gr
2. Berat erlenmeyer + aspal	= 75,75 gr
3. Berat aspal (2 - 1)	=2.... gr
4. Berat kertas saring bersih	= ..0,60 gr
5. Berat kertas saring + endapan	= ..0,615 gr
6. Berat endapannya saja. (5 - 4)	= ..0,015 gr
7. Persentase endapan ($\frac{6}{3} \times 100 \%$)	= ..0,75 %
8. Bitumen yang larut (100 % - 7)	= 99,25 %

Yogyakarta, 17 Mei 1995

Lab. Jalan Raya





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

PEMERIKSAAN
TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPHAL

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Diperiksa Oleh 89119 + 89152
 Jenis Contoh : Aspal pen 60/70
 Diperiksa tgl : 15 Mei 1995

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	32°	09:30 WIB
SELESAI PEMANASAN	164°	09:45 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	164°	09:45
SELESAI	40°	10:15
DIPERIKSA		
MULAI	40°	10:15
SELESAI	370°	12:07

HASIL PENGAMATAN

CAWAN	TITIK NYALA	TITIK BAKAR
I	340°	370°
II		
RATA-RATA		

Yogyakarta, 15 Mei 1995



Lab. Jalan Raya

[Handwritten signature]



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

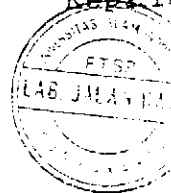
PEMERIKSAAN
BERAT JENIS ASPHAL

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Diperiksa Oleh :
 Jenis Contoh : Aspal pen 60/70 89118 + 89152
 Diperiksa Tgl : 14 Mei 1995

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat
1.	Berat vicnometer kosong	28,06 gram
2.	Berat vicnometer + Aquadest	77,95 gram
3.	Berat air (2 - 1)	49,89 gram
4.	Berat vicnometer + Asphal	30,11 gram
5.	Berat Asphal (4 - 1)	2,05 gram
6.	Berat vicnometer + Asphal + Aquadest	78 gram
7.	Berat airnya saja (6 - 4)	47,89 gram
8.	Volume Asphal (3 - 7)	2 gram
9.	Berat Jenis Ashal : berat/vol (5/8)	1,025

Yogyakarta, 14 Mei 1995

Kepala Lab. Jalan Raya UII.





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

PEMERIKSAAN TITIK LEMBЕК ASPHAL

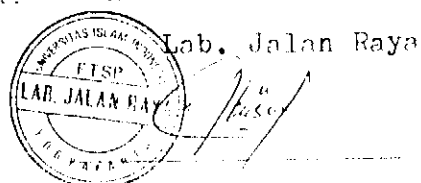
Contoh dari : PT. PERWITA KARYA _____ Diperiksa Oleh : 89118 + 89152
 Jenis Contoh : Aspal pen 60/70 _____
 Diperiksa tgl : 16 Mei 1995 _____

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	28°	10:11 WIB
SELESAI PEMANASAN	110°	10:19 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	110°	10:20
SELESAI	28°	13:00
DIPERIKSA		
MULAI		
SELESAI		

HASIL PENGAMATAN

NO	SUHU YG DIAMATI	WAKTU (DETIK)		TITIK LEMBЕК	
		I	II	I	II
1.	5	13:28	13:28		
2.	10	13:30	13:30		
3.	15	13:31	13:31		
4.	20	13:33	13:33		
5.	25	13:34	13:34		
6.	30	13:35	13:35	51,6° C	51,9° C
7.	35	13:36	13:36	13:39	13:42
8.	40	13:37	13:37	Rata ² =	51,75° C
9.	45	13:38	13:38		
10.	50	13:39	13:39		
11.	55				

Yogyakarta, 16 Mei 1995



CENTRAL QUALITY CONTROL & MONITORING PROJECT
AASHTO : T11-82, T27-82

ANALISA SARINGAN

OYEK Penelitian Tugas Akhir KONTRAK _____ TGL _____ NAMA 89310118 + 89310152
B. No. _____ S.I.C No. _____ LOKASI: Lq6. Jalan Raya - JTS - FTSP - UII
KANTOR: Agregat Kasar (PT. Perwita Karya)

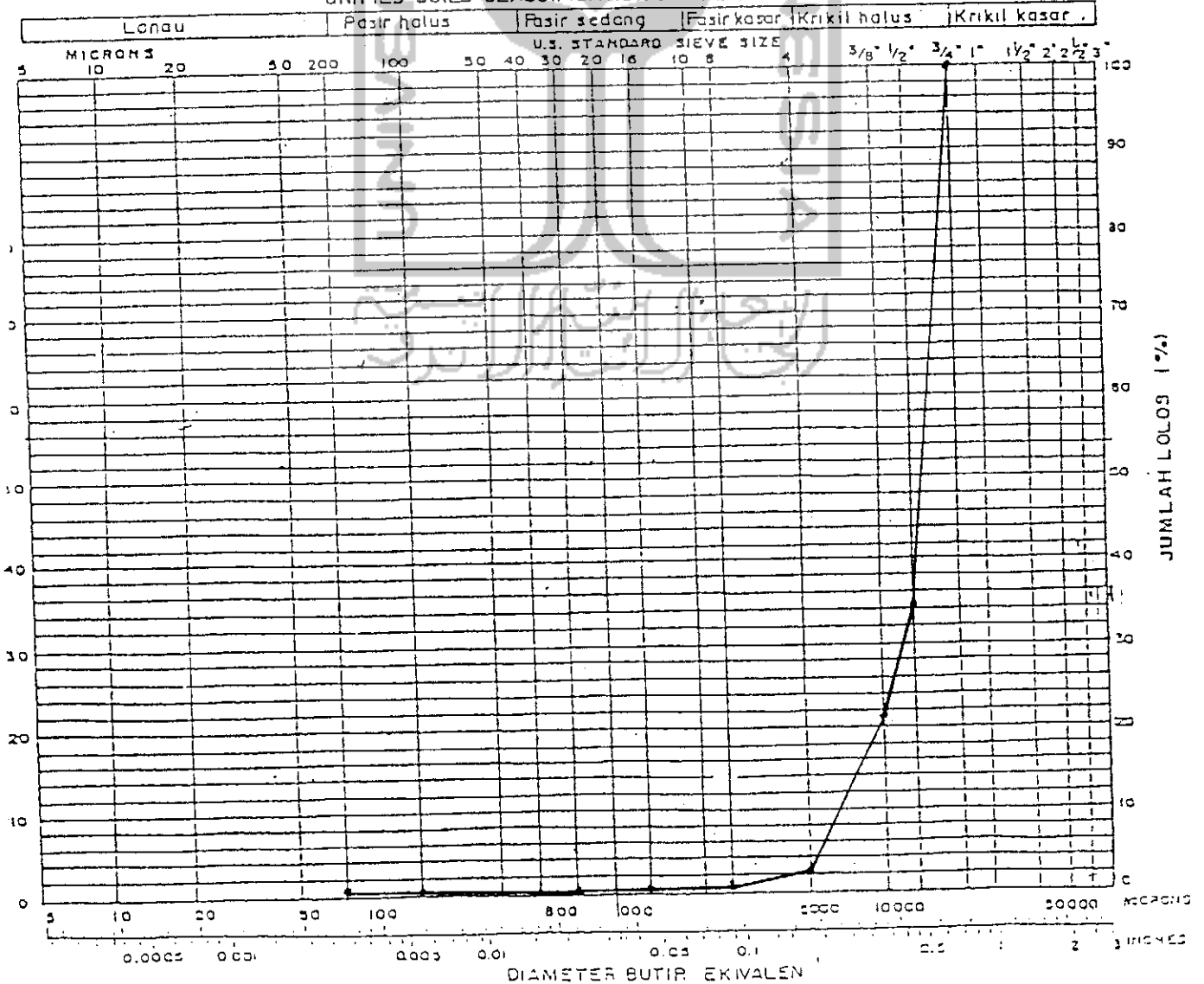
RAT CONTOH 2931.1 gr BERAT CONTOH 2863.6 gr

SIEVE NO.	INDIV WT. RETAINED	CUMULATIVE			SPECIFICATIONS	AVE	INDIV WT. RETAINED	CUMULATIVE		
		WT. RET.	% RET.	% FINER				WT. RET.	% RET.	% FINER
2"										
1"										
3/4"		0	0	100		100		0	0	100
1/2"	1955	1955	66.70	33.3		34.1	1867	1867	65.20	34.8
3/8"	344.25	2299.25	78.44	21.56		21.4	386.71	2253.71	78.70	21.3
No. 4	557.7	2856.95	97.47	2.53		2.1	563.9	2817.61	98.39	1.61
No. 8	51.84	2908.79	99.24	0.76		0.6	31.51	2852.12	99.60	0.4
No. 16	9.19	2917.98	99.55	0.45		0.4	1.64	2853.76	99.66	0.34
No. 30	2.52	2920.50	99.64	0.36		0.3	0.59	2854.35	99.68	0.32
No. 50	0.8	2921.3	99.67	0.33		0.3	0.30	2854.65	99.69	0.31
No. 100	0.83	2922.13	99.69	0.31		0.3	0.49	2855.14	99.70	0.3
No. 200	0.96	2923.09	99.73	0.27		0.3	0.51	2855.65	99.72	0.28

