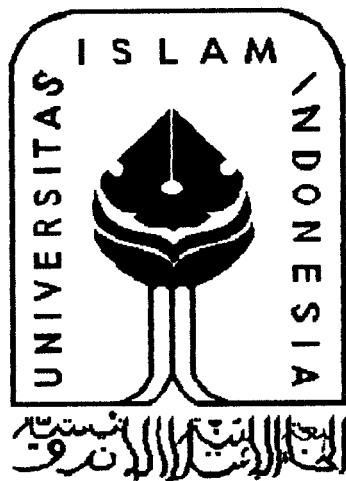


TUGAS AKHIR

**TINJAUAN KARAKTERISTIK MARSHALL
PADA CAMPURAN BETON ASPAL YANG MENGGUNAKAN
BAHAN IKAT ASBUTON B-20 DAN PEREMAJA AC 60-70**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
Derajat Sarjana Teknik Sipil**



Oleh :

**N a m a : Anugrah Dwi Putranto
No. Mhs : 89 310 141
Nirm : 890051013114120133**

**N a m a : Zulfahmi
No. Mhs : 93 310 019
Nirm : 930051013114120019**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
1999**

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr. Wb.

Alhamdulillah, Puji syukur kami haturkan kehadiran Allah SWT, karena dengan segala rahmat-Nya, kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "TINJAUAN KARAKTERISTIK MARSHALL PADA CAMPURAN BETON ASPAL YANG MENGGUNAKAN BAHAN IKAT ASBUTON B-20 DAN PEREMAJA AC 60-70"

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya tidak lupa kami sampaikan kepada:

1. Ir. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Ir. H. Tajuddin, BMA. MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
3. Ir. Subarkah, MT, selaku Dosen Pembimbing I.
4. Ir. H. Bachnas, MSc, selaku Dosen Pembimbing II.
5. Ir. Imam Basuki, Kepala Karyawan Lab. Transportasi UGM, Yogyakarta.
6. Karyawan Lab. Jalan Raya FTSP UII, Yogyakarta
7. Semua pihak yang telah membantu kami dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Harapan kami, semoga Tugas Akhir ini dapat memberi manfaat khusus bagi kami sendiri maupun pihak lain yang memerlukan.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, July 1999

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i	
HALAMAN PENGESAHAN	ii	
KATA PENGANTAR	iii	
DAFTAR ISI	iv	
DAFTAR TABEL	vii	
DAFTAR GAMBAR	ix	
DAFTAR LAMPIRAN	x	
MOTTO	xii	
INTISARI	xiii	
BAB I	PENDAHULUAN	1
	1.1 Latar Belakang	1
	1.2 Tujuan Penelitian	2
	1.3 Manfaat Penelitian	3
	1.4 Batasan Masalah	3
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	5
	2.1 Beton Aspal (<i>Asphaltic Concrete</i>)	5
	2.2 Asbuton	7
	2.3 Aspal Keras/ <i>Asphalt Cement (AC)</i>	9
	2.4 Agregat	10

	2.4.1	Agregat Kasar	10
	2.4.2	Agregat Halus	11
BAB III		LANDASAN TEORI	12
	3.1	Perkerasan Jalan	12
	3.2	Bahan Penyusun	13
	3.2.1	Agregat	13
	3.2.2	Aspal	15
	3.2.3	Bahan Pengisi	15
	3.3	Karakteristik Campuran	16
	3.3.1	Stabilitas	16
	3.3.2	Durabilitas (Keawetan/Daya Tahan)	18
	3.3.3	Fleksibilitas (Kelenturan)	18
	3.3.4	<i>Skid Resistance</i> (Tahanan Gesek/Kecepatan)	19
	3.3.5	Ketahanan Kelelahan (<i>Fatigue Resistance</i>)	19
	3.3.6	Kemudahan Pelaksanaan (<i>Workability</i>)	20
	3.4	Perencanaan Campuran	20
	3.5	Pemeriksaan Campuran Dengan Metode <i>Marshall</i>	21
BAB IV		HIPOTESIS	23
BAB V		METODOLOGI PENELITIAN	24
	5.1	Bahan	24
	5.1.1	Asal Bahan	24
	5.1.2	Persiapan Bahan	24
	5.2	Peralatan	26

5.3	Pelaksanaan Penelitian	26
5.3.1	Bagan Aliran Penelitian	26
5.3.2	Persiapan Bahan	31
5.3.3	Persiapan Alat	31
5.3.4	Pembuatan Benda Uji	37
5.3.5	Pengujian <i>Marshall</i>	41
5.4	Analisis Data	43
BAB VI	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	48
6.1	Hasil Penelitian	48
6.2	Pembahasan	50
6.2.1	Nilai <i>Density</i> (Kepadatan)	50
6.2.2	Nilai VITM (<i>Void In The Mix</i>)	54
6.2.3	Nilai VFWA (<i>Void Filled With Asphalt</i>)	57
6.2.4	Stabilitas (<i>Stability</i>)	59
6.2.5	Nilai Kelelehan	63
6.3	Kadar Aspal Optimum	66
BAB VII	KESIMPULAN DAN SARAN	68
7.1	Kesimpulan	68
7.2	Saran-saran	71
	DAFTAR PUSTAKA	72
	LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Persyaratan Campuran Beton Aspal	6
Tabel 2.2	Klasifikasi Asbuton	8
Tabel 2.3	Kandungan Mineral Asbuton	8
Tabel 2.4	Persyaratan Aspal Keras	9
Tabel 3.1	Gradasi Mineral <i>Filler</i>	16
Tabel 5.1	Spesifikasi Agregat untuk Campuran Beton Aspal	
	No. Campuran VII	25
Tabel 5.2	Persyaratan Agregat Kasar	25
Tabel 5.3	Persyaratan Agregat Halus	25
Tabel 5.4	Persyaratan Aspal Keras (AC 60-70)	25
Tabel 5.5	Persyaratan Asbuton (B-20)	26
Tabel 5.6	Kadar Aspal Benda Uji Campuran Beton Aspal Normal	38
Tabel 5.7	Perbandingan Prosentase Pemakaian AC 60-70 dengan Asbuton B-20	39
Tabel 5.8	Perbandingan Berat antara AC 60-70, Bitumen Asbuton B-20 dan Agregat Untuk Setiap Benda Uji Aspal	40
Tabel 5.9	Koreksi Tebal benda Uji	45
Tabel 6.1	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	48
Tabel 6.2	Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	48
Tabel 6.3	Hasil Pemeriksaan Aspal Keras 60-70	49
Tabel 6.4	Hasil Pemeriksaan Asbuton B-20	49

Tabel 6.5	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Beton Aspal Bahan Ikat AC 60-70 dan Asbuton B-20	49
Tabel 6.6	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Beton Aspal Normal Tanpa Asbuton	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 5.1	Bagan Alir Penelitian Campuran Beton Aspal Normal	28
Gambar 5.2	Bagan Alir Penelitian Campuran Beton Aspal Bahan Ikat AC 60-70 dan Asbuton B-20	30
Gambar 6.1	Hubungan Kadar Aspal Dan <i>Density</i>	52
Gambar 6.2	Hubungan Kadar Aspal Dan VITM	55
Gambar 6.3	Hubungan Kadar Aspal Dan VFWA	58
Gambar 6.4	Hubungan Kadar Aspal Dan Stabilitas	61
Gambar 6.5	Hubungan Kadar Aspal Dan Flow	64
Gambar 6.6	Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran Beton Aspal Bahan Ikat AC 60-70 Dan Asbuton B-20	67
Gambar 6.7	Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran Beton Aspal Normal	67

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Rekapitulasi Grafik Hubungan Kadar Aspal Dengan Nilai *Marshall*
- Lampiran 2 Perhitungan Tes *Marshall* Campuran Beton Aspal Normal Untuk Kadar Aspal 5%, 5,5%, 6%
- Lampiran 3 Perhitungan Tes *Marshall* Campuran Beton Aspal Normal Untuk Kadar Aspal 6,5%, 7%
- Lampiran 4 Perhitungan Tes *Marshall* Campuran Beton Aspal Bahan Ikat AC 60-70 Dan Asbuton B-20 Untuk Kadar Aspal 4%, 4,5%, 5%
- Lampiran 5 Perhitungan Tes *Marshall* Campuran Beton Aspal Bahan Ikat AC 60-70 Dan Asbuton B-20 Untuk Kadar Aspal 5,5%, 6%, 6,5%
- Lampiran 6 Perhitungan Tes *Marshall* Campuran Beton Aspal Bahan Ikat AC 60-70 Dan Asbuton B-20 Untuk Kadar Aspal 7%, 7,5%
- Lampiran 7 Bahan Susun Benda Uji Campuran Beton Aspal Bahan Ikat AC 60-70 Dan Asbuton B-20 Untuk Kadar Aspal 4%
- Lampiran 8 Bahan Susun Benda Uji Campuran Beton Aspal Bahan Ikat AC 60-70 Dan Asbuton B-20 Untuk Kadar Aspal 4,5%
- Lampiran 9 Bahan Susun Benda Uji Campuran Beton Aspal Bahan Ikat AC 60-70 Dan Asbuton B-20 Untuk Kadar Aspal 5%
- Lampiran 10 Bahan Susun Benda Uji Campuran Beton Aspal Bahan Ikat AC 60-70 Dan Asbuton B-20 Untuk Kadar Aspal 5,5%
- Lampiran 11 Bahan Susun Benda Uji Campuran Beton Aspal Bahan Ikat AC 60-70 Dan Asbuton B-20 Untuk Kadar Aspal 6%

- Lampiran 12 Bahan Susun Benda Uji Campuran Beton Aspal Bahan Ikat AC 60-70
Dan Asbuton B-20 Untuk Kadar Aspal 6,5%
- Lampiran 13 Bahan Susun Benda Uji Campuran Beton Aspal Bahan Ikat AC 60-70
Dan Asbuton B-20 Untuk Kadar Aspal 7%
- Lampiran 14 Bahan Susun Benda Uji Campuran Beton Aspal Bahan Ikat AC 60-70
Dan Asbuton B-20 Untuk Kadar Aspal 7,5%
- Lampiran 15 Hasil Pemeriksaan Penetrasi Aspal Keras
- Lampiran 16 Hasil Pemeriksaan Titik Lembek Aspal
- Lampiran 17 Hasil Pemeriksaan Titik Nyala Dan Titik Bakar
- Lampiran 18 Hasil Pemeriksaan Kelarutan Aspal Dalam CCl₄
- Lampiran 19 Hasil Pemeriksaan Duktilitas/Residue
- Lampiran 20 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Aspal
- Lampiran 21 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Bitumen Asbuton B-20
- Lampiran 22 Hasil Pemeriksaan Kadar Bitumen Asbuton Dengan Cara *Reflux*
Ekstraksi
- Lampiran 23 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Mineral Asbuton
- Lampiran 24 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Abu Batu
- Lampiran 25 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus
- Lampiran 26 Hasil Pemeriksaan *Sand Equivalent*
- Lampiran 27 Hasil Pemeriksaan Keausan Agregat (Abrasi Tes)
- Lampiran 28 Hasil Pemeriksaan Kelekatan Agregat Terhadap Aspal
- Lampiran 29 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar

MOTTO

يَرْجُونَ رَحْمَتَهُ وَيَخَافُونَ عَذَابَهُ

"Mengharapkanlah kamu sekalian pada Rohmat ALLAH(Syurga),
dan takutlah kamu sekalian pada siksa ALLAH (Neraka)"

أَخْلِصْ دِينَكَ يَكْفِيكَ الْقَلِيلُ مِنَ الْعَمَلِ. رواه حاكم

"Murnikanlah agamamu, maka mencukupi pada kamu
Amalan yang sedikit (asal murni)"

وَلَا تَلْبِسُوا الْحَقَّ بِالْبَاطِلِ وَتَكْتُمُوا الْحَقَّ وَأَنْتُمْ تَعْلَمُونَ. القرة ٤٣

"Dan janganlah kamu sekalian mencampuri barang haq dengan barang batal,
dan jangan menyembunyikan barang yang haq itu, sedang kamu sekalian mengetahui"

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا اتَّقُوا اللَّهَ وَقُولُوا قَوْلًا سَدِيدًا. الاحزاب ٧٠

"Wahai orang-orang yang beriman, takutlah kamu kepada ALLAH,
dan berkatalah kamu dengan perkataan yang benar."

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِنْ تَنْصُرُوا اللَّهَ يَنْصُرْكُمْ وَيُثَبِّتْ أَقْدَامَكُمْ. محمد ٤٠

"Hai orang-orang yang beriman, jika kalian menolong (agama) ALLAH, maka ALLAH
akan menolong kalian dan menetapkan telapak kaki kalian(kuat pendirian/keimanan)

INTISARI

Beton Aspal (*asphaltic concrete*) merupakan salah satu jenis perkerasan campuran panas dengan bahan penyusun terdiri dari aspal dan agregat bergradasi menerus (*well graded*). Agregat yang digunakan terdiri dari agregat kasar, agregat halus, dan filler, dengan ukuran maksimum sebesar 2/3 dari tebal padat perkerasan. Aspal yang biasa digunakan di Indonesia adalah aspal keras (*asphalt cement/AC*) penetrasi 60-70 atau penetrasi 80-100.

Pada penelitian ini digunakan bahan ikat AC 60-70 bersama Asbuton B-20, sebagai pengganti pemakaian jumlah AC 60-70, dengan tujuan penelitian untuk dapat mengetahui karakteristik campuran beton aspal ini terhadap uji Marshall, diharapkan penggunaan Asbuton B-20 dapat ditingkatkan. Pengujian dilakukan pada campuran dengan berbagai kadar aspal terhadap sifat-sifat *Marshall*, analisis terhadap sifat-sifat *Marshall* tersebut meliputi: *Density*, *Void In The Mix*, *Void Filled with Asphalt*, *Stability* dan *Flow*. Nilai *Marshall* yang didapat pada campuran Beton Aspal yang menggunakan bahan ikat Asbuton B-20 dan peremaja AC 60-70 dibandingkan dengan nilai *Marshall* pada campuran Beton Aspal Normal tanpa menggunakan Asbuton B-20 dengan menggunakan agregat dan jenis aspal yang sama berdasarkan spesifikasi Beton Aspal pada Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) No. 13/PT/B/1983, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga. Campuran Beton Aspal yang menggunakan bahan ikat Asbuton B-20 dengan kadar *Bitument* sebesar 21,69% dan peremaja AC 60-70, dengan variasi kadar aspal 4%, 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7%, 7,5% terhadap berat kering agregat.

Hasil Analisis terhadap sifat-sifat *Marshall* didapatkan kadar aspal optimum pada campuran beton aspal normal sebesar 6,02% terhadap campuran sedangkan pada campuran beton aspal yang menggunakan bahan ikat Asbuton B-20 dan peremaja AC 60-70 kadar aspal optimum sebesar 6,56% terhadap campuran yang terdiri dari 1,1% *Bitument* Asbuton dan 5,46% AC 60-70. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Asbuton B-20 dapat digunakan sebagai bahan ikat pada campuran Beton Aspal sehingga dapat mengurangi jumlah pemakaian AC 60-70 walaupun secara total kadar aspal yang dibutuhkan lebih tinggi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan raya sebagai salah satu sarana transportasi darat, semakin dirasakan kegunaannya untuk menunjang peningkatan perekonomian, informasi, sosial, budaya dan ketahanan nasional.

Tingkat pelayanan jalan identik dengan kapasitas, baik ditinjau dari segi geometrik dan struktur perkerasan perlu dipertahankan selama mungkin, agar dapat memberikan biaya operasi kendaraan (*Vehicle Operating Cost*) serendah mungkin.

Jenis perkerasan di Indonesia dewasa ini banyak menggunakan perkerasan lentur dimana susunannya terdiri dari lapis pondasi bawah, lapis pondasi atas, lapis permukaan, diletakkan diatas tanah dasar (subgrade) yang telah dipadatkan. Pada umumnya bahan perkerasan terdiri dari campuran agregat kasar, agregat halus, filler dan aspal.

Aspal sebagai bahan pengikat lapis permukaan, dewasa ini sangat banyak menggunakan aspal dari produksi destilasi minyak bumi yang harus di import/di datangkan dari luar negeri, dan ternyata biayanya sangat besar dan setiap saat selalu meningkat, dan sangat sedikit yang menggunakan aspal alam yang mana negeri kita ini mempunyai cadangan aspal alam yang sangat banyak lebih kurang 163.900.000

ton yang terdapat dipulau Buton, Sulawesi Tenggara. Aspal ini belum dimanfaatkan secara maksimal sebagai bahan ikat untuk perkerasan jalan.

Sampai saat ini kita belum bisa memanfaatkan asbuton murni 100% sebagai bahan ikat untuk campuran Beton Aspal (*Asphaltic Concrete*) pada perkerasan jalan, dan harus diremajakan dengan *Asphalt Cement (AC)*, kecuali bila asbuton di ekstraksi untuk memisahkan bitumen asli dengan mineral-mineral yang membungkusnya yang memakan biaya cukup besar.

Dengan beberapa pemikiran dan pertimbangan, timbul suatu ide untuk mengkombinasikan penggunaan Asbuton dengan *Asphalt Cement (AC)* yang berfungsi sebagai peremaja pada campuran Aspal Beton (*Asphaltic Concrete*).

1.2) Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik campuran panas Beton Aspal (*Asphaltic Concrete*) yang menggunakan bahan ikat berupa campuran Asbuton B-20 dengan bahan pelunak/peremaja *Asphalt Cement* dengan penetrasi 60/70 (AC 60-70).

Untuk mengetahui karakteristik campuran ini dilakukan test dengan metode penelitian menggunakan pemeriksaan Marshall (Marshall Test), untuk menentukan nilai yang mengacu pada spesifikasi dari Bina Marga sebagai berikut :

1. Kepadatan (*Density*)
2. Stabilitas (*Stability*)
3. Kelelehan (*Flow*)
4. Persentase Rongga Dalam Campuran (VITM; *Void in the mix*)

5. Persentase Rongga Terisi Aspal (VFWA; *Void Filled With Asphalt*),

Dengan mengetahui nilai-nilai diatas kemudian dibandingkan dengan spesifikasi atau syarat dari Beton Aspal (*Asphaltic Concrete*) normal (tanpa Asbuton).

1.3 Manfaat Penelitian

Mengingat cadangan sumber daya alam berupa Asbuton yang ada di Indonesia dalam jumlah yang sangat besar, untuk itu perlu dimanfaatkan dan dikembangkan dengan melakukan penelitian sebagai bahan pengganti atau mengurangi jumlah pemakaian *Asphalt Cement* (AC) dalam campuran panas atau perkerasan pada umumnya sehingga dapat ditemukan alternatif bahan ikat pengganti atau mengurangi jumlah *Asphalt Cement* (AC) dalam campuran panas dengan cara mengkombinasikannya dengan Asbuton.

Penelitian ini perlu dilakukan mengingat cadangan Asbuton yang ada selama ini belum dimanfaatkan secara maksimal sedangkan teknologi pancampuran aspal mekanik pada campuran panas *Asphalt Mixing Plant* (AMP) telah cukup maju. Disamping itu dengan digunakannya Asbuton dapat dihemat biaya konstruksi perkerasan aspal, yang mana selama ini menggunakan aspal minyak yang diimport.

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini dilakukan pengujian laboratorium mengenai karakteristik Beton Aspal menggunakan bahan ikat campuran antara Asbuton dengan *Asphalt Cement* (AC). Adapun secara spesifik dapat dibatasi sesuai dengan hal-hal sebagai berikut :

1. Kadar aspal yang digunakan ditinjau pada kondisi kadar aspal optimum dengan menggunakan *Asphalt Cement* Penetrasi 60/70 (AC 60-70) pada Beton Aspal (*Asphaltic Concrete*) yang mengacu pada spesifikasi dari Bina Marga. Kemudian dicari perbandingan terbaik antara penggunaan Asbuton dan AC 60-70 yang memenuhi syarat untuk menghasilkan kadar aspal yang optimum.
2. Asbuton yang digunakan adalah type B-20 (Kadar Bitumen 17.5 % - 22,5%)
3. Tinjauan karakteristik campuran terbatas pada pengujian marshall di laboratorium yang selanjutnya dibahas sesuai teori dan dibandingkan dengan spesifikasi Beton Aspal (*Asphaltic Concrete*) normal (tanpa Asbuton).
4. Penelitian dilakukan tanpa membahas unsur mineral yang dikandung oleh Asbuton, semua mineral Asbuton akan digunakan sebagai filler.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton Aspal (Asphaltic Concrete)

Beton aspal merupakan campuran agregat yang terdiri atas berbagai diameter dan aspal, dengan sistem pencampuran secara dingin ataupun secara panas. Pada Hot-mix bahan perkerasan dipanaskan sampai suhu 170°C bagi agregat, dan 160°C bagi aspal, dan akan menghasilkan campuran dengan suhu 160°C (Suprpto TM, 1995) [8]

Menurut buku petunjuk pelaksanaan lapis Aspal Beton (LASTON) No.13/PT/B/1983, Aspal Beton merupakan lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dan dihamparkan dan dipadatkan pada suhu tertentu yang mempunyai fungsi sebagai berikut :

- a. Sebagai pendukung beban lalu lintas
- b. Sebagai pelindung konstruksi dibawahnya dari kerusakan akibat pengaruh air dan cuaca.
- c. Sebagai lapis aus
- d. Menyediakan permukaan jalan yang rata dan tidak licin

Aspal Beton merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Jenis perkerasan ini merupakan campuran merata antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat yang dipanasi pada suhu tertentu untuk mengeringkan

agregat dan untuk mendapatkan tingkat kecairan yang cukup dari aspal sehingga memperoleh kemudahan pada saat mencampurnya, maka kedua material harus dipanaskan dulu sebelum dicampur. Karena dicampur dalam keadaan panas maka seringkali disebut sebagai “*Hot Mix*”. Pekerjaan pencampuran dilakukan di pabrik pencampur, kemudian dibawa ke lokasi dan dihamparkan dengan menggunakan alat penghampar (*Paving Machine*) sehingga diperoleh lapisan yang seragam dan merata untuk selanjutnya dipadatkan dengan mesin pemadat dan akhirnya diperoleh lapisan padat aspal beton (Silvia Sukirman, 1995) [9].

Secara umum perencanaan campuran perkerasan aspal seperti bahan teknik lainnya merupakan soal dalam pemilihan dan perbandingan material untuk mendapatkan sifat-sifat yang diharapkan pada hasil akhirnya (khususnya Beton Aspal). Oleh sebab itu harus diketahui spesifikasinya sebelum dimulai perencanaan. Tetapi secara khusus stabilitas campuran *Asphaltic Concrete* (menurut Yoder dan Witczek, 1975) [10], tergantung dari kohesi dan *Internal Friction* yang merupakan fungsi dari kepadatan dan kadar aspal. Adapun persyaratan Beton Aspal adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Persyaratan Campuran Beton Aspal

JENIS PEMERIKSAAN	KEPADATAN LALU LINTAS		
	BERAT	SEDANG	RINGAN
1. Stabilitas (Kg)	750	650	460
2. <i>Flow/ Kelelehan</i> (mm)	2 - 4	2 - 4,5	2 - 5
3. <i>Void In The Mix/VITM</i> (%)	3 - 5	3 - 5	3 - 5
4. <i>Void Filled With Asphalt/VFWA</i> (%)	75 - 82	75 - 82	75 - 82
5. Jumlah Tumbukan	2 x 75	2 x 50	2 x 35

Sumber ; Laston No.13/PT/B/1983

2.2 Asbuton

Asbuton merupakan aspal alam yang terdapat dipulau Buton Sulawesi Tenggara. Aspal ini merupakan campuran antara bitumen dengan bahan mineral lainnya dalam bentuk batuan atau biasa disebut "*Rock Asphalt*".

Kandungan aspal yang terdapat dalam asbuton sangat bervariasi mulai dari 10% sampai 35% dan memiliki kadar air, ukuran asli serta kandungan mineral yang beraneka ragam. Kadar air tergantung pada curah hujan di daerah tempat terdapatnya Asbuton. Pada umumnya kadar air yang terkandung dalam partikel asbuton berkisar antara 2%-15% (Gompul Dairi, 1991)[5]. Sedangkan kadar air yang baik pada asbuton antara 4%-6% (Bina Marga, 1983)[2]. Pada umumnya Asbuton tersusun dari:

1. 30% bahan bitumen,
2. 65% bahan mineral,
3. 5% bahan lainnya,

Dalam bentuk aslinya asbuton dipulau Buton berbentuk sebagai lapisan batucadas 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 penambang asbuton cukup dikerjakan secara penambangan terbuka (*Open Pit Mining*) (D.U.Sudarsono 1987)[7].

