

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS INDEKS KEKUATAN SISA (IKS) FORMULASI  
ASBUTON DAN ASPAL MINYAK 6,5 % PADA CAMPURAN HRS  
YANG MENGGUNAKAN PASIR PANTAI TUAL**



**DISUSUN OLEH :**

**MUSLIMIN**  
45 06 041 006

**FAHMI KABALMAY**  
45 06 041 030

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL  
UNIVERSITAS "45" MAKASSAR**

**2011**



# UNIVERSITAS "45"

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4  
Telp. 452901 – 452789  
MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

## LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir :

***“Analisis Indeks Kekuatan Sisa (IKS) Formulasi Asbuton Dan Aspal Minyak 6,5 % Pada Campuran HRS Yang Menggunakan Pasir Pantai Tual“***

Disusun dan diajukan oleh :

Nama Mahasiswa : M U S L I M I N / FAHMI KABALMAY

No. Stambuk : 45 06 041 006 / 45 06 041 030

Fakultas / Jurusan : Teknik / Sipil

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil / Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas “ 45 “ Makassar.

### TELAH DISETUJUI KOMISI PEMBIMBING

Pembimbing I : Ir. H. Iskandar Renta, MT

(.....)

Pembimbing II : Ir. H. Abdul Rahim Nurdin, MT

(.....)

Pembimbing III : Ir. Hj. Satriawati Cangara

(.....)

Makassar, Desember 2011

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas “45” Makassar



**(Ir. Syafri, MSi)**  
NIP. D. 450 202

Ketua Jurusan Sipil  
Universitas “45” Makassar



**(Ir. Svahrul Sariman, MT)**  
NIDN : 00 – 1003 - 5903

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi dalam bentuk Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) pada Fakultas Teknik Universitas "45" Makassar, serta mengakhiri sebuah tahap pembelajaran terhadap ilmu Teknik Sipil yang dijalani penulis dengan berbagai macam suka dan duka.

Selama menuntut ilmu, penulis banyak mendapat bantuan yang begitu besar dari pihak – pihak yang telah berinteraksi dalam keseharian penulis, maka sepatutnya penulis memberikan penghargaan yang tinggi sebagai ungkapan rasa hormat dan terima kasih yang dalam, kepada :

1. Bapak Prof.DR.Abd. Rahman, SH.MH selaku Rektor Universitas "45" Makassar.
2. Bapak Ir. Syafri, M.Si selaku Dekan Fakultas Teknik Uiversitas "45" Makassar.
3. Bapak Ir. Syahrul Sariman, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas "45" Makassar.
4. Bapak Ir. H. Iskandar Renta, MT selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan.
5. Bapak Ir. H. Abdul Rahim Nurdin, MT selaku Pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan motivasi

## DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Lembar Pengasahan	
Lembar Pengajuan	
Kata Pengantar .....	i
Daftar Isi .....	iii
Daftar Tabel .....	vi
Daftar Gambar .....	vii
Daftar Notasi .....	viii
Daftar Lampiran .....	ix

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	I-3
1.2.1 Maksud Penelitian .....	I-3
1.2.2 Tujuan Penelitian .....	I-3
1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah .....	I-3
1.3.1 Ruang Lingkup .....	I-3
1.3.2 Batasan Masalah .....	I-4
1.4 Gambaran Umum Penelitian .....	I-4
1.5 Sistematika Penulisan .....	I-5

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Pengertian Perkerasan Jalan .....	II-1
2.1.2 Jenis Konstruksi Pengerasan .....	II-2
2.1.3 Pembebanan Pada Perkerasan Jalan .....	II-12
2.2 Aspal .....	II-14
2.3.1 Klasifikasi Aspal .....	II-16
2.3.2 Unsur – unsur pembentuk aspal .....	II-18
2.4. Aspal Buton (asbuton) .....	II-19
2.5. Aspal Minyak .....	II-22
2.6. Agregat .....	II-24
2.6.1 Jenis-Jenis Agregat .....	II-24

3.2.1	Metode Pengambilan Sampel .....	III-1
3.2.2	Metode Pengumpulan Data .....	III-2
3.2.3	Metode Penelitian .....	III-2
3.3	Rancangan Penelitian .....	III-5
3.3.1	Desain Penelitian .....	III-5
3.4	Metode Formulasi Aspal Buton dengan aspal Minyak .....	III-6
3.5	Persiapan Bahan .....	III-6
3.6	Penentuan Jumlah dan Persiapan Benda Uji .....	III-7
3.6.1	Penentuan Jumlah Benda Uji .....	III-7
3.6.2	Persiapan Bahan Campuran (Benda Uji) .....	III-8
3.7	Pembuatan Benda uji dan Penentuan Kadar Aspal Optimum .....	III-8
3.8	Pengujian Perendaman <i>Marshall</i> ( <i>Marshall Immersion</i> ) .....	III-8
3.8	Analisis Data .....	III-8
 <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Hasil Pengujian Sifat Bahan .....	IV-1
4.1.1	Sifat Bahan Agregat .....	IV-1
4.1.2	Sifat Bahan Aspal .....	IV-3
4.2	Komposisi Rancangan Campuran .....	IV-5
4.3	Pengujian Marshall Untuk Penentuan KAO .....	IV-9
4.4	Pengujian Marshall pada Kadar Aspal Optimum .....	IV-9
4.5	Pengujian Perendaman Marshall ( <i>Marshall Immersion</i> ) .....	IV-10
4.6	Analisis Indeks Kekuatan Sisa (IKS) pada Kadar Aspal Optimum (KAO).....	IV-19
 <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan .....	V-1
5.2.	Saran .....	V-2
Daftar Pustaka .....		x

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel. 2.1. Perbedaan antara Perkerasan Kaku & Perkerasan Lentur .....	II-11
Tabel. 2.2. Ketentuan – ketentuan Untuk Aspal Keras .....	II-22
Tabel. 2.3. Tes Standar Untuk Aspal Penetrasi 60/70 .....	II-25
Tabel. 2.4. Jenis dan Metode Pengujian Agregat .....	II-42
Tabel. 2.5. Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston .....	II-54
Tabel. 2.6. Ketentuan Agregat Kasar .....	II-56
Tabel. 2.7. Ketentuan Agregat Halus .....	II-57
Tabel. 2.8. Gradasi Mineral <i>Filler</i> untuk Laston .....	II-58
Tabel. 2.9. Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Aspal .....	II-59
Tabel. 2.10. Gradasi Kepadatan Maksimum (Kurva Fuller) .....	II-63
Tabel. 3.1. Penentuan Jumlah Briket Uji .....	III-7
Tabel. 4.1. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat .....	IV-2
Tabel. 4.2. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar & Halus .....	IV-3
Tabel. 4.3. Hasil Pemeriksaan Aspal Penetrasi 60/70 .....	IV-4
Tabel. 4.4. Komposisi Agregat dalam Campuran HRS – Base ...	IV-5
Tabel. 4.5. Komposisi Agregat dalam Campuran HRS – WC .....	IV-5
Tabel. 5.1. Hasil Penelitian Laboratorium	V-1

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar. 2.1. Susunan Lapis Perkerasan Jalan Tipe Fleksibel ....	II-3
Gambar. 2.2. Komponen Umum Perkerasan Kaku .....	II-4
Gambar. 2.3. Komponen Umum Perkerasan Lentur .....	II-7
Gambar. 2.4. Distribusi beban roda melalui lapisan perkerasan jalan	II-13
Gambar. 2.5. Diagram Jenis Aspal .....	II-16
Gambar. 2.6. Ilustrasi Gradasi Agregat ( <i>Sumber TOT Lasbutag 2007</i> ). .....	II-29
Gambar. 2.7. Skematis berbagai jenis volume beton aspal .....	II-48
Gambar. 2.8. Pengertian tentang VIM, selimut aspal, aspal yang terabsorpsi .....	II-49
Gambar. 2.9. Ilustrasi pengertian VMA dan VIM .....	II-50
Gambar. 2.10. Gradasi campuran agregat .....	II-65
Gambar. 2.11. Alat Marshall Test .....	II-69
Gambar. 3.1. Bagan Alir Kegiatan Penelitian .....	III-4
Gambar. 4.1. Kurva Fuller untuk HRS – WC .....	IV-6
Gambar. 4.2. Kurva Fuller untuk HRS – Base .....	IV-6

## DAFTAR NOTASI

<b>AASHTO</b>	<i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>
<b>AC</b>	<i>Asphaltic Concrete / Asphalt Concrete</i>
<b>ASTM</b>	<i>American Society for Testing and Materials</i>
<b>AMP</b>	<i>Asphalt Mixing Plan</i>
<b>ATB</b>	<i>Asphalt Trated Base</i>
<b>BSI</b>	<i>British Standard Institute</i>
<b>BMA</b>	<i>Butonite Mastic Asphalt</i>
<b>BC</b>	<i>Binder Course</i>
<b>Gb</b>	Berat jwnis aspal
<b>Gmm</b>	Berat jenis maksimum teoritis dari campuran beraspal
<b>Gmb</b>	Berat jenis curah ( <i>bulk</i> ) dan campuran beraspal
<b>Gsa</b>	Berat jenis semu dari agregat total
<b>Gsb</b>	Berat jenis curah dari dari agregat total
<b>Gse</b>	Berat jenis efektif dari agregat total
<b>HRS</b>	<i>Hot Rolled Sheet</i>
<b>HRSS</b>	<i>Hot Rolled Sand Sheet</i>
<b>HMA</b>	<i>Hot Mix Asphalt</i>
<b>HRA</b>	<i>Hot Rolled Asphalt</i>
<b>IKS</b>	Indeks Kekuatan Sisa
<b>JMF</b>	<i>Job Mix Formula</i>
<b>KAO</b>	Kadar Apal Optimum
<b>Laston</b>	Lapis Beton Aspal
<b>LAV</b>	<i>Los Angeles Abration Value</i>
<b>MQ</b>	<i>Marshall Quotient</i>
<b>RD</b>	<i>Refusal Density</i>
<b>RSI</b>	<i>Retained Strength Index</i>
<b>SNI</b>	Standar Nasioonal Indonesia
<b>WC</b>	<i>Wearing Course</i>
<b>VFB</b>	<i>Voids Filled With Asphalt</i>
<b>VIM</b>	<i>Voids In Mix</i>
<b>VMA</b>	<i>Voids In Mineral Aggregate</i>



## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS DAN KASAR	1 - 6
PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS	7 - 8
PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR	9 - 10
PEMERIKSAAN BERAT JENIS ASPAL	11
PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL	12
PEMERIKSAAN DAKTILITAS	13
PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT DENGAN MESIN LOS ANGELES	14
COMBINED AGGREGATE GRADING HRS – BASE (SENJANG)	15
GRAFIK KARAKTERISTIK MARSHALL TEST HRS BASE (SENJANG)	16
DIAGRAM PENENTUAN KADAR ASPAL OPTIMUM	17
COMBINED AGGREGATE GRADING HRS – WC (SENJANG)	18
GRAFIK KARAKTERISTIK MARSHALL TEST HRS - WC (SENJANG)	19
DIAGRAM PENENTUAN KADAR ASPAL OPTIMUM	20
MARSHALL TEST PENENTUAN KADAR ASPAL OPTIMUM HRS – BASE	21
MARSHALL TEST PADA KADAR ASPAL OPTIMUM HRS - BASE	22
MARSHALL TEST PENENTUAN KADAR ASPAL OPTIMUM HRS – BASE	23
MARSHALL TEST PADA KADAR ASPAL OPTIMUM HRS – BASE	24
FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN	25 – 30

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Dalam bidang konstruksi perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) jalan raya, kemampuan memberikan pelayanan merupakan hal yang signifikan untuk diperhatikan. Penyebab utama berkurangnya kemampuan jalan dalam memberikan pelayanan adalah potensi keawetan/durabilitas (*Durability*) yang rendah dari lapisan aus dan lapis pengikat pada konstruksi perkerasan.

Permasalahan durabilitas campuran aspal dari jenis lapis aus dari pengikat umumnya dihubungkan dengan pengerasan bahan aspal/bitumen. Salah satu faktor yang mempengaruhi proses pengerasan bahan bitumen adalah pengaruh air. Pengaruh air yang terjadi dapat berupa naiknya muka air tanah dan proses penguapan muka air tanah dari lapisan tanah dasar (*Subgrade Course*) disiang hari serta diikuti oleh proses pengembunan di malam hari. Proses ini terjadi secara terus – menerus sehingga dapat menyebabkan kerusakan dari bawah pada lapisan perkerasan jalan. Kerusakan terburuk yang dapat terjadi adalah hilangnya ikatan kohesi antara agregat dari aspal, yang dikenal sebagai proses pengelupasan lapisan aspal (*Stripping*) sehingga menyebabkan pengurangan kekuatan/stabilitas (*Stability*) yang signifikan dari campuran beraspal, (*Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Jenis Lentur (Flexible*

*Pavement) Dan Jenis Kaku (Rigid Pavement) (Sesuai Aashto, 1986 & 1993).*

Bertolak dari kasus kerusakan akibat pengaruh air terhadap stabilitas dan durabilitas Lapis Aspal Beton (Laston), maka penulis merasa perlu untuk melakukan penelitian penggunaan Aspal Buton yang diformulasikan dengan Aspal Minyak. Sebagai bahan campuran lain, dalam hal ini penulis menggunakan Agregat halus (Pasir) dari Pasir Pantai Tual.

Adapun alasan kami menggunakan pasir pantai Tual (pantai pasir panjang/*ngurbloat*) yang terletak di desa Ngilngof Maluku Tenggara, karena pasir pantai Tual sangat potensial sebagai bahan campur perkerasan jalan khususnya perkerasan lentur, dengan panjang pantai mencapai 5 kilometer dan lebar sekitar 20 – 30 meter. Hal lain yang mendukung pasir pantai Tual potensial digunakan sebagai bahan campur perkerasan jalan adalah karena pasir pantai Tual tidak mengandung koral dan biota lainnya. Namun sampai sekarang belum pernah digunakan sebagai bahan campur perkerasan. Olehnya itu, kami mencoba untuk melakukan penelitian terhadap kelayakan penggunaannya dalam perkerasan jalan, dalam bentuk karya tulis tugas akhir dengan judul **“Analisis Indeks Kekuatan Sisa (IKS) Formulasi Asbuton Dan Aspal Minyak 6,5 % Pada Campuran HRS Yang Menggunakan Pasir Pantai Tual”**.

Sumber : <http://aijprabowo.wordpress.com/2010/02/04/keindahan-indonesia-pantai-ngurbloatpantai-pasir-panjang-di-tual-maluku-tenggara/>

## **1.2. Maksud dan Tujuan Penelitian**

### **1.2.1. Maksud Penelitian**

Maksud dilakukannya penelitian ini adalah Untuk mengetahui sifat/karakteristik formulasi aspal buton dengan aspal minyak pada campuran HRS yang menggunakan pasir pantai Tual.

### **1.2.2. Tujuan Penelitian**

Tujuan diadakannya penelitian ini adalah :

1. Untuk menganalisis karakteristik campuran aspal minyak dan aspal buton yang menggunakan pasir pantai Tual berdasarkan parameter Indeks Kekuatan Sisa (IKS).
2. Untuk merencanakan komposisi campuran aspal untuk konstruksi perkerasan laston berdasarkan karakteristik material pembentuk yaitu agregat halus (pasir dari pantai Tual).

## **1.3. Ruang Lingkup dan Batasan Masalah**

### **1.3.1. Ruang Lingkup**

Penelitian ini dilakukan melalui pengujian di laboratorium. Ruang lingkup permasalahan yang diangkat, di teliti dan dibahas dalam tulisan ini adalah melakukan Analisis terhadap campuran Aspal Buton dengan Aspal Minyak melalui metode pengujian Marshall untuk mengetahui Indeks Kekuatan Sisa (IKS).

