TUGAS AKHIR

PENELITIAN LABORATORIUM

PENGARUH PENCAMPURAN SECARA PANAS DAN DINGIN TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL DENGAN BAHAN IKAT ASBUTON MIKRO B – 25

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL TRANSPORTASI

Disusun oleh :

Eri Rohayati

No. Mhs. : 86310168

NIRM : 86.5014330147

Dewi Sutrisnowati

No. Mhs. : 87310160

NIRM : 88.5014330145

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

1994

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadlirat Alloh Swt, atas rahmat dan hidayah-Nya dapat diselesaikannya penyusunan Tugas Akhir ini dengan judul "**Pengaruh Pencampuran Secara Panas Dan Dingin Terhadap Perilaku Campuran Beton Aspal Dengan Bahan Ikat Asbuton Mikro B-25**".

Tugas akhir ini merupakan satu syarat untuk mencapai derajat tingkat sarjana S_1 pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dekan Fakultas Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ketua Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. H. Wardhani Sartono, MSc, yang berkenan menjadi Dosen Pembimbing I tugas akhir ini.
4. Bapak Ir. Bachnas, MSc, yang berkenan menjadi Dosen Pembimbing II tugas akhir ini.
5. PT. Amerta Margayasa Aspal, Surabaya, yang telah memberikan bantuan.
6. Segenap staf dan karyawan laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian.

7. Ayah dan Ibu tercinta yang senantiasa memberi dorongan moril maupun materiil.

Semoga amal ibadah yang diberikan kepada penyusun mendapat imbalan setimpal dari Alloh Swt. Amiin.

Wassalaamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, September 1994

Penyusun

Eri Rohayati

86310168

Dewi Sutrisnowati

87310160

DAFTAR ISI

		Hal.
KATA PENGANTAR		i
DAFTAR ISI		iii
DAFTAR TABEL		vi
DAFTAR GAMBAR		vii
DAFTAR LAMPIRAN		viii
INTISARI		ix
BAB I :	PENDAHULUAN	1
	1.1. Latar Belakang	1
	1.2. Tujuan Penelitian	3
	1.3. Faedah Penelitian	4
	1.4. Lingkup Penelitian	4
BAB II :	TINJAUAN PUSTAKA	5
	2.1. Lapis Asbuton Agregat	5
	2.2. Aspal Alam	6
	2.3. Asbuton Mikro	8
	2.4. Asbuton Modifier	10
BAB III :	LANDASAN TEORI	13
	3.1. Lapis Perkerasan Jalan	13
	3.1.1. Stabilitas	13
	3.1.2. Fleksibilitas	15
	3.1.3. Durabilitas	15
	3.1.4. Kekesatan	16
	3.1.5. Workability	16
	3.2. Bahan Penyusun Lapis Perkerasan	17

Hal.

3.2.1. Agregat..... 17

a. Ukuran dan Gradasi..... 17

b. Kebersihan..... 19

c. Kekuatan dan Kekerasan..... 19

d. Bentuk dan Tekstur Permukaan 20

3.2.2. Aspal..... 20

a. Pengaruh Temperatur..... 21

b. Daya Tahan Aspal..... 21

3.3. Pencampuran Bahan Lapis Keras..... 22

3.4. Kadar Aspal Dalam Campuran..... 22

3.5. Pemeriksaan Dengan Alat Marshall..... 23

BAB IV : HIPOTESIS..... 25

BAB V : CARA PENELITIAN..... 26

5.1. Umum..... 26

5.2. Agregat..... 28

5.2.1. Fraksi Kasar..... 28

5.2.2. Fraksi Sedang..... 28

5.2.3. Fraksi Halus..... 29

5.3. Asbuton Mikro..... 30

5.4. Asbuton Modifier..... 31

5.5. Perencanaan Campuran dan Kadar Asbuton Modifier Optimum..... 32

5.5.1. Perencanaan Gradasi Agregat Campuran..... 32

5.5.2. Kadar Bitumen Optimum..... 33

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

Hal.

5.6. Pencampuran Cara Dingin dan Cara Panas..... 36

5.6.1. Pencampuran Cara Dingin..... 36

5.6.2. Pencampuran Cara Panas..... 36

5.7. Tahap Analisis..... 39

5.7.1. Anggapan Dasar..... 39

5.7.2. Analisis Hasil..... 39

BAB VI : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN..... 41

6.1. Hasil Penelitian..... 41

6.2. Pembahasan..... 44

6.2.1. Pengaruh Suhu Pencampuran dan Pemadatan..... 44

a. Pengaruh terhadap Stabilitas 44

b. Pengaruh terhadap Flow..... 44

c. Pengaruh terhadap VITM..... 46

d. Pengaruh terhadap VMA..... 48

e. Pengaruh terhadap Berat Jenis Benda Uji..... 48

f. Pengaruh terhadap Besar Butiran Asbuton Mikro..... 51

BAB VII : KESIMPULAN DAN SARAN..... 52

7.1. Kesimpulan..... 52

7.2. Saran..... 54

DAFTAR PUSTAKA..... 55

PENUTUP..... 57

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel		Hal.
2.1.	Spesifikasi Flux Oil.....	11
4.1.	Persyaratan Gradasi Campuran.....	18
5.1.	Hasil Pemeriksaan dan Persyaratan Bahan Agregat Kasar.....	29
5.2.	Hasil Pemeriksaan dan Persyaratan Bahan Agregat Halus.....	29
5.3.	Hasil Pemeriksaan dan Persyaratan Asbuton Mikro.....	30
5.4.	Persyaratan Flux Oil dan Pemeriksaan Asbuton Modifier.....	32
5.5.	Spesifikasi Gradasi Campuran Agregat.....	33
6.1.	Hasil Pemeriksaan Marshall.....	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar Hal.

5.1. Alur Penelitian Benda Uji dengan Kondisi Pencampuran dan Pemadatan Pada Suhu 35°C, 50° dan 160° 27

6.1. Grafik Hubungan Antara Stabilitas Dengan Suhu Pencampuran dan Pemadatan 43

6.2. Grafik Hubungan Antara Flow dengan Suhu Pencampuran dan Pemadatan 45

6.3. Grafik Hubungan Suhu Pencampuran dan Pemadatan dengan VITM 47

6.4. Grafik Hubungan Suhu Pencampuran dan Pemadatan dengan VMA 49

6.5. Grafik Hubungan Suhu Pencampuran dan Pemadatan dengan Berat Jenis Benda Uji 50

LAMPIRAN

Lampiran

1.A. Perhitungan Campuran Agregat

1.B. Perhitungan Campuran Agregat
Rencana Campuran Agregat

1.C. Grafik I : Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar

1.D. Grafik II : Mix Design Secara Grafis (Pencampuran Agregat)

1.E. Grafik III : Pembagian Butir Agregat

2.A. DATA HASIL MARSHALL TEST
(Penentuan Asbuton Modifier Optimum)

2.B. DATA HASIL MARSHALL TEST
(Benda Uji)

INTISARI

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk meneliti bagaimana batuan beraspal Asbuton dapat digunakan sebaik mungkin pada konstruksi perkerasan lentur.
Penggunaan Asbuton yang lebih luas akan mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya yang kita miliki dan mengurangi kebutuhan aspal minyak.

Pada masa pembangunan ini telah dikembangkan apa yang disebut Asbuton Mikro dan Asbuton Modifier untuk digunakan sebagai salah satu bahan konstruksi lapis perkerasan jalan.

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pencampuran secara panas dan dingin terhadap perilaku campuran Beton Aspal.

Hasil-hasil yang telah diperoleh menunjukkan bahwa dengan memberikaan suhu yang panas pada campuran beton aspal proses peremajaan bahan ikat dari Asbuton Mikro berlangsung dengan cepat dan stabilitas tertinggi (2210 Kg) tercapai pada suhu pencampuran dan pemadatan 160°C. Ukuran butir Asbuton Mikro memberikan dampak proses peremajaan lebih singkat dan lebih merata.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.

Pembangunan jalan yang dilaksanakan pemerintah saat ini banyak sekali ragamnya, sesuai dengan perkembangan dan kemajuan serta keadaan suatu daerah. Pada akhir-akhir ini konstruksi lapis perkerasan dengan menggunakan Aspal Buton mulai lagi digalakkan. Selaras dengan kemajuan jaman, dan meningkatnya kemampuan Bangsa Indonesia dengan tujuan untuk memanfaatkan kekayaan alam demi kesejahteraan bersama, maka dikembangkan pengolahan dan pemakaian Aspal Buton (Asbuton) untuk lapis permukaan konstruksi perkerasan jalan.

Yang dimaksud dengan Asbuton (Aspal Buton) ialah " Asphalt Buton" yang asalnya dari bahasa Belanda, tetapi masih digunakan karena sudah lazim dan populer. "Asbuton atau disebut juga "Butas" adalah tergolong aspal batu yang dalam bahasa asing disebut "rock asphalt". Dalam bentuk aslinya di Pulau Buton berbentuk sebagai lapisan batu cadas berwarna hitam yang kadang-kadang menyembul diatas permukaan tanah sebagai gumuk (gunung kecil) dan sebagian lagi lapisan tersebut hanya terdapat beberapa meter dibawah permukaan tanah. Oleh karena itu penambangan butas cukup dikerjakan secara penambangan terbuka ("open pitmining").

Butas terjadi karena suatu lapisan batu kapur yang poreous ("globegeninen kalk") diresapi oleh minyak bumi yang mengandung aspal ("asphaltic base Crude Oil") yang tertekan keluar akibat tekanan yang disebabkan oleh proses geologis.

Karena terjadinya butas disebabkan oleh alam seperti tersebut di atas maka hasilnya juga tidak teratur, artinya ada batu butas yang mengandung cukup banyak aspal tetapi ada pula yang hanya mengandung sedikit aspal.
(Ir. D.U. Sudarsono, tahun 1976).

Kandungan cadangan Aspal Buton kira-kira 163 juta ton dan mengandung bitumen bervariasi antara 10% - 35%. Kesulitan yang ditimbulkan dengan variasi kandungan bitumen dalam asbuton dan kondisi fisik asbuton harus diatasi sehingga asbuton dapat dipergunakan secara layak untuk digunakan sebagai salah satu bahan konstruksi jalan.

Kemampuan teknologi dan peralatan sekarang mampu menghasilkan Asbuton dengan hasil produk yang kering, memiliki kandungan bitumen relatif seragam dan berbentuk tepung dengan diameter 0,5 mm, sehingga dalam pelaksanaan tidak memerlukan waktu pemeraman. Hasil produksi ini dinamakan Asbuton Mikro yang diproduksi oleh PT. AMERTA MARGAYASA ASPAL.

Untuk penggunaan Asbuton Mikro pada konstruksi jalan diperlukan bahan pelunak/peremaja yang dinamakan Asbuton Modifier yang juga menambah jumlah bitumen ke dalam campuran beton aspal.

Beton aspal dengan menyertakan Asbuton sebagai salah satu bahan konstruksi jalan, kekuatannya dipengaruhi oleh penyusun campuran beton yaitu: Batuan (Agregat), Aspal Buton (Asbuton Mikro dan Asbuton Modifier). Hingga saat ini belum ada standarisasi petunjuk pelaksanaan lapis keras dengan bahan pengikat Asbuton Mikro dan Asbuton Modifier, dari Instansi resmi (Pemerintah).

Pada penelitian ini peneliti ingin mengetahui pengaruh pencampuran secara panas dan dingin terhadap perilaku campuran beton aspal dengan bahan ikat Asbuton (Mikro dan Modifier).

1.2. Tujuan Penelitian.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh pencampuran secara panas dan dingin pada campuran beton aspal buton setelah dihamparkan dan dipadatkan.

Dari pengujian dapat diperoleh nilai-nilai dari :

1. Stabilitas (S)
2. Kelelehan (Flow = F)
3. Void In The Mix (VITM)
4. Void In Mineral Agregat (VMA)

Dengan mengetahui besar pengaruh yang ditimbulkan, dapat diupayakan cara pelaksanaan yang lebih baik dalam keseluruhan rangkaian pekerjaan pembuatan Beton Aspal.
Yang dimaksud Beton Aspal disini ialah bahan bangunan yang terdiri dari agregat seperti split, krikil, pasir dan sebagainya yang diberi bahan pengikat aspal.

Hasil penelitian ini hanya akan berlaku untuk jenis Beton Aspal, jenis bahan dan spesifikasi agregat seperti yang diteliti pada penelitian ini.

1.3. Faedah Penelitian.

Untuk memperoleh konstruksi jalan yang baik, sesuai dengan kebutuhan dan keadaan alam, maka perlu dilakukan kajian, pertimbangan perencanaan dan perancangan yang matang dan teliti sehingga terarah dan sampai pada tujuan semula. Disamping dalam pelaksanaan pekerjaan perlu pengawasan pelaksanaan yang seksama, ketat dan terus menerus.

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat memberi gambaran penggunaan Beton Aspal dengan bahan pengikat Asbuton Mikro dan Asbuton Modifier pada suatu lapis perkerasan dengan pengerjaan dingin dan panas.

1.4. Lingkup Penelitian

Untuk menyederhanakan masalah agar tujuan utama dan penelitian ini tercapai perlu membuat batasan lingkup penelitian sebagai berikut:

a. Dari hasil yang terjadi tiap 2 benda uji diambil-rata-rata.

b. Jumlah tumbukan yang diberikan pada beton aspal sebanyak 2 x 75 kali, adalah jumlah tumbukan optimum untuk jalur lalulintas berat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Lapis Asbuton Agregat.

Lapis Asbuton agregat (LASBUTAG) merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran antara agregat, asbuton dan bahan pelunak/peremaja yang diaduk, dihampar dan dipadatkan, gradasi campuran dari lasbutag memiliki gradasi menerus dan merupakan lapis perkerasan yang memiliki nilai struktural, yaitu sebagai lapisan yang menahan dan menyebarkan beban roda dan stabilitas terjadi dari hasil geseran antar butir, penguncian antar partikel dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal.

Akibat pemadatan oleh alat pemadat dan beban lalu lintas, asbuton akan mengisi celah-celah agregat dan mengadakan pelekatan satu dengan lainnya.