Proses pembentukan asbuton terdapat di daerah yang mengandung minyak bumi (berserta aspal) kemudian terjadi gerakan kulit bumi. Gerakan kulit bumi ini dapat menyebabkan terjadinya penurunan dan retak-retak pada kulit bumi. Adanya tekanan dalam kulit bumi menyebabkan minyak keluar. Jika tekanan cukup kuat, minyak bumi

dapat keluar bersama aspal yang keluar melalui retak-retak pada kulit bumi, sehingga aspalnya tertinggal didalam batuan yang dilewatinya

Untuk kondisi di pulau Buton ini, didalam perjalanannya minyak bumi keluar melalui batuan yang porous, sehingga minyak bumi bersama aspal akan meresap kelapisan batu yang porous dan terjadilah “*rock asphalt*”. (Suprpto TM,1995)[8].

Mengingat proses terjadinya batu aspal ini, maka kadar bitumen yang ada dalam batu aspal tidak merata. Asbuton dalam eksploitasinya dikelompokkan menurut kadar bitumennya, hal ini dimaksudkan untuk memudahkan penggunaannya didalam pekerjaan jalan. Bitumen asbuton mengandung 2 fraksi utama yaitu $\pm 32\%$ *Maltenes* dan $\pm 68\%$ *Asphaltenes* (Gompul Dairi,1991)[5]. Klasifikasi dan mineral – mineral yang terkandung dalam Asbuton adalah sebagai berikut :

Tabel 2.2 Klasifikasi Asbuton

Kelompok	Kadar bitumen (%)
Asbuton 10 (B10)	9 - 11
Asbuton 13 (B13)	11,5 - 14,5
Asbuton 16 (B16)	15 - 17
Asbuton 20 (B20)	17,5 - 22,5
Asbuton 25 (B25)	23 - 27
Asbuton 30 (B30)	27,5 - 32,5

Sumber ; Soeprpto Totomihardjo, M.Sc 1995

Tabel 2.3. Kandungan Mineral Asbuton

Mineral	Kandungan (%)
Kalsium Karbonat (CaCO_3)	81,62 - 85,27
Magnesium Karbonat (MgCO_3)	1,98 - 2,25
Kalsium Sulfat (CaSO_4)	1,25 - 1,7
Kalsium Sulfida (CaS)	0,17 - 0,33
Air Kablen/hablur/Kristal	1,3 - 2,15
Silikat Oksida (SiO_2)	6,95 - 8,25
Alumunium Oksida (Al_2O_3) dan Feri Oksida (FeO_3)	2,15 - 2,84
Sisa	0,83 - 1,12

Sumber ; Soeprpto Totomihardjo, 1995

Dalam penggunaannya asbuton memerlukan bahan pelunak/pelarut untuk mengeluarkan aspal dari dalam butiran asbuton. Bahan pelunak ataupun dikenal sebagai peremaja ini membuat butiran bitumen asbuton menjadi lembek kembali, mempertahankan kelembekan asbuton tersebut dalam kurun waktu lama dan mengurangi kadar Nitrogen yang ada dalam bitumen asbuton agar bertahan lama (Gompul Dairi, 1991)[5]. Bahan pelunak ini dapat berupa *flux oil*, *bunker oil*/minyak bakar, campuran solar atau *Asphalt Cement* (AC) dan aspal cair (*Slow Curring 70*).

2.3 Aspal Keras/Asphalt Cement (AC)

Asphalt Cement pada temperatur ruang (25°C - 30°C) berbentuk padat. Aspal semen terdiri dari beberapa jenis tergantung proses pembuatannya dan jenis minyak bumi asalnya. Pengelompokan aspal semen dapat dilakukan berdasarkan nilai penetrasi pada temperatur 25°C ataupun berdasarkan nilai viskositasnya.

Dalam penggunaannya aspal semen harus lolos pengujian kualitas, dengan persyaratan yang harus dipenuhi sebagai berikut :

Tabel 2.4 Persyaratan Aspal Keras

Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Persyaratan				Satuan
		Pen 60		Pen 80		
		Min	max	min	max	
1. Penetrasi	PA 0301.76	60	79	80	99	0,1 mm
2. Titik Lembek	PA 0302.76	48	58	46	54	°C
3. Titik Nyala	PA.0303.76	200	-	225	-	°C
4. Kehilangan Berat	PA.0304.76	-	0,4	-	0,6	% berat
5. Kelarutan	PA.0305.76	99	-	99	-	% berat
6. Daktilitas	PA.0306.76	100	-	100	-	cm
7. Penetrasi setelah kehilangan berat	PA.0301.76	75	-	75	-	% semula
8. Berat Jenis	Pa.0307.76	1	-	1	-	gr/cc

Sumber; Laston No.13/PT/B/1983.

2.4 Agregat

Agregat dalam campuran Beton aspal/*Asphaltic Concrete* (AC) berupa butiran atau pecahan batuan yang menempati bagian penting dalam struktur perkerasan. Agregat dalam Beton Aspal menempati 90% - 95% berat atau 80% - 85% Volume campuran. Dengan demikian agregat yang memikul/menerima beban lalu lintas.

Dalam campuran Beton Aspal digunakan dengan gradasi menerus (*dense graded*), dengan demikian terdiri dari agregat kasar, agregat halus, dan filler yang terisi tiap bagian ukurannya (tidak terdapat kekosongan)

2.4.1 Agregat Kasar

Agregat yang digunakan bisa batu pecah atau kerikil dalam keadaan kering dengan persyaratan sebagai berikut :

1. Keausan agregat yang diperiksa dengan mesin Los Angeles pada 500 putaran (PB.0206.76) harus mempunyai nilai maksimum 40%,
2. Kelekatan terhadap Aspal (PB.0205.76) harus lebih besar dari 95%,
3. Indeks kepipihan agregat maksimum 25%,
4. Minimum 50% dari agregat kasar mempunyai sedikitnya satu bidang pecah,
5. Peresapan agregat terhadap air maksimum 3%,
6. Berat jenis semu (*apparent*) agregat minimum 2,5 gr/cc,
7. Gumpalan lempung maksimum 0,35%,
8. Bagian-bagian batu yang lunak dari agregat maksimum 5%,

2.4.2 Agregat halus

Agregat halus harus terdiri dari bahan - bahan yang berbidang kasar, bersudut tajam, dan bersih dari kotoran-kotoran atau bahan lainnya yang tidak dikehendaki.

Agregat halus harus terdiri dari pasir bersih, bahan-bahan halus hasil pemecahan beton atau kombinasi dari bahan-bahan tersebut dan dalam keadaan kering.

agregat halus harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Nilai *Sand Equivalent* (AASHTO T-76) dari agregat harus minimum 50 (%),
2. Berat jenis semu (*apparent*) (PB-0203-76) minimum 2,5 (gr/cc),
3. Dari pemeriksaan *Atterberg* (PB-0109-76) agregat harus non plastis,
4. Peresapan agregat terhadap air (PB-0202-76) maksimum 3%,

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah suatu konstruksi diatas tanah dasar, yang berfungsi untuk menerima dan menyebarkan beban lalu lintas tanpa menimbulkan kerusakan berarti pada konstruksi jalan itu sendiri. Dengan demikian dapat memberi kenyamanan kepada si pengemudi selama masa pelayanan.

Berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Konstruksi perkerasan lentur (*Flexible Pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan ikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
2. Konstruksi perkerasan kaku (*Rigid Pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*Portland Cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa pondasi atas. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.
3. Konstruksi perkerasan komposit (*Composite Pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur, dapat berupa perkerasan lentur diatas permukaan kaku ataupun perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari :

1. lapis permukaan (*Surface Course*),
2. lapis pondasi atas (*Base Course*),
3. lapis pondasi bawah (*Sub Base Course*),
4. lapis tanah dasar (*Subgrade*),

Pada penelitian ini difokuskan pada perkerasan lentur dengan topik khusus pada Beton Aspal, pada bagian lapisan permukaan.

3.2 Bahan Penyusun

Bahan penyusun lapis permukaan (*Surface Course*) dari perkerasan lentur secara umum terdiri atas :

1. agregat,
2. aspal,
3. bahan Pengisi (*filler*),

3.2.1 Agregat

Agregat menurut ASTM (1974) adalah suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa massa berukuran besar maupun berupa fragmen-fragmen. Agregat dapat berupa batu pecah, kerikil, pasir ataupun komposisi mineral lainnya baik dari hasil alam maupun dari hasil pengolahan (pemecahan atau penyaringan).

Agregat merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yaitu mengandung 90% - 95% agregat berdasarkan persentase berat atau 75% - 85% dari persentase volume. Dengan demikian daya dukung, keawetan, dan mutu (sifat agregat)

serta komposisi campuran agregat dengan material lainnya menentukan kemampuan struktur lapis perkerasan dalam memikul beban lalu lintas.

Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan, dikelompokkan menjadi 3 (tiga) kelompok, yaitu :

1. kekuatan dan keawetan (*Strenght and Durability*), dipengaruhi oleh :
 - a. gradasi,
 - b. ukuran maksimum,
 - c. kadar lempung,
 - d. kekerasan dan ketahanan,
 - e. bentuk butir,
 - f. tekstur permukaan,
2. kemampuan untuk dilapisi aspal dengan baik, dipengaruhi oleh :
 - a. porositas,
 - b. kemungkinan basah,
 - c. jenis agregat,
3. kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang nyaman dan aman, dipengaruhi oleh :
 - a. tahanan gesek (*Skid Resistance*),
 - b. campuran yang memberikan kemudahan dalam pelaksanaan (*Bituminous Mix Workability*),

3.2.2 Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat atau bersifat termoplastis yaitu jika dipanaskan dapat menjadi lunak/cair hingga dapat membungkus partikel agregat. Dengan demikian pada perkerasan lentur aspal digunakan sebagai bahan ikat dan pengisi antara agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak.

Sebagai salah satu material konstruksi perkerasan lentur, aspal merupakan salah satu komponen kecil, menempati hanya 4% - 10% berdasarkan berat dan 10% - 15% berdasarkan volume, tetapi merupakan komponen yang relatif mahal.

Pada campuran, aspal berfungsi sebagai bahan ikat, dengan demikian walaupun hanya merupakan komponen kecil dalam campuran sifat-sifat aspal sangat menentukan dalam kualitas campuran itu sendiri. Sifat-sifat ini akan terus terbawa dalam konstruksi sehingga pemeriksaan dan pengujian sifat-sifat ini dan penentuan jenis aspal yang benar harus dilakukan.

3.2.3 Bahan Pengisi

Bahan pengisi (*filler*) merupakan bagian dari agregat, dimana pada susunan gradasi, filler ini merupakan material yang lolos saringan no.200. Filler berfungsi untuk mengisi bagian-bagian yang kosong (rongga-rongga) antar material yang lebih besar. Bahan pengisi harus kering dan bebas dari bahan lain yang mengganggu. bahan pengisi terdiri dari abu batu, abu batu kapur, kapur padam, semen (PC), atau bahan nonplastis lainnya. Dapat juga diambil dari bahan-bahan limbah industri yang memenuhi syarat secara teknis sebagai *filler*. Gradasi mineral *filler* sebagaimana tertera dibawah ini.

Tabel 3.1 Gradasi Mineral *Filler*

Ukuran saringan No(mm)	<i>Filler</i> (%)
No.30 (0,59 mm)	100
No.50 (0,279 mm)	95 - 100
No.100 (0,149 mm)	90 - 100
No.200 (0,074 mm)	70 - 100

Sumber ; Laston No.13/PT/B/1983

3.3 Karakteristik Campuran

Lapis perkerasan lentur sebagai suatu konstruksi jalan yang diharapkan dapat dilalui dengan aman dan nyaman dan memberikan suatu rasa percaya pada keselamatan dalam pemakaiannya serta dapat bertahan selama umur rencananya, harus memiliki kualitas yang baik. Untuk mendapatkan kualitas ini terdapat suatu syarat yang harus dimiliki oleh lapis perkerasan lentur. Karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh campuran aspal beton campuran panas adalah :

3.3.1 Stabilitas

Stabilitas lapisan perkerasan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur ataupun *bleeding*.

Kebutuhan akan stabilitas setingkat dengan jumlah lalu lintas dan beban kendaraan yang akan memakai jalan tersebut. Jalan dengan volume lalu lintas tinggi dan sebagian besar merupakan kendaraan berat menuntut stabilitas yang lebih besar dibandingkan dengan jalan dengan volume lalu lintas yang hanya terdiri dari kendaraan penumpang saja.

Kestabilan yang terlalu tinggi menyebabkan lapisan itu menjadi kaku dan cepat mengalami retak, disamping itu karena volume antar agregat kurang, mengakibatkan kadar aspal yang dibutuhkan pun rendah.

Stabilitas terjadi dari hasil gesekan antar butir, penguncian antar partikel dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal. Dengan demikian stabilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan mengusahakan penggunaan bahan sebagai berikut:

1. Agregat dengan gradasi yang rapat (*dense graded*),
2. Agregat dengan permukaan yang kasar,
3. Agregat berbentuk kubus,
4. Aspal dengan penetrasi rendah,
5. Aspal dalam jumlah yang mencukupi untuk ikatan antar butir,

Agregat bergradasi baik, bergradasi rapat memberikan rongga antar butir (*Voids in Mineral Aggregate/VMA*) yang kecil. Keadaan ini menghasilkan stabilitas yang tinggi, tetapi membutuhkan kadar aspal yang rendah untuk mengikat agregat.

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 tidak lagi kedap air, oksidasi mudah terjadi, dan lapisan perkerasan menjadi rusak. Pemakaian aspal yang banyak mengakibatkan aspal tidak lagi dapat menyelimuti agregat dengan baik (karena VMA kecil) dan juga menghasilkan rongga antar campuran (*Voids in Mix/VIM*) yang kecil. Adanya beban lalu lintas yang menambah pemadatan lapisan yang mengakibatkan lapisan aspal meleleh keluar dinamakan *bleeding*.

3.3.2 Durabilitas (Keawetan/daya tahan)

Durabilitas diperlukan pada lapisan permukaan sehingga lapisan dapat mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan kendaraan :

Faktor yang mempengaruhi durabilitas lapis aspal beton adalah sebagai berikut :

1. Film aspal atau selimut aspal, film aspal yang tebal dapat menghasilkan lapis aspal beton yang berdurabilitas tinggi, tetapi kemungkinan terjadinya *bleeding* menjadi tinggi.
2. VIM (*Voids in mix*/rongga dalam campuran) kecil sehingga lapis kedap air dan udara tidak masuk kedalam campuran yang menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh/getas.
3. VMA besar, sehingga aspal dapat dibuat tebal. Jika VMA dan VIM kecil serta kadar aspal tinggi kemungkinan terjadinya *bleeding* besar. Untuk mencapai VMA yang besar ini dipergunakan agregat bergradasi senjang.

3.3.3 Fleksibilitas (Kelenturan)

Fleksibilitas pada lapisan perkerasan adalah kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume.

Fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan menggunakan bahan sebagai berikut :

1. Penggunaan agregat bergradasi senjang sehingga diperoleh VMA yang besar.
2. Penggunaan aspal yang lunak (aspal dengan penetrasi tinggi).
3. Penggunaan aspal yang cukup banyak sehingga diperoleh VIM yang kecil.

3.3.4 *Skid Resistance* (tahanan gesek/kekesatan)

Tahanan gesek adalah kekesatan yang diberikan oleh perkerasan sehingga kendaraan tidak mengalami slip baik diwaktu hujan atau basah maupun diwaktu kering. Kekesatan dinyatakan dengan koefisien gesek antar permukaan jalan dan ban kendaraan.

Tahanan gesek tinggi jika :

1. Penggunaan kadar aspal yang tepat sehingga tak terjadi *bleeding*.
2. Penggunaan agregat dengan permukaan kasar.
3. Penggunaan agregat berbentuk kubus.
4. Penggunaan agregat kasar yang cukup.

3.3.5 Ketahanan Kelelahan (*Fatigue resistance*)

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari lapis aspal beton dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang berupa alur (*rutting*) dan retak.

Faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelahan adalah :

1. VIM yang tinggi dan kadar aspal yang rendah akan mengakibatkan kelelahan yang lebih cepat.
2. VMA yang tinggi dan kadar aspal yang tinggi dapat mengakibatkan lapis perkerasan menjadi fleksibel.

3.3.6 Kemudahan Pelaksanaan (*Workability*)

Yang dimaksud dengan kemudahan pelaksanaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan.

Faktor yang mempengaruhi kemudahan dalam pelaksanaan adalah sebagai berikut :

1. Gradasi agregat. Agregat bergradasi baik/menerus lebih mudah dilaksanakan dari pada agregat bergradasi senggang/timpang.
2. Temperatur campuran, yang ikut mempengaruhi kekerasan bahan pengikat yang bersifat termoplastis.
3. Kandungan bahan pengisi (*filler*) yang tinggi menyebabkan pelaksanaan lebih sukar.

3.4 Perencanaan Campuran

Untuk mendapatkan suatu lapis perkerasan yang baik, perlu didesain suatu campuran bahan-bahan penyusun lapis keras tersebut. Perencanaan ini diperlukan agar diperoleh suatu karakteristik campuran bagi lapis keras yang memenuhi kinerja yang baik dari bahan yang tersedia.

Metode perancangan yang umum digunakan di Indonesia :

1. Metode Bina Marga, bersumber dari BS594 dan dikembangkan untuk kebutuhan di Indonesia oleh CQCMU (*Central Quality Control & Monitoring Unit*) Bina marga sehingga dikenal dengan nama CQCMU. Metode ini umum digunakan untuk perencanaan *Hot Rolled Sheet (HRS)*.

2. Metode *Asphalt Institute*

Bertitik tolak pada stabilitas yang dihasilkan. Oleh karena itu yang menjadi dasar adalah gradasi campuran yang harus memenuhi lengkung *Fuller*.

3.5 Pemeriksaan Campuran Dengan Metode Marshall

Perencanaan campuran bertujuan untuk memperoleh suatu campuran lapis keras yang memenuhi kriteria dan spesifikasi tertentu. Untuk mengetahui suatu campuran telah memenuhi kriteria dan spesifikasi dilakukan test Marshall atau dikenal dengan Metode Marshall (*Marshall Test*). Jadi metode Marshall ini digunakan atau bertujuan untuk memeriksa kinerja campuran perkerasan jalan yang secara khusus untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan (*flow*) dari campuran aspal dan agregat.

Tahapan dalam proses pemeriksaan perencanaan campuran adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan benda uji

Meliputi penyiapan bahan (agregat dan aspal serta bahan lain yang digunakan) setelah dilakukan perhitungan *Job Mix*, pemeriksaan pengolahan campuran dan mencetak benda uji berupa briket-briket.

2. Tahap Pemeriksaan

Meliputi penimbangan dan pengukuran benda uji serta pengujian dengan alat Marshall. Hasil yang diperoleh berupa parameter-parameter spesifikasi campuran perkerasan yang meliputi stabilitas, kelelahan (*flow*), persentase rongga dalam campuran (*Void In The Mix/VITM*), persentase rongga terisi aspal (*Void Filled With Asphalt/VFWA*).

3. Tahap Analisis

Hasil dari tahap pemeriksaan dianalisis untuk mengetahui karakteristik campuran yang dihasilkan untuk kemudian dibandingkan dengan karakteristik campuran Beton Aspal. Dari analisis hasil pengujian *Marshall* ini diperoleh kadar aspal optimum untuk mendapatkan spesifikasi yang sesuai secara maksimal. Serta keuntungan dan kerugian pemakaian asbuton pada campuran Beton Aspal ditinjau terhadap karakteristik campuran Beton aspal.

BAB IV

HIPOTESIS

Asbuton merupakan aspal alam, *bitumentnya* bercampur dengan batuan (batu kapur) dan mineral yang beraneka ragam. Asbuton juga memiliki kandungan *bitument* yang tidak merata pada setiap daerah penambangan. Pada penggunaannya diperlukan suatu bahan pelunak ataupun pelarut untuk mengeluarkan *bitument* dari butiran batuanya. Bahan pelunak ini dapat berupa *Flux oil*, minyak bakar/bunker oil, campuran solar, *asphalt cement (AC)* ataupun aspal cair.

Dalam pebelitian ini digunakan Asbuton B-20 bersama *Asphalt Cement* penetrasi 60/70 (AC 60/70) sebagai bahan ikat pada campuran Beton Asphalt (*Asphaltic Concrete*) dan ditinjau karakteristiknya dengan pengujian Marshall.

Penggunaan asbuton dalam campuran beton aspal untuk mengurangi pemakaian *Asphalt Cement*, *Asphalt Cement* juga berfungsi sebagai pelunak/pelarut dari asbuton serta akan menghasilkan suatu campuran yang memenuhi syarat terhadap karakteristik *Marshall*, sehingga dapat digunakan sebagai bahan lapis perkerasan yang pada akhirnya dapat memberi nilai ekonomis pada campuran beton aspal.

BAB V

METODOLOGI PENELITIAN

5.1 Bahan

5.1.1 Asal Bahan

Bahan/material yang digunakan pada penelitian Beton Aspal ini berasal dari :

1. Aspal

Aspal minyak type 60/70 produksi Pertamina dari PT. Perwita Karya, Yogyakarta

2. Agregat

Agregat terdiri dari agregat kasar, agregat halus bersumber dari *Quarry* Clereng, Kulon Progo, produksi *Stone Crusher* , PB. SURADI, Yogyakarta.

3. Asbuton

Asbuton B-20 hasil pemecahan dari *Quarry* Pulau Buton (Sulawesi Tenggara) oleh PT.Amerta Margayasa Aspal, Surabaya.

5.1.2 Persyaratan Bahan

Spesifikasi bahan-bahan penelitian menggunakan pedoman dari Bina Marga pada buku Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON).

Tabel 5.1 Spesifikasi Agregat untuk campuran Beton Aspal No.Campuran VII

Ukuran Saringan		Lolos Saringan (%)
3/4"	19,1 mm	100
1/2"	12,7 mm	80 - 100
3/8"	9,52 mm	-
# 4	4,76 mm	54 - 72
# 8	2,38 mm	42 - 58
# 30	0,59 mm	26 - 38
# 50	0,279 mm	18 - 28
# 100	0,149 mm	10 - 20
# 200	0,074 mm	6 - 12

Sumber; LASTON No.13/PT/B/1983.