REMARKS

DIPERIKSA OLEH :

UNIFIED SOILS CLASSIFICATION SYSTEM



CENTRAL QUALITY CONTROL & MONITORING PROJECT
AASHTO : T11-82, T27-82

ANALISA SARINGAN

JENIS Pekerjaan Penelitian Tugas Akhir KONTRAK _____ TGL _____ NAMA 89310118 + 89310152
S.I.C. No. _____ S.I.C. No. _____ LOKASI: Lab Jalan Raya - JTS - FTSP - UII

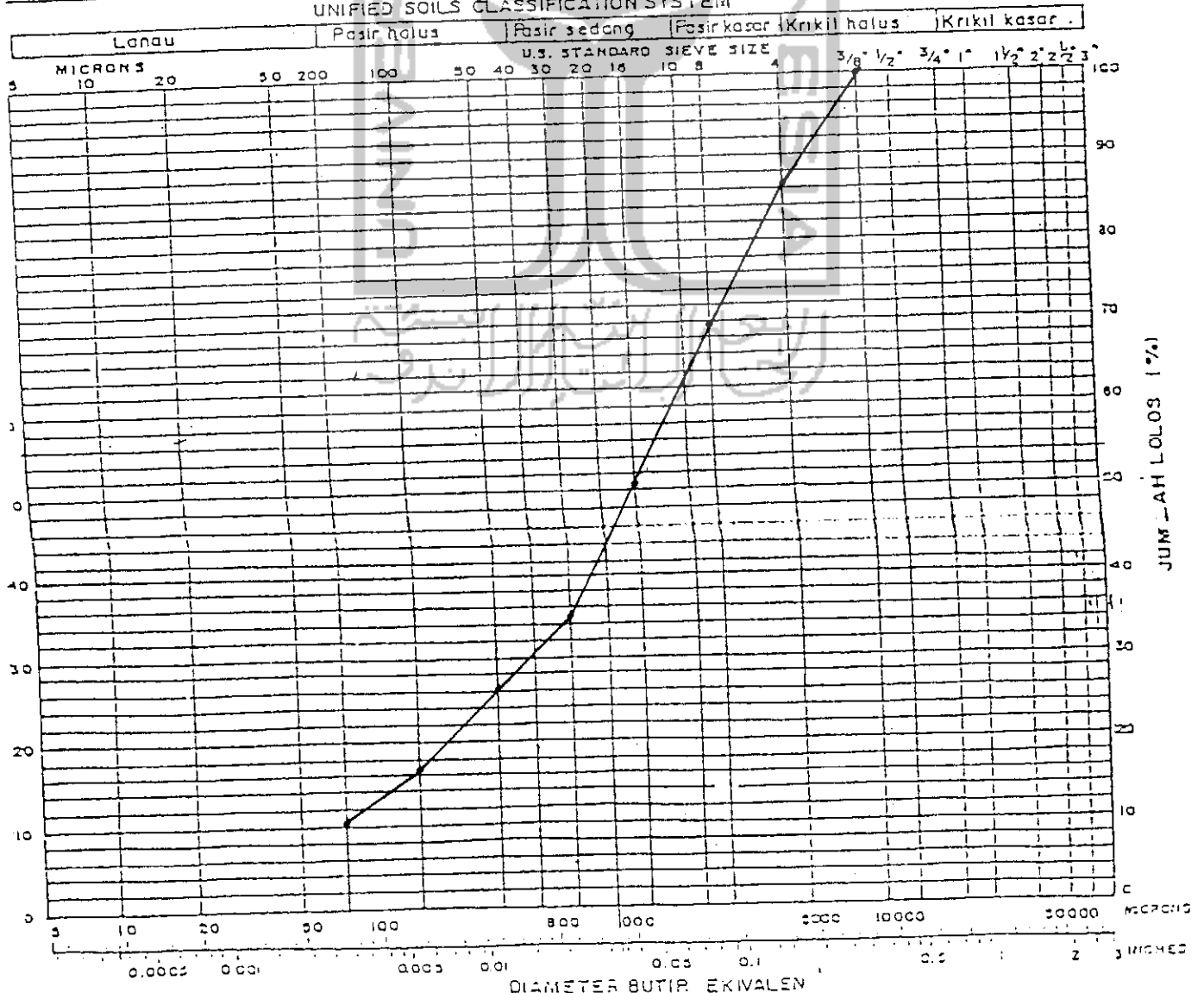
LOKASI: Abu Batu (Pt. Perwita Karya)
BERAT CONTOH 934.65 gr. BERAT CONTOH 941.17 gr.

SIEVE NO.	INDIV. WT. RETAINED	CUMULATIVE			SPECIFICATIONS	AVE	INDIV. WT. RETAINED	CUMULATIVE		
		WT. RET.	% RET.	% FINER				WT. RET.	% RET.	% FINER
2"										
1"										
3/4"										
1/2"										
3/8"		0	0	100		100	0	0	100	
#4	126.5	126.5	13.53	86.47		86.5	126.89	13.48	86.52	
#8	153.5	280.0	29.96	70.04		69.8	160.92	30.54	69.46	
#16	173.5	453.5	48.52	51.48		51.5	169.5	48.55	51.45	
#30	160.5	614.0	65.69	34.31		34.7	154.5	64.96	35.04	
#50	81.7	695.7	74.43	25.57		26.2	77.71	73.22	26.78	
#100	90.5	786.2	84.12	15.88		16.7	86.89	82.45	17.55	
#200	96.5	842.7	90.16	9.84		10.7	96.65	88.47	11.53	

TATAN

DIPERIKSA OLEH :

UNIFIED SOILS CLASSIFICATION SYSTEM



CENTRAL QUALITY CONTROL & MONITORING PROJECT

AASHTO : T11-82, T27-82

ANALISA SARINGAN

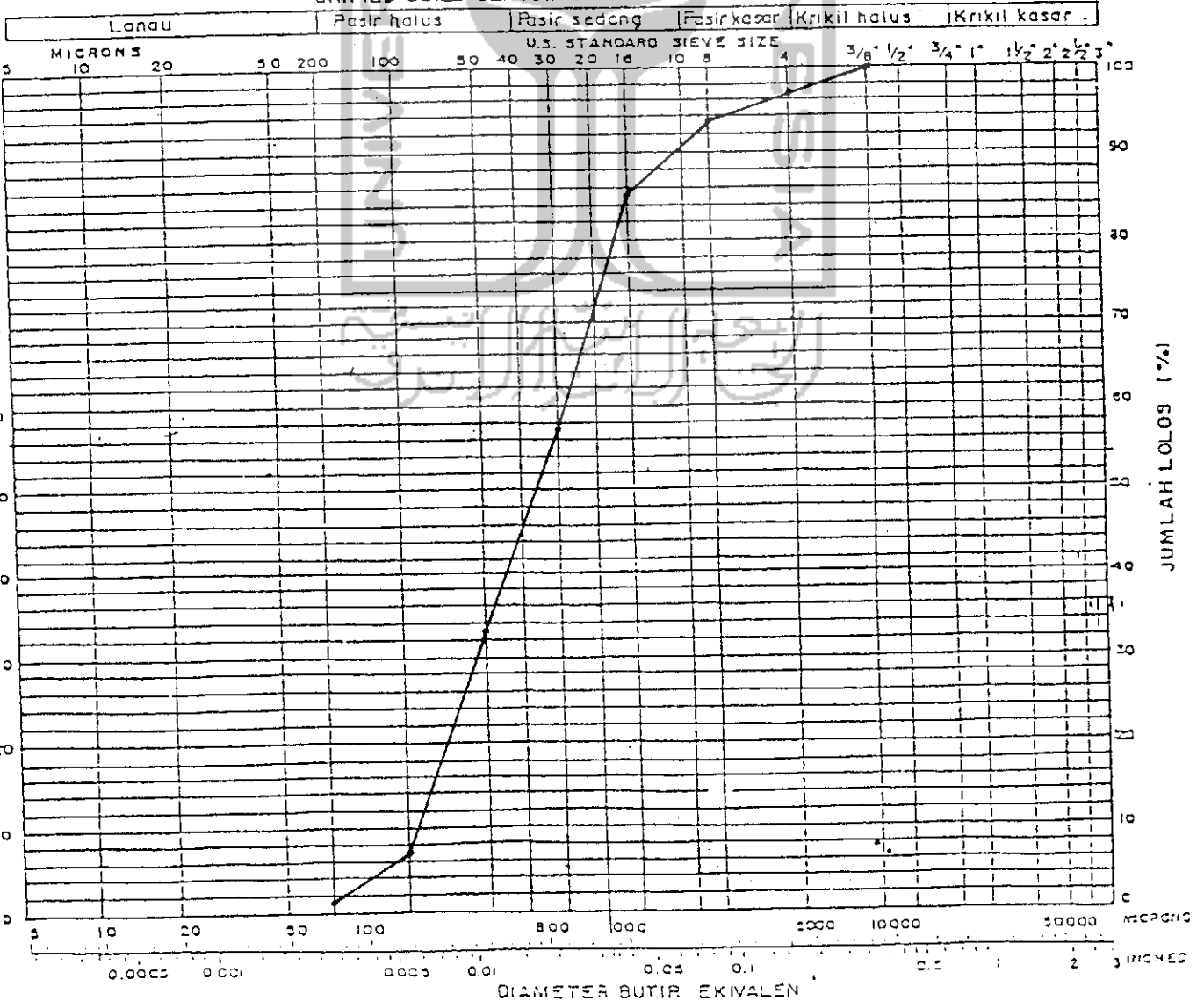
OYEK Penelitian Tugas Akhir KONTRAK _____ TGL _____ JAMA 89310118 + 89310152
 LB. No. _____ S.I.C No. _____ LOKASI: Lab. Jalan Raya - JTS - FTSP - UII
 UJIAN: Pasir (PT. Perwita Karya)
 BERAT CONTOH 965.4 gr BERAT CONTOH 953.2 gr.

