PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI
TGL. TERIMA : 29 03 2003
NO. JUDUL : 000396
NO. INV. : 5120000396001
NO. INDUK. :

TUGAS AKHIR

PENGARUH LIMBAH BUSA LATEKS SEBAGAI *ADDITIVE* TERHADAP KARAKTERISTIK *MARSHALL* DAN PERMEABILITAS BETON ASPAL (AC)



Disusun Oleh :

1. Nama : **M. Bustanul Arifin**
   No. Mhs. : **97 511 084**
2. Nama : **M. Avif Maulana**
   No. Mhs. : **97 511 367**

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2003

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PENGARUH LIMBAH BUSA LATEKS SEBAGAI *ADDITIVE* TERHADAP KARAKTERISTIK *MARSHALL* DAN PERMEABILITAS BETON ASPAL (AC)

Diajukan Sebagai Persyaratan Memperoleh
Derajat Sarjana Teknik Sipil Pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jogjakarta

1. Nama : M. Bustanul Arifin
   No. Mhs. : 97 511 084
2. Nama : M. Avif Maulana
   No. Mhs. : 97 511 367

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. Iskandar S, MT	
Dosen Pembimbing I	**Tanggal :**
Ir. Miftahul Fauziah, MT	
Dosen Pembimbing II	**Tanggal :** 9 Maret '03

MOTTO

"..... Allah meninggikan orang yang beriman diantara kamu dan orang – orang yang diberi ilmu pegetahuan beberapa derajat...."

(QS. 58 :11)

"Bacalah dengan menyebut nama Tuhanmu yang menciptkan
Dia telah menciptakan manusia dari segimpal darah
Bacalah dan Tuhanmulah yang Maha pemurah
Yang mengajar manusia dengan perantaraan kalam
Dia mengajar kepada manusia apa yang tidak diketahuinya"

(QS. 96 : 1-5)

PERSEMBAHAN

Untuk agamaku:

Sebagai amal ibadahku

Untuk Ayahanda dan Ibunda tercinta :

"Andai hidupku adalah sebongkah permata
maka akan kupecah menjadi seratus kemudian kurangkai
menjadi tasbih
untuk kukalungkan dilehermu"

Untuk adik – adik dan belahan jiwaku:

"Do'a dan perhatian kalian adalah
minyak yang selalu membakar semangatku"

Untuk sahabat – sahabat terbaikku

Serta teman seperjuangan di almamaterku

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang berkat rahmat dan hidayah-Nya maka penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW.

Tugas Akhir dengan judul "Pengaruh Limbah Busa Lateks Sebagai *Additive* Terhadap Karakteristik *Marshall* Dan Permeabilitas Beton Aspal (AC)" merupakan salah satu syarat wajib tingkat sarjana pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, yang telah memenuhi syarat akademis untuk memeperoleh gelar Sarjana Teknik.

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini penulis banyak mendapat bantuan, bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Atas segala bantuan dan bimbingan tersebut, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Iskandar. S, MT, selaku dosen pembimbing I dan penguji yang telah memberi bimbingan dan pengarahan.
2. Ibu Ir. Miftahul Fauziah, MT, selaku dosen pembimbing II dan penguji, atas kritik dan ketelitiannya dalam membimbing penelitian dan penyusunan Tugas Akhir.

3. Bapak Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Ir. H. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Ir. Subarkah, MT, selaku Dosen penguji tugas akhir.
6. Bapak Sukamto, selaku petugas laboran di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Iindonesia.
7. Bapak Ir. Imam Basuki dan staff, selaku petugas laboran di Laboratorium Teknik Transportasi Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
8. Rekan – rekan dan semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu segala saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan.

Akhirnya semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan senantiasa mendapat Ridho – Nya, Amiin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Januari 2003

Penyusun

DAFTAR ISI

	Hal
LEMBAR PENGESAHAN	
MOTTO	i
LEMBAR PERSEMBAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
INTISARI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Manfaat Penelitian	2
1.4. Batasan Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Beton Aspal (AC)	4
2.2. Aspal	4
2.3. Agregat	5
2.4. *Filler*	5
2.5. Limbah Busa Lateks	5
BAB III LANDASAN TEORI	8
3.1. Konstruksi Perkerasan Jalan	8
3.2. Karakteristik Campuran	9
3.2.1. Stabilitas	9
3.2.2. Keawetan *(Durability)*	10
3.2.3. Kelenturan (*Fleksibility*)	10

3.2.4. Permeabilitas 10
3.3. Syarat – syarat kekuatan Struktural 11
3.4. Spesifikasi Campuran 12
3.5. Bahan Penyusun 12
3.5.1 Aspal 12
3.5.2. Agregat 13
3.5.3. Bahan Tambah 14
3.6. Pemeriksaan Campuran Aspal dengan Metode *Marshall* 15
3.7. Uji Perendaman *Marshall (Immersion Test)* 17
3.8. Uji Permeabilitas 18

BAB IV METODE PENELITIAN 20
4.1. Cara penelitian 20
4.2. Bahan 20
4.2.1. Pemeriksaan dan Persyaratan Bahan 20
a. Pemeriksaan Agregat 20
b. Pemeriksaan Aspal 22
4.2.2. Persyaratan Bahan 22
4.3. Alat Yang Digunakan 22
4.4. Jalannya Penelitian. 24
4.4.1. Campuran Aspal Biasa 25
4.4.2. Campuran Aspal Limbah Busa Lateks 26
4.4.3. Cara Melakukan Pengujian 27
4.4.3.1. Pengujian *Marshall Standart* 27
4.4.3.2. Pengujian rendam *Marshall (Immersion Test)* 28
4.4.3.3. Pengujian Permebilitas 29
4.5. Anggapan Dasar 30

BAB V HASIL PENELITIAN 31
5.1. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Bahan 31
5.1.1. Hasil Pengujian Agregat. 31
5.1.2. Hasil Pengujian Aspal 32

5.2. Hasil Pengujian *Marshall* 33
5.2.1. Campuran beton aspal dengan variasi kadar aspal 33
5.2.2. Campuran beton aspal dengan limbah busa Lateks pada KAO 34
5.3. Hasil uji sifat fisik aspal dengan Limbah Busa Lateks Optimum 34
5.4. Hasil Pengujian rendaman *Marshall (Immersion Test)* 35
5.5. Hasil Pengujian Permeabilitas 36

BAB VI PEMBAHASAN 37
6.1. Sifat fisik bahan 37
6.1.1. Agregat 37
6.1.2. Aspal 39
6.2. Karakteristik *Marshall* Campuran Beton Aspal 40
6.2.1. Pengaruh kadar aspal terhadap nilai VFWA (*Void Filled With Asphalt*) campuran beton aspal 40
6.2.2. Pengaruh kadar aspal terhadap nilai VITM (*Voids in the Mix*) campuran beton aspal 41
6.2.3. Pengaruh kadar aspal terhadap nilai Stabilitas campuran beton aspal 43
6.2.4. Pengaruh kadar aspal terhadap nilai *flow* (kelelehan) campuran beton aspal 45
6.2.5. Pengaruh kadar aspal terhadap nilai MQ (*Marshall Quotient*) campuran beton aspal 46
6.3. Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran Beton Aspal 47
6.4. Karakteristik Marshall Campuran Beton Aspal dengan Limbah Busa Lateks pada Kadar Aspal Optimum 48
6.4.1. Pengaruh Limbah Busa Lateks (LBL) terhadap nilai VFWA (*Void Filled With Asphalt*) campuran beton aspal pada kadar aspal optimum 48
6.4.2. Pengaruh limbah Busa Lateks terhadap nilai VITM (*Void in The Mix*) campuran beton aspal pada kadar

aspal optimum 49
6.4.3. Pengaruh limbah Busa Lateks terhadap nilai Stabilitas campuran beton aspal pada kadar aspal optimum 50
6.4.4. Pengaruh limbah Busa Lateks terhadap nilai *Flow* (kelelehan) campuran beton aspal pada kadar aspal optimum 52
6.4.5. Pengaruh limbah Busa Lateks terhadap nilai *Marshall Quotient* (MQ) campuran beton aspal pada kadar aspal Optimum 53
6.4.6. Pengaruh limbah Busa Lateks terhadap nilai *Density* campuran beton aspal pada kadar aspal Optimum 54
6.4.7. Pengaruh limbah Busa Lateks terhadap nilai *VMA (Voids* in Mineral Agregates) campuran beton aspal pada kadar aspal Optimum 55
6.5. Penentuan Kadar Limbah Busa Lateks Optimum pada Kadar Aspal Optimum Campuran Beton Aspal 56
6.6. Durabilitas Campuran Beton Aspal dengan dan tanpa Limbah Busa Lateks 57
6.7. Pengaruh Kadar Limbah Busa Lateks terhadap Sifat Fisik Aspal (penetrasi dan titik lembek) 59
6.8. Pengaruh Kadar Limbah Busa Lateks terhadap Permeabilitas Campuran Beton Aspal 61

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN 63
7.1. Kesimpulan 63
7.2. Saran-saran 65

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 2.1.	Komposisi Busa Lateks	6
Tabel 3.1.	Spesifikasi campuran Beton Aspal	12
Tabel 3.2.	Persyaratan AC 60/70, Spesifikasi Bina Marga	13
Tabel 3.3.	Persyaratan pemeriksaan agregat kasar	13
Tabel 3.4.	Persyaratan pemeriksaan agregat halus	14
Tabel 3.5.	Spesifikasi Gradasi Bina Marga 1987 grading IV	14
Tabel 3.6.	Klasifikasi Campuran Aspal Berdasarkan Angka Permeabilitas	19
Tabel 5.1.	Hasil pemeriksaan agregat kasar	31
Tabel 5.2.	Hasil pemeriksaan agregat halus	32
Tabel 5.3.	Hasil pemeriksaan AC 60/70	32
Tabel 5.4.	Hasil pengujian Marshall Benda uji dengan Kadar aspal bervariasi	33
Tabel 5.5.	Hasil Pengujian Marshall benda uji pada Kadar Aspal Optimum dengan variasi Kadar Limbah Busa Lateks.	34
Tabel 5.6.	Hasil pemeriksaan sifat fisik aspal pada kadar Limbah Busa Lateks (LBL) Optimum	35
Tabel 5.7.	Hasil Pengujian Immersion Beton Aspal dengan dan tanpa Limbah Busa Lateks (LBL)	35
Tabel 5.8.	Hasil Uji Koefisien Permeabilitas Campuran Beton Aspal dengan dan tanpa Limbah Busa Lateks (LBL)	36
Tabel 6.1.	Kadar Aspal Optimum campuran beton aspal	48
Tabel 6.2.	Kadar Limbah Busa Lateks pada Kadar Aspal Optimum Campuran Beton Aspal	56
Tabel 6.3.	Hubungan antara Kadar Limbah Busa Lateks dengan nilai Stabilitas pada perendaman selama 24 jam	57

Tabel 6.4. Perbandingan sifat fisik aspal dengan dan tanpa limbah busa lateks. 59

DAFTAR GAMBAR

		Hal
Gambar 4.1.	Alur penelitian campuran AC + busa lateks diuji dengan metode *Marshal*	21
Gambar 6.1.	Grafik hubungan antara kadar aspal dengan nilai VFWA	41
Gambar 6.2.	Grafik hubungan antara kadar aspal dengan nilai VITM	42
Gambar 6.3	Grafik hubungan antara kadar aspal dengan nilai Stabilitas	44
Gambar 6.4.	Grafik hubungan antara kadar aspal dengan nilai *flow*	46
Gambar 6.5.	Grafik hubungan antara kadar aspal dengan *Marshall Quotient*	47
Gambar 6.6.	Grafik Hubungan antara Kadar Limbah Busa Lateks pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai VFWA	49
Gambar 6.7.	Grafik hubungan antara Kadar Limbah Busa Lateks pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai VITM	50
Gambar 6.8.	Grafik hubungan antara Kadar Limbah Busa Lateks pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai Stabilitas	51
Gambar 6.9.	Grafik hubungan antara Kadar Limbah Busa Lateks pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai *Flow*	52
Gambar 6.10.	Grafik hubungan antara Kadar Limbah Busa Lateks pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai *Marshall Quotient.*	53
Gambar 6.11.	Grafik hubungan antara Kadar Limbah Busa Lateks pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai *Density.*	54
Gambar 6.12.	Grafik hubungan antara Kadar Limbah Busa Lateks pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai VMA	55
Gambar 6.13.	Grafik hubungan antara kadar limbah busa lateks dengan nilai Indek Perendaman (IP)	58

Gambar 6.14. Grafik hubungan antara kadar limbah busa lateks dengan nilai penetrasi aspal 60
Gambar 6.15 Grafik hubungan antara kadar limbah busa lateks dengan nilai titik lembek aspal 60
.Gambar 6.16 Grafik hubungan antara kadar limbah busa lateks dengan koefisien permeabilitas 62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat
Lampiran 2	Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Aspal
Lampiran 3	Hasil Pemeriksaan dan Perhitungan *Marshall* (Mencari Kadar Aspal Optimum dan Kadar Busa Lateks Optimum)
Lampiran 4	Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Aspal dengan Kadar Limbah Busa Lateks Optimum pada Kadar Aspal Optimum
Lampiran 5	Hasil Pemeriksaan dan Perhitungan Rendaman *Marshall (Immersion Test)*
Lampiran 6	Hasil Pemeriksaan dan Perhitungan Permeabilitas

INTISARI

Penggunaan aspal minyak sebagai bahan pengikat pada campuran beton aspal (AC) banyak dijumpai di Indonesia, namun sering dijumpai kelemahan berupa kerusakan akibat beban lalu lintas dan temperatur udara harian tahunan yang tinggi. Banyak cara telah dikembangkan untuk mengatasi masalah ini diantaranya memodifikasi aspal dengan bahan tambah (*additive*) serat selulosa, lateks, *polyolefin* dan lain-lain. Penelitian penggunaan limbah busa lateks sebagai alternatif bahan tambah (*additive*) bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruhnya terhadap karakteristik *Marshall* dan permeabilitas beton aspal.

Penelitian ini dilakukan dengan empat tahap. Tahap I untuk mencari kadar aspal optimum (KAO) dengan variasi kadar aspal 4,5 % sampai 6,5 % pada interval 0,5 % menggunakan aspal AC 60/70, sehingga didapat KAO sebesar 6,45 %. Tahap II untuk mencari kadar limbah busa lateks optimum dengan variasi kadar limbah busa lateks 0 %, 1 %, 2 %, 3 %, 4 %, dan 5 % pada KAO, sehingga didapat kadar limbah busa lateks optimum sebesar 0,35 %. Kedua tahap pengujian diatas dilakukan dilaboratorium menggunakan alat uji *Marshall* terhadap tiap model benda uji. Tahap III dilakukan pengujian penetrasi dan titik lembek terhadap aspal dengan kadar limbah busa lateks optimum untuk mengetahui perubahan sifat fisik aspal setelah ditambah limbah busa lateks. Tahap IV dibuat model campuran beton aspal dengan limbah busa lateks optimum pada KAO untuk pengujian terhadap durabilitas dengan uji perendaman *Marshall* dan permeabilitas dengan alat AF-16.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah busa lateks dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambah (*additive*) untuk campuran beton aspal karena berdasarkan karakteristik *Marshall* (stabilitas, *flow*, VFWA, VITM dan *Marshall Quotient*) penambahan kadar limbah busa lateks pada interval 0% sampai 0,7% memenuhi semua persyaratan spesifikasi Bina Marga (1987). Campuran beton aspal dengan limbah busa lateks (LBL) memiliki nilai stabilitas, *flow*, VFWA dan Indeks perendaman (IP) lebih tinggi, sedangkan nilai VITM dan *Marshall Quotient* (MQ) lebih rendah dibandingkan campuran beton aspal tanpa LBL. Dengan limbah busa lateks (LBL) campuran beton aspal memiliki nilai durabilitas lebih tinggi dibandingkan dengan campuran beton aspal tanpa LBL. Koefisien permeabilitas campuran beton aspal dengan limbah busa lateks (LBL) lebih rendah dibandingkan dengan campuran beton aspal tanpa LBL. Berdasarkan klasifikasi yang dibuat oleh Mullen (1967), nilai koefisien permeabilitas beton aspal dengan dan tanpa limbah busa lateks termasuk dalam klasifikasi *practically impervious*.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pelaksanaan pembangunan jalan raya sekarang ini dihadapkan pada tantangan peningkatan kualitas, baik terhadap jalan yang akan dibangun maupun pemeliharaannya. Peningkatan kebutuhan jalan yang terus meningkat dihadapkan pula pada masalah pendanaan yang terbatas sebagai dampak dari krisis moneter. Menghadapi kendala tersebut, maka harus dipilih suatu cara yang paling efisien dan ekonomis untuk memperoleh hasil yang optimal.

Di Indonesia yang beriklim tropis, pembangunan dan peningkatan jalan raya banyak sekali menggunakan aspal minyak sebagai bahan pengikat. Namun masih sering dijumpai kelemahan berupa kerusakan dini pada permukaan jalan setelah beberapa waktu dilalui lalu lintas. Temperatur udara harian tahunan yang tinggi, juga berdampak negatif terhadap ketahanan perkerasan.

Penggunaan aspal minyak sebagai bahan campuran perkerasan, meskipun memenuhi persyaratan spesifikasi, memperlihatkan prilaku tingkat pelayanan yang cenderung turun dengan terjadinya alur (*rutting*), tersungkur (*shoving*) dan bentuk kerusakan lainnya.

Penggunaan limbah busa lateks sebagai bahan tambah (*additive*) pada campuran panas dengan perbandingan tertentu diharapkan dapat mengatasi masalah ini, karena sifat lateks umumnya tahan air, tahan oksidasi, memiliki kuat tarik relatif

besar, elastis dan fleksibel, dapat digunakan sebagai perekat / pengikat. Hal ini sangat menarik untuk diteliti.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Mempelajari perilaku *Marshall* campuran *Asphalt Concrete (AC)* yang ditambah limbah busa lateks dan membandingkannya dengan campuran *Asphalt Concrete (AC)* tanpa *additive*.
2. Membandingkan hasil perilaku campuran *Asphalt Concrete (AC)* yang ditambah limbah busa lateks dengan *Asphalt Concrete (AC)* tanpa limbah busa lateks berdasarkan syarat yang diberikan oleh Bina Marga.
3. Mengetahui dan membandingkan nilai durabilitas campuran *Asphalt Concrete (AC)* yang ditambah limbah busa lateks dan membandingkannya dengan campuran *Asphalt Concrete (AC)* tanpa *additive*.
4. Mengetahui dan membandingkan nilai Permeabilitas campuran *Asphalt Concrete (AC)* dengan dan tanpa limbah busa lateks sebagai *additive*.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang bisa diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penggunaan limbah busa lateks memberikan kontribusi terhadap pemanfaatan barang buangan (limbah buangan) sehingga memiliki nilai ekonomis.
2. Menambah variasi studi pustaka mengenai pemanfaatan limbah industri.

1.4 Batasan Penelitian

1. Karakteristik campuran yang diuji adalah: stabilitas, flow, VITM, VFWA, *Marshall Quotient*, dan nilai Permeabilitas dari *Asphalt Concrete (AC)* dengan variasi penambahan limbah busa lateks.

2. Bahan untuk pembuat campuran aspal panas adalah : Aspal yang digunakan adalah aspal minyak penetrasi 60/70 yang diperoleh dari Pertamina – Cilacap. Agregat yang dipakai hasil *stone cruser* dari PT. Perwita Karya, Jogjakarta. Limbah busa diperoleh dari beberapa industri kecil di wilayah Jogjakarta.
3. Perencanaan campuran yang dilakukan mengacu pada spesifikasi Bina Marga, 1987 grading IV.
4. Variasi limbah busa lsteks yang ditambahkan adalah 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%, dari berat aspal optimum.
5. Penelitian terhadap campuran Asphalt Concrete (AC) dengan dan tanpa limbah busa lateks menggunakan metode *Marshall*, dan pengujian *Immersion* dengan lama perendaman 24 jam pada suhu 60°C.
6. Penelitian ini hanya melaksanakan uji fisik saja tanpa melakukan uji kimia.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton Aspal (AC)

Menurut Bina Marga (1987) Lapis Aspal Beton (Laston) adalah suatu lapis pada konstruksi jalan raya, yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus, dicampur, dihampar, dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Aspal untuk Lapis Aspal Beton harus terdiri dari salah satu aspal keras penetrasi 60/70 atau 80/100 yang seragam, tidak mengandung air, bila dipanaskan pada suhu 175° tidak berbusa.

2.2. Aspal

Aspal tersusun dari asphaltense dan maltense hasil penyulingan terakhir minyak bumi. *Asphalt Cement* adalah aspal yang dibuat dengan kekentalan khusus (Kerbs dan Walker, 1971).

Menurut Agus, R (1997) dalam majalah Teknik Jalan dan Transportasi no 090, aspal merupakan residu hasil pengilangan minyak mentah yang dilakukan dengan memisahkan komponen minyak yang ringan dengan cara destilasi atau dengan cara *vacuum flashing*. Aspal terdiri dari berbagai macam molekul. Bentuk yang paling dominan diantaranya adalah bentuk hidrokarbon yang sebagian kecil mengandung sulfur, nitrogen dan atom oksigen.

Aspal merupakan bahan yang plastis yang dengan kelenturannya mudah diawasi untuk dicampur dengan agregat, sangat tahan terhadap asam, alkali, dan garam – garaman (Hendarsin, S.L, 2000).

2.3. Agregat

Agregat didefinisikan sebagai bahan yang keras dan kaku yang digunakan untuk campuran dapat berupa butiran atau fragmen – fragmen. Agregat meliputi pasir, kerikil, batu pecah, *slag*, debu batu atau bubuk (*The Asphalt Institute*, 1983).

Pemilihan jenis agregat yang sesuai untuk digunakan pada konstruksi perkerasan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya, ukuran dan gradasi, kekuatan dan kekerasan, bentuk tekstur permukaan, kelekatan terhadap aspal serta kebersihan dan sifat kimia (Kerbs dan Walker, 1971).

2.4. *Filler*

Filler didefinisikan sebagai fraksi debu mineral yang lolos saringan no 200 (0.0074 mm) bisa berupa debu batu, batu kapur, debu dolomit, atau semen. *Filler* merupakan bahan berbutir halus yang berfungsi sebagai butir pengisi pada pembuatan campuran aspal (Atkins, H.N, 1997).

Pada awalnya pengaruh *filler* kedalam aspal adalah dengan membentuk mastik, yaitu campuran aspal dan *filler*, sedangkan mastik biasanya menambah / mempengaruhi viskositas (kekentalan) aspal. Mekanisme pengaruh dari *filler* dalam mendukung adhesi antara aspal dan agregat adalah secara mekanik dan kimia (Crauss.J dan Ishai, 1977).