Tabel 5.2. Persyaratan Agregat Kasar

No	Pengujian	Satuan	Syarat
1	Keausan Dengan Mesin Los	%	Maks 40
2	Angeles	%	> 95
3	Kelekatan Terhadap Aspal	%	Maks 3
4	Penyerapan Terhadap air Berat Jenis Semu	gr/cc	Min 2,5

Sumber; LASTON No.13/PT/B/1983

Tabel 5.3 Persyaratan Agregat Halus

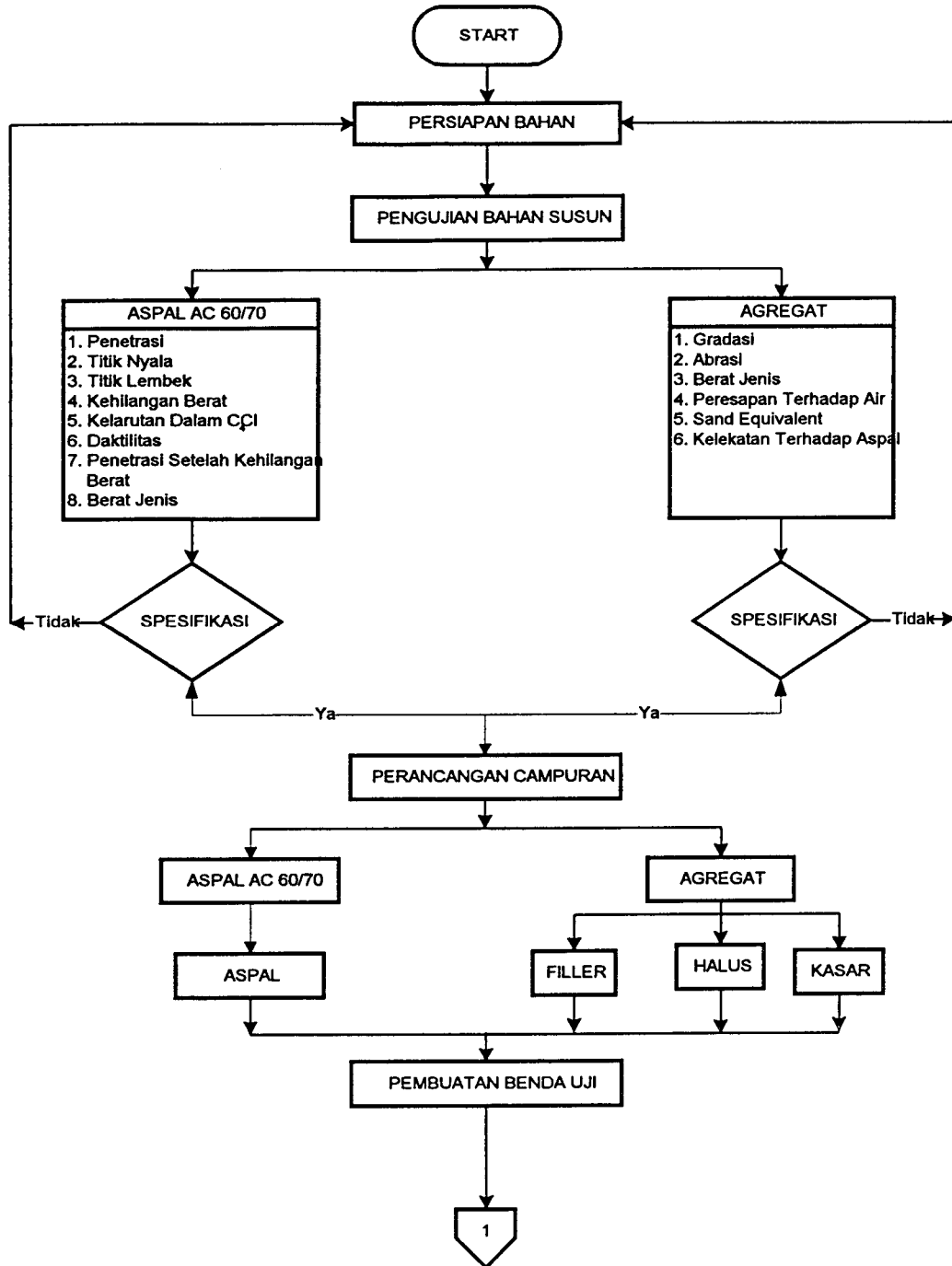
No	Pengujian	Satuan	Syarat
1	<i>Sand Equivalent</i>	%	Min 50
2	Penyerapan Terhadap air	%	Maks 3
3	Berat Jenis Semu	gr/cc	Min 2,5

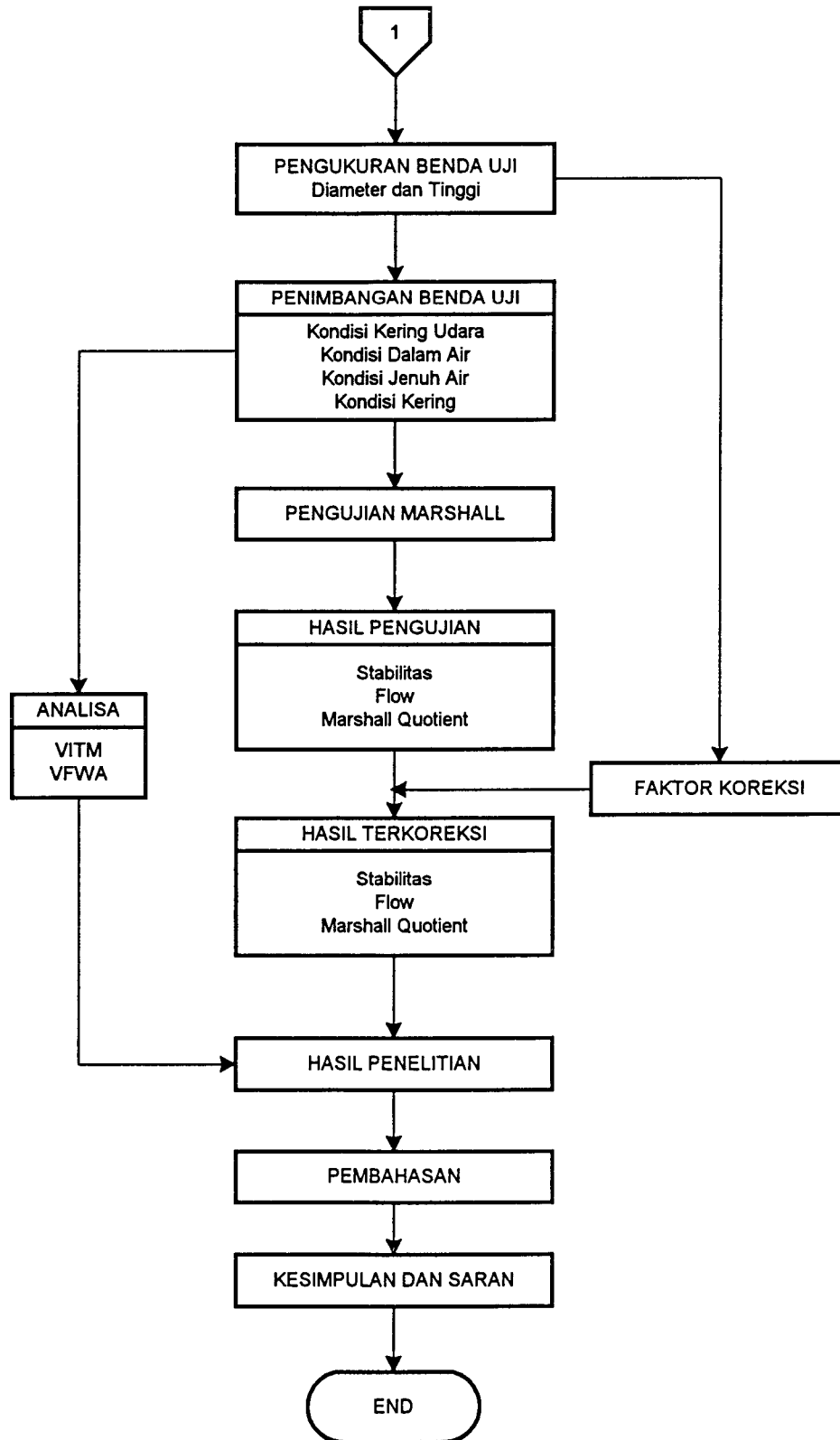
Sumber; LASTON No.13/PT/B/1983

Tabel 5.4 Persyaratan Aspal Keras (AC 60-70)

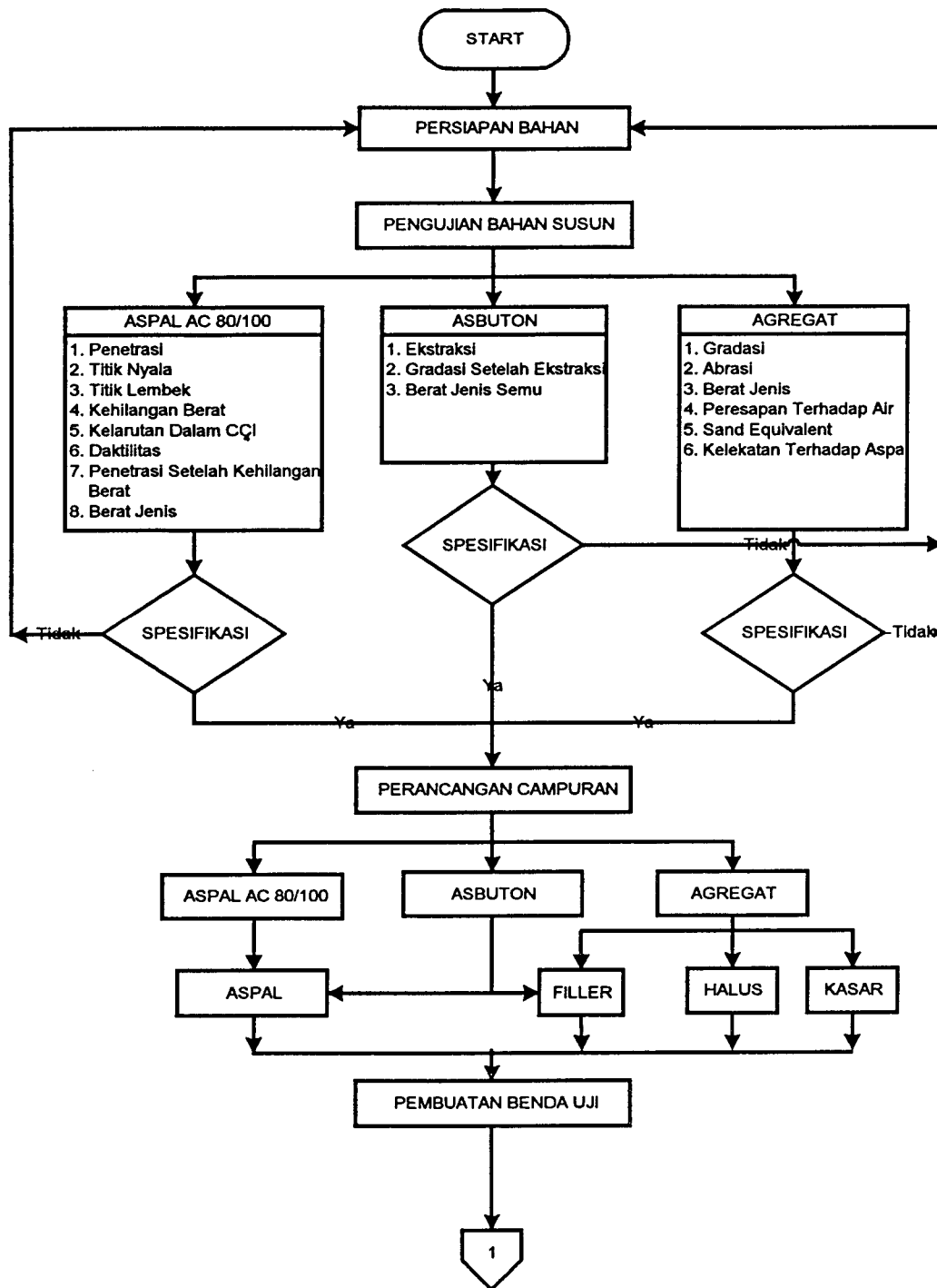
No	Pengujian	Satuan	Min	Maks
1	Penetrasi (25°C, 5 detik)	0,1 mm	60	79
2	Titik Lembek (ring & ball)	°C	48	58
3	Titik Nyala (Cleve open cup)	°C	200	-
4	Kahilangan berat (163°C, 5 jam)	% Berat	-	0,4
5	Kelarutan (Ccl ₄ atau C ₂)	% Berat	99	-
6	Daktilitas (25°C, 5cm/menit)	cm	100	-
7	Penetrasi Setelah Kehilangan berat	% Semula	75	-
8	Berat Jenis Semu	gr/cc	1	-

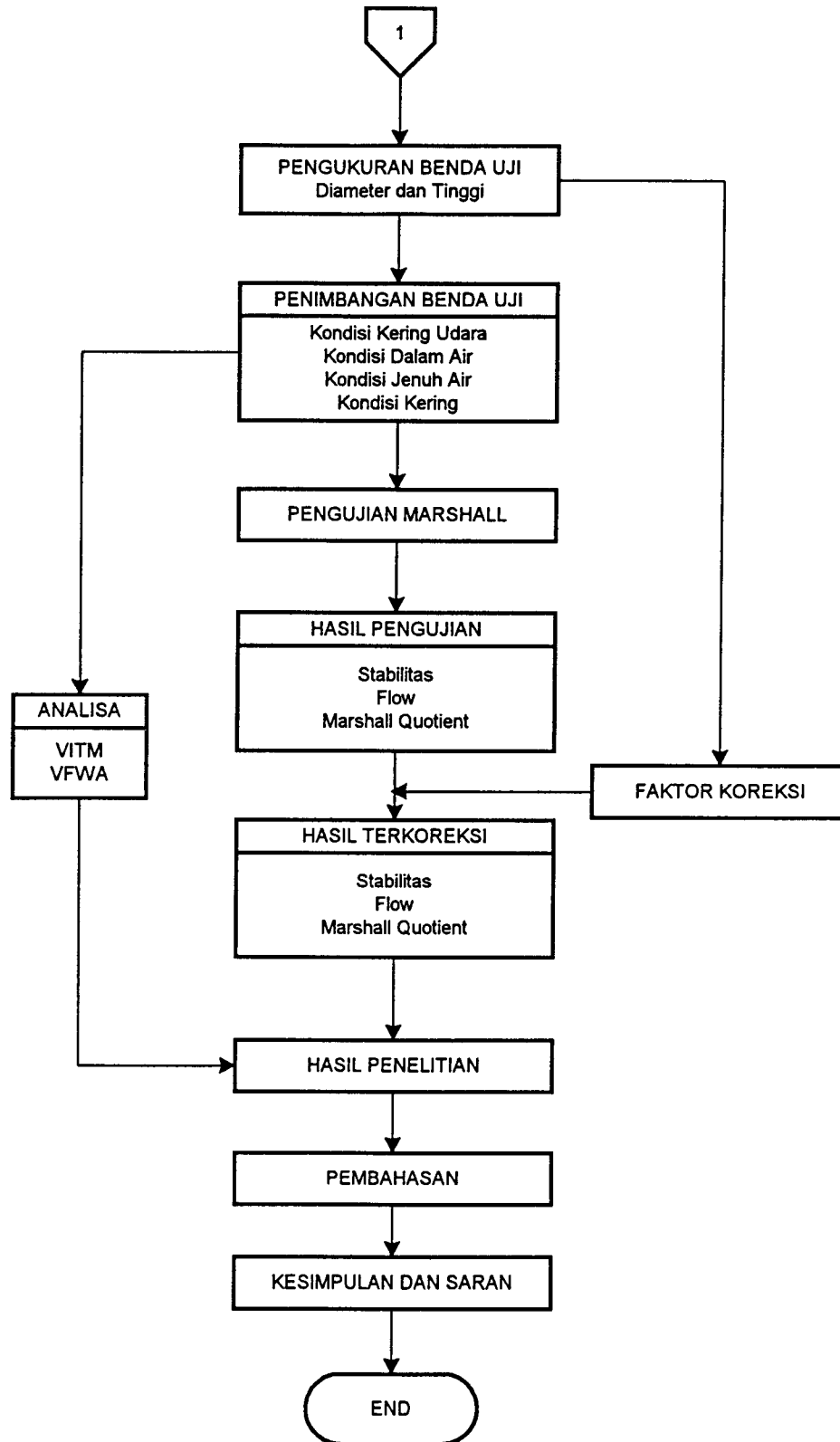
Sumber ; LASTON No.13/PT/B/1983





Gambar 5.1 Bagan Alir Penelitian Campuran Beton Aspal Normal





Gambar 5.2 Bagan Alir Penelitian Campuran Beton Aspal Bahan Ikat AC 60-70 dan Asbuton B-20

5.3.2 Persiapan Bahan

Persiapan bahan meliputi melakukan persiapan terhadap bahan-bahan penelitian, dalam hal ini melakukan pengujian terhadap bahan-bahan tersebut untuk mengetahui kecocokannya dengan spesifikasi material standar untuk kemudian siap digunakan sebagai bahan penelitian.

Bahan-bahan yang harus dipersiapkan adalah sebagai berikut:

1. *Asphalt Cement* (AC 60-70) produksi Pertamina.
2. Agregate dari *Quarry* Clereng Kulon Progo, produk dari PB. SURADI, Yogyakarta.
3. Asbuton hasil pengolahan PT. Amerta Marga Yasa.

5.3.3 Persiapan Alat

Alat yang digunakan untuk penelitian, baik untuk persiapan, pemeriksaan bahan, pengujian *Marshall*, maupun untuk analisis dipersiapkan dalam kondisi baik .

Alat-alat yang harus dipersiapkan, yaitu alat untuk pemeriksaan/pengujian agregat dan aspal meliputi:

1. Pengujian agregat kasar dan agregat halus :
 - a. pemeriksaan Gradasi
 - 1). Timbangan dan neraca.
 - 2). Satu set saringan.
 - 3). *Oven*.
 - 4). Mesin pengguncang saringan.
 - 5). Talam-talam.
 - 6). Kuas, sikat, sendok dan alat lainnya.

b. pemeriksaan Abrasi dengan *Los Angeles Test*

- 1). Mesin *Los Angeles*.
- 2). Saringan No. 12 dan saringan lainnya.
- 3). Timbangan.
- 4). Bola-bola baja.
- 5). *Oven*.

c. pemeriksaan Berat Jenis dan Pemeriksaan Penyerapan Terhadap Air

- 1). Keranjang kawat.
- 2). Tempat air.
- 3). Timbangan.
- 4). *Oven*.
- 5). Alat pemisah contoh.
- 6). Saringan No. 4.
- 7). *Piknometer*.
- 8). Kerucut terpancung.
- 9). Batang penumbuk.
- 10). Pengatur suhu.
- 11). Pompa hampa udara.
- 12). Air suling.
- 13). Desikator.

d. pemeriksaan *Sand Equivalent*

- 1). Silinder ukur dari plastik, tutup karet, tabung irigator, kaki pemberat dansipon.
- 2). Kaleng dengan diameter 57 mm.
- 3). Corong mulut yang luas.
- 4). Jam dengan pembacaan sampai sekon.
- 5). Pengguncang mekanis.
- 6). Larutan $CaCl_2$, gliserin, formal dehid.

e. pemeriksaan Kelekatan Terhadap Aspal.

- 1). Timbangan.
- 2). Pisau pengaduk.
- 3). Wadah/wajan.
- 4). Beker glass.
- 5). *Oven*.
- 6). Saringan 6,3 mm.
- 7). *Termometer*.
- 8). Aquades/Air suling.

2. Pengujian Aspal, dalam hal ini Aspal Keras AC 60-70, meliputi :

a. pemeriksaan Penetrasi

- 1). Alat penetrasi.
- 2). Pemegang jarum.
- 3). Pemberat.
- 4). Jarum Penetrasi.
- 5). Cawan contoh.

- 6). Bak Perendam (*waterbath*).
 - 7). Tempat air.
 - 8). Pengukur waktu.
 - 9). Termometer.
- b. pemeriksaan Titik Nyala
- 1). Termometer.
 - 2). *Cliveland Open Cup*.
 - 3). Pelat pemanas.
 - 4). Sumber pemanasan.
 - 5). Penahan angin.
 - 6). Nyala penguji.
- c. pemeriksaan Titik Lembek
- 1). Termometer.
 - 2). Cincin kuningan.
 - 3). Bola baja.
 - 4). Bejana gelas.
 - 5). Alat pengarah bola.
 - 6). Dudukan benda uji.
 - 7). Penjepit.
- d. pemeriksaan Kelarutan Dalam Ccl_4
- 8). Alat dari asbes dengan panjang serat 1 cm, yang telah dicuci dengan asam.
 - 9). *Goach Cruible*.
 - 10). Labu *Erlenmeyer*.

- 11). Tabung penyaring.
- 12). Labu penyaring.
- 13). Tabung karet untuk menahan *Goach Cruible*.
- 14). Oven.
- 15). Pembakar gas.
- 16). Neraca analistik dengan kapasitas.
- 17). Pompa hampa udara.
- 18). Desikator.
- 19). Karbon Tetracholida p.a.
- 20). Ammonium Carbonat p.a.
- 21). Batang pembersih.

e. pemeriksaan Daktilitas

- 1). Temometer.
- 2). Cetakan daktilitas kuningan.
- 3). Bak perendam isi 10 liter.
- 4). Mesin uji.
- 5). Metil alkohol teknik dan Sodim Chlorida teknik.

f. pemeriksaan Penetrasi Setelah Kehilangan Berat

- 1). Pemberat.
- 2). Jarum Penetrasi.
- 3). Cawan contoh.
- 4). Bak Perendam (*waterbath*).
- 5). Tempat air.

6). Pengukur waktu.

7). Termometer.

g. pemeriksaan Berat Jenis

1). Termometer.

2). Bak perendam.

3). Piknometer.

4). Air suling.

5). Bejana gelas.

3. Pengujian Asbuton B-20, meliputi :

a. ekstraksi untuk menentukan kadar aspal

1). Ekstraktor lengkap dengan bowl + tutupnya.

2). Kertas filter.

3). Timbangan.

4). Pan.

5). Oven.

6). CCl_4 atau Bensin.

7). Sekop kecil.

b. analisa saringan setelah ekstraksi

1). Saringan.

2). Timbangan.

3). Kuas, sendok dan alat lainnya

c. Kadar Air

1). Timbangan.

- 2). Oven.
- 3). Desikator.
- 4). Cawan.

5.3.4 Pembuatan Benda Uji

Agregat yang dipergunakan dikeringkan terlebih dahulu, kemudian disaring dengan susunan saringan yang telah ditentukan dan ditimbang sesuai kebutuhan. Demikian juga dengan filler yang digunakan, jumlahnya harus sesuai dengan kebutuhan dan perbandingan yang direncanakan.

Kadar aspal yang digunakan dalam pengujian ini bervariasi antara 5% sampai 7% untuk campuran Beton Aspal normal terhadap berat kering agregat. Sedangkan untuk campuran Beton Aspal dengan bahan ikat *Asphalt Cement* dan Asbuton, kadar aspal untuk kedua jenis divariasikan dengan jumlah total tetap antara 4% - 7.5% terhadap berat kering agregat.

Dengan penggunaan Asbuton B-20 terjadi perubahan jumlah filler karena pada asbuton B-20 terdapat 80% mineral asbuton (filler) dan kadar aspal (bitumen) sebanyak 20%. Dengan demikian terdapat penambahan filler sebanyak 80% dari berat total asbuton yang digunakan, dimana hal ini akan mempengaruhi atau merubah spesifikasi/syarat dari agregat Beton Aspal. Karena itu dihitung terlebih dahulu jumlah asbuton yang dapat dipakai sehingga tidak merusak spesifikasi agregat, hal ini berarti terjadi penggantian filler dari agregat biasa dengan filler asbuton, yang akhirnya juga harus diperhitungkan perbedaan kualitas (berat jenis) dari kedua jenis filler, sehingga secara keseluruhan harus dihitung perbandingan masing-masing bahan yang dipakai

sebagai campuran (*Job Mix*) benda uji. Hasil perhitungan ini dapat dilihat pada lampiran 7 sampai lampiran 14.

Berdasarkan hasil perhitungan dihasilkan bahwa harus digunakan Asbuton dalam jumlah yang tetap agar tidak mempengaruhi spesifikasi agregat Beton Aspal, dengan demikian jumlah bitumen (aspal) dari Asbuton tetap, sehingga variasi dilakukan pada jumlah aspal keras (*Asphalt Cement*) agar sesuai dengan masing-masing kadar aspal yang digunakan.

Jumlah benda uji untuk setiap variasi kadar aspal yang digunakan adalah sebanyak 3 buah (triple), dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.6 Kadar Aspal Benda Uji Campuran Beton Aspal Normal

Benda Uji	Kadar Aspal (AC 60-70) (%)
I	5 %
II	5.5 %
III	6 %
IV	6.5 %
V	7 %

Masing-masing benda uji terdiri dari 3 buah Dengan demikian jumlah benda uji sebanyak $3 \times 5 = 15$ buah

Cara pembuatan Benda uji campuran Beton Aspal Normal (tanpa Asbuton) sebagai berikut :

1. Agregat kasar dan agregat halus disaring dengan susunan saringan sesuai dengan gradasi yang disyaratkan dan ditimbang sesuai dengan sesuai dengan *Job Mix* yang telah dihitung.
2. Kemudian dicampur dan dipanaskan hingga mencapai suhu 175°C

3. Campuran agregat dicampur dengan AC 60-70 yang telah dipanaskan sampai suhu 160°C. Untuk menjaga suhu tetap, pencampuran dilakukan diatas pemanas dan diaduk hingga merata, hingga suhu campuran mencapai 160°C.
4. Kemudian campuran dimasukkan ke dalam cetakan berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 7,5 cm yang telah dipanasi dan diolesi dengan vaselin (pelumas) terlebih dahulu, sambil ditusuk-tusuk dengan spatula sebanyak 15 kali dibagian tepi dan 10 kali dibagian tengah. Sebelum campuran dimasukkan alasnya diberi kertas untuk pengenalan.
5. Kemudian didiamkan sebentar hingga mencapai suhu 140 °C, lalu dilakukan pemadatan dengan cara penumbukkan sebanyak 2 x 75 kali sesuai syarat Marshall, yaitu 75 kali dibagian atas, lalu benda uji dibalik dan ditumbuk kembali sebanyak 75 kali (75 kali masing-masing sisi) sehingga total penumbukan sebanyak 150 kali.
6. Setelah selesai benda uji didiamkan sampai suhunya turun. Setelah agak dingin dikeluarkan dari cetakan dengan *ejector*, lalu dilakukan pengujian Marshall.

