

# **PENGARUH PEMADATAN LANJUTAN TERHADAP KINERJA BETON ASPAL**

## **TUGAS AKHIR**

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Ujian Sarjana*

Disusun Oleh:

**RIZA FOUZAN**  
**NIM : 08 811 0049**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2010**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber  
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)2/1/24

# PENGARUH PEMADATAN LANJUTAN TERHADAP KINERJA BETON ASPAL

## TUGAS AKHIR

Oleh:

**RIZA FOUZAN**  
08.811.0049



Disetujui:

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

(Ir. Melloukey Ardan, M.T.)

(Ir. Rio Ritha Sembiring)

Mengetahui:

**Dekan**

**Ka. Program Studi**

(Ir. Hj. Haniza, M.T.)

(Ir. H. Edy Hermanto, M.T.)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber  
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)2/1/24

## ABSTRAK

Pematatan lanjut akibat lalu lintas pada campuran Beton Aspal di lapangan dapat menyebabkan Penurunan volume dalam campuran bahkan mengakibatkan bleeding. Permasalahan dilapangan bahwa informasi mengenai pengaruh pematatan lanjut tersebut masih sangat minim. Pada penelitian ini, disimulasikan pematatan untuk benda uji Marshall lebih besar dari pematatan standar (2x75 pukulan), yaitu : 2x150, 2x200, 2x300 dan 2x400 pukulan, untuk mengetahui seberapa jauh pengaruh pematatan lanjutan terhadap kinerja campuran Beton Aspal. Penelitian ini dilakukan dalam percobaan laboratorium dengan alat Marshall dan data hasil pengujian Marshall tersebut dianalisis untuk mengamati kinerja campuran dengan menggunakan pendekatan empiris yang mencakup penurunan volume dan nilai modulus kekakuan. Dari hasil penelitian didapat kadar aspal optimum berdasarkan tumbukan standar (2x75 pukulan) untuk lalu lintas berat sebesar 6,2%. Didasarkan terhadap kadar aspal optimum tersebut didapat beberapa kesimpulan bahwa kenaikan jumlah tumbukan menyebabkan penurunan nilai VIM 26,9 -77,07 %, kenaikan Nilai VMA 6% - 20,73%, kenaikan nilai stabilitas hingga 100%, kenaikan nilai kelelahan sebesar 17,4 - 35,9%, kenaikan nilai VFA 6,0 - 20,73 % dan juga nilai kepadatan tentunya sebesar 1,07 % - 3,19%.

Kata kunci: aspal, tumbukan, rongga.



## ABSTRACT

*Further compaction due to traffic on asphalt concrete mixtures in the field can cause the decrease in the volume of the mixture even cause bleeding. Problems in the field that information about the effects of compaction information is still very minimal. In this study, simulated compaction for Marshall test objects larger than a standard compaction (2x75 punch), ie: 2x150, 2x200, 2x300 and 2x400 blows, to see how far the influence of further compacting the asphalt concrete mixture performance. This research was conducted in laboratory experiments by means of Marshall and Marshall test result data is analyzed to observe the performance of the mixture by using an empirical approach which includes reduction in the volume. From the research results obtained optimum asphalt content based on the standard collision (2x75 blow) for heavy traffic for 6.2%. Based on the optimum asphalt content obtained some conclusions that the increase in the number of collisions led to decline in value of 26,9 - 77,07 %VIM. Graphic analysis of the relationship between the increase in the number of collisions with the increase in VMA value 6% - 20,73%, increase in stability value till 100%, increase in VFA value and increase in density value 1,07 % - 3,19%.*

*Key word: asphalt, compaction, void*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadirat ALLAH SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Pematatan Lanjutan Terhadap Kinerja Beton Aspal”**.

Penulisan Skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh guna meraih gelar Sarjana Teknik ada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area. Melalui penyusunan Skripsi ini mahasiswa diharapkan mampu melakukan analisa terhadap kinerja beton aspal dan mampu mengadakan kontrol terhadap kualitas pengaspalan dilapangan dan serta membantu memperdalam ilmu yang telah diperoleh selama masa kuliah.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan bnyak terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Hj. Siti Mariani Harahap, sebagai Ketua Badan Pengurus Harian Yayasan Pendidikan Haji Agus Salim (YPHAS) Universitas Medan Area, Medan;
2. Bapak Prof. Dr. H. A Ya'cob Matondang, M.A., sebagai Rektor Universitas Medan Area, Medan;
3. Ibu Ir. Hj. Haniza, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area, Medan;
4. Bapak Ir. Edy Hermanto, M.T., selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area, Medan;
5. Ir. Melloukey Ardan, M.T., selaku Dosen Pembimbing I;

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)2/1/24

6. Ir. Rio Ritha Sembiring, selaku Dosen Pembimbing II;
7. Tim Penguji Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area;
8. Semua Staff Pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area;
9. Semua Staff dan karyawan pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area;
10. Semua Staff dan karyawan Politeknik Negeri Medan dan pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik khususnya;
11. PT Adhi Karya (Persero) Tbk, khususnya kepada kakanda Ramzani;
12. Sahabat dan Orang Terkasih yang selalu memberikan dukungan moral, waktu dan tenaga.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan, sehingga masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran demi perbaikan ini sangat diharapkan.

Akhir kata semoga Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua dan mahasiswa Teknik Sipil khususnya.

Medan, Oktober 2010

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	1
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian .....	2
1.5. Batasan Penelitian .....	3
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1. Aspal .....	4
2.1.1. Jenis-jenis aspal .....	4
2.1.2. Sifat-sifat teknis aspal .....	5
2.1.3. Sifat-sifat keawetan aspal .....	6
2.1.4. Fungsi aspal .....	7
2.1.5. Pemeriksaan sifat semen aspal.....	7
2.1.6. Persyaratan aspal.....	7

2.2.	Agregat .....	8
2.2.1.	Spesifikasi Umum agregat .....	8
2.2.2.	Sifat-sifat fisik Agregat dan hubungannya dengan kinerja campuran beton aspal.....	9
2.2.3.	Analisa saringan.....	13
2.3.	Lapis beton aspal (Laston).....	14
2.4.	Karakteristik beton aspal .....	15
2.5.	Sifat volumetrik dari beton aspal yang dipadatkan.....	16
2.6.	Perencanaan campuran aspal dan agregat.....	21
2.6.1.	Penentuan proporsi campuran fraksi-fraksi agregat .....	21
2.6.2.	Penentuan nilai tengah/ideal kadar aspal .....	23
2.6.3.	Pembuatan campuran aspal dan agregat di laboratorium.....	25
2.6.4.	Rancangan Campuran Metode Marshall.....	26
2.6.5.	Penentuan berat jenis dari benda uji .....	27
2.7.	Pengujian Campuran Beraspal Dengan Alat Marshall Standar	
2.7.1.	Membuat grafik dan menentukan kadar aspal optimum .....	34
2.7.2.	Penentuan berat jenis dari benda uji .....	30
2.7.3.	Pemeriksaan nilai stabilitas dan flow.....	30
 <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>		
3.1.	Bahan .....	31
3.2.	Variabel penelitian .....	31
3.3.	Alat.....	32
3.4.	Prosedur penelitian.....	33

3.4.1. Pengadaan bahan .....	33
3.4.2. Pemeriksaan bahan .....	34
3.4.2.1. Agregat kasar.....	34
3.4.2.2. Agregat halus.....	38
3.4.2.3. Filler .....	40
3.4.2.4. Aspal ( AC 60/70 ) .....	41
3.4.3. Proses pembuatan benda uji campuran aspal .....	46
3.4.3.1. Penentuan proporsi campuran fraksi-fraksi agregat .....	46
3.4.3.2. Menentukan Perkiraan nilai tengah kadar aspal .....	47
3.4.3.3. Pembuatan campuran aspal dan agregat.....	61
3.4.3.4. Menghitung parameter Marshall pada beton aspal.....	64
3.4.3.5. Menentukan kadar aspal optimum dengan percobaan dan perhitungan kadar aspal maksimum pada tumbukan 2x75 tumbukan .....	69
3.4.4. Pembuatan benda uji dengan variasi tumbukan.....	69
3.4.4.1. Pematatan campuran aspal dan agregat dengan Variasi tumbukan.....	69
3.4.4.2. Pengujian campuran aspal dengan metode Marshall.....	69
3.4.5. Analisis data .....	69

#### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

4.1. Hasil Pemeriksaan Bahan Campuran Beton Aspal .....	55
4.1.1. Agregat .....	55
4.1.2. Aspal.....	56
4.2. Perhitungan .....	
4.2.1. Perencanaan campuran aspal dan agregat .....	57

4.2.1.1.	Penentuan proporsi campuran fraksi-fraksi agregat .....	57
4.2.1.2.	Penentuan nilai tengah/ideal kadar aspal .....	58
4.2.1.3.	Rancangan Campuran Metode Marshall (penentuan kadar aspal optimum).....	61
4.2.1.4.	Pengujian Campuran Beraspal Dengan Alat Marshall Standar .....	64
	1) Membuat grafik dan menentukan kadar aspal optimum.....	65
	2) Pembuatan benda uji untuk variasi tumbukan .....	67
	3) Pemeriksaan volumetrik benda uji aspal padat .....	67
	4) Pengujian dengan alat Marshall Standar .....	68
4.3.	Hasil Penelitian .....	69
4.3.1.	Nilai kepadatan/density .....	69
4.3.2.	Nilai Stabilitas .....	70
4.3.3.	Nilai kelelahan ( <i>flow</i> ) .....	71
4.3.4.	Nilai VITM.....	71
4.3.5.	Nilai VFA .....	72
4.3.6.	Nilai VMA.....	73
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1.	Simpulan .....	75
5.2.	Saran .....	76
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		
<b>LAMPIRAN .....</b>		
<b>DOKUMENTASI PENELITIAN.....</b>		

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 2.1. : Persyaratan Bahan Aspal Campuran Beraspal Panas .....	7
Tabel 2.2. : spesifikasi agregat berdasarkan AASHTO .....	10
Tabel 2.3. : Speifikasi agregat Kasar .....	10
Tabel 2.4. : contoh spesifikasi campuran agregat .....	12
Tabel 2.5. : Spesifikasi Ukuran saringan dalam analisa ayak .....	13
Tabel 2.6. : Persyaratan campuran lapis beton aspal .....	17
Tabel 2.7. : Suhu pematatan dan pencampuran aspal .....	28
Tabel 2.8. : Suhu pencampuran aspal berdasarkan jenis aspal .....	29
Tabel 2.9. : Batas spesifikasi gradasi agregat campuran .....	31
Tabel 2.10. : Peraturan faktor luas permukaan agregat .....	31
Tabel 3.1. : Pemeriksaan campuran aspal dengan alat marshal .....	31
Tabel 4.1. : Hasil Pemeriksaan agregat .....	31
Tabel 4.2. : Hasil Pemeriksaan aspal .....	31
Tabel 4.3. : Perencanaan Gradasi Campuran Ac - Wc .....	31
Tabel 4.4. : Perhitungan berat Campuran proporsi agregat .....	31
Tabel 4.5. : Hasil Perhitungan berat jenis agregat .....	31
Tabel 4.6. : Perhitungan jumlah luasan permukaan agregat .....	31
Tabel 4.7. : Pemeriksaan campuran beton aspal variasi kadar aspal .....	31
Tabel 4.8. : Pemeriksaan beton aspal variasi kadar aspal stabilitas dan kelelahan .....	31
Tabel 4.9. : Spesifikasi beton aspal pada percobaan Marshall .....	31
Tabel 4.10. : Pemeriksaan campuran beton aspal variasi kadar aspal .....	31

Tabel 4.11.	: Pemeriksaan Campuran beton Aspal.....	31
Tabel 4.12.	: Pemeriksaan Campuran beton Aspal variasi pukulan stabilitas dan flow .....	31
Tabel 4.13.	: Pemeriksaan beton aspal dengan alat marshal pada variasi pukulan .....	31