Menurut Petunjuk Pelaksanaan Lapis Asbuton Agregat (Lasbutag) terbitan Dirjen Bina Marga nomor : 09/PT/B/1983, lasbutag mempunyai sifat :

a. Kedap air
b. Pencapaian kestabilan dipengaruhi oleh volume lalu lintas dan cuaca (dikarenakan proses peremajaan bitumen Asbuton).
c. Mempunyai nilai Struktural.
d. Cukup kenyal.

Lasbutag mempunyai fungsi :

a. Sebagai lapis permukaan atau lapis aus.

b. Untuk melindungi lapis dibawahnya dari pengaruh air dan cuaca.

c. Mendukung lalulintas.

d. Menyediakan permukaan jalan yang rata dan tidak licin.

Asbuton yang dipergunakan dalam lasbutag konvensional (sesuai dengan petunjuk pelaksanaan Bina Marga, No. 09/PT/B/1983) mempunyai sifat fisik yaitu, berbentuk butiran, bongkahan dan mempunyai kadar bitumen yang tidak teratur (non homogen). Dalam pelaksanaan pencampuran bongkahan Asbuton dipecah-pecah menjadi butiran. Campuran beton aspal ini memerlukan pemeraman 3 x 24 jam.

2.2. Aspal Alam

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Hidrokarbon adalah bahan dasar utama dari aspal yang umum disebut bitumen, sehingga aspal sering disebut bitumen. Aspal yang umum dipergunakan saat ini terutama berasal dari salah satu hasil destilasi minyak bumi dan disamping itu mulai banyak pula dipergunakan aspal alam (Silvia Sukirman, tahun 1992).

Aspal alam (Natural asphalt) terbentuk oleh suatu proses alam yaitu, naiknya minyak bumi di permukaan bumi melalui patahan dalam permukaan bumi dimana sinar matahari dan angin mengakibatkan minyak ringan (lighter oil) menguap meninggalkan bagian minyak bumi yang memiliki berat jenis lebih besar, sehingga bagian yang berat (aspal) yang tertinggal. Bahan-bahan yang biasanya ditemukan merupakan bahan yang terkombinasi dengan suatu prosentase material lain seperti tanah liat, kapur, pasir dan lain-lain, yang sangat tinggi "Natural asphalt" biasa disebut juga "Native asphalt". (S.B. Seghal, tahun 1980).

Fungsi aspal/bitumen yang biasa disebut sebagai pengikat (Binders), jika digunakan dalam kombinasi dengan batuan mineral (agregat) memiliki sejumlah fungsi. Berbagai tujuan yang hendak dicapai dengan menggunakan bahan pengikat aspal (a bitumen binder) pada konstruksi lapis perkerasan adalah sebagai berikut :

1. Bertindak sebagai alas untuk lapis permukaan dan menyerap beban lalulintas. Gerakan pengikisan oleh roda kendaraan juga ditahan oleh ikatan dari bahan pengikat, sehingga penggunaan bahan pengikat memperpanjang usia lapis perkerasan
2. Bersama-sama dengan agregat menjadikan suatu lapisan kedap air yang menahan air menembus ke lapisan di bawahnya (berfungsi sebagai penahan).

3. Mengikat partikel-partikel permukaan, sehingga pelepasan partikel-partikel oleh gaya hisap dari roda kendaraan dapat ditahan.
4. Sebagai lapisan yang melindungi terhadap cuaca, seperti angin dan matahari sehingga menjadikan usia lapis perkerasan semakin lama.

(Ros. SS, tahun 1988)

2.3. Asbuton Mikro.

Batuan beraspal/Rock Asphalt adalah bahan batuan yang poreous dan mudah diresapi oleh aspal. Simpanan batu kapur atau pasir kadang-kadang ditemukan bersamaan dengan bahan baku aspal. Kandungan ini biasanya membentuk bahan baku konstruksi jalan yang bagus. Pengalaman di USA, Prancis dan negara yang lain menunjukkan bahwa permukaan jalan yang dirancang dengan bahan baku ini sangat tahan lama dan stabil. (S.B. Seghal, tahun 1980).

Kadar aspal yang terkandung dalam Asbuton (kadar bitumen) sangat bervariasi mulai dari 10% - 35% dan memiliki kadar air, ukuran asli, serta kandungan mineral yang beraneka ragam. Hal ini dapat dipahami karena terbentuknya Asbuton adalah proses alam. Asbuton memiliki sifat-sifat mekanis yang dipengaruhi oleh panas (temperatur), sampai suhu 30°C, Asbuton bersifat rapuh dan mudah dipecah. Antara suhu 30°C - 60°C bersifat plastis dan sukar dipecah (bila dipukul akan menjadi lempengan).

Batuan dalam Asbuton terdiri dari bermacam-macam mineral antara lain :

$Ca\ CO_3$	81,62 - 85,27 %
$Mg\ CO_3$	1,92 - 2,25 %
$Ca\ SO_4$	1,25 - 1,70 %
Ca S	1,17 - 0,33 %
Air Hablur	1,30 - 2,16 %
$Si\ O_2$	6,95 - 8,25 %
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	2,15 - 2,84 %
Sisa	0,83 - 1,12 %

(Dalimin BRE, Konstruksi Asbuton)

Asbuton Mikro adalah hasil pengolahan dari Aspal Buton yang telah diproses di pabrik PT. Amerta Margayasa Aspal menjadi bubuk halus, relatif kering dan dikemas dalam kantong sehingga didapatkan bahan konstruksi yang memiliki standarisasi tertentu.

Karakteristik Asbuton Mikro adalah sebagai berikut :

- Kadar aspal min 20 %
- Variasi kadar aspal ± 0,2 %
- Kadar air 2 %
- Ukuran butir 0,5 mm
- Kantong kemasan 40 kg

(Sumber PT. AMA)

Sifat-sifat dan keuntungan penggunaan Asbuton Mikro pada campuran dingin antara lain sebagai berikut :

- Kadar aspalnya konsisten sehingga dapat dikatakan homogen.
- Penggunaanya mudah dan persiapannya sederhana
- Tidak diperlukan pemeraman.
- Tidak terjadi pengotoran lingkungan/polusi.
- Mengurangi Aspal Import (Aspal Semen) yang berarti pula dapat menghemat devisa negara.
- Menggunakan sumber kekayaan negara secara lebih rasional.

(Sumber PT. AMA)

2.4. Asbuton-Modifier

Bahan utama sebagai campuran Asbuton-Mikro ini ialah Asbuton-Modifier. Yang berfungsi seperti flux asbuton yaitu sebagai bahan pelunak atau peremaja bitumen dalam Asbuton dan menambah jumlah bitumen sehingga mencapai kadar tertentu yang cukup untuk memberi ikatan suatu lapis perkerasan. Asbuton-Modifier hasil produksi PT. Amerta Margayasa Aspal terbuat dari: Minyak residu (*Bunker fuel oil*), aspal minyak, dan suatu *additive* (bahan tambah), dan komposisinya diatur sedemikian rupa sehingga dihasilkan modifier untuk Asbuton-Mikro yang dapat menghasilkan suatu campuran beton aspal dengan hasil kerja optimum.

Sebelum dihasilkan Asbuton-Mikro, penggunaan Asbuton yang keras dan berupa batuan porous (banyak rongga-rongga) misalnya: batu kapur, dengan ukuran butir tertentu sehingga dapat diresapi cairan Flux Asbuton dan bitumen Asbuton akan menjadi lembek/remaja. Flux Asbuton diperoleh dari hasil destilasi vacuum residu (destilasi pertama) yang dibuat dari Asphaltic Base Crude Oil, sehingga komposisi flux Asbuton terdiri dari Maltene + Solvent (minyak berat) + bitumen (aspal murni). Untuk penggunaan flux Asbuton dalam campuran Lapis Asbuton Agregat (lasbutag), Bina Marga memberikan spesifikasi untuk flux asbuton (flux oil) (No. 09/PT/B1983, LASBUTAG) seperti tabel 2.1. berikut ini :

Tabel 2.1. : Spesifikasi flux-oil.

No.	Jenis Sifat-sifat	Flux Asbuton		Satuan
		Min	Max	
1.	Viskositas pada 25°C	120	340	saybolt furol / detik
2.	Berat jenis pada 25°C	0,945	-	gr/cm^3
3.	Destilasi pada 315°C	5,20	-	% isi semula
4.	Sisa destilasi pada 360°C	23,1	70	% isi semula
5.	Titik nyala	122	-	°C

Penggunaan Asbuton Modifier dalam pelaksanaan beton aspal dengan bahan ikat Asbuton Mikro dan Asbuton Modifier adalah Asbuton Modifier dicampurkan pada saat pengadukan campuran berlangsung.

Proses pencampuran ini harus benar-benar rata dan homogen sehingga Asbuton Modifier cukup untuk menyelimuti seluruh material dalam campuran beton aspal, sehingga fungsi asbuton Modifier disamping melunakkan bitumen Asbuton Mikro juga memberikan ikatan awal pada lapis perkerasan dapat tercapai. Hal ini cukup memerlukan waktu pencampuran relatif lama untuk dapat memberikan campuran Asbuton Mikro dan Asbuton Modifier yang benar-benar homogen.

(Arif Nugroho, tahun 1986)

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Lapis Perkerasan Jalan

Lapisan perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang terdiri dari lapisan permukaan dan lapisan pondasi (base course) terletak di atas tanah dasar yang dipadatkan dan berfungsi mendukung beban lalulintas, yang kemudian menyebarkan ke tanah dasar (sub-grade). Hal ini dimaksudkan agar tanah dasar tidak menerima beban yang melebihi daya dukung tanah yang dijinkan. Lapis perkerasan dengan bahan ikat aspal dikatakan baik apabila memiliki stabilitas tinggi, fleksibilitas tinggi, daya tahan (durabilitas) tinggi, tahanan gesek (skid resistance) baik dan workability tinggi.

Kelima sifat di atas dapat dimaksimalkan bersama-sama karena membutuhkan kondisi yang saling berlawanan dan yang dapat diusahakan adalah memperoleh harga optimum dari kelima karakteristik dengan cara mengadakan kompromi diantara kondisi-kondisi yang menentukan.

3.1.1. Stabilitas

Stabilitas adalah ketahanan lapis keras untuk tidak berubah bentuk melawan deformasi yang diakibatkan oleh beban lalulintas.

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

Beberapa variabel yang mempunyai hubungan terhadap stabilitas lapis perkerasan antara lain adalah *gaya gesek, kohesi dan inersia*. Gaya gesek sendiri tergantung pada tekstur permukaan, gradasi dari batuan (agregat), bentuk batuan, kerapatan campuran dan kuantitas dari aspal. Hal ini kemudian dikombinasikan dengan kemampuan saling mengunci dari agregat dalam campuran. Kohesi adalah sifat daya rekat dari masing-masing partikel bahan lapis keras. Kohesi batuan akan tercermin dari sifat kekerasannya sedangkan kohesi campuran sangat tergantung dari gradasi agregat, kerapatan campuran disamping daya adhesi dari aspal dan batuannya itu sendiri. Inersia merupakan kemampuan lapis keras untuk menahan perpindahan tempat (*Resistance to Displacement*) yang mungkin terjadi akibat beban-beban lalu lintas baik karena besarnya beban maupun jangka waktu/rata-rata pembebanan.

Untuk memperoleh stabilitas yang tinggi diusahakan dengan menggunakan, agregat dengan gradasi rapat (*dense graded*), *agregat* dengan permukaan kasar, *agregat* yang keras, *agregat* berbentuk kubus, aspal dengan penetrasi rendah dan jumlah aspal yang mencukupi untuk ikatan antar butir.

Memaksimalkan stabilitas berarti dapat menurunkan fleksibilitas dan sifat kinerja, dengan gradasi rapat dan saling mengunci perkerasan akan kaku, *agregat* yang permukaannya kasar dan bersudut tajam sukar untuk digeser satu dengan yang lain.(Silvia Sukirman, tahun 1992)

3.1.2. Fleksibilitas

Fleksibilitas pada lapis keras adalah kemampuan lapisan untuk menyesuaikan diri mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalulintas dan pengaruh lapisan yang ada di bawahnya seperti base, sub base dan sub grade termasuk *settlement* (penurunan) yang cukup tinggi, tanpa terjadi pecah-pecah. (*Fatigue Resistance*).

Fleksibilitas yang tinggi dapat diadakan dengan jalan memberi kadar aspal yang tinggi, menggunakan gradasi timpang (*Gap Graded*) sehingga diperoleh rongga antar butiran agregat yang besar dan digunakan aspal dengan penetrasi tinggi (aspal lunak).

3.1.3. Durabilitas

Durabilitas (keawetan/daya tahan) diperlukan pada lapis keras sehingga lapisan mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu ataupun keausan akibat beban lalulintas. Durabilitas yang baik pada suatu lapis perkerasan dapat dicapai dengan memberi kadar aspal yang tinggi, gradasi batuan yang rapat dan pemadatan yang sempurna hingga campuran mempunyai permeabilitas rendah. (Silvia Sukirman, 1992)

Dengan memberikan kadar aspal yang tinggi maka akan bertambah tebal film/selimut aspal yang melindungi tiap-tiap butir batuan dan mengurangi pori-pori yang ada dalam campuran, sehingga air dan udara sukar masuk ke dalam perkerasan. Tetapi kadar aspal yang tinggi hingga di atas kadar aspal optimum akan mengakibatkan stabilitasnya menurun.

3.1.4. Kekesatan

Kekesatan (*Skid Resistance*) adalah kemampuan lapis permukaan pada lapis perkerasan untuk memberikan kekesatan yang cukup hingga mencegah terjadinya slip dan tergelincirnya roda kendaraan baik diwaktu hujan (basah) maupun diwaktu kering. Faktor-faktor yang menyebabkan lapis permukaan mempunyai tahanan gesek yang tinggi adalah dengan menggunakan agregat dengan permukaan kasar, berbentuk kubus dan pemberian aspal yang optimum. Faktor yang tidak boleh diabaikan adalah rongga udara yang cukup dalam campuran perkerasan, sehingga bila terjadi kenaikan suhu yang cukup tinggi dan pemampatan lapisan akibat beban lalu lintas aspal tidak terdesak keluar (*bleeding*) sehingga lapis permukaan tidak menjadi licin.