### 1.3.2. Batasan Masalah

Agar tetap mengacu pada ruang lingkup, maksud serta tujuan penelitian maka perlu diberikan ketegasan terhadap batasan masalah yang akan dibahas dalam penulisan ini. Batasan terhadap permasalahan adalah :

1. Pasir yang digunakan adalah pasir pantai Tual Maluku Tenggara.
2. Agregat kasar yang digunakan adalah agregat dari sungai Ieneberang atau Bili Bili.
3. Aspal yang digunakan adalah aspal minyak penetrasi 60/70.
4. Aspal buton yang digunakan adalah LGA 15/25.
5. Laboratorium yang digunakan adalah Laboratorium P2JN Prov. Sulawesi Selatan.
6. Evaluasi yang dilakukan meliputi evaluasi terhadap karakteristik campuran Aspal Buton dan Aspal Minyak terhadap Indeks Kekuatan Sisa (IKS).
7. Pengujian di laboratorium yang dilakukan meliputi pengujian terhadap bahan campuran beraspal, pengujian Marshall.
8. Standar pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)* dan Standar Nasional Indonesia (SNI SPEK 2010).
9. Kadar aspal minyak 6,5 % terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO) Aspal Buton (asbuton).
10. Campuran yang digunakan HRS Semi sejang.

#### **1.4. Gambaran Umum Penelitian**

Penulisan tugas akhir ini disusun berdasarkan studi penelitian berupa penulisan di laboratorium P2JN Sul-Sel. serta studi literatur yang berhubungan dengan penulisan ini. Sebagaimana kita ketahui gambaran umum dari penulisan ini, mengacu pada penelitian – penelitian yang dilakukan sebelumnya, namun perbedaan besar dari penelitian kami ini menitik beratkan pada komposisi pencampuran aspal minyak 60/70 dengan aspal LGA/BGA 15/25 serta penggunaan pasir pantai tua sebagai agregat halus, untuk mendapatkan mutu perkerasan lentur yang cocok pada daerah tropis serta mengetahui karakteristik dari material campuran (pasir pantai tua sebagai agregat halus).

#### **1.5. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini tersusun sebagai berikut :

##### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini menguraikan tentang latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, ruang lingkup dan batasan masalah, metode penelitian dan sistematika penulisan.

##### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas tentang teori-teori pendukung terhadap topik penelitian yang dilakukan.

### **BAB III : PENGUJIAN EKSPERIMENTAL**

Bab ini membahas tentang bahan air penelitian, prosedur pemeriksaan, campuran aspal beton dan aspal minyak, pembuatan benda uji I untuk menguji Marshall standar, penentuan kadar aspal optimum (KAO) campuran, pembuatan benda uji II dan pengujian perendaman Marshall (*Marshall Immersion*).

### **BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini membahas tentang penyajian data, hasil analisis pemeriksaan material dan parameter Marshall dan hasil rancang campuran, analisis karakterstik uji Marshall, analisa hasil uji perendaman Marshall (*Marshall Immersion*), analisa stabilitas Marshall dan kelelahan plastis (*Flow*) maksimum serta evaluasi terhadap hasil penelitian.

### **BAB V : PENUTUP DAN SARAN**

Bab ini merupakan penutup yang memberikan kesimpulan dan saran-saran yang diharapkan sesuai dengan maksud dan tujuan dari penulisan ini.



**BAB II :**  
**TINJAUAN PUSTAKA**



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Perkerasan Jalan**

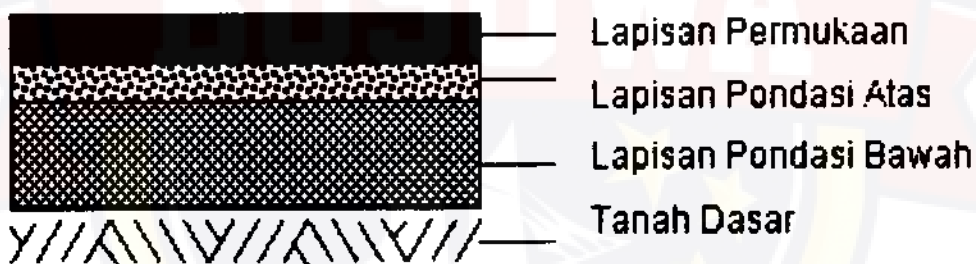
Perkerasan adalah suatu lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar (*Subgrade*) yang telah dipadatkan, guna dapat memberikan rasa aman dan nyaman kepada pemakai jalan, maka konstruksi perkerasan jalan haruslah memenuhi syarat-syarat tertentu yang secara umum dapat dikelompokkan menjadi 2 kelompok yaitu :

##### **1. Syarat Berlalu Lintas**

Dipandang dari keamanan dan kenyamanan berlalu lintas, maka konstruksi perkerasan lentur harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- a. Permukaan yang rata, tidak bergelombang, tidak melendut dan tidak berlubang.
- b. Permukaan cukup kaku, sehingga tidak mudah berubah bentuk akibat beban yang bekerja di atasnya.
- c. Permukaan cukup kasar, memberikan gesekan yang baik antara ban dan permukaan jalan sehingga kendaraan tidak mudah selip.
- d. Permukaan tidak mengkilap, tidak silau jika terkena sinar matahari.

- c) Lapis pondasi, yang biasanya terdiri dari lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah. Lapisan ini merupakan pondasi dari struktur perkerasan. Distribusi beban dan kekuatan struktur ditentukan pada lapisan ini.
- d) Lapis permukaan, yang merupakan lapisan yang berhubungan langsung dengan beban (roda kendaraan). Lapis permukaan ini sudah termasuk lapis aus, tetapi tidak jarang ada beberapa lapis permukaan yang ditambah lapisan aus khusus karena kontak langsung dengan beban kendaraan maka lapisan ini akan mengalami tekanan, geser dan bahkan torsi sekaligus sehingga lapisan ini selain harus kuat, juga harus stabil dan memiliki daya tahan yang cukup baik.



(sumber : [www.Welkipedia.com/search/perkerasan](http://www.Welkipedia.com/search/perkerasan))

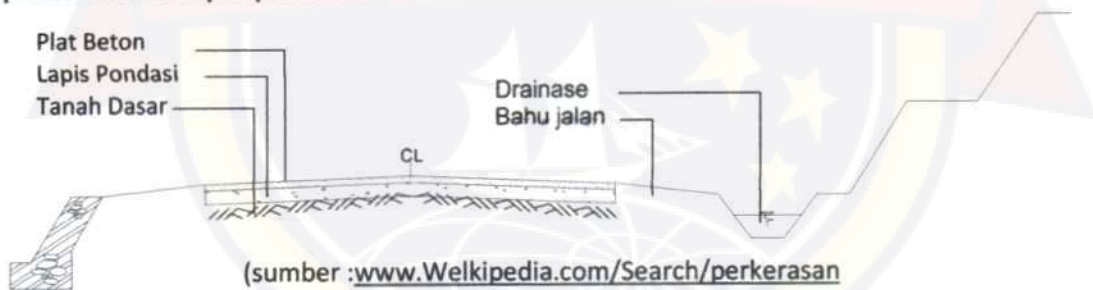
**Gambar 2.1. Susunan Lapis Perkerasan Jalan Tipe Fleksibel**

Sedangkan berdasarkan jenis bahan pengikatnya, perkerasan jalan dapat dibedakan atas :

- a) Perkerasan kaku (*Rigid Pavement*)
- b) Perkerasan lentur (*Flexible Pavement*).
- c) Perkerasan komposit (*Composite Pavement*)

## ✚ Perkerasan Kaku

Perkerasan jalan beton semen atau secara umum disebut perkerasan kaku, terdiri atas plat (slab) beton semen sebagai lapis pondasi dan lapis pondasi bawah (bisa juga tidak ada) di atas tanah dasar. Dalam konstruksi perkerasan kaku, plat beton sering disebut sebagai lapis pondasi karena dimungkinkan masih adanya lapisan aspal beton di atasnya yang berfungsi sebagai lapis permukaan. Perkerasan beton yang kaku dan memiliki modulus elastisitas yang tinggi, akan mendistribusikan beban ke bidang tanah dasar yang cukup luas sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari plat beton sendiri. Hal ini berbeda dengan perkerasan lentur dimana kekuatan perkerasan diperoleh dari tebal lapis pondasi bawah, lapis pondasi dan lapis permukaan.



**Gambar 2.2. Komponen Umum Perkerasan Kaku**

Karena yang paling penting adalah mengetahui kapasitas struktur yang menanggung beban, maka faktor yang paling diperhatikan dalam perencanaan tebal perkerasan beton semen adalah kekuatan beton itu sendiri. Adanya beragam kekuatan dari tanah dasar dan atau pondasi hanya berpengaruh kecil terhadap kapasitas struktural perkerasannya.

Lapis pondasi bawah jika digunakan di bawah plat beton karena beberapa pertimbangan, yaitu antara lain untuk menghindari terjadinya pumping, kendali terhadap sistem drainasi, kendali terhadap kembang-susut yang terjadi pada tanah dasar dan untuk menyediakan lantai kerja (working platform) untuk pekerjaan konstruksi.

Secara lebih spesifik, fungsi dari lapis pondasi bawah adalah :

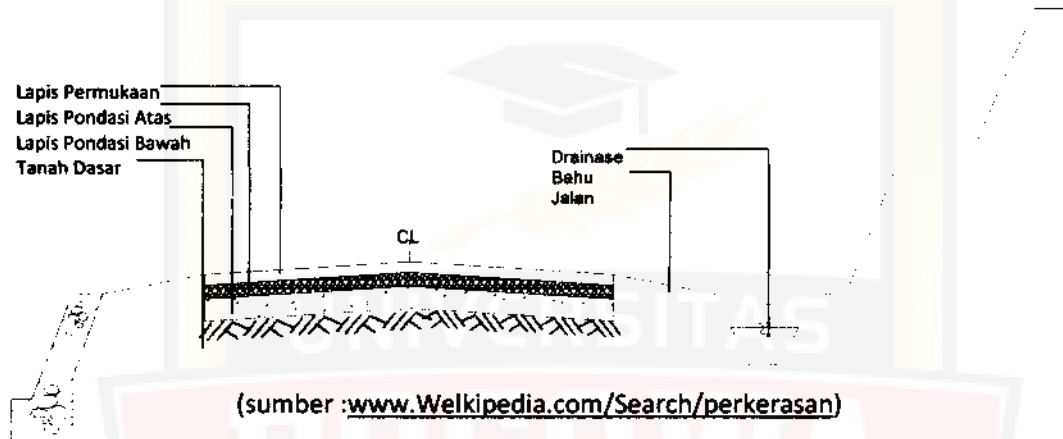
- a. Menyediakan lapisan yang seragam, stabil dan permanen.
- b. Menaikkan harga modulus reaksi tanah dasar (modulus of sub-grade reaction), menjadi modulus reaksi gabungan (modulus of composite reaction).
- c. Mengurangi kemungkinan terjadinya retak-retak pada plat beton.
- d. Menyediakan lantai kerja bagi alat-alat berat selama masa konstruksi.

Menghindari terjadinya pumping, yaitu keluarnya butir-butiran halus tanah bersama air pada daerah sambungan, retakan atau pada bagian pinggir perkerasan, akibat lendutan atau gerakan vertikal plat beton karena beban lalu lintas, setelah adanya air bebas terakumulasi di bawah pelat.

Pemilihan penggunaan jenis perkerasan kaku dibandingkan dengan perkerasan lentur yang sudah lama dikenal dan lebih sering digunakan, dilakukan berdasarkan keuntungan dan kerugian masing-masing jenis perkerasan tersebut.

( sumber : [www.Welkipedia.com/Search/perkerasan jalan](http://www.Welkipedia.com/Search/perkerasan%20jalan)).

3. Lapis aus (*Wearing Course*), lapisan yang langsung menerima gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
4. Lapis yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung yang lebih jelek.



**Gambar 2.3. Komponen Umum Perkerasan Lentur**

Agar dapat memenuhi fungsi tersebut diatas, pada umumnya lapisan permukaan dibuat dengan menggunakan bahan pengikat aspal sehingga menghasilkan lapisan yang kedap air dengan stabilitas yang tinggi dan daya tahan yang lama.

Jenis lapis permukaan yang umum dipergunakan di Indonesia antara lain :

1. Lapisan bersifat nonstructural, berfungsi sebagai lapisan aus dan kedap air antara lain :
  - a) Burtu (Laburan Aspal Satu Lapis), terdiri dari laburan aspal yang dicampur dengan 8 pph kerosene, merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat

c) Laston (Lapis Aspal Beton), merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu.

#### ↳ Perkerasan Komposit

Perkerasan komposit merupakan gabungan konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan lapisan perkerasan lentur (*flexible pavement*) di atasnya, dimana kedua jenis perkerasan ini bekerja sama dalam memikul beban lalu lintas. Untuk ini maka perlu ada persyaratan ketebalan perkerasan aspal agar mempunyai kekakuan yang cukup serta dapat mencegah retak refleksi dari perkerasan beton di bawahnya. Konstruksi ini umumnya mempunyai tingkat kenyamanan yang lebih baik bagi pengendara dibandingkan dengan konstruksi perkerasan beton semen sebagai lapis permukaan tanpa aspal.

**Tabel 2.1. Perbedaan antara Perkerasan Kaku & Perkerasan Lentur**

<b>Perkerasan Kaku</b>	<b>Perkerasan Lentur</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desain sederhana namun pada bagian sambungan perlu perhitungan lebih teliti. Kebanyakan digunakan hanya pada jalan-jalan dengan volume lalu lintas tinggi, serta pada perkerasan lapangan terbang.</li> <li>2. Rancangan Job Mix lebih mudah untuk dikendalikan kualitasnya. Modulus Elastisitas antara lapis permukaan dan pondasi sangat berbeda.</li> <li>3. Rongga udara didalam beton dapat</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Perancangan sederhana dan dapat digunakan untuk semua tingkat volume lalu lintas dan semua jenis jalan berdasarkan klasifikasi fungsi jalan raya.</li> <li>2. Kendali kualitas untuk Job Mix agak rumit karena harus diteliti baik di laboratorium sebelum dihampar, maupun setelah dihampar dilapangn.</li> <li>3. Rongga udara dapat mengurangi tegangan yang timbul akibat perubahan volume campuran aspal.</li> </ol>

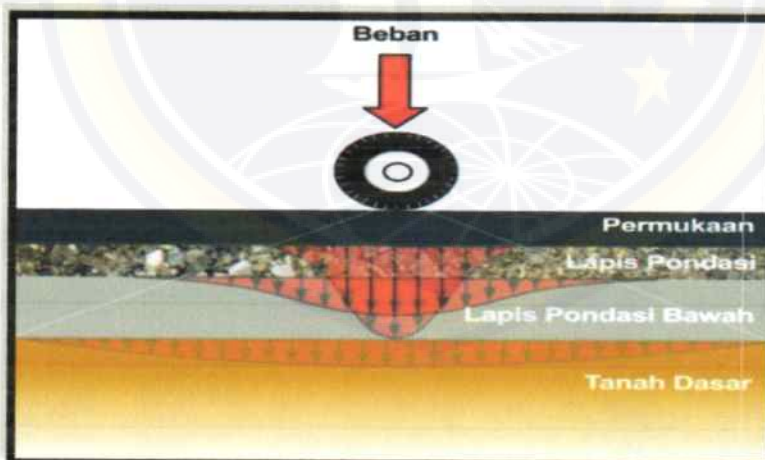
Perkerasan Kaku	Perkerasan Lentur
<p>mengurangi tegangan yang timbul akibat perubahan volume beton. Pada umumnya diperlukan sambungan untuk mengurangi tegangan akibat perubahan temperatur. Dapat lebih bertahan terhadap kondisi yang lebih buruk.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Umur rencana dapat mencapai 15 - 40 tahun, jika terjadi kerusakan maka kerusakan tersebut cepat dan dalam waktu singkat dapat meluas.</li> <li>5. Indeks pelayanan tetap baik hampir selama umur rencana, pertama jika sambungan melintang (<i>transversal joints</i>) dikerjakan dan dipelihara dengan baik.</li> <li>6. Pada umumnya biaya awal konstruksi tinggi.</li> <li>7. Pelaksanaan relatif sederhana kecuali pada sambungan – sambungan.</li> <li>8. Sangat penting untuk melaksanakan pemeliharaan terhadap sambungan – sambungan secara rutin.</li> <li>9. Agak sulit untuk menetapkan saat yang tepat untuk melakukan pelapisan ulang. Apabila lapisan permukaan akan dilapis ulang, maka untuk terjadinya retak refleksi biasanya dibuat tebal perkerasan &gt;10 cm.</li> <li>10. Kekuatan konstruksi perkerasan kaku ditentukan oleh kekuatan lapisan beton sendiri (tanah dasar tidak begitu menentukan).</li> <li>11. Yang dimaksud dengan tebal konstruksi perkerasan kaku adalah tebal lapisan beton tidak termasuk pondasi</li> </ol>	<p>Oleh karena itu tidak diperlukan sambungan. Sulit untuk bertahan terhadap kondisi drainase yang buruk.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Umur rencana relatif pendek 5 – 10 tahun, kerusakan tidak merambat ke bagian konstruksi yang lain kecuali jika perkerasan terendam air.</li> <li>5. Indeks pelayanan yang tidak hanya pada saat selesai pelaksanaan konstruksi, setelah itu berkurang seiring dengan waktu dan frekuensi beban lalulintasnya.</li> <li>6. Pada umumnya biaya awal konstruksi rendah. Terutama untuk jalan lokal dengan volume lalu lintas rendah. Tetapi biaya awal hampir sama untuk jenis konstruksi jalan berkualitas tinggi yaitu jalan dengan tingkat volume lalulintas tinggi.</li> <li>7. Pelaksanaan cukup rumit disebabkan kendali kualitas harus diperhatikan pada sejumlah parameter, termasuk kendali terhadap temperatur.</li> <li>8. Biaya pemeliharaan yang dikeluarkan mencapai kurang lebih dua kali lebih besar dari pada perkerasan kaku.</li> <li>9. Pelapisan ulang dapat dilaksanakan pada semua tingkat ketebalan perkerasan yang diperlukan lebih mudah menentukan perkiraan saat pelapisan ulang harus dilakukan.</li> <li>10. Kekuatan konstruksi perkerasan lentur ditentukan oleh kemampuan penyebaran tegangan setiap lapisan dan ditentukan oleh tebal setiap lapisan dan kekuatan tanah dasar yang di padatkan.</li> <li>11. Yang dimaksud dengan tebal perkerasan lentur adalah tebal seluruh lapisan yang ada diatas tanah dasar di padatkan.</li> </ol>

(sumber : [www.Welkipedia.com/Search/perkerasan jalan](http://www.Welkipedia.com/Search/perkerasan%20jalan)).