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. : Perhitungan komposisi campuran aspal.....	22
Gambar 4.1. : Grafik perencanaan gradasi campuran agregat .....	58
Gambar 4.2. : Grafik densitas terhadap perubahan kadar aspal .....	65
Gambar 4.3. : Grafik stabilitas terhadap perubahan kadar aspal.....	65
Gambar 4.4. : Grafik VIM terhadap perubahan kadar aspal.....	66
Gambar 4.5. : Grafik flow terhadap perubahan kadar aspal .....	66
Gambar 4.6. : Grafik VFA terhadap perubahan kadar aspal.....	66
Gambar 4.7. : Gambar penentuan kadar aspal optimum.....	67
Gambar 4.8. : Grafik Pengaruh Variasi Tumbukan terhadap kepadatan/density .....	70
Gambar 4.9. : Grafik Pengaruh Variasi Tumbukan terhadap stabilitas beton aspal .....	70
Gambar 4.10. : Grafik Pengaruh Variasi Tumbukan terhadap flow beton aspal.....	71
Gambar 4.11. : Grafik Pengaruh Variasi Tumbukan terhadap VIM beton aspal.....	72
Gambar 4.12. : Grafik Pengaruh Variasi Tumbukan terhadap VFA beton aspal.....	73
Gambar 4.13. : Grafik Pengaruh Variasi Tumbukan terhadap VMA beton aspal.....	74

## DAFTAR NOTASI

		Halaman
A	= Persen lolos saringan fraksi agregat A pada ukuran d mm .....	%
a	= Proporsi dari fraksi agregat A .....	%
B	= Persen lolos saringan fraksi agregat B pada ukuran d mm .....	%
b	= Proporsi dari fraksi agregat B.....	%
B <sub>k</sub>	= Berat Jenis kering oven agregat.....	gram
B <sub>a</sub>	= Berat jenis agregat dalam air .....	gram
B <sub>j<sub>ssd</sub></sub>	= Berat jenuh permukaan kering (SSD).....	-
B <sub>j<sub>bulk</sub></sub>	= Berat jenis dengan memperhitungkan berat agregat dalam keadaan kering dan seluruh volume agregat .....	-
B <sub>j<sub>semu</sub></sub>	= Berat jenis dengan memperhitungkan berat agregat dalam keadaan kering dan volume agregat yang tak dapat diresapi air.....	-
B <sub>j<sub>efektif</sub></sub>	= Berat jenis dengan memperhitungkan berat agregat kering dan volume agregat yang tak bisa diresapi aspal .....	-
C	= lolos saringan fraksi agregat C pada ukuran d mm .....	-
c	= Proporsi dari fraksi agregat C.....	-
P	= persen lolos ukuran saringan d mm yang diinginkan, yang diperoleh dari spesifikasi campuran .....	-
M <sub>3F</sub>	= Jumlah Berat Yang lolos ukuran Flakiness.....	gram
G <sub>mb</sub>	= Berat jenis <i>bulk</i> aspal padat.....	-
G <sub>mm</sub>	= Berat jenis maksimum beton aspal yang belum dipadatkan .....	-
G <sub>sb</sub>	= Berat jenis <i>bulk</i> agregat campuran.....	-
G <sub>se</sub>	= Berat Jenis Efektif Agregat campuran .....	-
P <sub>s</sub>	= persentase kadar aspal dalam beton aspal .....	%

$P_a$	= persentase kadar agregat dalam beton aspal.....	%
$P_{ae}$	= kadar aspal efektif yang menyelimuti agregat.....	%
$P_{ab}$	= kadar aspal yang terabsorpsi ke dalam pori butir agregat.....	%
$G_a$	= Berat jenis aspal.....	-
LP	= luas permukaan total dari agregat campuran di dalam beton aspal padat.....	mm <sup>2</sup> /kg



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pada saat ini kurang control terhadap kendaraan yang melintasi suatu jalan beraspal, terutama karena banyaknya jembatan timbang yang tidak beroperasi, sehingga menyebabkan penyimpangan berat muatan yang menyebabkan pembebanan berlebih pada perkerasan jalan meningkat. Seringnya dijumpai kondisi jalan yang rusak sebelum masa pelayanan umur rencana tercapai merupakan suatu alasan untuk meneliti pengaruh pembebanan berlebih terhadap kinerja perkerasan jalan beraspal. Penelitian ini dilakukan pada lapis perkerasan jenis beton aspal berupa penelitian laboratorium dengan alat marshall lebih besar dari pematatan standar (2x75) pukulan, yaitu 2x150, 2x225, 2x300, 2x400 yang bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh pematatan lanjutan/berlebih terhadap kinerja beton aspal.

Analisis penelitian menunjukkan bahwa variasi jumlah tumbukan menyebabkan penyusutan volume, besarnya persentase penurunan nilai VITM (*Void In The Mix*).

### 1.2. Maksud dan Tujuan Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh pembebanan berlebih atau pembebanan lanjut pada konstruksi

lapis perkerasan beton aspal melalui simulasi penambahan tumbukan bervariasi pada benda uji beton aspal.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan data dampak pengaruh peningkatan variasi jumlah tumbukan terhadap nilai-nilai volumetrik parameter pengujian Marshall.

### 1.3. Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah seberapa besar kapasitas pengaruh pembebanan berlebihan yang dilakukan pada lapis perkerasan beton aspal terhadap:

1. Pengaruh variasi jumlah tumbukan terhadap nilai VIM
2. Pengaruh variasi jumlah tumbukan terhadap nilai VMA
3. Pengaruh variasi jumlah tumbukan terhadap nilai VFA
4. Pengaruh variasi jumlah tumbukan terhadap nilai Flow
5. Pengaruh variasi jumlah tumbukan terhadap nilai Stability
6. Pengaruh variasi jumlah tumbukan terhadap kepadatan

### 1.4. Batasan Penelitian

1. Pengambilan data primer berupa pemeriksaan langsung bahan-bahan sebagai campuran beton aspal.
2. Pengujian hanya pada variasi jumlah tumbukan standar 2x75 kali, 2x150 kali, 2x225 kali, 2x300 kali, dan 2x400 kali.

### 1.5. Metode Penulisan

Untuk lebih mudah bagaimana tahapan penelitian ini dilakukan dapat dilihat pada Diagram alir berikut ini:



Diagram I: Bagan Alir Penelitian

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Aspal**

Aspal adalah sejenis mineral yang banyak digunakan untuk konstruksi jalan khususnya perkerasan lentur. Aspal merupakan material organik (*hydrocarbon*) yang kompleks yang dapat diperoleh langsung dari alam atau dengan proses tertentu (*artificial*).

##### **2.1.1. Jenis – jenis aspal**

###### **2.1.1.1. Aspal alam**

Aspal alam merupakan aspal yang diperoleh dari alam tanpa penambangan penyulingan seperti halnya aspal buatan dari minyak bumi, hanya diperlukan bahan tambah untuk meningkatkan kualitasnya. Salah satu aspal alam yang ada misalnya di selatan Sulawesi yaitu cadangan aspal alam yang berbentuk batuan beraspal yang disebut aspal buton atau *asbuton*. Namun aspal tersebut membutuhkan bahan lain untuk diolah karena memiliki kelemahan-kelemahan seperti penetrasi yang lemah, titik leleh yang tinggi dan kekenyalan yang rendah.

###### **2.1.1.2. Aspal buatan**

Aspal buatan merupakan bahan residu juga yang berasal dari destilasi minyak bumi, yang sering disebut aspal minyak. Dalam banyak literatur asing khususnya berasal dari Amerika Utara aspal ini disebut juga

sebagai *asphalt cement* (AC) karena sifatnya sama dengan semen pada konstruksi beton yaitu sama-sama perekat agregat.

### 2.1.2. Sifat Teknis Aspal

Selain bahan pengikat, aspal juga sebagai bahan pengisi antara celah-celah agregat sehingga dibentuk lapisan yang solid dan sedikit celah.

#### 2.1.2.1. Sifat termoplastis

Aspal merupakan bahan material yang bersifat termoplastis, sehingga derajat konsistensinya akan berubah seiring dengan perubahan suhu. Yaitu bertambah lunak jika dipanaskan dan semakin mengeras bila didinginkan, dengan demikian kita bias memanfaatkan konsistensi sifat tersebut untuk perkerasan yang lentur. Sifat termoplastis dari aspal akan sangat menguntungkan dari sudut pelaksanaan konstruksi. Berdasarkan sifatnya terhadap suhu maka aspal terbagi lagi ke dalam 3 bentuk yaitu padat, aspal cair, dan aspal emulsi. (revisi SNI 03-2439-1991).

#### 2.1.2.2. Aspal padat

Adalah aspal yang terbentuk dari bahan padat atau semi padat pada suhu ruang dan mencair jika dipanaskan. Aspal padat dikenal juga dengan nama *cement asphalt*.

#### 2.1.2.3. Aspal cair

Aspal cair yaitu aspal yang cair dalam suhu ruang, yang biasa dicairkan dengan bahan pencair dari hasil penyulingan minyak bumi seperti minyak tanah, bensin atau solar.

#### 2.1.2.4. Aspal emulsi

Yaitu aspal dengan campuran bahan pengemulsi dan air. Di dalam aspal emulsi aspal larut dalam air dan lebih cair bentuknya dari aspal cair

#### 2.1.3. Sifat Keawetan (*durability*)

Sifat keawetan aspal (*durability*) adalah kemampuan aspal mempertahankan sifat aspalnya akibat mengalami proses pelaksanaan konstruksi, pengaruh cuaca, dan beban lalu-lintas (masa pelayanan).

Persyaratan bahan-bahan dalam pencampuran aspal panas campuran dapat dilihat dari tabel 2.1. berikut.

Tabel 2.1. Persyaratan Bahan Aspal Campuran Beraspal Panas

No.	Jenis Pengujian	Metode	Persyaratan
1	Penetrasi, 25°C, 100 gr, detik; 0,1 mill	SNI 06-2456-1991	60-79
2	Titik Lembek; °C	SNI 06-2434-1991	48-58
3	Titik Nyala; °C	SNI 06-2433-1991	Min 200
4	Daktalitas, 25 °C; cm	SNI 06-2432-1991	Min 100
5	Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	Min. 1,0
6	Kelarutan dalam Tricloro Etilen; % Berat	SNI 06-2438-1991	MIN. 99
7	Kelekatkan Terhadap Agregat	SNI 06-2439-1991	
8	Penurunan/kehilangan Berat (dengan TFOT); % Berat	SNI 06-2440-1991	max. 0,8
9	Penetrasi setelah penurunan berat; % asli	SNI 06-2456-1991	Min. 54
10	Daktalitas setelah penurunan berat; % asli	SNI 06-2432-1991	Min. 50
	Uji bintik (spot test) -Standar Naptha -Standar	SNI 06-6885-2002/AASHTO	
11	Xylene -Hephtane	T. 102	Negatif
	Xylene		

Sumber: Dep. PU. RSNI S-01-2004

#### 2.1.4. Fungsi Aspal sebagai Material Perkerasan Jalan

- Bahan Pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara sesama aspal. (Silvia Sukirman)
- Bahan pengisi, mengisi rongga antar butir agregat dan pori-pori yang ada di dalam butiran agregat itu sendiri.

#### 2.1.5. Pemeriksaan sifat semen aspal

Secara garis besar sesuai tujuannya, pemeriksaan semen aspal dapat dikelompokkan kedalam enam kelompok: (Silvia Sukirman)

- Pengujian untuk menentukan komposisi aspal
- Pengujian untuk mendapatkan data yang berguna bagi keselamatan kerja
- Pengujian konsistensi semen aspal
- Pengujian durabilitas aspal
- Pengujian kemampuan mengikat agregat
- Pengujian berat jenis semen aspal yang dibutuhkan untuk merencanakan campuran aspal dengan agregat

#### 2.1.6. Persyaratan aspal

(RSNI S-01-2004)

##### 2.1.6.1. Aspal keras

- a) harus homogen;
- b) bebas air dan tidak membusa jika dipanaskan pada temperatur 175°C;
- c) apabila diperlukan pengujian kadar parafin lilin, kadar parafin lilin tidak melebihi 2 %. (RSNI S-01-2004)

## 2.2. Agregat

Agregat adalah kumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir dan mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun buatan. Banyaknya agregat yang ada dalam campuran perkerasan umumnya berkisar antara 90% - 95% berat atau 75%-85% volume.