3.1.5. Workability

Yang dimaksud *Workability* (kemudahan pelaksanaan) adalah mudahnya suatu campuran untuk dihamparkan dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan. Suatu campuran yang kaku akan mengalami kesulitan untuk dihamparkan dan sukar dipadatkan dengan baik di lapangan. Faktor yang mempengaruhi kemudahan dalam pelaksanaan adalah : gradasi agregat (agregat bergradasi baik lebih mudah dilaksanakan), kandungan bahan pengisi (filler) yang tinggi menyebabkan pelaksanaan lebih sukar, kadar aspal yang tinggi akan memudahkan pengerjaan dan menggunakan aspal pada saat pengerjaan memiliki viscositas rendah (encer).

3.2. Bahan Penyusun lapis Perkerasan.

Untuk mendapatkan lapis perkerasan yang berkualitas tentu saja diperlukan bahan konstruksi penyusun campuran perkerasan yang berkualitas pula. Bahan penyusun utama lapis perkerasan adalah agregat dan aspal sebagai bahan ikat/pengikat.

3.2.1. Agregat

Aspal dalam perkerasan selalu dicampur dengan batuan (agregat). Dalam campuran beton aspal (aspal + batuan) pada umumnya jumlah batuan merupakan bagian yang besarnya 90%-95% dari berat campuran, dan antara 75%-85% jika diukur dengan volume campuran. Lagipula batuan (agregat) merupakan bagian utama yang harus menanggung pemikulan beban dalam campuran aspal (lapis perkerasan). (Silvia Sukirman, tahun 1992)

a. Ukuran dan Gradasi

Berdasarkan ukurannya agregat dikelompokkan dalam 4 fraksi (The Asphalt Insitute, 1983) yaitu :

1. Agregat kasar yaitu batuan yang tertahan saringan no. 8 (2,36 mm).
2. Agregat halus yaitu batuan yang lolos dari saringan no. 8 (2,36 mm).
3. Mineral pengisi (filler), fraksi dari agregat halus yang lolos saringan no. 30 (0,60 mm).

4. Mineral debu, fraksi dari agregat halus yang lolos saringan no. 200 (0,075 mm).

Untuk mendapatkan gradasi batuan sesuai dengan persyaratan Lasbutag digunakan beberapa ukuran saringan yaitu : 3/4", 1/2", 3/8", no. 4, no. 8, no. 30, no. 50, no. 200 dan pan.

Gradasi merupakan pembagian ukuran butir berdasarkan spesifikasi untuk Lasbutag dari Bina Marga dalam Petunjuk Pelaksanaan Lapis Asbuton Agregat (Lasbutag). Seperti terlihat pada tabel 3.1 dibawah ini :

Tabel 3.1 : Persyaratan Gradasi campuran

Saringan (mm) / (inch)	Persentase lolos	
	Tipe A	Tipe B
25,4 (1")	100	-
19,0 (3/4")	85 - 100	100
9,51 (3/8")	56 - 78	74 - 92
4,76 (No.4)	38 - 60	48 - 70
2,38 (No.8)	27 - 47	33 - 53
0,595 (No 30)	13 - 28	15 - 30
0,297 (No.50)	9 - 20	10 - 20
0,074 (No.200)	4 - 8	4 - 9

Catatan :

Tipe A untuk tebal lapisan 5 cm.

Tipe B untuk tebal lapisan 3 cm.

Sumber : Lasbutag, No. 09/PT/B/1983.

b. Kebersihan

Agregat yang mengandung partikel-partikel yang dapat mengurangi daya lekat aspal terhadap batuan misalnya seperti lumpur, tumbuh-tumbuhan dan sebagainya harus disingkirkan.

c. Kekuatan dan Kekerasan

Agregat dalam campuran lapis keras memegang peranan utama dalam mendukung stabilitas, oleh karena itu agregat harus kuat dan keras sehingga tidak hancur/pecah oleh pengaruh mekanis ataupun kimia. Kekuatan dan kekerasan agregat terhadap pengaruh mekanis akibat gaya yang diberikan pada waktu penimbunan, pemadatan ataupun oleh beban lalulintas diperiksa dengan menggunakan percobaan Abrasi Los Angeles.

Nilai abrasi tinggi menunjukkan banyaknya benda uji yang hancur akibat putaran alat yang mengakibatkan tumbukan dan gesekan antar partikel dengan bola-bola baja, Nilai abrasi > 40%, menunjukkan agregat tidak mempunyai kekerasan cukup untuk digunakan sebagai bahan/material lapisan perkerasan. Nilai abrasi < 30 %, baik sebagai bahan lapis penutup, Nilai abrasi < 40 %, baik sebagai bahan lapis permukaan dan lapisan pondasi atas. Nilai abrasi < 50 %, dapat dipergunakan sebagai lapisan lebih bawah. (Silvia Sukirman, tahun 1992)

d. Bentuk dan tekstur permukaan.

Bentuk dan tekstur agregat mempengaruhi stabilitas dari lapis perkerasan yang dibentuk oleh agregat tersebut. Kemampuan saling mengunci batuan yang tinggi akan menghasilkan kestabilan yang lebih besar dan lebih tahan terhadap deformasi yang timbul. Bentuk butiran batuan yang menyerupai kubus dan bersudut tajam memberikan kemampuan saling mengunci yang tinggi dan mempunyai bidang kontak yang lebih luas dibanding dengan bentuk bulat. Butiran bulat biasanya digunakan sebagai filler.

Gesekan yang timbul antar partikel menentukan juga stabilitas dan daya dukung dari lapisan perkerasan, besarnya gesekan dipengaruhi oleh jenis permukaan agregat. Selain itu tekstur kasar memberikan juga adhesi yang lebih baik antara aspal dan batuan.

3.2.2. Aspal

Aspal yang umum juga disebut bitumen didefinisikan sebagai material berwarna coklat tua hingga hitam, semi padat atau padat yang tersusun dari "*asphaltenes*" dan "*malteness*" dan konsistensinya (viskositasnya) akan berubah dengan berubahnya temperatur.

Karakteristik aspal yang dominan pengaruhnya terhadap perilaku lapis keras adalah sifat termoplastis dan sifat keawetan.

a. Pengaruh Temperatur

Aspal termasuk bahan yang termoplastik karena konsistensinya akan berubah-ubah sesuai temperatur. Pada suhu tinggi viscositas aspal rendah (cair).

Sehingga mampu menyelimuti batuan secara merata (pada campuran Hot-Mix).

b. Daya tahan aspal (Durability).

Durabilitas dari pada aspal adalah daya tahan aspal untuk mempertahankan sifat aslinya terhadap perubahan yang diakibatkan oleh pengaruh cuaca maupun *Processing*. Sifat daya tahan yang paling utama adalah daya tahan terhadap pergeseran, faktor-faktor yang berpengaruh atas terjadinya pergeseran yang sesuai jalannya waktu, antara lain :

1. Oksidasi. Adalah reaksi antara oksigen dan aspal. Pada suhu tinggi aspal yang ditiupi udara akan memberi sifat tidak begitu terpengaruh oleh oksidasi. Tetapi pada temperatur biasa, efek oksidasi akan memberikan suatu lapis film yang keras pada permukaannya, jikalau terjadi retak-retak maka oksidasi akan terjadi lagi pada lapis di bawahnya demikian seterusnya.
2. Daya Penguapan (Volatility). Proses penguapan pada aspal dipengaruhi penambahan suhu dan pengadukan yang kuat saat pelaksanaan konstruksi. Penguapan terjadi pada bagian dari aspal yang berat molekulnya terendah sehingga aspal jadi mengeras.

3.3. Pencampuran Bahan Lapis Keras.

Untuk mendapatkan lapis keras yang berkualitas baik maka campuran antara batuan dan aspal harus benar-benar merata. Merata dimaksudkan bahwa aspal dapat tercampur merata dalam adukan sehingga tiap-tiap butir batuan dari ukuran terbesar sampai yang ukuran terkecil terselimuti oleh selaput/film aspal, untuk itu pada campuran dingin aspal yang digunakan harus memiliki keenceran yang cukup hingga memungkinkan aspal dapat merata menyelimuti batuan. Aspal yang digunakan adalah : aspal cair, aspal emulsi atau asbuton ditambah bahan pelunak/peremaja. Umumnya bila digunakan aspal cair dan asbuton, batuan dikehendaki dalam keadaan kering, sedang bila digunakan aspal emulsi batuan yang digunakan dapat kering, lembab atau basah.

Istilah pencampuran dingin didalam pencampuran beton aspal bisa jadi tidak cocok. Pemanasan kadang-kadang dibutuhkan didalam tipe pencampuran ini. Tetapi suhu yang diperlukan untuk campuran beton aspal yang akan digunakan lapis perkerasan jauh lebih rendah daripada suhu yang diperlukan atau digunakan dalam tipe pencampuran secara panas (Hot-Mix). (S.B. Seghal, tahun 1980)

3.4. Kadar Aspal Dalam Campuran

Aspal dalam campuran berfungsi sebagai bahan ikat antar agregat. Semakin tinggi kadar aspal dalam campuran akan semakin rapat karena rongga dalam campuran dapat terisi oleh aspal.

Sebaliknya bila kadar aspal terlalu sedikit maka campuran akan kurang rapat karena banyaknya rongga yang masih kosong sehingga tingkat kekedapan terhadap air dan udara akan rendah serta lapis keras yang dihasilkan rapuh sehingga mudah disintegrasi. Oleh karena itu jumlah aspal yang dibutuhkan secukupnya saja menurut kebutuhan, jangan kurang dan jangan lebih. Sebab aspal yang berlebihan hingga diatas nilai optimum dapat menimbulkan kerusakan lapis perkerasan seperti: akibat kegemukan (bleeding/flushing), keriting (corrugation), singkur (shoving). Hal ini jelas merugikan sehingga perlu dicari kadar aspal optimum.

3.5. Pemeriksaan Dengan Alat Marshall.

Perilaku beton aspal dapat diperkirakan dengan menggunakan alat pemeriksaan Marshall. Dari pemeriksaan Marshall di dapat nilai stabilitas dan besar flow (kelelehan plastis) dari beton aspal.

Kelelehan plastis adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam milimeter atau 0,01".

Ketahanan (stabilitas) adalah kemampuan campuran aspal dan agregat untuk menerima beban sampai terjadi kelelehan plastis yang dinyatakan dalam kilogram atau pound.

Persyaratan test Marshall Lasbutag (Bina Marga).

Jenis Pemeriksaan	Min	Max
1. Stabilitas (Kg)	300	
2. Kelelehan (mm)	2,5	5

Sedangkan untuk persyaratan VITM (Void In The Mix), peneliti memakai persyaratan dari LASTON (Lapis Aspal Beton) No. 13/PT/B/1983 yaitu antara 3% sampai 5%.

BAB IV

HIPOTESIS

Aspal dalam fungsinya sebagai bahan pengikat akan besar sekali pengaruhnya terhadap campuran aspal dan batuan (beton aspal). Dalam penelitian ini bahan pengikat dalam campuran diberikan dari Asbuton Mikro dan Asbuton Modifier.

Suhu pemadatan akan sangat berpengaruh terhadap stabilitas campuran, sesuai dengan salah satu karakteristik aspal yaitu termoplastis, maka dengan memberikan panas yang berbeda akan menghasilkan stabilitas yang berbeda yang dimiliki campuran. Semakin tinggi suhu yang diberikan akan dihasilkan stabilitas yang semakin tinggi.

Dengan kondisi Asbuton Mikro yang memiliki butiran kecil (0,5 mm), konsistensinya seragam (homogen) maka akan didapatkan, penggunaan yang mudah dan penyelimutan oleh Asbuton Modifier terhadap Asbuton Mikro akan merata sehingga pelunakan terhadap bitumen dari Asbuton Mikro dan proses pengikatan serta terjadinya bitumen pengikat ("binders") akan lebih cepat dan merata ("homogen"). Kondisi tersebut dibandingkan terhadap Lasbutag konvensional (seperti pada Petunjuk Pelaksanaan Lapis Asbuton Agregat, Bina Marga No. 09/PT/B/1983).