Tabel 5.7 Perbandingan prosentase Pemakaian AC 60-70 Dengan Asbuton B-20

Benda Uji	Kadar Aspal (%)	Kadar Bitumen Asbuton (%)	Kadar AC 60/70 (%)
I	4	1.1	2.9
II	4,5	1.1	3.4
III	5	1.1	3,9
IV	5,5	1.1	4.4
V	6	1.1	4,9
VI	6,5	1.1	5.5
VII	7	1.1	5,9
VIII	7.5	1.1	6.4

Masing-masing benda uji terdiri dari 3 buah Dengan demikian terdapat 3 x 8 = 24 buah benda uji.

Tabel 5.8 Perbandingan Berat antara AC 60-70, Bitumen Asbuton B-20 dan Agregat Untuk Setiap Benda Uji Beton Aspal

Benda Uji	Berat (gram)				Kadar Aspal Terhadap Batuan	Kadar Aspal Terhadap Campuran
	AC 60/70	Bitumen Asbuton B-20	Agregat	Total		
I	34,705	13,295	1140	1188	4,21%	4,04%
II	40,705	13,295	1140	1194	4,74%	4,5%
III	46,705	13,295	1140	1200	5,26%	5,0%
IV	52,705	13,295	1140	1206	5,79%	5,47%
V	58,705	13,295	1140	1212	6,32%	5,94%
VI	64,705	13,295	1140	1218	6,84%	6,4%
VII	70,705	13,295	1140	1224	7,37%	6,86%
VIII	76,705	13,295	1140	1230	7,89%	7,31%

Cara pembuatan benda uji secara umum adalah sebagai berikut:

1. Agregat kasar dan agregat halus disaring dengan susunan saringan sesuai dengan gradasi yang disyaratkan dan ditimbang sesuai dengan sesuai dengan *Job Mix* yang telah dihitung.
2. Kemudian dicampur dan dipanaskan hingga mencapai suhu 175°C. Setelah suhu mencapai 175°C, masukkan asbuton, dan tetap diaduk sampai campuran merata
3. Campuran agregat dan asbuton dicampur dengan AC 60/70 yang telah dipanaskan sampai suhu 160°C. Untuk menjaga suhu tetap, pencampuran dilakukan diatas pemanas dan diaduk hingga merata, hingga suhu campuran mencapai 160°C.
4. Kemudian campuran dimasukkan ke dalam cetakan berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 7,5 cm yang telah dipanasi dan diolesi dengan vaselin (pelumas) terlebih dahulu, sambil ditusuk-tusuk dengan spatula sebanyak 15 kali dibagian tepi dan 10 kali dibagian tengah. Sebelum campuran dimasukkan alasnya diberi kertas untuk pengenalan.

5. Kemudian didiamkan sebentar hingga mencapai suhu 140 °C, lalu dilakukan pemadatan dengan cara penumbukkan sebanyak 2 x 75 kali sesuai syarat Marshall, yaitu 75 kali dibagian atas, lalu benda uji dibalik dan ditumbuk kembali sebanyak 75 kali (75 kali masing-masing sisi) sehingga total penumbukan sebanyak 150 kali.
6. Setelah selesai benda uji didiamkan sampai suhunya turun. Setelah agak dingin dikeluarkan dari cetakan dengan *ejector*, lalu dilakukan pengujian Marshall.

5.3.5 Pengujian Marshall

Pengujian/pemeriksaan Marshall dilakukan untuk memperoleh data-data sebagai berikut:

1. Stabilitas (*Stability*)
2. Kelelehan (*Flow*)
3. Kepadatan (*Density*)
4. VITM (*Void in The Mix*)
5. VFWA (*Void Filed With Asphalt*)

Pelaksanaan pengujian Marshall ini meliputi hal-hal berikut:

1. Persiapan Pengujian, meliputi:
 - a. Benda uji diukur tinggi dan beratnya.
 - b. Benda uji direndam dalam air selama 1 x 24 jam untuk mengetahui variasi sampel aspal dan ditimbang dalam air.

- c. Setelah jenuh air benda uji dikeluarkan dari bak perendaman dan dikeringkan dengan kain pada permukaannya , kemudian ditimbang pada kondisi kering permukaan.
- d. Benda uji direndam dalam *water bath* pada suhu 60°C selama 30 menit.
- e. Kepala alat penekan Marshall dibersihkan dan permukaannya diolesi dengan vaselin (pelumas) secukupnya agar memudahkan unruk melepas benda uji.
- f. Benda uji dikeluarkan dari *water bath* dan segera diletakkan pada segmen bawah kepala penahan. Segmen atas kepala penahan dimasukkan ke dalam batang penuntun, kemudian kepala penekan diletakkan di atas mesin penguji.
- g. Arloji kelelahan dipasang padaudukannya di atas salah satu batang penuntun.
- h. Kepala penekan beserta benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincing penguji (*proving ring*), kemudian diatur jarum penguji tekan pada posisi angka nol.

2. Pelaksanaan pengujian

- a. Pembebanan dimulai dengan kecepatan tetap 50 mm/menit hingga pembebanan maksimum dicapai pada saat arloji pembebanan berhenti dan mulai kembali berputar menurun. Pada saat itu pula dibaca arloji kelelahan.
- b. Setelah pembebanan selesai, segmen diatas diangkat dan benda uji diambil dari kepala penekan. Sampai pada tahap ini berarti benda uji selesai dalam pengujian Marshall.

5.4 Analisis Data

Setelah pengujian *Marshall* selesai dilaksanakan, dilanjutkan dengan analisis data-data yang diperoleh. Analisis yang dilakukan adalah untuk mendapatkan nilai-nilai *Marshall Properties* guna mengetahui karakteristik campuran sehingga didapat kadar aspal optimum. Data yang diperoleh dari penelitian laboratorium adalah sebagai berikut:

1. Tebal benda uji (mm).
2. Berat sebelum direndam/kering (gram).
3. Berat dalam air (gram).
4. Berat dalam keadaan jenuh (gram).
5. Pembacaan arloji stabilitas (lbs).
6. Pembacaan arloji flow/kelelehan (mm).

Untuk mendapatkan nilai-nilai kepadatan (*density*), rongga dalam campuran (*Void in the mix/VITM*), rongga terisi aspal (*Void filled with asphalt/VFWA*), diperlukan data-data lainnya yaitu :

1. Berat jenis aspal.
2. Berat jenis agregat.
3. Berat jenis maksimum teoritis campuran.

Berat jenis agregat merupakan gabungan dari berat jenis agregat kasar, agregat halus dan filler, untuk memperoleh nilai berat jenis tersebut digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{BJ agregat} = \frac{100}{(X/F1) + (Y/F2) + (Z/F3)}$$

Keterangan :

X = Prosentase agregat kasar, F1= berat jenis agregat kasar

Y = Prosentase agregat halus, F2= berat jenis agregat halus

Z = Prosentase Filler F3= berat jenis filler

Untuk nilai-nilai kepadatan/kerapatan (*density*), *VITM*, *VFWA*, Stabilitas, dan dapat dihitung dengan dengan bantuan data-data diatas. Adapun nilai-nilai tersebut didapat dengan cara perhitungan sebagai berikut :

1. Stabilitas

Nilai stabilitas didapatkan dari pembacaan arloji stabilitas pada saat pengujian *Marshall* . Hasil tersebut dicocokkan dengan angka kalibrasi *proving ring* dengan satuan lbs atau kilogram, dan masih harus dikoreksi dengan faktor koreksi yang dipengaruhi oleh tebal benda uji (tabel 5.7). Nilai stabilitas sesungguhnya diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$S = p \times q$$

Keterangan :

S = Angka stabilitas sesungguhnya

p = Pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat

q = Angka koreksi benda uji

Tabel 5.9 Koreksi tebal benda uji

TEBAL (mm)	ANGKA KOREKSI	TEBAL (mm)	ANGKA KOREKSI
60	1.095	70	0.845
61	1.065	71	0.835
62	1.035	72	0.825
63	1.015	73	0.810
64	0.960	74	0.791
65	0.935	75	0.772
66	0.900	76	0.762
67	0.885	77	0.752
68	0.865	78	0.742
69	0.855	79	0.733
70	0.845	80	0.724

Sumber : Laboraturium Jalan Raya jur. Teknik Sipil, FTSP
Universitas Islam Indonesia

2. Kelelahan (*flow*)

Flow menunjukkan deformasi benda uji akibat pembebanan (sampai beban batas). Nilai ini langsung terbaca pada arloji *flow* saat pengujian *Marshall*. Nilai *Flow* pada arloji dalam satuan inch, maka harus dikonversi dalam satuan milimeter.

3. Kepadatan (*density*)

Nilai kepadatan *density* (BD) dihitung dengan rumus :

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

Keterangan :

$$f = \frac{d - e}{\gamma_{air}} = \frac{gr}{\frac{gr}{cc}} = cc$$

$$BD = g = \text{Nilai kepadatan (gr/cc)} \quad \gamma_{air} = \text{Berat jenis air (gr/cc)}$$

c = Berat kering sebelum direndam (gr)

d = Berat benda uji jenuh air (gr)

e = Berat benda uji dalam air (gr)

f = Volume benda uji (cc)



4. VFWA (Void Filled With Asphalt)

Nilai ini menunjukkan banyaknya (prosentase) rongga campuran yang terisi aspal. Nilai VFWA dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{VFWA} = 100 \times (i/l)$$

$$i = b \times (g/\text{BJ aspal})$$

$$b = \{a/(100 + a)\} \times 100$$

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

$$l = (100 - j)$$

Keterangan :

- a = Prosentase aspal terhadap batuan
- b = Prosentase aspal terhadap campuran
- i dan j = rumus substitusi
- l = Prosen rongga terisi aspal (%)

4. VITM (Void In The Mix)

Void In The Mix merupakan prosentase rongga dalam campuran, *VITM* ini dihitung dengan rumus :

$$\text{VITM} = 100 \times (100 - g/h)$$

$$h = \frac{100}{[(\% \text{ agregat}/\text{BJ agregat}) + (\% \text{ aspal}/\text{BJ aspal})]}$$

Keterangan :

h = Berat jenis maksimum teoritis campuran

Setelah dilakukan analisis dari pengujian *Marshall* dan didapat nilai-nilai karakteristik *Marshall*, dibuat grafik hubungan antara kadar aspal terhadap nilai karakteristik tersebut. Berdasarkan grafik tersebut dan perbandingan terhadap spesifikasi yang disyaratkan dari Bina Marga, ditentukan kadar aspal optimum untuk campuran tersebut.

BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

6.1 Hasil Penelitian

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia dan di Laboratorium Teknik Transportasi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, menunjukkan hasil yang cukup memuaskan. Pemeriksaan bahan susun yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, aspal keras AC 60-70, dan Asbuton B-20, memberikan hasil bahwa material-material tersebut memenuhi persyaratan. Data hasil pemeriksaan terlihat pada tabel 6.1, tabel 6.2, tabel 6.3, tabel 6.4 atau dari dokumen hasil pemeriksaan laboratorium pada lampiran 15 sampai lampiran 29.

Tabel 6.1. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No.	Pengujian	Hasil	Syarat	Ket.
1.	Keausan Dengan Mesin <i>Los Angeles</i> (%)	31,26	Maks. 40	*
2.	Kelekatan Terhadap Aspal (%)	98	> 95	*
3.	Penyerapan Terhadap Air (%)	2,72	< 3	*
4.	Berat Jenis Semu (gr/cc)	2,69	≥ 2,5	*

* memenuhi persyaratan

Tabel 6.2. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No.	Pengujian	Hasil	Syarat	Ket.
1.	<i>Sand Equivalent</i> (%)	71,365	Min. 50	*
2.	Penyerapan Terhadap Air (%)	2,15	≤ 3	*
3.	Berat Jenis Semu (%)	2,9	Min. 2,5	*

* memenuhi persyaratan

Tabel 6.3. Hasil Pemeriksaan Aspal Keras AC 60 – 70

No.	Pengujian	Hasil	Syarat	Ket.
1.	Penetrasi (25°C, 5 detik) (0,1 mm)	73	60-79	*
2.	Titik Lembek (<i>Ring & Ball</i>) °C	54,5	48-58	*
3.	Titik Nyala (<i>Cleve Open Cup</i>) °C	335	≥ 200	*
4.	Kelarutan (CCl ₄ atau Cs ₂) (% Berat)	99,38	Min. 99	*
5.	Daktalitas (25°C, 5 cm/menit) (cm)	≥ 115	≥ 100	*
6.	Berat Jenis (gr/cc)	1,08	≥ 1	*

* memenuhi persyaratan

Tabel 6.4. Hasil Pemeriksaan Asbuton B-20

Pengujian	Bitumen		Mineral	
	Hasil	Syarat	Hasil	Syarat
1. Ekstraksi (%)	21,69	17,5-22,5	78,31	82,5-77,5
2. Berat Jenis (gr/cc)			1,1252	

Selanjutnya pengujian dilanjutkan pemeriksaan *Marshall Properties* terhadap campuran berdasarkan desain (*Job Mix*) pada material-material tersebut. Adapun data-data tersebut dapat dilihat pada tabel 6.4 berikut.

Tabel 6.5. Hasil Pengujian *Marshall* Beton Aspal Bahan Ikat AC 60-70 dan Asbuton B-20

No.	<i>Marshall Properties</i>	Kadar Aspal Terhadap Campuran (Hasil Interpolasi)						
		4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
1	<i>Density</i>	2,3336	2,3456	2,3544	2,3664	2,3754	2,3859	2,3973
2	<i>VITM</i>	9,4556	8,4036	7,3837	6,3305	5,094	4,1358	3,008
3	<i>Flow</i>	6,011	5,757	5,503	4,105	3,685	3,123	3,055
4	<i>VFWA</i>	51,9952	53,8221	59,6209	65,9118	71,6908	77,9547	83,7762
5	<i>Stabilitas</i>	1335,68	1367,73	1386,22	1457,92	1516,18	1867,37	1900,22

Sumber: Hasil Pengujian Pada Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta

Hasil Pengujian *Marshall* tersebut dibandingkan dengan pengujian *Marshall Properties* campuran Beton Aspal Normal tanpa Asbuton seperti pada tabel 6.6 berikut.

Tabel 6.6. Hasil Pengujian *Marshall* Beton Aspal Normal Tanpa Asbuton

No.	<i>Marshall Properties</i>	Kadar Aspal Terhadap Campuran (Hasil Interpolasi)			
		5	5,5	6	6,5
1	<i>Density</i>	2,389	2,3987	2,4148	2,4236
2	VITM	6,7112	5,6557	4,3409	3,3109
3	<i>Flow</i>	3,182	3,465	3,632	5,4174
4	VFWA	62,2317	68,3439	75,7403	81,5529
5	Stabilitas	1874,29	1962,971	2043,868	2010,024

Sumber: Laston No.13/PT/B/1983

6.2 Pembahasan

Pembahasan hasil pengujian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik Beton Aspal dengan menggunakan Asbuton B-20 sebagai bahan tambah bahan ikat.

Analisis dilakukan terhadap nilai Kepadatan (*Density*), Stabilitas (*Stability*), VITM (*Void In The Mix*), VFWA (*Void Filled With Asphalt*), dan Kelelahan (*Flow*).

6.2.1 Nilai *Density* (Kepadatan)

Nilai *density* menunjukkan tingkat kepadatan suatu campuran perkerasan agregat-aspal, juga menunjukkan kerapatan campuran yang telah dipadatkan. Semakin besar nilai *density*, kerapatan/kepadatan campuran semakin baik dan sebaliknya semakin rendah nilai *density* semakin kurang kerapatan/kepadatan campuran. Semakin baik tingkat kerapatan/kepadatan semakin tinggi kemampuan perkerasan untuk menahan beban yang besar.

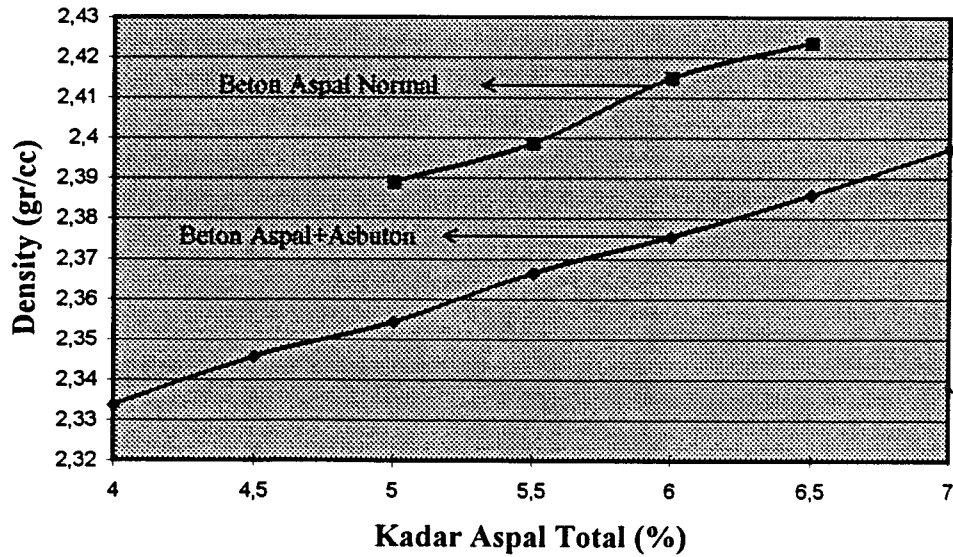
Di lapangan nilai *density* digunakan untuk menentukan tingkat kepadatan campuran perkerasan yang telah dipadatkan. Nilai *density* lapangan campuran yang

telah dipadatkan tersebut minimum sebesar 95% dari nilai kepadatan (*density*) laboratorium.

Kerapatan campuran juga menunjukkan tingkat kekedapan. Dalam hal ini kekedapan terhadap air dan udara. Semakin tinggi nilai *density*, maka campuran akan semakin kedap. Nilai *density* dipengaruhi oleh jenis dan kualitas material, jumlah dan beban pemadatan (tumbukan), temperatur pemadatan, dan kadar aspal.

Campuran dengan nilai *density* tinggi mampu menahan beban yang lebih besar dibanding campuran dengan nilai *density* rendah. Hal ini disebabkan dengan kerapatan yang baik, jarak agregat dalam campuran semakin rapat dan bidang kontak antar agregat semakin luas. Makin luas bidang kontak berarti semakin besar gaya gesek (*friction*) antar agregat. Jika didukung dengan bentuk agregat yang baik, maka akan semakin besar sifat *Interlocking* antar agregat sehingga mempertinggi kemampuan untuk menerima beban.

Nilai *density* masing-masing kadar aspal terlihat pada tabel 6.6, sedangkan Hubungan antara kadar aspal dan nilai *density* ditunjukkan oleh gambar 6.1.



Gambar 6.1. Hubungan Kadar Aspal dan Density

Dari gambar 6.1 terlihat dengan bertambahnya kadar aspal nilai density yang dihasilkan semakin meningkat. Tidak terjadi penurunan nilai density pada kadar aspal berapapun. Berarti semakin tinggi kadar aspal semakin besar nilai density. Hal ini disebabkan dengan bertambahnya kadar aspal, rongga antar agregat dalam campuran makin terisi baik, sehingga dengan pemadatan yang baik ruang kosong antar agregat terisi oleh aspal. Penambahan kadar aspal dapat mengisi ruang-ruang kosong tersebut dimana pada kadar aspal rendah masih banyak ruang yang belum terisi aspal. Dengan meningkatnya kadar aspal jumlah rongga yang terisi aspal semakin besar sehingga campuran semakin rapat.

Penambahan kadar aspal juga mempermudah butiran agregat yang lebih kecil untuk mengisi ruang antar agregat yang lebih besar. Tetapi dalam hal lain jika penambahan aspal berlebihan, rongga antar butiran membesar dan akhirnya lapisan aspal justru mendesak butiran agregat yang menyebabkan butiran mengambang dalam

campuran, dimana posisi agregat sudah tidak rapat lagi yang mengurangi gaya gesek karena bidang kontak berkurang. Dengan mengembangnya campuran akibat kadar aspal yang berlebihan, akan meningkatkan volume campuran.

Untuk campuran Beton Aspal, Bina Marga tidak memberikan persyaratan minimum ataupun maksimum terhadap nilai density. Nilai density yang digunakan untuk campuran ditentukan berdasarkan interaksinya dengan nilai-nilai Marshall yang lain dimana hal ini dapat ditentukan setelah diketahui kadar aspal optimum.

Dari Gambar 6.1 terlihat bahwa pada kadar aspal sama nilai *density* yang dicapai oleh campuran dengan bahan ikat AC 60-70 lebih tinggi dari pada nilai *density* pada campuran yang menggunakan bahan ikat Asbuton B-20 dan peremaja AC 60-70, hal ini disebabkan *Bitument* Asbuton sebesar 1,1 % dalam campuran tidak keluar semua dengan kata lain, AC 60-70 tidak mampu melarutkan *Bitument* Asbuton secara maksimal sehingga nilai *density* yang diperoleh lebih kecil bila dibandingkan dengan nilai *density* pada campuran Beton Aspal normal.

Peningkatan nilai density seiring bertambahnya kadar aspal juga menunjukkan adanya perbandingan yang baik antara komposisi agregat dengan kadar aspal. Terdapatnya *filler* Asbuton yang digunakan tidak mempengaruhi massa campuran yang dapat mempengaruhi nilai density, karena telah diperhitungkan sebelumnya, dengan mempertimbangkan perbedaan kualitas (berat Jenis) dari agregat asli dengan mineral (*filler*) Asbuton. Jadi diperhitungkan agar tidak mempengaruhi spesifikasi agregat.

6.2.2 Nilai VITM (*Void In The Mix*)

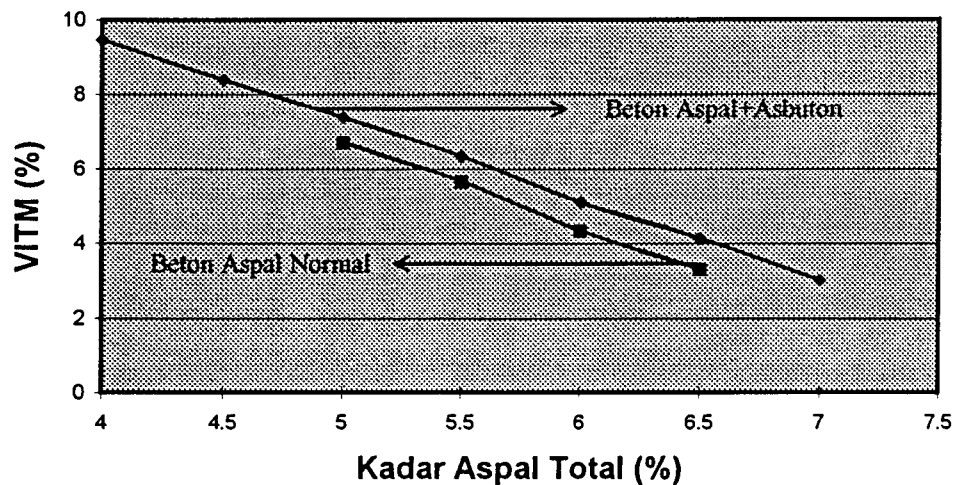
Void In The Mix merupakan prosentase rongga yang terdapat dalam campuran terhadap total campuran. Nilai VITM menyatakan kekedapan campuran terhadap air dan udara dan juga menyatakan kekakuan campuran, karena VITM menunjukkan jumlah rongga yang ada dalam campuran. Semakin tinggi nilai VITM semakin banyak rongga yang terdapat dalam campuran. Hal ini menunjukkan semakin rapuhnya campuran, yang berarti semakin tidak awetnya campuran karena VITM juga menunjukkan keawetan campuran.

Dengan tingginya nilai VITM yang menyatakan tingginya persentase rongga dalam campuran menunjukkan bahwa campuran kurang rapat terhadap air dan udara. Keadaan ini mengakibatkan air dan udara mudah masuk ke dalam rongga tersebut yang mengakibatkan aspal yang menyelubungi batuan teroksidasi. Proses oksidasi menyebabkan film aspal makin tipis karena hasil oksidasi mudah larut dan terbawa air, sehingga menurunkan kadar aspal campuran. Penurunan kadar aspal ini menyebabkan lekatan antar butiran menjadi berkurang dan akhirnya terjadi pelepasan butiran agregat dari perkerasan (*Ravelling*) dan *Stripping*

Nilai VITM merupakan kebalikan dari nilai density. Jika density meningkat yang berarti kerapatan dan kepadatan campuran tinggi, berarti juga rongga dalam campuran sedikit maka nilai VITM kecil, kekakuan campuran tinggi sesuai dengan nilai kepadatan atau density.