SIEVE NO.	INDIV. WT. RETAINED	CUMULATIVE			SPECIFICATIONS	A/E	INDIV. WT. RETAINED	CUMULATIVE		
		WT. RET.	% RET.	% FINER				WT. RET.	% RET.	% FINER
2"										
1"										
3/4"										
1/2"										
3/8"		0	0	100		100	0	0	100	
No. 4	40.0	40	4.14	95.86		96.7	22.77	22.77	2.39	97.61
No. 8	33.5	73.5	7.61	92.39		93.8	22.59	45.36	4.76	95.24
No. 16	92.83	166.3	17.23	82.77		85.1	73.7	119.06	12.45	87.59
No. 30	274	440.33	45.61	54.39		57.7	253.5	372.56	39.09	60.91
No. 50	228.5	668.83	69.28	30.72		33.2	240.15	612.71	64.28	35.72
No. 100	225.5	894.33	92.64	7.36		8.3	251.7	864.41	90.69	9.31
No. 200	56.5	950.83	98.49	1.51		2.0	65.5	929.91	97.56	2.44

REMARKS:

DIPERIKSA OLEH :

UNIFIED SOILS CLASSIFICATION SYSTEM



RENCANA FRAKSI CAMPURAN (% BERAT JUMLAH CAMPURAN)			RESEP CAMPURAN NOMINAL										VARIASI CAMPURAN AGGREGATE											VARIASI ASPAL DAN ABU										
AGGREGATE	DATA AYAKAN LAB.	UNTUK STANDAR AGG.	PILIHAN		VARIASI CAMPURAN AGGREGATE											VARIASI ASPAL DAN ABU																		
			HRS KLAS A	ATB B / KLAS B / ATB LEV.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI									
CA		30	40	49.5	32.3	40.9	49.4	35	43.1	51.2	37.7	43.4	53.1	40.1	40	40	39.9	39.8																
FA		57	47	40	54	46	57.9	50.4	42.9	35.4	46.7	39.8	32.8	47.8	47	46.6	46.2	45.8																
FF	< # 8 < # 2000	5	5.5	4	6.3	5.9	5.4	7.3	6.7	6.1	8.3	7.5	6.8	6	6	5.9	5.9	5.9																
a	0.6		33.2		2.3	3.3	4.3	2.3	3.3	4.3	2.3	3.3	4.3	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2																
b	10.7		14.6		22.2	18.9	15.6	33.3	28.3	23.3	44.5	37.6	31.1	19.7	19.5	19.3	19.2	19	18.8															
c	2.0		41.7		44.5	37.8	31.1	33.4	28.4	23.4	22.2	18.9	15.6	39.3	39	38.7	38.5	38	37.7															
d	100		3.0		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3															
KADAR ASPAL CAMPURAN (%)			8	7.5	6.5	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	6.5	7	7.5	8	8.5															
PERBANDINGAN PASIR / ABU BATU			2:1	1:1	1:1	2:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:2	2:1	2:1																				

ESTIMASI ABSORPSI ASPAL :

PERSYARATAN KHUSUS

Agregat Kasar = $33.2\% \times 2.085 = 0.692$

Abu Batu = $14.6\% \times 2.251 = 0.329$

Pasir = $41.7\% \times 2.565 = 1.070$

Semen = $3.0\% \times 2.500 = 0.075$

KADAR ASPAL EFEKTIF MIN. = 6.2%

KADAR ASPAL TOTAL MIN. = 6.2% + 1.1% = 7.3%

- Proporsi campuran diatas hanyalah kira-kira. Untuk persyaratan lebih rinci, lihat artikel 6.3.3 (4)(e)
- Fraksi CA, FA & FF dari mix design, secara cepat dapat dihitung dengan menggunakan program CDO - 07 (tersedia di Bina Marga jika diperlukan yang bisa di programkan pada kalkulator CASIO FX-602 P

KONTRAK	SEMUA	PROJEK	SEMUA	PROPOSISI	SEMUA	KODE PROYEK / TMM	5 dari 9	JUMLAH LEMBAR	1.07.5
JUDUL	FORMULIR UNTUK MEMBUAT TABEL PERCOBAAN PROPORSI CAMP. ASPAL								