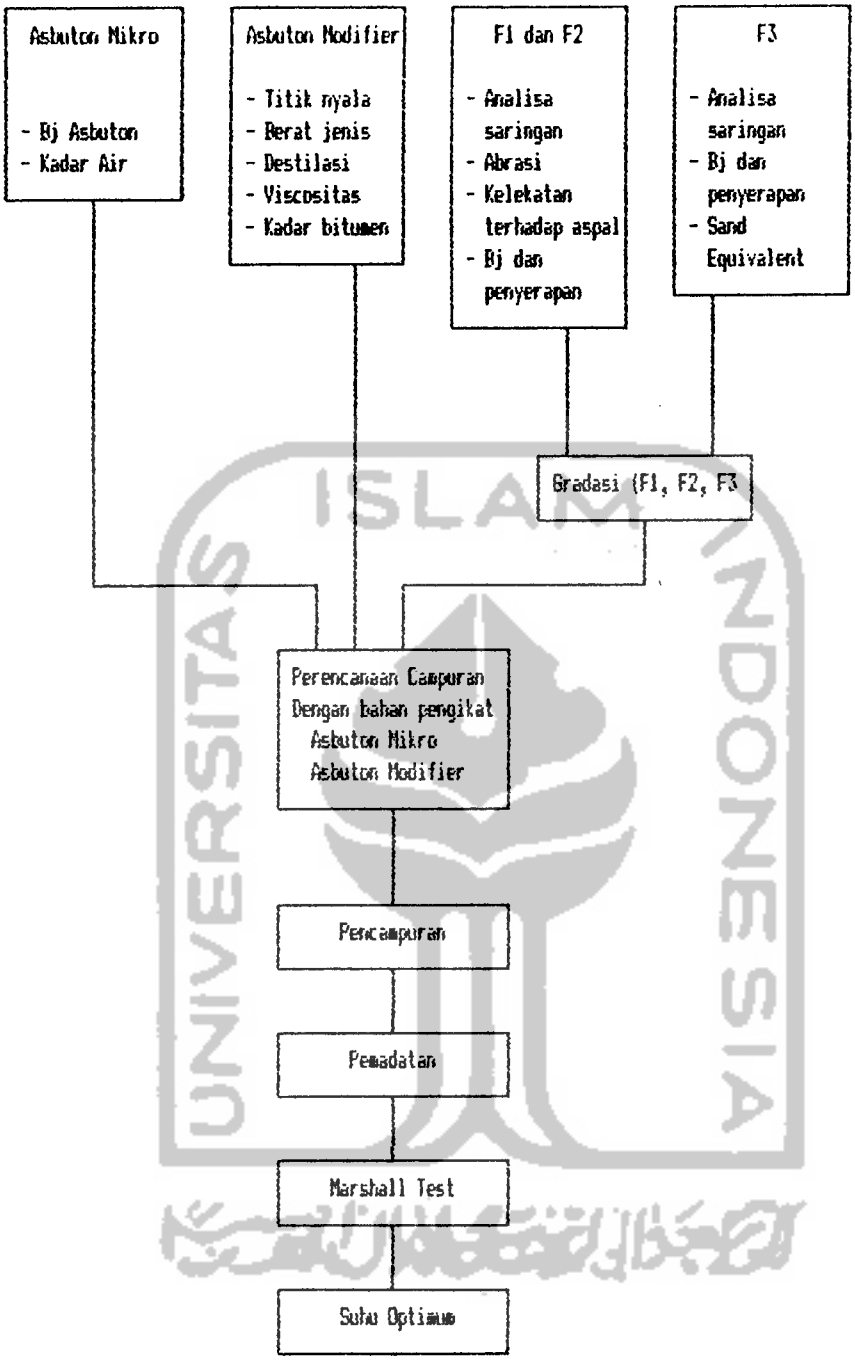
BAB V

CARA PENELITIAN

5.1. Umum

Tahap awal yang dilaksanakan pada penelitian ini adalah menentukan kadar Asbuton Modifier optimum dengan kadar bitumen dari Asbuton Mikro ditetapkan sebesar ± 3,25%. Dan untuk pelaksanaan diberikan banyaknya Asbuton "Mikro B25" sebesar 13% dari campuran total. Cara tersebut atas dasar petunjuk pelaksanaan dari produsen (PT. Amerta Margayasa Aspal). Bagan 5.1. menunjukkan cara penelitian pembuatan benda uji/briket beton aspal dengan kondisi pencampuran dan pemadatan pada suhu 35°C, 50°C dan 160°C.

Dalam penelitian ini standar yang digunakan adalah standar ASTM, AASHTO, Bina Marga dan Standar dari produsen.



Gambar 5.1. Alur penelitian benda uji dengan kondisi, pencampuran dan pemadatan pada suhu 35°C,50°C dan 160°C.

5.2. Agregat

Untuk penelitian ini bahan konstruksi agregat yang dipergunakan adalah hasil dari pemecah batu (Stone crusher) milik PT. PERWITA KARYA yang berasal dari Clereng, Kulonprogo.

Agregat yang dipergunakan berupa fraksi butiran, yang menurut fraksinya dapat dibagi menjadi fraksi kasar fraksi sedang dan fraksi halus.

5.2.1. Fraksi Kasar F1

Pemeriksaan yang dilaksanakan terhadap fraksi kasar yaitu :

- Abrasi (PB-0206-76)
- Analisa saringan agregat (PB-0201-76)
- Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar (PB-0202-76)
- Pemeriksaan kelekatan agregat terhadap aspal (AASHTO-T-182-82)

5.2.2. Fraksi Sedang F2

Pemeriksaan yang dilaksanakan terhadap fraksi sedang yaitu :

- Analisa saringan agregat (PB-0201-76)
- Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar (PB-0202-76).

Hasil pengujian agregat dan persyaratan Bina Marga LASBUTAG No.09/PT/B/1983, dapat dilihat pada tabel 5.1 dan 5.2. berikut ini :

Tabel 5.1. Hasil Pemeriksaan dan Persyaratan Bahan

Agregat kasar (F1 dan F2)

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat	Hasil Penelitian
1.	Keausan dengan mesin Los Angles	max 40%	29,75%
2.	Kelekatan agregat	> 95%	> 95%
3.	Penyerapan agregat terhadap air	max 3%	1,35
4.	B.J. Semu (gr/cc)	min 2,5	2,65

Tabel 5.2. Hasil Pemeriksaan dan Persyaratan Bahan

Agregat halus (F3)

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat	Hasil Penelitian
1.	BJ Semu (gr/cc)	min 2,5	2,75
2.	Penyerapan agregat terhadap air	maks 3%	2,67%
3.	Nilai Sand Equivalent	min 50%	64%

5.2.3. Fraksi Halus F3

Pemeriksaan yang dilaksanakan terhadap fraksi halus yaitu :

- Analisa saringan agregat (PB-0201-76)
- Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus (PB-0203-76).
- Pemeriksaan Sand Equivalent (AASHTO-T-176)

5.3. Asbuton Mikro

Besar ukuran butir maksimum yang digunakan adalah butir yang lolos saringan No. 30 (0,595 mm).

Pemeriksaan yang dilaksanakan terhadap Asbuton Mikro yaitu :

- Penyaringan butiran dengan saringan No. 30
- Pemeriksaan berat jenis Asbuton Mikro (ASTM-D-854-58)
- Pemeriksaan kadar bitumen (ASTM-D-2172-81)
- Pemeriksaan kadar air (ASTM-D-95-76)

Pemeriksaan kadar bitumen dalam Asbuton Mikro digunakan bahan pelarut CCL4.

Hasil pengujian asbuton mikro dan persyaratan Bina Marga LASBUTAG No.09/PT/B/1983, dapat dilihat pada tabel 5.3. berikut ini :

Tabel 5.3. Hasil Pemeriksaan dan Persyaratan Asbuton Mikro

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat	Hasil Penelitian
1.	Kadar bitumen	min 20%	25%
2.	Kadar air	± 2%	-
3.	Ukuran butir	0,5 mm	0,595
4.	Berat jenis		1,62 gr/cc

5.4. Asbuton Modifier

Bahan pelunak yang diperlukan oleh bitumen dari Asbuton Mikro dalam penelitian ini, digunakan Asbuton Modifier. Sebagai acuan standar Asbuton Modifier digunakan persyaratan Flux Asbuton dari Bina Marga. Hal ini dilakukan oleh peneliti karena hingga penelitian ini dilaksanakan Bina Marga belum menerbitkan spesifikasi Bahan pelunak dan Bahan penambah bitumen (Asbuton Modifier) untuk Asbuton Mikro.

Pemeriksaan yang dilaksanakan terhadap Asbuton Modifier :

- Pemeriksaan berat jenis (PA-0307-76)
- Pemeriksaan destilasi (PA-0310-76)
- Pemeriksaan viscositas (ASTM-D-88-56)
- Pemeriksaan titik nyala (PA-0303-76)
- Pemeriksaan kadar bitumen (ASTM-D-243-76)
- Pemeriksaan kadar air (PA-0311-76)

Untuk mendapatkan atau mengetahui besar kandungan bitumen dari Asbuton Modifier secara pasti adalah sulit. Dari referensi yang ada disebutkan bahwa sebagai pendekatan untuk menetapkan besar kandungan bitumen dalam Asbuton Modifier dapat dilaksanakan pemeriksaan kadar bitumen ASTM-D-243-36 (Krebs RD and RD Walker) secara garis besar dengan cara melakukan destilasi dan penguapan terhadap benda uji sedemikian rupa hingga sisa destilasi dan penguapan mempunyai Penetrasi ± 100. Hasil sisa tersebut dianggap sebagai bitumen setara dengan bitumen

pada AC (Asphalt Cement). Pada penelitian ini didapatkan kadar bitumen dalam Asbuton Modifier sebesar 75%.

Hasil pemeriksaan asbuton modifier dan persyaratan flux oil dari Bina Marga LASBUTAG No.09/PT/B/1983, bisa dilihat pada tabel 5.4. berikut ini :

Tabel 5.4. Persyaratan Flux oil dan Hasil Pemeriksaan Asbuton Modifier

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat		Hasil Penelitian
		Min	Max	
1.	Viskositas pada 25°C (Sayboltfurol/dt	120	340	191
2.	Berat jenis pada 25°C	0,945	-	0,9705
3.	Destilasi pada 315°C	5,20	-	36%
4.	Sisa destilasi 360°C	23,1	70	64%
5.	Titik nyala (elevelend cup)°C	122	-	123
6.	Kadar bitumen	35%		75%

5.5. Perencanaan Campuran dan Kadar Asbuton Modifier Optimum

5.5.1. Perencanaan gradasi agregat campuran

Gradasi dan distribusi butir agregat direncanakan berdasarkan spesifikasi tipe B dari Bina Marga dalam Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Buton Agregat (Lasbutag No. 09/PT/B/1983) dan gradasi agregat tipe XI dari Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston No.13/PT/B/1983).

Gradasi campuran diperoleh dengan cara grafis yang terdiri atas 3 (tiga) fraksi penyusun (F1, F2 dan F3).

Sebagai dasar untuk syarat campuran agregat dapat dilihat spesifikasi pada tabel 5.5. berikut ini :

Tabel 5.5. Spesifikasi gradasi campuran agregat

Ukuran saringan (inch/mm)	% Berat lewat saringan (syarat)	Gradasi Camp (%)
3/4" (19,0)	100	100
3/8" (9,51)	74 - 92	77,50
No. 4 (4,76)	48 - 70	69,77
No. 8 (2,38)	33 - 53	33,21
No. 30 (0,595)	15 - 30	16,93
No. 50 (0,297)	10 - 20	13,32
No. 200 (0,074)	4 - 9	5,30

Dari hasil pemeriksaan analisa saringan F1 (Fraksi kasar), F2 (Fraksi sedang) dan F3 (fraksi halus). Kemudian dibuat rencana campuran agregat dengan cara grafis dengan spesifikasi sesuai tabel di atas (Tabel 5.5), perhitungan dan rencana analisa campuran agregat terlampir dalam lampiran nomor 1 B.

5.5.2. Kadar Bitumen Optimum

Upaya untuk mendapatkan kadar bitumen optimum adalah tahapan yang sangat penting dalam serangkaian kegiatan untuk merencanakan campuran yang baik. Dalam penelitian ini untuk mendapatkan kadar bitumen optimum menggunakan metode pengujian stabilitas dan Flow (Marshall Test) terhadap briket beton aspal.

Untuk pelaksanaan diberikan banyaknya "Asbuton Mikro B-25" sebesar 13% dari campuran total, sehingga kadar bitumen dari Asbuton Mikro sebesar :

13% x 25% x 100% = 3,25%

Keterangan:

13 % = banyaknya asbuton mikro dalam campuran total

25 % = kadar bitumen asbuton mikro

100% = Jumlah campuran total

3,25%= kadar bitumen asbuton mikro dalam campuran total.

Dengan demikian langkah penelitian penentuan kadar bitumen optimum ini adalah penentuan kadar Asbuton Modifier optimum. Dari pedoman/acuan dari Bina Marga beton aspal dengan bahan ikat dari Asbuton Mikro dan Asbuton Modifier (LASBUTAG) penentuan kadar aspal ditentukan dan dipertimbangkan atas hasil test terhadap Stabilitas dan Flow.

Pemadatan dilaksanakan pada suhu campuran 50°C, dengan cara memanaskan campuran diatas hot plate sampai temperatur 50°C merata. Hal ini mengacu terhadap suhu pemadatan untuk menentukan kadar modifier optimum yang dilaksanakan oleh Produsen (PT. AMA). Disamping itu dalam menentukan kadar modifier optimum peneliti juga memakai suhu pemadatan 160°C, dengan memanaskan campuran sampai suhu 160°C.

Sedangkan pemadatan dilakukan dengan alat penumbuk sebanyak 75 kali, dan bagian atas ditutup kertas seperti bagian dasarnya, benda uji dibalik dan ditumbuk 75 kali. Jumlah tumbukan yang diberikan adalah jumlah tumbukan optimum untuk jalur lalulintas berat.

Hasil pemeriksaan Marshall (penentuan kadar modifier optimum) dapat dilihat pada lampiran nomor 2 A.

Dari hasil Marshall tersebut dapat ditetapkan jumlah atau banyaknya asbuton modifier sebesar 3,5 % dari campuran beton aspal, sehingga diperoleh kadar bitumen optimum dari asbuton modifier : 3,5% x 75% x 100% = 2,63%.

Keterangan:

3,5% = banyaknya asbuton modifier dalam campuran total

75 % = kadar bitumen asbuton modifier

100% = Jumlah campuran total

2,63%= kadar bitumen asbuton modifier dalam campuran total.

Jadi kadar total bitumen dalam campuran = kadar bitumen asbuton mikro dalam campuran total ditambah kadar bitumen asbuton modifier dalam campuran total = 3,25% + 2,63 % = 5,88%

5.6. Pencampuran Cara Dingin dan Cara Panas

5.6.1. Pencampuran Cara Dingin

Yang dimaksud pencampuran cara dingin adalah mencampur beberapa bahan konstruksi untuk bahan campuran beton aspal pada suhu ruang hingga bahan-bahan tersebut tercampur sempurna dan homogen dan sedemikian hingga bahan-bahan yang digunakan dapat saling bekerja dan berfungsi sebagaimana mestinya, seperti yang telah tersebut dalam tinjauan pustaka dan landasan teori.

Dalam penelitian ini dilaksanakan penelitian pendahuluan untuk mendapatkan campuran yang seoptimal mungkin akan kerataan (homogenitas) campuran tersebut. Dengan jalan melaksanakan beberapa variasi cara pencampuran bahan (material) penyusun beton aspal dengan bahan pengikat Asbuton-Mikro dan Asbuton-Modifier.