2.5. Limbah Busa Lateks

Busa lateks adalah busa yang dibuat dari lateks pekatan yang telah mengalami proses pengadukan serta vulkanisasi secara basah. Adapun komposisi dari busa lateks ditunjukkan dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1. Komposisi Busa Lateks

No	Jenis Zat	Jumlah (%)
1	Lateks pekatan	90
2	Belerang	4
3	Vulcafor S.D.C (atau Tipodene)	1
4	Captax	1
5	Ionol	2
6	Hitam Karbon	0.8
7	Actoo 600 (5%)	1.2

Sumber :Balai penelitian Perkebunan Bogor,1975

Dari tabel 2.1. dapat disimpulkan bahwa lateks pekatan mondominisi struktur dari busa lateks. Lateks pekatan sendiri mengandung karet ±60%.

Karakteristik dari busa lateks diantaranya, bersifat elastis (dapat kembali kebentuk semula jika menerima beban), dapat digunakan sebagai perekat, tahan terhadap air,tahan oksidasi, dan memiliki kuat tarik relatif besar (Kusnata, 1975).

Penelitian yang sudah dilakukan tentang penggunaan lateks dilakukan olehTri Wahyu Nuryata dan Doeva Rimbardi (1997). Penelitian yang mereka lakukan adalah penggunaan lateks murni terhadap peningkatan kualitas *Split Mastic Asphalt (SMA)*, dengan komposisi penambahan kadar lateks 1 - 5%. Dari penelitian tersebut diketahui bahwa penambahan lateks sebanyak 3 – 4% terhadap aspal optimum dapat menaikkan nilai stabilitas dan *Marshall Quotient* dari campuran beraspal.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Litbang.Dep.PU (1995), menyatakan bahwa bahan tambah lateks murni bersifat elastis dan mempunyai daya lekat yang

kuat, hal ini disebabkan molekul Isoprene (C_5HB) merupakan reaksi panjang yang tidak terputus serta kuat ikatan antar molekulnya.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Konstruksi Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang terletak diatas tanah dasar *(Sub Grade)* yang telah dipadatkan dan berfungsi untuk memikul beban dan meneruskannya ke lapisan tanah dasar, sehingga tanah tidak menerima tekanan yang lebih besar dari daya dukungnya.

Pada Umumnya untuk konstruksi perkerasan lentur *(Flexible Pavement)* tersusun atas tiga bagian, dengan kualitas bahan semakin keatas semakin baik dan berfungsi sebagai berikut :

1. Lapisan pondasi bawah *(Sub Base Course)* merupakan lapis perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar. Lapisan ini berfungsi :
   a. Menyebarkan beban roda.
   b. Untuk mencegah partikel halus tanah dasar naik ke lapis pondasi atas.
   c. Lapisan peresapan agar air tidak berkumpul dipondasi.
   d. Untuk efsiensi penggunaan material, karena mengurangi tebal lapis diatasnya yang lebih mahal.
2. Lapis pondasi atas *(Base Course)*, merupakan lapis perkerasan yang terletak antara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan. Lapis ini berfungsi:
   a. Sebagai pendukung bagi lapis permukaan dan menahan gaya geser / lintang.

b. Sebagai lapis peresapan bagi lapis pondasi bawah.

3. Lapis permukaan *(Surface Course)*, merupakan lapis yang paling atas dan berfungsi:

   a. Memikul beban langsung lalu lintas dan meneruskannya kelapisan dibawahnya.

   b. Menahan gaya geser dari beban roda kendaraan.

   c. Sebagai lapisan aus *(Wearing Course)* akibat gaya gesek dan cuaca.

   d. Sebagai lapis kedap air untuk melindungi lapisan dibawahnya.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap campuran aspal, agregat, dan bahan tambah limbah busa lateks untuk lapisan permukaan *(Surface Course)*.

3.2. Karakteristik Campuran

Karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh campuran beton aspal adalah : (Sukirman, S, 1992)

3.2.1. Stabilitas

Stabilitas lapisan perkerasan jalan mempunyai pengertian ketahanan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa mengalami perubahan bentuk permanen.

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

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

3.2.2. Keawetan *(Durability)*

Durabilitas merupakan kemampuan lapisan permukaan untuk menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air, dan perubahan temperatur, maupun keausan akibat beban dan gesekan roda kendaraan. Lapis perkerasan dapat berubah karena oksidasi dan pelapukan yang disebabkan oleh pengaruh air dan cuaca.

Faktor-faktor yang mempengaruhi durabilitas lapis beton aspal adalah :

1. Film aspal atau selimut aspal
2. *Void In The Mix* (VITM).
3. *Void Filled With Asphalt* (VFWA)

3.2.3. Kelenturan (*Fleksibility*)

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

Faktor – faktor yang mempengaruhi fleksibilitas adalah :

1. Gradasi campuran.
2. Jenis penetrasi aspal.
3. Jumlah aspal yang digunakan.

3.2.4. Permeabilitas

Suparma (1997) dalam Fauziah, M (2001) mendefinisikan permeabilitas sebagai sifat yang menunjukkan kemampuan material untuk dilalui atau dirembesi oleh air atau zat cair lainnya melalui hubungan antar pori. Parameter ini secara langsung mempengaruhi durabilitas dan kekuatan material itu sendiri. Angka aliran yang tinggi menunjukkan lapisan perkerasan rentan terhadap kerusakan pergerakan

udara dalam perkerasan dapat mengakibatkan terjadinya oksidasi dan eveporasi pada bahan ikatnya, sehingga perkerasan relatif memiliki nilai durabilitas yang rendah.

Impermeabilitas merupakan kemampuan perkerasan lentur untuk menahan air dari udara masuk ke dalam perkerasan lentur. Besarnya rongga dalam campuran dapat mengindikasikan kepekaan dari pemadatan campuran perkerasan. Impermeabilitas yang tinggi akan mengakibatkan durabilitas campuran lebih baik (*The Asphalt Institute*, 1983).

Selanjutnya Suparma (1997) dalam Fauziah, M (2001) menyatakan bahwa campuran dengan gradasi terbuka memiliki impermeabilitas rendah bila dibandingkan dengan campuran bergradasi rapat seperti beton aspal. Keadaan ini menunjukkan lapisan perkerasan rentan terhadap kerusakan dan pergerakan udara ini didalam perkerasan mengakibatkan oksidasi dan evaporasi pada bahan ikatnya. Masalah ini dapat diatasi dengan menambah kadar aspal sehingga dapat mempertinggi impermeabilitasnya.

3.3. Syarat – syarat kekuatan Struktural

Konstruksi perkerasan jalan dipandang dari segi kemampuan mendukung dan menyebarkan beban, harus memenuhi syarat – syarat sebagai berikut:

1. Ketebalan yang cukup, sehingga mampu menyebarkan beban /muatan lalu lintas.
2. Kedap air, sehingga air tidak meresap kelapisan dibawahnya.
3. Permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jatuh diatasnya dapat dengan mudah mengalir.
4. Memiliki stabilitas yang cukup dan dapat mendukung beban lalu lintas tanpa terjadi deformasi, bergelombang atau desakan kesamping.
5. Tidak terjadi retakan akibat beban lalu lintas.

6. Campuran aspal harus memiliki keawetan yang cukup tinggi dan tidak mudah lapuk akibat beban lalu lintas dan pengaruh cuaca.

3.4. Spesifikasi Campuran

Campuran aspal pada penelitian ini adalah campuran untuk lapis atas AC dengan agregat gradasi menerus. Spesifikasi campuran mengacu pada peraturan Bina Marga, 1987 grading IV seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Spesifikasi campuran Beton Aspal

No	Jenis Pemeriksaan	Lalu Lintas Berat
1	Stabilitas (kg)	750
2	Flow/Kelelahan (mm)	2 – 4
3	VITM (%)	3 – 5
4	VFWA (%)	75 – 82
5	Marshall Quotient (kg/mm)	200 – 500
	Jumlah Tumbukan	2 X 75

Sumber : Bina Marga, 1987

3.5. Bahan Penyusun

3.5.1 Aspal

Pada penelitian ini digunakan aspal AC penetrasi 60/70. Persyratan AC 60/70 ditunjukkan dengan tabel 3.2.

Tabel 3.2. Persyaratan AC 60/70, Spesifikasi Bina Marga

No.	Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Syarat		Satuan
			Min	Mak	
1.	Penetrasi (25°C,5 detik)	PA.031 – 76	60	79	0,1 mm
2.	Titik Lembek	PA.031- 76	48	58	°C
3.	Titik Nyala	PA.031 – 76	200	-	°C
4.	Kelarutan CCL_4	PA.031 – 76	99	-	% Berat
5.	Daktilitas (25°C, 5cm / menit)	PA.031 – 76	100	-	Cm
6.	Berat Jenis	PA.031 – 76	1	-	-

Sumber :Bina Marga, 1987

3.5.2. Agregat

Sifat – sifat dari agregat harus diketahui lebih dulu sebelum agregat tersebut digunakan untuk bahan dasar konstruksi. Karena sifat material ini yang mempengaruhi kekuatan suatu konstruksi. Sifat – sifat agregat pada umumnya ditinjau dari : Ukuran butiran dan gradasi, kebersihan, kekerasan, bentuk butiran, permukaan butiran, kemampuan menyerap.

Agregat yang dipakai harus memenuhi persyaratan seperti tercantum dalam tabel 3.3 dan tabel 3.4. berikut:

Tabel 3.3. Persyaratan pemeriksaan agregat kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Keausan dengan mesin *Los Angeles*	≤ 40%
2	Kelekatan terhadap aspal	≥ 95%
3	Peresapan agregat terhadap air.	≤ 3,0%
4	Berat jenis agregat kasar	≥ 2,5%

Sumber : Bina Marga, 1983

Tabel 3.4. Persyaratan pemeriksaan agregat halus

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Nilai Sand Equivalent	≥ 50%
2	Peresapan agregat terhadap air	≥ 3,0%
3	Berat jenis agregat halus	≤ 2,5%

Sumber : Bina Marga, 1987

Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisa saringan dengan menggunakan satu set saringan. Saringan kasar diletakkan paling atas dan diakhiri dengan pan. Adapun spesifikasi gradasi campuran tercantum dalam tabel 3.5.

Tabel 3.5. Spesifikasi Gradasi Bina Marga 1987 grading IV

Ukuran Saringan		Prosentase Lolos (%)
inch	mm	
¾	19,10	100
½	12,70	80 – 100
3/8	9,25	70 – 90
# 4	4,76	50 – 70
# 8	2,38	35 – 50
# 30	0,59	18 – 29
# 50	0,279	13 – 23
# 100	0,148	8 – 16
#200	0,075	4 – 10

Sumber : Bina Marga, 1987.

3.5.3. Bahan Tambah

Sebagai bahan tambah dalam campuran perkerasan digunakan limbah busa lateks dengan kadar 0 – 5% terhadap total campuran. Limbah busa lateks ini dianggap mempunyai sifat elastis dan daya ikat yang kuat yang diharapkan dapat memperkuat campuran aspal.

3.6. Pemeriksaan Campuran Aspal dengan Metode *Marshall*

Pemeriksaan campuran Aspal dengan metode *Marshall* bermaksud untuk menentukan nilai dibawah ini:

1. Stabilitas

Stabilitas adalah beban yang dapat ditahan campuran beton aspal sampai terjadi kelelahan plastis. Naiknya stabilitas bersamaan dengan bertambahnya kadar aspal, sampai batas tertentu (optimum) dan turun setelah melampaui batas optimum, hal ini karena aspal sebagai bahan ikat antar agregat dapat menjadi pelicin setelah melebihi batas optimum. Stabilitas dapat dihitung dengan persamaan (1) berikut.

$$S = O \times K_m \quad \text{..............................} \quad (1)$$

dengan :

S = nilai stabilitas

O = nilai pembacaan arloji stabilitas pada alat uji *Marshall*

K_m = angka kalibrasi alat uji *Marshall*

Agar didapat konstruksi yang ekonomis maka kestabilan harus disesuaikan dengan kebutuhan. Untuk lalu lintas yang tinggi maka diperlukan kestabilan yang tinggi, sehingga bahan pendukungnya harus dari bahan yang tinggi pula.

Stabilitas terjadi akibat adanya tahanan geser antar butir, saling mengunci antar agregat, serta daya ikat yang baik dari lapis aspal. Sehingga stabilitas yang tinggi dapat diusahakan dengan cara, agregat dengan gradasi rapat atau gradasi menerus, agregat dengan permukaan yang kasar, agregat dengan bentuk kubikal, aspal dengan penetrasi rendah dan jumlah aspal yang cukup.

2. *Flow*

Flow menyatakan besarnya penurunan (deformasi benda uji) campuran dengan angka kelelahan tinggi serta stabilitas rendah.diatas batas maksimum akan cenderung bersifat plastis. Tetapi bila campuran dengan angka kelelahan rendah dan stabilitas yang tinggi dibawah batas optimum akan cenderung bersifat getas dan mudah retak bila ada pembebanan. Nilai *Flow* diperoleh dari pembacaan pada alat uji *Marshall*.

3. VITM *(Void in The Total Mix)*

VITM adalah prosentase antara rongga udara dengan volume total campuran setelah dipadatkan. VITM dapat dihitung dengan persamaan (2) berikut.

$$\text{VITM} = 100 - \left(100 \times \frac{g}{h}\right) \qquad \text{.......................................(2)}$$

dengan:

g = berat isi benda uji

$$\text{h = berat jenis maksimum} = \left[100 \div \left(\frac{\%aggr}{B.J\ aggr} + \frac{\%aspal}{B.J\ aspal}\right)\right] \qquad \text{................(3)}$$

Nilai VITM akan semakin kecil apabila kadar aspal semakin besar. VITM yang semakin tinggi akan menyebabkan kelelahan yang semakin cepat, berupa alur retak (Sukirman, S, 1993).

4. VFWA *(Void Filled With Asphalt)*

VFWA adalah prosentase rongga dalam campuran yang terisi aspal, yang nilainya akan naik berdasarkan naiknya kadar aspal sampai batas tertentu, dimana rongga telah penuh. Artinya apabila rongga dalam campuran telah terisi penuh oleh

aspal, maka prosentase kadar aspal yang mengisi rongga adalah prosentase kadar maksimum. Nilai VFWA dapat dihitung dengan persamaan (4).

$$\text{VFWA} = \left(100 \times \frac{i}{l}\right) \qquad \text{.....(4)}$$

dengan:

$$\text{i} = \frac{\%aspal\ terhadap\ campuran \times berat\ isi\ sampel}{berat\ jenis\ aspal} \qquad \text{.....(5)}$$

$$\text{l} = \left[100 - \frac{(100 - \%aspal\ thd\ camp) \times berat\ isi\ sampel}{berat\ jenis\ agregat}\right] \qquad \text{.....(6)}$$

5. *Marshall Quotient*

Marshall Quotient adalah perbandingan antara stabilitas dengan nilai flow, seperti tercantum pada persamaan (7) berikut.

$$MQ = \frac{Stabilitas}{Flow} \qquad \text{.....(7)}$$

Nilai *Marshall Quotient (MQ)* pada perencanaan perkerasan dengan metode *Marshall* digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas perkerasan. Fleksibilitas akan naik diakibatkan oleh penambahan kadar aspal dan akan turun setelah sampai pada batas optimum, yang disebabkan berubahnya fungsi aspal sebagai pengikat menjadi pelicin. Spesifikasi didapat berdasarkan spesifikasi stabilitas dan flow.

3.7. Uji Perendaman *Marshall (Immersion Test)*

Uji perendaman *Marshall* dimaksudkan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu, dan cuaca. Pada pengujian ini sama dengan uji *Marshall standart* hanya waktu perendaman dalam suhu konstan 60°C dilakukan selama 24 jam sebelum pembebanan diberikan. Uji ini mengacu kepada AASHTO T.165 – 82 atau ASTM D.1075 – 76.

Hasil perhitungan indeks tahanan campuran aspal akibat dari gangguan air setelah direndam selama 24 jam (S_2) dibandingkan dengan campuran biasa (S_1), seperti tercantum pada persamaan (8).

$$\textit{Indeks of retained strength} = \frac{S_2 \times 100\%}{S_1} \quad \text{.......................................(8)}$$

dengan:

S_1 = stabilitas sebelum perendaman.

S_2 = stabilitas setelah direndam selama 24 jam

Bina Marga (1987) mensyaratkan nilai Indeks perendaman (IP) sebesar ≥75%. Campuran dengan IP ≥75% dapat dikatakan memiliki tahanan kekuatan yang cukup memuaskan dari kerusakan atau pengaruh air, suhu, dan cuaca.

3.8. Uji Permeabilitas

Permeabilitas campuran beton aspal dapat diukur dengan dua nilai yaitu sebagai nilai K (cm^2) yang menunjukkan nilai impermeabilitasnya atau sebagai koefisien permeabilitas k (cm/det). Nilai koefisien permeabilitas dapat didekati dengan empiris yang sudah banyak digunakan dari analisa hidrolika. Menurut formula yang diturunkan dari hukum *Darcy* dalam Fauziah, M (2001) adalah sebagai berikut :

$$Q = k.i.A \quad \text{.......................................(9)}$$

Rumus diatas diturunkan menjadi :

$$k = \frac{q}{(i \cdot A)} \quad \text{.......................................(10)}$$

$$k = \frac{V \cdot L}{(h \cdot A \cdot T)} \quad \text{.......................................(11)}$$

$$k = \frac{V \cdot L \cdot \gamma_{air}}{(A \cdot P \cdot T)} \quad \text{.......................................(12)}$$

dengan :

q = V /T = debit rembesan (cm^3/detik)

V = Volume rembesan (cm^3)

T = lama waktu rembesan terukur (detik)

K = koefisien permeabilitas (cm/detik)

I = h/L gradien hidrolik, parameter tak berdimensi.

h = P/γ_{air} = selisih tinggi tekanan total (cm)

P = tekanan air pengujian (dyne/cm^2)

γ_{air} = ρ_{air} x g = berat unit (9,807 dyne/cm^3)

A = Luas penampang benda uji yang dilalui q cm^3/detik (cm^2)

Mullen (1967) dalam Fauziah, M (2001) menetapkan pembagian campuran aspal berdasarkan permeabilitas seperti tertera pada tabel 3.6.

Tabel 3.6. Klasifikasi Campuran Aspal Berdasarkan Angka Permeabilitas

k (cm/det)	**Permeabilitas**
1×10^{-8}	Kedap *(Impervious)*
1×10^{-6}	Hampir Kedap (*Practically Impervious*)
1×10^{-4}	Drainasi jelek *(Poor Drainage)*
100×10^{-4}	Drainasi sedang *(Fair Drainage)*
1000×10^{-4}	Drainasi baik *(Good Drainage)*

Sumber : Mullen (1967) dalam Fauziah, M (2001)

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1. Cara penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan empat tahap, tahap I untuk mencari kadar aspal optimum (KAO), tahap II untuk mencari kadar limbah busa lateks optimum, tahap III dilakukan pengujian penetrasi dan titik lembek terhadap aspal dengan kadar limbah busa lateks optimum, tahap IV dibuat model campuran beton aspal dengan limbah busa lateks optimum pada KAO untuk pengujian terhadap durabilitas dengan uji perendaman *Marshall* dan permeabilitas dengan alat AF-16. Penelitian ini dilakukan sesuai dengan diagram alur seperti pada gambar 4.1.

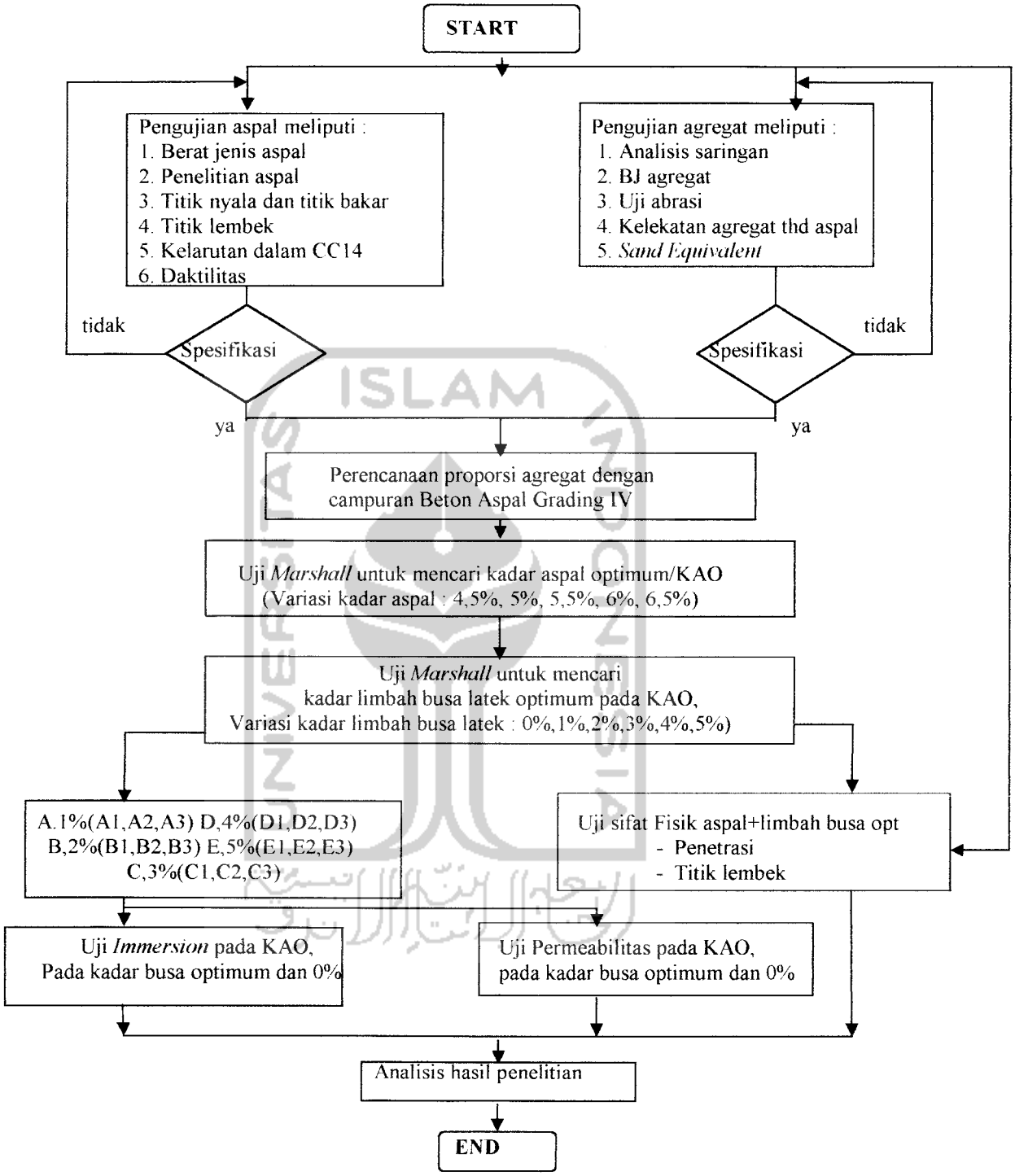
4.2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian yang kami lakukan adalah :

1. Agregat. diperoleh dari hasil *stone crusher* dari PT. Perwita Karya, Jogjakarta.
2. Aspal penetrasi 60/70 diperoleh dari Pertamina – Cilacap.
3. Limbah busa latek diperoleh dari tempat pembuatan jok mobil / motor diwilayah Jogjakarta.