Agregat merupakan bahan utama yang turut menahan beban yang diterima oleh bagian perkerasan jalan, begitu pula dalam pelaksanaan perkerasan, juga digunakan bahan pengikat aspal yang sangat tergantung kepada mutu agregat.

Berdasarkan besar partikelnya agregat dapat dibedakan menjadi agregat kasar dan halus. Agregat kasar adalah agregat yang tertahan saringan No. 10(2mm) menurut AASHTO atau tertahan saringan No. 8 menurut Dep. PU. Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan No. 10 menurut AASHTO atau No. 8 menurut Dep. PU. Dan tertahan saringan No. 200 (0,075 mm)

Dewasa ini banyak digunakan bahan agregat buatan dimana berasal dari bongkahan batu berukuran besar yang dipecah-pecah dengan alat manual atau pun mesin yang biasa disebut (stone crusher)

### 2.2.1. Spesifikasi Umum Agregat

Secara khusus AASHTO (Association of State Highway and *Transportation Officials*) menyarankan sebaiknya agregat kasar yang digunakan memenuhi kriteria fisik sebagai berikut:

Tabel 2.2. spesifikasi agregat berdasarkan AASHTO

No.	Item	Nilai
1	Abrasi dengan alat Los Angeles Abration Machine (AASHTO T 96-77, 1982)	Maks. 40% - 50%
2	Pelapukan, soundness test, (AASHTO T 104-86, 1990)	Maks. 12% (sodium sulfat) Maks. 18% (magnesium sulfat)
3	Kelekatan terhadap aspal, (AASHTO T 182-86, 1990)	Minimum 95%

Sumber: AASHTO

Namun dalam pedoman Balai Bahan dan Perkerasan Jalan Dep. PU Bina Marga menambahkan sebagai berikut:

Tabel 2.3. Speifikasi agregat Kasar

No.	Item	Nilai
4	Agregat kasar bentuk pipih, lonjong atau pipih dan lonjong (RSNI T-01-2005)	Maks. 10%
5	Material lolos saringan No. 200	Maks. 1%
6	Analisa Saringan agregat kasar dan halus	

Sumber: Balai Bahan dan Perkerasan Jalan Dep. PU Bina Marga

## 2.2.2. Sifat-Sifat Fisik Agregat Dan Hubungannya Dengan Kinerja Campuran Beraspal.

### 2.2.2.1 Ukuran butir

Ukuran agregat dalam suatu campuran terdistribusi dari ukuran yang besar hingga yang kecil. Semakin besar ukuran maksimum agregat yang dipakai semakin banyak variasi ukurannya dalam campuran.

#### 2.2.2.1.1. Agregat Halus

- 1) agregat halus adalah agregat yang lolos saringan Nomor 4 (4,75 mm) minimum 80%.

- 2) gradasi adalah pembagian ukuran butir berdasarkan analisa saringan.
- 3) agregat halus adalah, pasir atau fraksi halus, baik berupa hasil alam maupun hasil pengolahan.

#### 2.2.2.1.2. Agregat kasar

- 1) Agregat kasar adalah agregat yang tertahan diatas saringan No. 8 (2,36 mm)
- 2) Agregat kasar adalah batu pecah, kerikil, baik berupa hasil alam maupun hasil pengolahan.

#### 2.2.2.2. Gradasi

Gradasi adalah pembagian ukuran butiran yang dinyatakan dalam persen dari berat total. Gradasi agregat ditentukan dari analisa saringan. Gradasi agregat dinyatakan dalam persentase berat masing-masing yang lolos pada saringan tertentu. Gradasi yang baik adalah gradasi yang rapat (*dense graded*) karena memiliki stabilitas yang tinggi, agak kedap air dan memiliki berat isi yang besar. Untuk mendapatkan gradasi yang rapat diperlukan proporsi yang baik dan ideal yaitu gradasi yang beragam dari agregat kasar, halus hingga filler sehingga campuran dapat tertutup rapat terhindar dari besarnya rongga udara. Berikut ini dapat dilihat tabel proporsi gradasi agregat campuran yang diizinkan.

Tabel 2.4. contoh spesifikasi campuran agregat

ukuran saringan (mm)	Nomor Saringan	Persen Berat Lolos	
		Spesifikasi	Gradasi Tengah
63,00	2 1/2 "	100	100
37,5	1 1/2 "	100	100
19,0	3/4 "	65-85	75
9,5	3/8 "	45-63	54
4,75	No. 4	27-45	36
2,36	No. 8	18-40	29
1,18	No. 16	11-25	18
0,425	No. 40	6-16	11
0,075	No. 200	0-10	5

sumber: Buku Beton Aspal Campuran Panas, 2003

Tabel 2.5. Ukuran saringan dalam analisa ayak

Uraian	Ukuran Saringan											
	1"	¾"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200	
Inch	1"	¾"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200	
Mm	25.40	19.00	12.70	9.50	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	0.08	
Spec Gradasi												
Max	100.0	100.0	100.0	90.0		58.0					10.0	
Min	100.0	100.0	90.0			28.0					4.0	
Fuller												
Daerah dihindari												
Max						39.1	31.6	23.1	15.5			
Min						39.1	25.6	19.1	15.5			

sumber: Balai Bahan dan perkerasan Jalan Dep. PU seksi 6.3. 2005

**Ketentuan:**

- 1) Gradasi campuran agregat tidak boleh melalui atau pun bersinggungan dengan zona larangan.
- 2) Gradasi campuran agregat hanya diperbolehkan memotong ataupun bersinggungan dengan Fuller sebanyak satu kali
- 3) Gradasi campuran agregat tentunya harus masuk dalam batas-batas spesifikasi gradasi

### 2.2.2.3. Kebersihan agregat

Agregat bersih dari material tak diinginkan (seperti tanaman, partikel lunak, lumpur dan lain sebagainya) berada dalam atau melekat pada agregat. Pengujian ini biasa dilakukan dengan pengujian setara pasir (*sand Equivalent Test*) untuk mengetahui proporsi relative dari material lempung dalam agregat lolos saringan no. 4. Atau bias juga dengan analisa saringan basah, yaitu dengan menimbang agregat sebelum dan sesudah dicuci lalu membandingkannya

### 2.2.2.4. Kekerasan (*toughness*)

Semua agrgat harus kuat menahan abrasi dan degradasi selama proses produksi dan operasional. Agregat yang digunakan pada lapis perkerasan harus lebih keras dari lapis dibawahnya

Uji kekuatan pada agregat dapat dilakukan dilaboratorium dengan Los angeles test, uji beban kejut atau uji ketahanan terhadap pecah.

### 2.2.2.5. Bentuk Butir agregat

Bentuk butiran yang bersudut memberikan ikatan yang baik dalam campuran yang menahan perpindahan agregat yang mungkin terjadi. Namun lebih baik lagi jika bentuk butiran bersudut dan bulat dikombinasikan.

#### 2.2.2.6. Tekstur permukaan

Agregat yang permukaannya kasar memberikan kontribusi yang baik dalam ikatan campuran karena memiliki kekesatan yang cukup untuk menahan pergerakan yang mungkin saat operasional perkerasan.

#### 2.2.2.7. Penyerapan

Daya serap agregat (porus) menentukan banyaknya zat cair yang dapat diserap agregat yaitu berupa aspal dan air. Jika porus tinggi akan sangat merugikan, karena biaya yang dianggarkan untuk perencanaan campuran semakin besar karena sepal paling mahal harga satuannya dibanding agregat dalam campuran beton aspal.

#### 2.2.2.8. Kelekatan terhadap aspal

Kelekatan aspal merupakan kecenderungan agregat untuk menerima, menyerap dan menahan film aspal.

#### 2.2.3. Analisa Saringan

Batu pecah dan batu alam secara teoritis dibagi kedalam dua kelompok yaitu kasar, dimana agregat tertahan saringan 5 mm dan kelompok halus yaitu lolos saringan 5 mm (BS 882, 1973). Namun di laboratorium dibagi menjadi 4 zona gradasi untuk beton, tetapi untuk perencanaan perkerasan jalan digunakan tiga zona gradasi yaitu halus, sedang dan kasar.

### 2.2.3.1. Ukuran Maksimum Agregat

Yaitu menunjukkan ukuran saringan terkecil dimana agregat yang lolos sebanyak 100%.

### 2.2.3.2. Ukuran nominal maksimum agregat

Menunjukkan ukuran saringan terbesar dimana agregat yang tertahan saringan tersebut, sebanyak tidak lebih dari 10%. Ukuran maksimum agregat adalah satu saringan atau ayakan yang lebih besar dari ukuran nominal maksimum.

### 2.2.3.3. Filler

Menurut Dep. PU, Filler(FA) atau abu batu adalah mineral yang lolos saringan no. 30 sebanyak 100% dan minimum 65% lolos saringan no. 200.

## 2.3. Lapis beton aspal (Laston)

(Asphalt Testing, Pusat Pelatihan MBT 2003)

Lapisan ini merupakan campuran agregat dan aspal dimana ukuran agregat maksimum lolos saringan 19 mm. Beton aspal adalah suatu campuran antara agregat, filler, dan aspal sebagai bahan pengikatnya dengan atau tanpa bahan tambahan.. Untuk dapat menyatukan ketiga bahan tersebut agregat dan aspal dipanaskan pada suhu dan ketentuan yang umumnya berkisar 145°-155°C sebelum dicampur yang dikenal dengan istilah “hot mix”.

Pencampuran dilakukan di pabrik pencampur kemudian dibawa ke lokasi dan dihampar dengan menggunakan alat penghampar (*paving machine*) sehingga

diperoleh lapisan leas yang seragam dan kemudian diperoleh lapisan padat aspal beton. (Silvia Sukirman 77:4)

Ada beberapa macam jenis campuran beraspal, namun dalam penelitian ini jenis campuran aspal yang akan ditinjau adalah campuran lapis beton aspal (Laston Lapis Aus) atau *Aasphalt Concrete Wearing Coarse (AC-WC)*, karena jenis ini yang paling sering digunakan dalam konstruksi lapis perkerasan lentur.

Lapis beton aspal adalah lapis penutup pada konstruksi perkerasan jalan yang mempunyai nilai struktural. Campuran ini terdiri dari agregat bergradasi menerus dengan aspal keras, dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Sifat-sifat campuran yang harus dimiliki dan merupakan persyaratan campuran lapis beton aspal disajikan pada table berikut (SNI, 1990):

Tabel.2.6.Persyaratan campuran lapis beton aspal

Sifat Campuran Aspal	Lalu-lintas Berat (2x75 tumb.)		Lalu-lintas Berat (2x50 tumb.)		Lalu-lintas Berat (2x35 tumb.)	
	Min.	Maks.	Min.	Maks.	Min.	Maks.
Stabilitas (kg)	750	-	450	-	-	-
Kelelahan (mm)	2,0	4,0	2,0	4,5	2	5,0
Marshall Quotient (kg/mm)	200	350	200	350	200	350
Rongga dalam campuran (%)	3	5	3	3	3	5
Rongga dalam agregat (%)	Lihat Tabel. 2					
Indeks Perendaman (%)	75	-	75	-	75	-

sumber: Dep. PU spesifikasi seksi 6.3 campuran beraspal panas, desember 2005

#### 2.4. Karakteristik beton aspal

Prinsip umum perencanaan campuran (*Mix Design*) secara umum memiliki kemampuan dan kareakteristik sebagai berikut: (Silvia Sukirman 75:4)

- Tahan terhadap deformasi permanen
- Tahan akibat retak beban berulang (*fatigue cracking*)
- Mudah untuk dikerjakan (*workable*), yaitu mudah dihampar dan dipadatkan
- Durable, mempunyai daya tahan terhadap abrasi lalu lintas, pengaruh air serta iklim.
- Mampu mendistribusikan tegangan dengan baik dan merata
- Mudah dalam pemeliharaan dan terutama adalah cukup murah dengan kualitas yang memenuhi (*cost effective*)

Disamping kemampuan diatas, khusus untuk material lapisan permukaan, ditambah dengan:

- Mampu memberikan kekesatan (*skid resistance*) yang cukup untuk segala kondisi cuaca
- Memiliki *rooling resistance* yang cukup
- Mampu mereduksi bising (*noise*) akibat interaksi roda dan permukaan

## 2.5. Sifat Volumetrik dari campuran aspal yang dipadatkan

### 2.5.1. Berat Jenis *Bulk* beton aspal padat ( $G_{mb}$ )

Berat jenis *bulk* aspal padat dihitung dengan rumus:

$$G_{mb} = B_k / (B_{ssd} - B_a)$$

**2.5.2. Berat jenis maksimum beton aspal yang belum dipadatkan ( $G_{mm}$ )**

$G_{mm}$  merupakan berat jenis campuran beton aspal tanpa pori/udara, yang diperoleh dari pemeriksaan di Laboratorium dengan mengikuti standar AASHTO T209-90

$$G_{mm} = A/(A-C)$$

Dimana:

A : berat campuran beton aspal yang belum dipadatkan pada kondisi kering, gram.