### 2.1.3 Pembebanan Pada Perkerasan Jalan

Kendaraan pada posisi berhenti di atas struktur yang diperkeras menimbulkan beban langsung pada arah vertikal (tegangan statis) yang terkonsentrasi pada bidang kontak yang kecil antara roda dan perkerasan. Ketika kendaraan bergerak, timbul tambahan tegangan dinamis pada arah horisontal akibat akselerasi pergerakan kendaraan serta pada arah vertikal akibat pergerakan kendaraan ke atas dan ke bawah karena perkerasan yang tidak rata. Intensitas tegangan statis dan dinamis terbesar terjadi di permukaan perkerasan dan terdistribusi dengan bentuk piramida dalam arah vertikal pada seluruh ketebalan struktur perkerasan.

Peningkatan distribusi tegangan tersebut mengakibatkan tegangan semakin kecil sampai permukaan lapis tanah dasar. Untuk memperjelas hal tersebut maka ditampilkan pada Gambar 2.2 berikut ini.



(Sumber, dikutip dari bahan kuliah Rekayasa Tanah Dan Perkerasan Jalan Raya oleh Ir. H. Abd. Rahim Nurdin, MT.)

**Gambar 2.4. Distribusi beban roda melalui lapisan perkerasan jalan**



Mekanisme retak yang terjadi di lapangan terjadi karena adanya gaya tarik yang ditandai dengan adanya retak awal pada bagian bawah perkerasan yang mengalami deformasi kemudian retak ini lama kelamaan akan menjalar kepermukaan perkerasan jalan yang dapat mengakibatkan kerusakan dan ketidaknyamanan.

Banyak hal yang menyebabkan rusaknya perkerasan jalan, salah satunya adalah karena beban tarik. Beban tarik sering menyebabkan adanya retak, terutama diawali dengan adanya retak awal (*crack initiation*) pada bagian bawah lapisan perkerasan yang kemudian akan menjalar ke permukaan permukaan. Untuk mengetahui karakteristik material perkerasan lentur di lapangan mulai dikembangkan dengan analisa di laboratorium agar tercapai mix desain yang tepat. Beban lalu lintas yang bekerja di atas konstruksi perkerasan dapat dibedakan menjadi:

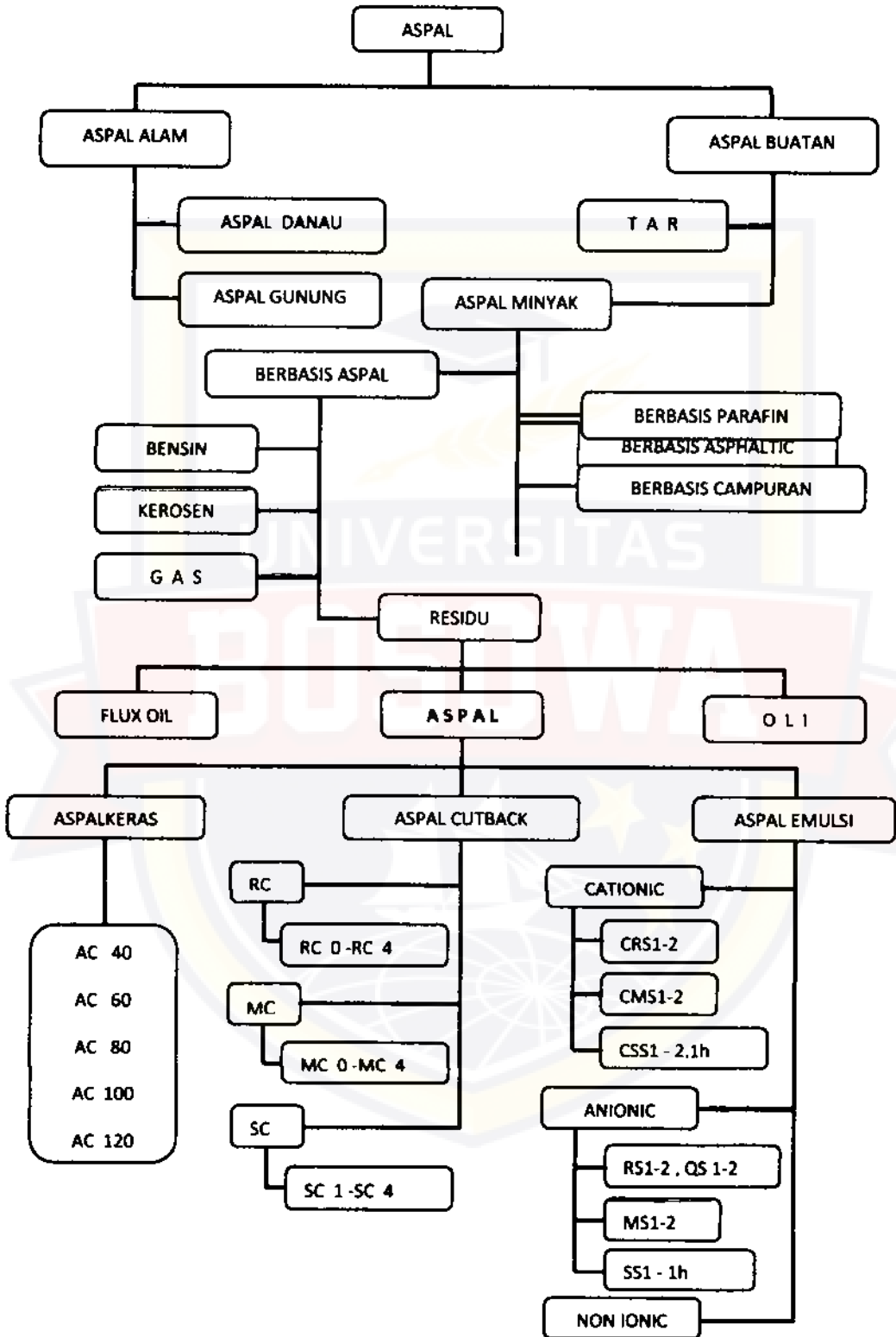
- a). Muatan kendaraan yang berupa gaya vertikal.
- b). Gaya rem atau gaya inersia percepatan pada kendaraan berupa gaya horizontal.
- c). Pukulan roda kendaraan berupa getaran-getaran.

Oleh karena sifat penyebaran gaya maka muatan yang diterima oleh masing-masing lapisan berbeda dan semakin ke bawah semakin kecil. Lapisan permukaan harus mampu menerima seluruh jenis gaya yang bekerja, lapis pondasi atas menerima gaya vertikal dan getaran, sedangkan tanah dasar dianggap hanya menerima gaya vertikal saja.

## 2.2 Aspal

Aspal dapat didefinisikan sebagai material perekat (*comentitious*) berwarna hitam atau coklat tua, dengan unsur utama bitumen. Aspal dapat diperoleh di alam ataupun merupakan residu dari pengilangan minyak bumi. Aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat dan bersifat termoplastis. Jadi, aspal akan mencair jika dipanaskan sampai temperatur tertentu dan kembali membeku jika temperatur turun. Bersama dengan agregat, aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4 – 10% berdasarkan berat campuran, atau 10 – 15% berdasarkan volume campuran.

Pembagian jenis aspal dapat dilihat pada gambar 2.5 berikut ini :



**Gambar 2.5. Diagram Jenis Aspal**

### 2.3.1. Klasifikasi Aspal

Berdasarkan cara memperolehnya, aspal dibedakan atas aspal alam (*native asphalt*) dan aspal buatan atau aspal minyak (*refinery asphalt*).

#### a) Aspal Alam

Aspal alam ditemukan di Pulau Buton (Sulawesi Tenggara – Indonesia), Perancis, Swiss dan Amerika latin. Menurut sifat kekerasannya aspal alam dapat dibagi, secara berurutan sebagai aspal batuan (*Rock Asphalt*), aspal plastis (*Trinidad Lake Asphalt = TLA*) dan Aspal Cair (*Bermuda Lake Asphalt = BLA*). Sedangkan menurut tingkat kemurniannya dapat diurutkan sebagai aspal murni dan hampir murni (*Bermuda Lake Asphalt*), aspal tercampur dengan mineral (*Rock Asphalt Pulau Buton, Trinidad, Perancis dan Swiss*).

#### b) Aspal Buatan atau Aspal Minyak

Aspal minyak adalah aspal yang merupakan residu destilasi minyak bumi. Setiap minyak bumi dapat menghasilkan residu jenis *asphalt base crude oil* yang banyak mengandung aspal. Bahan baku minyak bumi yang baik untuk pembuatan aspal adalah minyak bumi yang banyak mengandung *asphaltene* dan hanya sedikit mengandung parafin. Untuk bahan aspal parafin kurang disukai karena mengakibatkan aspal bersifat gelas, mudah terbakar dan memiliki daya lekat yang buruk dengan agregat.

Jika dilihat dari bentuknya pada temperatur ruang, maka aspal minyak dapat dibedakan atas aspal padat, aspal cair dan aspal emulsi.

1. **Aspal padat**

Aspal padat adalah aspal yang berbentuk padat atau semi padat pada temperatur ruang dan menjadi cair jika dipanaskan.

2. **Aspal Cair (*cut back*)**

Aspal cair adalah aspal yang berbentuk cair pada temperatur ruang. Aspal cair merupakan semen aspal yang dicairkan dengan bahan pencair dari hasil penyulingan minyak bumi seperti minyak tanah, bensin atau solar. Bahan pencair membedakan aspal menjadi.

- *Rapid curing cut back asphalt (RC)*, yaitu aspal cair dengan bahan pencairnya adalah bensin. Aspal jenis ini merupakan aspal cair yang paling mudah menguap.
- *Medium curing cut back asphalt (MC)*, yaitu aspal cair dengan bahan pencair minyak tanah (*kerosene*).
- *Slow curing cut back asphalt (SC)*, yaitu aspal cair dengan bahan pencair solar (minyak disel). Aspal jenis ini merupakan aspal cair yang paling lambat menguap.

3. **Aspal Emulsi (*emulsified asphalt*)**

Aspal Emulsi adalah aspal bercampur air (60 – 70 %) dalam bentuk emulsi. Bergabungnya aspal dengan air dimungkinkan karena adanya bahan tambah bersifat katalis. Pencampuran aspal dengan air dan katalis tadi dilewatkan mesin colloidmill sehingga molekul

molekul aspal melayang didalam air. Dengan berjalannya waktu, saat aspal disimpan lama (sekitar 3 bulan) maka emulsi bisa terlepas (break) dan aspal mengendap kedasar container/drum. Kadang – kadang dengan cara digoyang – goyang atau di gelinding – gelindingkan, ikatan emulsi bisa terbentuk lagi, tapi yang paling baik adalah sebelum terlepas ikatan emulsinya aspal tersebut sudah dipakai.

### **2.3.2. Unsur – unsur pembentuk aspal**

Unsur – unsur pembentuk aspal adalah :

#### **a. Asphalten**

Asphalten adalah unsur pembentuk aspal yang berwujud padatan dan didominasi hydro karbon. Biasanya kandungan antara 30 – 40%, yang membentuk sifat – sifat titik lembek, besarnya angka penetrasi dan keras lembeknya wujud aspal. Kandungan asphalten yang tinggi akan menyebabkan titik lembek tinggi, angka penetrasi rendah dan wujud aspal menjadi keras. Bila sebaliknya maka kita akan mendapatkan wujud aspal yang relatif lunak, titik lembek rendah dan angka penetrasin tinggi.

#### **b. Malten**

Malten adalah unsur pembentuk aspal yang berwujud cairan, banyak mengandung bahan resin (pengikat), aromatik (minyak –

minyak pelarut) dan saturates (parafin dan non parafin). Resin bertanggungjawab atas fungsi kelengketan aspal (adhesi dan kohesi) juga berfungsi menjaga keseimbangan asphalten yang membentuk koloid dengan malten. Kekurangan jumlah resin biasa menyebabkan asphalten mengendap dan berkurangnya kemampuan adhesi maupun kohesi aspal. Aromatik adalah kumpulan minyak – minyak yang melarutkan asphalten. Berkurangnya jumlah minyak – minyak ini, baik karena terpapar panas matahari, oksidasi ataupun menguap karena panas tinggi selama diolah menjadi bahan pengikat beton aspal, akan menyebabkan aspal menjadi kering, keras dan getas. Saturates dilain pihak bertanggung jawab terhadap keawetan aspal.

#### **2.4. Aspal Buton (asbuton)**

Aspal Buton (asbuton) adalah aspal alam yang terdapat di pulau buton (ada dua lokasi tambang, kubangka dan lawele) berupa batuan yang mengandung aspal (rock asphalt) yang ditemukan sejak tahun 1920, dengan cadangan lebih dari 600 juta ton (terbesar di dunia). Di dunia dikenal juga aspal Trinidad (Trinidad lake asphalt) aspal alam yang ditemukan di danau di Venezuela yang telah di pasarkan ke seluruh dunia sejak abad ke 18, meskipun dalam jumlah yang tidak besar (kurang dari 30000 ton per tahun) aspal buton kabungka, batuan induknya adalah batu kapur, material aspal

meresap kedalam pori-pori batuan sebesar 12 – 20 %, penambangannya menggunakan bahan peledak. Batuan di pecah menjadi kecil-kecil dengan mesin pemecah batu (stone crusher) dipasok ke proyek yang membutuhkan dalam bentuk curah (dikirim dengan tongkang dan dum truk). Pengaktifan aspal alam kabungka memerlukan waktu, dijemput dengan minyak pelarut khusus (modifier) yang encer dan tajam dan membutuhkan waktu pemeraman selama 2 – 5 hari sebelum aspal alam keluar dari cangkangnya dan membentuk mastic sehingga dapat dicampur dengan agregat atau cara lain.

Aspal buton lawele, batuan induknya adalah batuan silika, material aspal tidak meresap tapi saling bertempelan dengan batuan sebanyak 20 – 35%, sehingga lebih mudah diaktifkan tanpa pemeraman. Kesulitan penanganannya justru terletak pada kelengketannya yang terlalu tinggi (bergumpal-gumpal) sehingga susah untuk ditakar menurut jumlah berat yang dibutuhkan.