4.2.1. Pemeriksaan dan Persyaratan Bahan

Persyaratan teknis bahan menggunakan spesifikasi Bina Marga,1987.Adapun pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah :



Gambar 4.1. Alur penelitian campuran AC+busa lateks diuji dengan metode *Marshall*

a. Pemeriksaan Agregat

Agregat merupakan salah satu komponen utama dari lapis perkerasan jalan karena merupakan komponen utama maka daya dukung, keawetan dan mutu suatu perkerasan jalan ditentukan juga oleh agregat. Adapun untuk mengetahui kualitas agregat dilakukan pemeriksaan - pemeriksaan sebagai berikut :

1. pemeriksaan keausan agregat (AASHTO T96 – 77).
2. Pemeriksaan berat jenis (AASHTO T85 – 81).
3. Pemeriksaan penyerapan agregat terhadap air (AASHTO T85 – 81).
4. Pemeriksaan kelekatan terhadap aspal (AASHTO T182 – 82).
5. Pemeriksaan *sand equivalent* (AASHTO T176 – 73).

b. Pemeriksaan Aspal

Sifat-sifat aspal harus selalu diperiksa agar memenuhi syarat-syarat yang telah ditetapkan agar dapat digunakan sebagai bahan pengikat perkerasan jalan. Pemeriksaan yang dilakukan terhadap aspal yang dipakai adalah :

1. Pemeriksaan penetrasi (PA.031-76).
2. Pemeriksaan titik lembek (*softening point test*) (PA.031-76).
3. Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar (PA.031-76).
4. Pemeriksaan daktilitas (PA.031-76).
5. Pemeriksaan berat jenis aspal (PA.031-76).
6. Pemeriksaan kelarutan dalam CCL_4 (PA.031-76).

4.2.2. Persyaratan Bahan

Persyaratan untuk agregat dan aspal yang sesuai dengan spesifikasi Bina Marga, 1983 dapat dilihat pada tabel 3.3. sampai 3.5. pada hal 14 s/d 15.

4.3. Alat Yang Digunakan

Penelitian ini di laksanakan di laboratoraium jalan raya, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta untuk uji *Marshall Standar* dan *Immersion Test*. Sedangkan untuk uji Permeabilitas dilakukan di laboratorium jalan raya, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta. Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut di bawah ini.

1. Alat tekan *Marshall* yang terdiri dari :
   a. Kepala penekan yang berbentuk silinder.
   b. Cincin penguji yang berkapasitas 2500 kg (5000 pound) dengan ketelitian 12,5 kg (25 pound) dengan arloji tekan dengan ketelitian 0,0025 cm.
   c. Arloji penunjuk kelelehan dengan ketelitian 0,25 mm dengan perlengkapannya.
2. Cetakan benda uji berbentuk silinder berdiameter 10 cm (4") dan tinggi 7,5 cm (3") lengkap dengan plat atas dan leher sambung.
3. *Ejektor* untuk mengeluarkan benda uji dari cetakan setelah dipadatkan.
4. Oven untuk memanakan bahan sampai suhu yang diinginkan.
5. Alat penumbuk (*compactor*) yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder dengan berat 4,536 kg dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm (18").

6. Bak perendam (*water bath*) dilengkapi pengatur suhu minimum 20°C.
7. Perlengkapan-perlengkapan lain seperti :
   a. Panci untuk memanaskan bahan campuran.
   b. Kompor pemanas dengan kapasitas 6 watt.
   c. Termometer berkapasitas 400°C.
   d. Sendok pengaduk
   e. Spatula.
   f. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
   g. Sarung tangan karet.
   h. Kawat pengaduk bahan tambah.
   i. Perlengkapan lainnya.

4.4. Jalannya Penelitian.

Bahan-bahan untuk penelitian ini yang terdiri dari kombinasi agregat halus, agregat kasar dan aspal haruslah diuji terlebih dahulu sebelum digunakan untuk campuran aspal. Ini dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat bahan, apakah memenuhi syarat seperti yang telah di tetapkan atau tidak. Pengujian ini mengacu kepada metode AASHTO dan Bina Marga.

Setelah pengujian awal selesai, dilakukan penyaringan terhadap semua jenis agregat dengan saringan sebanyak sembilan buah dan pan. Spesifikasi saringan yang dipakai dapat dilihat pada tabel 3.3 kemudian setelah dilakukan penyaringan dilakukan penimbangan dengan berat tertentu untuk masing-masing ukuran saringan dan jenis agregat sesuai denagan gradasi yang telah ditentukan dalam spesifikasi.

Pada penelitian ini di buat 51 benda uji.Tiap-tiap variasi dibuat 3 benda uji (triplo), dan tiap variasi diberi penomoran A, B dan C. Adapun perinciannya sebagai berikut :

1. Untuk mencari kadar aspal optimum (KAO) dibuat 5 variasi aspal (4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5%). $\Sigma = 5 \times 3 = 15$ buah benda uji.
2. Untuk mencari kadar limbah busa latek optimum pada KAO, dibuat 6 variasi (0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%). $\Sigma = 6 \times 3 = 18$ buah benda uji.
3. Untuk mencari nilai *Immersion* pada KAO dengan dan tanpa limbah busa latek, $\Sigma = 2 \times 3 = 6$ buah benda uji.
4. Untuk mencari nilai Permeabilitas pada KAO dengan dan tanpa limbah busa latek, $\Sigma = 2 \times 3 = 6$ buah benda uji.

Sehingga total benda uji : $\Sigma_{Total} = 15 + 18 + 6 + 6 = 45$ buah benda uji.

Jumlah berat campuran untuk masing-masing benda uji sebesar 1200 gram. Untuk berat masing-masing agregat dan aspal tergantung variasi kadar aspal yang dipakai.

4.4.1. Campuran Aspal Biasa

Pada penelitian ini ada dua pola pencampuran, pertama pola pencampuran untuk mencari kadar aspal optimum. Agregat yang telah disiapkan kemudian di panaskan pada suhu 140°C. Sebisa mungkin dilakukan pemanasan yang merata. Setelah agregat panas, kemudian dicampurkan dengan aspal yang telah dipanaskan pada suhu 140°C yang beratnya sesuai dengan variasi yang telah ditentukan. Setelah agregat dan aspal bercampur kemudian dilakukan pengadukan sampai campuran

menjadi rata. Sementara itu disiapkan cetakan benda uji yang sebelumnya telah dibersihkan dari kotoran, kemudian diberi sedikit vaselin. Setelah itu cetakan benda uji dipanaskan didalam oven dengan maksud agar penurunan suhu campuran tidak terlalu cepat. Setelah suhu campuran telah mencapai 140°C serta agregat dan aspal telah bercampur secara merata, campuran tersebut dimasukkan kedalam cetakan benda uji. Setiap sepertiga bagian yang masuk kedalam cetakan ditusuk-tusuk dengan menggunakan spatula sebanyak ± 15 kali di bagian tepi dan 10 kali di bagian tengah dengan maksud agar benda uji tidak terlalu berongga. Selanjutnya benda uji dipadatkan dengan menggunakan alat penumbuk sebanyak 75 kali (bolak-balik) sehingga satu benda uji dilakukan penumbukan sebanyak 150 kali.

Setelah pemadatan selesai benda uji didinginkan, kemudian benda uji dikeluarkan dari cetakan dengan alat bantu yang disebut *ejector*. Kemudian dilakukan serangkaian pengujian.

4.4.2. Campuran Aspal Limbah Busa Lateks

Sedangkan pola kedua yang menggunakan bahan tambah limbah parutan busa lateks dilakukan pola yang berbeda. Aspal dipanaskan pada suhu 140°C. Kemudian aspal ditimbang sesuai dengan kadar aspal optimum yang telah ditentukan. Setelah itu limbah parutan busa lateks yang telah dibersihkan dicampurkan kedalam aspal yang beratnya sesuai dengan variasi yang telah ditentukan. Kemudian dipanaskan sampai aspal dan limbah parutan busa lateks bercampur merata yang kemudian diaduk merata sampai mencapai suhu 140°C. Setelah itu campuran dimasukkan kedalam cetakan benda uji. Setiap sepertiga bagian campuran yang masuk kedalam cetakan

ditusuk-tusuk dengan menggunakan spatula sebanyak ± 15 kali dan 10 kali bagian tengan dengan maksud agar benda uji tidak terlalu berongga. Selanjutnya benda uji dipadatkan dengan menggunakan alat penumbuk sebanyak 75 kali (bolak-balik) sehingga untuk satu benda uji dilakukan 150 kali penumbukan.

Setelah pemadatan selesai benda uji didinginkan. Kemudian benda uji dikeluarkan dari cetakan dengan menggunakan alat bantu *ejektor*. Kemudian dilakukan serangkaian pengujian.

4.4.3. Cara Melakukan Pengujian

Pengujian terhadap campuran dilakukan dengan tiga cara yaitu dengan cara seperti berikut ini.

4.4.3.1. Pengujian *Marshall Standar*

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

a. Benda uji dibersihkan dari bahan-bahan lain.
b. Benda uji diberi tanda pengenal.
c. Mengukur ketinggian benda uji tiga kali pada tempat yang berbeda, lalu dirata- rata dengan ketelitian pengukuan 0,01 mm
d. Benda uji ditimbang untuk mengetahui berat keringnya.
e. Direndam di dalam air selama 20-24 jam agar benda uji menjadi jenuh air.
f. Setelah benda uji menjadi jenuh kemudian ditimbang di dalam air.
g. Benda uji dilap permukaannya kemudian ditimbang pada kondisi kering permukaan jenuh (SSD).

h. Benda uji direndam kedalam *water bath* dengan suhu 60°c selama 1 jam.

i. Kepala penekan benda uji dibersihkan terlebih dahulu dan permukaan diberi vaselin untuk memudahkan melepas benda uji.

j. Arloji kelelehan (*flow meter*) dipasang pada posisi diatas salah satu batang penuntun.

k. Kepala penekan benda uji dinaikkan sehingga menyentuh alas cincin penguji, kemudian diatur pada kedudukan jarum arloji tekan pada angka nol.

l. Pembebanan dimulai dengan kecepatan tetap 50 mm/menit, sehingga pembebanan maksimum tercapai. Pada saat arloji pembebanan berhenti dimulai kembali berputar menurun, maka dibaca arloji kelelehannya.

m. Setelah pembebanan selesai benda uji dikeluarkan dari alat uji.

n. Hasil dapat di ketahui dari proses perhitungan selanjutnya.

4.4.3.2. Pengujian rendam *Marshall (Immersion Test)*

Uji yang dilakukan hampir sama dengan uji *Marshall* standar, yang membedakan hanya terletak pada lama perendaman yang dilakukan dalam *water bath.* Pada uji rendaman *Marshall* lama perendaman 24 jam dengan suhu 60°C. Adapun cara pengujian adalah sebagai berikut :

a. Benda uji dibersihkan dari bahan-bahan lain.

b. Benda uji di beri tanda pengenal.

c. Benda uji diukur ketinggiannya pada tiga tempat berbeda lalu di rata-rata, dengan ketelitian pengukuran 0,01 mm.

d. Benda uji ditimbang untuk mengetahui berat keringnya.

e. Benda uji direndam dalam air selama 20-24 jam agar benda uji menjadi jenuh air.

f. Setelah benda uji menjadi jenuh air kemudian ditimbang di dalam air.

g. Benda uji dilap permukaannya kemudian ditimbang pada kondisi kering permukaan jenuh (SSD).

h. Benda uji direndam di dalam *water bath* dengan suhu 60°C selama 24 jam.

i. Kepala penekan benda uji dibersihkan dan permukaan diberi vaselin untuk memudahkan melepas benda uji.

j. Arloji kelelehan (*flow meter*) dipasang pada posisi salah satu batang penuntun.

k. Kepala penekan benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji, kemudian diatur paa kedudukan jarum arloji tekan pada angka nol.

l. Pembebanan dimulai dengan kecepatan tetap 50 mm/menit sehingga pembebanan maksimum tercapai. Pada saat arloji pembebanan berhenti dimulai kembali berputar menurun, maka dibaca arloji kelelehannya.

m. Setelah pembebanan selesai benda uji dikeluarkan dari alat uji.

n. hasil dapat diketahui dari proses perhitungan selanjutnya.

4.4.3.3. Pengujian Permeabilitas

Pengujian dilakukan menggunakan alat AF-16. Prinsip dasar dari pengujian ini adalah mengalirkan air yang telah diberi tekanan untuk kemudian dicatat waktu yang dibutuhkan selama pengaliran. Adapun cara pengujian adalah sebagai berikut :

a. Permukaan benda uji dibersihkan dari debu dan kotoran dan harus dalam keadaan kering.
b. Benda uji diberi tanda pengenal.
c. Benda uji dipasang didalam bejana rembesan yang telah dipersiapkan..
d. Isi celah antara benda uji dan bejana rembesan dengan parafin atau sejenisnya.
e. Pasang tutup bejana rembesan kemudian kencangkan dengan menggunakan mur dan baut pada 8 tempat yang telah disediakan.
f. Kemudian katup pengaliran air dan lubang pembuangan udara dibuka. Pipa pengaliran air dihubungkan dengan bagian atas katup Lubang udara (N_2) berfungsi memberikan tekanan pada air.
g. Air rembesan ditampung didalam tabung penampung hingga mencapai volume sebesar 1000 cc. Kemudian waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan air sebanyak 1000 cc dicatat.
h. Benda uji dikeluarkan dari bejana rembesan dengan cara memanaskan parafin hingga mencair.

4.5. Anggapan Dasar

Dalam pelaksanaan penelitian ini, dianggap bahwa pengaruh peralatan yang digunakan selama berlangsungnya penelitian dan pembuatan benda uji dianggap relatif kecil atau diabaikan, sedangkan bahan-bahan penelitian seperti agregat dan aspal dalam keadaan yang terkendali.

BAB V

HASIL PENELITIAN

5.1. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Bahan

5.1.1. Hasil Pengujian Agregat.

Agregat yang digunakan adalah hasil *stone crusher* dari PT. Perwita Karya, Jogjakarta. Dari hasil pemeriksaan di laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia diperoleh data – data pemeriksaan terhadap agregat kasar dan agregat halus yang telah memenuhi persyaratan Bina Marga 1987 seperti tercantum pada Tabel 5.1 sampai dengan Tabel 5.2. Adapun hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 1.

Tabel 5.1. Hasil pemeriksaan agregat kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat *)
1	Keausan dengan mesin *Los Angeles*	24,4 %	≤ 40%
2	Kelekatan terhadap aspal	98 %	≥ 95%
3	Peresapan agregat terhadap air.	2,24 %	≤ 3,0%
4	Berat jenis agregat kasar	2,66	≥ 2,5

*) Bina Marga, 1987

Tabel 5.2. Hasil pemeriksaan agregat halus

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat *)
1	Nilai *Sand Equivalent*	63,395 %	≥ 50%
2	Peresapan agregat terhadap air	2,88 %	≤ 3,0%
3	Berat jenis agregat halus	2,94	≤ 2,5

*) Bina Marga, 1987

5.1.2. Hasil Pengujian Aspal

Aspal yang digunakan adalah aspal keras AC 60/70 yang diproduksi oleh Pertamina – Cilacap. Dari hasil pemeriksaan di laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia diperoleh data – data pemeriksaan yang telah memenuhi persyaratan Bina Marga 1987 seperti tercantum dalam Tabel 5.3. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2.

Tabel 5.3. Hasil pemeriksaan AC 60/70

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat *)		Satuan
			Min	Mak	
1.	Penetrasi (25°C,5 detik)	73,8	60	79	0,1 mm
2.	Titik Lembek	48	48	58	°C
3.	Titik Nyala	336	200	-	°C
4.	Kelarutan CCL_4	99,63	99	-	% Berat
5.	Daktilitas (25°C, 5cm / menit)	165	100	-	Cm
6.	Berat Jenis	1.049	1	-	-
7.	Berat Jenis LBL	0,4736	-	-	-

*) Bina Marga, 1987

5.2. Hasil Pengujian *Marshall*

Dari hasil pemeriksaan yang dilakukan di laboratorium diperoleh nilai stabilitas dan *flow* (kelelehan), dan dengan analisa data yang ada dapat diperoleh nilai – nilai VITM (*Void in Total Mix*), VFWA (*Void Filled With Asphalt*), dan MQ (*Marshall Quotient*).. Tabel 5.4 dan tabel 5.5 menyajikan secara ringkas hasil hasil perhitungan tes *Marshall.*

5.2.1. Campuran beton aspal dengan variasi kadar aspal

Hasil pengujian *Marshall* secara ringkas pada beton aspal dengan menggunakan aspal AC 60/70 untuk berbagai variasi kadar aspal tercantum pada Tabel 5.4. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 3.

Tabel 5.4. Hasil pengujian *Marshall* Benda uji dengan Kadar aspal bervariasi

Karakteristik	**Syarat *)**	**Kadar Aspal (%)**				
		4,5	**5**	**5,5**	**6**	**6,5**
VFWA (%)	75 – 82	45,7	51,98	55.47	64,37	77,39
VITM (%)	3 – 5	12,9	10,72	10,13	7,92	4,55
Stabilitas (kg)	≥ 550	1968,11	2066,75	2284,95	2161,98	1648,4
Flow (mm)	2 – 4	2,483	2,317	2,55	3,157	3,433
MQ (kg/mm)	200 – 350	792,296	1017,569	945,763	683,496	482,487

*) Bina Marga 1987

Dari data pada Tabel 5.4 dan Tabel 6.1 maka didapat kadar aspal Optimum (KAO) sebesar 6,45 %.

5.2.2. Campuran beton aspal dengan limbah busa Lateks pada KAO

Dari hasil yang diperoleh di laboratorium diperoleh nilai stabilitas dan *flow* (kelelehan), dan dengan analisa data yang ada diperoleh nilai VFWA, VITM, dan MQ. Dari nilai – nilai tersebut maka diperoleh kadar aspal optimum (KAO) sebesar 6,45 %. Selanjutnya dilakukan pembuatan benda uji pada kadar aspal optimum untuk masing – masing variasi kadar busa lateks. Tabel 5.5 menyajikan secara ringkas hasil perhitungan tes *Marshall* pada kadar aspal optimum untuk masing – masing variasi limbah busa lateks dan secara rinci hasil perhitungan selengkapnya bisa dilihat pada lampiran 3.

Tabel 5.5. Hasil Pengujian *Marshall* benda uji pada Kadar Aspal Optimum dengan variasi Kadar Limbah Busa Lateks.

Karakteristik	**Syarat *)**	**Kadar Limbah Busa Lateks (%)**					
		0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
VFWA (%)	75 – 82	76,81	74,93	74,57	73,88	73,88	74,87
VITM (%)	3 – 5	4,67	5,15	5,24	5,42	5,43	5,17
Stabilitas (kg)	≥ 550	1442,77	1569,04	2038,56	1763,86	1684,03	1670,66
Flow (mm)	2 – 4	3,15	2,2	1,58	1,8	1,6	1,575
MQ (kg/mm)	200 – 350	458,188	713,622	1293,993	1088,184	1161,045	1070,330
Density	-	2,37	2,37	2,38	2,38	2,38	2,38

*) Bina Marga 1987

Dari data pada Tabel 5.5 dan Tabe 6.2 maka didapat kadar limbah busa lateks optimum sebesar 0.35 %.

5.3. Hasil uji sifat fisik aspal dengan Limbah Busa Lateks Optimum

Dari hasil penelitian di laboratorium maka didapat kadar limbah busa lateks optimum sebesar 0,35 %. Selanjutnya dilakukan pengujian fisik aspal

dengan limbah busa lateks optimum seperti tercantum secara ringkas pada Tabel 5.6. Pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 4.

Tabel 5.6. Hasil pemeriksaan sifat fisik aspal pada kadar Limbah Busa Lateks (LBL) Optimum

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat *)		Satuan
			Min	Mak	
1.	Penetrasi (25°C,5 detik)	50	60	79	0,1 mm
2.	Titik Lembek	52,5	48	58	°C

*) Bina Marga, 1987

5.4. Hasil Pengujian rendaman *Marshall (Immersion Test)*

Hasil pengujian *Marshall* dengan rendaman 24 jam pada kadar aspal optimum menggunakan aspal AC 60/70 dengan limbah busa lateks optimum dan tanpa limbah busa lateks tercantum dalam Tabel 5.7 berikut. Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 5.

Tabel 5.7. Hasil Pengujian *Immersion* Beton Aspal dengan dan tanpa Limbah Busa Lateks (LBL)

Karakteristik	Syarat *)	Rendam 0,5 jam		Rendam 24 jam	
		0	0,35	0	0,35
VFWA (%)	75 – 82	76,81	76,152	70,36	76,00
VITM (%)	3 – 5	4,67	4,84	6.39	4.88
Stabilitas (kg)	⩾ 550	1442,77	1486,96	1648,24	1892,30
Flow (mm)	2 – 4	3,15	2,82	2.725	3.183
MQ (kg/mm)	200 – 350	458,188	547,589	939,688	614,689
Density	-	2,37	2,37	2,35	2,38
VMA (%)	-	20,12	20,25	20,295	20,739
IP (%)	≥ 75%	114,24		127,25	

*) Bina Marga 1987

5.5. Hasil Pengujian Permeabilitas

Dari hasil penelitian dilaboratorium Teknik Transportasi Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada diperoleh nilai koefisien permeabilitas. Tabel 5.8 berikut menyajikan secara ringkas perhitungan permeabilitas dari campuran beton aspal pada kadar aspal optimum dengan dan tanpa limbah busa lateks optimum. Perhitungan secara rinci dapat dilihat pada lampiran 6.

Tabel 5.8. Hasil Uji Koefisien Permeabilitas Campuran Beton Aspal dengan dan tanpa Limbah Busa Lateks (LBL)

Kadar LBL (%)	**Kadar Aspal (%)**	**Klasifikasi *) (10^{-6} cm/detik)**	**Koefisien Permeabilitas (10^{-6} cm/detik)**	**Kategori**
0	6,45	1 – 100	15,61	Hampir kedap (*Practically impervious*)
0,35	6,45	1 – 100	9,54	Hampir kedap (*Practically impervious*)

*) Mullen (1967) dalam Fauziah, M (2001)

BAB VI

PEMBAHASAN

6.1. Sifat fisik bahan

6.1.1. Agregat

Agregat yang digunakan dalam campuran beton aspal adalah hasil *stone crusher* dari PT. Perwita Karya, Jogjakarta. Hasil pemeriksaan laboratorium untuk agregat kasar dan agregat halus menunjukkan bahwa karakteristik agregat dapat memenuhi persyaratan sebagai bahan penyusun campuran beton aspal. Hasil pemeriksaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.1 dan Tabel 5.2.