AGUSTUS 1988

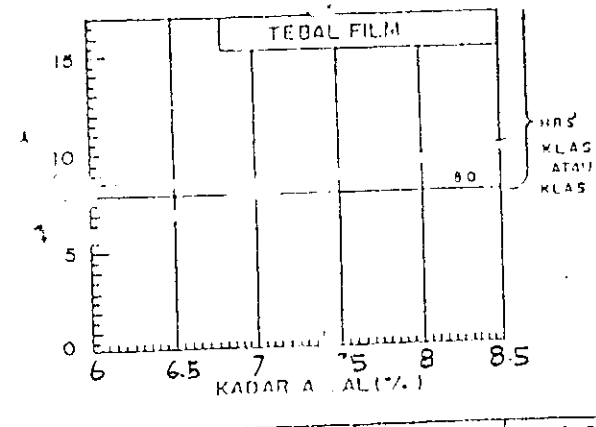
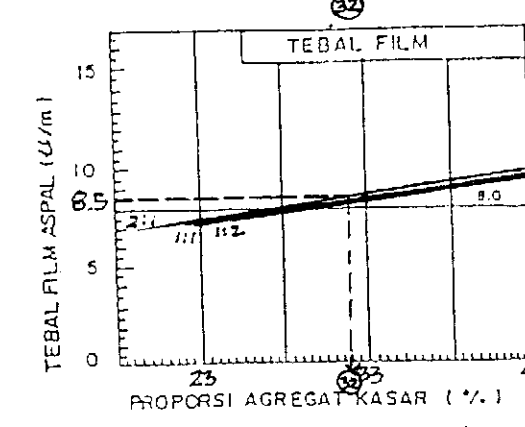
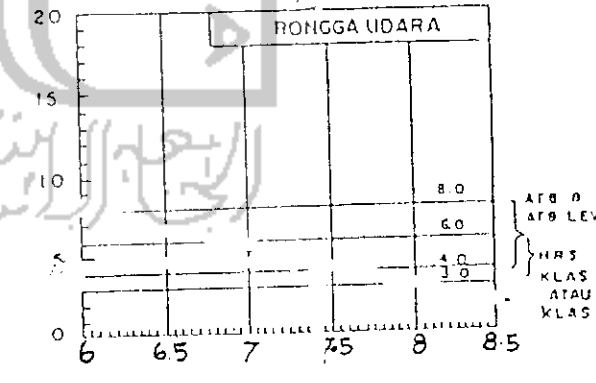
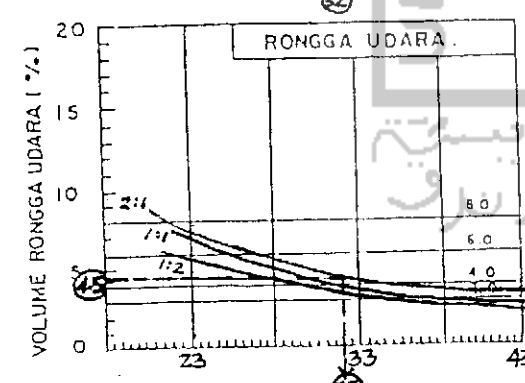
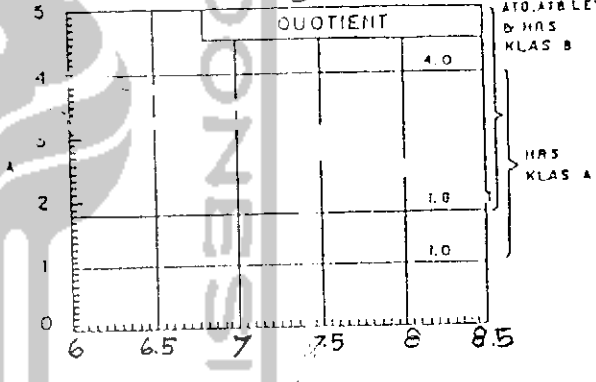
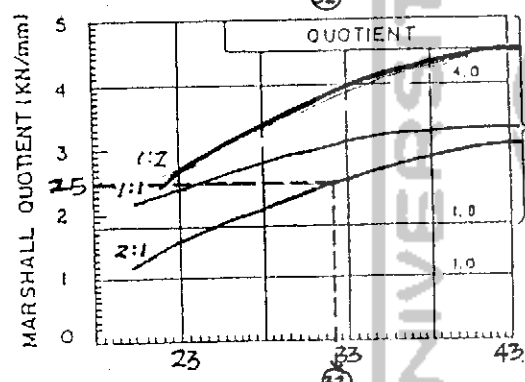
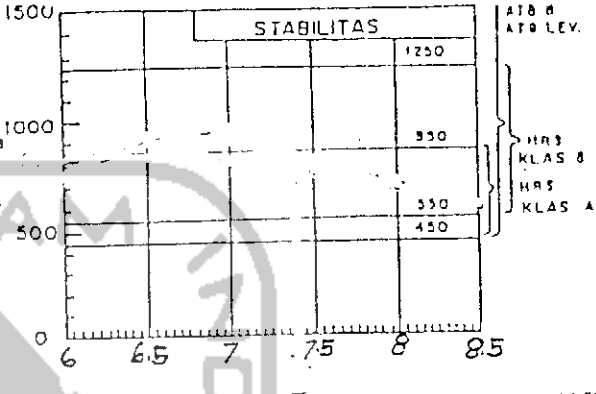
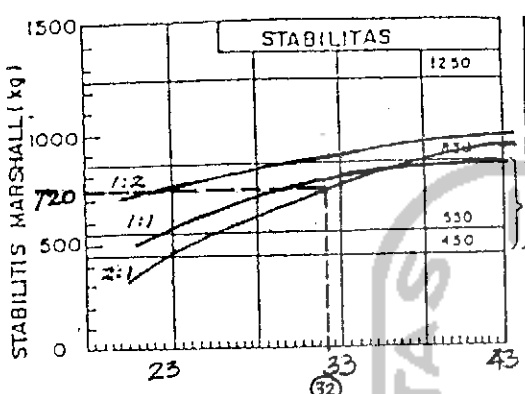
Lampiran

AASHTO : T 245-78
 ANALISA DATA TEST MARSHALL UNTUK
 PERCOBAAN CAMPURAN ASPAL

DESEIN CAMPURAN : HRS KLAS B
 TUJUAN : PENELITIAN T.A.
PERCOBAAN VARIASI AGRGAT
 DISIAPKAN OLEH : _____ TGL : / /

KONTRAK : _____
 KONTRAKTOR : _____

VARIASI : % AGG. KASAR, PERBANDINGAN PASIR/ABU BATU VARIASI : % ASPAL,
 KONSTAN : % ASPAL = 7.3 ... % ABU TAMBAHAN = 3 % (semen) KONSTAN : % AGG. KASAR = _____ PASIR/ABU BATU



KONTRAK	PROYEK	PROPINSI	KODE PROYEK/TAHUN	JUMLAH LEMBAR	No LEMBAR
SEMUA	SEMUA	SEMUA	PM / 87	8 dari 9	1.07.0

MU AGUSTUS 1988

Lampiran

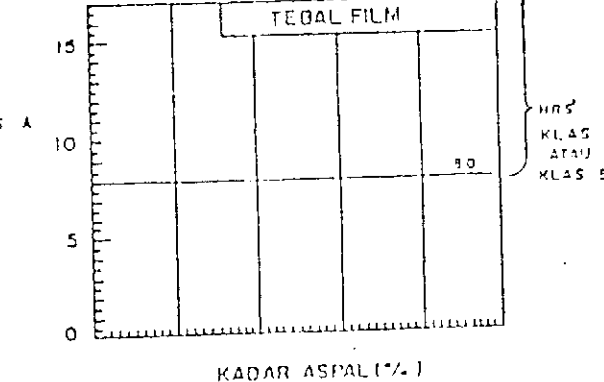
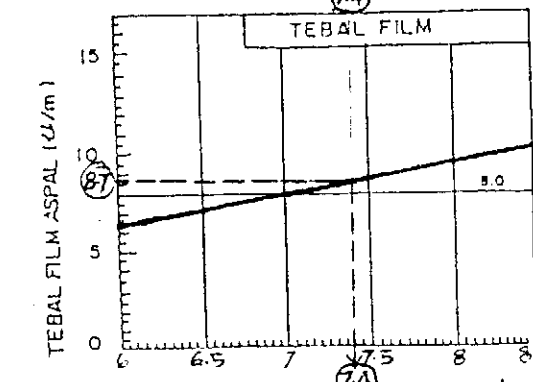
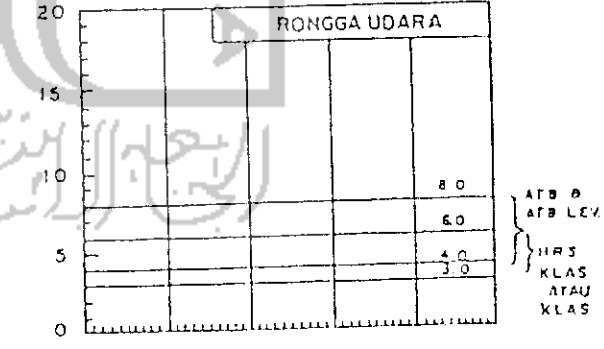
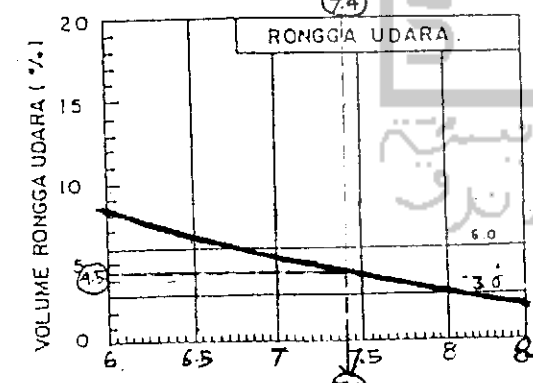
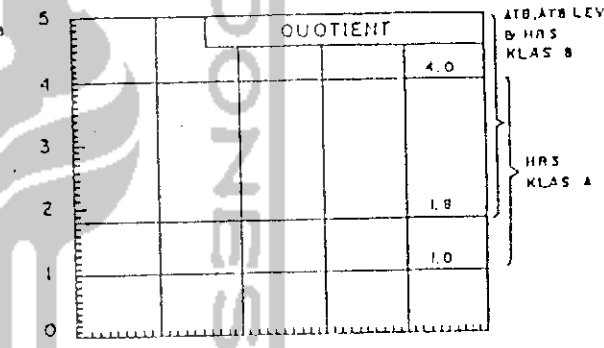
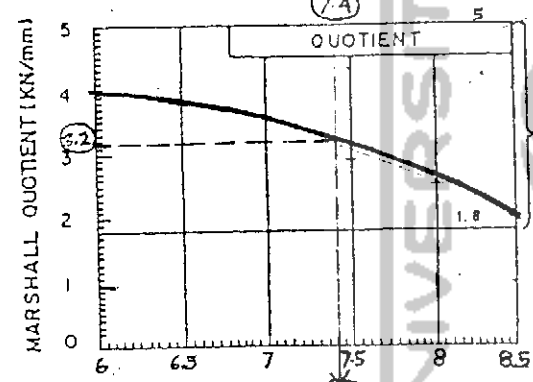
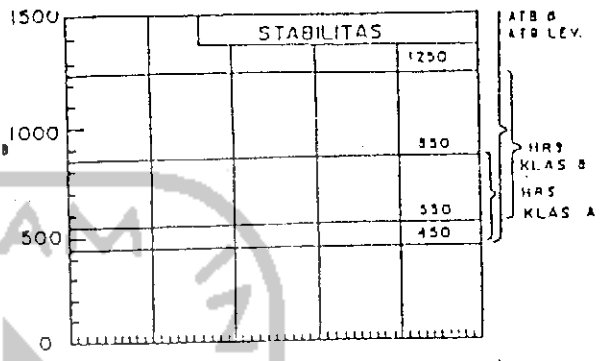
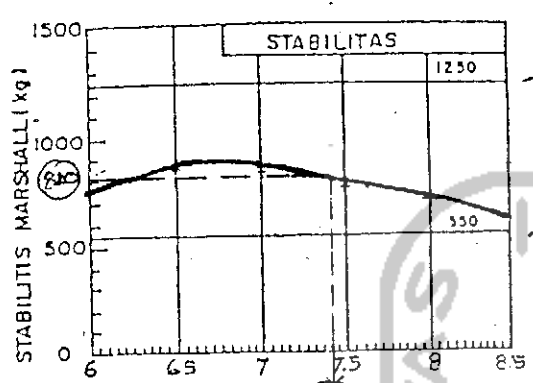
AASHTO : T 245-78
 ANALISA DATA TEST MARSHALL UNTUK
 PERCOBAAN CAMPURAN ASPAL