Ternyata setelah dilakukan percobaan pendahuluan didapatkan cara pencampuran yang menghasilkan campuran yang rata dan homogen. Yaitu dengan prosedur sebagai berikut :

1. Agregat fraksi kasar + 100% Modifier (campur hingga semua agregat terselimuti modifier)
2. Hasil No.1 + Agregat fraksi sedang (campur hingga campuran benar-benar rata dan seluruh agregat telah terselimuti modifier).
3. Hasil No.2 + Agregat fraksi halus (campur hingga campuran benar-benar rata dan seluruh agregat telah terselimuti modifier).

4. Hasil No.3 + 100 % Asbuton-Mikro (campur hingga benar-benar rata dan warna menjadi homogen)

Pada pengamatan percobaan pendahuluan diperoleh data bahwa :

1. Pencampuran harus dilaksanakan secara bertahap, cermat dan teliti. Bila pada salah satu tahap pencampurannya kurang sempurna (penyelimutan oleh modifier tidak rata) akan didapatkan hasil campuran yang tidak homogen dan banyak agregat yang tidak terselimuti aspal (belang-belang).
2. Bila dilaksanakan pencampuran Modifier dilakukan 2 (dua) kali yaitu pada tahap pertama dan tahap terakhir sering terjadi gumpalan-gumpalan mortar ("Mortar Ball"), sehingga distribusi aspal/bitumen dalam campuran tersebut tidak merata.
3. Dengan memberikan Asbuton-Modifier sekaligus pada tahap pertama memberikan beberapa keuntungan, yaitu
   - Waktu pencampuran lebih cepat.
   - Pencampuran lebih praktis.
   - Didapatkan campuran homogen, tidak terjadi mortar ball.

Untuk campuran dingin ini digunakan suhu pemadatan 35°C, 50°C dan suhu 160°C dengan memanaskan campuran diatas hot plate sampai suhu merata.

5.6.2. Pencampuran Cara Panas

Maksud pencampuran cara panas ialah mencampur beberapa bahan konstruksi pada suhu ± 163°C tidak boleh lebih dari 325°C.

Pada pencampuran panas Asbuton Mikro dicampur dulu dengan Modifier kemudian dipanaskan diatas hot plate sampai suhu 160°C, bersamaan dengan itu batuan (Agregat) juga dipanaskan diatas hot plate sampai suhu 160°C, agar selama dicampur temperatur tidak turun.

Setelah proses pencampuran selesai masing-masing campuran segera dituang dalam cetakan (mold) untuk dipadatkan dengan hamer dan pedestal dengan tumbukan sebanyak 75 kali dan bagian atas serta dasarnya ditutup kertas. Benda uji dibalik dan ditumbuk lagi 75 kali, kemudian briket dilepas dari mold dengan alat ejector dan kemudian diukur tebalnya, lalu ditimbang beratnya. Setelah itu briket direndam dalam air pada suhu kamar selama ± 20 jam. Setelah ± 20 jam benda uji ditimbang dalam air, dilanjutkan dengan menimbang berat SSD. Selanjutnya benda uji direndam dalam "Water Bath" pada suhu 60°C selama 30 menit. Baru dilaksanakan uji tekan dengan alat Marshall, hingga diketahui besar flow dan stabilitas serta VITM dan VMA.

5.7. Tahap Analisis

5.7.1. Anggapan dasar

Untuk mendapatkan hasil dari suatu penelitian yang benar-benar akurat dan obyektif, idealnya harus memperhitungkan semua faktor yang terkait. Tetapi hal tersebut sering mengakibatkan kerumitan dan kesulitan dalam menganalisa hasilnya sehingga justru akan mengabaikan persoalan utama.

Untuk menyederhanakan masalah agar tujuan utama dan penelitian ini tercapai perlu membuat batasan lingkup penelitian dengan anggapan-anggapan sebagai berikut :

a. Dari hasil yang terjadi tiap 2 benda uji diambil rata-rata .
b. Jumlah tumbukan yang diberikan pada beton aspal sebanyak 2 x 75 kali, adalah jumlah tumbukan optimum untuk jalur lalulintas berat.

5.7.2. Analisis hasil.

Data yang diperoleh dari pemeriksaan Marshall di laboratorium adalah :

1. Berat benda uji sebelum direndam (gram)
2. Berat benda uji dalam air (gram)
3. Berat benda uji SSD (gram)
4. Berat jenis benda uji (T/m^3)
5. Stabilitas (kg)
6. Flow (0,01 mm)
7. VITM (%)
8. VMA (%)

Hasil pembacaan angka stabilitas pada arloji tekan perlu dikoreksi dengan kalibrasi alat. Adapun alat tekan Marshall yang ada di laboratorium Jalan Raya, JTS, FT, UII memiliki angka koreksi sebagai berikut :

x(kg) = 3,5069642507 * y (Divisions) + 23,0518752899

y = hasil pembacaan dari arloji stabilitas.

Contoh Hitungan :

x(kg) = 3,5069642507 * (450) + 23,0518752899

x = 1601,1858 Kg

BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

6.1. Hasil Penelitian

Dari hasil analisis yang dilakukan terhadap data penelitian suhu pencampuran, pemadatan, diuji dengan pemeriksaan Marshall diperoleh nilai-nilai sebagai berikut :

1. Berat jenis benda uji
2. Stabilitas.
3. Kelelehan.
4. Void In The Mix (VITM).
5. Void In Mineral Agregat (VMA).

Hasil penelitian suhu pencampuran dan pemadatan yang diuji dengan pemeriksaan Marshall, dapat dilihat pada tabel 6.1. berikut ini :

Tabel 6.1. Hasil pemeriksaan Marshall

Kode	Suhu Pencampuran Pemadatan	BJ Benda Uji (T/m^3)	Stabilitas (Kg)	Flow (0,01)	VIM (%)	VMA (%)
A35	35°C	2,3686	404	205	2,6507	19,7825
B50	50°C	2,2691	860	260	2,6287	18,0731
C160	160°C	2,8840	2210	135	0,4008	14,0731
D160	160°C	2,8389	2021	215	0,9345	14,2802

Keterangan kode :

A35 : Benda uji yang dibuat dengan suhu pencampuran dan pemadatan 35^{o}C.

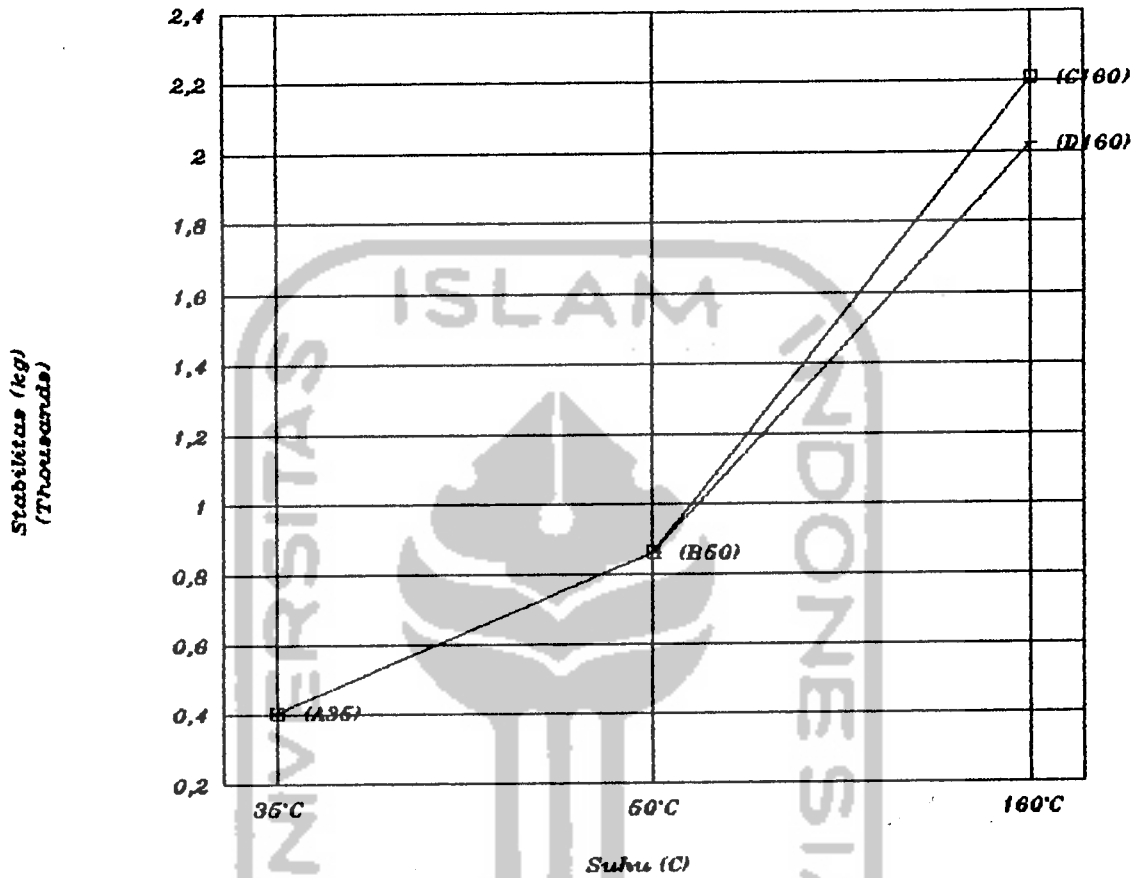
B50 : Benda uji yang dibuat dengan suhu pencampuran dan pemadatan 50^{o}C.

D160: Benda uji yang dibuat dengan suhu pencampuran dan pemadatan 160^{o}C.

C160: Benda uji yang dibuat dengan cara (F1+F2+F3 dipanaskan 160^{o}C) + (mikro dan modifier dipanaskan 160^{o}C)

Dari pengamatan terlihat bahwa pada waktu pencampuran agregat kasar dengan Modifier, campurannya hitam mengkilat dan terselimuti sempurna, kemudian setelah agregat halus ditambahkan warna berubah menjadi buram agak coklat, tidak terjadi gumpalan, baru setelah ditambah Asbuton-Mikro, campuran menjadi hitam kecoklatan dan elastis. Pada suhu 50°C dan suhu 160°C campuran dilihat secara selintas butiran-butiran Mikro tidak terlihat seakan-akan larut dalam campuran.

Bila terjadi kesalahan pada prosedur pencampuran khususnya urutan pencampuran yang semestinya dimulai dari bahan campuran berdiameter besar dulu dicampur dengan Asbuton-Modifier kemudian diikuti bahan campuran yang memiliki diameter yang lebih kecil, atau proses pengadukan kurang sempurna, maka terjadi penyelimutan oleh Asbuton-Modifier yang tidak rata, belang-belang.



Grafik 6.1. Hubungan antara Stabilitas dengan Suhu pencampuran dan pemadatan

6.2. Pembahasan

6.2.1. Pengaruh Suhu Pencampuran dan Pemadatan

a. Pengaruh terhadap stabilitas.

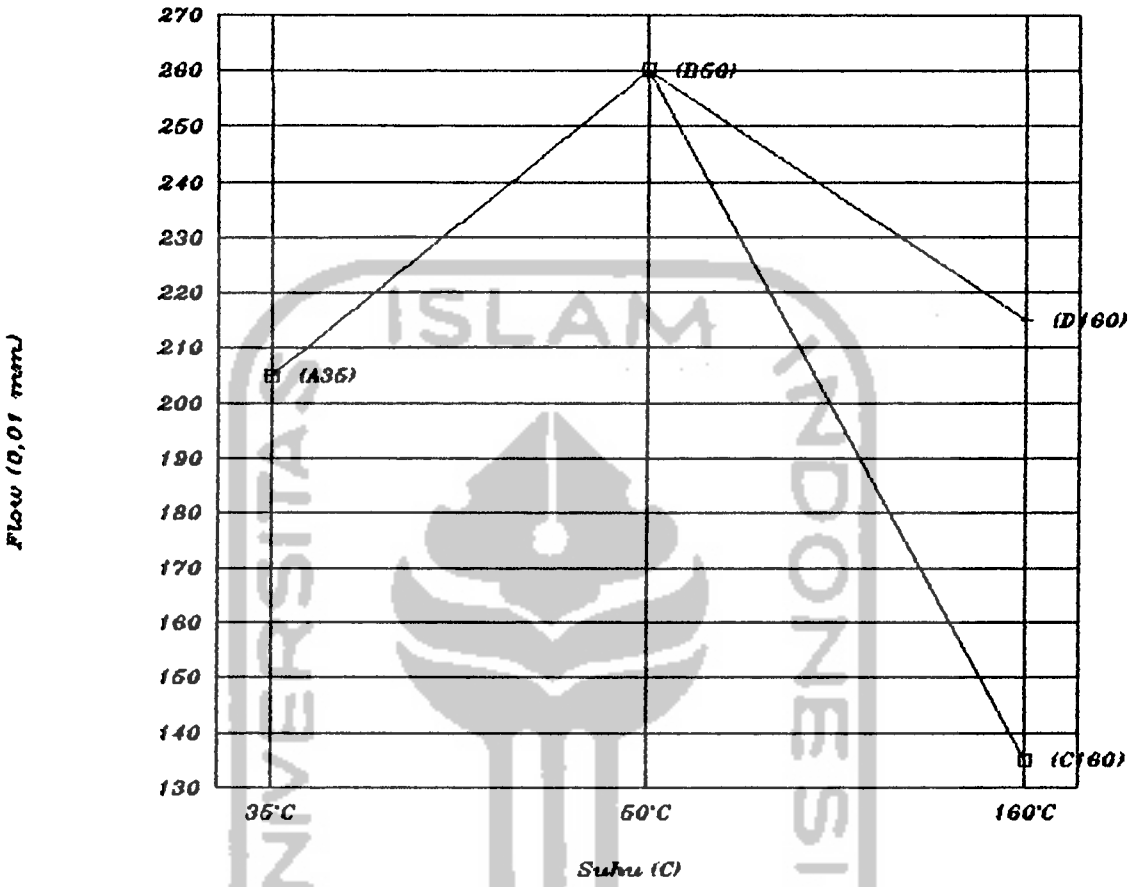
Hasil pengujian benda uji bila disajikan dengan grafik akan terlihat pada grafik 6.1.

Stabilitas adalah kemampuan perkerasan dalam menahan terjadinya deformasi akibat beban lalu lintas. Stabilitas perkerasan yang terlalu rendah, perkerasan akan mudah terjadi deformasi oleh beban lalu lintas, sebaliknya dengan stabilitas yang terlalu tinggi menyebabkan perkerasan kaku.