Pengujian terhadap tingkat keausan agregat dengan menggunakan mesin *Los Angeles* dimaksudkan untuk menentukan ketahanan agregat terhadap keausan. Agregat yang akan digunakan dalam campuran merupakan komponen yang mendukung beban sehingga diperlukan agregat yang tahan terhadap keausan oleh gesekan dari roda kendaraan di jalan. Hasil pemeriksaan menunjukkan nilai keausan sebesar 24,4 %, jauh lebih rendah dibandingkan dengan persyaratan (≤40%).

Pengujian kelekatan agregat terhadap aspal bertujuan untuk mengetahui besarnya kemampuan agregat untuk dapat dilekati oleh aspal. Daya lekat ini akan mempengaruhi *internal friction* campuran. Semakin besar daya lekat agregat terhadap aspal maka *internal friction* akan semakin meningkat, sehingga stabilitas

campuran akan semakin baik. Hasil pemeriksaan daya lekat agregat terhadap aspal menunjukkan nilai lekatan sebesar 98 % lebih besar dari yang disyaratkan (> 95%).

Pengujian penyerapan terhadap air bertujuan untuk mengetahui besarnya porositas dari agregat. Semakin besar nilai penyerapan mengindikasikan agregat makin bersifat porus. Hasil pemeriksaan menunjukkan nilai penyerapan terhadap air oleh agregat sebesar 2,24 % untuk agregat kasar dan sebesar 2,88 % untuk agregat halus. Nilai ini lebih rendah dari spesifikasi yang disyaratkan (≤ 3%).

Berat jenis dan penyerapan adalah dua parameter yang saling berkaitan erat. Berat jenis yang tinggi menunjukkan batuan yang padat dan kuat serta menunjukkan porositas yang rendah. Sebaliknya batuan dengan nilai berat jenis kecil menunjukkan tingkat kekuatan yang rendah dan porositas yang tinggi. Hasil pemeriksaan berat jenis curah menunjukkan nilai berat jenis agregat kasar sebesar 2,66 dan untuk agregat halus sebesar 2,94. Nilai ini lebih besar dari spesifikasi yang disyaratkan (> 2,5).

Nilai *Sand Equivalent* agregat halus menunjukkan tingkat kebersihan agregat dari debu, lumpur atau kotoran lainnya. Hasil pemeriksaan diperoleh nilai *Sand Equivalent* agregat halus sebesar 63,395 %. Nilai ini lebih besar daripada spesifikasi yang disyaratkan (> 50 %), ini mengindikasikan bahwa agregat dalam keadan bersih dan terbebas dari kandungan lumpur, debu, maupun kotoran lain yang dapat mengganggu lekatan agregat dengan aspal.

6.1.2. Aspal

Pemeriksaan penetrasi aspal bertujuan untuk mengetahui tingkat kekerasan aspal. Semakin keras aspal ditunjukkan oleh semakin kecilnya angka penetrasi aspal. Semakin keras aspal menunjukkan semakin pekatnya aspal dan semakin besar kohesinya. Hasil pemeriksaan menunjukkan nilai penetrasi aspal sebesar 73,8 mm. Nilai ini sesuai untuk aspal AC 60/70 yang harus memiliki angka penetrasi antara 60 mm sampai 79 mm.

Pemeriksaan titik lembek aspal bertujuan untuk mengetahui kepekaan aspal terhadap temperatur dimana aspal akan lembek apabila mendapat temperatur tinggi. Hasil pemeriksaan menunjukkan nilai titik lembek aspal sebesar 48° C, nilai ini masih sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan (48° C – 58° C).

Aspal merupakan bahan yang bersifat thermoplastik, yaitu kekentalannya dipengaruhi oleh temperatur. Semakin tinggi temperatur aspal semakin lunak atau cair. Apabila pemanasan aspal terlalu besar maka aspal akan rusak. Pemeriksaan titik nyala aspal bertujuan untuk mengetahui batas temperatur dimana aspal masih cukup aman untuk dipanaskan. Hasil pemeriksaan menunjukkan titik nyala aspal pada temperatur 336°C, nilai ini jauh lebih besar dari spesifikasi yang disyaratkan.

Pemeriksaan kelarutan dalam CCL_4 bertujuan untuk menentukan jumlah aspal yang larut dalam CCL_4. Jumlah aspal yang larut menunjukkan tingkat kemurnian aspal. Makin besar aspal yang larut kemurnian aspal makin tinggi artinya makin kecil kandungan bahan lain yang dapat mengganggu ikatan aspal dan batuan. Hasil pemeriksaan menunjukkan kelarutan aspal dalam CCL_4 sebesar 99,63 %, nilai ini masih sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan (≥ 99 %).

Pengujian daktilitas bertujuan untuk mengetahui keliatan atau kohesi dalam aspal itu sendiri.yang dapat menggambarkan fleksibilitas campuran. Fleksibilitas campuran menunjukkan kemampuan campuran untuk menahan lendutan tanpa mengalami kerusakan. Hasil pemeriksaan daktilitas menunjukkan nilai 165 cm, lebih besar dari spesifikasi yang disyaratkan (>100 cm).

Berat jenis aspal perlu diketahui untuk merancang campuran antara agregat dan aspal. Hasil pengujian berat jenis menunjukkan nilai sebesar 1,049 gr/cc, sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkat yaitu sebesar >1,00 gr/cc.

6.2. Karakteristik *Marshall* Campuran Beton Aspal

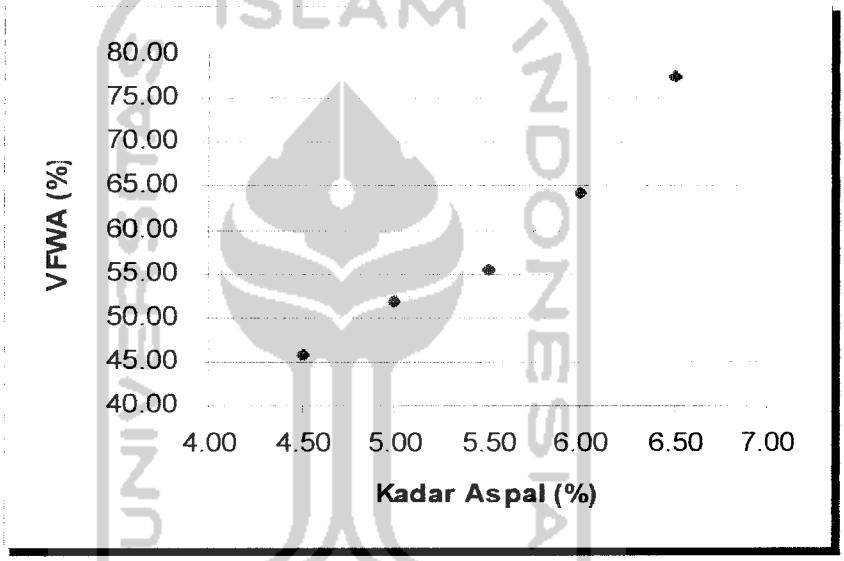
6.2.1. Pengaruh kadar aspal terhadap nilai VFWA (*Void Filled With Asphalt*) campuran beton aspal

Nilai VFWA menunjukkan besarnya rongga yang dapat terisi aspal. Besarnya nilai VFWA menentukan tingkat keawetan campuran. Semakin besar nilai VFWA berarti rongga yang terisi aspal semakin besar sehingga kekedapan campuran makin besar. Nilai VFWA yang terlalu besar akan menyebabkan terjadinya *bleeding* pada saat temperatur tinggi, yang disebabkan VITM yang terlalu kecil, sehingga apabila perkerasan menerima beban, maka aspal akan naik kepermukaan. Sebaliknya nilai VFWA yang terlalu kecil akan menyebabkan kekedapan perkerasan semakin kecil sehingga air dan udara akan dapat mengoksidasi aspal dalam campuran dan keawetan campuran menjadi berkurang.

Hubungan antara variasi kadar aspal dengan nilai VFWA dapat dilihat pada Gambar 6.1 dan tabel 5.4. Dapat dilihat bahwa semakin besar kadar aspal ternyata nilai VFWA campuran beton aspal semakin besar. Hal ini disebabkan

karena rongga antar butiran masih cukup besar sehingga pada setiap penambahan kadar aspal, aspal masih cukup mudah untuk masuk kedalam rongga–rongga campuran sehingga campuran menjadi semakin rapat dan nilai VFWA menjadi semakin besar.

Nilai VFWA yang disyaratkan oleh Bina Marga (1987) adalah 75% - 82%. Dengan demikian campuran beton aspal dengan kadar 6,4% - 6,5% memenuhi spesifikasi yang disyaratkan.



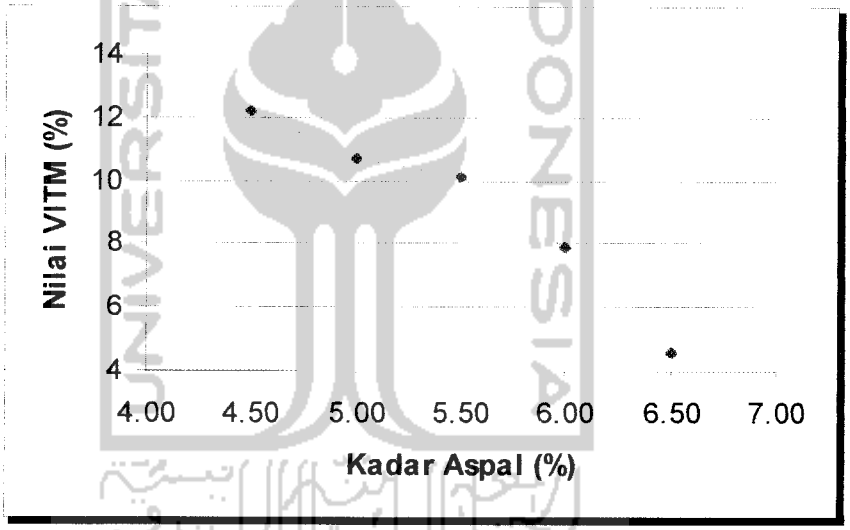
Gambar 6.1. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan nilai VFWA

6.2.2. Pengaruh kadar aspal terhadap nilai VITM (*Voids in the Mix*) campuran beton aspal

VITM (Voids in the Mix) menyatakan prosentase rongga dalam campuran total . Nilai VITM dapat mengindikasikan tingkat kekedapan campuran. Semakin besar rongga dalam campuran menunjukkan campuran makin kurang kedap terhadap udara dan air, sehingga campuran akan lebih mudah teroksidasi dan

diresapi oleh air. Hal ini dapat mengakibatkan kerusakan pada perkerasan. Besarnya nilai VITM sangat dipengaruhi oleh kadar aspal, gradasi batuan dan cara pemedatan.

Hubungan antara kadar aspal dengan nilai VITM dapat dilihat pada Gambar 6.2 dan tabel 5.4. Dapat dilihat bahwa penambahan kadar aspal akan menurunkan nilai VITM, hal ini disebabkan karena rongga antar butiran masih cukup besar sehingga pada setiap penambahan kadar aspal, aspal masih cukup mudah untuk masuk kedalam rongga – rongga campuran sehingga campuran menjadi semakin rapat dan nilai VITM menjadi semakin kecil.



Gambar 6.2. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan nilai VITM

Nilai VITM yang disayaratkan oleh Bina Marga (1987) adalah 3–5%,. Perkerasan yang memiliki VITM terlalu rendah (< 3%) akan mudah mengalami *bleeding*. Hal ini terjadi pada saat temperatur perkerasan tinggi, aspal yang mencair bila menerima beban akan mencari tempat yang kosong dan mudah

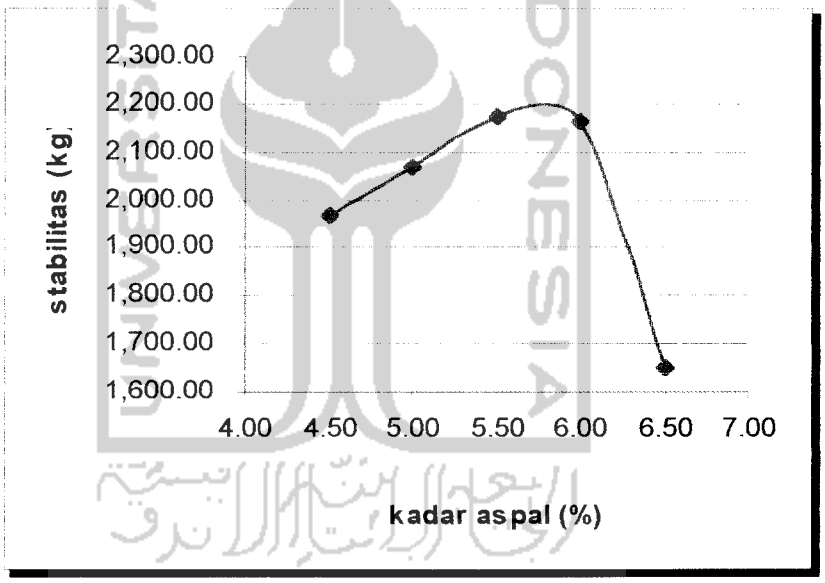
ditembus. Dengan nilai VITM yang rendah berarti rongga yang ada dalam campuran kecil, sehingga tidak tersedia ruang yang cukup dan mengakibatkan aspal naik ke permukaan. Sebaliknya nilai VITM yang terlalu besar (> 5%) akan mengurangi kekedapan campuran, sehingga keawetan perkerasan menjadi menurun. Dengan demikian nilai VITM yang didapat dari hasil pengujian yang sesuai dengan peraturan Bina Marga adalah pada kadar aspal 6,35 % - 6,5 %

6.2.3. Pengaruh kadar aspal terhadap nilai Stabilitas campuran beton aspal

Nilai stabilitas menunjukkan besarnya kemampuan perkerasan menahan beban tanpa terjadinya deformasi. Perkerasan yang memiliki nilai stabilitas yang tinggi akan mampu menahan beban lalu lintas yang besar. Stabilitas yang terlalu tinggi menyebabkan campuran terlalu kaku sehingga akan mudah terjadi retak – retak pada waktu menerima beban. Sebaliknya dengan stabilitas yang rendah maka perkerasan akan mudah mengalami *rutting* oleh beban lalu lintas atau oleh perubahan bentuk *subgrade*. Besarnya nilai stabilitas dipengaruhi oleh *frictional resistance* dan *interlocking* yang terjadi antara partikel agregat dan kohesi campurannya. Kekuatan kohesi bertambah seiring dengan bertambahnya jumlah aspal yang menyelimuti agregat, tetapi apabila telah tercapai nilai optimum maka pertambahan kadar aspal akan menyebabkan penurunan stabilitas.

Hubungan antara kadar aspal dengan nilai stabilitas dapat dilihat pada Gambar 6.3 dan tabel 5.4. Dapat dilihat bahwa nilai stabilitas naik pada kadar aspal 4,5 % sampai dengan 5,5 %, selanjutnya pada kadar aspal 6 % nilai stabilitas mulai turun. stabilitas optimum terjadi pada kadar aspal antara 5% sampai dengan 6% dengan stabilitas optimum sebesar 2200 kg.

Naiknya nilai stabilitas disebabkan oleh bertambahnya jumlah aspal yang menyelimuti agregat sehingga kohesi campuran bertambah , kerapatan campuran meningkat sehingga meningkatkan bidang kontak antar agregat dan meningkatkan *interlocking* antar agregat yang selanjutnya akan meningkatkan nilai stabilitas campuran. Sedangkan penurunan nilai stabilitas disebabkan karena aspal yang awalnya berfungsi sebagai pengikat agregat, berubah fungsinya menjadi pelicin setelah melewati nilai optimum sehingga film aspal menjadi tebal dan mengakibatkan turunnya lekatan dan gesekan antar agregat dan bermuara pada turunnya nilai stabilitas campuran.



Gambar 6.3 Grafik hubungan antara kadar aspal dengan nilai Stabilitas

Nilai stabilitas yang disyaratkan oleh Bina Marga (1987) untuk campuran beton aspal adalah > 550 kg. Dengan demikian semua campuran beton dengan kadar aspal 4,5 % sampai dengan 6,5 % memenuhi spesifikasi yang disyaratkan.

Nilai stabilitas minimum dari semua kadar aspal dicapai pada kadar aspal 6,5 % dengan nilai stabilitas sebesar 1648,4 kg.

6.2.4. Pengaruh kadar aspal terhadap nilai *flow* (kelelehan) campuran beton aspal

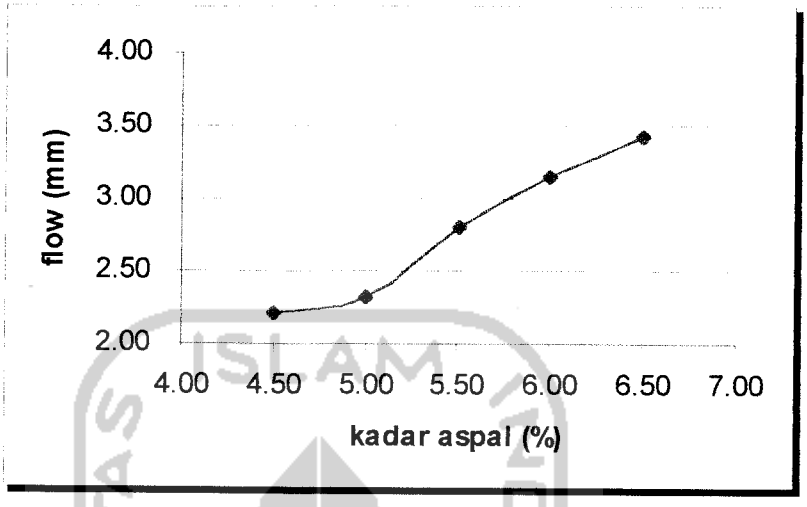
Flow atau kelelehan adalah besarnya deformasi yang terjadi pada awal pembebanan sampai stabilitas menurun yang menunjukkan besarnya deformasi dari campuran perkerasan akibat beban yang bekerja padanya. Nilai *flow* campuran dipengaruhi oleh kadar dan viskositas aspal, gradasi agregat serta jumlah dan temperatur pemadatan. Campuran yang memiliki nilai kelelehan tinggi dengan nilai stabilitas rendah cenderung bersifat plastis dan mudah mengalami perubahan bentuk apabila mengalami pembebanan lalu lintas, sedangkan campuran dengan kelelehan rendah dan stabilitas yang tinggi cenderung bersifat getas.

Hubungan antara kadar aspal dengan nilai *flow* dapat dilihat pada Gambar 6.4 dan tabel 5.4. Dapat dilihat bahwa dengan penambahan kadar aspal nilai *flow* cenderung meningkat. Kenaikan nilai *flow* ini disebabkan karena dengan penambahan kadar aspal maka campuran menjadi semakin plastis, sehingga besarnya deformasi pada saat menerima beban meningkat.

Nilai *flow* yang disyaratkan oleh Bina Marga (1987) untuk campuran beton aspal adalah diantara 2 – 4 mm. Campuran dengan nilai *flow* lebih kecil dari 2 mm mengakibatkan campuran menjadi kaku sehigga perkerasan mudah mengalami retak. Sebaliknya campuran dengan nilai *flow* yang terlalu tinggi (> 4 mm) mengakibatkan perkerasan memiliki deformasi yamg semakin tinggi. Dari

PERPUSTAKAAN YOGYAKARTA

hasil penelitian nilai *flow* yang memenuhi spesifikasi yang disyaratkan pada kadar aspal 4,5 % - 6,5 %.



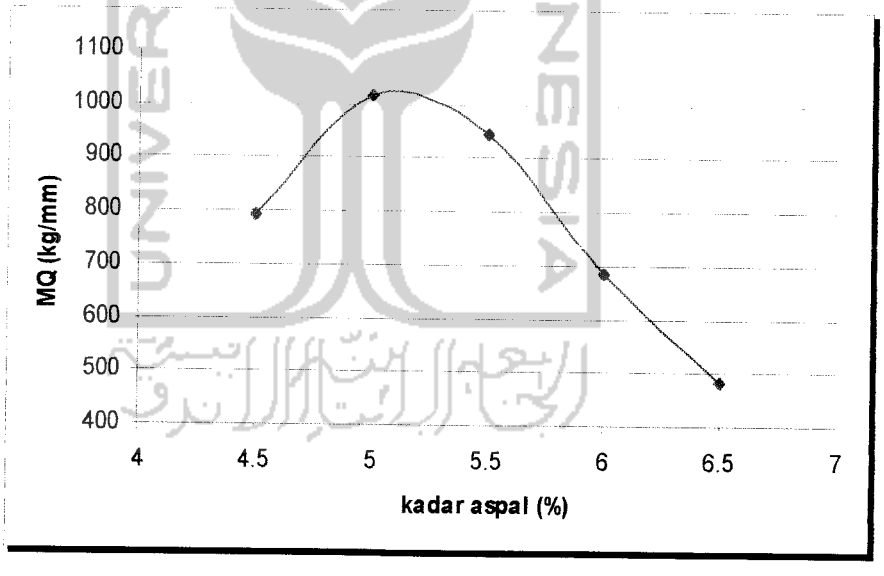
Gambar 6.4. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan nilai *flow*

6.2.5. Pengaruh kadar aspal terhadap nilai MQ (*Marshall Quotient*) campuran beton aspal

Marshall Quotient merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan *flow*. Nilai *Marshall Quotient* ini dapat mengindikasikan pendekatan terhadap kekakuan dan fleksibilitas dari suatu campuran. Campuran yang memiliki nilai *Marshall Quotient* terlalu tinggi berarti campuran kaku dan fleksibilitasnya rendah sehingga campuran akan lebih mudah mengalami retak – retak (*cracking*). Sebaliknya campuran yang memiliki nilai *Marshall Quotient* yang terlalu rendah campuran akan bersifat fleksibel, lentur dan cenderung menjadi plastis sehingga mudah mengalami deformasi pada saat menerima beban lalu lintas. Besarnya nilai *Marshall Quotient* tergantung dari besarnya nilai stabilitas yang dipengaruhi

frictional resistance dan *interlocking* yang terjadi antara partikel agregat dan kohesi campurannya serta nilai *flow* yang dipengaruhi oleh kadar viskositas aspal, gradasi agregat dan jumlah dari temperatur pemadatan.