DESEIN CAMPURAN : HRS Klas B
 TUJUAN : Kadar Aspal Optimum
 DISIAPKAN OLEH : _____ TGL : _____

KONTRAK : _____
 KONTRAKTOR : _____

VARIASI : % AGG. KASAR, PERBANDINGAN PASIR/ABU BATU
 KONSTAN : % ASPAL = % ABU TAMBAHAN =

VARIASI : % ASPAL, ABU TAMBAHAN
 KONSTAN : % AGG. KASAR = PASIR/ABU BATU



Kadar Aspal (%)

KONTRAK	PROYEK	PROPINSI	KODE PROJEK / ILMU	JUMLAH LEMBAR	No LEMBAR
SEMUA	SEMUA	SEMUA	PM / 87	8 dari 9	1.07.8

JUDUL : FORMULIR UNTUK ANALISA DATA TEST MARSHALL UNTUK PERCOBAAN CAMPURAN ASPAL

PERHITUNGAN TEBAL FILM ASPAL

Dari Lampiran no 16, variasi agregat no. I diperoleh luas permukaan agregat :

$$Q = 0,41 + (70,9 \times 0,41) + (65,1 \times 0,82) + (56,5 \times 1,64) \\ + (39,3 \times 2,87) + (25,5 \times 6,14) + (11,3 \times 12,29) + \\ (6,8 \times 32,77) = 8,47 \text{ m}^2/\text{kg}$$

kemudian dicari tebal lapisan Film Aspal pada lampiran 20, benda uji I, dengan variasi agregat no. I:

$$S = \frac{1000 (A - R)}{Q.T (100 - A)}$$

$$S = \frac{1000 (7,3 - 1,17)}{8,47 \times 1,025 (100 - 7,3)}$$

$$= 7,6 \mu\text{m}$$

Jumlah pukulan 2x 50 pukulan

HRS - B.

Faktor Kompaksi (e)

Variasi Suhu.	Tinggi 5x pukulan (cm)	Tinggi 100x pukulan (cm)	Diameter (cm).
130°	A 6,68	6,77	10,19
	B 6,86		10,18
125°	A 6,74	6,81	10,175
	B 6,88		10,17
120°	A 6,90	6,97	10,165
	B 7,04		10,17
110°	A 7,00	7,005	10,173
	B 7,01		10,17
100°	A 7,085	7,1175	10,182
	B 7,15		10,18
90°	A 7,085	7,178	10,175
	B 7,171		10,163
			10,15

Variasi Suhu	Volume setelah 5x pukulan $\frac{1}{4}\pi D^2 \cdot t$ (cm ³)	Vol. setelah 100x pukulan $\frac{1}{4}\pi D^2 \cdot t$ (cm ³)	$C = \frac{\text{Vol. set. 5x puk.}}{\text{Vol. set. 100x puk.}} \times 100\%$
130	551	520,9	106 %
125	553,2	521,03	106 %
120	556,2	522,7	106 %
110	570,2	525,8	108 %
100	578,2	530,4	109 %
90	584,2	538,7	108 %

ASHTO : T 245-78
SIFAT - SIFAT CAMPURAN ASPAL HIGH - DURABILITY
DENGAN METODE MARSHALL

MIX DESIGN : HRS B
 TUJUAN : PERCOBAAN VARIASI AGRGAT KASAR DAN PASIR : ABU BATU = 2:1:1

KONTRAK :
 KONTRAKTOR :
 CAMPURAN DIHAMPAR DI :

AGREGAT	χ (ov.dry)	χ (appr.)
a Agregat Kasar	2.538	2.679
b Abu Batu	2.560	2.715
c Pasir	2.662	2.857
d Semen	3.15	3.15

ANGKA PENETRASI ASPAL 60/70
 BERAT JENIS ASPAL (T) 1.025
 DIUJI OLEH 89118 - 89152 TANGGAL 1/1/198

No	PROPORSI CAMPURAN (% Berat agregat gabungan)			KADAR ASPAL (% Berat total campuran)	B.D. BULK DARI TOTAL AGRGAT	B.D. EFERTIF DARI TOTAL AGRGAT	BERAT (Gram)			ISI BENDA UJI	B.D. BULK CAMPURAN	RONGGA UDARA	STABILITAS - K ₉		KELELUHAN PLASTIS (mm)	HASIL BAGI MARSHALL (K _{100mm})	LUAS PERMUKAAN AGRGAT (cm ² / kg)	PENTRAPAN ASPAL (% Berat total campuran)	TIDAK LAPISAN ASPAL FLM (cm ² / m ³)
	a	b	c				D	E	F				G	H					
I. A	24.8	24.0	48.0	3.2	7.3	2.618	2.701	1195.3	669.9	1204.0	534.1	2.238	455	437	455	437	1.07.6	1000(A)	1000(A)
B								1190.6	664.3	1198.2	533.9	2.230	503	483	503	483			
II. A	35.6	20.4	40.8	3.2	7.3	2.608	2.689	1199.7	688.1	1208.6	520.5	2.305	747	747	747	747			
B								1191.5	681.5	1199.3	517.8	2.301	779	779	779	779			
III. A	46.4	16.8	33.6	3.2	7.3	2.598	2.677	1189.8	674.3	1190.0	515.7	2.307	951	951	951	951			
B								1197.0	689.0	1206.3	517.3	2.315	889	889	889	889			
												2.311	3.5	920	3	3	6.65	1.076	9.9

NOTES:
 1. $B = \frac{a \cdot b \cdot c \cdot d}{(100 - b) \cdot (100 - c) + \frac{c \cdot d}{(100 - b)}}$
 2. $C = \frac{a \cdot b \cdot c \cdot d}{(100 - b) \cdot (100 - c) + \frac{c \cdot d}{(100 - b)}}$

KONTRAK : SEMUA
 PROYEK : SEMUA
 PROPINSI : SEMUA
 KODE PROYEK / TAHUN :
 JUMLAH LEMBAR : 7 dari 9
 NO. LEMBAR : 1.07.7

JUDUL : FORMULIR UNTUK MENGHITUNG SIFAT-SIFAT MARSHALL UNTUK CAMPURAN ASPAL DENGAN "KEAWETAN TINGGI"

**ASHTO : T 245-78
SIFAT - SIFAT CAMPURAN ASPAL HIGH - DURABILITY
DENGAN METODE MARSHALL**

MIX DESIGN : **HRS 8**
TUJUAN : **PERCOBAAN VARIASI AGREGAT KASAR DAN PASIR : ABU BATU = 1 : 1**

KONTRAK _____
KONTRAKTOR _____
CAMPURAN DIHAMPAR DI _____

AGREGAT		γ _{100 DRY}	γ _{1 APP}
a	Agregat Kasar	2.538	2.679
b	Abu Batu	2.560	2.715
c	Pasir	2.662	2.897
d	Semen	3.15	3.15

ANGKA PENETRASI ASPAL 60 - 70
BERAT JENIS ASPAL (T) 1.025
DIUJI OLEH 89118 - 09152 TANGGAL ... / ... / 198...