Hasil Pengujian menunjukkan nilai VITM menurun dengan meningkatnya kadar aspal. Yaitu kadar aspal total yang merupakan campuran antara AC 60-70 dengan bitumen Asbuton B-20, maupun campuran Beton Aspal Normal tanpa

Asbuton. Peningkatan kadar aspal menyebabkan rongga yang ada dalam campuran dapat terisi dengan baik sehingga jumlah ruang/rongga dalam campuran berkurang. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 6.2.



Gambar 6.2. Grafik Hubungan Kadar Aspal dan VITM

Pada gambar 6.2 terlihat bahwa nilai VITM yang diperoleh masing-masing campuran tidak sama, pada kadar aspal sama nilai VITM campuran Beton Aspal Normal lebih rendah dibandingkan dengan nilai VITM campuran Beton Aspal yang menggunakan Asbuton dan AC sebagai bahan ikat, walaupun dari kedua campuran terlihat nilai VITM menurun seiring dengan bertambahnya kadar aspal, tetapi rongga pada campuran Beton Aspal Asbuton dan AC lebih tinggi dari pada campuran Beton Aspal Normal. Hal ini disebabkan mineral Asbuton yang seharusnya berfungsi sebagai *filler* tidak dapat keluar seluruhnya untuk mengisi rongga, karena AC 60-70 tidak mampu melarutkan *Bitument* Asbuton yang menyelimuti mineralnya secara keseluruhan sehingga masih ada sebagian mineral tersebut masih terbungkus oleh *Bitument* mengakibatkan mineral tidak dapat berfungsi sebagai *filler* secara maksimal.

Bina Marga memberi batasan nilai VITM antara 3% - 5% pada campuran Beton Aspal normal, nilai VITM yang memenuhi syarat diperoleh pada kadar aspal 5,75% sampai 6,5%. Pada campuran Beton Aspal dengan bahan ikat Asbuton dan AC, nilai VITM yang memenuhi syarat dicapai pada kadar aspal 6,05% sampai 7%. Terlihat bahwa untuk mencapai nilai VITM yang memenuhi persyaratan Bina Marga, kadar aspal campuran Beton Aspal Asbuton dan AC memerlukan lebih banyak aspal dibandingkan campuran Beton Aspal Normal.

Faktor lain yang mempengaruhi VITM, yaitu komposisi agregat dalam hal ini jumlah/kadar *filler*. Kadar *filler* yang tinggi akan memperkecil nilai VITM, karena rongga yang ada terisi dengan baik oleh *filler* bersama aspal, sehingga dapat meningkatkan kerapatan campuran.

Tetapi dalam penelitian untuk campuran dengan bahan ikat Asbuton dan AC ini kadar *filler* telah diperhitungkan sesuai dengan spesifikasi. Karena adanya perbedaan berat jenis antara *filler* abu batu dengan *filler* Asbuton, maka *filler* Asbuton harus dikoreksi agar volume *filler* Asbuton tidak melebihi kandungan *filler* yang dibutuhkan sehingga tidak mengganggu karakteristik campuran. Karena jumlah *filler* pada setiap campuran sama, dapat disimpulkan bahwa *filler* tidak mempengaruhi VITM, tetapi yang mempengaruhi VITM yaitu kadar aspal dalam campuran.

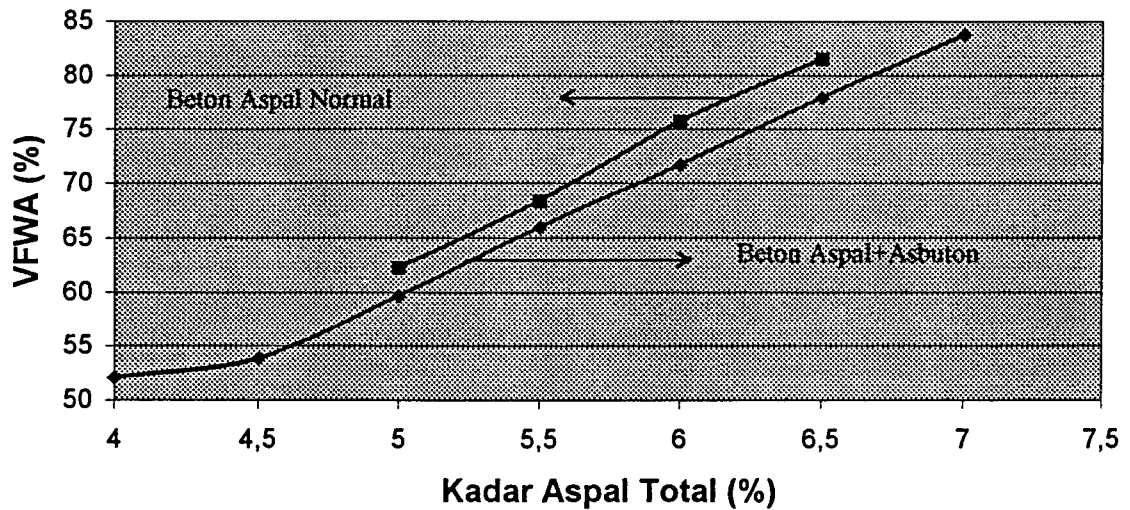
Bina Marga memberikan batasan nilai VITM antara 3% - 5%. Nilai VITM yang kurang dari 3% mengakibatkan *bleeding* karena naiknya aspal ke permukaan pada suhu tinggi, viscositas aspal menurun dan pada saat lapisan menerima beban, aspal akan naik ke permukaan akibat terdesak keluar karena rongga tidak ada lagi untuk diisi. Sedangkan jika VITM besar melebihi 5%, keawetan lapisan berkurang

karena jumlah rongga yang besar, mengakibatkan campuran rapuh dan aspal mudah teroksidasi.

6.2.3 Nilai VFWA (Void Filled With asphalt)

Void Filled With Asphalt (VFWA) menunjukkan besarnya persentase rongga dalam campuran yang terisi aspal. Nilai ini dinyatakan dalam persen aspal terhadap rongga. VFWA dipengaruhi oleh gradasi dan kadar aspal, sebagaimana halnya dengan nilai VITM. Besaran VFWA berpengaruh pada keawetan campuran dan kedekatan terhadap air dan udara. Semakin besar nilai VFWA, semakin banyak rongga dalam campuran yang terisi aspal, maka campuran akan semakin rapat dan kedap, karena rongga sedikit.

Nilai VFWA yang terlalu tinggi juga berpengaruh buruk terhadap campuran karena menyebabkan *bleeding*. Karena jumlah ruang kosong yang terlalu sedikit sehingga apabila campuran menerima beban pada suhu tinggi, sebagian aspal akan mencari tempat yang kosong dan naik ke permukaan. Sebaliknya nilai VFWA yang terlalu kecil menyebabkan campuran kurang kedap terhadap air dan udara, karena jumlah rongga yang terisi aspal sedikit dan ruang kosong besar. Keadaan ini aspal mudah teroksidasi terbawa oleh udara dan selanjutnya hasil oksidasi terbawa air dan terjadi terus menerus menyebabkan menipisnya lapisan aspal yang menyelimuti agregat, dimana selanjutnya kadar aspal akan semakin berkurang, berakibat berkurangnya keawetan.



Gambar 6.3. Grafik Hubungan Kadar Aspal dan VFWA

Hubungan antara kadar aspal dengan VFWA terlihat pada gambar 6.3 hasil pengujian menunjukkan nilai VFWA meningkat seiring dengan peningkatan kadar aspal. Pada kadar aspal sama nilai VFWA yang dicapai campuran Beton Aspal Normal lebih tinggi dari pada nilai VFWA yang dicapai oleh campuran Beton Aspal yang menggunakan Asbuton dan AC sebagai bahan ikat. Hal ini menunjukkan bahwa besarnya prosentase rongga dalam campuran yang terisi aspal pada campuran Beton Aspal Normal lebih baik bila dibandingkan dengan campuran Beton Aspal dengan bahan ikat Asbuton dan AC. Kecilnya nilai VFWA campuran Beton Aspal dengan bahan ikat Asbuton dan AC dari pada nilai VFWA campuran Beton Aspal Normal disebabkan *Bitument* yang menyelimuti mineral pada Asbuton tidak dapat larut/keluar semuanya, dalam arti bahwa AC 60-70 tidak mampu melarutkan semua *Bitument* Asbuton yang ada, sehingga pada kadar aspal sama prosentase rongga dalam

campuran yang terisi aspal pada campuran Beton Aspal dengan bahan ikat Asbuton dan AC lebih kecil dibandingkan dengan campuran Beton Aspal Normal.

Bina Marga memberi batasan nilai VFWA untuk campuran Beton Aspal sebesar 75% - 82%. Nilai VFWA yang memenuhi persyaratan pada campuran Beton Aspal Asbuton dan AC dicapai pada kadar aspal 6,26% samapai 6,863%, sedangkan pada Beton Aspal Normal nilai VFWA yang memenuhi persyaratan dicapai pada kadar aspal 5,95% sampai 6,54%.

Terlihat bahwa untuk memenuhi nilai VFWA yang disyaratkan oleh Bina Marga, kadar aspal campuran Beton Aspal dengan bahan ikat Asbuton dan AC memerlukan lebih banyak aspal dibandingkan dengan campuran Beton Aspal Normal, tetapi perbedaan kadar aspal kedua jenis campuran tidak begitu besar hanya sebesar 0,31% yang berarti, bahwa penggunaan AC pada campuran Beton Aspal dengan bahan ikat Asbuton dan AC lebih sedikit dibandingkan kebutuhan AC pada campuran Beton Aspal Normal.

Terlihat bahwa penambahan aspal sebagai bahan ikat yang terdiri dari Asbuton B-20 dan AC 60-70 dapat mempengaruhi nilai VFWA yang dicapai. Pengaruh *filler* tidak terlihat karena telah ditetapkan bersama Asbuton, agar komposisi agregat tidak menyimpang dari spesifikasi Beton Aspal yang telah ditetapkan oleh Bina Marga.

6.2.4 Nilai Stabilitas (*Stability*)

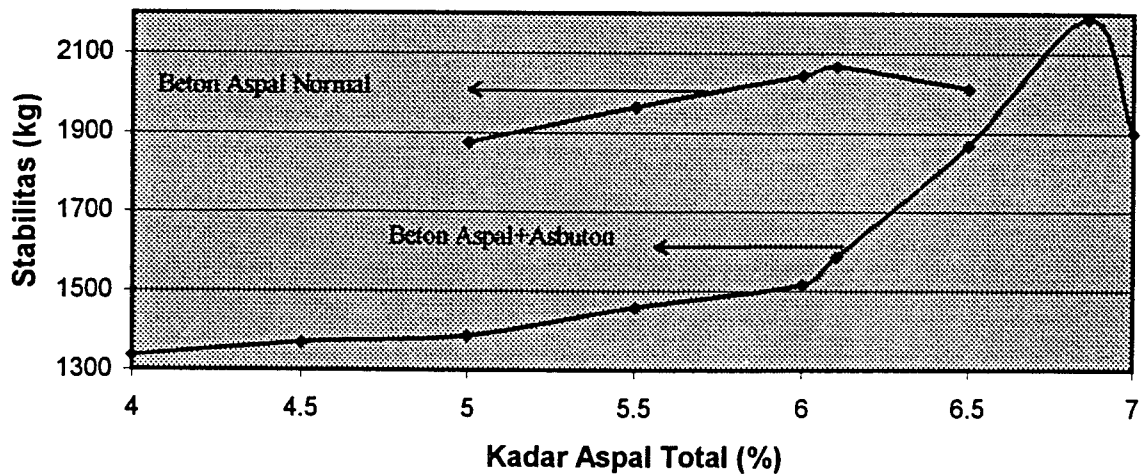
Stabilitas menunjukkan kemampuan lapis keras untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja di atasnya tanpa terjadi perubahan bentuk. Nilai

stabilitas dipengaruhi oleh jenis mutu aspal (Penetrasi, Viscositas, kohesi), gesekan (*internal friction*) dalam hal ini bentuk dan gradasi agregat dan tekstur permukaan.

Nilai stabilitas juga mencerminkan kerapatan campuran. Stabilitas tinggi menunjukkan kerapatan campuran yang baik. Kerapatan campuran salah satunya dapat dicapai dengan pemakaian agregat bergradasi menerus/rapat (*dense graded*) dimana jumlah rongga sedikit karena sifat saling mengisi antar partikel besar dan partikel berukuran kecil. Keadaan ini menyebabkan *internal friction* yang baik karena bidang sentuh antar agregat semakin besar dan jika didukung pula oleh bentuk agregat yang memenuhi syarat yaitu bentuk yang tidak beraturan dan bersudut tajam, akan menimbulkan *interlocking* yang bagus.

Kadar aspal juga sangat menentukan stabilitas dalam campuran. Sesuai dengan peningkatan kadar aspal terjadi peningkatan nilai stabilitas. Tetapi penambahan aspal diatas batas maksimum berakibat penurunan nilai stabilitas. Aspal berfungsi memberikan ikatan yang baik antar agregat. Kelebihan bahan ikat menurunkan nilai stabilitas karena pada suhu tinggi aspal melunak (viscositas menurun) dan memperlicin ikatan antar agregat sehingga mudah bergeser, menurunkan kemampuan untuk menahan beban.

Nilai stabilitas juga mempengaruhi fleksibilitas campuran dalam perbandingan terbalik. Meningkatnya nilai stabilitas berarti menurunkan nilai fleksibilitas yang berarti campuran menjadi kaku dan bersifat getas.



Gambar 6.4. Grafik Hubungan Kadar Aspal dan Stabilitas

Hasil pengujian stabilitas terlihat pada gambar 6.4. Nilai stabilitas yang dihasilkan berada diatas batas minimum yang disyaratkan oleh Bina Marga yaitu 750 kg, pada semua kadar aspal. Tetapi tidak terjadi kenaikan nilai stabilitas seiring meningkatnya kadar aspal tertentu. Pada campuran Beton Aspal Normal nilai stabilitas terus meningkat sampai kadar aspal 6,1033% yaitu sebesar 2066,58 kg, kemudian dari kadar aspal 6,1033% menuju 6,5% stabilitas yang dihasilkan menurun yaitu sebesar 2010,024 kg. Pada campuran Beton Aspal yang menggunakan bahan ikat Asbuton B-20 dan AC 60-70, nilai stabilitas yang dihasilkan terus meningkat sampai kadar aspal 6,863% yaitu sebesar 2186.540 kg, dan dari kadar aspal 6.863% menuju 7% nilai stabilitas turun yaitu sebesar 1900,2235 kg.

Terlihat bahwa pada campuran Beton Aspal Normal nilai stabilitas tertinggi dicapai pada kadar aspal 6,1033% yaitu sebesar 2066,58 kg, sedangkan pada campuran Asbuton dan AC sebagai bahan ikat, nilai stabilitas tertinggi dicapai pada

kadar aspal 6,863%, yaitu sebesar 2186,540 kg. Tingginya kadar aspal yang dibutuhkan oleh campuran beton aspal yang menggunakan bahan ikat Asbuton B-20 dan AC 60-70 untuk mencapai stabilitas tertinggi dibandingkan dengan campuran Beton Aspal Normal disebabkan kohesi antara kedua campuran tidak sama. Nilai kohesi dipengaruhi oleh viskositas dan penetrasi pada campuran Beton Aspal yang menggunakan bahan ikat Asbuton B-20 dan AC 60-70, *Bitument* Asbuton viskositasnya tinggi (kekentalannya sangat tinggi) dan penetrasi *Bitument* rendah (*Bitumentnya* keras), keadaan ini menyebabkan viskositas aspal dalam campuran menjadi tinggi dan penetrasi aspal dalam campuran ikut turun, hal ini akan berpengaruh terhadap kadar aspal dalam campuran, semakin rendah penetrasi aspal, maka akan semakin tinggi kadar aspal yang dibutuhkan dan semakin tinggi stabilitas yang dihasilkan, sebaliknya semakin tinggi penetrasi aspal dalam campuran akan semakin sedikit aspal yang dibutuhkan dan semakin rendah stabilitas yang dihasilkan.

Pada campuran Beton Aspal yang menggunakan bahan ikat Asbuton dan AC, terlihat bahwa pada kadar aspal 6,863% dengan jumlah AC sebesar 5,763% telah mampu melarutkan *Bitument* Asbuton sebesar 1,1 % secara maksimal, hal ini ditunjukkan dengan nilai stabilitas yang dihasilkan pada kadar aspal tersebut merupakan nilai stabilitas tertinggi.

Jadi secara keseluruhan penambahan aspal sampai kadar tertentu mempertinggi nilai stabilitas. Selanjutnya penambahan aspal dari kadar tertentu justru menurunkan nilai stabilitas. Bina Marga memberi batasan minimum nilai stabilitas untuk lalu lintas berat sebesar 750 kg, terlihat bahwa untuk semua kadar aspal nilai stabilitas yang dihasilkan memenuhi persyaratan dari Bina Marga.

6.2.5 Nilai Kelelahan

Flow atau kelelahan merupakan suatu nilai yang menunjukkan besarnya deformasi dari campuran (perkerasan) akibat beban yang bekerja. Pada pengujian, nilai flow diamati bersama dengan pengujian stabilitas. Merupakan besarnya deformasi vertikal sampel yang diamati sejak awal pembebanan hingga tercapai beban maksimum yang mampu ditahan oleh campuran tersebut, yang ditunjukkan dengan penurunan nilai stabilitas.

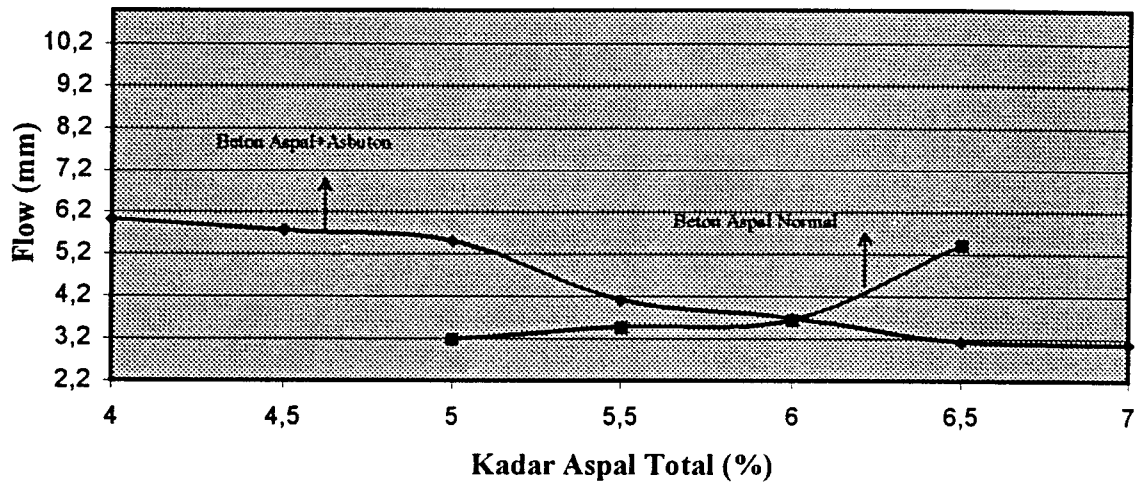
Nilai flow terutama dipengaruhi oleh kadar aspal dan sifat viscositasnya, gradasi agregat, suhu dan jumlah pemadatan.

Nilai flow juga menunjukkan kekakuan campuran, dan juga di pengaruhi oleh stabilitas. Campuran dengan flow kecil menunjukkan bahwa campuran tersebut kaku dan getas, biasanya diiringi dengan nilai stabilitas tinggi. Campuran dengan stabilitas tinggi merupakan campuran yang mempunyai kerapatan dan kepadatan yang tinggi dimana interaksi antar butiran agregat baik serta rongga yang sedikit dan biasanya diiringi dengan kadar aspal yang tidak terlalu tinggi. Jika menerima beban, campuran bersifat kaku dan deformasi yang terjadi kecil atau kelelahan yang terjadi kecil.

Jika campuran memiliki angka kelelahan tinggi dengan stabilitas rendah, campuran cenderung plastis dan sangat mudah terjadi deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja.

Nilai flow juga berkaitan dengan rongga dalam campuran (VITM) dan rongga terisi aspal (VFWA), density serta stabilitas. Jika Variabel-variabel tersebut berinteraksi dengan baik akan dihasilkan campuran dengan nilai kelelahan kecil. Hal ini

menunjukkan campuran tersebut hanya mengalami deformasi yang kecil akibat beban yang diterimanya.



Gambar 6.5. Grafik Hubungan Kadar Aspal dan Flow

Dari hasil penelitian yang ditunjukkan oleh Gambar 6.5, terlihat bahwa pada campuran Beton Aspal Normal, nilai flow meningkat dengan bertambahnya kadar aspal. Maksimum peningkatan nilai flow terjadi pada kadar aspal 6% sampai 6,5% dimana peningkatan nilai flow sebesar 1,7854 mm, sedangkan pada campuran Beton Aspal yang menggunakan Asbuton dan AC sebagai bahan ikat, nilai flow turun seiring dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran. Hal ini disebabkan pada kadar aspal rendah atau prosentase AC masih sedikit belum mampu untuk melarutkan *Bitument* Asbuton secara optimal, sehingga film aspal yang dihasilkan rendah mengakibatkan ikatan antar butiran tidak begitu kuat ketika mendapat beban maksimal, deformasi yang terjadi sangat besar, dengan bertambahnya kadar AC dalam

campuran seiring bertambahnya kadar aspal sedangkan kadar *Bitument* Asbuton tetap (konstan), hal ini menyebabkan pelarutan *Bitument* Asbuton semakin baik, sehingga film aspal yang dihasilkan makin tebal diikuti dengan ikatan antar butiran agregat makin baik akan menghasilkan nilai flow yang kecil.

Turunnya nilai flow pada campuran Beton Aspal yang menggunakan bahan ikat Asbuton B-20 dan AC 60-70 menunjukkan bahwa campuran ini sangat kaku, kekakuan campuran ini disebabkan viskositas yang tinggi pada aspal sehingga nilai flow kecil dan nilai stabilitas tinggi. Campuran akan semakin kaku apabila mempunyai stabilitas tinggi dan nilai flow yang kecil. Dalam penelitian ini terlihat bahwa pada stabilitas tertinggi sebesar 2186,540 dengan nilai flow 3,084 yang berarti angka kekakuan sebesar (*Marshal Quotient*) sebesar 708,99 kg/mm, dengan angka kekakuan sebesar 708,99 menunjukkan bahwa campuran dengan menggunakan bahan ikat Asbuton B-20 dan AC 60-70 ini sangat kaku. Perkerasan yang sangat kaku sangat baik digunakan pada tikungan dan daerah tanjakan.

Bina marga memberi persyaratan untuk nilai flow pada campuran Beton Aspal dengan lalu lintas berat antara 2 mm – 4 mm. Pada campuran Beton Aspal Normal tanpa Asbuton, nilai flow yang memenuhi syarat Bina Marga pada kadar aspal 5% sampai 6,1031%, sedangkan pada campuran Beton Aspal yang menggunakan bahan ikat Asbuton dan AC, yang memenuhi persyaratan Bina Marga pada kadar aspal 5,625% sampai 7%.