Hubungan antara kadar aspal dengan nilai *Marshall Quotient* dapat dilihat pada Gambar 6.5 dan 5.4. Dapat dilihat penambahan kadar aspal dari 4,5 % sampai 5 % nilai *Marshall Quotient* meningkat sedangkan untuk penambahan kadar aspal diatas 5 % nilai *Marshall Quotient* cenderung menurun. Kenaikan nilai MQ pada campuran beton aspal disebabkan oleh bertambahnya kadar aspal sehingga kohesi antar agregat meningkat dan mengakibatkan campuran menjadi semakin kaku. Sedangkan penurunan nilai MQ pada campuran aspal beton disebabkan campuran menjadi bersifat plastis dengan penambahan kadar aspal.



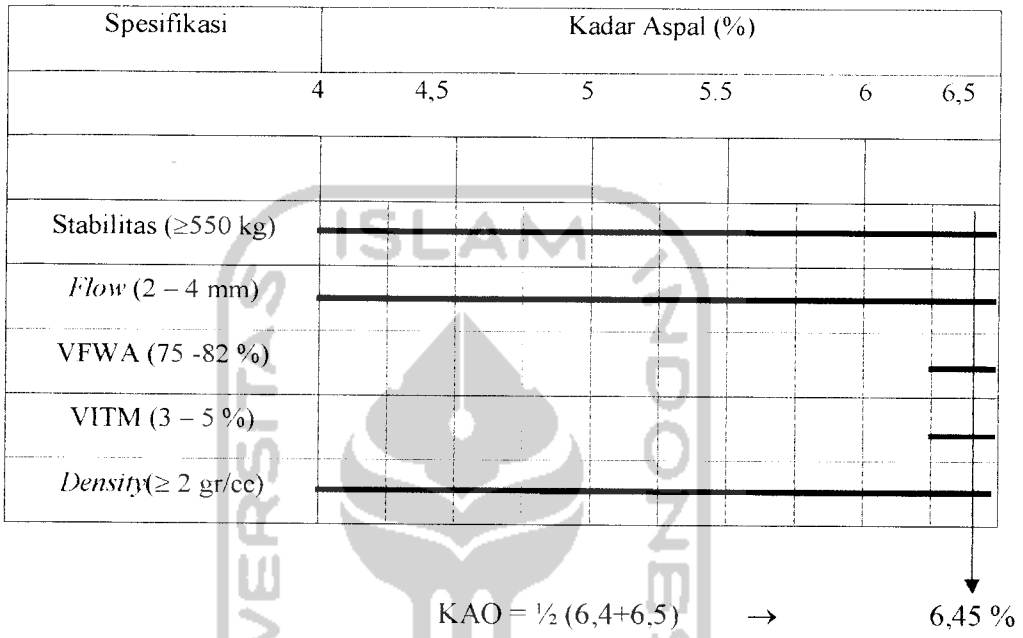
Gambar 6.5 Grafik hubungan antara kadar aspal dengan *Marshall Quotient*

6.3. Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran Beton Aspal

Spesifikasi yang digunakan untuk menentukan kadar aspal optimum untuk campuran beton aspal grading IV adalah spesifikasi Bina Marga 1987. Kadar

aspal Optimum campuran beton aspal ditentukan dengan cara grafis yang dapat dilihat pada Tabel 6.1. Dari Tabel 6.1 dapat diketahui kadar aspal optimum sebesar 6,45 %.

Tabel 6.1 Kadar Aspal Optimum campuran beton aspal

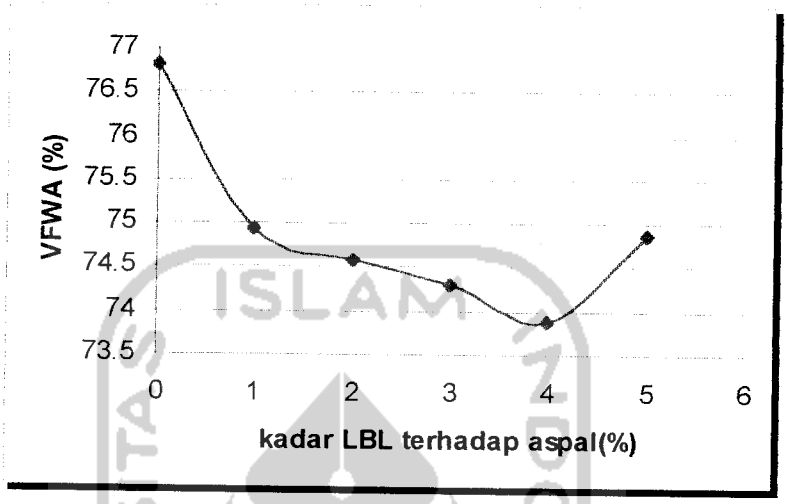


6.4. Karakteristik Marshall Campuran Beton Aspal dengan Limbah Busa Lateks pada Kadar Aspal Optimum

6.4.1. Pengaruh Limbah Busa Lateks (LBL) terhadap nilai VFWA (*Void Filled With Asphalt*) campuran beton aspal pada kadar aspal optimum

Nilai VFWA menunjukkan besarnya rongga campuran yang terisi aspal. Hubungan antara kadar limbah busa lateks dengan VFWA pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada Gambar 6.6 dan tabel 5.5. Gambar 6.6 menunjukkan penurunan nilai VFWA pada kadar limbah busa lateks 0% sampai 4%. Hal ini disebabkan oleh karena viskositas aspal meningkat sehingga rongga yang tertutup aspal semakin menurun, sebaliknya pada kadar 5%, nilai VFWA cenderung

meningkat, hal ini disebabkan oleh penambahan kadar busa lateks mengakibatkan volume aspal meningkat sehingga semakin besar volume aspal menyebabkan nilai VFWA semakin tinggi akibat diisi oelh aspal dan limbah busa lateks.

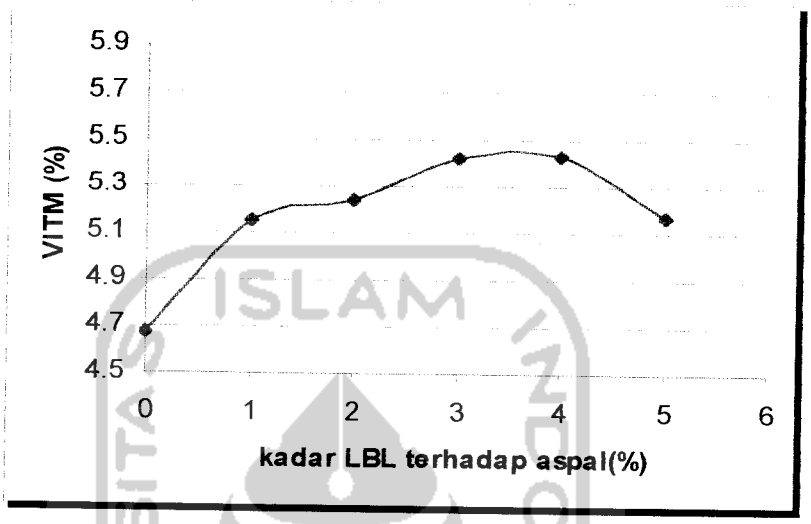


Gambar 6.6 Grafik Hubungan antara Kadar Limbah Busa Lateks pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai VFWA

6.4.2. Pengaruh limbah Busa Lateks terhadap nilai VITM (*Void in The Mix*) campuran beton aspal pada kadar aspal optimum

VITM menyatakan prosentase rongga dalam campuran total. Nilai VITM dapat mengindikasikan tingkat kekedapan campuran. Hubungan antara kadar limbah busa lateks dengan nilai VITM dapat dilihat pada Gambar 6.7 dan tabel 5.5. Dapat dilihat bahwa penambahan limbah busa lateks dari 0% sampai 4% akan meningkatkan nilai VITM, sedangkan penambahan limbah busa lateks pada kadar 5%, nilai VITM cenderung menurun. Kenaikan nilai VITM disebabkan oleh viskositas aspal meningkat sehingga rongga yang terisi aspal menurun. Penurunan

nilai VITM disebabkan oleh penambahan limbah busa lateks yang mempengaruhi volume aspal, sehingga semakin besar volume aspal menyebabkan nilai VITM semakin menurun akibat diisi oleh aspal.



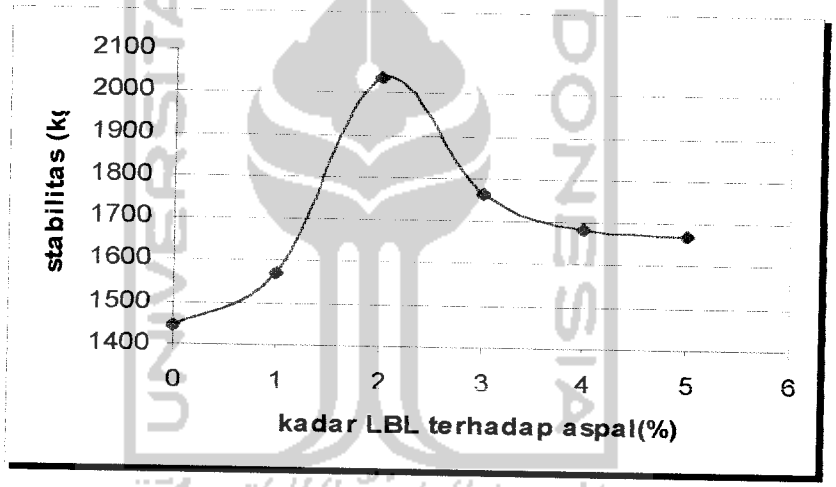
Gambar 6.7. Grafik hubungan antara Kadar Limbah Busa Lateks pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai VITM

6.4.3. Pengaruh limbah Busa Lateks terhadap nilai Stabilitas campuran beton aspal pada kadar aspal optimum

Nilai stabilitas menunjukkan besarnya kemampuan menahan beban tanpa terjadinya deformasi. Besarnya nilai stabilitas dipengaruhi oleh *frictional resistance* dan *interlocking* yang terjadi antara partikel agregat dan kohesi campurannya.

Hubungan antara kadar limbah busa lateks dengan nilai stabilitas di ilustrasikan pada Gambar 6.8 dan tabel 5.5. Dapat dilihat bahwa pada rentang penambahan 0% sampai 2% nilai stabilitas campuran beton aspal pada kadar aspal

optimum meningkat secara signifikan yang disebabkan oleh rekatan (*interlocking*) antar agregat meningkat akibat lateks dari busa lateks yang dapat meningkatkan nilai kohesi. Pada rentang kadar limbah busa lateks 2% sampai 5% nilai stabilitas campuran beton aspal pada kadar aspal optimum menurun. Penurunan nilai stabilitas ini disebabkan karena penambahan limbah busa lateks yang berlebihan mengakibatkan volume aspal bertambah sehingga aspal yang menyelimuti agregat menjadi semakin tebal yang berakibat jarak antar agregat dalam campuran semakin besar, hal ini dibuktikan dengan kenaikan nilai VMA pada tiap penambahan kadar LBL seperti dapat dilihat pada gambar 6.12.



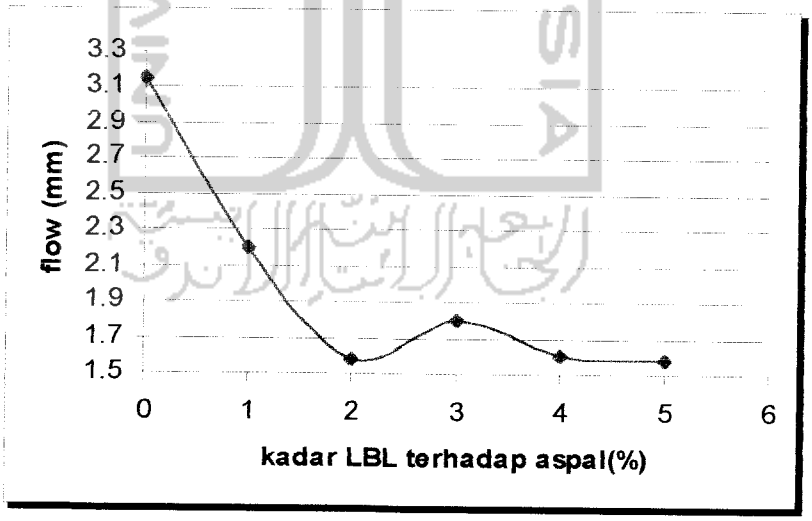
Gambar 6.8. Grafik hubungan antara Kadar Limbah Busa Lateks pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai Stabilitas

Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa penambahan limbah busa lateks berakibat meningkatkan nilai stabilitas. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Tri Wahyu Nuryata dan Doeva Rimbardi (1997). Dengan nilai stabilitas yang lebih besar diharapkan campuran memiliki ketahanan terhadap *rutting* dan *shoving* lebih besar.

6.4.4. Pengaruh limbah Busa Lateks terhadap nilai *Flow* (kelelehan) campuran beton aspal pada kadar aspal optimum

Flow atau kelelehan adalah besarnya deformasi yang terjadi pada awal pembebanan sampai stabilitas menurun yang menunjukkan besarnya deformasi dari campuran perkerasan akibat beban yang bekerja padanya. Nilai *flow* campuran dipengaruhi oleh kadar dan viskositas aspal, gradasi agregat serta jumlah dan temperatur pemadatan.

Hubungan antara kadar limbah busa lateks dengan nilai *flow* dapat dilihat pada Gambar 6.9 dan tabel 5.5. Dari gambar terlihat bahwa pada campuran beton aspal pada kadar limbah busa lateks 0% sampai 2% cenderung mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh viskositas aspal meningkat akibat penambahan kadar limbah busa lateks, sedangkan kenaikan nilai *flow* pada kadar limbah busa lateks 3% disebabkan karena kesalahan pada saat pembacaan alat.

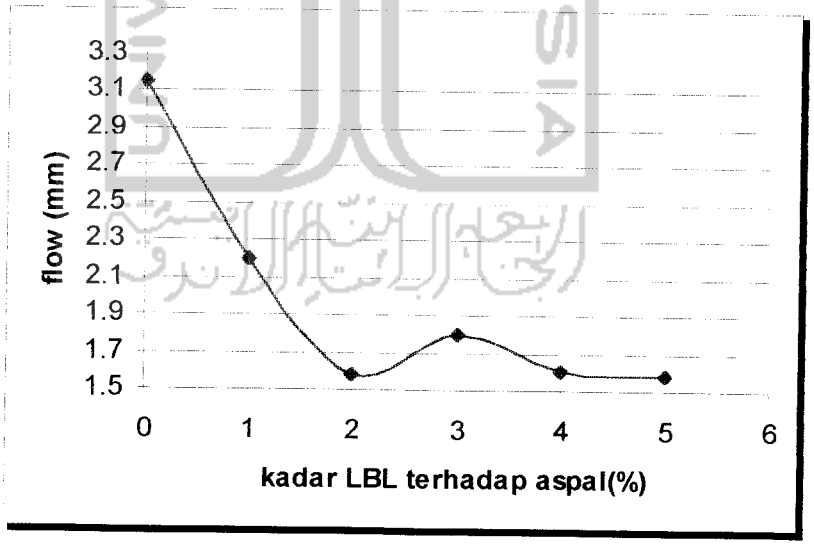


Gambar 6.9. Grafik hubungan antara Kadar Limbah Busa Lateks pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai *Flow*

6.4.4. Pengaruh limbah Busa Lateks terhadap nilai *Flow* (kelelehan) campuran beton aspal pada kadar aspal optimum

Flow atau kelelehan adalah besarnya deformasi yang terjadi pada awal pembebanan sampai stabilitas menurun yang menunjukkan besarnya deformasi dari campuran perkerasan akibat beban yang bekerja padanya. Nilai *flow* campuran dipengaruhi oleh kadar dan viskositas aspal, gradasi agregat serta jumlah dan temperatur pemadatan.

Hubungan antara kadar limbah busa lateks dengan nilai *flow* dapat dilihat pada Gambar 6.9 dan tabel 5.5. Dari gambar terlihat bahwa pada campuran beton aspal pada kadar limbah busa lateks 0% sampai 2% cenderung mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh viskositas aspal meningkat akibat penambahan kadar limbah busa lateks, sedangkan kenaikan nilai *flow* pada kadar limbah busa lateks 3% disebabkan karena kesalahan pada saat pembacaan alat.

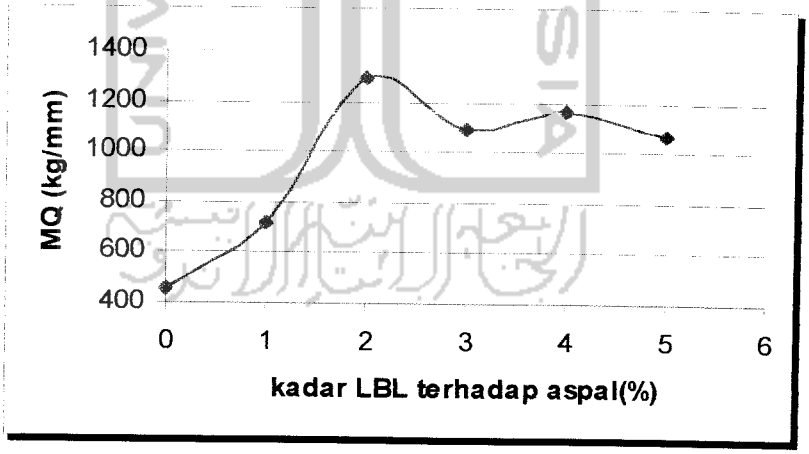


Gambar 6.9. Grafik hubungan antara Kadar Limbah Busa Lateks pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai *Flow*

6.4.5. Pengaruh limbah Busa Lateks terhadap nilai *Marshall Quotient* (MQ) campuran beton aspal pada kadar aspal optimum

Marshall Quotient merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan *flow*. Nilai *Marshall Quotient* ini dapat mengindikasikan pendekatan terhadap kekakuan dan fleksibilitas dari suatu campuran.

Hubungan antara kadar limbah busa lateks dengan nilai *Marshall Quotient* dapat dilihat pada Gambar 6.10 dan tabel 5.5. Dari gambar terlihat bahwa pada campuran beton aspal pada kadar limbah busa lateks 0% sampai 2% cenderung mengalami peningkatan yang menunjukkan bahwa kekakuan campuran meningkat dengan penambahan limbah busa lateks. Apabila nilai MQ mengalami penurunan yang menunjukkan campuran semakin fleksibel, yang disebabkan karena busa lateks bersifat lentur. Penurunan nilai MQ pada kadar limbah busa lateks 3% disebabkan karena kesalahan pada saat pembacaan alat.

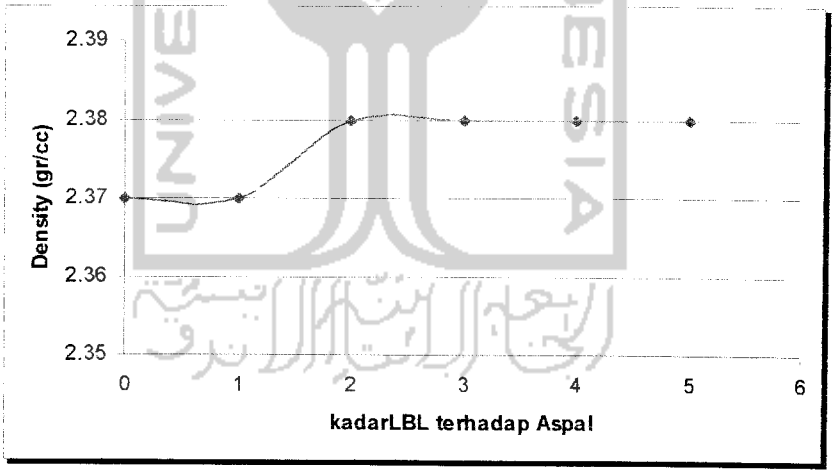


Gambar 6.10. Grafik hubungan antara Kadar Limbah Busa Lateks pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai *Marshall Quotient*.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Tri Wahyu Nuryata dan Doeva Rimbardi (1997), dimana penambahan kadar lateks dapat menaikkan nilai MQ campuran.

6.4.6. Pengaruh limbah Busa Lateks terhadap nilai *Density* campuran beton aspal pada kadar aspal optimum

Density merupakan tingkat kerapatan setelah dipadatkan. Kepadatan (*density*) adalah berat campuran padat tiap satuan volume. *Density* campuran dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu gradasi agregat, pelaksanaan pemadatan, baik suhu pemadatan maupun jumlah tumbukannya, kualitas bahan penyusunnya, berat jenis agregat dalam kadar aspal. Campuran yang mempunyai nilai kepadatan (*density*) tinggi akan mampu menahan beban yang lebih besar jika dibandingkan dengan campuran yang mempunyai nilai kepadatan rendah.



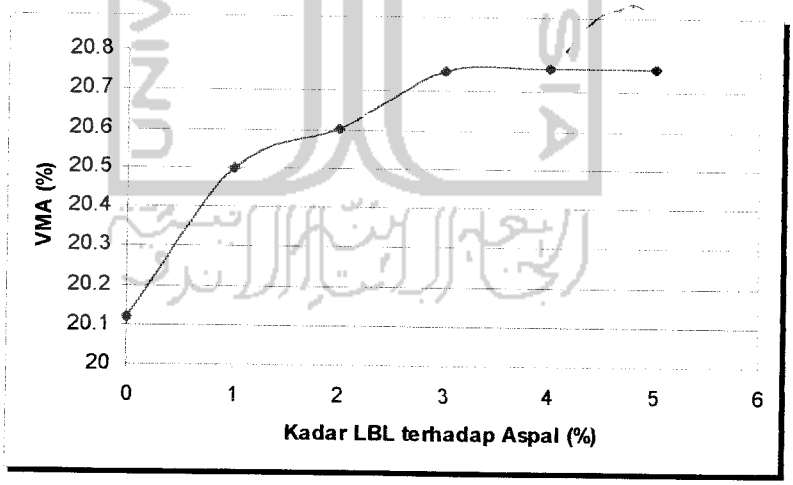
Gambar 6.11. Grafik hubungan antara Kadar Limbah Busa Lateks pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai *Density*.

Hubungan antara kadar limbah busa lateks dengan nilai *Density* dapat dilihat pada Gambar 6.11 dan tabel 5.5. Dari gambar terlihat bahwa pada kadar

limbah busa lateks 2 % nilai *density* mengalami peningkatan yang relatif kecil, sedangkan pada rentang 0% – 1% dan 2% - 5% cenderung konstan. LBL memiliki berat jenis yang sangat kecil yaitu 0,4736 gr/cc, sehingga secara logika pada berat yang sama memiliki volume yang lebih besar. Dengan demikian semakin besar kadar LBL semestinya *density* semakin kecil, tetapi karena penggunaan LBL pada campuran dalam prosentase yang sangat kecil (≤ 5%) terhadap aspal atau 0,1% terhadap campuran, sehingga pengarunhnya sangat kecil terhadap *density* campuran secara keseluruhan.