B: berat campuran beton aspal yang belum dipadatkan, di dalam air, gram.

**2.5.3. Berat jenis *bulk* agregat campuran ( $G_{sb}$ )**

Merupakan berat jenis dari gabungan beberapa fraksi dengan proporsi yang telah dihitung sebelumnya, untuk menghitung berat beton aspal padat diperlukan berat jenis agregat campuran dengan rumus sebagai berikut:

$$G_{sb} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \frac{P_3}{G_3} + \dots + \frac{P_n}{G_n}}$$

Ket:

$P_x$  : Persentase berat masing-masing fraksi terhadap berat total agregat campuran

$G_x$  = berat jenis *bulk* dari masing-masing fraksi agregat

**2.5.4. Berat jenis semu agregat campuran**

$$G = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \frac{P_3}{G_3} + \dots + \frac{P_n}{G_n}}$$

Ket:

$P_x$  : Persentase berat masing-masing fraksi terhadap berat total agregat campuran

$G_x$  = berat jenis *semu* dari masing-masing fraksi agregat

### 2.5.5. Berat Jenis Efektif Agregat campuran ( $G_{se}$ )

$G_{sb} = \frac{\text{Berat Jenis } bulk \text{ Agregat}^* + \text{Berat Jenis agregat semu}^*}{2}$

2

\* = agregat campuran

### 2.5.6. Volume pori dalam agregat campuran (VMA)

VMA (Void In the Mineral agregat) adalah banyaknya pori diantara butir-butir agregat didalam beton aspal padat tanpa adanya selimut aspal dan juga tidak termasuk volume pori didalam butir batuan agregat, dinyatakan dalam persentase Volume pori, dihitung dengan rumus:

$VMA = [100 - (G_{mb} \cdot P_s / G_{sb})] \% \text{ dari volume Bulk}$

- Berat beton aspal padat =  $100 \times G_{mb}$  gram
- Jika kadar agregat terhadap aspal adalah  $P_s\%$  terhadap berat beton aspal padat, maka:

Berat beton didalam aspal padat =  $G_{mb} \cdot P_s$  gram

- Volume agregat *bulk* dalam beton aspal =  $(G_{mb} \cdot P_s) / G_{sb}$

Dimana:

$P_s$  = Kadar Agregat terhadap berat beton aspal padat

$G_a$  = Berat Jenis aspal

$G_{sb}$  = berat Jenis *Bulk* dari agregat pembentuk beton aspal

$G_{mb}$  = berat jenis *bulk* dari beton aspal padat

### 2.5.7. Volume pori dalam beton aspal padat (VIM)

*Void in the mix* (VIM) adalah volume pori yang tersisa setelah campuran beton aspal dipadatkan. VIM ini dibutuhkan untuk tempat butir-butir agregat bergeser sehingga tidak terjadi bleeding akibat terdesaknya aspal keluar campuran akibat repetisi beban berulang, atau tempat jika aspal menjadi lunak akibat meningkatnya temperature di perkerasan jalan. (Silvia Sukirman 4:80). Dasar perhitungan dilakukan berdasarkan volume beton aspal padat =  $100 \text{ cm}^3$

- Berat beton aspal padat =  $100 \times G_{mb}$  gram
- Volume maksimum beton aspal padat jika tidak ada pori  
=  $100 \times (G_{mb} / G_{mm})$  gram
- Volume pori di dalam  $100 \text{ cm}^3$  beton aspal padat jika tidak ada pori =  $(100 - 100 \cdot (G_{mb} / G_{mm})) \text{ cm}^3$

Maka:

VIM =  $[ 100 \times (G_{mm} - G_{mb}) / G_{mm} ]\%$  dari volume *bulk* beton aspal padat

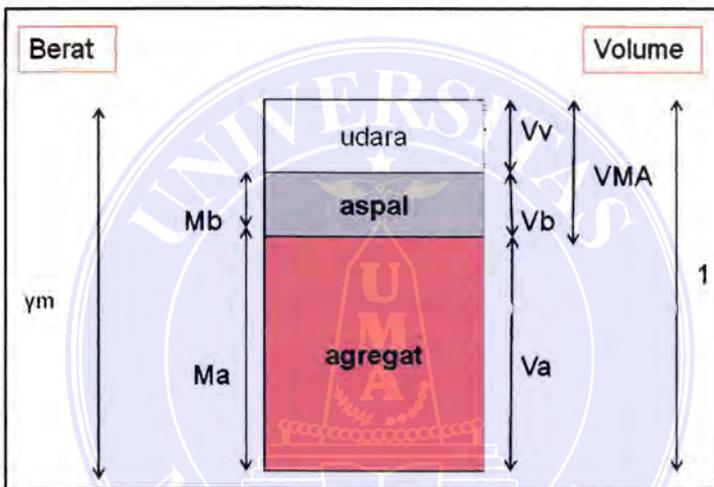
### 2.5.8. Volume pori antara butir agregat terisi aspal (VFA)

*Void filled with agregat* (VFA) adalah persentase pori antara butir agregat yang terisi aspal. Jadi VFA adalah bagian dari VMA yang terisi oleh aspal yang menyelimuti/merekatkan antar butir-butir agregat didalam beton aspal padat tetapi tidak termasuk didalamnya aspal yang terabsorpsi ke lapisan permukaan agregat.

Dasar perhitungan dilakukan berdasarkan volume beton aspal padat = 100 cm<sup>3</sup>

- Volume pori antara butir-butir agregat = (100 x VMA) cm<sup>3</sup>
- Volume pori didalam aspal padat = (100 x VIM) cm<sup>3</sup>
- volume aspal yang menyelimuti butir-butir agregat  
= [(100•VMA) – (100•VIM)]

maka:  $VFA = 100(VMA-VIM)/VMA = \dots\%$  dari VMA



Gambar 2.1. Skematis Perhitungan komposisi campuran aspal

### 2.5.9. Stabilitas

Stabilitas merupakan Suatu nilai yang menggambarkan kemampuan perkerasan aspal menerima pembebanan pada lalu lintas (yang sesuai perencanaan) tana terjadi perubahan bentuk (gelombang, alur atau bleedeng). Nilai stabilitas ini merupakan nilai pembacaan pada arloji pengukur dikalikan dengan angka kalibrasi alat (*proving ring*), dan dikoreksi pula dengan variasi ketinggian benda uji.

### 2.5.10. Flow

Flow (kelelehan), merupakan perubahan bentuk plastis suatu campuran aspal yang terjadi akibat beban sampai runtuh yang dinyatakan dalam mm atau inchi.

## 2.6. Perencanaan campuran aspal dan agregat

### 2.6.1. Penentuan proporsi campuran fraksi-fraksi agregat

Pada tahap ini dilakukan dengan perkiraan rumus proporsi agregat tiap ukuran lubang saringan:

$$P = aA + bB + cC + dD + \dots + nN$$

Dimana: P = persen lolos ukuran saringan d mm yang diinginkan, yang diperoleh dari spesifikasi campuran

A = persen lolos saringan fraksi agregat A pada ukuran d mm

B = persen lolos saringan fraksi agregat B pada ukuran d mm

C = persen lolos saringan fraksi agregat C pada ukuran d mm

a = proporsi dari fraksi agregat A

b = proporsi dari fraksi agregat B

c = proporsi dari fraksi agregat C

$$a + b + c = 100 \%$$

Nilai a,b,c diperoleh dengan "trial and error" Yaitu dengan menyesuaikan nilai-nilai campuran terhadap batas spesifikasi, zon larangan dan Fuller dari gradasi campuran.

Spesifikasi baru menggunakan kurva Fuller sebagai pedoman dan dilengkapi dengan titik control (*control point*) dan daerah larangan (*Restricted*

zone) yang di adopsi dari gradasi *superpave*. Daerah larangan ini sebagai pengendali fraksi halus.

**Ketentuan:**

- 1) Gradasi campuran agregat tidak boleh melalui atau pun bersinggungan dengan zona larangan.
- 2) Gradasi campuran agregat hanya diperbolehkan memotong ataupun bersinggungan dengan Fuller sebanyak satu kali
- 3) Gradasi campuran agregat tentunya harus masuk dalam batas-batas spesifikasi gradasi

**Tabel 2.9. Batas spesifikasi gradasi agregat campuran**

Uraian	Ukuran Saringan											
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200	
Inch	25.40	19.00	12.70	9.50	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	0.075	
mm												
Spec Gradasi												
max	100.0	100.0	100.0	90.0		58.0					10.0	
min	100.0	100.0	90.0			28.0					4.0	
Fuller	100.0	100.00	83.42	73.20	53.59	39.12	28.64	21.12	15.46	11.32	8.29	
Daerah dihindari												
max						39.1	31.6	23.1	15.5			
min						39.1	25.6	19.1	15.5			

Sumber: Modul Perencanaan Balai Jalan dan perkerasan Jalan Dep PU

$$p = 100 \times \left( \frac{d}{D} \right)^n$$

Fuller adalah gradasi campuran dimana untuk mendapatkan WMA minimum tertentu campuran haruslah dibuat sedemikian rupa sehingga gradasi yang diberikan memberikan VMA terkecil

Dimana: P = Persen lolos ukuran masing-masing saringan

d = diameter agregat yang ditentukan

D = diameter agregat yang terbesar

n = konstanta (0,45)

untuk memudahkan digunakan grafik analisa saringan dimana ukuran-ukuran saringan sesuai rumus perhitungan fuller diatas

### 2.6.2. Penentuan nilai tengah/ideal kadar aspal

Pada penelitian ini digunakan prasyarat tebal selimut aspal mminimal 7,5 mikron. Tebal selimut aspal dapa dihitung dengan mempergunakan rumus, dimana perkiraan kadar aspal harus melebihi syarat tebal selimut beton 7,5 mikron.

$$\text{Tebal selimut aspal} = \frac{P_{ae}}{G_a} \times \frac{1}{LP \cdot P_s} \cdot 1000mm$$

Dimana:

$$P_{ae} = P_a - \frac{P_{ab}}{100} \cdot P_s \text{ \% dari berat beton aspal padat}$$

$$P_{ab} = 100 \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{sb} \cdot G_{se}} \cdot G_a$$

Dimana:

$P_{ab}$  = Kadar aspal yang terabsorpsi kedalam agregat

$P_{ae}$  = Kadar aspal efektif yang menyelimuti agregat

$G_a$  = Berat jenis Aspal

$P_a$  = Kadar agregat dalam campuran beton aspal

$P_s$  = kadar aspal dalam campuran beton aspal

$G_{se}$  = Berat Jenis efektif agregat campuran

$G_{sb}$  = Bert jenis bulk agregat campuran

Untuk menghitung FLP digunakan data ketetapan sebagai berikut:

Tabel 2.10. peraturan faktor luas permukaan agregat

Ukuran saringan	FLP
ASTM (mm)	m <sup>2</sup> /kg
≥ No. 4	≥ 4,75 0.41
No. 8	2,36 0.82
No. 16	1,18 1.64
No. 30	0,6 2.87
No. 50	0,3 6.14
No. 100	0,15 12.29
No. 200	0,075 32.77
Pan	
Jumlah	56.94

Sumber: Silvia Sukirman

- Catatan:
- Untuk semua ukuran saringan diatas no 4 diperhitungkan sebagai 0,41 m<sup>2</sup>/kg
  - FLP digunakan bila seluruh urutan saringan digunakan

### 2.6.3. Pengujian Campuran Beraspal Dengan Alat Marshall Standar

Pengujian Mencakup cara pengujian benda uji, peralatan, dan cara pengujian campuran beraspal dengan alat Marshall dengan ukuran agregat maksimum 25,4 mm (1").