Dibandingkan dengan aspal minyak, aspal alam mempunyai kandungan bahan bahan alam yang lebih kaya, karena aspal alam tidak mengalami proses destilasi seperti yang dilakukan di kilang minyak, sehingga bahan penting yang biasanya dijual dengan harga lebih mahal, masih terdapat di dalamnya. Hanya karena berwujud lebih kental/kering dan bercampur batuan maka penggunaan aspal alam memerlukan perlakuan atau



pengolahan khusus sebelum dapat berfungsi sebagai bagian dari teknologi konstruksi perkerasan jalan.

**Tabel 2.2. Ketentuan – ketentuan Untuk Aspal Keras**

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Tipe I Aspal pen 60-70	Tipe II Aspal yang Dimodifikasi		
				A Asbuton yg diproses	B Elastomer Alam (Lates)	C Alastomer Sintetis
1.	Penetrasi pada 25°C (dmm)	SNI 06-2456-1991	60-70	40-55	50-70	Min. 40
2.	Viskositas 135°C (cSt)	SNI 06-6441-2000	385	385-2000	≤2000	≤3000
3.	Titik Lembek (°C)	SNI 06-2434-1991	≥48	-	-	≥54
4.	Indeks Penetrasi	-	≥ -1,0	≥-0,5	≥0.0	≥0,4
5.	Duktilitas pada 25°C, (cm)	SNI 06-2432-1991	≥100	≥100	≥100	≥100
6.	Titik Nyala (°C)	SNI-06-2433-1991	≥232	≥232	≥232	≥232
7.	Kelarutan dlm toleransi (%)	ASTM D5546	≥99	≥90	≥99	≥99
8.	Berat Jenis	SNI-062441-1991	≥1,0	≥1,0	≥1,0	≥1,0
9.	Stabilitas Penyimpanan (°C)	ASTM D 5976 part 6.1	-	≤2,2	≤2,2	≤2,2
<b>Pengujian Residu hasil TFOT atau RTFOT :</b>						
10.	Berat yang Hilang (%)	SNI 06-2441-1991	≤0,8	≤0.8	≤0.8	≤0,8
11.	Penetrasi pada 25°C (%)	SNI 06-2456-1991	≥54	≥54	≥54	≥54
12.	Indeks Penetrasi	SNI 06-2456-1991	≥-1,0	≥0,0	≥0,0	≥0,4
13.	Keelastisan setelah Pengembalian (%)	AASHTO T 301-98	-	-	≥45	≥60
14.	Duktilitas pada 25°C (cm)	SNI 062432-1991	≥ 100	≥50	≥50	-
15.	Partikel yang lebih halus dari 150 micron (µm) (%)			Min. 95	Min. 95	Min. 95

(Sumber : Spesifikasi Umum 2010 divisi 6 Perkerasan Aspal Hal 6-37-38)

## **2.5. Aspal Minyak**

Aspal Minyak (aspal semen/aspal keras, bitumen, aspal baku) adalah kumpulan bahan-bahan tersisa dari proses destilasi minyak bumi (atmospheric, vacuum, debottlenecking dsb) di pabrik kilang minyak, bahan sisa yang dianggap sudah tidak lagi bias dip roses secara ekonomis ( dengan kemajuan teknologi dan kondisi mesin yang ada) untuk dapat menghasilkan produk-produk yang dapat dijual seperti misalnya sejenis bahan bakar, bahan pelumas dan lainnya. Bahan-bahan sisa tadi di campurkan anatara residu padat dengan bahan cair lain, biasanya akan diapket dalam 3 kelas yaitu kelas penetrasi (pen 40/50, pen 70/80 dan pen 80/100).

Semakin rendah angka penetrasi maka akan semakin keras wujud aspal, semakin susah cara penanganannya (diperlukan suhu lebih tinggi agar aspal menjadi lunak atau cair) sebaliknya, semakin tinggi angka penetrasi maka aspal akan mudah menjadi encer, mudah dikerjakan, tapi terancam sulit untuk mencapai kestabilan aspal, terutama pada iklim panas seperti di Indonesia, karena aspal cenderung melunak pada suhu udara tinggi.

Pengerjaan aspal umumnya memerlukan pemanasan pada suhu sekitar 110 – 170°C, supaya aspal menjadi encer (viskositas rendah, sekitar 0,2 sampai dengan 50 Pa.s), sehingga mudah untuk dipompa/dipindahkan, dicampur dengan agregat ataupun dipadatkan. Akibat pemanasan tersebut, apalagi kalau berkali kali dan dalam waktu lama, maka banyak minyak armatik yang menguap sehingga menyebabkan aspal mengeras (angka

penetrasi turun). Aspal dengan penetrasi rendah akan gampang terkena oksidasi menjadi getas, kehilangan daya lengketnya, dengan akibat lapis aspal akan terurai atau lepas butir. Di Indonesia, kita sepakati angka terendah untuk penetrasi bahan aspal ditetapkan 50 (spesifikasi Bina Marga sejak 2003) supaya setelah dikerjakan dan menjadi lapis perkerasan, aspal masih tahan terhadap oksidasi akibat sinar matahari di permukaan jalan, hingga aspal mengering dan mencapai penetrasi 25 (batas terendah angka penetrasi sebelum aspal terburai).

Adapun tes standar bahan aspal adalah tes baku yang menggolongkan aspal pada jenis atau kelas (grade) tertentu untuk memudahkan mengenal sifat – sifat dasarnya dan menetapkan cara kerja atau jenis konstruksi yang paling sesuai dalam rangka mengurangi resiko kegagalan. Meskipun bahan aspal sulit untuk di standarkan menurut kandungan kimianya layaknya produk pabrik, hal itu disebabkan karena kandungan kimianya sangat bervariasi, sifat asli bahannya juga bervariasi tergantung lokasinya (dari arab atau basra iran atau lainnya), maka berdasarkan kinerja pemakaian di lapangan, akhirnya di sepakati oleh produsen maupun konsumen, persyaratan berbasis sifat fisik untuk aspal penetrasi 60/70, menggunakan tes standar seperti di bawah ini :

**Tabel 2.3. Tes Standar Untuk Aspal Penetrasi 60/70**

1.	Penetrasi (25°C 6 detik. 100 gram)	min 60	maks 79	0,1 mm
2.	Titik Lembek (Ring and Ball)	min 38	maks 58	°C
3.	Titik Nyala (Cleveland open cup)	min 200	---	°C
4.	Kehilangan Berat (163°C. 5 jam)	---	maks 0,8	% berat
5.	Kelarutan (Karbon Tetra Klorida)	min 99	---	% berat
6.	Daktilitas (25°C. 5 cm/menit)	min 100	---	cm
7.	Penetrasi setelah kehilangan berat	min 54	---	% semula
8.	Daktilitas setelah kehilangan berat	min 50	---	cm
9.	Berat jenis	min 1,0	---	Grm/cc

(Sumber : *Teknologi Aspal Dan Penggunaannya Dalam Konstruksi Perkerasan Jalan*, Oleh : Ir. Soehartono. Hal 28).

## 2.6. Agregat

Agregat didefinisikan sebagai batu, material granular dan mineral agregat yang memiliki sifat keras kompak dan dapat di gunakan baik dalam bentuk partikel atau fragmen sebagi bagian dari bahan perkerasan jalan. Agregat memberikan sifat structural serta konstribusi sebesar 90 – 95% terhadap berat atau 75 – 85% terhadap volume dari struktur perkerasan jalan, oleh sebab itu karakteristik agregat sangat mempengaruhi mutu dan kinerja dari perkerasan jalan.

### 2.6.1. Jenis-Jenis Agregat

Batuan atau agregat untuk campuran beraspal dapat dibedakan menurut sumber dan cara memperolehnya, yaitu :

- a. Agregat alam (*Natural Agregates*), adalah agregat yang ditambang dari alam dan digunakan dalam bentuk alamiy dengan sedikit atau tanpa pemrosesan.
- b. Agregat hasil pemrosesan adalah agregat yang dihasilkan dari proses pengolahan material asal berupa batuan dengan cara dipecah dan disaring. Pemecahan agregat dilakukan denan maksud untuk merubah tekstur permukaan partikel dari licin ke kasar, merubah bentuk partikel dari bulat ke angular dan mengurangi serta meningkatkan distribusi dan rentang ukuran partikel.
- c. Agregat buatan (*Artifisial Agregates*), adalah agregat ini diperoleh dari proses pengolahan ssecara kimia atau fisika dari beberapa mineral sehingga menghasilkan material baru yang bersifat menyerupai agregat.

#### **2.6.2. Sifat-Sifat Agregat**

Pada campuran beraspal, agregat memberikan kontribusi terbesar terhadap berat dan volume campuran, sehingga sifat-sifat fisik agregat merupakan salah satu faktor penentu terhadap mutu serta kualitas campuran.

Untuk itu sifat-sifat agregat harus diperiksa dan diuji antara lain :

##### **1. Ukuran Butir**

Ukuran agregat dalam suatu campuran beraspal terdistribusi dari yang berukuran besar sampai ke yang kecil. Semakin besar ukuran maksimum agregat yang dipakai semakin banyak fariasi ukurannya dalam campuran

terebut. Ada dua istilah yang biasa digunakan berkaitan dengan ukuran butir agregat yaitu :

- a. Ukuran maksimum, yang di definisikan sebagai ukuran saringan terkecil yang meloloskan 100% agregat.
- b. Ukuran nominal maksimum, yang di definisikan sebagai ukuran saringan terbesar yang masih menahan maksimum dari 10% agregat.

Istilah-istilah lainnya yang biasa digunakan sehubungan dengan ukuran agregat yaitu :

- a. Agregat kasar : agregat yang tertahan saringan No. 8 (2,36 mm)
- b. Agregat halus : agregat yang lolos saringan No. 8 (2,36 mm).
- c. Mineral pengisi : fraksi dari agregat halus yang lolos saringan No. 200 (0,075 mm), minimal 75% terhadap berat total agregat.
- d. Mineral abu : fraksi dari agregat halus yang 100% lolos saringan NO. 200 (0,075 mm).

Mineral pengisi dan mineral abu dapat terjadi secara alamiah atau dapat juga dihasilkan dari proses pemecahan batuan atau dari proses buatan. Mineral ini penting artinya untuk mendapatkan campuran yang padat, berdaya tahan dan kedap air. Perubahan sifat campuran bias terjadi hanya karena sedikit perubahan dalam jumlah atau sifat dari bahan pengisi atau mineral abu yang digunakan. Oleh karena itu, jenis dan jumlah mineral pengisi atau mineral abu yang digunakan dalam campuran harus terkontrol dengan seksama.

## 2. Gradasi

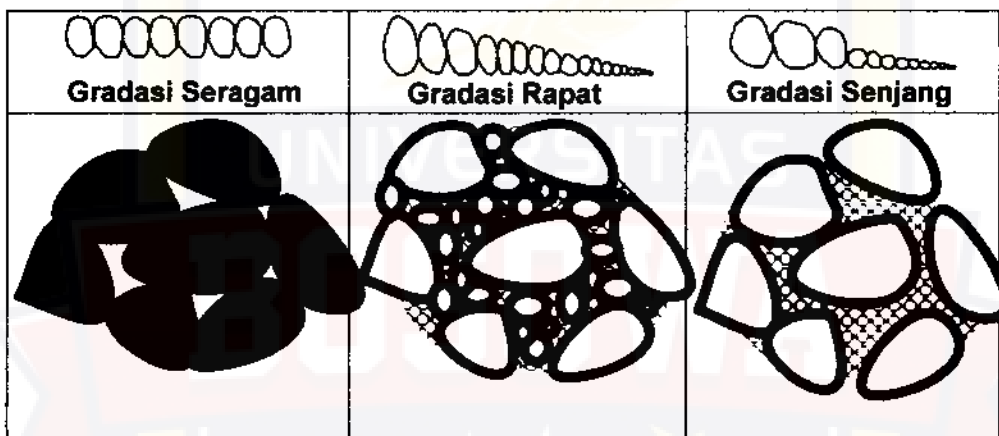
Seluruh spesifikasi perkerasan mengisyaratkan bahwa partikel agregat harus berada dalam rentang ukuran tertentu dan untuk masing – masing ukuran partikel harus dalam proporsi tertentu. Distribusi dari variasi ukuran butir agregat ini disebut gradasi agregat. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga dalam campuran dan menentukan sifat mudah dikerjakan (*workabilitas*) serta stabilitas campuran. Gradasi agregat dinyatakan dalam persentase berat masing-masing agregat yang lolos pada saringan tertentu. Persentase ini ditentukan dengan menimbang agregat yang lolos atau tertahan pada masing-masing saringan.

Gradasi agregat dapat dibedakan atas tiga yakni ; Gradasi seragam (*uniform graded*), Gradasi Rapat (*dense graded*) dan Gradasi Senjang (*gap graded*).

- Gradasi seragam (*uniform graded*), Adalah gradasi agregat dengan ukuran yang hampir sama, gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka (*open graded*) karena hanya mengandung sedikit agregat halus sehingga terdapat banyak rongga/ruang kosong antar agregat. Campuran agregat yang dibuat dengan gradasi ini memiliki permeabilitas tinggi, stabilitas rendah dan memiliki berat isi yang kecil.
- Gradasi Rapat (*dense graded*), Adalah gradasi agregat, dimana terdapat butiran dari agregat kasar sampai halus sehingga disebut juga gradasi menerus atau gradasi baik (*well graded*). Campuran dengan gradasi ini

memiliki stabilitas yang tinggi, agak kedap air dan memiliki berat isi yang besar.

- Gradasi Senjang (*gap graded*), Adalah gradasi agregat dimana ukuran agregat yang ada tidak lengkap atau ada fraksi agregat yang tidak ada atau jumlahnya sedikit sekali. Campuran agregat dengan gradasi ini memiliki kualitas peralihan dari kedua gradasi yang tersebut di atas.



Gambar 2.6 : Ilustrasi Gradasi Agregat (Sumber TOT Lasbutag 2007)

### 3. Kebersihan

Ketentuan terhadap kebersihan agregat dalam campuran beraspal yaitu dengan memberikan suatu batasan jenis dan jumlah material yang tidak diinginkan (seperti tanaman, partikel lunak, lumpur dan lain sebagainya) berada dalam atau melekat pada agregat. Agregat yang kotor akan memberikan pengaruh yang jelek pada kinerja perkerasan, seperti berkurangnya ikatan antara aspal dengan agregat yang disebabkan karena banyaknya kandungan lempung pada agregat.



Kebersihan pada agregat dapat diuji di laboratorium dengan analisa saringan basah, yaitu dengan menimbang agregat sebelum dan sesudah di cuci lalu membandingkannya. Sehingga akan memberikan persentase agregat yang lebih halus dari 0,075 mm (No. 200). Pengujian setara pasir (*Sand Equivalent Test*) adalah satu metoda lainnya yang biasanya digunakan untuk mengetahui prporisi relative dari mineral lempungnya terdapat dalam agregat yang lolos saringan No. 4 (4,75 mm).

#### **4. Kekerasan (*Toughness*)**

Semua agregat yang digunakan harus kuat, mampu menahan abrasi dan degradasi selama proses produksi dan operasionalnya di lapangan. Agregat yang akan digunakan sebagai lapis permukaan perkerasan harus lebih keras (lebih tahan) daripada agregat yang digunakan untuk lapis dibawahnya. Hal ini disebabkan karena akan menerima tekanan dan menahan benturan akibat beban lalu lintas yang besar. Kekuatan agregat terhadap beban merupakan suatu persyaratan yang mutlak harus dipenuhi oleh agregat yang digunakan sebagai bahan jalan.

Uji kekuatan agregat di laboratorium biasanya digunakan dengan uji abrasi dengan mesin Los Angele (*Los Angeles Abrasion Test*), uji beban kejut (*Impact Test*) dan uji ketahanan terhadap pecah (*Crusing Test*).

#### **5. Bentuk Partikel**

Agregat memiliki bentuk butir dari bulat (*rounded*) sampai bersudut (*angular*). Bentuk butir agregat ini dapat mempengaruhi workabilitas

campuran perkerasan selama penghamparan yaitu dalam hal energi pemadatan yang dibutuhkan untuk memadatkan campuran dan kekuatan struktur perkerasan selama umur pelayanannya. Bentuk partikel agregat yang besudut memberikan ikatan antara agregat (*agregat interlocking*) yang baik dan dapat menahan perpindahan (*displacement*) agregat yang mungkin terjadi. Agregat yang bersudut tajam, berbentuk kubikal dan agregat yang memiliki lebih dari satu bidang pecah akan menghasilkan ikatan antar agregat yang paling baik. Penggunaan agregat yang bersudut saja atau bulat saja tidak akan menghasilkan campuran beraspal yang baik. Kombinasi penggunaan kedua bentuk partikel agregat ini sangatlah dibutuhkan untuk menjamin kekuatan sebut.