6.4.7. Pengaruh limbah Busa Lateks terhadap nilai VMA *(Voids in Mineral Agregates)* campuran beton aspal pada kadar aspal optimum

VMA (Voids in Mineral Agregates) adalah volume rongga yang terdapat diantara butir- butir agregat suatu campuran beraspal, termasuk rongga yang terisi aspal efektif.



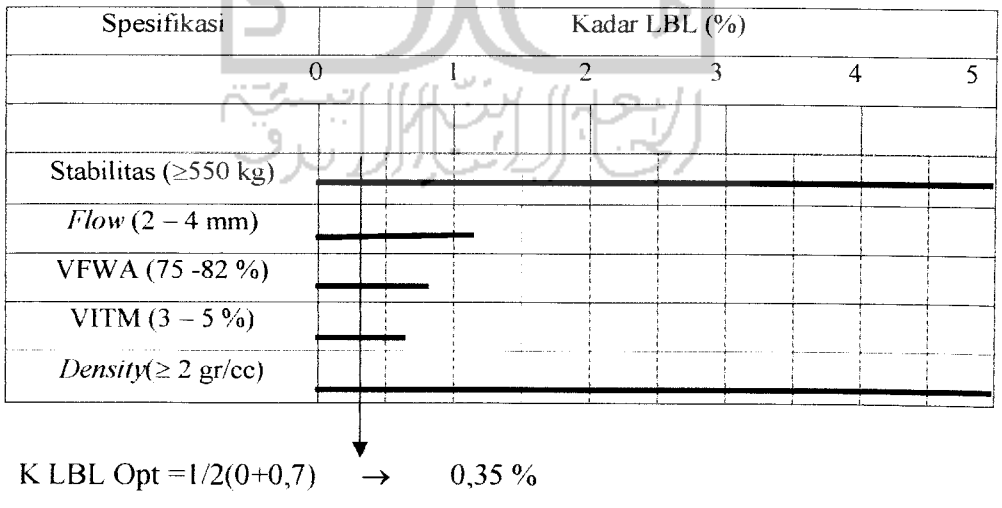
Gambar 6.12. Grafik hubungan antara Kadar Limbah Busa Lateks pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai VMA.

Hubungan antara nilai VMA dengan kadar limbah busa lateks dapat dilihat pada Gambar 6.12. Terlihat bahwa penambahan kadar limbah busa lateks meningkatkan nilai VMA. Hal ini disebabkan karena penambahan limbah busa lateks yang mengakibatkan volume aspal bertambah sehingga aspal yang menyelimuti agregat menjadi semakin tebal yang berakibat jarak antar agregat dalam campuran semakin besar, dan berakibat nilai VMA semakin meningkat dengan penambahan limbah busa lateks.

6.5. Penentuan Kadar Limbah Busa Lateks Optimum pada Kadar Aspal Optimum Campuran Beton Aspal

Spesifikasi yang digunakan untuk menentukan kadar limbah busa lateks optimum pada kadar aspal optimum untuk campuran beton aspal grading IV adalah spesifikasi Bina Marga 1987. Kadar limbah busa lateks optimum campuran beton aspal pada kadar aspal optimum ditentukan dengan cara grafis yang dapat dilihat pada Tabel 6.2.

Tabel 6.2 Kadar Limbah Busa Lateks pada Kadar Aspal Optimum Campuran Beton Aspal



K LBL Opt =1/2(0+0,7) → 0,35 %

6.6. Durabilitas Campuran Beton Aspal dengan dan tanpa Limbah Busa Lateks

Untuk mengetahui nilai durabilitas beton aspal, dilakukan pengujian *Immersion* antara campuran beton aspal yang menggunakan limbah busa lateks dan tanpa limbah busa lateks.

Durabilitas pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui sejauh mana ketahanan campuran beton aspal dengan dan tanpa limbah busa lateks terhadap nilai stabilitas bila direndam dalam air pada suhu 60° C dengan lama perendaman 0,5 jam dan 24 jam.

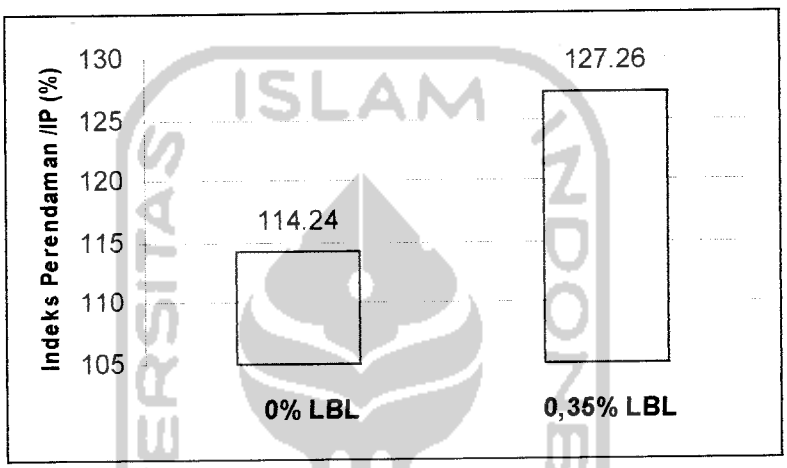
Hubungan antara kadar limbah busa lateks dengan nilai stabilitas pada rendaman 0,5 jam dan 24 jam dapat dilihat pada Tabel 6.3 dan pada Gambar 6.13.

Tabel 6.3. Hubungan antara Kadar Limbah Busa Lateks dengan nilai Stabilitas pada perendaman selama 24 jam

Kadar LBL (%)	**Stabilitas pada berbagai perendaman**		**Indeks Perendaman (%)**
	0,5 jam	**24 jam**	
0	1442,77	1648,24	114,24
0,35	1486,965	1892.30	127,25

Tabel 6.3 dan Gambar 6.13 mengilustrasikan bahwa nilai stabilitas campuran beton aspal tanpa limbah busa lateks (0 %) dan dengan limbah busa lateks (0,35 %) yang direndam pada suhu 60° C selama 24 jam dibandingkan dengan perendaman 0.5 mengalami kenaikan nilai stabilitas. Berdasarkan teori

nilai stabilitas setelah direndam selama 24 jam lebih kecil dari nilai stabilitas yang direndam 0,5. Hal ini disebabkan karena selama proses perendaman air masuk kedalam pori-pori campuran sehingga mengurangi kohesi dan penguncian antar agregat (*interlocking*). Kemungkinan telah terjadi penyimpangan yang dapat disebabkan ketidaktelitian pada saat pembuatan sampel, kesalahan membaca alat, atau sebab lainnya.



Gambar 6.13 Grafik hubungan antara kadar limbah busa lateks dengan nilai Indek Perendaman (IP)

Durabilitas campuran juga dapat ditunjukkan dari nilai Indeks Perendaman (IP). Pada Tabel 6.3 dan Gambar 6.13 dapat dilihat bahwa campuran dengan limbah busa lateks memiliki IP yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran aspal tanpa limbah busa lateks sehingga merupakan indikasi bahwa penambahan limbah busa lateks membuat campuran lebih awet. Campuran memiliki durabilitas yang baik apabila sulit dilewati oleh udara maupun air, sehingga campuran dengan kadar rongga (VITM) rendah cenderung lebih awet. Penelitian ini menunjukkan hasil sebaliknya. Campuran dengan LBL yang memliki VITM lebih

besar tetapi memiliki IP lebih tinggi. Hal ini kemungkinan disebabkan karena campuran aspal dan limbah busa lateks memiliki sifat dasar yang kedap air dibanding campuran tanpa LBL. Sifat lebih kedap ini dapat terlihat dari nilai permeabilitas yang lebih rendah pada campuran dengan LBL dibanding campuran tanpa LBL.

Hal ini menunjukkan bahwa durabilitas campuran beton aspal dengan limbah busa lateks lebih baik jika dibandingkan dengan campuran beton aspal tanpa limbah busa lateks, meskipun nilai VITM nya lebih tinggi.

6.7. Pengaruh Kadar Limbah Busa Lateks terhadap Sifat Fisik Aspal (penetrasi dan titik lembek)

Pemeriksaan sifat fisik aspal dengan limbah busa lateks dilakukan setelah memperoleh kadar limbah busa lateks optimum. Perbandingan sifat fisik aspal dengan dan tanpa limbah busa lateks dapat dilihat pada Tabel 6.4 serta pada Gambar 6.14 dan Gambar 6.15.

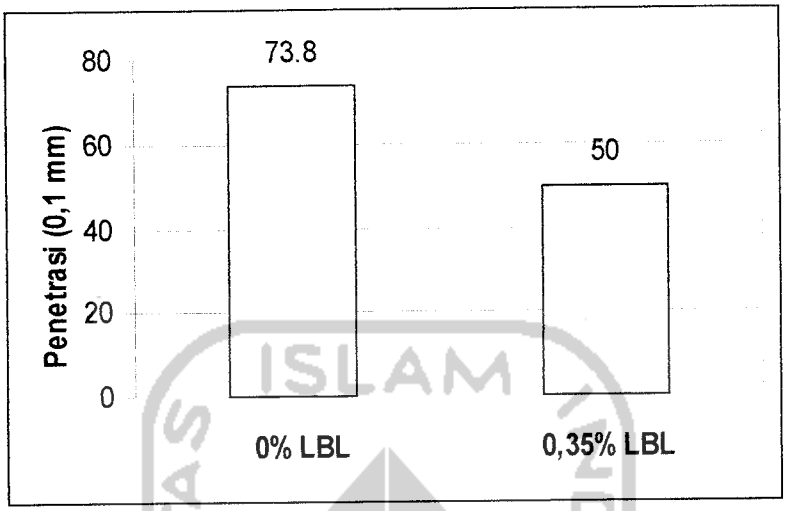
Tabel 6.4. Perbandingan sifat fisik aspal dengan dan tanpa limbah busa lateks.

No.	Jenis Pemeriksaan	Kadar LBL		Syarat *)		Satuan
		0%	0,35%	Min	Mak	
1.	Penetrasi (25°C,5 detik)	73,8	50	60	79	0,1 mm
2.	Titik Lembek	48	52,5	48	58	°C

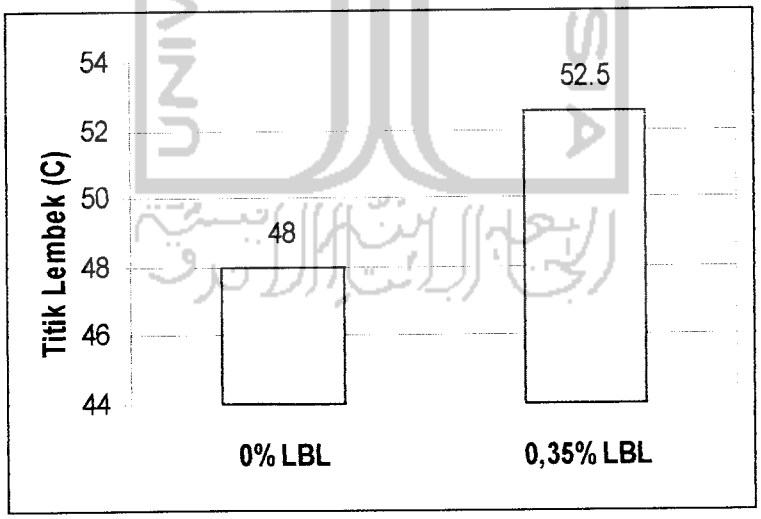
*) Bina Marga, 1987

Tabel 6.4 dan Gambar 6.14 menggambarkan kekerasan aspal meningkat dengan penambahan limbah busa lateks. Hal ini ditunjukkan dengan nilai penetrasi aspal dengan limbah busa lateks lebih rendah dibandingkan aspal tanpa limbah busa lateks. Nilai penetrasi yang lebih rendah ini dapat mengindikasikan bahwa viskositas atau kekentalannya lebih tinggi, sehingga apabila dipergunakan

dalam campuran dapat berakibat nilai VFWA menurun, nilai VITM meningkat dan berakibat nilai koefisien permeabilitas menurun.



Gambar 6.14. Grafik hubungan antara kadar limbah busa lateks dengan nilai penetrasi aspal



Gambar 6.15. Grafik hubungan antara kadar limbah busa lateks dengan nilai titik lembek aspal

Hasil titik lembek seperti pada Tabel 6.4 dan Gambar 6.15 menunjukkan aspal dengan limbah busa lateks memiliki nilai titik lembek yang lebih tinggi dibandingkan aspal tanpa limbah busa lateks. Hal ini mengindikasikan bahwa aspal dengan limbah busa lateks memiliki kepekaan temperatur yang lebih rendah dibandingkan dengan aspal tanpa limbah busa lateks, sehingga apabila dipergunakan dalam campuran beton aspal berakibat nilai durabilitas lebih tinggi seiring dengan nilai IP (Indeks Prendaman) yang meningkat.

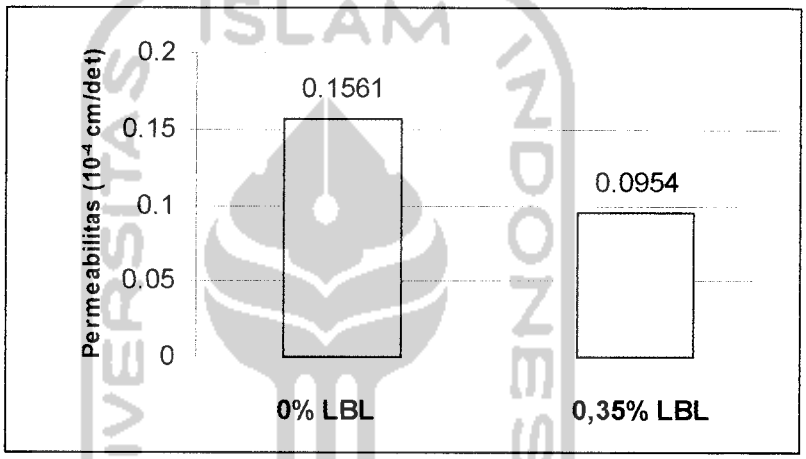
6.8. Pengaruh Kadar Limbah Busa Lateks terhadap Permeabilitas Campuran Beton Aspal

Dari hasil pemeriksaan dan analisis uji permeabilitas diperoleh nilai koefisien permeabilitas campuran, yaitu suatu koefisien yang menyatakan jumlah air yang dapat merembes atau melewati bahan dalam satu satuan waktu. Faktor – faktor yang mempengaruhi permeabilitas campuran adalah kadar aspal, porositas yang diwujudkan dalam nilai VITM, gradasi agregat dan komposisi bahan penyusun campuran (Fauziah, M, 2001).

Hubungan antara koefisien permeabilitas campuran beton aspal dengan dan tanpa limbah busa lateks dapat dilihat pada Tabel 5.8 serta pada Gambar 6.16. Dapat dilihat bahwa koefisien permeabilitas campuran beton aspal tanpa limbah busa lateks lebih tinggi ($0{,}1561 \times 10^{-4}$ cm/det) dari campuran beton aspal yang menggunakan limbah busa lateks ($0{,}0954 \times 10^{-4}$ cm/det). Hal ini menunjukkan bahwa campuran beton aspal yang memggunakan limbah busa lateks lebih sulit dilewati air dibandingkan campuran beton aspal tanpa menggunakan limbah busa lateks. Hasil ini seiring dengan nilai VITM yang meningkat karena penambahan

limbah busa lateks mengakibatkan viskositas aspal meningkat sehingga rongga yang tertutup aspal menurun.

Bina Marga (1987) tidak mensyaratkan spesifikasi koefisien permeabilitas. Namun jika melihat klasifikasi campuran aspal berdasarkan nilai koefisien permeabilitas yang telah disyaratkan oleh Mullen (1967), maka campuran aspal dengan menggunakan limbah busa lateks termasuk dalam klasifikasi Hampir Kedap (*Practically Impervious*).



Gambar 6.16. Grafik hubungan antara kadar limbah busa lateks dengan koefisien permeabilitas

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan pada bab sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan mengenai karakteristik campuran beton aspal dengan dan tanpa limbah busa lateks sebagai berikut :

1. Pengaruh penggunaan limbah busa lateks (LBL) terhadap nilai stabilitas campuran beton aspal menunjukkan bahwa pada interval 0% sampai 2% nilai stabilitas meningkat, sedangkan pada interval 2% sampai 5% nilai stabilitas mengalami penurunan. Nilai stabilitas tertinggi sebesar 2038,56 kg pada kadar LBL 2% , dan terendah sebesar 1442,77 kg pada kadar LBL 0%.
2. Penambahan kadar limbah busa lateks sebesar 0,35% mampu menaikkan nilai stabilitas campuran, yang mengindikasikan campuran dengan LBL relatif lebih tahan terhadap kemungkinan terjadinya *rutting* dan *shoving* karena memiliki stabilitas yang besar.
3. Penambahan kadar limbah busa lateks pada campuran beton aspal cenderung menurunkan nilai *flow*. Nilai *flow* tertinggi dicapai pada kadar LBL 0% sebesar 3,15 mm, sedangkan terendah dicapai pada kadar LBL 5% sebesar 1,575 mm.

4. Pengaruh penggunaan limbah busa lateks dalam campuran beton aspal terhadap jumlah *void* menunjukkan bahwa untuk interval 0% sampai 4% nilai VFWA mengalami penurunan, sedangkan nilai VITM mengalami kenaikan. Sebaliknya pada kadar 5% nilai VFWA mengalami peningkatan, sedangkan nilai VITM mengalami penurunan. Nilai VFWA tertinggi sebesar 76,81% pada kadar LBL 0% , dan terendah sebesar 73,88% pada kadar LBL 3%,sedangkan nilai VITM tertinggi sebesar 5,43% pada kadar LBL 4% , dan terendah sebesar 4,67% pada kadar LBL 0%.
5. Pengaruh penggunaan limbah busa lateks (LBL) terhadap nilai *Marshall Quotient* (MQ) campuran beton aspal menunjukkan bahwa pada interval 0% sampai 2% nilai MQ meningkat, sedangkan pada interval 2% sampai 5% nilai MQ cenderung mengalami penurunan. Nilai MQ tertinggi sebesar 1293,993 kg/mm pada kadar LBL 2% , dan terendah sebesar 458,188 kg/mm pada kadar LBL 0%.
6. Pengaruh penggunaan limbah busa lateks (LBL) terhadap nilai *Density* campuran beton aspal menunjukkan bahwa pada kadar limbah busa lateks 2% density mengalami peningkatan yang relatif kecil (0,01 gr/cc), sedangkan pada interval 0% - 1% dan 2% - 5% nilai *density* cenderung konstan.
7. Limbah busa lateks dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambah (*additive*) karena berdasarkan karakteristik *Marshall* penambahan

kadar limbah busa lateks pada interval 0% sampai 0,7% memenuhi semua persyaratan spesifikasi Bina Marga (1987).

8. Campuran beton aspal dengan limbah busa lateks (LBL) memiliki nilai durabilitas lebih tinggi dibandingkan dengan campuran beton aspal tanpa LBL. Indeks Perendaman campuran beton aspal dengan LBL sebesar 127,25%, sedangkan campuran beton aspal tanpa LBL sebesar 114,24%.
9. Secara umum campuran beton aspal dengan kadar limbah busa lateks (LBL) 0,35% memiliki karakteristik *Marshall* yang lebih baik dibanding campuran beton aspal tanpa LBL, yang ditunjukkan dengan nilai stabilitas, flow, VFWA, dan Indeks Perendaman (IP) yang lebih tinggi dan nilai VITM dan MQ yang lebih rendah.
10. Koefisien permeabilitas campuran beton aspal dengan limbah busa lateks (LBL) sebesar $0{,}0954 \times 10^{-4}$ cm/det lebih rendah dibandingkan dengan campuran beton aspal tanpa LBL sebesar $0{,}1561 \times 10^{-4}$ cm/det. Berdasarkan klasifikasi yang dibuat oleh Mullen (1967), nilai koefisien permeabilitas beton aspal dengan dan tanpa limbah busa lateks termasuk dalam klasifikasi *practically impervious*.

7.2. Saran-saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Mengingat dalam penelitian ini tidak ditinjau pengaruh sifat kimiawi dari limbah busa lateks, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan

dengan meninjau sifat kimiawinya, agar dapat diketahui lebih cermat parameter yang mempengaruhi nilai durabilitas dan permeabilitas campuran beton aspal.

2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap limbah busa lateks sebagai *additive* pada campuran beton aspal terhadap nilai *skid resistance*, nilai kohesi, dan nilai modulus elastik.
3. Pada saat pengujian perlu diperhatikan ketelitian dan kecermatan pengamatan dalam membaca alat uji dan kerusakan yang terjadi pada benda uji sehingga diperoleh data yang lebih akurat.
4. Ketelitian pada saat pembuatan benda uji terutama saat pemadatan dan penimbangan perlu dilakukan dengan teliti.

DAFTAR PUSTAKA

AASHTO, 1982, STANDARD SPECIFICATIONS FOR TRANSPORTATION MATERIAL AND METHODS OF SAMPLING AND TESTING, Part I, Specification, 13th edition.

Atkins, H.N, 1997, HIGHWAY MATERIALS, SOILS, AND CONCRETES, Prentice Hall Inc, New Jersey.

Departemen Pekerjaan Umum, Dirjen Bina Marga, 1983, PELAKSANAAN ASPAL BETON, Yayasan Pekerjaan Umum, Jakarta.

_____, 1987, PETUNJUK PELAKSANAAN LAPIS ASPAL BETON (LASTON) UNTUK JALAN RAYA, Yayasan Pekerjaan Umum, Jakarta.

Fauziah, M, 2001, PENGARUH KADAR SERBUK BELERANG SEBAGAI FILLER PENGGANTI TERHADAP KARAKTERISTIK BETON ASPAL, Tesis Program Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Feldman, dkk, 1995, BAHAN POLIMER KONSTUKSI BANGUNAN, PT Graivedia Pustaka Utama, Jakarta.

Hendarsin, S.L, 2000, PERENCANAAN TEKNIS JALAN RAYA, Politeknik Negeri Bandung – Jurusan Teknik Sipil, Bandung.

Hunter, R.N, 1994, BITOMINOUS MIXTURES, Thomas Telford, London.

Kerbs dan Walker, R.D, 1971, HIGHWAY MATERIAL, Mc Graw – Hill Book Company, New York.

Kusnata, 1975, PEMBUATAN BARANG – BARANG KARET DARI LATEKS, Balai Penelitian Perkebunan, Bogor.

Agus, R, 1997, BEBERAPA ASPAL KHUSUS MULAI DIPRODUKSI DI INDONESIA, Majalah Teknik Jalan Dan Transportasi no : 090.

Madge, E.W, 1962, LATEX FOAM RUBBER, Maclaren & Sons Ltd, London.