Pengujian Marshall, meliputi pengukuran stabilitas, dan alir atau kelelahan (*flow*) stabilitas, adalah kemampuan suatu campuran beraspal untuk menerimabeban sampai terjadi alir (*flow*) pada suhu tertentu yang dinyatakan dalam kilogram alir (*flow*), adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran beraspal yang terjadi akibat suatu beban yang diberikan selama pengujian, dinyatakan dalam Metode Marshall Standar diperuntukkan sebagai perencanaan campuran beton aspal dengan ukuran agregat maksimum 25,4 mm (1 inchi) dan menggunakan aspal keras. Prosedur pengujian didasarkan pada SNI 06-2486-1991.

Tujuan pengujian adalah untuk mendapatkan nilai stabilitas dan alir atau kelelahan (*flow*) campuran beraspal. Tujuan selain batasan fisik, hal paling penting yang disarankan AASHTO adalah agregat harus disesuaikan dengan konstruksi yang direncanakan. AASHTO menyarankan menggunakan agregat dari batu pecah.

Prinsip umum perencanaan campuran (*Mix Design*) secara umum memiliki kemampuan dan kareakteristik sebagai berikut:

- Tahan terhadap deformasi permanen
- Tahan akibat retak beban berulang (*fatigue cracking*)
- Mudah untuk dikerjakan (*workable*), yaitu mudah dihampar dan dipadatkan
- Durable, mempunyai daya tahan terhadap abrasi lalu lintas, pengaruh air serta iklim.
- Mampu mendistribusikan tegangan dengan baik dan merata
- Mudah dalam pemeliharaan dan terutama adalah cukup murah dengan kualitas yang memenuhi (*cost effective*)

Disamping kemampuan diatas, khusus untuk material lapisan permukaan, ditambah dengan:

- Mampu memberikan kekesatan (*skid resistance*) yang cukup untuk segala kondisi cuaca
- Memiliki *rooling resistance* yang cukup
- Mampu mereduksi bising (*noise*) akibat interaksi roda dan permukaan

Cakupan perencanaan campuran beraspal meliputi pemilihan jenis agregat, penentuan gradasi agregat, pemilihan jenis aspal, dan penentuan jumlah aspal yang optimum.

*Job Mix Formula* (JMF) merupakan hasil utama dalam perencanaan campuran atau benda ujinya, yang menunjukkan komposisi agregat berdasarkan fraksi ukuran saringan dan kadar aspal optimum.

#### 2.6.4. Rancangan campuran metode Marshall

- a) Mendapatkan material penyusun yang memenuhi syarat dan Mempelajari spesifikasi gradasi agregat campuran yang diinginkan
- b) Merancang persen proporsi masing-masing agregat (% kasar, % halus, % filler)
- c) Memperkirakan kadar aspal rencana (kadar aspal ideal)
- d) Membuat benda uji dengan gradasi hasil langkah b) masing-masing 3 buah (ketetapan AASHTO) yaitu 0,5% dibawah kadar aspal ideal, kadar aspal ideal dan 0,5% diatas kadar aspal ideal
- e) Pengujian Marshall
- f) Menghitung parameter Marshall (VIM, VMA, VFA, MQ)
- g) Hubungan kadar aspal & parameter digambar sehingga didapat daerah dengan kadar aspal optimum untuk dijadikan *Design Mix Formula* (DMF)

### 2.6.5. Penentuan berat jenis dari benda uji

Penentuan berat jenis *bulk* dari benda uji Marshall yang telah dipadatkan segera setelah benda uji dingin mencapai suhu ruang. Pengujian sesuai AASHTO T166-88.

Hasil pengujian dicatat. Dan digunakan persamaan:

- Berat Jenis Curah Campuran (*Bulk*) =  $\frac{B_k}{B_{ssd} - B_a}$

- Berat Jenis maksimum Campuran Teoritis

$$= \frac{100}{\frac{\% \text{ agregat dalam campuran}}{\text{BJ efektif Agregat}} - \frac{\% \text{ aspal dalam campuran}}{\text{BJ efektif Aspal}}}$$

- Berat Jenis Efektif Agregat =  $\frac{\text{BJ Bulk} + \text{BJ semu}}{2}$

- Persentase Aspal terhadap campuran (%)

$$= \frac{\% \text{ aspal terhadap berat agregat}}{(\% \text{ aspal terhadap berat agregat} - 100)} \times 100\%$$

### 2.7. Pengujian Campuran Beraspal Dengan Alat Marshall Standar

Kinerja beton aspal padat ditentukan melalui pengujian benda uji yang meliputi:

- 1) Penentuan berat volume benda uji
- 2) Pengujian nilai stabilitas, adalah kemampuan maksimum beton aspal padat menerima beban sampai mencapai kelelahan plastis
- 3) Pengujian kelelahan (*flow*), adalah besarnya perubahan bentuk plastis dari beton aspal padat akibat adanya beban sampai batas keruntuhan.
- 4) Perhitungan Question Marshall, adalah perbandingan nilai stabilitas dan *flow*.

- 5) Perhitungan berbagai jenis volumetrik dalam beton aspal padat (VIM, VMA, dan VFA).

Pengujian Marshall dikembangkan pertama kali oleh Bruce Marshall dan dilanjutkan oleh *U.S corp Engineer*. Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan *proving ring* (cincin penguji) berkapasitas 22,2 KN (=5000lb) dan *flow meter*.

Jadi, dari kelima butir pengujian yang umum diatas pengujian Marshall hanya untuk mengukur nilai stabilitas dan *flow*, sedangkan parameter lain dihitung dengan penimbangan benda uji, namun secara umum telah dikenali bahwa Punguan Marshall meliputi kelima butir itu.

Secara garis besar pengujian Marshall meliputi: (Silvia Sukirman 4:102)

- 1) Persiapan benda uji
- 2) Penentuan berat jenis *bulk* dari benda uji
- 3) Pemeriksaan nilai stabilitas dan *flow*
- 4) Perhitungan sifat volumetrik benda uji

Untuk keterangan lebih lanjut , akan dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Persiapan benda uji

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam persiapan benda uji:

- a) Jumlah benda uji yang dibuat
- b) Pada penelitian ini akan dibuat 3 benda uji (sesuai AASHTO) untuk setiap pematatan (ditentukan terlebih dahulu kadar aspal maksimum)
- c) Persiapan agregat yang digunakan

Agregat yang sesuai spesifikasi dapat dilihat pada penjelasan mengenai agregat pada 2.1. diatas. Yaitu tidak lebih dari 1 inci.

d) Penentuan temperatur pencampuran dan pematatan

Pencampuran dilakukan sesuai dengan tingkat kekentalan aspal padat, yaitu 310°F (155°C)

Tabel 2.7. suhu pematatan dan pencampuran aspal

Alat	Pencampuran			Pematatan		
	Aspal padat	Aspal cair	Satuan	Aspal padat	Aspal cair	Satuan
Kinematik Viscosimeter	170 ± 20	170 ± 20	C.ST	280 ± 30	280 ± 30	C.ST
Saybolt Furol Viscosimeter	85 ± 10	85 ± 10	DET. S.F	140 ± 15	140 ± 15	DET. S.F

Sumber: Buku beton aspal Campuran,1993.

Berikut ini beberapa jenis suhu pencampuran aspal berdasarkan jenis aspal:

Tabel 2.8. suhu pencampuran aspal berdasarkan jenis aspal

Jenis Aspal	Rentang Temperatur Penyemprotan (°C)
Aspal cair penguapan cepat (RC-250)	65 - 105
Aspal cair penguapan sedang (MC- 70)	45 - 85
Aspal cair penguapan lambat (MC-30)	25 - 65
Aspal Emulsi	-
Aspal Keras	160 - 170

Sumber: Buku beton aspal Campuran,1993.

e) Persiapan campuran beton aspal

Benda uji dikondisikan sesuai proporsi masing-masing yang telah ditentukan yang masuk nilai tengah gradasi ideal. dengan berat

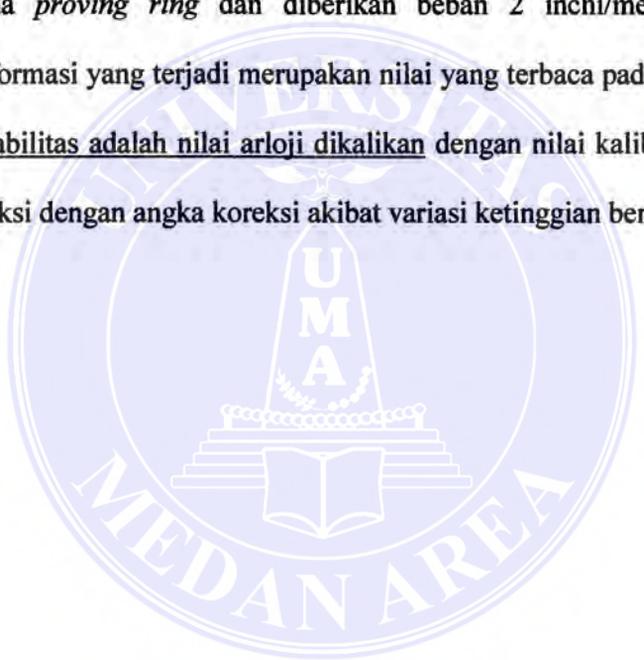
total 1200 gram sehingga menghasilkan benda uji dengan tinggi kira-kira  $63,5 \pm 1,27$  mm.

- f) Pemasakan benda uji
- g) Persiapan untuk pengujian Marshall

### 2.7.1. Pemeriksaan nilai stabilitas dan flow

Sebelum pengujian stabilitas dan flow benda uji direbus dengan air bersuhu  $60^{\circ}\text{C}$  (perkiraan temperatur terpanas dilapangan). Kemudian benda diletakkan pada *proving ring* dan diberikan beban 2 inchi/menit atau 51 mm/menit. Deformasi yang terjadi merupakan nilai yang terbaca pada *flow meter*.

Nilai stabilitas adalah nilai arloji dikalikan dengan nilai kalibrasi *proving ring* dan dikoreksi dengan angka koreksi akibat variasi ketinggian benda uji.



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Bahan

3.1.1. **Agregat kasar**, dari analisa saringan agregat yang berasal dari *Quary* PT Adhi Karya (Persero) tbk.

3.1.2. **Agregat halus**, dari analisa saringan agregat yang berasal dari *Quary* PT Adhi Karya (Persero) tbk.

3.1.3. **Abu batu**, dari analisa saringan agregat yang berasal dari *Quary* PT Adhi Karya (Persero) tbk.

3.1.4. **Aspal keras**, yang akan digunakan adalah aspal yang berasal dari Laboratorium Politeknik Negeri Medan.