Terlihat bahwa untuk mencapai nilai flow yang disyaratkan Bina Marga pada campuran Beton Aspal yang menggunakan bahan ikat Asbuton dan AC memerlukan kadar aspal yang lebih banyak dibandingkan campuran Beton Aspal Normal tanpa

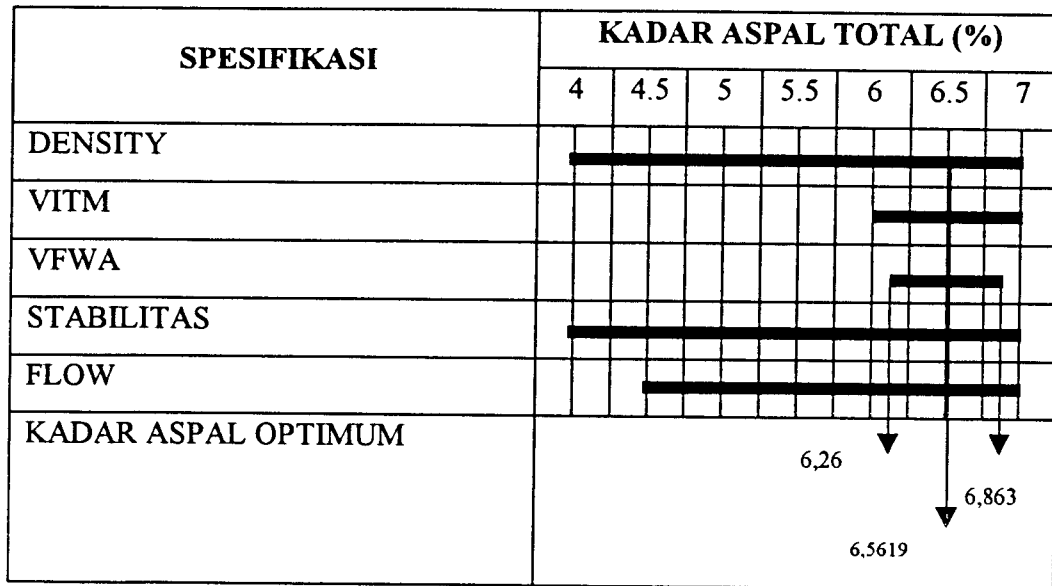
Asbuton, walaupun secara keseluruhan pemakaian AC pada campuran Beton Aspal dengan Asbuton lebih sedikit bila dibandingkan pemakaian AC pada campuran Beton Aspal Normal, keadaan ini menunjukkan bahwa masih ada *Bitument* Asbuton yang belum/tidak mampu dilarutkan oleh AC, sehingga kadar aspal dalam campuran lebih tinggi.

6.3 Kadar Aspal Optimum

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis perbandingan hasil pengujian tersebut dengan spesifikasi Beton Aspal dari Bina Marga, tentukan kadar aspal optimum yang memberikan campuran dengan nilai-nilai spesifikasi terbaik dan memenuhi syarat untuk setiap variabel Stabilitas, Flow, VITM, VFWA.

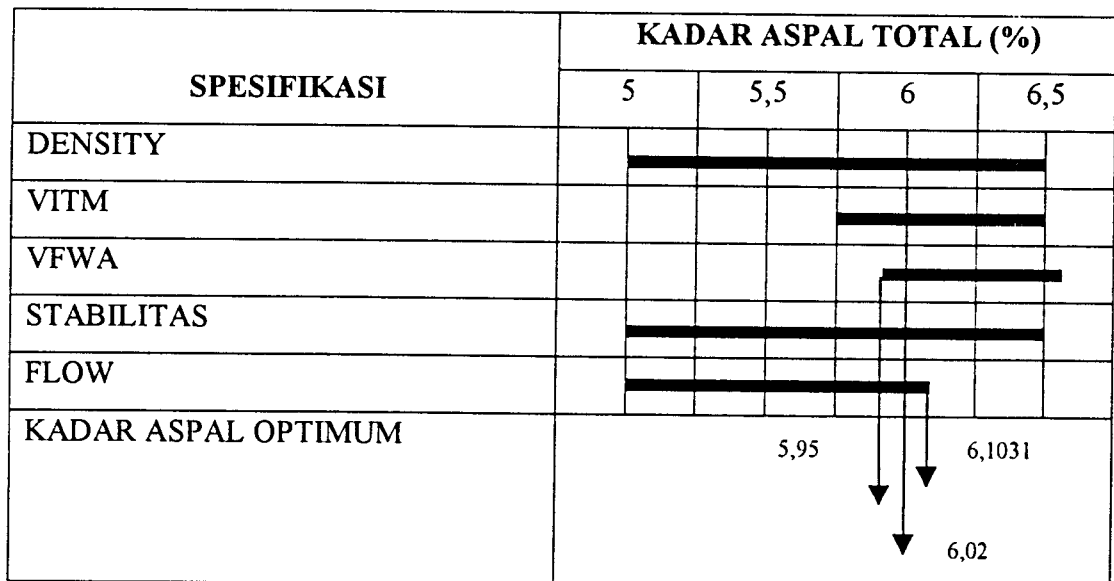
Kadar aspal optimum merupakan suatu kadar aspal yang digunakan sebagai pedoman untuk membuat campuran perkerasan. Kadar Aspal optimum didapatkan dari grafik hubungan antara kadar aspal dengan variabel-variabel Marshall dan spesifikasi yang harus dipenuhi. Grafik tersebut dibandingkan dengan persyaratan yang telah ditentukan, kemudian dicari suatu keadaan (kadar aspal) yang memenuhi semua kriteria sesuai dengan persyaratan. Dari grafik dicari batas minimum (kiri) dan batas maksimum (kanan), dari kedua batas tersebut ditentukan titik tengahnya, yang merupakan kadar aspal optimum.

Secara grafis penentuan kadar aspal optimum pada Beton Aspal Asbuton dan AC dapat dilihat pada gambar 6.6 berikut:



Gambar 6.6 Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran Beton Aspal bahan ikat AC 60-70 dan Asbuton B-20

Secara grafis penentuan kadar aspal optimum pada Beton Aspal Normal dapat dilihat pada gambar 6.7 berikut:



Gambar 6.7 Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran Beton Aspal Normal

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian, tinjauan karakteristik Marshall pada campuran Beton Aspal Normal dan campuran Beton aspal yang menggunakan bahan ikat Asbuton B-20 dan peremaja AC 60-70, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Peningkatan kadar aspal yang terdiri dari campuran antara AC 60-70 dan Asbuton B-20 maupun campuran beton aspal normal dapat meningkatkan nilai density. Tetapi pada kadar aspal sama , nilai density yang dihasilkan oleh campuran beton aspal normal lebih tinggi dari pada nilai density pada campuran beton aspal yang menggunakan bahan ikat Asbuton B-20 dan AC 60-70.
2. Peningkatan kadar aspal menurunkan nilai VITM dan penurunan yang terjadi sesuai dengan peningkatan kadar aspal. Pada kadar aspal sama dalam campuran, nilai VITN yang dicapai oleh campuran Beton Aspal normal lebih kecil di bandingkan dengan nilai VITM yang dicapai campuran Beton Aspal yang menggunakan bahan ikat Asbuton B-20 dan AC 60-70. Nilai VITM yang memenuhi persyaratan Bina Marga sebesar 3%-5% untuk campuran Beton Aspal normal dicapai pada kadar aspal 5,75% sampai 6,5%, untuk campuran Beton Aspal yang menggunakan bahan ikat Asbuton B-20 dan AC 60-70 dicapai pada kadar aspal 6,05% sampai 7%.

3. Peningkatan kadar aspal mengakibatkan peningkatan nilai VFWA karena makin tingginya prosenstase rongga yang terisi aspal. Pada kadar aspal sama nilai VFWA yang dicapai campuran Beton Aspal normal lebih tinggi dibandingkan nilai VFWA yang dicapai pada campuran Beton Aspal normal yang menggunakan bahan ikat Asbuton B-20 dan AC 60-70. Bina Marga memberi syarat untuk nilai VFWA antara 75% - 82%. Nilai VFWA yang memenuhi syarat Bina Marga pada campuran Beton Aspal normal dicapai pada kadar aspal 5,95% - 6,54%, sedangkan pada campuran Beton aspal yang menggunakan bahan ikat Asbuton B-20 dan AC 60-70 nilai VFWA yang memenuhi syarat dicapai pada kadar aspal 6,26% sampai 6,863%.
4. Pada campuran Beton Aspal Normal, Penambahan kadar aspal sampai 6,1033% dapat meningkatkan nilai stabilitas, penambahan kadar aspal dari 6,1033% akan menurunkan stabilitas. Pada campuran Beton Aspal yang menggunakan bahan ikat Asbuton B-20 dan AC 60-70 penambahan kadar aspal sampai 6,863% dapat meningkatkan nilai stabilitas, penambahan kadar aspal dari 6,863% akan menurunkan nilai stabilitas. Nilai stabilitas tertinggi pada campuran Beton Aspal normal sebesar 2066,58 kg, pada campuran Beton Aspal yang menggunakan bahan ikat Asbuton B-20 dan AC 60-70 nilai stabilitas tertinggi sebesar 2186,540 kg.
5. Pada campuran Beton aspal normal nilai flow naik seiring dengan bertambahnya kadar aspal, sedangkan pada campuran Beton Aspal yang menggunakan bahan ikat Asbuton B-20 dan AC 60-70 nilai flow turun seiring bertambahnya kadar aspal. Nilai flow yang memenuhi syarat Bina Marga sebesar 2 – 4mm, pada

campuran Beton Aspal normal dicapai pada kadar aspal 5% - 6,1031%, sedangkan pada campuran Beton Aspal yang menggunakan bahan ikat Asbuton B-20 dan AC 60-70, nilai Flow yang memenuhi syarat dicapai pada kadar aspal 5,625% sampai 7%.

6. Dari nilai-nilai *Marshall Properties* yang menunjukkan karakteristik campuran dibuktikan bahwa Asbuton B-20 dapat digunakan sebagai bahan ikat bersama AC 60-70 pada campuran beton aspal, dengan terlebih dahulu memperhitungkan kadar asbuton B-20 yang dapat digunakan agar tidak mempengaruhi spesifikasi agregat Beton Aspal karena kandungan filler/mineral yang tinggi pada Asbuton B-20. Kadar Asbuton yang dapat digunakan adalah sebesar 5.1 % dengan kadar bitumen sebesar 1,1%.
7. Kadar Aspal optimum yang dihasilkan pada campuran Beton Aspal Normal adalah sebesar 6,02% dengan nilai stabilitas 2048,27 kg, kadar aspal optimum pada campuran Beton Aspal yang menggunakan bahan ikat asbuton B-20 dan AC 60-70 adalah sebesar 6,5619% dengan nilai stabilitas 1921,44 kg.

Dari hasil pengujian disimpulkan bahwa untuk mendapatkan suatu campuran yang diharapkan dapat memenuhi persyaratan yang ditetapkan dengan menggunakan bahan-bahan yang berbeda dari bahan-bahan standar, maka harus diperhitungkan kualitas material tersebut dengan mengadakan koreksi terhadap berat jenisnya.

Dari pengujian ini didapatkan bahwa kadar Asbuton B-20 yang dapat digunakan hanya sebesar 5.1% dengan kadar bitumen 1.1% dari total campuran. Hal ini akibat kandungan mineral dalam asbuton cukup tinggi yaitu sebesar 78.31% yang

akan menggantikan filler abu batu dalam campuran agregat. Agar tidak terjadi kelebihan filler dalam campuran karena berat jenis mineral asbuton lebih ringan dari pada filler abu batu, maka harus dalam penggunaannya harus diadakan koreksi terhadap berat jenisnya, agar tidak merubah spesifikasi Bina Marga.

Kesimpulan utama dari penelitian ini adalah berdasarkan variabel-variabel Marshall yang dihasilkan, ditunjukkan bahwa, Asbuton B-20 dapat digunakan sebagai bahan ikat bersama-sama AC 60-70 pada campuran Beton Aspal, dimana fungsi AC bukan hanya sebagai pengikat, tetapi juga sebagai peremaja/pelunak bagi Asbuton

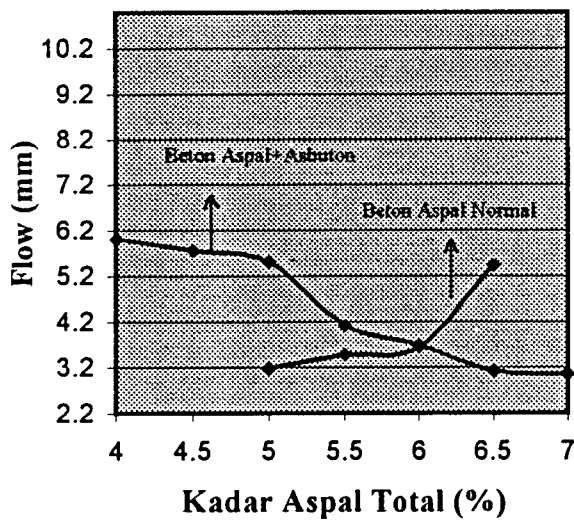
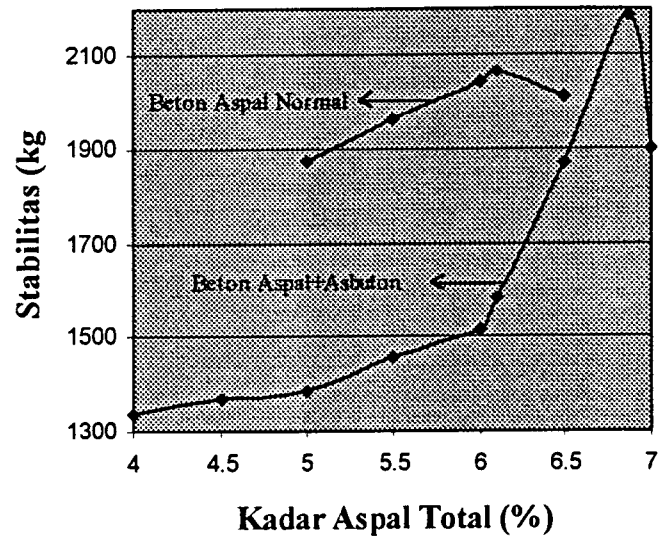
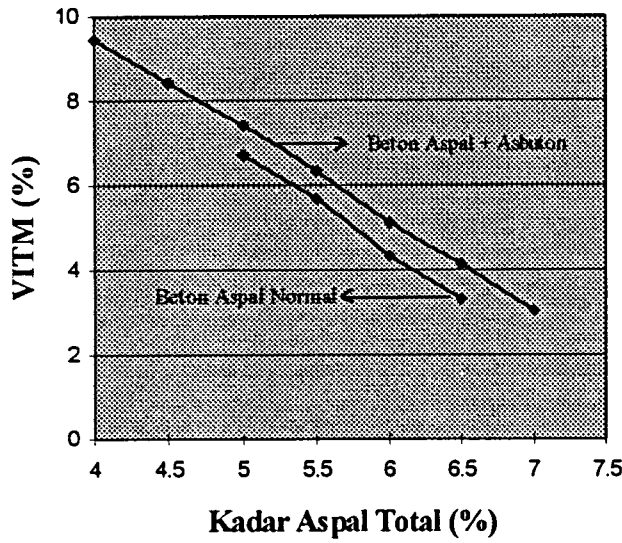
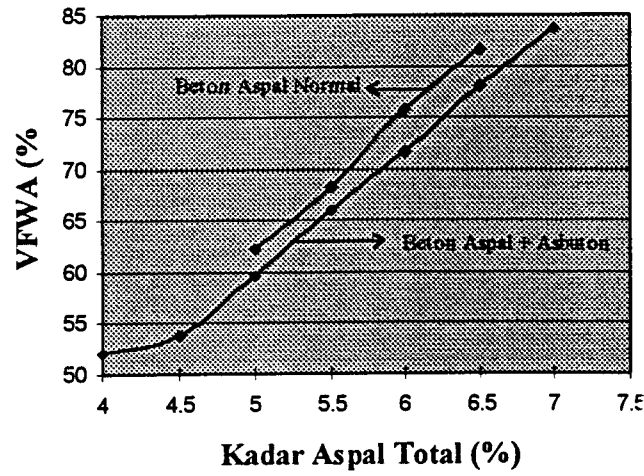
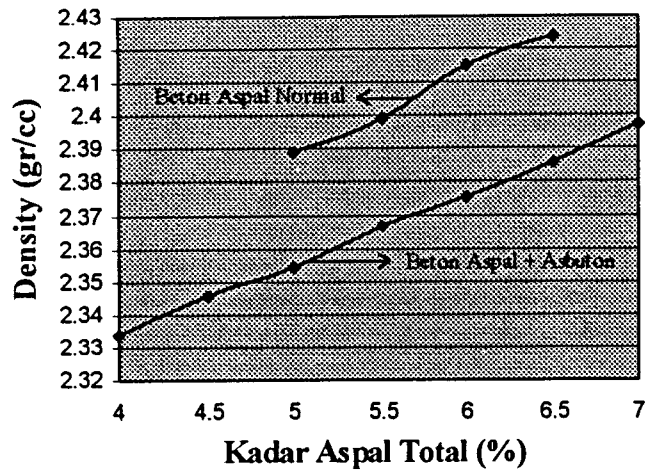
7.2 Saran – Saran

1. Penelitian ini hanya membahas apakah Asbuton B-20 dapat digunakan sebagai bahan ikat pada campuran Beton aspal dengan peremaja AC 60-70. Hasil yang didapat dibandingkan terhadap campuran Beton Aspal normal, tidak dibahas sejauh mana keuntungan atau kerugian secara ekonomis penggunaan Asbuton B-20. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut, untuk mengetahui keuntungan dan kerugian secara ekonomis penggunaan Asbuton B-20 pada campuran Beton Aspal
2. Perlu diadakan penelitian dengan cara lain agar pemakaian Asbuton agar dapat digunakan dalam kadar bitumen yang cukup tinggi dalam keadaan biasa (tanpa ekstraksi), sehingga Asbuton dapat mengganti sebagian besar bahan ikat dari *Asphalt Cement (AC)*
3. Perlu diadakan penelitian untuk penggunaan Asbuton pada campuran Beton Aspal dengan metode pencampuran lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, 1983, Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON), No. 13/PT/B/1983, Dept. Pekerjaan Umum, Ditjen Bina Marga.
2. Anonim, 1983, Petunjuk Pelaksanaan Lapis Asbuton Agregat (LASTON), No. 09/PT/B/1983, Dept. Pekerjaan Umum, Ditjen Bina Marga.
3. Anonim, 1987, Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) Untuk Jalan Raya, SKBI-2.4.26.1987, Dept. Pekerjaan Umum, Ditjen Bina Marga.
4. Dalimin. BRE., 1980, Pelaksanaan Pekerjaan Jalan Konstruksi Asbuton, Lestari, Jakarta
5. Dairi, Gompul, BRE, 1991, Penelitian Pengembangan Teknologi Pemanfaatan Asbuton Sebagai Perkerasan Jalan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan, Badan Penelitian dan Pengembangan Dept. PU.
6. Krebs, R.D. Walker, R.D., 1971, *Highway Material*, McGraw-Hill Book Company, USA.
7. Sudarsono, 1987, Prinsip-prinsip Beton Aspal dan Pengaspalan Dengan Butas, Dept. PU dan Tenaga Listrik.
8. Sukirman, Silvia., 1995, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Nova, Bandung
9. Suprpto. TM, , 1995 Bahan Struktur Jalan Raya, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
10. Yoder, YD. Witczak, MW., 1975, *Principles Of Pavement Design 2nd Edition*, John Wiley & Sons, Inc, USA.

Rekapitulasi Grafik Hubungan Kadar Aspal Dengan Nilai *Marshall*





Pekerjaan/Proyek : Tugas Akhir

Jenis Campuran : Beton Aspal Normal

Tanggal : 4 Mei 1999

Dikerjakan Oleh : Anugrah Dwi Putranto

: Zulfahmi

Diperiksa Oleh :

:

89310141

93310019

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

No	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
A1	69.63	5%	4.762	1240	1246	725.5	520.5	2.3823	2.5697	10.504	82.205	7.291	17.795	59.0278	7.2917	623	2135.46	1884.46	3.556
A2	68.7			1241.5	1248.5	728	520.5	2.3852	2.5697	10.5167	82.305	7.1783	17.695	59.4334	7.1796	628	2152.60	1840.47	3.084
A3	68.89			1244.5	1251.5	729.5	522	2.3841	2.5697	10.504	82.267	7.2289	17.733	59.2345	7.2226	559	1916.08	1638.25	3.556
A	69.07			1242.00	1248.67	727.67	521.00	2.3839	2.5697	10.5082	82.2590	7.2327	17.7410	59.2319	7.2313		2068.05	1787.727	3.399
B1	68.82	5.5%	5.213	1252.5	1261.5	738	523.5	2.3926	2.553	11.5494	82.169	6.2815	17.831	64.7718	6.2848	622	2132.03	1822.89	3.048
B2	68.83			1251.5	1259	736	523	2.3929	2.553	11.5508	82.179	6.2698	17.821	64.8171	6.2701	666	2282.85	1951.835	2.54
B3	68.93			1251.5	1259	736.5	522.5	2.3952	2.553	11.5619	82.258	6.1797	17.742	65.1683	6.1804	710	2433.67	2080.79	3.302
B	68.860			1251.83	1259.83	736.83	523	2.3936	2.5530	11.5540	82.2023	6.2437	17.7977	64.9191	6.2451		2282.85	1951.838	2.963
C1	68.18	6%	5.66	1257.5	1265	741.5	523.5	2.4021	2.5366	12.5897	82.106	5.3041	17.894	70.3579	5.3023	750	2570.78	2223.72	3.302
C2	69.05			1254.5	1262	739.5	522.5	2.401	2.5366	12.5792	82.038	5.3829	17.962	70.0319	5.3474	652	2234.86	1910.81	3.556
C3	68.65			1260	1266	741.5	524.5	2.4023	2.5366	12.5907	82.113	5.2962	17.887	70.3906	5.2950	605	2073.76	1773.06	3.81
C				1257.33	1264.33	740.83	523.50	2.4018	2.5366	12.5865	82.0857	5.3277	17.9143	70.2601	5.3149		2293.13	1969.20	3.5560

t = tebal benda uji

a = % aspal terhadap batuan

b = % aspal terhadap campuran

c = berat kering/sebelum direndam

d = berat dalam keadaan SSD (gr)

e = berat di dalam air (gr)

f = Vol. (isi) = d - e

g = berat isi sampel = c/f

h = BJ. maksimum (teoritis)

$$100 \cdot \left(\frac{\% \text{agg}}{Bj \cdot \text{agg}} + \frac{\% \text{aspal}}{Bj \cdot \text{aspal}} \right)$$

$$= \frac{bxg}{Bj \cdot \text{aspal}}$$

$$= \frac{(100 - b) \cdot g}{BJ \cdot \text{aggregat}}$$

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

l = (100-j) rongga terhadap agregat

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

n = rongga terisi campuran

o = pembacaan arloji (stabilitas)

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal sampel (stabilitas)

r

= Flow (kelelahan plastis)

- Suhu rencana : ± 160°C

- Suhu pematatan : ± 140°C

- Suhu waterbath : 60°C

- BJ. Aspal : 1,0

- BJ. Agregat : 2,

Tanda tangan



Pekerjaan/Proyek : Tugas Akhir

Jenis Campuran : Beton Aspal Normal

Tanggal : 4 Mei 1999

Dikerjakan Oleh : Anugrah Dwi Putranto

: Zulfahmi

Diperiksa Oleh :

89310141

93310019

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

No	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
D1	69.63	6.5%	6.1033	1264.5	1271.5	749	522.5	2.4201	2.5207	13.6764	82.333	3.9905	17.667	77.4126	3.9911	691	2368.50	2025.07	2.286
D2	68.7			1261	1268.5	747	521.5	2.418	2.5207	13.6646	82.262	4.0737	17.738	77.0344	4.0733	691	2368.50	2025.07	3.81
D3	68.89			1260.5	1266.5	745.5	521	2.4194	2.5207	13.6669	82.275	4.0579	17.725	77.1061	4.0193	725	2485.10	2149.61	2.032
D	69.07			1262.00	1268.83	747.17	521.67	2.4192	2.5207	13.6693	82.2900	4.0407	17.7100	77.1844	4.0279		2407.37	2066.583	2.709
E1	67.82	7%	6.5421	1266.5	1272	749.5	522.5	2.4239	2.5051	14.6828	82.077	3.2402	17.923	81.9216	3.2405	760	2605.05	2253.33	5.588
E2	68.4			1263.5	1271.5	750	521.5	2.4228	2.5051	14.6761	82.0398	3.2841	17.96	81.7146	3.2845	483	1635.58	1441.09	1.778
E3	67.92			1271	1279.5	755.5	524	2.4256	2.5051	14.6931	82.135	3.1723	17.865	82.2433	3.1746	782	2680.46	2318.63	2.032
E	68.047			1267.00	1274.33	751.67	523	2.4241	2.5051	14.6840	82.0838	3.2322	17.9162	81.9598	3.2332		2313.70	2004.350	3.133

t = tebal benda uji

a = % aspal terhadap batuan

b = % aspal terhadap campuran

c = berat kering/sebelum direndam

d = berat dalam keadaan SSD (gr)

e = berat di dalam air (gr)

f = Vol. (isi) = d - e

g = berat isi sampel = c/f

h = BJ. maksimum (teoritis)

$$h = \left\{ 100 \cdot \left(\frac{\% \text{agg}}{Bj. \text{agg}} + \frac{\% \text{aspal}}{Bj. \text{aspal}} \right) \right\}$$

i =

$$i = \frac{bxg}{Bj. \text{aspal}}$$

j =

$$j = \frac{(100 - b)g}{Bj. \text{aggregate}}$$

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

l = (100-j) rongga terhadap agregat

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

n = rongga terisi campuran

o = pembacaan arloji (stabilitas)