No BENDA UJI	PROPORSI CAMPURAN (% Berat agregat gabungan)				KADAR ASPAL (% Berat total campuran)	B.D. BULK DARI TOTAL AGREGAT	B.D. EFEKTIF DARI TOTAL AGREGAT	BERAT (gram)			ISI BENDA UJI	B.D. BULK CAMPURAN	RONGGA UDARA	STABILITAS - Kg		KELEHAN PLASTIS (mm)	HASIL BAGI MARSHALL (Kt/mm)	LUAS PERMAKAAAN AGREGAT (m ² /kg)	PENTAPAN ASPAL (% Berat dari total)	TEBAL LAPISAN ASPAL FILM (mm)	
	a	b	c	d				DARI UDARA	DALAM AIR	KERING PERMUKAAN				H	J						K
IV A	24.8	36.0	36.0	3.2	7.3	2.606	2.687	1189.9	667.0	1199.4	532.4	2.235	559	537	2.4	2.4	1.07.6	1.11	7.5		
IV B								1198.3	672.3	1206.1	533.8	2.245	639	613	2.4	2.4					
V A	35.6	30.6	30.6	3.2	7.3	2.598	2.677	1192.7	683.0	1201.3	518.3	2.301	742	742							
V B								1199.0	685.6	1205.5	519.9	2.306	858	858							
VI A	46.4	25.2	25.2	3.2	7.3	2.590	2.667	1197.4	690.0	1209.7	515.7	2.322	978	978							
VI B								1192.1	687.0	1204.1	514.1	2.319	718	718							
												2.321	2.8	848	2.5	3.3	7.0	1.06	9.4		

KONTRAK SEMUA
PROJEK SEMUA
PROPOSISI SEMUA
KODE PROJEK / TAHUN
JUMLAH LEMBAR 7 dari 9
No. LEMBAR 107.7

JUDUL : **FORMULIR UNTUK MENGHITUNG SIFAT-SIFAT MARSHALL UNTUK CAMPURAN ASPAL DENGAN "KEAWETAN TINGGI"**

NOTES:
1. $B = \frac{a \cdot b \cdot c \cdot d}{(100 - p) + \frac{c}{100 \cdot \gamma_c} + \frac{d}{100 \cdot \gamma_d}}$
2. $C = \frac{a \cdot b \cdot c \cdot d}{(100 - p) + \frac{c}{100 \cdot \gamma_c} + \frac{d}{100 \cdot \gamma_d} + \frac{b}{100 \cdot \gamma_b}}$

ASHTO : T 245-78
SIFAT - SIFAT CAMPURAN ASPAL HIGH - DURABILITY
DENGAN METODE MARSHALL

MIX DESIGN : **HRS B**

TUJUAN : **PERCOBAAN VARIASI AGREGAT KASAR DAN PASIR LABU BATU = 1:2**

AGREGAT		χ (D.V.M)	χ (A.P.P)
a	Agregat Kasar	2.538	2.679
b	Abu Batu	2.960	2.715
c	Pasir	2.662	2.857
d	Semen	3.15	3.15

ANGKA PENETRASI ASPAL	60 - 70
BERAT JENIS ASPAL (T)	1.025
DIUJI OLEH	89118 - 89152
TANGGAL	1 / 198

KONTRAK	
KONTRAKTOR	
CAMPURAN DIHAMPAR DI	

No BENDA UJI	PROPORSI CAMPURAN (% Berat agregat gabungan)				KADAR ASPAL	B.D. BULK DARI TOTAL AGREGAT	B.D. BULK DARI TOTAL CAMPURAN	B.D. EFEKTIF DARI TOTAL AGREGAT	B.D. MAKSIMUM DARI TOTAL CAMPURAN	BERAT (Gram)			ISI BENDA UJI	B.D. BULK CAMPURAN	RONGGA UDARA	STABILITAS - %		NELEHAN PLASTIS (mm)	HASIL BAGI MARSHALL (Kt/mm)	LUAS PERMUKAAN AGREGAT (m ² /Kp)	PERTEKAPAN ASPAL (% Berdasar jumlah campuran)	TEBAL LAPISAN ASPAL FIKS (cm)		
	a	b	c	d						DARI UDARA	DALAM AIR	KERING PERMUKAAN				DARI LAB.	DARI LAB.						DARI LAB.	DARI LAB.
VII A	24.8	48.0	24.0	3.2	7.3	2.594	2.672	2.391	1200.1	675.9	1207.6	531.7	2.257	831	798	798	2.7	2.7	8.95	1.06	7.3			
VII B									1195.9	673.4	1204.2	530.8	2.253	731	702	702	2.7	2.7	8.95	1.06	7.3			
VIII A	35.6	40.8	20.4	3.2	7.3	2.588	2.665	2.386	1190.4	682.2	1199.8	517.6	2.300	830	830									
VIII B									1196.8	687.6	1207.0	519.4	2.304	910	910									
IX A	46.4	33.6	16.8	3.2	7.3	2.582	2.657	2.380	1198.5	690.0	1206.4	516.4	2.311	1006	1006									
IX B									1194.7	685.3	1201.6	516.3	2.314	954	954									
													2.318	2.6	980	980								

KONTRAK	SEMUA	PROYEK	SEMUA	PROVINSI	SEMUA	KODE PROYEK / TAHUN	7 dari 9	JUMLAH LEMBAR	1.07.7
FORMULIR UNTUK MENGHITUNG SIFAT-SIFAT MARSHALL UNTUK CAMPURAN ASPAL DENGAN "KEAWETAN TINGGI"									

NOTES:

- $B = \frac{a + b + c + d}{100 + \frac{100a}{c} + \frac{100b}{c} + \frac{100d}{c}}$
- $C = \frac{a + b + c + d}{100 + \frac{100a}{c} + \frac{100b}{c} + \frac{100d}{c}}$

ASPIRO : I 24.5-78
SIFAT - SIFAT CAMPURAN ASPAL HIGH -- DURABILITY
DENGAN METODE MARSHALL

MIX DESIGN : HRS B

TUJUAN : PERCOBAAN VARIASI KADAR ASPAL
 UNTUK MEMENTUKAN ASPAL OPTIMUM

ANGKA PENEIRASIAN ASPAL 60 / 70
 BERAT JENIS ASPAL (T) 1.025
 DIUJI OLEH 89118 - 89152 TANGGAL ... / ... / 198...

AGREGAT -
 a Agregat Kasar 2.538 $\chi_{IAPP.1}$ 2.679
 b Abu Batu 2.560 2.715
 c Pasir 2.662 2.857
 d Semen 3.15 3.15

KONTRAK -----
 KONTRAKTOR -----
 CAMPURAN DIHAMPAR DI -----

No Benda Uji	PROPORSI CAMPURAN (% Berat agregat gabungan)			KADAR ASPAL (% Berat total campuran)	B.D. BULK DARI TOTAL AGREGAT	B.D. EFEKTIF DARI TOTAL AGREGAT	BERAT (gram)		ISI BENDA UJI	B.D. BULK CAMPURAN	ROMBGA UDARA	STABILITAS - Kg		KELEHAN PLASTIS (mm)	HASIL BAGI MARSHALL (K ₁ mm)	LUAS PERMAKAMAN AGREGAT (m ² /kg)	PENTERAPAN ASPAL (mm)	TEBAL LAPISAN ASPAL (mm)
	a	b	c				d	DI UDARA				DALAM AIR	DI BACA					
\bar{X} A	34.0	21.0	41.8	3.2	2.610	2.691	1192.6	673.5	1201.4	527.9	2.259	844	810	1.9	102 N	1.07.6	1.11	6.6
B							1186.7	668.7	1196.8	528.1	2.247	777	746					
\bar{X} I A	34.2	20.9	41.7	3.2	2.610	2.691	1197.1	677.7	1206.0	528.3	2.266	930	893				1.11	7.3
B							1191.8	675.9	1199.8	523.9	2.275	857	823					
\bar{X} II A	34.4	20.8	41.6	3.2	2.609	2.690	1198.9	683.4	1208.1	524.7	2.285	924	887				1.10	8.1
B							1188.8	673.6	1197.5	523.9	2.269	830	797					
											2.277	842	810	2.3	3.6	7.67		

KONTRAK SEMUA PROJEK SEMUA PROPINSI SEMUA KODE PROJEK / TAVUN 7 dari 9 JUMLAH LEMBAR 1:07.7 No. LEMBAR 1:07.7

JUDUL : **FORMULIR UNTUK MENGHITUNG SIFAT-SIFAT MARSHALL**
UNTUK CAMPURAN ASPAL DENGAN "KEAWETAN TINGGI"

NOTES:
 1. $B = \frac{a \cdot b \cdot c \cdot d \cdot V}{(100 - a) \cdot (100 - b) \cdot (100 - c) \cdot (100 - d) \cdot V + \frac{d}{100} \cdot \frac{d}{100} \cdot V}$
 2. $C = \frac{a \cdot b \cdot c \cdot d \cdot V}{(100 - a) \cdot (100 - b) \cdot (100 - c) \cdot (100 - d) \cdot V + \frac{d}{100} \cdot \frac{d}{100} \cdot V}$

ASHTO T 24.5-78
SIFAT - SIFAT CAMPURAN ASPAL HIGH - DURABILITY
DENGAN METODE MARSHALL

MIX DESIGN : **HRS B**

TUJUAN : **PERCOBAAN VARIASI KADAR ASPAL**
UNTUK MENENTUKAN ASPAL OPTIMUM

KONTRAK _____
 KONTRAKTOR _____
 CAMPURAN DIHAMPAR DI _____

AGREGAT		$\gamma_{(G, DRY)}$	$\gamma_{(APP)}$
a	Agregat Kasar	2.538	2.679
b	Abu Batu	2.860	2.715
c	Pasir	2.662	2.857
d	Semen	3.15	3.15

ANGKA PENETRASI ASPAL 60 /70
 BERAT JENIS ASPAL (T) 1.025
 DIUJI TOLEH 00110 - 09192 TANGGAL .../.../198...