#### 3.2. Variable Penelitian

Variabel penelitian adalah sesuatu yang akan menjadi objek pengamatan penelitian. Variabel juga dapat diartikan faktor-faktor yang penting dalam peristiwa atau gejala yang akan diteliti. Variable dalam penelitian ini adalah beton aspal (Laston) atau Asphalt concrete dengan variasi pematatan 2x75, 2x150, 2x225, 2x 300, 2x400 sebelumnya ditentukan kadar aspal optimum

Tabel 3.1. Variabel penelitian

Jenis Lapisan	Jumlah Tumbukan	Kadar Aspal	Jumlah Uji	Benda
Laston/AC	2x75	% optimum - 1,0 %	3	
	2x75	% optimum - 0,5 %	3	
	2x75	% optimum	3	
	2x75	% optimum + 0,5 %	3	
	2x75	% optimum + 1,0 %	3	
	2x75	% optimum	3	
	2x150	% optimum	3	
Laston/AC	2x225	% optimum	3	
	2x300	% optimum	3	
	2x400	% optimum	3	
	Jumlah		30 benda uji	

### 3.3. Alat

- 1) Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2% dari berat SAMPEL;
- 2) Satu set saringan 75,0 mm (3"); 63,0 mm (2,5"); 50,0 mm (2"); 37,5 mm(1,5"); 25 mm (1,06"); 20 mm (3/4"); 12,5 mm (1/2"); 10 mm (3/8"); No. 4; No. 6; No.16; No. 30; No. 50; No. 100; No. 200;
- 3) Oven, dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ ;
- 4) Alat pemisah contoh;
- 5) Kaus, sikat, sendok dan alat penunjang lainnya.
- 6) Mesin abrasi *Los Angeles*;
- 7) Bola-bola baja
- 8) Air suling;
- 9) Bejana tahan panas (aluminium/besi);
- 10) Tabung gelas kimia kapasitas 600 ml;
- 11) Spatula.
- 12) Keranjang kawat

- 13) Tempat air dengan kapasitas dan bentuk yang sesuai untuk pemeriksaan yang ada pipanya sehingga permukaan air selalu tetap;
- 14) Tabung ukur silinder plastik
- 15) Piknometer dengan kapasitas 500 ml
- 16) Kerucut terpacung (cone), diameter bagian atas ( $40\pm 3$ ) mm, diameter bagian bawah ( $90\pm 3$ ) mm dan tinggi ( $75\pm 3$ ) mm
- 17) Batang penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata
- 18) Pompa hampa udara (vacum pump)
- 19) Cincin kuningan;
- 20) Bajana gelas tahan pemanasan mendadak,
- 21) Seperangkat alat penetrasi yang dilengkapi dengan penekan dan penarik jarum tanpa gesekan dan dapat mengukur penetrasi sampai 0,1mm
- 22) Bak perendam (*water bath*)
- 23) Pengukur waktu (skala pembagian terkecil 0,1 detik/detik)
- 24) Pinggan logam berdiameter 25 cm
- 25) Cawan logam atau gelas selinder dengan dasar yang rata
- 26) Neraca analitik, dengan kapasitas ( $200 \pm 0,001$ ) gr

### 3.4. Prosedur Penelitian

#### 3.4.1. Pengadaan Bahan

Bahan yang akan dipergunakan dipersiapkan dalam jumlah yang cukup untuk semua proses penelitian.

### 3.4.2. Pemeriksaan bahan

Persiapan dan pemeriksaan bahan dilakukan di Laboratorium Politeknik Negeri Medan. Bahan dan tahapan pemeriksaan meliputi:

#### 3.4.2.1. Pemeriksaan agregat kasar

Dalam pemeriksaan ini menggunakan aturan SNI 03-1968-1990

##### 1) Pemeriksaan Analisa saringan agregat kasar

Sampel adalah agregat yang tertahan saringan no. 4 sebanyak 5 kg.

Prosedur pelaksanaan:

- a) Sampel dikeringkan didalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$  sampai berat tetap
- b) Saring sampel lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar hingga ke bawah paling kecil
- c) Saringan diguncang dengan pengguncang selama 15 menit

Perhitungan dan Pelaporan yaitu dengan cara sebagai berikut:

- a) Jumlah prosentase semelalui masing-masing saringan atau jumlah prosentase masing-masing saringan dalam bilangan bulat
- b) Grafik akumulatif

##### 2) Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat kasar

Metode ini menggunakan aturan SNI 03-1969-1990 dan SNI 03-1970-1990. Atau dalam AASHTO menggunakan aturan T 84 dan T85-88.

- a) Sampel Dicuci untuk menghilangkan debu dan bahan-bahan lain yang mengotori permukaan agregat
- b) Sampel dikeringkan hingga berat tetap dalam suhu  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$
- c) Sampel didinginkan dalam suhu kamar selama 1-3 jam, kemudian ditimbang dengan ketelitian 0,3 gram (Bk)
- d) Sampel direndam dalam suhu kamar selama  $(24 \pm 4)$  jam
- e) Kemudian setelah sampel dikeluarkan dari air dilap dengan kain penyerap hingga agregat kering permukaan (SSD), untuk butiran yang besar agregat dikeringkan satu persatu
- f) Sampel permukaan jenuh tersebut ditimbang. (Bj)
- g) Kemudian sampel dimasukkan dalam keranjang dan digoncangkan batunnya untuk mengeluarkan udara yang tersekap. Dan di ukur beratnya didalam air (Ba), dengan air yang bersuhu  $25^\circ\text{C}$

**3) Pemeriksaan Keausan dengan alat abrasi 'Los Angeles' kasar**

Pelaksanaan pengujian menggunakan aturan SNI 03-2417-1991

- a) Sampel yang bersih dari kotoran debu dan lainnya di oven dalam suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  hingga berat tetap.
- b) Sampel dipisahkan ke masing-masing fraksi kemudian digabungkan (menggunakan tabel)
- c) Kemudian sampel dan bola baja dimasukkan ke dalam mesin Los Angeles dan mesin diputar dengan kecepatan 30-33 rpm sebanyak 500 putaran

- d) Setelah diputar sampel dikeluarkan disaring dengan menggunakan saringan 4,47 mm (No. 4) dan 1,7 mm (No.12). Butiran yang lebih besar dari 1,7 mm ( tertahan dikedua saringan tersebut dicuci bersih, dikeringkan dalam oven pada suhu  $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap, kemudian ditimbang dengan ketelitian 5 gr

**4) Pengujian kelekatan agregat terhadap aspal**

- a) Benda uji disiapkan sebanyak 100 gr, yang lewat saringan 9,5 mm (3/8") dan tertahan saringan 6,3 mm (1/4") dan telah dicuci dengan air suling dan dikeringkan dengan oven pada suhu  $(140\pm 5)^{\circ}\text{C}$
- b) Benda uji dimasukkan ke dalam wadah dan aspal diisi sekitar 5,5 gr yang telah dipanaskan pada temperature yang sesuai sepal dan benda uji diaduk hingga merata selama 2 menit
- c) Adukan dimasukkan dalam oven dan diaduk kembali sampai dingin
- d) Pindahkan adukan ke dalam gelas kimia dan isi dengan air suling sebanyak 400 ml kemudian diamkan pada temperature ruang selama 16-18 jam
- e) Perkirakan persentase luas permukaan yang masih terselimuti aspal

**5) Pengujian butiran agregat kasar berbentuk pipih, lonjong, atau pipih dan lonjong.**

**a) Pengujian kepipihan agregat**

- i. Sampel disaring kurang lebih 5000 gr dalam urutan saringan yang telah ditentukan
- ii. Agregat yang tertahan pada saringan 63,0 dipisahkan dengan yang lolos saringan 6,3 mm. berat sisa sampel yang digunakan dinyatakan sebagai M1 gr
- iii. Sampel yang tertahan setiap saringan dimasukkan dalam masing-masing wadah yang ditandai sesuai dengan diameter saringan
- iv. Cuci masing-masing sampel kemudian dikeringkan dalam oven hingga berat tetap
- v. Kemudian sampel yang tertahan tiap saringan dihitung persentase terhadap M1
- vi. Pengukuran kepipihan dan kelonjongan dilakukan per fraksi dan hanya persentase yang lebih besar atau sama dengan 5% (M2)
- vii. Sampel yang memenuhi syarat 5% dilewatkan dengan tangan pada alat penguji atau Gunakan alat jangkar ukur rasio kepipihan sesuai dengan ukurannya
- viii. Butir yang agak sulit dapat dicoba atau dipaksa sedikit pada bagian lain
- ix. Pisahkan butiran yang dapat lewat dan tidak
- x. Dilakukan hal yang sama terhadap fraksi lain yang memenuhi syarat  $\geq 5\%$
- xi. Total jumlah sampel yang lewat dinyatakan sebagai M3F

**b) Pengujian kelonjongan agregat**

- a) Ambil salah satu fraksi yang telah memenuhi syarat  $\geq 5\%$
- b) Sampel dilewatkan dengan tangan pada setiap butir agregat pada alat kelonjongan sesuai dengan ukurannya
- c) Lakukan hal yang sama dengan fraksi yang memiliki persentase berat  $\geq 5\%$
- d) Total jumlah sampel yang tertahan dinyatakan sebagai M3E

**3.4.2.2. Pemeriksaan agregat halus**

Sampel merupakan agregat yang lolos saringan No. 4 yang diperoleh dari alat pemisah agregat sebanyak 500 gr.

**1) Pemeriksaan Nilai Sand Equivalent (%)**

Menggunakan Prosedur SNI 03-4428-1997

- 1) ambil benda uji sebanyak 85 ml, keringkan dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  sampai berat tetap kemudian dinginkan pada suhu ruang;
- 2) isi tabung plastik dengan larutan kerja sampai skala 5;
- 3) masukkan benda uji yang sudah dikeringkan dan lolos saringan nomor 4 (4,76 mm) ke dalam tabung plastik, ketuk-ketukan untuk beberapa saat kemudian diamkan selama 10 menit;
- 4) tutup tabung dengan penutup karet atau kayu gabus, kemudian miringkan sampai hampir kena dun kocok dengan salah satu alat pengocok

- 5) tambahkan larutan kerja dengan cara mengalirkan larutan melalui pipa pengalir, mulai dari bagian bawah pasir bergerak ke atas, sehingga lumpur yang terdapat di bawah permukaan pasir naik ke atas lapisan pasir; tambahkan larutan kerja sampai skala 15, kemudian biarkan selama (20 menit  $\pm$  15 detik);
- 6) baca dan catat skala pembacaan permukaan koloid (A) sampai satu angka di belakang koma;
- 7) masukkan beban perlahan-lahan sampai permukaan lapisan pasir; baca skala pembacaan pasir (B) yang ditunjukkan oleh keping skala pembacaan pasir dikurangi dengan tinggi tangkai penunjuk (pada umumnya 10 skala), sampai satu angka di belakang koma.

## 2) Pemeriksaan berat jenis dan Penyerapan agregat halus

### Prosedur AASHTO T-84-88

- a) Sampel dikeringkan dalam oven dengan suhu (110 $\pm$ 5) °C sampai berat tetap dimana ditimbang sebanyak 3 kali penimbangan dengan selang waktu 2 jam tidak mengalami perubahan berat lebih besar dari 0,1 %
- b) Sampel diangkat dari oven dan didinginkan dalam suhu kamar selama (24 $\pm$ 4) jam
- c) Air perendam dibuang namun jaga hingga tidak ada sampel yang terbuang walau sebutir, tempatkan sampel di talam dan keringkan ditempat panas dengan cara membalik-balikkan sampelsampai terjadi kering permukaan jenuh.

- d) Sampel diperiksa dalam kerucut terpancung yang dipadatkan tumbukan dan angkat kerucut terpancungnya. Keadaan kering-permukaan jenuh (SSD) tercapai bila sampel yang dicetak runtuh namun masih dalam keadaan tercetak.
- e) Segera setelah tercapai SSD masukan 500gr sampel tersebut kedalam piknometer
- f) Masukan air suling hingga tercapai 90% isi piknometer, putar sambil diguncang hingga tidak ada gelembung udara didalamnya, atau dapat juga dipompa dalam tabung hampa udara atau merebus benda uji
- g) Rendam piknometer dalam air dengan ukuran suhu air  $25^{\circ}\text{C}$
- h) Tambahkan air sampai tanda batas
- i) Timbang piknometer berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0,1 gr (Bt)
- j) Keluarkan benda uji, keringkan dalam oven dengan suhu  $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap, kemudian dinginkan benda uji dalam desikator
- k) Setelah benda uji dingin lalu ditimbang (Bk)
- l) Tentukan berat piknometer berisi air penuh dan ukur suhu air guna penyesuaian dengan suhu standar  $25^{\circ}\text{C}$  (B)

### 3.4.2.3. Pemeriksaan filler

(Menurut Dep. PU Bina Marga)

Material filler disaring dengan syarat yang lolos saringan no. 30 sebanyak 100% dan minimum 65% lolos saringan no. 200.