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal sampel (stabilitas)

= Flow (kelelahan plastis)

- Suhu rencana : ± 160°C

- Suhu pemadatan : ± 140°C

- Suhu waterbath : 60°C

- BJ. Aspal : 1,0

- BJ. Agregat : 2,

Tanda tangan

(Signature)



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 4

Pekerjaan/Proyek : Tugas Akhir

Jenis Campuran : Beton Aspal + Asbuton B-20

Tanggal : 1 Mei 1999

Dikerjakan Oleh : Anugrah Dwi Putranto

89310141

: Zuifahmi

93310019

Diperiksa Oleh :

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

No	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
A1	72,93	4%	4,0404	1180	1194,5	689	505,5	2,3343	2,5773	9,4315	81,8379	8,7306	18,1621	51,9296	9,4285	497	1703,57	1405,445	5,588
A2	72,43			1171	1181	680	501	2,3373	2,5773	10,1991	81,9431	7,8578	18,0369	56,4831	9,3121	478	1638,44	1351,713	6,096
A3	70,28			1167	1179	678	501	2,3292	2,5773	8,7238	81,6591	9,6171	18,3409	47,5647	9,6264	442	1515,04	1249,908	6,35
A	71,88			1172,67	1184,83	682,33	502,50	2,3336	2,5773	9,4515	81,8134	8,7352	18,1866	51,9925	9,4556		1619,02	1335,689	6,011
B1	70,78	4,50%	4,5	1177,5	1192	691	501	2,3503	2,5608	9,7929	82,0042	8,2029	17,9958	54,4177	8,2201	561	1922,94	1586,426	5,388
B2	70,93			1177,5	1191	688	503	2,3409	2,5608	9,7538	81,6762	8,57	18,3238	53,2302	8,5872	481	1648,72	1360,194	6,096
B3	72,77			1177,5	1197	695	502	2,3456	2,5608	9,7733	81,8402	8,3865	18,1598	53,8183	8,4036	409	1401,93	1156,584	5,388
B	71,493			1177,50	1193,33	691,33	502	2,3456	2,5608	9,7733	81,8402	8,3865	18,1598	53,8221	8,4036		1657,86	1367,735	5,757
C1	71,37	5%	5	1183,5	1198	695,5	502,5	2,3552	2,5421	10,9037	81,7449	7,3514	18,2551	59,7296	7,3522	449	1539,04	1285,098	5,842
C2	70,92			1187	1202	698,5	503,5	2,3575	2,5421	10,9144	81,8247	7,2609	18,1753	60,0507	7,2617	486	1665,86	1390,99	4,826
C3	71,52			1187	1205	700	505	2,3505	2,5421	10,8819	81,5818	7,5363	18,4182	59,0823	7,5371	518	1775,55	1482,58	5,842
C	71,270			1185,83	1201,67	698,00	503,67	2,3544	2,5421	10,9000	81,7171	7,3829	18,2829	59,6209	7,3837		1660,15	1386,223	5,503

t = tebal benda uji

a = % aspal terhadap batuan

b = % aspal terhadap campuran

c = berat kering/sebelum direndam

d = berat dalam keadaan SSD (gr)

e = berat di dalam air (gr)

f = Vol. (isi) = d - e

g = berat isi sampel = c/f

h = BJ. maksimum (teoritis)

$$\left\{ 100 \cdot \left(\frac{\% \text{agg}}{Bj. \text{agg}} + \frac{\% \text{aspal}}{Bj. \text{aspal}} \right) \right\}$$

$$= \frac{b \cdot x_g}{Bj. \text{aspal}}$$

$$= \frac{(100 - b) \cdot g}{Bj. \text{agg. regat}}$$

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

l = (100-j) rongga terhadap agregat

$$m = \left(100 \cdot \frac{i}{l} \right) \text{ rongga yang tenisi aspal (VFWA)}$$

n = rongga tenisi campuran

o = pembacaan arloji (stabilitas)

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal sampel (stabilitas)

r

= Flow (kelelahan plastis)

- Suhu rencana : ± 160°C

- Suhu pemadatan : ± 140°C

- Suhu waterbath : 60°C

- B.J. Aspal : 1,0

- B.J. Agregat : 2,

Tanda tangan



LABORATORIUM JALAN RAYAA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UIII

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

Lampiran 5

Pekerjaan/Proyek : Tugas Akhir

Jenis Campuran : Beton Aspal + Asbuton B-20

Tanggal : 2 Mei 1999

Dikerjakan Oleh : Anugrah Dwi Putranto

89310141

: Zulfahmi

93310019

Diperiksa Oleh :

:

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

No	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
D1	70,03	5,3%	5,4736	1191,5	1203	700	503	2,3688	2,5251	12,0027	81,8045	6,1928	18,1955	65,9652	6,1904	432	1480,77	1251,445	4,572
D2	69,33			1191,5	1203,5	699,3	504,2	2,3631	2,5251	11,9744	81,6111	6,4145	18,3889	65,1175	6,4136	555	1902,37	1607,19	3,556
D3	70,22			1191,5	1204	699	505	2,3594	2,5251	11,9956	81,7561	6,2483	18,2439	65,7513	6,5619	522	1789,26	1511,705	4,318
D	69,86			1191,50	1203,50	699,43	504,07	2,3638	2,5251	11,9909	81,7239	6,2852	18,2761	65,6113	6,3886		1724,13	1456,780	4,149
E1	69,6	6%	5,9406	1200	1211	705	506	2,3715	2,5085	13,0446	81,4957	5,4597	18,5043	70,4950	5,4598	459	1573,31	1329,185	4,064
E2	69,48			1197,5	1208	704	504	2,3760	2,5085	13,071	81,6606	5,2684	18,3394	71,2728	5,2824	499	1710,42	1444,95	3,566
E3	70			1204	1217	710	507	2,3748	2,5085	13,0622	81,6057	5,3321	18,3943	71,0122	5,3317	572	1960,64	1657,045	3,81
E	69,693			1200,50	1212,00	706,33	502	2,3741	2,5085	13,0593	81,5873	5,2534	18,4127	70,9267	5,3580		1748,13	1477,060	3,813
F1	67,8	6,5%	6,4039	1198	1208	706	503	2,3817	2,4922	14,1502	81,6038	4,246	18,3962	76,9191	4,4334	622	2132,03	1836,395	2,794
F2	67,72			1202	1214	711	503,5	2,3873	2,4922	14,1692	81,7132	4,1176	18,2868	77,4832	4,2096	603	2066,90	1787,955	4,064
F3	68,75			1208	1220	713	507	2,3826	2,4922	14,1277	81,4738	4,3985	18,5262	76,2579	4,3960	581	1991,49	1722,215	2,54
F	68,090			1202,67	1214,00	710,00	504,50	2,3839	2,4922	14,1490	81,5969	4,2540	18,4031	76,8868	4,3463		2063,48	1782,188	3,133

t = tebal benda uji

a = % aspal terhadap batuan

b = % aspal terhadap campuran

c = berat kering/sebelum direndam

d = berat dalam keadaan SSD (gr)

e = berat di dalam air (gr)

f = Vol. (isi) = d - e

g = berat isi sampel = c/f

h = BJ. maksimum (teoritis)

$$100 : \left(\frac{\% \text{agg}}{Bj. \text{agg}} + \frac{\% \text{aspal}}{Bj. \text{aspal}} \right)$$

i =

$$\frac{b \cdot g}{Bj. \text{aspal}}$$

j =

$$\frac{(100 - b) \cdot g}{Bj. \text{aggregat}}$$

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

l = (100-j) rongga terhadap agregat

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

n = rongga terisi campuran

o = pembacaan arloji (stabilitas)

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal sampel (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis)

- Suhu rencana : ± 160°C

- Suhu pemadatan : ± 140°C

- Suhu waterbath : 60°C

- BJ. Aspal : 1,0

- BJ. Agregat : 2,

Tanda tangan



Pekerjaan/Proyek : Tugas Akhir
 Jenis Campuran : Beton Aspal + Asbuton B-20

Dikerjakan Oleh : Anugrah Dwi Putranto 89310141
 : Zulfahmi 93310019

Tanggal : 2 Mei 1999

Diperiksa Oleh :
 :

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

No	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
G1	67,09	7%	6,8627	1205	1214	711	503	2,3956	2,4763	15,2225	81,5168	3,2607	18,4832	82,3586	3,2589	715	2450,81	2142,585	3,084
G2	66,27			1206	1210	706	504	2,3928	2,4763	15,2047	81,4216	3,3737	18,5784	81,8407	3,3720	786	2694,17	2384,19	3,084
G3	67,13			1201	1216	712	503	2,3924	2,4763	15,2021	81,4079	3,39	18,5921	81,7664	3,3881	670	2296,56	2032,845	3,084
G	66,83			1204,00	1213,33	709,67	503,33	2,3936	2,4763	15,2098	81,4488	3,3415	18,5512	81,9886	3,3397		2480,51	2186,540	3,084
H1	69,11	7,50%	7,3171	1201,9	1217	717,5	499,5	2,4062	2,4608	16,3022	81,4781	2,2197	18,5219	88,0158	2,2188	397	1360,80	1163,481	3,084
H2	69,43			1216,4	1232	727	505	2,4087	2,4608	16,3191	81,5627	2,1182	18,4373	88,5113	2,1172	403	1381,36	1181,065	3,084
H3	69,03			1211,9	1228	723,5	504,5	2,4021	2,4608	16,2744	81,3392	2,3864	18,6608	87,2117	2,3854	467	1600,74	1368,629	2,794
H	69,190			1210,07	1225,67	722,67	503	2,4057	2,4608	16,2966	81,4600	2,2414	18,5400	87,9129	2,2405		1447,63	1237,725	2,987

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

h = BJ. maksimum (teoritis)

$$100 \cdot \left(\frac{\% \text{agg}}{Bj. \text{agg}} + \frac{\% \text{aspal}}{Bj. \text{aspal}} \right)$$

i = $\frac{b \cdot x \cdot g}{Bj. \text{aspal}}$
 j = $\frac{(100 - b) \cdot g}{Bj. \text{aggregat}}$

k = (100-i-j) jumlah kandungan rongga
 l = (100-j) rongga terhadap agregat
 m = $\left(100 \cdot x \cdot \frac{l}{l} \right)$ rongga yang terisi aspal (VFWA)
 n = rongga terisi campuran
 o = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi proving ring
 q = p x koreksi tebal sampel (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis)
 - Suhu rencana : ± 160°C
 - Suhu pematangan : ± 140°C
 - Suhu waterbath : 60°C
 - BJ. Aspal : 1,0
 - BJ. Agregat : 2,

Tanda tangan

(Signature)

BAHAN SUSUN BENDA UJI

MARSHALL TEST

Kadar Aspal : 4% x 1200 gram = 48 Gram

Bahan ikat : - 60/70
- asbuton B-20

Bahan	Saringan		Specification Lolos (%)		Tinggal Diatas (%)	Jumlah Bahan Tertinggal Memuat Specification		Jumlah Bahan Terhadap agregat		Jumlah Bahan Terhadap Campuran		Berat Jenis (gr/cc)	Koreksi	Realisasi (Gram)
	mm	#	Range	mean		(%)	(gr)	(%)	(gr)	(%)	(gr)			
Agregat 1200 gr (100%)	19,1	¾	100	100	0	0	0	600	50	600	50,5	2,601	Koreksi mineral asbuton Terhadap filler asli (Yang digantikan) $(1,1252/2,532) \times 9\% = 4,4\%$ $4,4\% \times 1200 \text{ gr} = 48 \text{ gr}$	F1 = 600
	12,7	½	80-100	90	10	120	10	600	50	600	50,5	2,601		
	9,52	3/8	-	-	-	-	-	600	50	600	50,5	2,601		
	4,76	4	54-72	63	37	324	27	600	50	600	50,5	2,601		
	2,38	8	42-58	50	50	156	13	600	50	600	50,5	2,601		
	0,59	30	26-38	32	68	216	18	600	50	600	50,5	2,601		
Bahan ikat	0,279	50	18-28	23	77	108	9	492	41	492	41,41	2,756	F2 = 492	
	0,149	100	10-20	16	84	84	7	492	41	492	41,41	2,756		
	0,074	200	6-12	9	91	84	7	492	41	492	41,41	2,756		
	filler					108	9	492	41	492	41,41	2,756		
Asbuton B-20 5.1 %	Filler		78,31% x 61,295 gr = 48 gr (4%)							48	4,04	1,1252	Asbuton = 61,295	
	Bitumen		21,69% x 61,295 gr = 13,295 gr (1,1%)							13,295	1,19	1,024		
AC 60/70 2.9 % 34.705 gr	Bitumen		48 gr - 13,295 gr = 34.705 gr							34.715	2,92	1,022	AC 60/0 = 34.705	
						100	1200	1200	100	1188,01	100			

Catatan : Spesifikasi Bina Marga

1. Stabilitas Syarat > 750 Kg
2. Flow Syarat 2-4 mm
3. VITM Syarat 3-5 %
4. VFWA Syarat 75-82 %

Jumlah Tumbukan = 2 x 75 kali

BAHAN SUSUN BENDA UJI

MARSHALL TEST

Kadar Aspal : 4,5% x 1200 gram = 54 Gram

Bahan ikat : - 60/70
- asbuton B-20

Bahan	Saringan		Specification Lolos (%)		Tinggal Diatas (%)	Jumlah Bahan Tertinggal Menurut Specification		Jumlah Bahan Terhadap agregat		Jumlah Bahan Terhadap Campuran		Beral Jenis (gr/cc)	Koreksi	Realisasi (Gram)
	mm	#	Range	mean		(gr)	(%)	(gr)	(%)	(gr)	(%)			
Agregat 1200 gr (100%)	19,1	3/4	100	100	0	0	0							
	12,7	1/2	80-100	90	10	10	120							
	9,52	3/8	-	-	-	-	-	600	50	600	50,25	2,601		F1 = 600
	4,76	4	54-72	63	37	27	324							
	2,38	8	42-58	50	50	13	156							
	0,59	30	26-38	32	68	18	216							
	0,279	50	18-28	23	77	9	108	492	41	492	41,21	2,756		F2 = 492
	0,149	100	10-20	16	84	7	84							
0,074	200	6-12	9	91	7	84	108	9	108					
Bahan ikat Asbuton B 20 5,1%	filler					9	108					2,5320		
	Filler							48	4,02	48		1,1252		Asbuton = 61,285
	Entumen									13,295	1,11	1,024		
AC 60/70 54% 40,705 gr	Entumen									40,705	3,41	1,08		AC 80/100 = 40,705
						100	1200	100	1200	1194	100			

Catatan : Spesifikasi Bina Marga

5. Stabilitas Syarat > 750 Kg
6. Flow Syarat 2-4 mm
7. VITM Syarat 3-5 %
8. VFWA Syarat 75-82 %

Jumlah Tumbukan = 2 x 75 kali

BAHAN SUSUN BENDA UJI
MARSHALL TEST

Kadar Aspal : 5% x 1200 gram = 60 Gram

Bahan ikat : - 60/70
- asbuton B-20

Bahan	Saringan		Specification Lolo: (%)		Tinggal Diatas (%)	Jumlah Bahan Tertinggal Menurut Specification		Jumlah Bahan Terhadap agregat		Jumlah Bahan Terhadap Campuran		Berat Jenis (gr/cc)	Koreksi	Realisasi (Gram)
	mm	#	Range	mean		(gr)	(%)	(gr)	(%)	(gr)	(%)			
Agregat	19.1	¼	100	100	0	0	0							
1.200 gr (100%)	12.7	½	80-100	90	10	10	120					2,601	Koreksi mineral asbuton Terhadap filler asli (Yang digantikan) (1,1252/2,532) x 9% = 4%	F1 = 600
	9.52	3/8	-	-	-	-	-	600	50	50	600			
	4.76	4	54-72	63	37	27	324							
	2.38	8	42-58	50	50	13	156							
	0.59	30	26-38	32	68	18	216							
	0.29	50	18-28	23	77	9	108							
	0.149	100	10-20	16	84	7	84							
	0.074	200	6-12	9	91	7	84							
Bahan ikat														
	filler					9	108	108	9			2,532		
Asbuton B-20														
5.1%	Filler		78,31% x 61,295 gr = 48 gr (4%)								48	1,1252		Asbuton = 61,295
	Patumen		21,69% x 61,295 gr = 13,295 gr (1,1%)								13,295	1,024		
AC 60/70	Eritumen		60 gr - 13,295 gr = 46,705 gram								46,705	1,08		AC 60/70 = 46,705
3.9%														
46.705 gr						100	1200	1200	100	100	1200			

Catatan : Spesifikasi Bina Marga

- 9 Stabilitas : Syarat > 750 Kg
- 10 Flow : Syarat 2-4 mm
- 11 VTM : Syarat 3-5 %
- 12 VWA : Syarat 75-82 %

Jumlah Tumbukan = 2 x 75 Kali

BAHAN SUSUN BENDA UJI

MARSHALL TEST

Kadar Aspal : 5,5% x 1200 gram = 66 Gram

Bahan ikat : - 60/70
- asbuton B-20

Bahan	Saringan		Specification Losos (%)		Tinggi Diatas (%)	Jumlah Bahan Tertinggal Menurut Specification		Jumlah Bahan Terhadap agregal		Jumlah Bahan Terhadap Campuran		Berat Jenis (gr/cc)	Koreksi	Realisasi (Gram)
	mm	#	Range	mean		(%)	(gr)	(%)	(gr)	(%)	(gr)			
Agregal 1200 gr (100%)	19,1	¾	100	100	0	0	0	600	50	600	49,75	2,601	Koreksi mineral asbuton Terhadap filler asli (Yang digantikan) (1,1252/2,532) x 9% = 4% 4% x 1200 gr = 48 gr	F1 = 600
	12,7	½	80-100	90	10	120								
	9,52	3/8	-	-	-	-								
	4,76	4	54-72	63	37	324								
	2,38	8	42-58	50	50	156								
	0,59	30	26-38	32	68	216								
	0,279	50	18-28	23	77	108								
	0,149	100	10-20	16	84	84								
Bahan ikat Asbuton B-20 5,1%	0,074	200	6-12	9	91	84								
	filler					108	9	108	9			2,532		
AC 60/70 4,4% 52.705 gr	Filler							48		48	3,98	1,1252		Asbuton = 61,295
	Bitumen							13,295		13,295	1,1	1,024		
	Bitumen							52,705		52,705	4,37	1,08		AC 60/70 = 52,705
							100	1200	100	1206	100			

- Catatan : Spesifikasi Bina Marga
- 13 Stabilitas : Syarat > 750 Kg
 - 14 Flow : Syarat 2-4 mm
 - 15 VIM : Syarat 3-5 %
 - 16 VFA : Syarat 75-82 %

Jumlah Tambukan : 2 x 7,5 Lali

BAHAN SUSUN BENDA UJI

MARSHALL TEST

Kadar Aspal : 6% x 1200 gram = 72 Gram

Bahan ikat : - 60/70
- asbuton B-20

Bahan	Saringan		Specification Losos (%)		Tinggi Diatas (%)	Jumlah Bahan Tertinggal Menurut Specification		Jumlah Bahan Terhadap Agregat		Jumlah Bahan Terhadap Campuran		Berat Jenis (gr/cc)	Koreksi	Realisasi (Gram)
	mm	#	Range	mean		(gr)	(%)	(gr)	(%)	(gr)	(%)			
Agregat 1200 gr (100%)	19,1	¼	100	100	0	0	0							
	12,7	½	80-100	90	10	10	120							
	9,52	¾	-	-	-	-	-	600	50	49,50	2,601		Koreksi mineral asbuton Terhadap filler asli (Yang digantikan)	F1 = 600
	4,76	4	54-72	63	37	27	324							
	2,38	8	42-58	50	50	13	156							
	0,59	30	26-38	32	68	18	216							
Bahan ikat Asbuton B.20 5,1%	0,279	50	18-28	23	77	9	108	492	41	40,59	2,756		4% x 1200 gr = 48 gr	F2 = 492
	0,149	100	10-20	16	84	7	84							
	0,074	200	6-12	9	91	7	84	108	9					
	filler					9	108							
AC 60/70 4,9%	Filler		78,31% x 61,295 gr = 48 gr (4%)					48		3,96	1,1252			Asbuton = 61,295
	Batu-batu		21,69% x 61,295 gr = 13,295 gr (1,1%)					13,295		1,1	1,024			AC 60/70 = 58,705
58.705 gr	Batu-batu		72 gr - 13,295 gr = 58,705 gram					58,705		4,84	1,08			
						100	1200	1200	100	1212	100			

- Catatan : Spesifikasi Bina Marga
- 17. Stabilitas Syarat > 750 Kg
 - 18. Flow Syarat 2-4 mm
 - 19. VIM Syarat 3-5 %
 - 20. VFA Syarat 75-82 %

Jumlah Tumbukan = 2 x 75 kali

BAHAN SUSUN BENDA UJI

MARSHALL TEST

Kadar Aspal : 6,5% x 1200 gram = 78 Gram

Bahan ikat : - 60/70
- asbuton B-70

Bahan	Saringan		Specification Loops (%)		Tinggal Diatas (%)	Jumlah Bahan Menurut Specification		Jumlah Bahan Terhadap agregat		Jumlah Bahan Terhadap Campuran		Berat Jenis (gr/cc)	Koreksi	Realisasi (Gram)
	mm	#	Range	mean		(gr)	(%)	(gr)	(%)	(gr)	(%)			
Agregat 1200 gr (100%)	19,1	¾	100	100	0	0	0							
	12,7	½	80-100	90	10	10	120							
	9,52	3/8	-	-	-	-	-	600	50	49,26	2,601			F1 = 600
	4,76	4	54-72	63	37	27	324							
	2,38	8	42-58	50	50	13	156							
	0,59	30	26-38	32	68	18	216							
	0,279	50	18-28	23	77	9	108	492	41	40,39	2,756			F2 = 492
0,149	100	10-20	16	84	7	84								
0,074	200	6-12	9	91	7	84								
Bahan ikat	Filler					9	108	108	9		2,532			
Asbuton B.20	Filler									48	1,1252			
5,1%	Etununen									13,295	1,024			Asbuton = 61,295
AC 60-70	Etununen									61,705	5,31	1,08		AC 60/70 = 64,705
5,4%						100	1200	1200	100	1218	100			
64,705														

Catatan Spesifikasi Bina Marga

- 21. Stabilitas Syarat ≥ 750 Kg
- 22. Flow Syarat 2-4 mm
- 23. VIM Syarat 3-5 %
- 24. VFWA Syarat 75-82 %

Jumlah Tumbukan = 2 x 75 kali

BAHAN SUSUN BENDA UJI

MARSHALL TEST

Kadar Aspal : 7% x 1200 gram = 84 Gram

Bahan ikat : - 60/100
- asbuton B-20

Bahan	Saringan		Specification Lolos (%)		Tinggal Diatas (%)	Jumlah Bahan Menurut Specification		Jumlah Bahan Terhadap agregat		Jumlah Bahan Terhadap Campuran		Berat Jenis (gr/cc)	Koreksi	Realisasi (Gram)
	mm	#	Range	mean		(%)	(gr)	(%)	(gr)	(%)	(gr)			
Agregat 1200 gr (100%)	19,1	¼	100	100	0	0	0							
	12,7	½	80-100	90	10	10	120							
	9,52	¾	-	-	-	-	-	600	50	49,02	2,601		Koreksi mineral asbuton Terhadap filler asli (Yang digantikan)	F1 = 600
	4,76	4	54-72	63	37	27	324							
	2,38	8	42-58	50	50	13	156							
	0,59	30	26-38	32	68	18	216							
	0,279	50	18-28	23	77	9	108	492	41	40,20	2,756		4% x 1200 gr = 48 gr	F2 = 492
	0,149	100	10-20	16	84	7	84							
0,074	200	6-12	9	91	7	84								
Bahan ikat	filler					9	108	108	9		2,532			
Asbuton B-20 5,1%	Filler		78,31% x 61,295 gr = 48 gr (4%)				48			3,92	1,1252			Asbuton = 61,295
AC 60/70 5,9%	Bitumen		21,69% x 61,295 gr = 13,295 gr (1,1%)				13,295			1,09	1,024			AC 60/70 = 70,705
70,705 gr	Bitumen		84 gr - 13,295 gr = 70,705 gram				70,705			5,77	1,08			
						100	1200	1200	100	1224	100			