## **6. Tekstur Permukaan**

Selain memberikan sifat ketahanan terhadap gelincir (*skid resistance*) pada permukaan perkerasan, tekstur permukaan agregat yang kasar akan memberikan kekuatan pada campuran beraspal karena kekerasan permukaan agregat dapat menahan agregat tersebut dari pergeseran atau perpindahan. Kekerasan permukaan agregat juga akan memberikan tahanan gesek yang kuat pada roda kendaraan sehingga akan meningkatkan keamanan kendaraan terhadap slip.

Agregat dengan tekstur permukaan yang sangat kasar memiliki koefisien gesek yang tinggi yang membuat agregat tersebut sulit untuk berpindah tempat sehingga akan menurunkan workabilitasnya. *Film* aspal

juga lebih muda melekat pada permukaan agregat yang kasar sehingga dapat menghasilkan ikatan yang baik antar aspal dan agregat dan pada akhirnya akan menghasilkan campuran aspal yang kuat.

### **7. Penyerapan (*Absorption*)**

Keporusan agregat menentukan banyaknya zat cair yang dapat diserap agregat. Kemampuan agregat untuk menyerap air dan aspal adalah suatu yang penting dan harus diketahui dalam pembuatan campuran beraspal. Hal ini akan menyebabkan aspal yang berada pada permukaan agregat yang berguna untuk mengikat partikel agregat menjadi lebih sedikit sehingga akan menghasilkan film aspal yang tipis, oleh karena itu agar campuran yang dihasilkan tetap baik, agregat yang korus memerlukan aspal yang lebih banyak dibandingkan dengan kurang porus.

Agregat dengan keporusan atau daya serap yang tinggi biasanya tidak digunakan, tetapi untuk tujuan tertentu pemakaian agregat ini masih dapat dibenarkan asalakan sifat lainnya dapat terpenuhi. Meskipun demikian perbedaan berat jenis harus di koreksi mengingat semua perhitungan didasarkan pada persentase berat bukan volume.

### **8. Kelekatan terhadap Aspal**

Kelekatan agregat terhadap aspal adalah kecenderungan untuk menerima, menyerap dan menahan film aspal. Agregat hidrophobik (tidak menyukai air) adalah agregat yang memiliki sifat kelekatan terhadap aspal yang tinggi, contoh dari agregat ini adalah batu gamping dan dolomite.

Sebaliknya, agregat hidropholik (suka air) adalah agregat yang memiliki kelekatan terhadap aspal yang rendah. Sehingga agregat jenis ini cenderung terpisah dari film aspal bila terkena air.

## **2.7. Pemeriksaan Material**

Bahan baku campuran beraspal terdiri dari agregat dan aspal, sebelum digunakan harus diuji kualitasnya terlebih dahulu. Kualitas bahan baku akan menentukan karakteristik dan kinerja perkerasan beraspal yang dihasilkan.

### **2.7.1. Pemeriksaan Agregat**

Pemeriksaan dan pengujian agregat diperlukan untuk mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanik agregat sebelum digunakan sebagai bahan campuran beraspal. Pengujian agregat untuk perkerasan campuran aspal panas meliputi:

#### **1. Pemeriksaan Ukuran Butir dan Gradasi**

Gradasi agregat adalah pembagian ukuran butir yang dinyatakan dalam persen dari berat total agregat. Batas gradasi diperlukan sebagai batas toleransi dan merupakan suatu cara untuk menyatakan bahwa agregat yang terdiri atas fraksi kasar, sedang dan halus dengan suatu perbandingan tertentu secara teknik masih diijinkan untuk digunakan. Tujuan pemeriksaan ukuran butir agregat adalah untuk mengontrol gradasi agregat akan digunakan dalam campuran.

Rumus yang dipergunakan dalam perhitungan analisa ukuran butir yaitu :

$$\begin{aligned} \downarrow \text{ Berat tertahan} &= \text{ Berat } - \text{ Berat } \dots\dots\dots (2-1) \\ \text{tiap saringan} & \quad \text{Tertahan} \quad \text{Saringan} \end{aligned}$$

$$\downarrow \% \text{ Tertahan tiap saringan} = \frac{\text{ Berat tertahan}}{\text{ Total agregat}} \times 100\% \dots\dots\dots (2-2)$$

$$\downarrow \text{ Komulatif tertahan} = \% \text{ tertahan} + \% \text{ tertahan pada saringan saringan sebelum} \dots\dots\dots (2-3)$$

$$\downarrow \% \text{ Lolos tiap saringan} = 100\% - \% \text{ komulatif tertahan} \dots\dots\dots (2-4)$$

(Sumber :Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas, Dept. Pekerjaan Umum,2007)

## 2. Berat Jenis Agregat

Berat jenis suatu agregat adalah perbandingan berat dari suatu satuan volume bahan terhadap berat air dengan volume yang sama pada temperature 20 – 25 °C. dikenal beberapa macam Berat Jenis agregat, yaitu :

↓ Berat jenis semu (*apparent specific gravity*) adalah berat jenis yang memperhitungkan keseluruhan volume agregat, tidak termasuk volume pori yang dapat terisi air setelah perendaman selama 24 jam.

↓ Berat jenis bulk (*bulk specific grafity*) adalah berat jenis yang memperhitungkan keseluruhan volume agregat, termasuk volume pori yang dapat terisi oleh air setelah direndam selama 24 jam.

✚ Berat jenis kering permukaan jenuh (*saturated surface dry*) adalah berat jenis yang memperhitungkan volume pori yang hanya dapat diresapi oleh air ditambah dengan volume partikel.

✚ Berat jenis efektif (*effective specific gravity*) adalah berat jenis yang memperhitungkan keseluruhan volume agregat, tidak termasuk volume pori yang dapat menyerap aspal.

Perhitungan berat jenis agregat kasar dapat dinyatakan dengan rumus:

$$\text{✚ Berat Jenis (Bulk)} = \frac{B_k}{B_j - B_a} \dots\dots\dots (2-5)$$

$$\text{✚ Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh} = \frac{B_j}{B_j - B_a} \dots\dots\dots (2-6)$$

$$\text{✚ Berat Jenis Semu} = \frac{B_k}{B_j - B_a} \dots\dots\dots (2-7)$$

Dimana :

B<sub>k</sub> = Berat benda uji kering oven (gram)

B<sub>j</sub> = Berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)

B<sub>a</sub> = Berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air (gram)

(Sumber : *Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas, 2008. Hal 63 – 64*)

Perhitungan berat jenis agregat halus dan atau batu dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$\text{✚ Berat Jenis (Bulk)} = \frac{B_k}{B_p + (500 - B_t)} \dots\dots\dots (2-8)$$

$$\downarrow \text{ Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh} = \frac{500}{B_p + (500 - B_t)} \dots\dots\dots (2-9)$$

$$\downarrow \text{ Berat Jenis Semu} = \frac{B_k}{B_p + (B_k - B_p)} \dots\dots\dots (2-10)$$

Dimana :

B<sub>k</sub> = Berat benda uji kering oven (gram)

B<sub>p</sub> = Berat piknometer berisi air (gram)

B<sub>t</sub> = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh (gram)

(Sumber : Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas, Dept. Pekerjaan Umum, 2007)

### 3. Penyerapan Air (*Absorption*)

Agregat hendaknya sedikit berpori agar dapat menyerap aspal sehingga terbentuklah suatu ikatan mekanis antara film – aspal dan butiran batu. Agregat berpori banyak akan menyerap aspal yang besar dan agregat berpori terlalu besar umumnya tidak dapat digunakan sebagai bahan campuran beraspal. Pengujian terhadap berat jenis dan penyerapan agregat mengacu pada SNI 03 – 1969 – 1990.

Penyerapan (*absorption*) adalah perbandingan volume pori yang mampu menyerap aspal terhadap keseluruhan volume pori dan dinyatakan dalam persen.

Perhitungan penyerapan agregat kasar dapat dinyatakan dengan rumus :

$$\downarrow \text{ Penyerapan} = \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\% \dots\dots\dots (2-11)$$

Dimana :

Bk = Berat benda uji kering oven (gram)

Bj = Berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)

(Sumber : Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas, Dept. Pekerjaan Umum, 2007)

Perhitungan penyerapan agregat halus dapat dinyatakan dengan rumus :

$$\text{Penyerapan} = \frac{500 - B_k}{B_k} \times 100\% \dots\dots\dots (2-12)$$

Dimana :

Bk = Berat benda uji kering oven (gram)

500 = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh (gram)

(Sumber : Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas, Dept. Pekerjaan Umum, 2007)

#### 4. Kelekatan Agregat Terhadap Aspal (*Affinity*)

*Striping* yaitu pemisahan aspal dari agregat akibat pengaruh air dapat membuat agregat tidak cocok untuk bahan campuran beraspal karena bahan tersebut mempunyai sifat hydrophylik (senang terhadap air). Jenis agregat yang menunjukkan sifat ketahanan yang tinggi terhadap pemisahan aspal (*film-stripping*), biasanya merupakan bahan agregat yang cocok untuk campuran beraspal. Agregat semacam ini bersifat hydrophobic (tidak suka kepada air). Prosedur pengujian untuk menentukan kelekatan agregat terhadap aspal diuraikan pada SNI 06-2439-1991.



## 5. Nilai Abrasi (Keausan)

Pada perkerasan jalan agregat akan mengalami proses tambahan seperti pemecahan (*crushing*). Penurunan akibat beban lalu – lintas (*degradation*). Pengausan akibat lalu – lintas dan pengikisan akibat cuaca (*disintegration*). Agregat yang berada didekat permukaan perkerasan memerlukan kekerasan dan mempunyai daya tahan terhadap pengausan yang lebih besar dibandingkan dengan agregat yang letaknya pada lapisan lebih bawah. Agregat dengan nilai keausan yang besar mudah pecah selama pemadatan atau akibat pengaruh beban lalu lintas. Ketahanan agregat terhadap keausan dapat dilakukan dengan pengujian keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles (SNI-03-2417-1991). Nilai keausan dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\downarrow \text{Keausan} = \frac{a - b}{a} \times 100\% \dots\dots\dots (2-13)$$

Dimana :

a = Berat benda uji semula (gram)

b = Berat benda uji tertahan saringan 1,70 mm atau No. 12 (gram)

(Sumber : *Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas, Dept. Pekerjaan Umum, 2007*)

## 6. Pemeriksaan Agregat Halus Yang Mengandung Bahan Plastik Dengan Cara Setara Pasir (*Sand Equivalent*)

Agregat yang digunakan sebagai bahan campuran beraspal harus bersih, bebas dari zat – zat asing seperti tumbuhan, bahan – bahan lunak, gumpalan atau lapisan tanah liat (lempung).

Pengujian sand equivalent bertujuan untuk menentukan tingkat kebersihan agregat halus dari kandungan lumpur dari lempung. Pemeriksaan sand equivalent dilakukan terhadap abu batu.

Rumus untuk menentukan nilai sand equivalent, yaitu :

$$\downarrow \text{ Nilai sand equivalent} = \frac{\text{Skala Pasir}}{\text{Skala Lumpur}} \times 100\% \dots\dots\dots (2-14)$$

(Sumber : Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas, Dept. Pekerjaan Umum, 2007)

### 7. Indeks Kepipihan

Bentuk butir (*particle shape*) agregat dibedakan menjadi 6 kategori yaitu bulat, tidak beraturan, berbidang pecah (*angular*), pipih, panjang, pipih dan lonjong. Pada umumnya ikatan antar butir yang baik diperoleh apabila bentuk butir bersudut tajam dan berbentuk kubus. Agregat berbentuk kubus mempunyai kecenderungan untuk saling mengunci satu sama lain apabila dipadatkan. Agregat yang pipih dan panjang akan mudah patah apabila menerima beban lalu – lintas. Besarnya kepipihan dinyatakan dalam indeks kepipihan. Banyaknya agregat yang pipih dinyatakan dengan indeks kepipihan (*flackiness indeks*) dan agregat yang panjang dinyatakan dengan indeks kelonjongan (*elongation indeks*). Pengujian terhadap kepipihan dan kelonjongan agregat mengacu pada SNI M-25-1961-03.

Prosentase kepipihan dan kelonjongan agregat dapat dihitung dengan rumus :

$$\downarrow \text{ Indeks Kepipihan} = \frac{\text{Berat lolos}}{\text{Total berat target}} \times 100\% \dots\dots\dots (2-15)$$

(Sumber : Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas, Dept. Pekerjaan Umum, 2007)

## 8. Kekuatan Agregat Terhadap Tekanan

Agregat yang digunakan harus sedemikian rupa agar mempunyai ketahanan yang cukup terhadap penurunan dan penghancuran (*degradation*) akibat beban lalu – lintas yang bekerja pada lapisan perkerasan.

Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai kekuatan terhadap agregat adalah :

$$\downarrow \text{ACV} = \frac{B}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (2-16)$$

Dimana :

ACV = Ageregate Crushing (%)

A = Berat awal sampel (gram)

B = Berat sampel lolos saringan 2,36 mm (gram)

(Sumber :Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas, Dept. Pekerjaan Umum,2007)

## 9. Angularitas

Angularitas agregat didefinisikan sebagai persen terhadap berat agregat yang lebih besar dari 4,75 mm dengan muka bidang pecah satu atau lebih. Angularitas merupakan suatu pengukuran penentuan jumlah agregat berbidang pecah. Susunan permukaan yang kasar yang menyerupai kekasaran kertas ampelas mempunyai kecenderungan untuk menambah kekuatan campuran, dibandingkan dengan permukaan yang licin. Permukaan agregat yang kasar biasanya lebih besar sehingga menyediakan tambahan

bagian untuk diselimuti oleh aspal. Pengujian terhadap angularitas agregat mengacu pada SNI 03 – 1969 – 1990.

Agregat dengan permukaan licin dengan mudah dapat dilapisi lapisan aspal tipis (*asphalt film*), tetapi permukaan seperti ini tidak dapat memegang lapisan aspal tersebut tetap pada tempatnya.

Prosentase angularitas agregat kasar dihitung dengan rumus :

$$\text{Angularitas} = \frac{A}{B} \times 100\% \dots\dots\dots (3-17)$$

Dimana :

A = Berat awal sampel (gram)

B = Berat sampel lolos saringan (gram)

Prosentase angularitas agregat halus dihitung dengan rumus :

$$\text{Angularitas} = \frac{V - (W / G_{sb})}{V} \times 100\% \dots\dots\dots (3-18)$$

Dimana :

V = Berat awal sampel (gram)

W = Berat sampel lolos saringan (gram)

(Sumber : *Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas, Dept. Pekerjaan Umum, 2007*)

Jenis pengujian dan metode pengujian material agregat dapat dilihat pada tabel 2.4, berikut ini :

**Tabel 2.4. Jenis dan Metode Pengujian Agregat**

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian
<b>I.</b>	<b>Agregat Kasar</b>	
1.	Berat Jenis curah ( <i>Bulk</i> )	SNI 03-1969-1990
2.	Berat Jenis SSD	SNI 03-1969-1990
3.	Berat Jenis Semu	SNI 03-1969-1990
4.	Penyerapan Air	SNI 03-1969-1990
5.	Abrasi Los Angeles	SNI 03-2417-1991
6.	Indeks Kepipihan	SNI M-25-1991-03
7.	Indeks Kelonjongan	SNI M-25-1991-03
8.	Kelekatan Aspal	SNI-03-2439-1991
9.	Kekuatan Agregat Terhadap Tekanan	SNI 06-2456-1991
10.	Angularitas	SNI 03-1969-1990
<b>II.</b>	<b>Agregat Halus</b>	
1.	Berat Jenis Curah ( <i>Bulk</i> )	SNI 03-1969-1990
2.	Berat Jenis SSD	SNI-03-1969-1990
3.	Berat Jenis Semu	SNI-03-1969-1990
4.	Penyerapan Air	SNI-03-1969-1990
5.	Angularitas	SNI-03-1969-1990
<b>III.</b>	<b>Mineral Pengisi (<i>Filler</i>)</b>	
1.	Berat Jenis ( <i>Bulk</i> )	SNI-15-2531-1991

(Sumber : Spesifikasi Umum 2010 Devisi 6 Hal 6-30)

## 2.8. Persyaratan Aspal dalam Proses Pencampuran dan Pemasatan

### ✚ Penerimaan bahan aspal

Aspal yang akan digunakan harus sesuai dengan persyaratan tes dasar maupun tes khusus sesuai spesifikasi pekerjaan (aspal minyak, aspal modifikasi, aspal alam, aspal emulsi), disimpan di tangki-tangki yang telah bersih dari sisa aspal lama terutama yang tidak sekelas dengan aspal yang baru didatangkan. Untuk aspal modifikasi perlu diperhatikan pemanasan yang perlu

dipertahankan, perlengkapan tangki yang cukup (pemanas dan kekuatan pompa pengantar) karena umumnya aspal modifikasi lebih kental dan membutuhkan pemanasan lebih tinggi dari aspal biasa.