No BENDA UJI	PROPORSI CAMPURAN (f% Berat agregat gabungan)				KADAR ASPAL (% Berat total campuran)	B.D. BULK DARI TOTAL AGREGAT	B.D. BULK DARI TOTAL CAMPURAN	B.D. EFEKTIF DARI TOTAL AGREGAT	B.D. MAKSIMUM CAMPURAN	BERAT (Gram)		ISI BENDA UJI	B.D. BULK CAMPURAN	ROHNGGA UDARA	STABILITAS - K9		MELEYAN PLASTIS (mm)	HASIL BAGI MARSHALL (Kuat)	LUAS FORMULIR AGREGAT (m ² / Kg)	PENYERAPAN ASPAL (% Berapakan pada 1 jam)	TERBAL LAPISAN ASPAL FILM (L / m ²)	
	a	b	c	d						DARI UDARA	DARI AIR				DARI UDARA	DARI KERING PERUKAAN						DARI UDARA
XIII A	34.6	20.7	41.5	3.2	7.5	2.609	2.690	2.690	2.398	1189.0	677.9	1197.3	519.9	2.287	741	741	N	M	1.07.6	1.10	8.8	
B										1195.2	686.3	1205.3	519.0	2.303	837	837		M				
XIV A	34.8	20.6	41.3	3.3	8.0	2.610	2.691	2.691	2.381	1197.9	687.4	1206.6	519.2	2.307	762	762		M		1.08	9.6	
B										1191.3	683.3	1200.8	517.5	2.302	678	678		M				
XV A	35.0	20.5	41.2	3.3	8.5	2.609	2.690	2.690	2.364	1185.7	679.5	1194.1	514.6	2.304	585	585		M		1.09	10.3	
B										1194.1	689.5	1204.4	514.9	2.319	665	665		M				
														2.312	625	625		M				

KONTRAK SEMUA
 PROJEK SEMUA
 PROPINSI SEMUA
 KODE PROJEK / TAHUN
 JUMLAH LEMBAR 7 dari 9
 No. LEMBAR 107.7

JUDUL : **FORMULIR UNTUK MENGHITUNG SIFAT-SIFAT MARSHALL**
UNTUK CAMPURAN ASPAL DENGAN "KEAWETAN TINGGI"

NOTES:

$$1. B = \frac{a + b + c + d}{100 - p} \left(\frac{b}{18.016} + \frac{c}{18.016} + \frac{d}{18.016} \right)$$

$$2. C = \frac{a + b + c + d}{18.016 + 18.016 p + 18.016 p^2 + 18.016 p^3 + 18.016 p^4 + 18.016 p^5 + 18.016 p^6 + 18.016 p^7 + 18.016 p^8 + 18.016 p^9 + 18.016 p^{10}}$$

ASHTO T 245-78
SIFAT - SIFAT CAMPURAN ASPAL HIGH - DURABILITY
DENGAN METODE MARSHALL

MIX DESIGN : HRS B
 TUJUAN : PERCOBAAN VARIASI SUHU PEMADATAN

AGREGAT		\bar{X} (O.V. DRY)	\bar{X} (APP.)
a	Agregat Kasar	2.538	2.679
b	Abu Batu	2.560	2.715
c	Pasir	2.662	2.587
d	SEMEN	3.15	3.15

ANGKA PENETRASI ASPAL 60/70
 BERAT JENIS ASPAL (T) 1.025
 DIUJI OLEH 09118 - 09152 TANGGAL .../.../198...

KONTRAK
 KONTRAKTOR
 CAMPURAN DIHAMPAR DI...

No BENDA UJI	PROPORSI CAMPURAN (%-Berat agregat gabungan)				KADAR ASPAL (%-Berat total campuran)	B.D. BULK DARI TOTAL AGREGAT	B.D. EFEKTIF DARI TOTAL AGREGAT	BERAT (G/cm ³)		ISI BENDA UJI	B.D. BULK CAMPURAN	RONGGA UDARA	STABILITAS - K ₉		MELEHMAN PLASTIS (mm)	LUAS PERMAKAMAN AGREGAT (cm ² / kg)	MENTERAP (% Berat per satuan)	TERBAL LAPISAN ASPAL FILM (mm)
	a	b	c	d				DARI UDARA	DARI AIR				DARI UDARA	DARI UDARA				
90 A	34.6	20.7	41.5	3.2	7.4	2.609	2.690	1190.0	681.3	1208.5	527.3	2.257	234	225	P	0	1000-A	1000-A
B								1182.2	678.0	1199.5	521.5	2.267	367	367	M	1.07.6	1000-A	1000-A
100 A								1191.4	680.5	1202.6	522.1	2.282	497	477	M		1000-A	1000-A
B								1183.0	678.5	1200.6	522.1	2.266	578	555	M		1000-A	1000-A
110 A								1190.0	683.8	1202.5	518.7	2.294	700	700	N		1000-A	1000-A
B								1184.3	679.9	1200.8	520.9	2.274	581	581	N		1000-A	1000-A
												2.284	641	641	N		1000-A	1000-A

KONTRAK SEMUA
 PROJEK SEMUA
 PROPINSI SEMUA
 KODE PROYEK / TAHUN 7 dari 9
 No. LEMBAR 1.07.7

JUDUL : **FORMULIR UNTUK MENGHITUNG SIFAT-SIFAT MARSHALL UNTUK CAMPURAN ASPAL DENGAN "KEAWETAN TINGGI"**

NOTES:
 1. $B = \frac{a \cdot b \cdot c \cdot d}{(100 - a) \cdot (100 - b) \cdot (100 - c) + 100 \cdot d}$
 2. $C = \frac{a \cdot b \cdot c \cdot d}{(100 - a) \cdot (100 - b) \cdot (100 - c) + 100 \cdot d} \cdot \frac{B}{X}$

TABEL ANGKA KOREKSI STABILITAS

ISI BENDA UJI (Cm ³)	TEBAL BENDA UJI		
	INCHI	(MM)	ANGKA KOREKSI
200 - 213	1,00	25,5 mm	5,53
214 - 225	1 1/16	27,0 mm	5,00
226 - 237	1 1/8	28,6 mm	4,55
236 - 250	1 3/16	30,2 mm	4,17
251 - 264	1 1/4	31,8 mm	3,85
265 - 276	1 5/16	33,3 mm	3,57
277 - 289	1 3/8	34,9 mm	3,33
290 - 301	1 7/16	36,5 mm	3,08
302 - 316	1 1/2	38,1 mm	2,78
317 - 328	1 9/16	39,7 mm	2,50
329 - 340	1 5/8	41,3 mm	2,27
341 - 353	1 11/16	42,9 mm	2,08
354 - 367	1 3/4	44,4 mm	1,92
368 - 379	1 13/16	46,0 mm	1,79
380 - 392	1 7/8	47,6 mm	1,67
393 - 405	1 15/16	49,2 mm	1,56
406 - 420	2,00	50,8 mm	1,47
421 - 431	2 1/16	52,4 mm	1,39
432 - 443	2 1/8	54,4 mm	1,32
444 - 456	2 3/16	55,6 mm	1,25
457 - 470	2 1/4	57,2 mm	1,19
471 - 482	2 5/16	58,7 mm	1,14
483 - 495	2 3/8	60,3 mm	1,09
496 - 508	2 7/16	61,9 mm	1,04
509 - 522	2 1/2	63,5 mm	1,00
523 - 535	2 9/16	64,0 mm	0,96
536 - 546	2 5/8	65,1 mm	0,93
547 - 559	2 11/16	66,7 mm	0,89
560 - 573	2 3/4	68,3 mm	0,86
574 - 585	2 13/16	71,4 mm	0,83
586 - 598	2 7/8	73,0 mm	0,81
599 - 610	2 15/16	74,6 mm	0,78
611 - 625	3,00	76,2 mm	0,73