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

Nuryata, T.W dan Rimbardi, D, 1997, PENGGUNAAN LATEKS MURNI TERHADAP PENINGKATAN KUALITAS SPLIT MASTIK ASPHALT (SMA), Tugas Akhir Strata I, Jurusan Teknik Sipil, FTSP UII, Jogjakarta.

LAMPIRAN 1

Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat

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

PEMERIKSAAAN
BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo

Jenis Contoh : -

Diperiksa Tgl : 18 November 2002

Diperiksa oleh :

M. Bustanul Arifin

M. Aviv Maulana

Keterangan	Benda Uji	
	I	II
BERAT BENDA UJI DALAM KEADAAN BASAH JENUH (SSD)	500 gr	
BERAT VICNOMETER + AIR (B)	639 gr	
BERAT VICNOMETER + AIR = BENDA UJI (BT)	960 gr	
BERAT SAMPE KERING OVEN (BK)	486 gr	
BERAT JENIS $= \frac{BK}{(B+500-BT)}$	2,71	
BERAT SSD $= \frac{500}{(B+500-BT)}$	2,79	
BJ SEMU $= \frac{BK}{(B+BK-BT)}$	2,94	
PENYERAPAN $= \frac{(500-BK)}{BK} \times 100\%$	2,88 %	

Jogjakarta, 18 November 2002

Ir. Iskandar S., MT

Kepala Lab. Jalan Raya

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

SAND EQUIVALENT DATA
AASTHO T 176 – 73

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo
Jenis Contoh : -
Diperiksa Tgl : 18 November 2002

Diperiksa oleh :
M. Bustanul Arifin
M. Aviv Maulana

TRIAL NUMBER		1	2	3
Seaking	Start	11.17	11.17	
(10.1 Min)	Stop	11.27	11.27	
Sedimentation Time	Start	11.40	11.40	
(20 Min – 15 sec)	Stop	12.00	12.00	
Clay Reading		4,9 inch	5,6 inch	
Sand Reading		3.5 inch	3,1 inch	
$SE = \frac{Sand\ Reading}{Clay\ Reading} \times 100\%$		71,43%	55,36%	
Average Sand Equivalent		63,395 %		

Jogjakarta, 18 November 2002

Ir. Iskandar S., MT
Kepala Lab. Jalan Raya

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

PEMERIKSAAAN
BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo

Jenis Contoh : -

Diperiksa Tgl : 18 November 2002

Diperiksa oleh :

M. Bustanul Arifin

M. Aviv Maulana

Keterangan	Benda Uji	
	I	II
BERAT BENDA UJI DALAM KEADAAN BASAH JENUH (SSD)→BJ	956 gr	
BERAT BENDA UJI DALAM AIR (BA)	583 gr	
BERAT SAMPE KERING OVEN (BK)	935 gr	
BERAT JENIS BULK = $\frac{BK}{(B+500-BT)}$	2,51	
BERAT SSD = $\frac{500}{(B+500-BT)}$	2,56	
BJ SEMU = $\frac{BK}{(B+BK-BT)}$	2,66	
PENYERAPAN = $\frac{(500-BK)}{BK}\times 100\%$	2,24 %	

Jogjakarta, 18 November 2002

Ir. Iskandar S., MT

Kepala Lab. Jalan Raya

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

PEMERIKSAAAN
KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPAL

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo

Jenis Contoh : -

Diperiksa Tgl : 19 November 2002

Diperiksa oleh :

M. Bustanul Arifin

M. Aviv Maulana

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
Mulai pemanasan	25 °C	10.30 WIB
Slesai Pemanasan	150 °C	11.00 WIB
Didiamkan Pada Suhu Ruang		
M U L A I	150 °C	11.15 WIB
S E L E S A I	25 °C	11.55 WIB
Diperiksa		
M U L A I	24 °C	12.00 WIB
S E L E S A I	24 °C	12.01 WIB

HASIL PENGAMATAN

BENDA UJI	PROSEN YANG DISELIMUTI ASPAL
I	98
RATA - RATA	98

Jogjakarta, 19 November 2002

Ir. Iskandar S., MT

Kepala Lab. Jalan Raya

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

PEMERIKSAAAN
KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo
Jenis Contoh : -
Diperiksa Tgl : 18 November 2002

Diperiksa oleh :
M. Bustanul Arifin
M. Aviv Maulana

JENIS GRADASI SARINGAN		BENDA UJI	
LOLOS	TERTAHAN	I	II
72,2 mm (3")	63,5 mm (2,5")		
63,5 mm (2,5")	50,8 mm (2")		
50,8 mm (2")	37,5 mm (1,5")		
37,5 mm (1,5")	25,4 mm (1")		
25,4 mm (1")	19,0 mm (3/4")		
19,0 mm (3/4")	12,5 mm (0,5")	2500 gr	
12,5 mm (0,5")	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 12 (B)		3780 gr	
KEAUSAN = $\frac{(A-B)}{A} \times 100\%$		24,4%	

Jogjakarta, 18 November 2002

Ir. Iskandar S., MT
Kepala Lab. Jalan Raya

LAMPIRAN 2

Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Aspal

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

PEMERIKSAAAN
PENETRASI ASPAL

Contoh dari : PERTAMINA, Cilacap
Jenis Contoh : -
Diperiksa Tgl : 19 November 2002

Diperiksa oleh :
M. Bustanul Arifin
M. Aviv Maulana

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	25 °C	09.00 WIB
SELESAI PEMANASAN	100 °C	09.30 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	100 °C	09.30 WIB
SELESAI	26 °C	11.30 WIB
DIRENDAM AIR PADA SUHU 25 °C		
MULAI	26 °C	11.30 WIB
SELESAI	25 °C	13.30 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	25 °C	13.35 WIB
SELESAI	25 °C	14.30 WIB

HASIL PENGAMATAN

No	CAWAN I	CAWAN II	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	69	71	
2	70	76	
3	74	77	
4	70	78	
5	78	75	
RERATA	72,2	75,4	73,8

Jogjakarta, 19 November 2002

Ir. Iskandar S., MT
Kepala Lab. Jalan Raya

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

PEMERIKSAAAN TITIK LEMBEK ASPAL

Contoh dari : PERTAMINA, Cilacap
Jenis Contoh : -
Diperiksa Tgl : 19 November 2002

Diperiksa oleh :
M. Bustanul Arifin
M. Aviv Maulana

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	25 °C	09.00 WIB
SELESAI PEMANASAN	100 °C	09.30 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	100 °C	09.30 WIB
SELESAI	26 °C	11.30 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	25 °C	11.30 WIB
SELESAI	25 °C	12.00 WIB

HASIL PENGAMATAN

No	SUHU YG DIAMATI	WAKTU		TITIK LEMBEK	
		I	II	I	II
1	25 °C	12.10	12.10		
2	30 °C	12.13	12.13		
3	35 °C	12.14	12.14		
4	40 °C	12.15	12.15		
5	45 °C	12.17	12.17	48 °C	48 °C
6	50 °C				
7	55 °C				

Jogjakarta, 19 November 2002

Ir. Iskandar S., MT
Kepala Lab. Jalan Raya

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

PEMERIKSAAAN
TITIK NYALA DAN TITK BAKAR ASPAL

Contoh dari : PERTAMINA, Cilacap
Jenis Contoh : -
Diperiksa Tgl : 20 November 2002

Diperiksa oleh :
M. Bustanul Arifin
M. Aviv Maulana

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	25 °C	13.59 WIB
SELESAI PEMANASAN	150 °C	14.13 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	150 °C	14.14 WIB
SELESAI	26 °C	16.00 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	25 °C	16.00 WIB
SELESAI	336 °C	16.30 WIB

HASIL PENGAMATAN

CAWAN	TITIK NYALA	TITIK BAKAR
I	336 °C	360 °C
II		
RATA- RATA	336 °C	360 °C

Jogjakarta, 20 November 2002

Ir. Iskandar S., MT
Kepala Lab. Jalan Raya

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

PEMERIKSAAAN
DAKTILITAS (DUCTILITY) / RESIDUE

Contoh dari : PERTAMINA, Cilacap
Jenis Contoh : -
Diperiksa Tgl : 20 November 2002

Diperiksa oleh :
M. Bustanul Arifin
M. Aviv Maulana

Persiapan Benda Uji	Contoh dipanaskan	15 menit	Pembacaan suhu oven ± 135 °C
Mendinginkan Benda Uji	Didiamkan pada suhu ruang	60 menit	
Perendaman Benda Uji	Direndam dalam *Waterbath* pada suhu 25°C	60 menit	Pembacaan suhu *Waterbath* ± 25 °C
Pemeriksaan	Daktilitas pada 25°C 5 cm per menit	20 menit	Pembacaan suhu alat ± 25 °C

Daktilitas pada 25°C 5 cm per menit	Pembacaan pengukur pada alat
Pengamatan I	165 cm
Pengamatan II	165 cm
Rata – rata (I + II)	165 cm

Jogjakarta, 20 November 2002

Ir. Iskandar S., MT
Kepala Lab. Jalan Raya

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

PEMERIKSAAAN
BERAT JENIS ASPAL

Contoh dari : PERTAMINA, Cilacap
Jenis Contoh : -
Diperiksa Tgl : 20 November 2002

Diperiksa oleh :
M. Bustanul Arifin
M. Aviv Maulana

No	Urutan Pemeriksaan	Berat
1	Berat Vicnometer kosong	16,06 gram
2	Berat Vicnometer + aquadest	27,91 gram
3	Berat air (2 – 1)	11,85 gram
4	Berat Vicnometer + Aspal	18,19 gram
5	Berat Aspal (4 – 1)	2,13 gram
6	Berat Vicnometer + Aspal + Aquadest	28,01 gram
7	Berat Airnya saja (6 – 4)	9,82 gram
8	Volume Aspal (3 – 7)	2,03 gram
9	Berat Jenis Aspal : Berat/vol (5/8)	1,049

Jogjakarta, 20 November 2002

Ir. Iskandar S., MT
Kepala Lab. Jalan Raya

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

PEMERIKSAAAN
BERAT JENIS LBL

Contoh dari : PERTAMINA, Cilacap

Jenis Contoh : -

Diperiksa Tgl : 14 Januari 2003

Diperiksa oleh :

M. Bustanul Arifin

M. Aviv Maulana

No	Urutan Pemeriksaan	Berat
1	Berat Vicnometer kosong	28,9 gram
2	Berat Vicnometer + aquadest	78.5 gram
3	Berat air (2 – 1)	49.6 gram
4	Berat Vicnometer + LBL	29,8 gram
5	Berat LBL (4 – 1)	0,9 gram
6	Berat Vicnometer + LBL + Aquadest	77,5 gram
7	Berat Airnya saja (6 – 4)	47,7 gram
8	Volume LBL (3 – 7)	1,9 gram
9	Berat Jenis LBL : Berat/vol (5/8)	0,4736

Jogjakarta, 14 Januari 2003

Ir. Iskandar S., MT

Kepala Lab. Jalan Raya

LAMPIRAN 3

Hasil Pemeriksaan dan Perhitungan *Marshall* (Mencari Kadar Aspal Optimum dan Kadar Busa Lateks Optimum)

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

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo
Jenis Contoh : -
Diperiksa Tgl : 21 November 2002

Diperiksa oleh :
M. Bustanul Arifin
M. Aviv Maulana

ANALISA SARINGAN AGREGAT PADA KADAR ASPAL 4,5%

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
	3/4"	**0**	0	0	100	100	100
	1/2"	**114.60**	114.60	10	90	80	100
	3/8"	**114.60**	229.20	20	80	70	90
	# 4	**229.20**	458.40	40	60	50	70
	# 8	**200.55**	658.95	57.5	42.5	35	50
	# 30	**217.74**	876.69	76.5	23.5	18	29
	# 50	**63.03**	939.72	82	18	13	23
	# 100	**68.76**	1008.48	88	12	8	16
	# 200	**80.22**	1088.70	95	5	4	10
	pan	**57.30**	1146				
	total	1146.00					

Kadar Aspal : 4,5 %
Berat Aspal : 54 gram

Jogjakarta, 21 November 2002

Ir. Iskandar S., MT
Kepala Lab. Jalan Raya

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

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo
Jenis Contoh : -
Diperiksa Tgl : 21 November 2002

Diperiksa oleh :
M. Bustanul Arifin
M. Aviv Maulana

ANALISA SARINGAN AGREGAT PADA KADAR ASPAL 5%

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
	3/4"	**0**	0	0	100	100	100
	1/2"	**114.00**	114.00	10	90	80	100
	3/8"	**114.00**	228.00	20	80	70	90
	# 4	**228.00**	456.00	40	60	50	70
	# 8	**199.50**	655.50	57.5	42.5	35	50
	# 30	**216.60**	872.10	76.5	23.5	18	29
	# 50	**62.70**	934.80	82	18	13	23
	# 100	**68.40**	1003.20	88	12	8	16
	# 200	**79.80**	1083.00	95	5	4	10
	pan	**57.00**	1140				
	total	1140.00					

Kadar Aspal : 5 %
Berat Aspal : 60 gram

Jogjakarta, 21 November 2002

Ir. Iskandar S., MT
Kepala Lab. Jalan Raya

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

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo
Jenis Contoh : -
Diperiksa Tgl : 21 November 2002

Diperiksa oleh :
M. Bustanul Arifin
M. Aviv Maulana

ANALISA SARINGAN AGREGAT PADA KADAR ASPAL 5,5%

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
	3/4"	**0**	0	0	100	100	100
	1/2"	**113.40**	113.40	10	90	80	100
	3/8"	**113.40**	226.80	20	80	70	90
	# 4	**226.80**	453.60	40	60	50	70
	# 8	**198.45**	652.05	57.5	42.5	35	50
	# 30	**215.46**	867.51	76.5	23.5	18	29
	# 50	**62.37**	929.88	82	18	13	23
	# 100	**68.04**	997.92	88	12	8	16
	# 200	**79.38**	1077.30	95	5	4	10
	pan	**56.70**	1134				
	total	1134.00					

Kadar Aspal : 5,5 %
Berat Aspal : 66 gram

Jogjakarta, 21 November 2002

Ir. Iskandar S., MT
Kepala Lab. Jalan Raya

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

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo

Jenis Contoh : -

Diperiksa Tgl : 21 November 2002

Diperiksa oleh :

M. Bustanul Arifin

M. Aviv Maulana

ANALISA SARINGAN AGREGAT PADA KADAR ASPAL 6%

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
	3/4"	**0**	0	0	100	100	100
	1/2"	**112.80**	112.80	10	90	80	100
	3/8"	**112.80**	225.60	20	80	70	90
	# 4	**225.60**	451.20	40	60	50	70
	# 8	**197.40**	648.60	57.5	42.5	35	50
	# 30	**214.32**	862.92	76.5	23.5	18	29
	# 50	**62.04**	924.96	82	18	13	23
	# 100	**67.68**	992.64	88	12	8	16
	# 200	**78.96**	1071.60	95	5	4	10
	pan	**56.40**	1128				
	total	1128.00					

Kadar Aspal : 6 %

Berat Aspal : 72 gram

Jogjakarta, 21 November 2002

Ir. Iskandar S., MT

Kepala Lab. Jalan Raya

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

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo
Jenis Contoh : -
Diperiksa Tgl : 21 November 2002

Diperiksa oleh :
M. Bustanul Arifin
M. Aviv Maulana

ANALISA SARINGAN AGREGAT PADA KADAR ASPAL 6,5%

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
	3/4"	**0**	0	0	100	100	100
	1/2"	**112.20**	112.20	10	90	80	100
	3/8"	**112.20**	224.40	20	80	70	90
	# 4	**224.40**	448.80	40	60	50	70
	# 8	**196.35**	645.15	57.5	42.5	35	50
	# 30	**213.18**	858.33	76.5	23.5	18	29
	# 50	**61.71**	920.04	82	18	13	23
	# 100	**67.32**	987.36	88	12	8	16
	# 200	**73.54**	1065.90	95	5	4	10
	pan	**56.10**	1122				
	total	1122.00					

Kadar Aspal : 6,5 %
Berat Aspal : 78 gram

Jogjakarta, 21 November 2002

Ir. Iskandar S., MT
Kepala Lab. Jalan Raya

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

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo
Jenis Contoh : -
Diperiksa Tgl : 21 November 2002

Diperiksa oleh :
M. Bustanul Arifin
M. Aviv Maulana

ANALISA SARINGAN AGREGAT PADA KADAR ASPAL OPTIMUM (6,45%)

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
	3/4"	**0**	0	0	100	100	100
	1/2"	**112.26**	112.26	10	90	80	100
	3/8"	**112.26**	224.52	20	80	70	90
	# 4	**224.52**	449.04	40	60	50	70
	# 8	**196.46**	645.50	57.5	42.5	35	50
	# 30	**213.29**	858.79	76.5	23.5	18	29
	# 50	**61.74**	920.53	82	18	13	23
	# 100	**67.36**	987.89	88	12	8	16
	# 200	**78.58**	1066.47	95	5	4	10
	pan	**56.13**	1122.6				
	total	1122.60					

Kadar Aspal : 6,45 %
Berat Aspal : 77,4 gram

Jogjakarta, 21 November 2002

Ir. Iskandar S., MT
Kepala Lab. Jalan Raya

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

Pekerjaan / Proyek : Tugas Akhir
Pengirim sample : M. Bustanul Arifin
M. Avif Maulana
Jenis campuran : Beton Aspal (AC)
Tanggal : 30 November 2002

Dikerjakan Oleh : M. Bustanul Arifin
M. Avif Maulana
Diperiksa Oleh : M. Bustanul Arifin
M. Avif Maulana

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST

t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	density g(gr/cc)	h	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	VFWA m (%)	VITM n (%)	o (kg)	p (kg)	Stabilitas q (kg)	Flow r (mm)	QM (kg/mm)
63.07	4.71	4.5	1172.0	1178.0	663.0	515.0	2.276	2.595	10.241	77.453	12.307	22.547	45.419	12.307	590.0	2020.75	2022.77	2.5	809.108
65.62	4.71	4.5	1180.0	1186.0	670.0	516.0	2.287	2.595	10.291	77.830	11.879	22.170	46.418	11.879	590.0	2020.75	1857.07	2.5	757.987
64.07	4.71	4.5	1162.0	1170.0	659.0	511.0	2.274	2.595	10.233	77.393	12.374	22.607	45.264	12.374	610.0	2089.25	2024.48	2.5	809.793
													45.70	**12.19**			**1968.11**	**2.483**	**792.296**
66.58	5.62	5.0	1169.0	1178.0	656.0	522.0	2.239	2.574	11.197	75.819	12.983	24.181	46.307	12.983	670.0	2294.75	2040.03	1.3	1569.256
62.22	5.62	5.0	1173.0	1179.0	674.0	505.0	2.323	2.574	11.614	78.640	9.746	21.360	54.372	9.746	560.0	1918.00	1971.70	2.5	788.682
61.88	5.62	5.0	1163.0	1170.0	671.0	499.0	2.331	2.574	11.653	78.907	9.440	21.093	55.247	9.440	615.0	2106.38	2188.52	3.2	694.769
													51.98	**10.72**			**2066.75**	**2.317**	**1017.569**
62.28	5.82	5.5	1175.0	1184.0	671.0	513.0	2.290	2.552	12.597	77.137	10.265	22.863	55.101	10.265	630.0	2157.75	2213.85	1.8	1265.058
62.10	5.82	5.5	1175.0	1182.0	670.0	512.0	2.295	2.552	12.622	77.288	10.090	22.712	55.574	10.090	615.0	2106.38	2173.78	2.8	776.350
61.55	5.82	5.5	1162.0	1183.0	677.0	506.0	2.296	2.552	12.630	77.339	10.030	22.661	55.737	10.030	690.0	2363.25	2467.23	3.1	795.882
													55.47	**10.13**			**2284.95**	**2.55**	**945.763**
60.60	6.38	6.0	1172.0	1173.0	685.0	488.0	2.402	2.532	14.410	80.454	5.136	19.546	73.723	5.136	680.0	2329.00	2515.32	3.3	762.218
61.98	6.38	6.0	1169.0	1192.0	681.0	511.0	2.288	2.532	13.726	76.636	9.638	23.364	58.749	9.638	520.0	1781.00	1845.12	3.1	591.383
61.75	6.38	6.0	1173.0	1194.0	685.0	509.0	2.305	2.532	13.827	77.201	8.972	22.799	60.647	8.972	595.0	2037.88	2125.50	3.1	696.886
													64.37	**7.92**			**2161.98**	**3.157**	**683.496**
61.62	6.95	6.5	1168.0	1171.0	685.0	486.0	2.403	2.511	15.621	80.081	4.297	19.919	78.425	4.297	465.0	1592.63	1669.07	3.4	498.230
60.75	6.95	6.5	1173.0	1175.0	685.0	490.0	2.394	2.511	15.560	79.767	4.672	20.233	76.907	4.672	465.0	1592.63	1712.07	3.9	444.694
61.18	6.95	6.5	1168.0	1170.0	682.0	488.0	2.393	2.511	15.557	79.753	4.690	20.247	76.838	4.690	430.0	1472.75	1564.06	3.1	504.536
													77.39	**4.55**			**1648.40**	**3.433**	**482.487**

t = Tebal Benda Uji
a = % Aspal terhadap batuan
b = % Aspal terhadap Campuran
c = Berat kering (sebelum direndam)
d = Berat basah jenuh (SSD)
e = Berat didalam air
f = Volume (isi) d-e
g = Berat isi c/f
h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)

i = (b x g) : Bj Asp
j = (100 - b) x g : Bj Agregat
k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)
l = Rongga terhadap agregat (100 - j)
m = Rongga yang terisi aspal (VFWA) 100 x (i/l)
n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x (g/h)}
o = Pembacaan arloji stabilitas
p = o x kalibrasi proving ring
q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

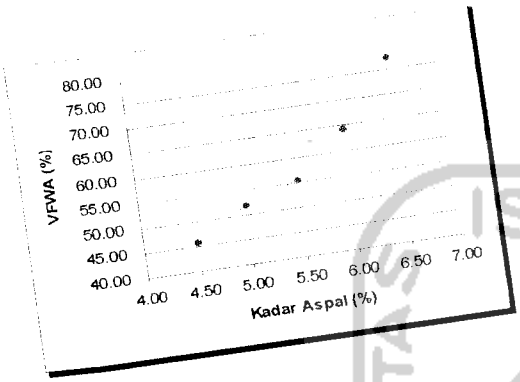
r = Flow (kelelahan plastis)
QM = Quintion Marshal
Suhu pencampuran = + 160 C
Suhu pemadatan = 140 C
Suhu waterbath = 60 C
B.J Aspal = 1,049
B.J Agregat = 2,66