#### ✚ Pencampuran

Diperlukan panas cukup sesuai data nilai viskositas dari BTDC sebelum aspal bisa dipompa keluar dari tangki menuju ke pugmill. Kekurangan panas akan menyebabkan kesulitan pemompaan, jumlah aspal yang tidak akurat waktu memasok ke dalam pugmill, dan menyebabkan BFT (*Bitumen Film Thickness*) terlalu tebal sehingga sebagian permukaan batuan yang lain justru kekurangan aspal. Kelebihan panas akan menyebabkan kemungkinan aspal hangus menjadi karbon, kehilangan daya lengket, atau 'drain off', aspal mengalir kebawah bak truk sewaktu mengangkut ke lapangan karena aspal terlalu cair, menerobos rongga-rongga batuan beton aspal sebelum padat.

#### ✚ Pemadatan

Pada proses untuk memulai pemadatan, adukan beton aspal harus pada panas sesuai dengan viskositas aspal untuk pemadatan. Terlalu panas akan menyulitkan pemadatan karena aspal terlalu cair sehingga permukaan batuan saling sama lain karena licin. Terlalu dingin, aspal akan mulai melawan dan

menyerap energy pemadatan sehingga batuan tidak mendapat kekuatan dorongan cukup untuk masuk ke dalam celah-celah antar butir yang ada, kepadatan lapisan tidak akan tercapai, mudah bocor bila datang hujan.

## 2.9. Beton Aspal

Beton aspal adalah jenis jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan. Material – material pembentuk beton aspal dicampur di instalasi pencampuran pada suhu tertentu, kemudian diangkut ke lokasi, dihampar, dan dipadatkan. Suhu pencampuran berdasarkan jenis aspal yang akan digunakan. Jika digunakan semen aspal, maka suhu pencampuran umumnya antara 145°-155°C, sehingga disebut beton aspal campuran panas. Campuran ini dikenal pula dengan nama *hotmix*.

## 2.10. Karakteristik Beton Aspal

Tujuh karakteristik campuran yang dimiliki oleh beton aspal adalah stabilitas, keawetan atau durabilitas, kelenturan atau fleksibilitas, ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*), kekesatan permukaan atau ketahanan geser, kedap air, dan kemudahan pelaksanaan.

- a. **Stabilitas** adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk, seperti gelombang, alur, dan bleeding.

- b. Keawetan atau durabilitas** adalah kemampuan beton aspal menerima repetisi beban lalu lintas seperti berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim, seperti udara, air, atau perubahan temperatur.
- c. Kelenturan atau fleksibilitas** adalah kemampuan beton aspal untuk menyesuaikan diri akibat penurunan (*konsolidasi/settlement*) dan pergerakan dari pondasi atau tanah dasar, tanpa terjadi retak.
- d. Ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*)** adalah kemampuan beton aspal menerima lendutan berulang akibat repetisi beban, tanpa terjadi kelelahan berupa alur dan retak.
- e. Kekesatan/tahanan geser (*skid resistance*)** adalah kemampuan permukaan beton aspal terutama pada kondisi basah, memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir, ataupun slip.
- f. Kedap Air (*impermeabilitas*)** adalah kemampuan beton aspal untuk tidak dapat dimasuki air ataupun udara ke dalam lapisan beton aspal.
- g. Mudah dilaksanakan (*workability*)** adalah kemampuan campuran beton aspal untuk mudah dihamparkan dan dipadatkan.

Ketujuh sifat campuran beton aspal mungkin dapat dipenuhi sekaligus oleh satu jenis campuran. Sifat – sifat beton aspal mana yang dominan lebih diinginkan, akan menentukan jenis beton aspal yang dipilih. Hal ini sangat



perlu diperhatikan ketika merancang tebal perkerasan jalan. Jalan yang melayani lalu lintas ringan, seperti mobil penumpang, sepantasnya lebih memilih jenis beton aspal yang mempunyai sifat durabilitas, dan fleksibilitas yang tinggi, daripada memilih jenis beton aspal dengan stabilitas tinggi.

### **2.11. Sifat Volumetrik Dari Campuran Beton Aspal Yang Telah Dipadatkan**

Secara analitis, dapat ditentukan sifat volumetrik dari beton aspal padat, baik yang dipadatkan dilaboratorium, maupun dilapangan. Parameter yang biasa digunakan adalah:

$V_{mb}$  = volume *bulk* dari beton aspal padat.

VMA = volume pori di antara butir agregat campuran, dalam beton aspal padat, termasuk yang terisi oleh aspal, (void in the mineral aggregate)

VIM = volume pori beton aspal padat (void in mix)

VFA = volume pori beton aspal padat yang terisi oleh aspal (volume of voids filled with asphalt)

Tebal film aspal atau tebal selimut aspal seringkali digunakan pula untuk menentukan karakteristik beton aspal.

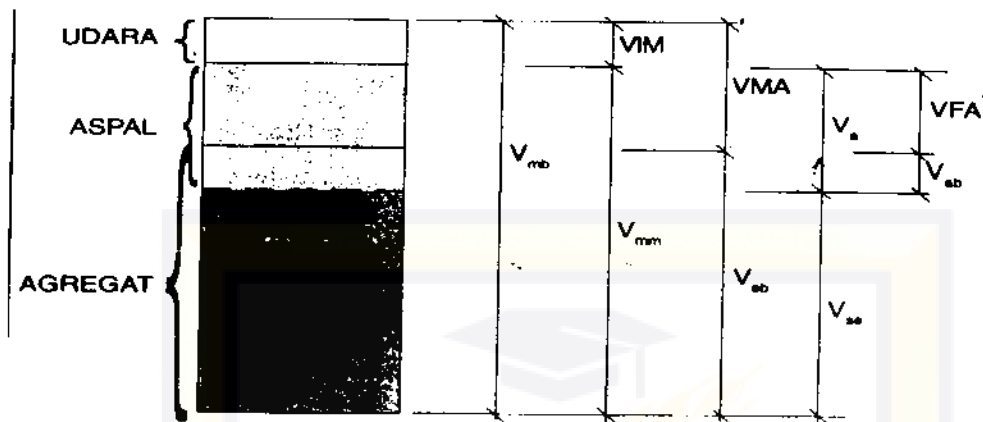
VIM adalah volume pori yang masih tersisa setelah campuran beton aspal dipadatkan. VIM ini dibutuhkan untuk tempat bergesernya butir – butir agregat, akibat pemadatan tambahan yang terjadi oleh repetisi beban lalu

lintas, atau tempat jika aspal menjadi lunak akibat meningkatnya temperatur. VIM yang terlalu besar akan mengakibatkan beton aspal padat berkurang kedapannya, sehingga berakibat meningkatnya proses oksidasi aspal yang dapat mempercepat penuaan aspal dan menurunkan sifat durabilitas beton aspal. VIM yang terlalu kecil akan mengakibatkan perkerasan mengalami bleeding jika temperatur meningkat.

VMA adalah volume pori didalam beton aspal padat jika seluruh selimut aspal ditiadakan. Tidak termasuk dalam VMA volume pori di dalam masing – masing butir agregat. VMA akan meningkat jika selimut aspal lebih tebal, atau agregat yang digunakan bergradasi terbuka.

VFA adalah volume pori beton aspal padat yang terisi oleh aspal, atau volume film/selimut aspal.

Secara skematis berbagai jenis volume yang terdapat didalam campuran beton aspal padat ditunjukkan pada Gambar 2.7. Pada Gambar 2.8 dan Gambar 2.9 dapat dilihat apa yang dimaksud dengan lapisan aspal efektif atau film aspal :



**VIM**, dan aspal terarsorbsi

(Sumber : Buku Beton Aspal Campuran Panas, hal. 81)

**Gambar 2.7. Skematis berbagai jenis volume beton aspal**

$V_{mb}$  = volume bulk dari campuran beton aspal padat.

$V_{sb}$  = volume agregat, adalah volume bulk dari agregat (volume bagian masif + pori yang ada didalam masing – masing butir agregat).

$V_{se}$  = volume agregat, adalah volume efektif dari agregat (volume bagian masif + pori yang tidak terisi aspal di dalam masing – masing butir agregat).

$VMA$  = volume pori di antara butir agregat di dalam beton aspal padat.

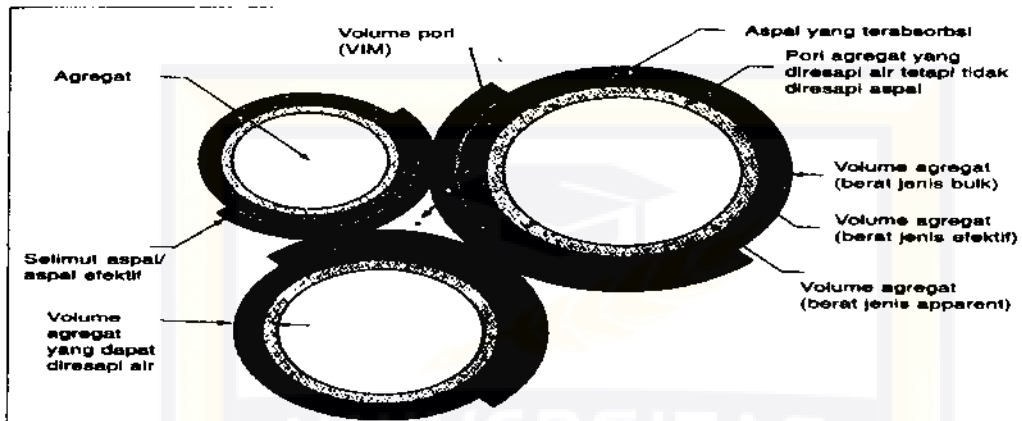
$V_{mm}$  = volume tanpa pori dari beton aspal padat.

$VIM$  = volume pori dalam beton aspal padat.

$V_a$  = volume aspal dalam beton aspal padat.

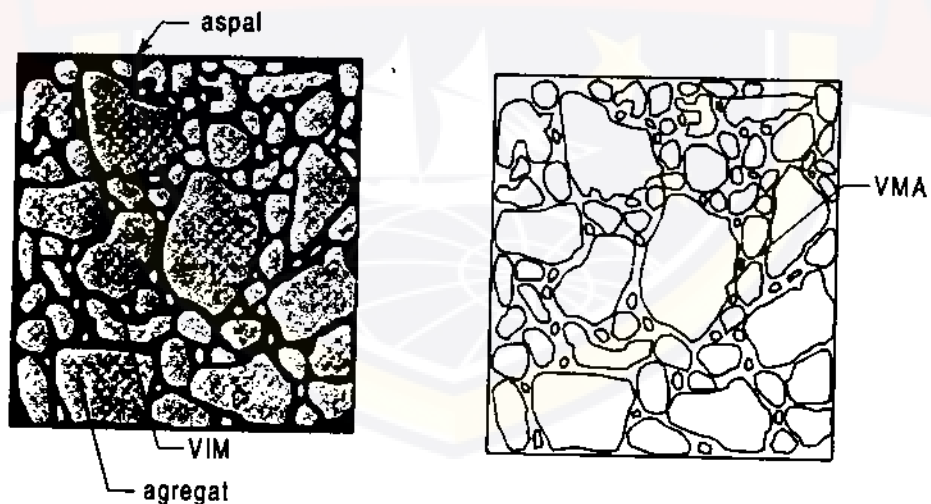
$VFA$  = volume pori beton aspal yang terisi oleh aspal.

$V_{ab}$  = volume aspal yang terabsorpsi ke dalam agregat dari beton aspal padat.



(Sumber : Buku Beton Aspal Campuran Panas, hal. 82)

**Gambar 2.8. Pengertian tentang VIM, selimut aspal, aspal yang terabsorpsi,**



(Sumber : Buku Beton Aspal Campuran Panas, hal. 86)

**Gambar 2.9. Ilustrasi pengertian VMA dan VIM**

## 2.12. Jenis Beton Aspal

Jenis beton aspal campuran panas yang ada di Indonesia saat ini adalah:

1. Laston (Lapisan Aspal Beton), adalah beton aspal bergradasi menerus yang umum digunakan untuk jalan –jalan dengan beban lalu lintas berat. Laston dikenal pula dengan nama AC (Asphalt Concrete) karakteristik beton aspal yang terpenting pada campuran ini adalah stabilitas. Tebal nominal minimum Laston 4-6 cm sesuai fungsinya Laston mempunyai 3 macam campuran yaitu:
  - a. Laston sebagai lapis aus, dikenal dengan nama AC – WC (Asphalt Concrete – Wearing Course). Tebal nominal minimum AC – WC adalah 4 cm
  - b. Laston sebagai lapis pengikat, dikenal dengan nama AC-BC (Asphalt Concrete – Binder Course). Tebal nominal minimum AC-BC adalah 5 cm
  - c. Laston sebagai lapis pondasi, dikenal dengan nama AC-base (Asphalt Concrete – Base). Tebal minimum AC-Base adalah 6 cm.
2. Lataston (Lapis Tipis Aspal Beton), adalah beton aspal bergradasi senjang. Lataston biasa pula disebut dengan HRS (Hot Rolled Sheet). Karakteristik beton aspal yang terpenting pada campuran ini adalah durabilitas, dan fleksibilitas. Sesuai fungsinya Lataston mempunyai 2 macam campuran yaitu :

- a. Lataston sebagai lapisan aus, dikenal dengan nama HRS-WC (Hot Rolled Sheet-Wearing Coarse). Tebal nominal minimum HRS-WC adalah 3 cm
  - b. Lataston sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama HRS-Base (Hot Rolled Sheet-Base). Tebal nominal minimum HRS-Base adalah 3,5 cm.
3. Latacir (Lapisan Tipis Aspal Pasir), adalah beton aspal untuk jalan – jalan dengan lalu lintas ringan, khususnya dimana agregat kasar tidak atau sulit diperoleh. Lapisan ini khusus mempunyai ketahanan alur (rutting) rendah. Oleh karena itu tidak diperkenankan digunakan untuk daerah berlalu lintas berat atau daerah tanjakan. Latacir biasa juga disebut SS (Sand Sheet) atau HRSS (Hot Rolled Sand Sheet). Sesuai gradasi agregatnya, campuran latacir dapat dibedakan atas:
- a. Latacir kelas A, dikenal dengan nama HRSS-A atau SS-A. Tebal nominal HRSS-A adalah 1,5 cm
  - b. Latacir kelas B, dikenal dengan nama HRSS-A atau SS-A. Tebal nominal HRSS-A adalah 2 cm. Gradasi agregat HRSS-B lebih kasar
4. Lapis perata adalah beton aspal yang digunakan sebagai lapisan perata dan pembentuk penampang melintang pada permukaan jalan lama. Semua jenis campuran beto aspal dapat digunakan, tetapi untuk membedakan dengan campuran untuk lapisan perkerasan jalan baru, maka setiap campuran beton aspal tersebut ditambahkan huruf L

(Leveling). Jadi ada jenis campuran AC – WC (L), AC – BC (L), AC – base (L), dan seterusnya.

5. SMA (Split Mastic Asphalt), adalah beton aspal bergradasi terbuka dengan selimut aspal yang tebal. Bahan ini mempergunakan bahan tambahan berupa fiber selulosa yang berfungsi untuk menstabilisasikan kadar aspal yang tinggi. Lapisan ini terutama digunakan untuk jalan – jalan dengan beban lalu lintas berat. Ada 3 jenis SMA, yaitu:
  - a. SMA 0/5 dengan tebal perkerasan 1,5 – 3 cm
  - b. SMA 0/8 dengan tebal perkerasan 2 – 4 cm
  - c. SMA 0/11 dengan tebal perkerasan 3 – 5 cm
6. HSMA (High Stiffnes Modulus Asphalt), adalah beton aspal yang mempergunakan aspal berpenetrasi rendah yaitu 30/40. Lapis terutama digunakan untuk jalan – jalan dengan lalu lintas berat.