Dari grafik 6.1. ditunjukkan bahwa aspal beton akan bertambah stabilitasnya dengan bertambahnya suhu pencampuran dan pemadatan, ini menunjukkan bahwa sesuai dengan sifat aspal yang termoplastis. Dengan kenaikan suhu campuran tertentu maka konsistensi campuran tersebut akan berubah dan akan menjadikan beton aspal lebih baik (stabilitas lebih tinggi)

b. Pengaruh terhadap Flow (kelelehan)

Dari hasil penelitian, nilai flow relatif tidak mengalami banyak perbedaan. Angka flow ditentukan oleh banyak faktor antara lain; kadar aspal, gradasi, kelekatan atau sifat adhesiv aspal, kekentalan aspal, kekerasan batuan, kekerasan permukaan batuan. Dari hasil penelitian ini dapat dilihat pada grafik 6.2.



Grafik 6.2. Hubungan antara Flow dengan Suhu pencampuran dan pemadatan

Dari grafik tersebut dapat dilihat pada suhu 50°C terjadi Flow paling tinggi. Pada suhu 160°C (C160) dan 160°C (D160) terjadi perbedaan flow yang agak jauh, hal ini disebabkan cara mencampurnya yang berbeda.

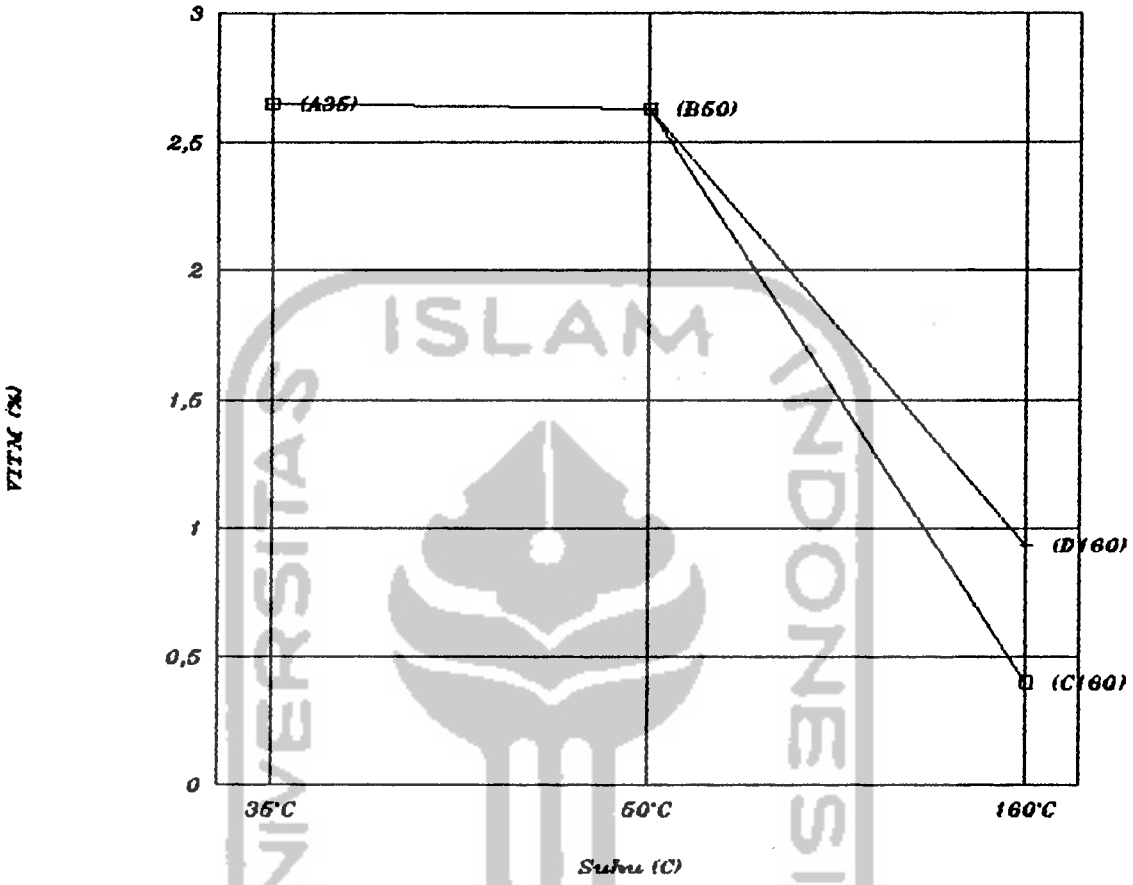
Pada suhu 160°C (C160) dengan mencampur agregat F1+F2+F3 dipanaskan pada suhu 160, dan pada tempat lain Mikro yang telah diencerkan dengan Modifier dipanaskan 160°C, baru kemudian agregat dan aspal di campur. Sedangkan pada suhu 160°C (D160) prosesnya seperti pada cara dingin (suhu 35°C dan 50°C) akan tetapi memakai suhu pemadatan 160°C.

Pada suhu 50°C flow yang terjadi lebih tinggi hal ini disebabkan karena terjadi pelarutan bitumen keras (Asbuton-Mikro) oleh Modifier dan pengenceran akibat pemanasan. Sedangkan pada suhu 160°C (D160) flow turun di karenakan terjadi penguapan dan pada suhu 160°C (C160) flownya lebih rendah karena penguapan aspalnya lebih tinggi.

c. Pengaruh terhadap VITM

VITM adalah volume pori dalam campuran. VITM yang kecil memungkinkan terjadinya bleeding, lapis kedap air dan udara sulit masuk kedalam campuran yang menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh/getas. Hasil pengujian dapat dilihat pada grafik 6.3.

Dari grafik dapat dilihat pada kenaikan suhu, maka VITM mengecil dikarenakan pada pemanasan aspal, Asbuton-Mikro menjadi sangat larut dalam campuran, dan karena pemanasan tersebut aspal mudah mengisi rongga-rongga yang masih kosong.



Grafik 6.3. Hubungan antara VITM dengan Suhu pencampuran dan pemadatan

d. Pengaruh terhadap VMA

Pengaruh suhu pencampuran, pemadatan terhadap VMA atau volume pori antar butiran agregat dapat dilihat pada grafik 6.4.

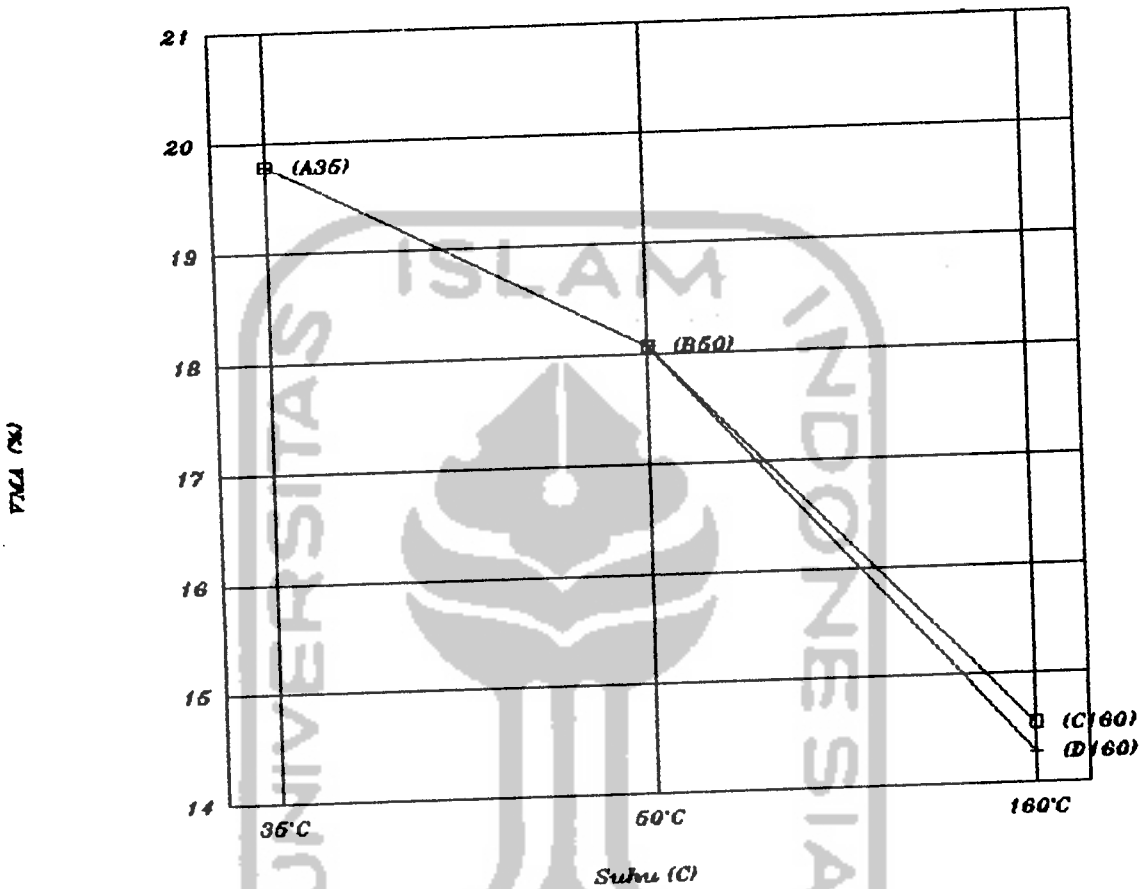
Dari grafik 6.4. dapat dilihat semakin panas suhu yang dilaksanakan untuk pencampuran dan pemadatan, maka VMA akan mengecil.

VMA yang tinggi dapat mengakibatkan lapis perkerasan menjadi fleksibel, lapis perkerasaan dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume. Sedangkan VMA yang kecil mengakibatkan aspal yang dapat menyelimuti agregat terbatas dan menghasilkan film aspal yang tipis. Film aspal yang tipis mudah lepas yang mengakibatkan lapis perkerasan tidak lagi kedap air dan mudah oksidasi.

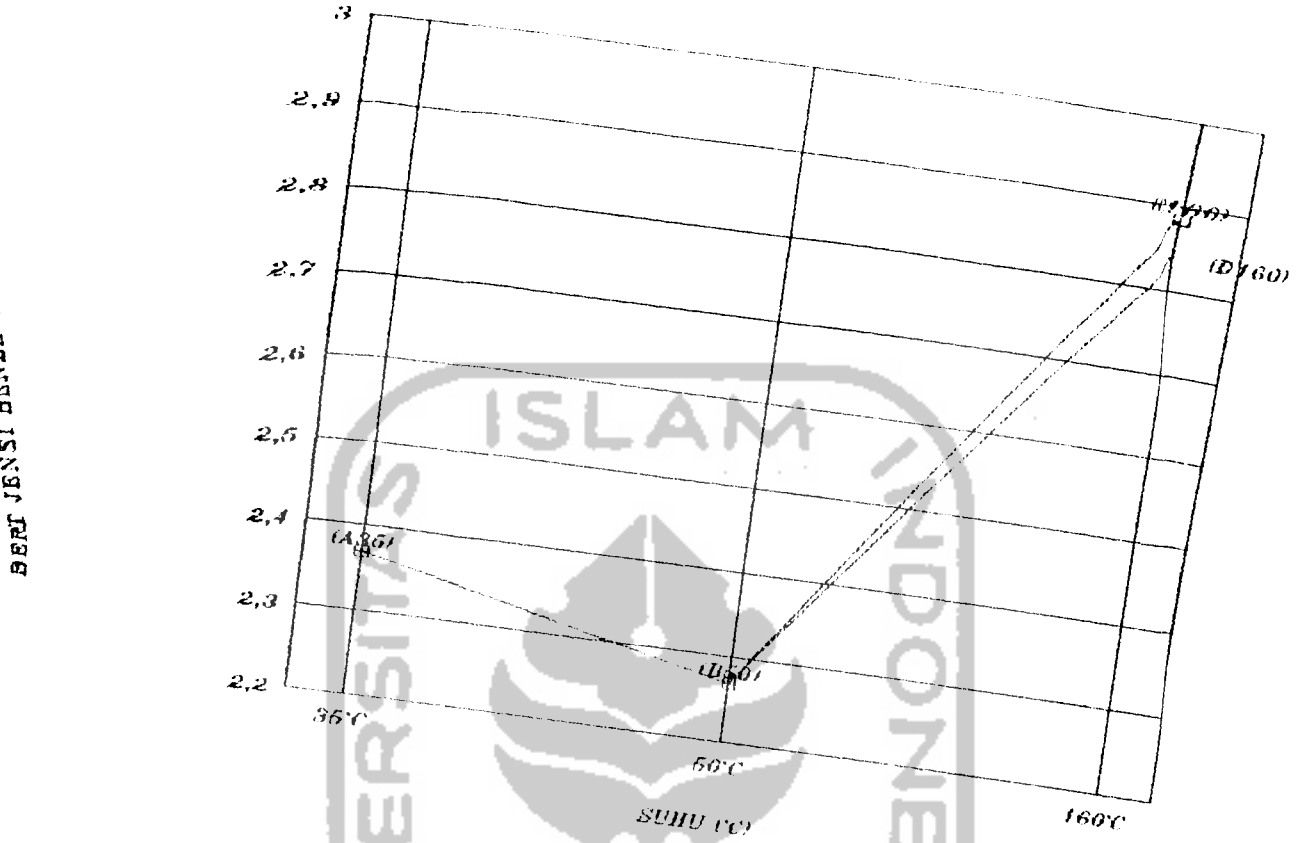
Agregat bergradasi baik atau rapat memberikan VMA yang kecil. Keadaan ini menghasilkan stabilitas yang tinggi, tetapi membutuhkan kadar aspal yang rendah untuk mengikat agregat.

e. Pengaruh terhadap berat jenis benda uji

Berat jenis benda uji adalah berat benda uji di bagi volume benda uji. Hasil penelitian dapat dilihat pada grafik 6.5. Pada grafik 6.5. dapat dilihat semakin panas suhu yang dilaksanakan untuk pencampuran dan pemadatan, maka berat jenis benda uji akan semakin besar.