PROVINO RING PR-60
SERIAL NO. 21929
CAPACITY 2721.09 KILOGRAMS
CALIBRATION DATE 24 JUN 1986

$$X \text{ (KILOGRAMS)} = 3.5069642507 * Y \text{ (DIVISIONS)} + 23.0513751$$

CORRELATION COEFFICIENT = .9999043667

VALUE IN KILOGRAMS

DIVISIONS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
70 *	269	273	276	280	283	287	290	294	297	301
80 *	304	308	311	315	318	322	325	329	332	336
90 *	339	343	346	350	353	357	360	364	367	371
100 *	374	378	381	385	388	392	395	399	402	406
110 *	409	413	416	420	423	427	430	434	437	441
120 *	444	448	451	455	458	462	465	469	472	476
130 *	479	483	486	490	493	497	500	504	508	511
140 *	515	518	522	525	529	532	536	539	543	546
150 *	550	553	557	560	564	567	571	574	578	581
160 *	583	587	592	595	599	602	606	609	613	616
170 *	619	623	627	630	634	637	641	644	648	651
180 *	655	658	662	665	669	672	676	679	683	686
190 *	690	693	697	700	704	707	711	714	718	721
200 *	725	728	732	735	739	742	746	749	753	757
210 *	760	764	767	771	774	778	781	785	788	792
220 *	795	799	802	806	809	813	816	820	823	827
230 *	830	834	837	841	844	848	851	855	858	862
240 *	865	869	872	876	879	883	886	890	893	897
250 *	900	904	907	911	914	918	921	925	928	932
260 *	935	939	942	946	949	953	956	960	963	967
270 *	970	974	977	981	984	988	991	995	998	1002
280 *	1006	1009	1013	1016	1020	1023	1027	1030	1034	1037
290 *	1041	1044	1048	1051	1055	1058	1062	1065	1069	1072
300 *	1076	1079	1083	1086	1090	1093	1097	1100	1104	1107
310 *	1111	1114	1118	1121	1125	1128	1132	1135	1139	1142
320 *	1146	1149	1153	1156	1160	1163	1167	1170	1174	1177
330 *	1181	1184	1188	1191	1195	1198	1202	1205	1209	1212
340 *	1216	1219	1223	1226	1230	1233	1237	1240	1244	1247
350 *	1251	1254	1258	1262	1265	1269	1272	1276	1279	1283
360 *	1286	1290	1293	1297	1300	1304	1307	1311	1314	1318
370 *	1321	1325	1328	1332	1335	1339	1342	1346	1349	1353
380 *	1356	1360	1363	1367	1370	1374	1377	1381	1384	1388
390 *	1391	1395	1398	1402	1405	1409	1412	1416	1419	1423
400 *	1426	1430	1433	1437	1440	1444	1447	1451	1454	1458
410 *	1461	1465	1468	1472	1475	1479	1482	1486	1489	1493
420 *	1496	1500	1503	1507	1511	1514	1518	1521	1525	1528
430 *	1532	1535	1539	1542	1546	1549	1553	1556	1560	1563
440 *	1567	1570	1574	1577	1581	1584	1588	1591	1595	1598
450 *	1602	1605	1609	1612	1616	1619	1623	1626	1630	1633
460 *	1637	1640	1644	1647	1651	1654	1658	1661	1665	1668
470 *	1672	1675	1679	1682	1686	1689	1693	1696	1700	1703
480 *	1707	1710	1714	1717	1721	1724	1728	1731	1735	1738
490 *	1742	1745	1749	1752	1756	1759	1763	1767	1770	1774
500 *	1777	1781	1784	1788	1791	1795	1798	1802	1805	1809

500

VALUE IN KILOGRAMS

CTIONS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0 *	1812	1816	1819	1823	1826	1830	1833	1837	1840	1844
0 *	1847	1851	1854	1858	1861	1865	1868	1872	1875	1879
0 *	1882	1886	1889	1893	1896	1900	1903	1907	1910	1914
0 *	1917	1921	1924	1928	1931	1935	1938	1942	1945	1949
0 *	1952	1956	1959	1963	1966	1970	1973	1977	1980	1984
0 *	1987	1991	1994	1998	2001	2005	2008	2012	2016	2019
0 *	2023	2026	2030	2033	2037	2040	2044	2047	2051	2054
0 *	2058	2061	2065	2068	2072	2075	2079	2082	2086	2089
0 *	2093	2096	2100	2103	2107	2110	2114	2117	2121	2124
0 *	2128	2131	2135	2138	2142	2145	2149	2152	2156	2159
0 *	2163	2166	2170	2173	2177	2180	2184	2187	2191	2194
0 *	2198	2201	2205	2208	2212	2215	2219	2222	2226	2229
0 *	2233	2236	2240	2243	2247	2250	2254	2257	2261	2265
0 *	2268	2272	2275	2279	2282	2286	2289	2293	2296	2300
0 *	2303	2307	2310	2314	2317	2321	2324	2328	2331	2335
0 *	2338	2342	2345	2349	2352	2356	2359	2363	2366	2370
0 *	2373	2377	2380	2384	2387	2391	2394	2398	2401	2405
0 *	2408	2412	2415	2419	2422	2426	2429	2433	2436	2440
0 *	2443	2447	2450	2454	2457	2461	2464	2468	2471	2475
0 *	2478	2482	2485	2489	2492	2496	2499	2503	2506	2510
0 *	2513	2517	2521	2524	2528	2531	2535	2538	2542	2545
0 *	2549	2552	2556	2559	2563	2566	2570	2573	2577	2580
0 *	2584	2587	2591	2594	2598	2601	2605	2608	2612	2615
0 *	2619	2622	2626	2629	2633	2636	2640	2643	2647	2650
0 *	2654	2657	2661	2664	2668	2671	2675	2678	2682	2685
0 *	2689	2692	2696	2699	2703	2706	2710	2713	2717	2720
0 *	2724	2727	2731	2734	2738	2741	2745	2748	2752	2755
0 *	2759	2762	2766	2770	2773	2777	2780	2784	2787	2791

البيعة العامة للتأمينات
البيعة العامة للتأمينات

VARIASI SUHU POKYADA	G _b	P _b	G _{sb}	G _{se}	G _{mb}	P _{ba}	W	W _b	W _s	W _{ba}	V _{ba} cm ³	Vol. aspal cm ³	Vol. agregat cm ³	Vol. pori %	isi cm ³
90 °C	1.025	7.4	2.609	2.690	2.262	1.183	226.12	16.739	209.46	2.4779	2.4175	16.3307	80.2836	5.8032	524.4
100 °C	1.025	7.4	2.609	2.690	2.274	1.183	227.4	16.828	210.57	2.4910	2.4302	16.4176	80.7091	5.3035	522.1
110 °C	1.025	7.4	2.609	2.690	2.284	1.183	228.4	16.902	211.50	2.5025	2.4415	16.4898	81.6655	4.8862	519.8
120 °C	1.025	7.4	2.609	2.690	2.296	1.183	229.6	16.990	212.61	2.5152	2.4539	16.5756	81.4910	4.3873	517.15
125 °C	1.025	7.4	2.609	2.690	2.300	1.183	230.0	17.020	212.98	2.5196	2.4582	16.6049	81.6328	4.2205	516.6
130 °C	1.025	7.4	2.609	2.690	2.306	1.183	230.6	17.064	213.54	2.5262	2.4646	16.6478	81.8475	3.9693	514.95

Perbandingan Volume aspal, agregat dan pori dalam 100 cm³ contoh benda uji

W_s = Berat agregat
 = W - W_b

W_{ba} = Berat aspal yg terabsorbsi
 = P_{ba} · $\frac{W_s}{100}$

V_{ba} = Volume aspal yg terabsorbsi = $\frac{W_{ba}}{G_b}$

V_b = Volume aspal = $\frac{W_b}{G_b}$

V_{sb} = Volume agregat = $\frac{W_s}{G_{sb}}$

VIM = Volume udara (%) = 100 - (V_b + V_{sb} - V_{ba})

G_b = Berat jenis aspal

P_b = Kadar aspal, persentase dari berat total campuran

G_{sb} = Berat jenis bulk asf. total

G_{se} = Berat jenis efektif asf. total

G_{mb} = Berat jenis bulk campuran yang telah dipadatkan

P_{ba} = aspal yg terabsorbsi agregat
 = 100 · $\left(\frac{G_{se} \cdot G_{sb}}{G_{sb} \cdot G_{se}} \right) \cdot G_b$

W = 100 · G_{mb} (Berat dlm 100 cm³)

W_b = Berat aspal
 = P_b · W