### **2.13. Rancangan Campuran Beton Aspal**

Campuran beton aspal adalah campuran antara agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan. Agregat terutama diperoleh dari tempat terdekat dari lokasi yang akan menggunakannya.

Saat ini, metode rancangan campuran yang paling banyak digunakan di Indonesia adalah metode rancangan campuran berdasarkan pengujian empiris, dengan mempergunakan alat marshall. Metode rancangan berdasarkan pengujian empiris terdiri dari 4 tahap yaitu:

1. Menguji sifat agregat dan aspal yang akan dipergunakan sebagai bahan dasar campuran.
2. Rancangan campuran di laboratorium yang menghasilkan rumus campuran rancangan. Rumus campuran rancangan ini dikenal dengan nama DMF (Design Mix Formula). DMF ini harus disetujui oleh direksi pekerjaan sebelum dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya.
3. Kalibrasi hasil rancangan campuran ke instalasi pencampuran yang akan digunakan.
4. Berdasarkan hasil kedua tahap di atas, dilakukan percobaan produksi di instalasi pencampuran, dilanjutkan dengan penghamparan dan pemadatan dari hasil campuran percobaan. Percobaan produksi paling sedikit dilakukan sebanyak 50 ton campuran. Seluruh pekerjaan menggunakan seluruh peralatan yang akan digunakan dalam prosedur pemadatan yang direncanakan. Kendali mutu dengan melakukan kontrol kualitas untuk setiap tahap produksi. DMF dapat disetujui menjadi rumus perbandingan campuran (JMF = Job Mix Formula) jika percobaan pencampuran di instalasi pencampuran dan penghamparan memenuhi semua persyaratan, seperti pada table dibawah ini :



**Tabel 2.5. Ketentuan Sifat-sifat Campuran Lataston**

Sifat-sifat Campuran		Lataston			
		Lapis Aus		Lapis Pondasi	
		Senjang	Semi Senjang	Senjan g	Semi Senjang
Kadar aspal efektif (%)	Min	5,9	5,9	5,5	5,5
Penyerapan aspal (%)	Maks.	1,7			
Jumlah tumbukan per bidang		75			
Rongga dalam campuran (%)	Min.	4,0			
	Maks	6,0			
Rongga dalam Agregat (VMA)(%)	Min.	18		17	
Rongga terisi aspal (%)	Min.	68			
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800			
Pelelehan (mm)	Min.	3			
Marshall Quotient (kg/mm)	Min.	250			
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C	Min.	90			
Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal (refusal)	Min.	3			

(Sumber : Spesifikasi Umum 2010 Devisi 6 Perkerasan Aspal Hal 6-35)

## 2.14. Bahan Campuran Aspal

Bahan yang digunakan untuk campuran beraspal dasarnya terdiri dari agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi (*filler*) dan aspal.

### 2.14.1. Agregat Kasar

Agregat kasar untuk rancangan campuran yang tertahan pada ayakan No. 8 (2,36). Yang dilakukan secara basah dan harus bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan yang diberikan dalam tabel 2.7.

Agregat kasar harus mempunyai angularitas seperti yang diisyaratkan dalam Tabel 2.7. angularitas agregat kasar didefinisikan sebagai persen terhadap berat agregat yang lebih besar dari 4,75 mm dengan muka bidang pecah satu atau lebih berdasarkan uji.

Spesifikasi agregat kasar untuk bahan campuran aspal beton diperlihatkan pada tabel 2.7, berikut ini :

**Tabel 2.6 Ketentuan Agregat Kasar**

Pengujian		Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium dan magnesium sulfat		SNI 3407:2008	Maks. 12%
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC bergradasi kasar	SNI 2417:2008	Maks. 30%
	Semua jenis campuran aspalnergradasi lainnya		Maks. 40%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 03-2439-1991	Min. 95 %
Angularitas (kedalaman dari permukaan <10 cm)		DoT's Pennsylvania Test Method, PTM No.621	95/90 <sup>1</sup>
Angularitas (kedalaman dari permukaan ≥ 10 cm)			80/75 <sup>1</sup>
Partikel Pipih dan Lonjong		ASTM D4791 Perbandingan 1 : 5	Maks. 10 %
Material lolos Ayakan No.200		SNI 03-4142-1996	Maks. 1 %

(Sumber : Spesifikasi Umum 2010, Divisi 6 Perkerasan Aspal Hal 6-34)

Catatan :

(\*) 95/90 menunjukkan bahwa 95 % agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dari 90% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih.

### 2.14.2. Agregat Halus

Agregat halus harus merupakan bahan yang bersih, keras, bebas dari lempung, atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. Agregat halus adalah

bahan yang lolos saringan 2.36 mm atau No.8 dan tertahan saringan 0.075 mm atau No.200. Agregat halus terdiri dari bahan – bahan yang berbidang kasar, bersudut tajam dan bersih dari kotoran – kotoran atau bahan yang tidak dikehendaki. Dapat terdiri dari pasir bersih, bahan – bahan halus hasil pemecahan batu atau kombinasi dari bahan – bahan tersebut dan dalam keadaan kering. Agregat halus mempunyai persyaratan sebagai berikut (SNI, 1991) :

- a. Nilai sand aquivalent minimum 50%.
- b. Berat jebis curah (*bulk*) minimum 2,5.

Agregat halus harus memenuhi ketentuan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.8, berikut ini :

**Tabel 2.7 Ketentuan Agregat Halus**

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min 50% untuk SS, HRS dan AC bergradasi Halus Min 70% untuk AC bergradasi kasar
Material Lolos Ayakan No.200	SNI 03-4428-1997	Maks. 8%
Kadar Lempung	SNI 3423 : 2008	Maks. 1%
Angularitas (kedalaman dari permukaan <10 cm)	AASHTO TP-33 atau AASTM C1252-93	Min. 45
Angularitas (kedalaman dari permukaan $\geq$ 10 cm)		Min 40

(Sumber : Spesifikasi Umum 2010 Devisi 6 Perkerasan Aspal Hal 6-35)

### 2.14.3. Bahan Pengisi (*Filler*)

*Filler* adalah mineral paling halus dari agregat beton aspal, berukuran kurang dari saringan No. 200, dan tidak boleh mengandung kelembaban. Fille

mineral halus yang lolos saringan No. 200 (0.075 mm). dapat terdiri dari debu batu, abu dolomite, portlan semen atau bahan non plastis yang dapat dipertanggungjawabkan mutunya dari segi teknis. Filler harus kering dan bebas dari kotoran atau bahan lain yang mengganggu dan bila dilakukan pemeriksaan saringan basah harus memenuhi gradasi seperti terlihat pada tabel 2.9 berikut (SNI, 1991) :

**Tabel 2.8. Gradasi Mineral *Filler* untuk Laston**

No	No / Ukuran Saringan		% Berat Yang Lolos
1.	No. 30	0,500 mm	100
2.	No. 50	0,279 mm	95 – 100
3.	No. 100	0,149 mm	90 – 100
4.	No. 200	0,075 mm	65 – 100

(Sumber :Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Panas dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak, Dept. Pekerjaan Umum,2007).

### 2.15. Rancangan Campuran (*Mix Design*)

Rancangan campuran aspal beton harus mengacu pada spesifikasi guna menjamin agar asumsi – asumsi perencanaan mengenai kadar aspal, rongga udara, stabilitas, kelenturan dan keawetan dapat dipenuhi.

#### 2.15.1. Gradasi Agregat Gabungan

Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat dan bahan pengisi, harus memenuhi batas –

batas yang diberikan dalam gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal beton merupakan gradasi gabungan antara agregat kasar, agregat halus dan mineral pengisi (*filler*). Kombinasi gradasi agregat campuran dinyatakan dalam persen berat agregat dan harus memenuhi batas – batas gradasi. Gradasi campuran Laston harus berada diluar daerah larangan (*restriction zone*) dan berada di dalam batas–batas titik kontrol (*control point*). Rancangan dan Perbandingan Campuran untuk gradasi agregat gabungan harus mempunyai jarak terhadap batas – batas yang diberikan dalam Tabel 2.9 berikut :

**Tabel 2.9. Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Aspal**

Ukuran Ayakan (mm)	% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat dalam Campuran												
	Latasir (SS)		Lataston (HRS)				Laston (AC)						
	Kelas A	Kelas B	Gradasi Senjang <sup>1</sup>		Gradasi Semi Senjang <sup>2</sup>		Gradasi Halus		Gradasi Halus		Gradasi Halus		
		WC	Base	WC	Base	WC	Base	WC	BC	WC	BC	Base	
37,5												100	100
25												90 - 100	90 - 100
19	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90 - 100	73 - 90
12,5			90 - 100	90 - 100	87 - 100	90 - 100	90 - 100	90 - 100	74 - 90	61 - 79	90 - 100	90 - 100	71 - 90
9,5	90 - 100		75 - 85	65 - 90	55 - 88	55 - 70		72 - 90	64 - 82	47 - 64b	72 - 90	58 - 80	45 - 66
4,75								54 - 69	47 - 64	39,5 - 50	43 - 63	37 - 56	28 - 39,5
2,36			75 - 100	50 - 72 <sup>3</sup>	35 - 55 <sup>3</sup>	50 - 62	32 - 44	39,1 - 53	34,6 - 49	30,8 - 37	28 - 39,1	23 - 34,6	19 - 26,8
1,18								31,6 - 40	28,3 - 38	24,1 - 28	19 - 25,6	15 - 22,3	12 - 18,1
0,600				35 - 60	15 - 35	20 - 45	15 - 35	23,1 - 30	20,7 - 28	17,6 - 22	13 - 19,1	10 - 16,7	7 - 13,6
0,300								15 - 35	13,7 - 20	11,4 - 16	9 - 15,5	7 - 13,7	5 - 11,4
0,1350									9 - 15	4 - 13	4 - 10	6 - 13	5 - 11
0,075	10 - 15	8 - 13	6 - 10	2 - 9	6 - 10	4 - 8	4 - 8	4 - 10	4 - 8	3 - 6	4 - 10	4 - 8	3 - 7

(Sumber : Spesifikasi Umum 2010 Divisi 6 Perkerasan Aspal Hal 6-36)

Catatan :

1. Laston (AC) bergradasi kasar dapat digunakan pada daerah yang mengalami deformasi yang lebih tinggi dari biasanya seperti pada daerah pegunungan, gerbang tol atau pada dekat lampu lalu lintas.
2. Lataston (HRS) bergradasi semi senjang sebagai pengganti Lataston bergradasi senjang dapat digunakan pada daerah dimana pasir halus yang diperlukan untuk membuat gradasi yang benar-benar senjang tidak dapat diperoleh.
3. Untuk HRS-WC dan HRS-Base yang benar-benar senjang, paling sedikit 80% agregat lolos ayakan No.8 (2,36 mm) harus lolos ayakan No.30 (0,600 mm). Lihat Tabel 2.8.1 sebagai contoh batas-batas "Bahan Bergradasi Senjang" di mana bahan yang lolos No.8 (2,36 mm) dan tertahan pada ayakan No.30 (0,600 mm).

**Tabel 2.9.a. Contoh batas-batas "Bahan Bergradasi Senjang"**

Ukuran Ayakan	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4
% lolos No.8	40	50	60	70
% lolos No.30	Paling sedikit 32	Paling sedikit 40	Paling sedikit 48	Paling sedikit 56
% kesenjangan	8 atau kurang	10 atau kurang	12 atau kurang	14 atau kurang

## 1. Titik Kontrol

Dalam spesifikasi, batasan gradasi diberikan dalam bentuk beberapa titik control (*control point*). Dengan titik control ini diharapkan penentuan gradasi dapat lebih luwes tetapi dengan tidak mengabaikan persyaratan gradasi lainnya. Titik control gradasi adalah batas – batas titik minimum dan maksimum masing – masing untuk control satu set gradasi yang digunakan. Titik control gradasi Laston.

## 2. Kurva Fuller

Kurva atau garis fuller adalah garis yang menghubungkan titik – titik perpotongan antara ukuran saringan dengan prosentase lolos saringan, mulai dari ukuran batu maksimum sampai ukuran batu terkecil, mewakili ukuran batu dan proses – prosesnya yang memberikan rongga terkecil. Gradasi Fuller sangat ideal untuk campuran beton semen karena sisa rongga yang sangat minim tersebut hanya mampu diterobos oleh larutan semen yang sangat encer.

Garis gradasi agregat yang paling rapat, yang memiliki nilai VMA terkecil. Pada gambar menunjukkan bentuk kurva fuller yang ditampilkan dalam grafik berskala log dimana ukuran saringan dikalikan dengan  $(1/D)^{0,54}$ .

Garis fuller digambarkan dengan menggunakan persamaan :

$$P = 100 (d/D)^{0,54}$$

Dimana :

- P = Persen yang lolos saringan dengan bukaan saringan (d/mm)  
d = Ukuran agregat yang ditinjau  
D = Ukuran maksimum butiran dalam gradasi tersebut.

*(Sumber :Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Panas dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak, Dept. Pekerjaan Umum,2007)*

Gradasi agregat yang mengikuti kurva fuller merupakan gradasi halus yang akan mengisi rongga antar agregat. Bila garis agregat berada di atas kurva fuller maka akan didapatkan gradasi halus dimana volume fraksi agregat halus lebih besar dari volume rongga antar agregat dan demikian yang sebaliknya.

Gradasi rencana harus terletak sejauh mungkin dari kurva fuller. Gradasi yang terlalu jauh dari kurva fuller merupakan gradasi halus yang tidak dapat mendukung beban lalu – lintas yang berat, sebaliknya gradasi yang terlalu dekat dari kurva fuller merupakan gradasi kasar yang akan memiliki nilai VMA yang besar dan dapat menimbulkan masalah disintegrasi agregat.

Garis gradasi agregat rencana sedapat mungkin tidak memotong kurva fuller. Bila gradasi tidak bisa diperoleh, maka penentuan gradasi dalam spesifikasi mengijinkan memotong kurva fuller satu kali.

Dalam spesifikasi, gradasi agregat gabungan adalah gradasi yang terletak di atas garis fuller atau bila hal ini tidak diperoleh, maka digunakan



gradasi yang memotong garis fuller satu kali pada fraksi medium agregat yaitu antara 2,36 mm (No. 8) sampai 44,75 mm (No.4).

Dengan menggunakan persamaan diatas maka kurva fuller dapat diperoleh seperti pada tabel 2.11.