### 1) Pemeriksaan analisa ayak agregat filler

Proses pengujian sama dengan perlakuan terhadap pangujian agregat halus

### 2) Pemeriksaan Berat jenis dan penyerapan agregat filler

Proses pengujian sama dengan perlakuan terhadap pangujian agregat halus

## 3.4.2.4. Pemeriksaan Aspal

### 1) Pemeriksaan nilai titik lembek aspal

Menggunakan Prosedur SNI 05-2434-1991

Penyiapan Sampel:

- a) Contoh aspal dipanaskan perlahan-lahan sambil diasuk terus menerus agar gelembung udara keluar.
- b) Setelah cair dituangkan dalam dua buah cincin. Suhu pemanasan tidak lebih dari  $111^{\circ}\text{C}$  diatas titik lembeknya
- c) 2 Cincin dipanaskan dipanaskan sampai mencapai suhu tuang contoh dan cincin diletakkan diatas plat kuningan yang telah diberi pelican campuran talk dan sabun
- d) Tuang contoh ke dalam 2 buah cincin diamkan pada suhu minimal  $8^{\circ}\text{C}$  dibawah titik lembeknya
- e) Setelah dingin diratakan permukaan contoh dalam cincin denan pisau yang telah dipanaskan

Pengujian titik Lembek:

- a) Pasang dan aturlah kedua benda uji diatas kedudukan dan letakkan pengarah boladiatasnya. Kemudian seluruh peralatan dimasukkan ke dalam bejana gelas.
- b) Bejana diisi dengan air suling baru, dengan suhu  $(5\pm 1)$  sehingga tingi permukaan air berkisar antara 101,6 sampai 108 mm
- c) Thermometer diletakkan yang sesuai untuk pekerjaan ini diantara kedua benda uji
- d) Jarak antara plat dasar benda uji diatur sehingga menjadi 25,4 mm
- e) Letakkan bola-bola baja yang bersuhu  $5^{\circ}\text{C}$  diatas dan ditengah permukaan masing-masing benda uji yang bersuhu  $5^{\circ}\text{C}$
- f) Bejana dipanaskan sehingga kenaikan suhu menjadi  $5^{\circ}\text{C}$  permenit. Untuk 3 menit pertama kecepatan pemanasan tidak lebih dari  $3^{\circ}\text{C}$  permenit

Perhitungan:

Pelaporan dilakukan dengan mencatat suhu pada setiap bola menyentuh plat dasar

## 2) Pemeriksaan berat jenis aspal keras

Menggunakan Prosedur SNI 05-2441-1991

Penyiapan Sampel:

- a) Panaskan contoh aspal sebanyak 50 gram, sampai menjadi cair dan aduklah untuk mencegan pemanasan setempat. Pemanasan tidak boleh lebih dari 30 menit pada suhu  $56^{\circ}\text{C}$  diatas titik lembek;

- b) Tungkan contoh kedalam piknometer yang telah kering hingga terisi  $\frac{3}{4}$  bagian.

**Pengujian:**

- a) Bejana diisi dengan air suling sehingga diperkirakan bagian atas piknometer yang terendam adalah 40 mm. kemudian direndam dan dijepit bajana tersebut dalam bak perendam sehingga terendam sekurang-kurangnya 100 mm;
- b) Suhu perendaman diatur pada suhu 25°C
- c) Piknometer dengan ketelitian 1 mg dibersihkan dan dikeringkan;
- (A)
- d) Angkat bejana dari bak peendam dan isilah piknometer dengan air suling kemudian tutuplah piknometer tanpa ditekan;
- e) Letakkan piknometer ke dalam bejana dan tekanlah penutup hingga rapat, kembalikan bejana berisi piknometer ke dalam bak perendam. Diamkan bejana tersebut di dalam bak peendam selama sekurang-kurangnya 30 menit, kemudian piknometer diangkat dan dilap. Kemudian ditimbang dengan ketelitian 1 mg (B);
- f) Benda uji dituangkan ke dalam piknometer hingga terisi  $\frac{3}{4}$  bagian;
- g) Piknometer dibiarkan hingga dingin minimal selama 40 menit dan ditimbang dengan ketelitian 1 mg (C);
- h) Piknometer diisi dengan air suling hingga penuh dan ditutup agar gelembung udara keluar;
- i) Angkatlah bejana dari bak perendam dan letakkan piknometer didalamnya dan tekanlah penutup hingga rapat. Dimasukkan dan

didiamkan bejana ke dalam bak perendam minimal selama 30n menit;

j) Diangkat dan dikeringkan kemudian ditimbang piknometernya (D).

### 3) Pemeriksaan Penetrasi Aspal (PEN)

Menggunakan prosedur SNI 06-2456-1991.

Panyiapan sampel:

a) Aspal dipanaskan perlahan-lahan serta diaduk hingga cukup cair untuk dapat dituangkan. Pemanasan untuk aspal tidak lebih dari 90°C diatas titik lembek dan waktu pemanasan tidak lebih dari 30 menit;

b) Setelah cair kemudian dituangkan ketempat contoh dan didiamkan hingga dingin. Tinggi contoh dalam tempat tersebut tidak kurang dari angka penetrasi ditambah 10 mm. dibuat dua benda uji;

c) Benda uji ditutup agar bebas dari debu dan didiamkan pada suhu ruang selama 1 - 1,5 jam untuk benda uji kecil

Pengujian Penetrasi:

a) Benda uji diletakkan pada tempat air yang kecil dan dimasukkan pada bak perendamyang telah berada pada suhu ruang. Diamkan bak tersebut selama 1–1,5 jam untuk benda uji kecil;

b) Pemegang jarum diperiksa dalam keadaan baikdan bersihkan jarum penetrasi dengan toluene atau pelarut lain kemudian dilap dan dikeringkan jarumnya dan kemudian dipasang pada alat pemegang jarum;

- c) Letakkan pemberat 50 gram diatas jarum untuk mem[eroleh beban sebesar  $(100 \pm 0,1 \text{ gr})$ ;
- d) Tempat air dipindahkan ke tempat penetrasi;
- e) Jarum diturunkan perlahan-lahan sehingga jarum tersebut menyentuh permukaan benda uji. Kemudian angka arloji diatur pada angka nol (0) di arloji penetrometer hingga arloji menyentuh namun tidak tertanam dalam benda uji;
- f) Lepaskan pemegang jarum dan srentakjalankan stop watch selama jangka waktu  $(5 \pm 0,1)$  detik;
- g) Lakukan 3 kali pada benda uji yang sama dengan ketentuan jarak titik lebih besar dari 1 cm.

Pelaporan:

Untuk nilai Penetrasi 50-149 toleransi nya 4 angka

#### **4) Pemeriksaan kehilangan berat akibat pemanasan dengan cara A**

Pengujian menggunakan aturan SNI 06-2440-1991

Penyiapan benda uji:

- Benda uji disiapkan  $\pm 100 \text{ gr}$  bebas air;

Proses Pengujian:

- a) Benda uji dituangkan sekitar  $(50 \pm 0,5)$  gr ke dalam cawan dan didinginkan kemudian ditimbang dengan ketelitian 0,01 gr. (A);
- b) Benda uji ditempatkan diatas pinggan oven hingga mencapai  $(162 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$ ;

- c) Thermometer dipasang pada dudukannya;
- d) Benda uji dikeluarkan dari oven setelah 5-5.25 jam;
- e) Benda uji didinginkan pada suhu ruang dan ditimbang dengan ketelitian 0,01 gr pada suhu ruang. (B);
- f) Kehilangan berat minyak dan aspal dinyatakan dengan persamaan:

$$\text{Penurunan berat} = \{(A-B)/A\} \times 100\%$$

### 3.4.3. Proses pembuatan benda uji campuran aspal

#### 3.4.3.1. Penentuan proporsi campuran fraksi-fraksi agregat

Pada tahap ini dilakukan dengan perkiraan rumus proporsi agregat tiap ukuran lubang saringan:

$$P = aA + bB + cC + dD + \dots + nN$$

Dimana: P = persen lolos ukuran saringan d mm yang diinginkan, yang diperoleh dari spesifikasi campuran

A = persen lolos saringan fraksi agregat A pada ukuran d mm

B = persen lolos saringan fraksi agregat B pada ukuran d mm

C = persen lolos saringan fraksi agregat C pada ukuran d mm

a = proporsi dari fraksi agregat A

b = proporsi dari fraksi agregat B

c = proporsi dari fraksi agregat C

$$a + b + c = 100 \%$$

Nilai a,b,c diperoleh dengan “*trial and error*” Yaitu dengan menyesuaikan nilai-nilai campuran terhadap batas spesifikasi, zona larangan dan Fuller dari gradasi campuran.

Ketentuan:

- a) Gradasi campuran agregat tidak boleh melalui atau pun bersinggungan dengan zona larangan.
- b) Gradasi campuran agregat hanya diperbolehkan memotong ataupun bersinggungan dengan Fuller sebanyak satu kali
- c) Gradasi campuran agregat tentunya harus masuk dalam batas-batas spesifikasi gradasi

#### **3.4.3.2. Menentukan perkiraan nilai tengah kadar aspal**

Pada penelitian ini digunakan prasyarat tebal selimut aspal minimal 7,5 mikron. Tebal selimut aspal dapat dihitung dengan menggunakan rumus, dimana perkiraan kadar aspal harus melebihi syarat tebal selimut beton 7,5 mikron.

#### **3.4.3.3. Pembuatan campuran aspal dan agregat di laboratorium**

##### **a. Rancangan campuran metode Marshall**

Langkah-langkah rancangan campuran metode Marshall adalah:

1. Mempelajari spesifikasi gradasi agregat campuran yang diinginkan dari spesifikasi campuran pekerjaan;
2. Merancang proporsi dari masing-masing fraksi agregat yang tersedia untuk mendapatkan agregat dengan gradasi sesuai butir 1.

Rancangan dilakukan berdasarkan gradasi dari masing masing fraksi agregat yang akan dicampur. ;

3. Menentukan kadar aspal total dalam campuran, yaitu kadar aspal efektif yang membungkus atau menyelimuti butir-butir agregat, mengisi pori antar agregat, ditambah dengan kadar aspal yang akan diserapmasuk kedalam pori masing-masing butir agregat. Di dalam penelitian ini digunakan metode tebal selimut aspal dengan syarat minimal 7,5 mikron.
4. Disiapkan benda uji atau briket beton aspal, dengan terlebih dahulu menyiapkan bahan agregat dan aspal sesuai dengan perencanaan dan syarat yang berlaku. Untuk mendapatkan kadar aspal optimum dibuat 15 benda uji dengan 5 variasi kadar aspal yang masing-masing berbeda 0,5%. Jika kadar aspal tengah a % maka benda uji dibuat untu kadar aspal (a-1)%, (a-0,5)%, a, (a+0,5)%, (a+1)%, dengan masing-masing kadar aspal 3 benda uji.
5. Pembuatan campuran benda uji Marshall
  - a) Agregat dikeringkan minimum pada suhu (110±10) selama 4 jam hingga beratnya tetap kemudian dipisahkan sesuai dengan fraksi-fraksi spesifikasi campuran agregat pada tahap '3.4.';
  - b) Aspal dipanaskan hingga mencapai tingkat kekentalan (viskositas) yang disyaratkan baik untuk pencampuran maupun pematatan
  - c) Siapkan bahan untuk setiap benda uji yang diperlukan, yaitu campuran agregat dan aspal sebanyak ± 1200 gram sehingga

tinggi benda uji kira-kira  $63,5 \text{ mm} \pm 1,27 \text{ mm}$ . pencampuran agregat disesuaikan dengan perbandingan proporsi yang telah ditentukan

- d) Alat cetakan dipanaskan sampai suhu antara  $93,9-148,9^{\circ}\text{C}$
- e) Alat cetakan dipasang sedemikian rupa kemudian diletakkan selembat kertas bulat pada dasar cetakan
- f) Aspal yang telah mencapai suhu cair yaitu  $\pm 145^{\circ}\text{C}$  dituangkan sebanyak persentase perkiraan kedalam campuran agregat yang dipanaskan tersebut dan di aduk dengan cepat hingga merata seluruh agregat terselimuti aspal namun suhu pencampuran dijaga berkisar  $145^{\circ}\text{C}$
- g) Kemudian sesegera mungkin di masukkan kedalam cetakan.
- h) Campuran dalam cetakan ditusuk-tusuk dengan spatula sebanyak 15 kali dipinggir cetakan dan 10 kali di bagian tengah kemudian diletakkan lagi selembat kertas bulat diatas campuran;
- i) Dilakukan tumbukan standar lalu-lintas berat sebanyak  $2 \times 75$  kali (75 bagian atas dan 75 kali bagian bawah);
- j) Setelah dipadatkan timbal balik 75 kali tumbukan benda uji dikeluarkan dengan hati-hati dan dibiarkan dalam suhu ruang selama 24 jam
- k) Dapat didinginkan dengan kipas angin tau AC jika agar lebih cepat.