Grafik 6.4. Hubungan antara VMA dengan Suhu pencampuran dan pemadatan



Grafik 6.5 : Hubungan antara Suhu Pencampuran dan Pemadatan dengan Berat Jenis Benda Uji

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan seperti disajikan di muka dapat diberi kesimpulan sebagai berikut :

1. Cara dan proses pencampuran beton aspal (Lasbutag) sangat berpengaruh pada mutu hasil akhir.
2. Ukuran butir Asbuton-Mikro memberikan dampak proses peremajaan lebih singkat dan lebih merata dari pada penggunaan Asbuton konvensional.
3. Beton aspal dengan bahan ikat seperti pada penelitian ini dapat memenuhi syarat untuk digunakan sebagai lapis keras (stabilitas > 300 Kg), bila dicampur dan dipadatkan pada saat suhu minimum 35°C, tanpa pemeraman.
4. Dalam proses pembuatan lapis keras secara cold mix dengan bahan ikat seperti pada penelitian ini tetap diperlukan panas untuk mendapatkan nilai stabilitas yang baik.
5. Volume pori yang terjadi pada beton aspal dengan bahan ikat seperti pada penelitian ini antara 0 % sampai 5 %.
6. Beton aspal dengan bahan ikat seperti pada penelitian ini yang proses pembuatannya secara Hot mix menghasilkan stabilitas yang tinggi, VITM dan VMA yang kecil, sehingga menghasilkan perkerasan yang

kaku. Karena VITM dan VMA-nya kecil kemungkinan bisa terjadi bleding, maka untuk mengatasi hal tersebut agar digunakan gradasi senjang (gap graded). Sedangkan pada pembuatan cold mix menghasilkan perkerasan yang lebih fleksibel (lentur) daripada perkerasan yang dihasilkan dengan cara Hot mix, karena stabilitasnya tidak terlalu tinggi, VITM dan VMA-nya lebih besar.

7. Beton aspal dengan bahan ikat seperti pada penelitian ini, bila pembuatannya dengan cara Hot mix dan menggunakan gradasi senjang, maka beton aspal tersebut bisa digunakan untuk lapis keras pada jalan arteri.

8. Flow yang terjadi pada beton aspal dengan bahan ikat seperti pada penelitian ini antara 2,00 mm sampai 2,60 mm, sedangkan persyaratan tes marshall lasbutag (Bina Marga), nilai flownya antara 2,50 mm sampai 5,00 mm. Jadi beton aspal pada penelitian ini menghasilkan perkerasan yang kurang lentur, apabila menggunakan persyaratan tersebut.

9. Pembuatan beton aspal dengan bahan ikat seperti pada penelitian ini lebih mudah akan tetapi perlu ketelitian dalam mencampur bahannya.

7.2. Saran

1. Mengingat cara dan prosedur pencampuran beton aspal dengan menggunakan bahan ikat dari Asbuton-Mikro dan Asbuton-Modifier sangat berpengaruh terhadap mutu hasil akhir, maka untuk pelaksanaan dilapangan dibutuhkan pelaksana yang berpengalaman dan handal.
2. Perlu dibuatkan spesifikasi (syarat) khusus untuk beton aspal dengan bahan ikat Asbuton-Mikro dan Asbuton-Modifier, mengingat spesifikasi yang sudah ada belum memenuhi syarat untuk digunakan pada beton aspal pada penelitian ini.
3. Karena terjadinya angka volume pori yang kecil perlu diperhatikan kemungkinan terjadi bleeding, maka diperlukan sekali penelitian lanjutan.
4. Untuk mengatasi terjadinya bleeding digunakan agregat bergradasi senjang, akan tetapi agregat bergradasi senjang akan menurunkan stabilitas, maka untuk proses pembuatan cold mix sebaiknya suhu pemadatan yang diberikan pada beton aspal minimum $50^{o}C$.

DAFTAR PUSTAKA

1. **American Sociaty For Testing and Material,** *ANUAL BOOK OF ASTM STANDARS,* 1980.
2. **Arif Nugroho,** *Influence Of Combination Of Refinery Bitumen And Asbuton Bitumen On Some Perfomance Characteristic Of An Asphaltic Concrete Surfacing Material,* Msc. Thesis, Institut Teknologi Bandung, Bandung, tahun 1986
3. **Bina Marga,** *Standarisasi Pengaspalan Dengan Butas,* Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta, tahun 1969.
4. **Bina Marga,** *Petunjuk Penggunaan Butas Untuk Konstruksi Perkerasan Jalan Dengan Campuran Dingin,* Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta, tahun 1978.
5. **Dalimin, BRE,** *Pelaksanaan Perkerasan Jalan Konstruksi Asbuton.*
6. **Departemen Pekerjaan Umun Direktorat Jendral Bina Marga,** *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Beton (Laston),* No. 13/PT/B/1993, Jakarta, tahun 1983.
7. **Departemen Pekerjaan Umun Direktorat Jendral Bina Marga,** *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Asbuton (Lasbutag),* No. 13/PT/B/1993, Jakarta, tahun 1983.
8. **D.U. Sudarsono, Ir,** *Prinsip-prinsip Beton Aspal dan Pengaspalan Dengan Butas,* Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta, tahun 1976.
9. **Krebs,R.D. and R.D. Walker,** *Highway Material,* Mc Graw Hill Book Company, New York, tahun 1971.
10. **Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, UGM.,** *Petunjuk Praktikum Jalan Raya,* Yogyakarta
11. **Laksana Kusuma FX,** 1991, *The Suitability Of A 40 Pen. Blend Of Refinery And Micro-Asbuton Bitumen As Binder In Hot Rolled Sheet,* Msc. Thesis, Institut Teknologi Bandung, Bandung.

12. **S. B. Seghal, M.Sc.Engg.,Ph.D. and K.L. Bhanot, M.Sc.Engg.(Pb.),PhD., ,** *A Text Book On Highway Engineering and Airports*, Seconf Edition 1980.
13. **Silvia S.,** *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, NOVA, Bandung, tahun 1992.
14. **Ross, S.S.,** *Highway Design Reference Guide*, Mc Graw - Hill Engineering Reference Guide Series, tahun 1988.
15. **The American Association Of State Highway and Transportation Officials,** *Standard Specifications for Transportation Material and Methods of Sampling and Testing*, July 1982.
16. **The Asphalt Institute,** *Asphalt Technology And Construction Practices Instruction Guide*, tahun 1983.

PENUTUP

Ilmu dan teknologi selalu berkembang pesat dan selalu menuntut kita untuk dapat mengikuti perkembangan tersebut. Namun perkembangan kemampuan individu untuk mengikuti sangatlah terbatas, sehingga kita seakan-akan selalu tertinggal.

Menyadari keterbatasan ilmu dan kesempatan yang ada, disadari pula tanpa bantuan, bimbingan dan pengarahan dari team pembimbing Tugas Akhir ini, serta bantuan dari berbagai pihak, maka Tugas Akhir ini akan memberikan hasil yang jauh dari hasil yang telah diperoleh saat ini.

Karena itu, dengan selesainya Tugas Akhir ini, selain ucapan puji syukur ke hadlirat Ilahi Robbi, ucapan terima kasih peneliti sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan bantuannya kepada penelitian ini.

Harapan peneliti semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat, Amin

LABORATORIUM JALAN RAYA

Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik UII

Yogyakarta

Lampiran 1.A

PERHITUNGAN CAMPURAN AGREGAT (Secara grafis)

Analisa Saringan Agregat kasar (Coarse Agregat = F1)

No.	SARINGAN	BERAT TERTAHAN (GRAM)	JML.BERAT TERTAHAN (GRAM)	JUMLAH PROSEN	
				TERTAHAN %	LOLOS %
1.	3/4" (19,0 mm)	0,00	0,00	0,00	100,00
2.	3/8" (9,51 mm)	1102,50	1102,50	73,50	26,50
3.	No. 4 (4,76 mm)	232,50	1335,00	89,00	11,00
4.	No. 8 (2,38 mm)	147,00	1482,00	98,80	1,20
5.	No. 30 (0,595 mm)	9,00	1491,00	99,40	0,60
6.	No. 50 (0,297 mm)	3,00	1494,00	99,60	0,40
7.	No. 200 (0,074 mm)	4,50	1498,00	99,90	0,10
8.	Pan	1,50	1500,00	100,00	0,00
	TOTAL	1500,00			

Analisa Saringan Agregat sedang (Medium Agregat = F2)

No.	SARINGAN	BERAT TERTAHAN (GRAM)	JML.BERAT TERTAHAN (GRAM)	JUMLAH PROSEN	
				TERTAHAN %	LOLOS %
1.	3/4" (19,0 mm)	0,00	0,00	0,00	100,00
2.	3/8" (9,51 mm)	150,30	150,00	10,02	89.98
3.	No. 4 (4,76 mm)	230,70	381,00	25,40	74,60
4.	No. 8 (2,38 mm)	990,00	1371,60	91,44	8,56
5.	No. 30 (0,595 mm)	60,75	1432,35	95,49	4,51
6.	No. 50 (0,297 mm)	20,55	1452,90	96,86	3,14
7.	No. 200 (0,074 mm)	28,35	1481,25	98,75	1,25
8.	Pan	18,75	1500,00	100,00	0,00
	TOTAL	1500,00			

LABORATORIUM JALAN RAYA
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik UII
Yogyakarta

Lampiran 1.B

Analisa Saringan Agregat halus (Fine Agregat = F3)

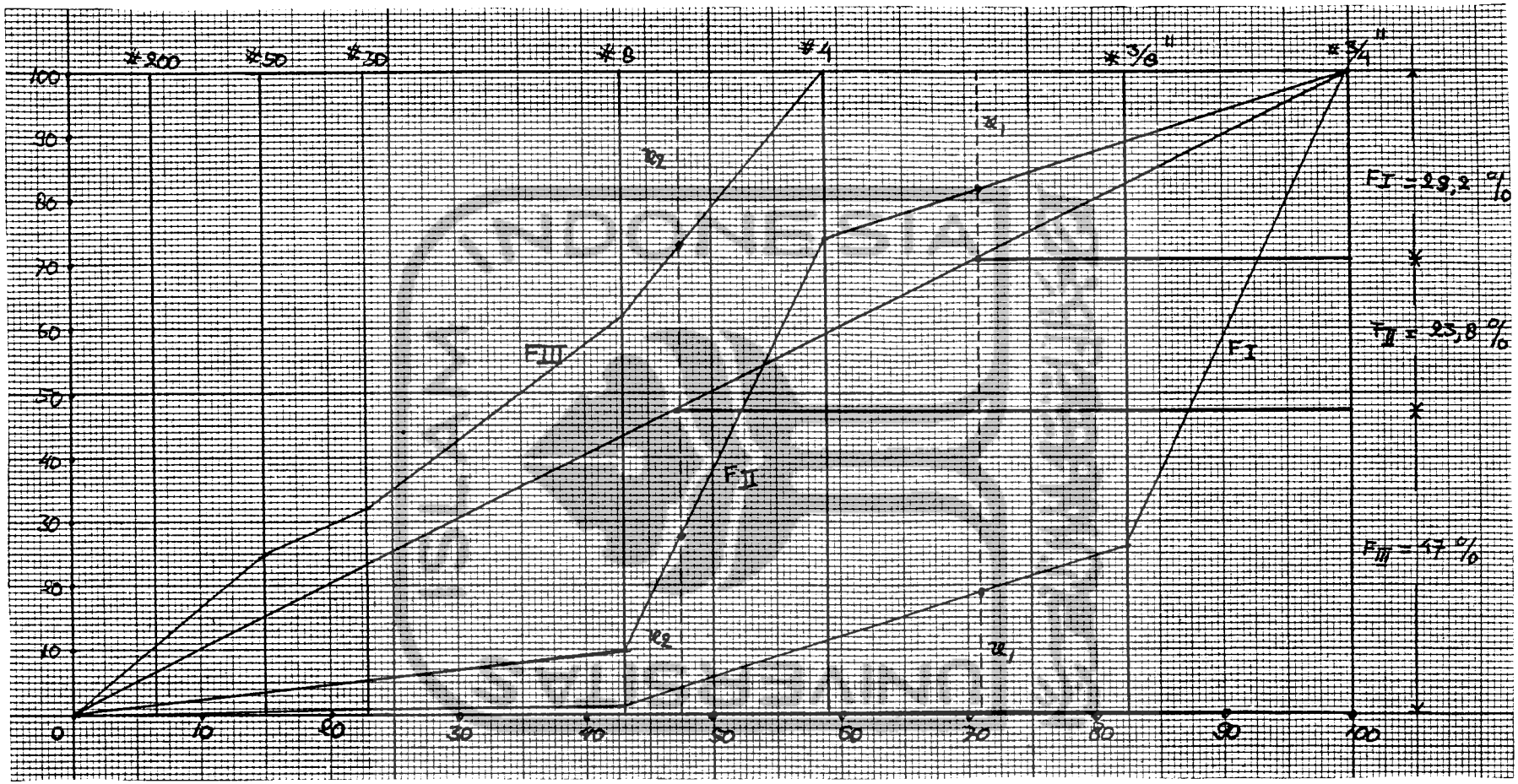
No.	SARINGAN	BERAT TERTAHAN (GRAM)	JML.BERAT TERTAHAN (GRAM)	JUMLAH PROSEN	
				TERTAHAN %	LOLOS %
1.	3/4" (19,0 mm)	0,00	0,00	0,00	100,00
2.	3/8" (9,51 mm)	0,00	0,00	0,00	100,00
3.	No. 4 (4,76 mm)	0,00	0,00	0,00	100,00
4.	No. 8 (2,38 mm)	562,50	562,50	37,50	62,50
5.	No. 30 (0,595 mm)	465,00	1027,50	68,50	31,50
6.	No. 50 (0,297 mm)	97,50	1125,00	75,00	25,00
7.	No. 200 (0,074 mm)	225,00	1350,00	90,00	10,00
8.	Pan	150,00	1500,00	100,00	0,00
	TOTAL	1500,00			

TABEL : RENCANA CAMPURAN AGREGAT (F1 + F2 + F3)