Catatan : Spesifikasi Bina Marga

- 25 Stabilitas Syarat > 750 Kg
- 26 Flow Syarat 2-4 mm
- 27 VFM Syarat 3-5 %
- 28 VFWA Syarat 75-82 %

Jumlah Tumbukan = 2 x 75 kali

BAHAN SUSUN BENDA UJI

MARSHALL TEST

Kadar Aspal : 7,5% x 1200 gram = 90Gram

Bahan ikat : - 60/100
- asbuton B-20

Bahan	Saringan		Specification Lolos (%)		Tinggal Diatas (%)	Jumlah Bahan Tertinggal Menurut Specification		Jumlah Bahan Terhadap agregat		Jumlah Bahan Terhadap Campuran (%)	Berat Jenis (gr/cc)	Koreksi	Realisasi (Gram)
	mm	#	Range	mean		(%)	(gr)	(%)	(gr)				
Agregat 1200 gr (100%)	19,1	3/4	100	100	0	0	0	600	50	48,78	2,601	Koreksi mineral asbuton Terhadap filler asli (Yang digantikan) (1,1252/2,532) x 9% = 4% 4% x 1200 gr = 48 gr	F1 = 600
	12,7	1/2	80-100	90	10	10	120						
	9,52	3/8	-	-	-	-	-	600	600	600			
	4,76	4	54-72	63	37	27	324						
	2,38	8	42-58	50	50	13	156						
	0,59	30	26-38	32	68	18	216						
Bahan ikat Asbuton B-20 5,1%	0,279	50	18-28	23	77	9	108	492	41	40	2,756	F2 = 492	
	0,149	100	10-20	16	84	7	84						
	0,074	200	6-12	9	91	7	84						
	filler					9	108	108	9		2,532		
AC 60/70 6,4% 76.705 gr	Filler		78,31% x 61,295 gr = 48 gr (4%)					48		3,9	1,1252	Asbuton = 61,295	
	Bitumen		21,69% x 61,295 gr = 13,295 gr (1,1%)					13,295		1,08	1,024	AC 60/70 = 76,705	
	Bitumen		90 gr - 13,295 gr = 76,705 gram					76,705		6,24	1,08		
						100	1200	1200	100	130	100		

- Catatan Spesifikasi Bina Marga
 29 Stabilitas: Syarat > 750 Kg
 30 Flow: Syarat 2-4 mm
 31 VIM: Syarat 3-5 %
 32 VFWA: Syarat 75-82 %

Jumlah Tumbukan = 2 x 75 kali



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPHAL

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Dikerjakan Oleh :
Jenis Contoh : AC 60 – 70 Anugrah D. P. 89 310 141
Diperiksa Tanggal : 26 April 1999 Zulfahmi 93 310 019

Pemanasan	Pembacaan Suhu	Pembacaan Waktu
Mulai Pemanasan	25 ⁰ C	10.25 WIB
Selesai Pemanasan	160 ⁰ C	10.40 WIB
Didiamkan Pada Suhu Ruang		
Mulai	160 °C	10.40
Selesai	27 °C	12.15
Direndam Air Dengan Suhu (25 ⁰ C)		
Mulai	27 °C	12.15
Selesai	26 °C	13.15
Diperiksa		
Mulai	26 °C	13.15
Selesai	26 °C	13.45

Hasil Pengamatan

No.	Cawan (I)	Cawan (II)	Sket Hasil Pemeriksaan
1.	74	75	
2.	71	74	
3.	70	76	
4.	70	75	
5.	70	75	
	71	75	73

Yogyakarta, 26 April 1999

()



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPHAL

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Dikerjakan Oleh :
Jenis Contoh : AC 60 – 70 Anugrah D. P. 89 310 141
Diperiksa Tanggal : 26 April 1999 Zulfahmi 93 310 019

Pemanasan Sampel	Pembacaan Suhu	Pembacaan Waktu
Mulai Pemanasan	25 ⁰ C	10.25 WIB
Selesai Pemanasan	160 ⁰ C	10.40 WIB
Didiamkan Pada Suhu Ruang		
Mulai	160 ⁰ C	10.40
Selesai	27 ⁰ C	14.50
Diperiksa		
Mulai	5 ⁰ C	15.00
Selesai	55 ⁰ C	15.09

Hasil Pengamatan

No.	Suhu Yang Diamati	Waktu (detik)		Titik Lembek	
		I	II	I	II
1.	5	0°0'0"		54°	55°
2.	10	0°1'2"			
3.	15	0°2'4"			
4.	20	0°3'2"			
5.	25	0°4'2'			
6.	30	0°5'3"			
7.	35	0°6'4"			
8.	40	0°7'2"			
9.	45	0°8'3"			
10.	50	0°9'0"			
11.	51				

Yogyakarta, 26 April 1999

(*Zulfahmi*)



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

PEMERIKSAAN TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Dikerjakan Oleh :
Jenis Contoh : AC 60 – 70 Anugrah D. P. 89 310 141
Diperiksa Tanggal : 26 April 1999 Zulfahmi 93 310 019

Pemanasan Sampel	Pembacaan Suhu	Pembacaan Waktu
Mulai Pemanasan	25 ⁰ C	10.25 WIB
Selesai Pemanasan	160 ⁰ C	10.40 WIB
Didiamkan Pada Suhu Ruang		
Mulai	160 ⁰ C	10.40
Selesai	27 ⁰ C	12.50
Diperiksa		
Mulai	180 ⁰ C	12.55
Selesai	342 ⁰ C	13.16

Hasil Pengamatan

Cawan	Titik Nyala	Titik Bakar
I	335 ⁰ C	342 ⁰ C
II		
Rata-rata		

Yogyakarta, 26 April 1999

()



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 : AC 60 – 70
Pekerjaan : Tugas Akhir
Diterima tanggal : 27 April 1999

PEMERIKSAAN KELARUTAN DALAM CCl₄ (SOLUBILITY)

Pembukaan contoh	Dipanaskan		Pembacaan Waktu	Pembacaan Suhu
	Mulai	Jam	8.30	27 °C
	Selesai	Jam	8.45	27 °C
<u>Pemeriksaan</u>				
1. Penimbangan	Mulai	Jam	09.00	
2. Pelarutan	Mulai	Jam	09.17	
3. Penyaringan	Mulai	Jam	09.30	
	Selesai	Jam	09.45	
4. Di Oven	Mulai	Jam	09.45	
5. Penimbangan	Selesai	Jam	09.55	

1. Berat botol <i>elenmeyer</i> kosong	= 74,385 gr
2. Berat <i>elenmeyer</i> + aspal	= 79,06 gr
3. Berat aspal (2 – 1)	= 4,679 gr
4. Berat kertas saring bersih	= 0,64 gr
5. Berat kertas saring + endapan	= 0,67 gr
6. Berat endapannya (5 – 4)	= 0,03 gr
7. Persentase $\left(\frac{6}{3} \times 100\%\right)$	= 0,64 %
8. Bitumen yang larut (100% - 7)	= 99,38 %

Yogyakarta, 27 April 1999

()



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** Dikerjakan Oleh :
Jenis Contoh : **AC 60 – 70** Anugrah D. P. 89 310 141
Diperiksa Tanggal : **27 April 1999** Zulfahmi 93 310 019

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat
1.	Berat vicnometer kosong	29,1 gram
2.	Berat vicnometer + Aquadest	78,77 gram
3.	Berat air (2 – 1)	49,63 gram
4.	Berat vicnometer + Asphal	31,73 gram
5.	Berat Asphal (4 – 1)	2,63 gram
6.	Berat vicnometer + Asphal + Aquadest	78,92 gram
7.	Berat airnya saja (6 – 4)	47,19 gram
8.	Volume Asphal (3 – 7)	2,44 gram
9.	Berat Jenis Asphal: berat/vol(5/8)	1,08

Yogyakarta, 27 april 1999

(*Zulfahmi*)



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII


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

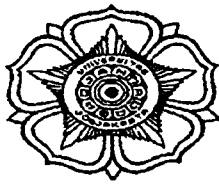
PEMERIKSAAN BERAT JENIS BITUMEN ASBUTON B-20

Contoh dari : **PT. AMERTA MERGAYASA** Dikerjakan Oleh :
Jenis Contoh : **Asbuton B-20** Anugrah D. P. 89 310 141
Diperiksa Tanggal : **27 April 1999** Zulfahmi 93 310 019

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat
1.	Berat vicnometer kosong	29,01 gram
2.	Berat vicnometer + Aquadest	78,80 gram
3.	Berat air (2 - 1)	49,79 gram
4.	Berat vicnometer + Asphal	29,89 gram
5.	Berat Asphal (4 - 1)	0,88 gram
6.	Berat vicnometer + Asphal + Aquadest	78,89 gram
7.	Berat airnya saja (6 - 4)	49 gram
8.	Volume Asphal (3 - 7)	0,79 gram
9.	Berat Jenis Asphal: berat/vol(5/8)	1,1

Yogyakarta, 27 april 1999

()



UNIVERSITAS GADJAH MADA
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
LABORATORIUM TEKNIK TRANSPORTASI

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM Jl. Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta
Telpon: (0274) 902246, 512796. Fax: (274) 512796

PEMERIKSAAN KADAR BITUMEN
ASBUTON DENGAN CARA REFLUX EKSTRAKSI

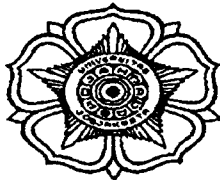
1. Berat benda uji	=	800	gram
2. Berat kertas filter	=	9,2	gram
3. Berat mineral + kertas filter	=	809,2	gram
4. Berat nampan kosong	=	-	gram
5. Berat mineral	=	626,5	gram
6. Kadar Bitumen $\frac{(1-5)}{1} \times 100$ %	=	21,69	%
7. Kriteria Asbuton	=	B - 20	

Catatan:

Kriteria Asbuton	Kadar Bitumen
B - 10	9 - 11 %
B - 13	11,5 - 14,5 %
B - 16	15 - 17 %
B - 20	17,5 - 22,5 %
B - 25	23 - 27 %
B - 30	27,5 - 32,5 %

Pemeriksa


(IMAN BASUKI)



UNIVERSITAS GADJAH MADA
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
LABORATORIUM TEKNIK TRANSPORTASI

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM Jl. Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta
Telpon: (0274) 902246, 512796. Fax (274) 512796

PEMERIKSAAN JENIS MINERAL ASBUTON

PB - 0108 - 76

1. Berat Picnometer + Benda uji	=	34,240	gram
2. Berat Picnometer kosong	=	28,400	gram
3. Berat benda uji (1 - 2)	=	5,840	gram
4. Berat Picnometer + Aquadest + Benda uji	=	78,850	gram
5. Berat Picnometer + Aquadest	=	78,200	gram
6. (1 - 2) + 5	=	84,040	gram
7. Volume benda uji (6 - 4)	=	5,190	gram
8. Berat benda uji	=	1,1252	gr/cc

Pemeriksa:


(IMAM BASUKI)



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII


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

PEMERIKSAAN BERAT JENIS ABU BATU

Contoh dari : **PT. PERWITA KARYA** Dikerjakan Oleh :
Jenis Contoh : **Agregat Halus** Anugrah D. P. 89 310 141
Diperiksa Tanggal : **27 April 1999** Zulfahmi 93 310 019

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat
1.	Berat vicnometer kosong	16,5810 gram
2.	Berat vicnometer + Aquadest	67,177 gram
3.	Berat air (2 - 1)	50,596 gram
4.	Berat vicnometer + Abu Batu	28,7500 gram
5.	Berat Abu Batu (4 - 1)	12,169 gram
6.	Berat vicnometer + Abu Batu + Aquadest	74,540 gram
7.	Berat airnya saja (6 - 4)	45,790 gram
8.	Volume Abu Batu (3 - 7)	4,806 gram
9.	Berat Jenis Abu Batu: berat/vol(5/8)	2,5320

Yogyakarta, 27 april 1999

()



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 Dikerjakan Oleh :
Jenis Contoh : Agregat Halus Anugrah D. P. 89 310 141
Diperiksa Tanggal : 22 April 1999 Zulfahmi 93 310 019

Keterangan	Benda Uji	
	I	II
Berat Benda Uji Dalam Keadaan Basah Jenuh (SSD) \longrightarrow (BJ)	500	
Berat Vicnometer + Air (B)	659,5	
Berat Vicnometer + Air + Benda Uji \longrightarrow (BT)	980,5	
Berat Sampel Kering Oven (BK)	489,5	
Berat Jenis =	2,73	
Berat SSD = $\frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2,79	
BJ Semu = $\frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2,9	
Penyerapan = $\frac{(500 - BK)}{BK} \times 100\%$	2,15%	

Yogyakarta, 22 April 1999

Lampiran 25



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

SAND EQUIVALENT DATA

AASHTO T176 – 73

Contoh dari : **PT. PERWITA KARYA** Dikerjakan Oleh :
Jenis Contoh : **Agregat Halus** Anugrah D. P. **89 310 141**
Diperiksa Tanggal : **12 April 1999** Zulfahmi **93 310 019**

Trial Number		1	2	3
<i>Seaking</i> (10,1 min)	Start	14.25	14.27	
	Stop	14.35	14.37	
<i>Sedimentation Time</i> (20 min – 15 sec)	Start	14.35	14.37	
	Stop	14.55	14.57	
<i>Clay Reading</i>		5,5	5,5	
<i>Sand Reading</i>		3,95	3,9	
$SE = \frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100\%$		71,82 %	70,91 %	
<i>Average Sand Equivalent</i>		71,365 %		

Yogyakarta, 12 April 1999



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)

AASHTO T96 – 77

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Dikerjakan Oleh :
Jenis Contoh : Agregat Halus & Kasar Anugrah D. P. 89 310 141
Diperiksa Tanggal : 12 April 1999 Zulfahmi 93 310 019

Jenis Gradasi		Benda Uji	
Saringan		I	II
Lolos	Tertahan		
72,2 mm (3")	63,5 mm (2,5")		
63,5 mm (2,5")	50,8 mm (2")		
50,8 mm (2")	37,5 mm (1,5")		
37,5 mm (1,5")	25,4 mm (1")		
25,4 mm (1")	19,0 mm (3/4")		
19,0 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	2500 gr	
12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	2500 gr	
9,5 mm (3/8")	6,3 mm (1/4")		
6,3 mm (1/4")	4,75 mm (No.4)		
4,75 mm (No.4)	2,36 mm (No.8)		
Jumlah Benda Uji (A)		5000 gr	
Jumlah Tertahan Di Sieve (B)		3479 gr	3395 gr
Keausan =	$\frac{(A - B)}{A} \times 100 \%$	30,42 %	32,1%
Rata-rata		31,26 %	

Yogyakarta, 12 April 1999

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. PERWITA KARYA Dikerjakan Oleh :
Jenis Contoh : Agregat Halus & Kasar Anugrah D. P. 89 310 141
Diperiksa Tanggal : 15 April 1999 Zulfahmi 93 310 019

Pemanasan Sampel	Pembacaan Suhu	Pembacaan Waktu
Mulai Pemanasan	27 °C	10.45 WIB
Selesai Pemanasan	110 °C	10.55 WIB
Didiamkan Pada Suhu Ruang		
Mulai	110 °C	13.00
Selesai	27 °C	10.00
Diperiksa		
Mulai	27 °C	10.00
Selesai	27 °C	10.21

Hasil Pengamatan

Benda Uji	Prosen Yang Diselimuti Oleh Ashpal
I	98 %
II	
Rata-rata	

Yogyakarta, 15 April 1999

()



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

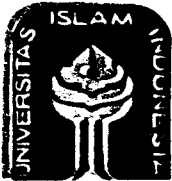
PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Contoh dari : **PT. PERWITA KARYA** Dikerjakan Oleh :
Jenis Contoh : **Agregat Kasar** Anugrah D. P. 89 310 141
Diperiksa Tanggal : **14 April 1999** Zulfahmi 93 310 019

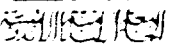
Keterangan	Benda Uji	
	I	II
Berat Benda Uji Dalam Keadaan Basah Jenuh (SSD) \longrightarrow (BJ)	1018	
Berat Benda Uji Didalam Air \longrightarrow (BA)	623	
Berat Sampel Kering Oven (BK)	991	
Berat Jenis (<i>Bulk</i>) = $\frac{BK}{(BJ - BA)}$	2,509	
Berat SSD = $\frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2,58	
BJ Semu = $\frac{BK}{(BK - BA)}$	2,69	
Penyerapan = $\frac{(BJ - BK)}{BK} \times 100\%$	2,72%	

Yogyakarta, 14 April 1999

()



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.	ANUGRAH DWI PUTRANTO	89 310 141		TRANSPORTASI
2.	ZULFAHMI	93 310 019		TRANSPORTASI

JUDUL TUGAS AKHIR: TINJAUAN KARAKTERISTIK MARSHALL PADA CAMPURAN
 BETON ASPAL YANG MENGGUNAKAN BAHAN IKAT ASBUTON B-30 DAN PEREMAJA
 AC 80-100.

Dosen Pembimbing I : IR. SUBARKAH, MT
 Dosen Pembimbing II : IR. H. BACHNAS, MSc

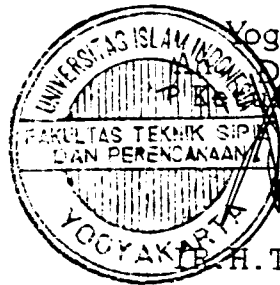
1



2



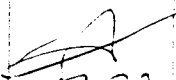


03 MARET 1999



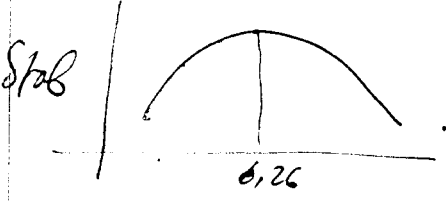
Yogyakarta,
 Dekan,
 Jurusan Teknik Sipil.

[Signature]
 H. TADJUDDIN BM ARIS, MS

LEMBAR KONSULTASI TUGAS AKHIR

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
	5/6 99	Bahan flow → ke 5 th - messenger ke kanan → fungsi fungsi → bandingkan	 5/6 99
	10/7 99	Perbaikan gambar	
	10/7 99	Ace untuk seminar	

LEMBAR KONSULTASI TUGAS AKHIR

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
	15/5 99	<p>Kadar bitumen dan campuran terlalu tinggi? → Coba lagi: buat sample yg sama dg hanya menggunakan bitumen saja tanpa ab asbuton, karena kemungkinan bit dan batuan tidak keluar semua - bit terlalu keras / kental. tdk mampu menarik bit dan batuan (kurang efektif)</p>	
	22/5 99	<p>Hasil uji sample tambalan butuh 5,9 . 0</p> <p>bit + asbuton ditambahkan butuh 6,26 . kontribusi asbuton 1,1 bit ditambahkan 5,16 . ✓</p> <p>Butuh tambalan utk dpt mencapai leandir @ Stab tertinggi .</p> 	<p>✓</p> <p>✓</p>

Pertanyaan 1: Jelaskan satuan CBR (*California Bearing Ratio*).

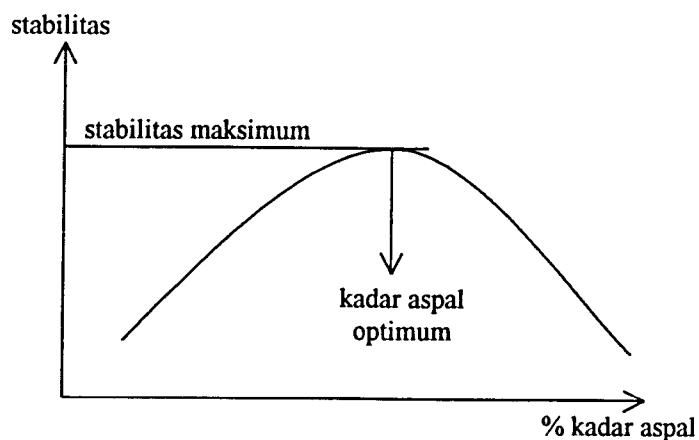
Jawab:

CBR (*California Bearing Ratio*) adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan dengan bahan standar, pada penetrasi dan kecepatan pembebanan yang sama. Beban penetrasi pada bahan standar diperoleh dari percobaan pada suatu batu pecah (sebagai bahan standar) yang dianggap mempunyai CBR 100%.

CBR juga dapat dikatakan nilai perbandingan tekanan yang diperlukan untuk menembus tanah dengan piston seluas 3 in^2 dengan kecepatan penetrasi $0,05 \text{ in/menit}$ terhadap tekanan untuk menembus suatu bahan standar dari $0,1''$ hingga $0,5''$, hasilnya dibuat grafik untuk mengetahui besarnya nilai CBR. Harga CBR dinyatakan dalam persen (%).

Pertanyaan 2 : Gambarkan Grafik Normatif Stabilitas.

Jawab :



Semakin tinggi kadar aspal, akan meningkatkan stabilitas sampai pada kadar aspal optimum (puncak stabilitas). Nilai stabilitas turun pada saat kadar aspal melebihi kadar aspal optimum, disebabkan kadar aspal banyak menyelimuti agregat

sehingga mengurangi *internal friction* antar butir agregat atau menjadi licin, kemampuan menahan beban menurun yang berakibat menurunkan nilai stabilitas.

Pertanyaan 3: Mengapa nilai flow pada campuran beton aspal yang menggunakan bahan ikat Asbuton B-20 dan AC 60-70, cenderung turun, bagaimana grafik nilai flow jika kadar aspal terus bertambah ?.

Jawab :

Nilai flow dipengaruhi oleh:

1. % aspal,
2. penetrasi,
3. viskositas,
4. % filler,
5. Σ tumbukan,
6. gradasi

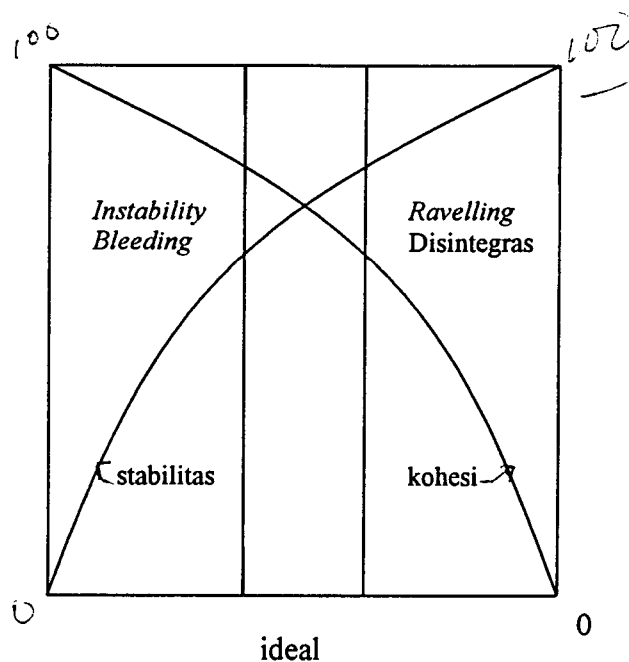
Turunnya nilai flow pada campuran beton aspal yang menggunakan bahan ikat Asbuton B-20 dan AC 60-70 disebabkan viskositas yang tinggi dan penetrasi yang rendah pada bitumen asbuton secara langsung akan mempengaruhi viskositas dan penetrasi dalam campuran beton aspal, dengan kata lain viskositas AC 60-70 akan tinggi. Penetrasi AC 60-70 akan turun, maka mempengaruhi sifat dari campuran beton aspal dan cenderung kaku (*rigid*), hal ini ditunjukkan dengan turunnya nilai flow.

Jika kadar aspal ditambah terus, maka pada kadar aspal tertentu nilai flow akan naik, campuran akan bersifat plastis karena kelebihan kadar aspal, apabila

mendapat beban, campuran sangat mudah mengalami deformasi, hal ini dapat dilihat dengan naiknya/tingginya nilai flow.

Pertanyaan 4: Jelaskan mengapa pada campuran beton aspal yang menggunakan bahan ikat Asbuton B-20 dan AC 60-70 untuk mencapai nilai stabilitas tertinggi diperlukan lebih banyak aspal dibandingkan dengan campuran beton aspal normal.

Jawab :



Stabilitas dipengaruhi oleh :

1. *Internal friction.*
2. Kohesi.

Kohesi dipengaruhi oleh viskositas dan penetrasi.

Pada campuran beton aspal, jika viskositas aspal tinggi dan penetrasi rendah, campuran akan memerlukan kadar aspal yang tinggi, karena untuk mendapatkan kohesi (lekatan) yang baik.