- l) Selanjutnya benda uji diperiksa sifat campuran agar diketahui kadar aspal optimum campuran
- m) Ketika kadar aspal optimum telah diketahui maka diperoleh DMF (*Design Mix Formula*) untuk menjadi dasar dalam penelitian variasi jumlah tumbukan benda uji beton aspal.

**b. Perhitungan berat jenis benda uji beton aspal metode Marshall (ASTM D 2726-73)**

Cara pengujian:

- 1) Timbang benda uji kering hasil pemadatan (Bk)
- 2) Benda uji direndam di dalam bak perendam pada suhu 25°C selama 3-5 menit dan timbang didalam air, akan didapat berat benda uji didalam air (Ba);
- 3) Kemudian dikeringkan permukaan benda uji dengan lap dan ditimbang sehingga diketahui berat kering permukaan jenuh (SSD)
- 4) Hasil pengujian dicatat pada formulir yang disediakan dan dihitung berat jenis campuran sesuai dengan rumus yang disediakan

**c. Pengujian campuran benda uji beton aspal metoda Marshall (SNI 06-2489)**

Cara pengujiaannya adalah sebagai berikut:

- 1) Benda uji direndam di dalam bak perendam selama 30-40 menit dengan suhu tetap  $(60 \pm 1) ^\circ\text{C}$  untuk benda uji menggunakan aspal padat;

- 2) Benda uji dikeluarkan dari bak premand atau oven dan diletakkan ke dalam segmen bawah kepala penekandengan catatan bahwa waktu yang diperlukan dari saat diangkatnya benda uji dari bak perendam sampai tercapainya beban maksimum maksimal 30 detik;
- 3) Segmen atas benda uji dan diletakkan keseluruhan dalam mesin penguji;
- 4) Arloji pengukur kelelahan (*flow*) dipasang pada dudukannya diatas salah satu batang penuntun dan jarum diatur pada angka nol, sementara selubung tangkai arloji (*slleve*) dipegang teguh terhadap segmenatas kepala penekan
- 5) Kepala penekan dinaikkan beserta benda ujinya hingga menyentuh alas cincin penguji sebelum pembebanan diberikan;
- 6) Diatur kembali jarum arloji pada posisi nol;
- 7) Benda uji diberikan pembebanan tetap 50 mm/menit sampai pembebanan maksimum atau stabilitas yang dicapai. Koreksilah bebannya dengan menggunakan factor perkalian yang bersangkutan
- 8) Hasil pengujian dicatat.
  - Berat Jenis Curah Campuran (*Bulk*)
  - Berat Jenis maksimum Campuran Teoritis
  - Berat Jenis Efektif Agregat
  - Persentase Aspal terhadap campuran (%)

## 1) Menghitung parameter Marshall (VIM, VMA, VFA, MQ)

### a. Berat Jenis *Bulk* beton aspal padat ( $G_{mb}$ )

- b. Berat jenis maksimum beton aspal sebelum dipadatkan ( $G_{mm}$ )
  - c. Berat jenis *bulk* agregat campuran ( $G_{sb}$ )
  - d. Berat jenis semu agregat campuran
  - e. Berat Jenis Efektif Agregat campuran ( $G_{se}$ )
  - f. Volume pori dalam agregat campuran (VMA)
  - g. Volume pori dalam beton aspal padat (VITM)
  - h. Marshall Question (MQ)
- 2) **Membuat grafik dan menentukan kadar aspal optimum dari nilai-nilai parameter marshall berdasarkan variasi benda uji dan kadar aspal pada tumbukan 2x75 tumbukan**

Berdasarkan grafik yang tergambar akan dapat ditentukan nilai batas-batas penentuan kadar aspal optimum pada benda uji beton aspal.

### 3.4.4. Pematatan campuran aspal dan agregat dengan variasi tumbukan

- 1) **Pematatan campuran aspal dan agregat**
  - a) Pematatan 2x75 tumbukan
  - b) Pematatan 2x150 tumbukan
  - c) Pematatan 2x225 tumbukan
  - d) Pematatan 2x300 tumbukan
  - e) Pematatan 2x400 tumbukan

## 2) Pengujian campuran aspal dengan metode Marshall

### 3.4.5. Analisis data

- a. Pemeriksaan berat jenis agregat kasar dan sedang
- b. Pemeriksaan agregat kasar dan sedang dengan mesin 'Los angeles'
- c. Pemeriksaan kelekatan agregat kasar dan sedang terhadap aspal
- d. Pemeriksaan kepipihan agregat agregat kasar
- e. Pemeriksaan Nilai Sand Equivalent (%)
- f. Pemeriksaan Berat Jenis dan penyerapan agregat halus terhadap air
- g. Pemeriksaan Berat Jenis dan penyerapan agregat abu batu terhadap air
- h. Pemeriksaan Pemeriksaan Berat jenis semu
- i. Pemeriksaan Penetrasi aspal
- j. Pemeriksaan kehilangan berat aspal terhadap pemanasan
- k. Perancangan proporsi agregat capuran pembentuk beton aspal
- l. Perancangan proporsi agregat campuran pembentuk beton aspal
- m. Perhitungan berat jenis benda uji beton aspal metode Marshall (ASTM D 2726-73)
- n. Pengujian Marshall dan menentukan kadar aspal Optimum.
- o. Membuat kembali benda uji berdasarkan proporsi agregat dan kadar aspal optimum pada tahap "n" untuk percobaan pengaruh variasi
- p. Kembali melakukan penimbangan dan perhitungan berat jenis benda uji benda uji
- q. Kemudian melakukan pengujian marshall untuk mengetahui stabilitas dan kelelahan beton aspal

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. KESIMPULAN

Dari analisis yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan :

1. Pengaruh variasi jumlah tumbukan terhadap kepadatan sangat besar. Semakin besar jumlah tumbukan nilai kepadatan semakin kecil. Besarnya persentase penurunan nilai kepadatan pada jumlah tumbukan 2x150, 2x200, 2x300 dan 2x400 menurunkan nilai kepadatan sebesar 1,07 % - 3,19 % dari nilai kepadatan pada tumbukan standar (2x75 pukulan).
2. Pengaruh variasi jumlah tumbukan terhadap VIM sangat besar. Semakin besar jumlah tumbukan nilai VIM semakin kecil. Besarnya persentase penurunan nilai VIM pada jumlah tumbukan 2x150, 2x200, 2x300 dan 2x400 menurunkan nilai VIM sebesar 26,9 - 77,07 % dari nilai VITM pada tumbukan standar (2x75 pukulan).
3. Pengaruh variasi jumlah tumbukan terhadap VFA berbanding lurus. Semakin besar jumlah tumbukan nilai VFA semakin besar pula. Besarnya persentase penurunan nilai VFA pada jumlah tumbukan 2x150, 2x200, 2x300 dan 2x400 menurunkan nilai VIM sebesar 6,0 - 20,73 % dari nilai VFA pada tumbukan standar (2x75 pukulan).
4. Pengaruh variasi jumlah tumbukan terhadap *flow* berbanding lurus. Semakin besar jumlah tumbukan nilai *flow* semakin besar pula. Besarnya persentase penurunan nilai *flow* pada jumlah tumbukan 2x150, 2x200, 2x300 dan 2x400 menurunkan nilai *flow* sebesar 17,4 - 35,9% dari nilai *flow* pada tumbukan standar (2x75 pukulan).

5. Terhadap stabilitas sudah bisa terlihat akan mengalami peningkatan yang signifikan karena penekanan yang terus menerus akan mengakibatkan kepadatan yang tinggi dengan sedikit rongga sehingga makin stabil adapun peningkatan maksimum pada 2x400 kali pukulan yaitu mencapai 100%.
6. Pengaruh variasi jumlah tumbukan terhadap VMA berbanding lurus. Semakin besar jumlah tumbukan nilai VMA semakin besar pula. Besarnya persentase penurunan nilai VMA pada jumlah tumbukan 2x150, 2x200, 2x300 dan 2x400 menurunkan nilai VMA sebesar 6% - 20,73% dari nilai VMA pada tumbukan standar (2x75 pukulan).

## 5.2. SARAN

1. Sangat perlu dihindari terjadinya pembebanan berlebihan pada suatu jalan yang tidak pada kapasitasnya, karena dapat berdampak pada hilangnya keelastisitas beton aspal yang merupakan salah satu keunggulannya
2. Untuk pematatan yang berlebih dengan tujuan tertentu agar stabilitas dan kekakuan berkualitas tinggi hendaknya dilokalisasi sehingga kendaraan pengangkut umum ataupun pribadi melintas dengan nyaman
3. Untuk suatu wilayah dengan perlintasan kendaraan yang sangat berat, seperti pengangkutan peti kemas dan sekitas pelabuhan perkerasan yang sangat padat dapat diterapkan, dengan perawatan yang lebih ekonomis dari perkerasan kaku
4. Perlu kiranya diadakan penelitian lebih dalam dengan memperkirakan faktor pengaruh suhu dan memperbanyak benda uji.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amiruddin Basir.2005. *Evaluasi kinerja durabilitas campuran beraspal yang Menggunakan bahan tambah retona*. Skripsi Unsri: Palembang
- Anonim. 2006. *Pedoman Konstruksi Dan Bangunan No: 001 – 04 / Bm /2006 Pemanfaatan Asbuton Campuran Beraspal Hangat Dengan Asbuton Butir*. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga: Jakarta
- Anonim. 1999. *Pedoman perencanaan campuran beraspal dengan Pendekatan kepadatan mutlak*. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga: Jakarta
- Anonim. 2008. *Perencanaan, Pelaksanaan dan Pengendalian mutu lapis Pondasi Agregat*. Departemen Pekerjaan Umum, Pusat Litbang Jalan dan Jembatan.:Jakarta
- Arthur wignall. 2003. *Proyek Jalan Teori dan Praktek Edisi keempat*. Penerbit Erlangga: Jakarta.
- Bambang S. Subagio dkk. 2007. *Kinerja Campuran Beton Aspal Lapis Aus dengan Menggunakan Bahan Pengikat Aspal Supra Coat*. Jurnal. Jakarta
- Cakra Nagara dkk. 2007. *Pengaruh variasi jumlah tumbukan terhadap kinerja campuran beton aspal*. Jurnal. Jakarta
- Kusumadi, Efri Debby Ekinola Ritonga. 2004. *Bahan Ajar Praktikum Pengujian Aspal Politeknik Negeri Medan*: Medan
- Silvia Sukirman. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Granit: Jakarta

Tonton Aristono. *Asphalt Testing*. Pusat Pelatihan MBT (Engineering Courses Program): Jakarta