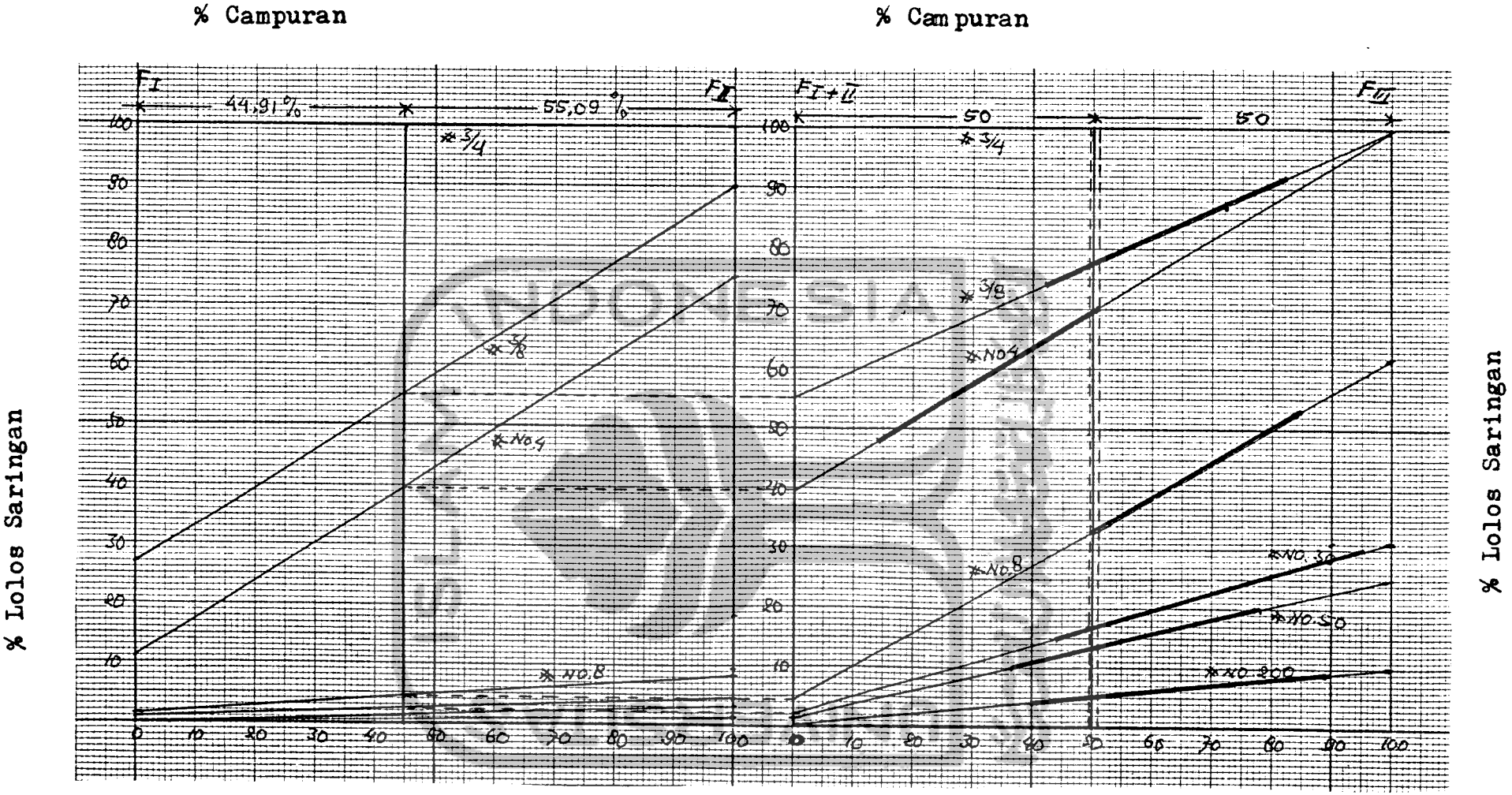
No.	SARINGAN	SPEC %	GRADASI F1 27,55 (%)	GRADASI F2 22,46 (%)	GRADASI F3 49,99 (%)	GRADASI CAMPURAN (%)
1.	3/4"	100	27,55	22,46	49,99	100,00
2.	3/8"	74 - 92	7,300	20,21	49,99	77,50
3.	No. 4	48 - 70	3,03	16,76	49,99	69,77
4.	No. 8	33 - 53	0,033	1,93	31,24	33,21
5.	No. 30	15 - 30	0,14	1,01	15,75	16,93
6.	No. 50	10 - 20	0,11	0,71	12,50	13,32
7.	No. 200	4 - 9	0,03	1,28	4,99	5,30
8.	Pan	0	0	0	0	0

Lampiran I.C

GRAFIK : ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS DAN KASAR



Lampiran I.D



$F_I = \frac{29,20}{53} \times 100\% = 55,09\%$

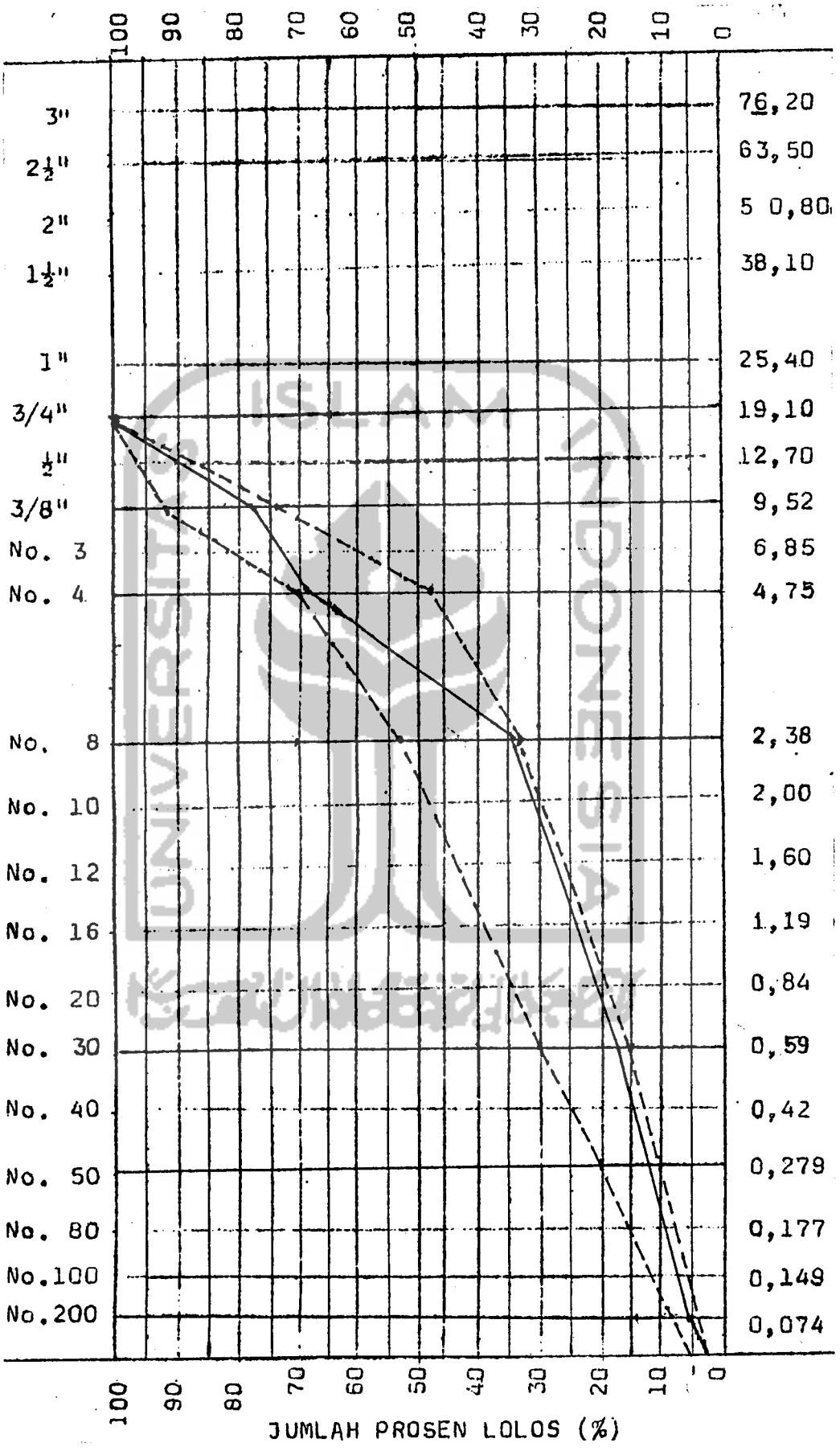
$F_{II} = \frac{23,80}{53} \times 100\% = 44,91\%$

$F_I = 55,09\% \times 50 = 27,55\%$

$F_{II} = 44,91\% \times 50 = 22,46\%$

$F_{III} = 49,99\%$

GRAFIK : PEMBAGIAN BUTIR AGREGAT



Keterangan : -------- = Spesifikasi Gradasi Agregat

_____ = Gradasi Agregat yang digunakan

LABORATORIUM JALAN RAYA
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik UII
Yogyakarta

Lampiran 2.A

DATA HASIL MARSHALL TEST
(Penetapan Asbuton Modifer Optimum)

KODE	KADAR ASBUTON MODIFIER (%)	BERAT SEBELUM DIRENDAM (GRAM)	BERAT DALAM AIR (GRAM)	BERAT SSD (GRAM)	TEBAL BENDA UJI (Cm)	STABL KALIBRASI ALAT (Kg)	FLOW (0,01 mm)	VITM (%)	VMA (%)	BERAT JENIS BENDA UJI (T/M^3)
1A	3,00	1171	653	1178	6,44	704	205	2,1389	16,5907	2,3163
1B	3,00	1175	655	1179	6,68	735	210	1,9835	16,4491	2,2407
2A	3,50	1176	649	1177	6,72	813	245	2,2273	16,0912	2,2293
2B	3,50	1175	645	1176	6,37	876	250	1,400	16,3729	2,3558
3A	4,00	1175	647	1177	6,67	778	220	2,6742	18,1113	2,2398
3B	4,00	1172	656	1187	6,34	785	225	2,5832	18,0348	2,3549
4A	4,50	1171	652	1173	6,55	406	230	0,5072	16,4711	2,2774
4B	4,50	1170	651	1173	6,23	462	250	0,6105	16,3853	2,3923

1. Suhu pencampuran 50°C
2. Suhu pemadatan 50°C
3. Suhu percobaan 60°C

DATA HASIL MARSAHALL TEST
(Penentuan Asbuton Modifer Optimum)

KODE	KADAR ASBUTON MODIFIER (%)	BERAT SEBELUM DIRENDAM (GRAM)	BERAT DALAM AIR (GRAM)	BERAT SSD (GRAM)	TEBAL BENDA UJI (Cm)	STABL KALIBRASI ALAT (Kg)	FLOW (0,01 mm)	VITM (%)	VMA (%)	BERAT JENIS BENDA UJI (T/M^3)
A1	3,00	1170	661	1183	5,24	1721	200	1,7576	15,0720	2,8444
A2	3,00	1172	665	1183	5,19	1689	230	0,8328	14,2725	2,8766
B1	3,50	1173	661	1174	5,06	2058	235	1,2667	13,8097	2,9531
B2	3,50	1175	664	1177	5,28	2128	230	1,4394	13,6627	2,8349
C1	4,00	1173	661	1174,5	5,08	1707	230	1,8095	14,3387	2,9415
C2	4,00	1170	662	1174,5	5,20	1602	230	1,7471	14,3912	2,8662
D1	4,50	1172	662	1176	5,11	1069	230	2,3521	14,9379	2,9217
D2	4,50	1171	650	1174	5,36	939	220	4,3541	13,2741	2,7902

1. Suhu pencampuran 160°C
2. Suhu pemadatan 160°C
3. Suhu percobaan 60°C

PERPUSTAKAAN

LABORATORIUM JALAN RAYA
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik UII
Yogyakarta

Lampiran 2.B

DATA HASIL MARSHALL TEST BENDA UJI

KODE	SUHU PENCAMPURAN DAN PEMADATAN (°C)	TEBAL BENDA UJI (Cm)	BERAT SEBELUM DIRENDAM (GRAM)	BERAT DALAM AIR (GRAM)	BERAT SSD (GRAM)	STABL KALIBRASI ALAT (Kg)	FLOW (0,01 mm)	VITM (%)	VMA (%)	BERAT JENIS BENDA UJI (T/M^3)
1A35	35	6,75	1189	670	1222	402	210	3,0028	17,4435	2,2439
2A35	35	6,08	1190	674	1250	406	200	2,2995	22,1215	2,4933
1B50	50	6,72	1166	662	1186	869	230	2,0240	16,6104	2,2103
2B50	50	6,37	1164	653	1180	851	210	2,1790	16,7424	2,3278
1C160	160	5,06	1166	657	1174	2114	200	0,1152	14,9858	2,9355
2C160	160	5,28	1174	667	1178	1928	230	1,7538	13,5745	2,8325
1D160	160	5,22	1160	702	1171	2191	140	0,6820	14,3072	2,8309
2D160	160	5,24	1171	667	1185	2229	130	0,1196	14,7860	2,8468

DATA HASIL MARSHALL TEST BENDA UJI
RATA - RATA

KODE	SUHU PENCAMPURAN DAN PEMADATAN (°C)	TEBAL BENDA UJI (Cm)	BERAT SEBELUM DIRENDAM (GRAM)	BERAT DALAM AIR (GRAM)	BERAT SSD (GRAM)	STABL KALIBRASI ALAT (Kg)	FLOW (0,01 mm)	VITM (%)	VMA (%)	BERAT JENIS BENDA UJI (T/M^3)
A35	35	6,42	1189,5	672	1236	404	205	2,6507	19,7825	2,3686
B50	50	6,55	1165	657,5	1183	860	260	2,6287	18,0731	2,2691
C160	160	5,17	1170	662	1176	2210	135	0,4008	14,0731	2,8840
D160	160	5,23	1165,5	684,5	1178	2021	215	0,9345	14,2802	2,8389