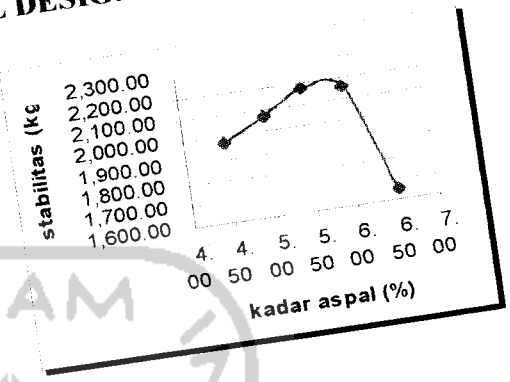
Mengetahui

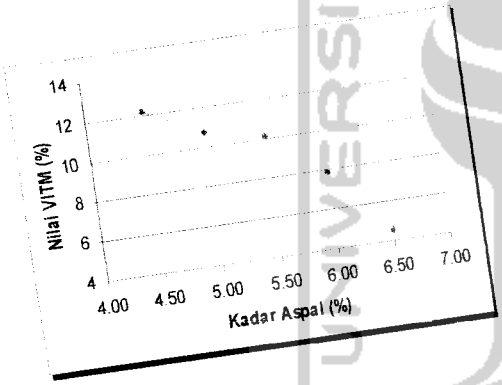
Ir. Iskandar S.,MT
Kepala Lab Jalan Raya

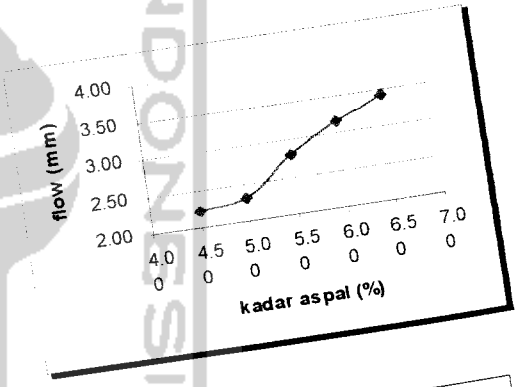
LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp. 95330 Jogjakarta 55584

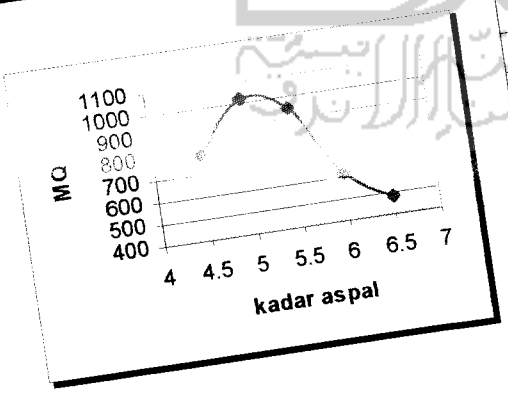
KADAR ASPAL DESIGN

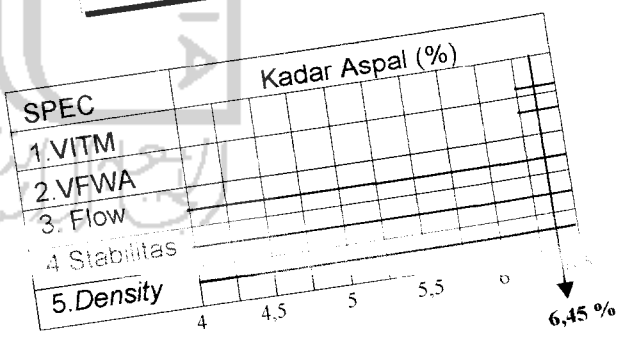










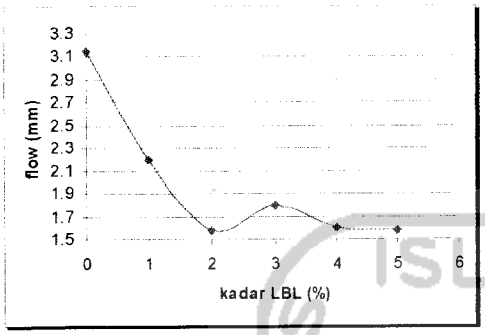


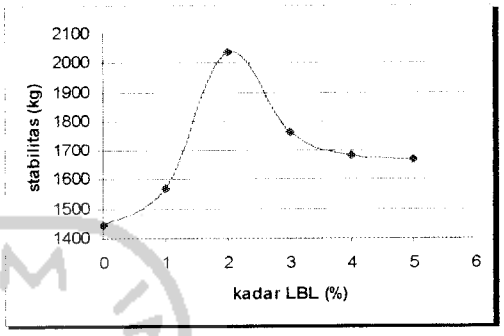
Jogjakarta, 20 Desember 2002

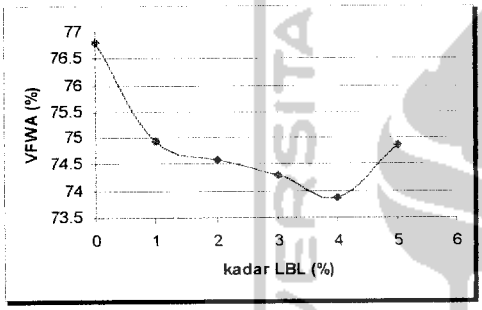
Ir. Iskandar S., MT
Kepala Lab. Jalan Raya

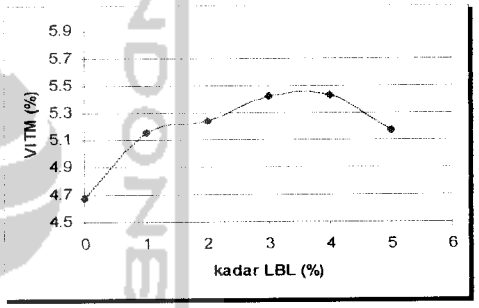
LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp. 95330 Jogjakarta 55584

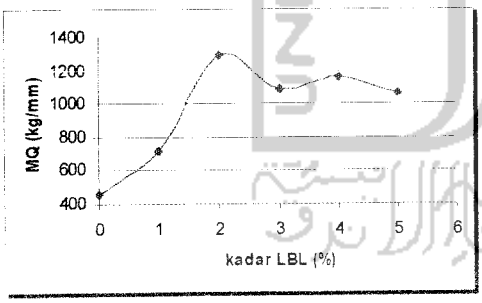
KADAR ASPAL + LBL DESIGN

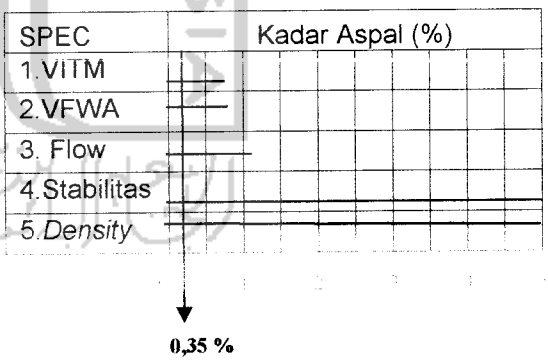












0,35 %

Jogjakarta, 20 Desember 2002

Ir. Iskandar S., MT
Kepala Lab. Jalan Raya

LAMPIRAN 4

Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Aspal dengan Kadar Limbah Busa Lateks Optimum pada Kadar Aspal Optimum

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

PEMERIKSAAAN
PENETRASI ASPAL + LIMBAH BUSA LATEKS (0,35%)

Contoh dari : PERTAMINA, Cilacap
Jenis Contoh : -
Diperiksa Tgl : 20 Desember 2002

Diperiksa oleh :
M. Bustanul Arifin
M. Aviv Maulana

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	25 °C	10.09 WIB
SELESAI PEMANASAN	100 °C	10.30 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	100 °C	10.31 WIB
SELESAI	26 °C	11.31 WIB
DIRENDAM AIR PADA SUHU 25 °C		
MULAI	26 °C	11.40 WIB
SELESAI	25 °C	13.30 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	25 °C	13.35 WIB
SELESAI	25 °C	14.30 WIB

HASIL PENGAMATAN

No	CAWAN I (0,1 mm)	CAWAN II (0,1 mm)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	51	49	
2	44	57	
3	45	50	
4	45	53	
5	55	51	
RERATA	48	52	50 × 0,1mm

Jogjakarta, 20 Desember 2002

Ir. Iskandar S., MT
Kepala Lab. Jalan Raya

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

PEMERIKSAAAN TITIK LEMBEK ASPAL

Contoh dari : PERTAMINA, Cilacap

Jenis Contoh : -

Diperiksa Tgl : 20 Desember 2002

Diperiksa oleh :

M. Bustanul Arifin

M. Aviv Maulana

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	25 °C	10.09 WIB
SELESAI PEMANASAN	100 °C	10.30 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	100 °C	10.31 WIB
SELESAI	26 °C	11.31 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	25 °C	11.32 WIB
SELESAI	25 °C	12.00 WIB

HASIL PENGAMATAN

No	SUHU YG DIAMATI	WAKTU (MENIT)		TITIK LEMBEK	
		I	II	I	II
1	5 °C	0	0		
2	10 °C	5,5	5,5		
3	15 °C	9	9		
4	20 °C	12,5	12,5		
5	25 °C	15,5	15,5		
6	30 °C	18,7	18,7		
7	35 °C	20	20		
8	40 °C	22	22		
9	45 °C	24	24		
10	50 °C	26	26		
11	55 °C			52 °C	53 °C

Jogjakarta, 20 Desember 2002

Ir. Iskandar S., MT

Kepala Lab. Jalan Raya

LAMPIRAN 5

Hasil Pemeriksaan dan Perhitungan Rendaman *Marshall*

(Immersion Test)

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

Pekerjaan / Proyek : Tugas Akhir
Pengirim sample : M. Bustanul Arifin
M. Avif Maulana
Jenis campuran : Beton Aspal (AC)
Tanggal : 30 November 2002

Dikerjakan Oleh : M. Bustanul Arifin
M. Avif Maulana
Diperiksa Oleh : M. Bustanul Arifin
M. Avif Maulana

HASIL PEMERIKSAAN IMMERSION TEST

t (mm)	LBL	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (gr)	g	h	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	VFWA m (%)	VITM n (%)	o (kg)	p (kg)	Stabilitas q (kg)	Flow r (mm)	QM (kg/mm)
61.75	0.00	6.89	6.45	1175.0	1177.0	688.0	489.0	2.403	2.513	15.498	80.110	4.392	19.890	77.920	4.392	510.0	1746.75	1530.59	2.40	762.745
61.85	0.00	6.89	6.45	1177.0	1185.0	685.0	500.0	2.354	2.513	15.183	78.481	6.336	21.519	70.556	6.336	465.0	1592.63	1964.29	2.40	693.155
61.35	0.00	6.89	6.45	1185.0	1191.0	687.0	504.0	2.351	2.513	15.165	78.387	6.448	21.613	70.167	6.448	450.0	1541.25	1632.18	3.05	535.142
								2.35						**70.36**	**6.39**			**1648.24**	**2.725**	**614.299**
62.35	0.35	6.89	6.45	1175.0	1178.0	689.0	489.0	2.403	2.513	15.498	80.110	4.392	19.890	77.920	1392	540.0	1849.50	1906.83	3.10	615.108
61.13	0.35	6.89	6.45	1176.0	1179.0	687.0	492.0	2.390	2.513	15.417	79.689	4.894	20.311	75.905	1894	465.0	1592.63	1696.15	3.80	446.354
61.87	0.35	6.89	6.45	1180.0	1182.0	688.0	496.0	2.379	2.513	15.345	79.315	5.340	20.685	74.184	5.340	580.0	1986.50	2073.91	2.65	782.606
								2.38						**76.00**	**4.88**			**1892.30**	**3.183**	**614.689**

t = Tebal Benda Uji
a = % Aspal terhadap batuan
b = % Aspal terhadap Campuran
c = Berat kering (sebelum direndam)
d = Berat basah jenuh (SSD)
e = Berat didalam air
f = Volume (isi) d-e
g = Berat isi c/f
h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)

i = (b x g) : Bj Asp
j = (100 - b) x g : Bj Agregat
k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)
l = Rongga terhadap agregat (100 - j)
m = Rongga yang terisi aspal (VFWA) 100 x (i/l)
n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x (g/h)}
o = Pembacaan arloji stabilitas
p = o x kalibrasi proving ring
q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis)
QM = Quintion Marshal
Suhu pencampuran = + 160 C
Suhu pemadatan = 140 C
Suhu waterbath = 60 C
B.J Aspal = 1,049
B.J Agregat = 2,66

Mengetahui

Ir. Iskandar S.,MT
Kepala Lab Jalan Raya

LAMPIRAN 6

Hasil Pemeriksaan dan Perhitungan Permeabilitas

DATA PERMEABILITAS

Jenis Pekerjaan : .....

Pekerjaan : .....

NO.	KODE BENDA UJI	TEKANAN						KETERANGAN	
		1-1		2-2		3-3			
		'	"	'	"	'	"		
1	P_1 / 1.0	10	5	1	22	0	30		
2	P_2 / 1.0	24	32	3	46	1	34		
3	P_3 / 1.0	14	50	4	25	2	14		
4	P / a_1	27	22	4	18	2	05		
5	P / a_2	45	02	11	42	5	20		
6	P / a_3	18	46	7	16	3	42		

' menit " detik

Yogyakarta, 6-01-2003

Diperiksa Oleh,

(Ir. Imam Basuki)

Dibuat Oleh,

(.....)

HASIL TEST PERMEABILITAS CAMPURAN BETON ASPAL
PADA VARIASI PEMADATAN

Jenis Pekerjaan :.....

No	*1	Kadar Aspal (%)	Tebal Benda Uji (cm)	Waktu (detik)			Debit Rembesan (cm^3/det)			Koefisien Permeabilitas (10^{-4} cm / det)				$k_{rata-rata}$ (10^{-4} cm/det)
				T_{1-1}	T_{2-2}	T_{3-3}	q_{1-1}	q_{2-2}	q_{3-3}	k_{1-1}	k_{2-2}	k_{3-3}	$(k_{1-1}+k_{2-2}+k_{3-3})/3$	
1.	P1/0	6,45	6,175	605	82	30	1.653	12,195	33,333	0,130	0,480	0,874	0,4945	
	P2/0		6,185	1475	226	94	0.678	4,425	10,638	0,053	0,174	0,279	0,1690	
	P3/0		6,135	890	265	134	1.124	3,774	7,463	0,088	0,147	0,194	0,1438	0,1561
2.	P/a1	6,45	6,235	1642	258	125	0,609	3876	8,000	0,098	0,154	0,212	0,1380	
	P/a2		6,113	2702	702	320	0,370	1,425	3,185	0,029	0,055	0,081	0,0551	
	P/a3		6,187	1126	436	222	0.888	2,294	4,505	0,070	0,090	0,118	0,0929	0,0954
3														
4														

Keterangan :

T = lama waktu rembesan, detik

V = volume rembesan, (1000 cm^3)

q = debit rembesan = V / T, cm^3 / detik

γ_{air} = berat unit air = $\rho_{air} \times g$ = 980,7 dyne / cm^3

L = tebal benda uji, cm

d = diameter benda uji = 10 Cm

A = Luas Tampang Benda Uji = 1/4 πd^2 = 1/4 x π x 10^2 = 78.50 Cm^2

P = Tekanan Air pengujian, kg / cm^2

P0 = 1 kg / cm^2 = 980,700 dyne / cm2

P_1 = 2 kg / cm^2 = 1,961,400 dyne / cm2

P_2 = 3 kg / cm^2 = 2,942,100 dyne / cm2

Catatan : = *1 Model Uji

k = Koefisien Permeabilitas (Cm / detik) $k = \frac{V \times L \times \gamma air}{A \times P \times T}$ Cm/det

Contoh Perhitungan :

Diketahui : T_{1-1} = 605 detik

V = 1000 cm^3

$\gamma_{air} = \rho_{air} \times g$ = 980,7 dyne/cm^3

d = 10 cm

p_0 = 1 kg/cm^2 = 980,70 dyne/cm^2

p_1 = 2 kg/cm^2 = 1961,40 dyne/cm^2

p_2 = 3 kg/cm^2 = 2942,10 dyne/cm^2

A = Luas tampang benda uji

$= \frac{1}{4}\pi \times d^2 = \frac{1}{4}\pi \times 10^2 = 78{,}50$ cm^2

$$q_{1-1} = \frac{V}{T_{1-1}} = \frac{1000\ cm^3}{605\ det} = 1{,}653\ cm^3/det$$

$$k_{1-1} = \frac{V \times L \times \gamma_{air}}{A \times P \times T_{1-1}} = \frac{1000 \times 6{,}175 \times 980{,}7}{78{,}50 \times 980{,}7 \times 605} = 0{,}130 \times 10^{-4}\ cm/det$$

$$(k_{1-1} + k_{2-2} + k_{3-3})/3 = (0{,}130 + 0{,}480 + 0{,}874)/3$$

$$= 0{,}4946 \times 10^{-4}\ cm/det$$

$$k_{rata-rata} = (0{,}4946 + 0{,}1690 + 0{,}1432)/3$$

$$= 0{,}1561 \times 10^{-4}\ cm/det$$

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

Pekerjaan / Proyek : Tugas Akhir
Pengirim sample : M. Bustanul Arifin
M. Avif Maulana
Jenis campuran : Beton Aspal (AC)
Tanggal : 30 November 2002

Dikerjakan Oleh : M. Bustanul Arifin
M. Avif Maulana
Diperiksa Oleh : M. Bustanul Arifin
M. Avif Maulana

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST DENGAN LIMBAH BUSA LATEKS

t (mm)	a (%)	LBL	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	density g(gr/cc)	h	i (%)	j (%)	k (%)	VFWA l (%)	VITM m (%)	n (%)	o (kg)	p (kg)	Stabilitas q (kg)	*Flow* r (mm)	MQ (kg/mm)
61.58	6.89	0.0	6.45	1162.0	1176.0	686.0	2.371	2.513	15.296	79.062	5.643	20.938	73.051	5.643	520.0	1781.00	1873.61	2.6	734.750
62.65	6.89	0.0	6.45	1187.0	1182.0	687.0	2.398	2.513	15.467	79.947	4.586	20.053	77.130	4.586	415.0	1421.36	1452.65	3.1	468.595
62.28	6.89	0.0	6.45	1185.0	1184.0	689.0	2.394	2.513	15.441	79.812	4.747	20.188	76.486	4.747	405.0	1387.13	1432.90	3.2	447.781
							2.37					**20.12**	**76.81**	**4.67**			**1442.77**	**3.150**	**458.188**
61.90	6.89	1.0	6.45	1178.0	1180.0	687.0	2.389	2.513	15.412	79.663	4.925	20.337	75.781	4.925	425.0	1455.63	1518.22	2.1	722.960
61.63	6.89	1.0	6.45	1182.0	1186.0	689.0	2.378	2.513	15.340	79.290	5.370	20.710	74.069	5.370	450.0	1541.25	1619.85	2.3	704.284
62.03	6.89	1.0	6.45	1182.0	1186.0	686.0	2.364	2.513	15.248	78.814	5.938	21.186	71.971	5.938	430.0	1472.75	1530.19	2.9	527.651
							2.37					**20.50**	**74.93**	**5.15**			**1569.04**	**2.200**	**713.622**
61.05	6.89	2.0	6.45	1175.0	1179.0	686.0	2.383	2.513	15.373	79.460	5.168	20.540	74.842	5.168	540.0	1849.50	1973.42	1.55	1273.172
61.93	6.89	2.0	6.45	1162.0	1168.0	679.0	2.376	2.513	15.327	79.223	5.450	20.777	73.770	5.450	450.0	1541.25	1605.98	4.7	341.698
61.32	6.89	2.0	6.45	1178.0	1179.0	684.0	2.380	2.513	15.350	79.341	5.310	20.659	74.299	5.310	580.0	1986.50	2103.70	1.6	1314.815
							2.38					**20.60**	**74.57**	**5.24**			**2038.56**	**1.58**	**1293.993**
61.85	6.89	3.0	6.45	1180.0	1181.0	685.0	2.379	2.513	15.345	79.315	5.340	20.685	74.184	5.340	420.0	1438.50	1503.23	1.1	1366.575
62.12	6.89	3.0	6.45	1178.0	1181.0	685.0	2.375	2.513	15.319	79.181	5.500	20.819	73.580	5.500	570.0	1952.25	2024.48	2.5	809.793
62.73	6.89	3.0	6.45	1178.0	1181.0	678.0	2.342	2.513	15.106	78.079	6.816	21.921	68.909	6.816	560.0	1918.00	1954.44	2.0	962.729
							2.38					**20.75**	**73.88**	**5.42**			**1763.86**	**1.800**	**1088.184**
61.70	6.89	4.0	6.45	1179.0	1180.0	684.0	2.377	2.513	15.332	79.248	5.420	20.752	73.881	5.420	470.0	1609.75	1688.63	1.1	1535.116
62.30	6.89	4.0	6.45	1183.0	1186.0	686.0	2.366	2.513	15.261	78.881	5.859	21.119	72.260	5.859	460.0	1575.50	1625.92	2.3	706.920
61.80	6.89	4.0	6.45	1189.0	1191.0	693.0	2.388	2.513	15.400	79.599	5.001	20.401	75.486	5.001	485.0	1661.13	1737.54	1.4	1241.098
							2.38					**20.76**	**73.88**	**5.43**			**1684.03**	**1.600**	**1161.045**
62.32	6.89	5.0	6.45	1187	1188	693	2.398	2.513	15.467	79.947	4.586	20.715	74.666	4.586	470	1609.75	1688.63	2.1	804.108
62.22	6.89	5.0	6.45	1189	1192	690	2.369	2.513	15.277	78.965	5.758	21.035	72.626	5.758	460	1575.50	1652.70	1.95	1574.000
62.50	6.89	5.0	6.45	1187	1190	692	2.384	2.513	15.374	79.465	5.161	20.535	74.867	5.161	510	1746.75	1832.34	2.2	832.882
							2.38					**20.76**	**74.87**	**5.17**			**1670.66**	**1.575**	**1070.330**

t = Tebal Benda Uji
a = % Aspal terhadap batuan
b = % Aspal terhadap Campuran
c = Berat kering (sebelum direndam)
d = Berat basah jenuh (SSD)
e = Berat didalam air
f = Volume (isi) d-e
g = Berat isi c/f
h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)

i = (h x g) : Bj Asp
j = (100 - b) x g : Bj Agregat
k = Jumlah kandungan rongga (100-j j)
l = Rongga terhadap agregat (100 - j)
m = Rongga yang terisi aspal (VFWA) 100 x (i/l)
n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x (g/h)}
o = Pembacaan arloji stabilitas
p = o x kalibrasi proving ring
q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis)
QM = Quintion Marshal
Suhu pencampuran = + 160 C
Suhu pemadatan = 140 C
Suhu waterbath = 60 C
B.J Aspal = 1,049
B.J Agregat = 2,66

Mengetahui

Ir. Iskandar S.,MT
Kepala Lab Jalan Raya