**Tabel 2.10 Gradasi Kepadatan Maksimum (Kurva Fuller)**

Ukuran Saringan		Laston (%)		
Inchi	Milimeter (mm)	AC – BC	AC – WC	AC – Base
1 ½ "	37.5	-	-	100
1 "	2.54	100	-	83.8
¾ "	19	87.8	100	73.6
½ "	12.7	73.3	82.8	61
3/8 "	9.5	64.2	73.3	53.9
No. 4	4.75	47.0	53.6	39.5
No. 8	2.36	34.5	39.1	28.8
No. 16	1.18	25.1	28.6	21.1
No. 30	0.60	18.5	21.1	15.6
No. 50	0.30	13.6	15.5	11.4
No. 200	0.075	7.3	8.3	6.1

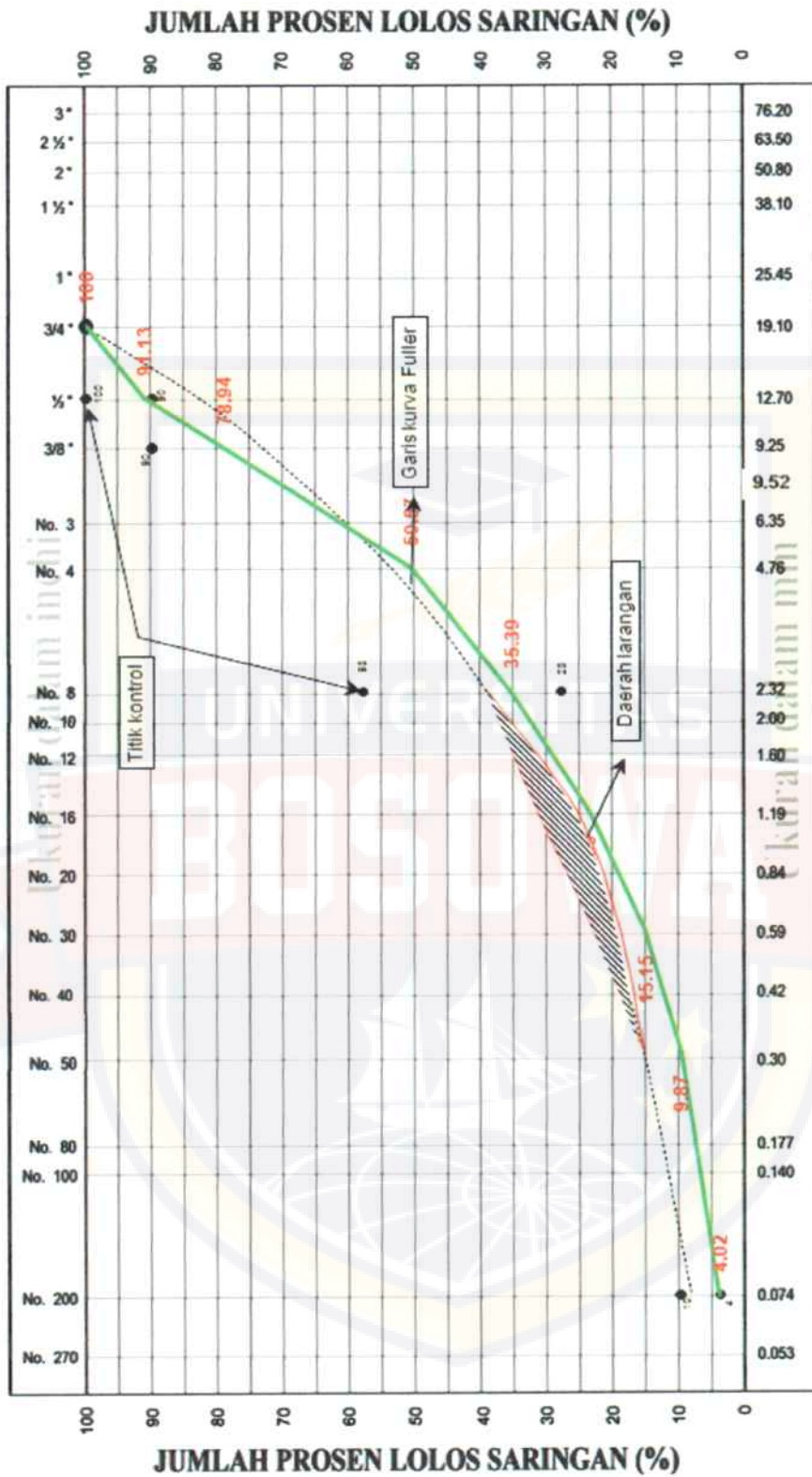
(Sumber :Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Panas dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak, Dept. Pekerjaan Umum,2007).

### 3. Daerah Larangan (*Restricted Zone*)

Pemakaian "Zona Larangan" (*restricted zone*) dalam persyaratan gradasi dikembangkan oleh SHRP superpave untuk mencegah diperolehnya campuran beraspal yang lunak dan rentan terhadap deformasi plastis. Batasan – batasan daerah larangan ini berbeda – beda untuk campuran AC – WC, AC – BC dan AC – Base.

Dengan adanya persyaratan daerah larangan ini, prosentase pemakaian pasir halus terhadap total pemakaian pasir terbatas sehingga didapatkan gradasi dengan VMA yang memadai. Gradasi agregat yang tidak memotong daerah hitam ini akan menghasilkan campuran beraspal yang kuat dengan ikatan antar batu (*interlocking aggregate*) yang mampu menahan deformasi permanen tetapi masih memiliki rongga udara yang memadai untuk menjamin durabilitas. Campuran beraspal dengan gradasi agregat yang memotong daerah larangan akan sulit dipadatkan, sensitiv terhadap perubahan kadar aspal dan mudah mengalami deformasi plastis. Gradasi campuran agregat dapat dilihat pada gambar 2.10 berikut :

HANYA CONTOH



Gambar III.15 Grafik Campuran Gradasi Agregat

### 2.15.2. Perkiraan Kadar Aspal Rencana

Berdasarkan hasil dari penggabungan agregat masing – masing fraksi yang didapat dari analisis gabungan agregat, maka dapat ditentukan nilai perkiraan kadar aspal rencana dengan menggunakan rumus :

$$\rightarrow P_b = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) + K \dots\dots\dots (2-23)$$

Dimana :

CA = Prosentase agregat tertahan saringan No. 8

FA = Prosentase agregat tertahan saringan No. 8 dan lolos saringan No.200

FF = Prosentase filler lolos saringan No. 200

K = Konstanta

= 0,5 – 1,0 untuk laston

= 2,0 – 3,0 untuk lataston

*(Sumber :Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas, Dept. Pekerjaan Umum,2007)*

### 2.16. Metode Marshall Dan Marshall Immerston

Test Marshall biasanya dilengkapi dengan parameter lain seperti VIM (Void in Mix atau sering disingkat dengan 'voids'), VMA (Void in Mineral Agregate) disamping grafik kandungan aspal vs kuat tekan yang menunjukkan angka optimum untuk kadar aspal tertentu (biasanya sekitar 5,0 sampai 5,8% untuk beton aspal lapis permukaan) yang berkaitan dengan kuat tekan tertinggi yang bisa dicapai.

Setelah penentuan proposal gradasi agregat, kadar aspal rencana dan pembuatan benda uji selanjutnya dilakukan pengujian marshall untuk mengetahui karakteristik campuran dan penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO). Metode Marshall standard diperuntukan untuk perencanaan campuran aspal beton campuran panas.

### **2.16.1. Teori Marshall**

Marshall Test, adalah tes wajib untuk beton aspal, untuk mengetahui dan memenuhi sifat beton aspal sesuai dengan yang kita harapkan. Dari tes marshall akan diketahui berapa persen kandungan aspal yang diperlukan untuk gradasi batuan yang telah direncanakan, yang akan menghasilkan kuat tekan optimum (disebut sebagai Stabilitas Marshall, atau juga disebut sebagai Static Stability test, dinyatakan dalam kg) dari silinder beton aspal (benda uji), yang telah direndam satu jam pada suhu 60°C.

Dari test tersebut juga didapat angka lelehan (flow, dalam mm) yang menunjukkan tingkat kelenturan atau kegetasan campuran beton aspal. Angka ini dikombinasi dengan besarnya kuat tekan benda uji (SM / flow dalam kg per mm) akan menunjukkan angka getas kalau lebih dari 400 kg/mm dan terlalu lentur kalau kurang dari 200 kg/m, ideal kalau berada diantara angka angka tersebut.

### 2.16.2. Parameter Marshall

Parameter – parameter marshall yang digunakan untuk menentukan sifat volumetric dari campuran aspal beton adalah :

1. VIM (*Voids In Mix*) merupakan volume pori dalam campuran yang telah dipadatkan atau banyak rongga udara yang berada dalam campuran aspal beton. VIM dinyatakan dalam prosentasi terhadap volume aspal beton dan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\downarrow \text{ VIM} = 100 \times \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \dots\dots\dots (2.24)$$

Dimana :

VIM = Volume pori dalam aspal beton padat, % dari volume bulk aspal beton padat.

$G_{mm}$  = Berat jenis maksimum dari aspal beton yang belum dipadatkan

$G_{mb}$  = Berat jenis bulk dari aspal beton padat.

*(Sumber :Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Panas dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak, Dept. Pekerjaan Umum,2007).*

2. VMA (*Voids In Mineral Aggregate*) merupakan volume pori atau rongga antara butiran agregat suatu campuran aspal beton yang telah dipadatkan dan menunjukan presentase dari volume total sampel. VMA dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\downarrow \text{ VMA} = 100 \times \frac{G_{mb} \times P_s}{G_{sb}} \dots\dots\dots (2.25)$$

Dimana :

VMA = Volume pori antara agregat di dalam aspal beton, % dari volume bulk aspal beton padat.

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

$P_s$  = Kadar agregat, % terhadap berat aspal beton padat

$G_{sb}$  = Berat jenis bulk dari agregat pembentuk aspal beton padat

*(Sumber :Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Panas dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak, Dept. Pekerjaan Umum,2007).*

3. VFA (*Voids Filled With Asphalt*) merupakan rongga yang terisi aspal dalam campuran aspal beton yang telah dipadatkan (di luar rongga udara). VFA dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\downarrow \text{VFA} = \frac{100 (VMA - VIM)}{VMA} \dots\dots\dots (2.26)$$

Dimana :

VFA = Volume pori antara butir agregat terisi aspal, % dari VMA

VMA = Volume pori antara butir agregat di dalam aspal beton padat, % dari volume butir aspal beton padat

VIM = Volume pori dalam aspal beton padat, % dari volume bulk aspal beton padat.

*(Sumber :Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Panas dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak, Dept. Pekerjaan Umum,2007).*

Dari hasil pengujian Marshall selanjutnya dapat digambarkan grafik yang menyatakan hubungan antara :

- Prosentase kadar aspal campuran terhadap VIM
- Prosentase kadar aspal campuran terhadap VMA
- Prosentase kadar aspal campuran terhadap VFA
- Prosentase kadar aspal campuran terhadap stabilitas
- Prosentase kadar aspal campuran terhadap flow.

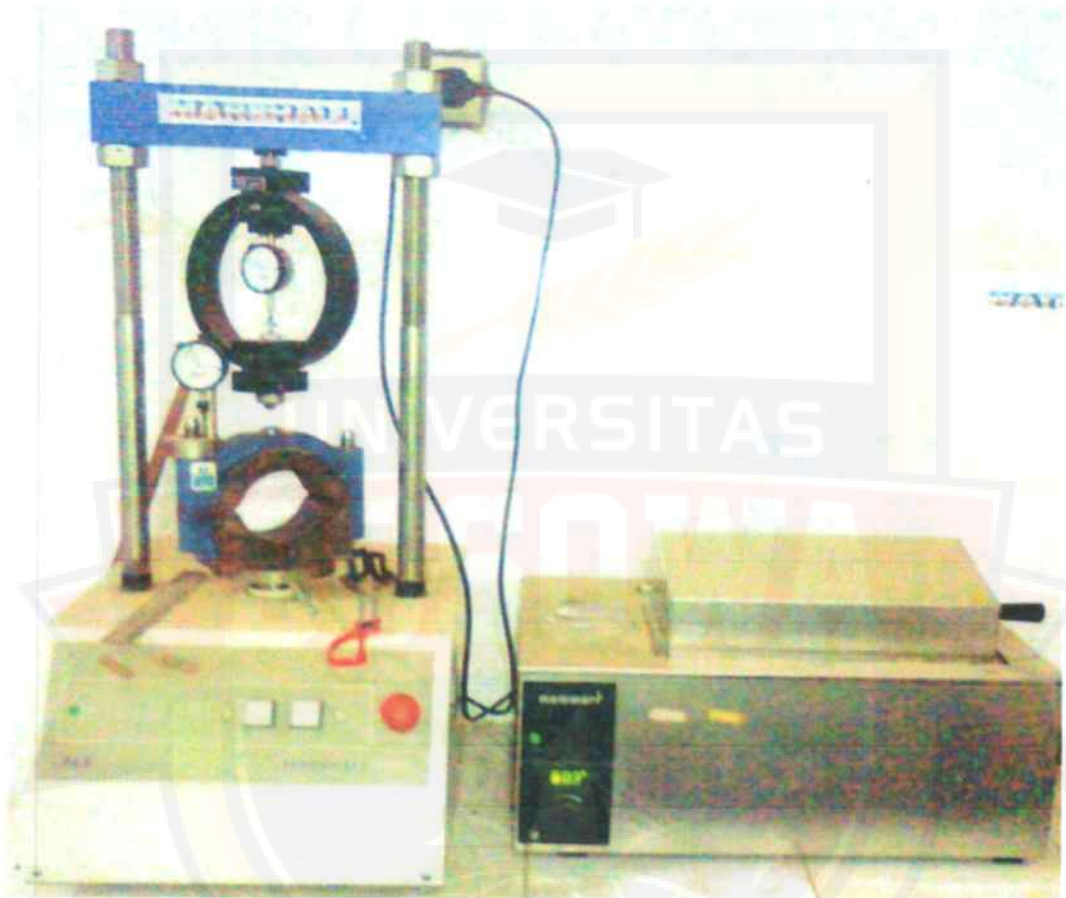
Dari grafik yang diperoleh, dapat ditentukan nilai – nilai VIM, VMA, VFA dan stabilitas yang memenuhi syarat. Dengan menggabungkan grafik tersebut terhadap kriteria perencanaan akan diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) yang memenuhi syarat untuk dipakai sebagai kadar aspal campuran dalam pelaksanaan.

### **2.16.3. Perendaman Marshall (*Marshall Immersion*)**

Pengujian perendaman marshall (*Marshall Immersion*) bertujuan untuk menentukan stabilitas dan kelelahan plastis (*flow*) maksimum dari campuran yang dilakukan terhadap campuran dengan Kadar Aspal Optimum. Stabilitas adalah kemampuan suatu campuran aspal untuk menerima beban sampai terjadi kelelahan plastis, dinyatakan dalam kg atau pound. Dengan kata lain stabilitas marshall dimaksudkan sebagai beban maksimum yang dapat dipikul oleh campuran sebelum runtuh. Sedangkan kelelahan plastis adalah



perubahan bentuk campuran aspal yang terjadi akibat pembebanan sampai batas runtuh, yang dinyatakan dalam mm atau 0.01 inci.



Gambar. II.16 Alat Marshall Test

### 2.17. Indeks Kekuatan Sisa (IKS)

Indeks Kekuatan Sisa (*Retained Strength Index*) dianalisis dari data – data pengujian terhadap sifat mekanik benda uji (*stabilitas dan flow*) dan dibagi dalam dua kelompok. Kelompok pertama diuji stabilitas marshallnya setelah perendaman dalam air pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama waktu  $T_1$  dan

kelompok kedua diuji setelah perendaman pada suhu 60°C selama waktu  $T_2$  (Hunter, 1994). Dari nilai stabilitas yang diperoleh dari kedua perendaman di atas, dapat ditentukan Indeks Kekuatan Sisa (IKS/RSI) Marshall dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Hunter, 1994) :

$$\downarrow \text{IKS} = \frac{S_2}{S_1} \times 100 \dots \dots \dots (2.26)$$

Dimana :

$S_1$  = Nilai rata – rata stabilitas *Marshall* setelah perendaman selama  $T_1$  menit (kg)

$S_2$  = Nilai rata – rata stabilitas *Marshall* setelah perendaman selama  $T_2$  menit (kg)

IKS = Indeks Kekuatan Sisa (%).

IKS/RSI (*Retained Strength Index*) sebesar 75% merupakan nilai minimum yang diisyaratkan, karena pada nilai tersebut campuran aspal dianggap cukup tahan terhadap kerusakan yang ditimbulkan oleh pengaruh air dan cuaca.



**BAB III :  
METODOLOGI PENELITIAN**

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Bahan Lokasi dan Waktu Penelitian**

##### **3.1.1 Bahan/Material Penelitian**

Material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 2 lokasi, yaitu:

- ↓ Agregat kasar didatangkan dari Bili bili kabupaten Gowa, yang jaraknya  $\pm$  40 km dari Ibu kota Sulawesi Selatan (Makassar).
- ↓ Agregat Halus (pasir pantai Tual) didatangkan langsung dari Kota tual.

##### **3.1.2 Lokasi Penelitian**

Penelitian dilakukan pada Laboratorium P2JN Prov. Sulawesi Selatan.

##### **3.1.3 Waktu Penelitian**

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada tanggal 24 Agustus sampai 09 Oktober 2011.

#### **3.2 Metode Pengambilan Sampel, Pengumpulan Data, dan Penelitian**

##### **3.2.1 Metode Pengambilan Sampel**

Sebelum pemeriksaan karakteristik material di laboratorium dilakukan, terlebih dahulu diadakan pengambilan sejumlah sampel dilokasi

material. Karena sebagaimana kita ketahui bahwa material yang akan diuji sangat besar pengaruhnya terhadap ketelitian pengujian.

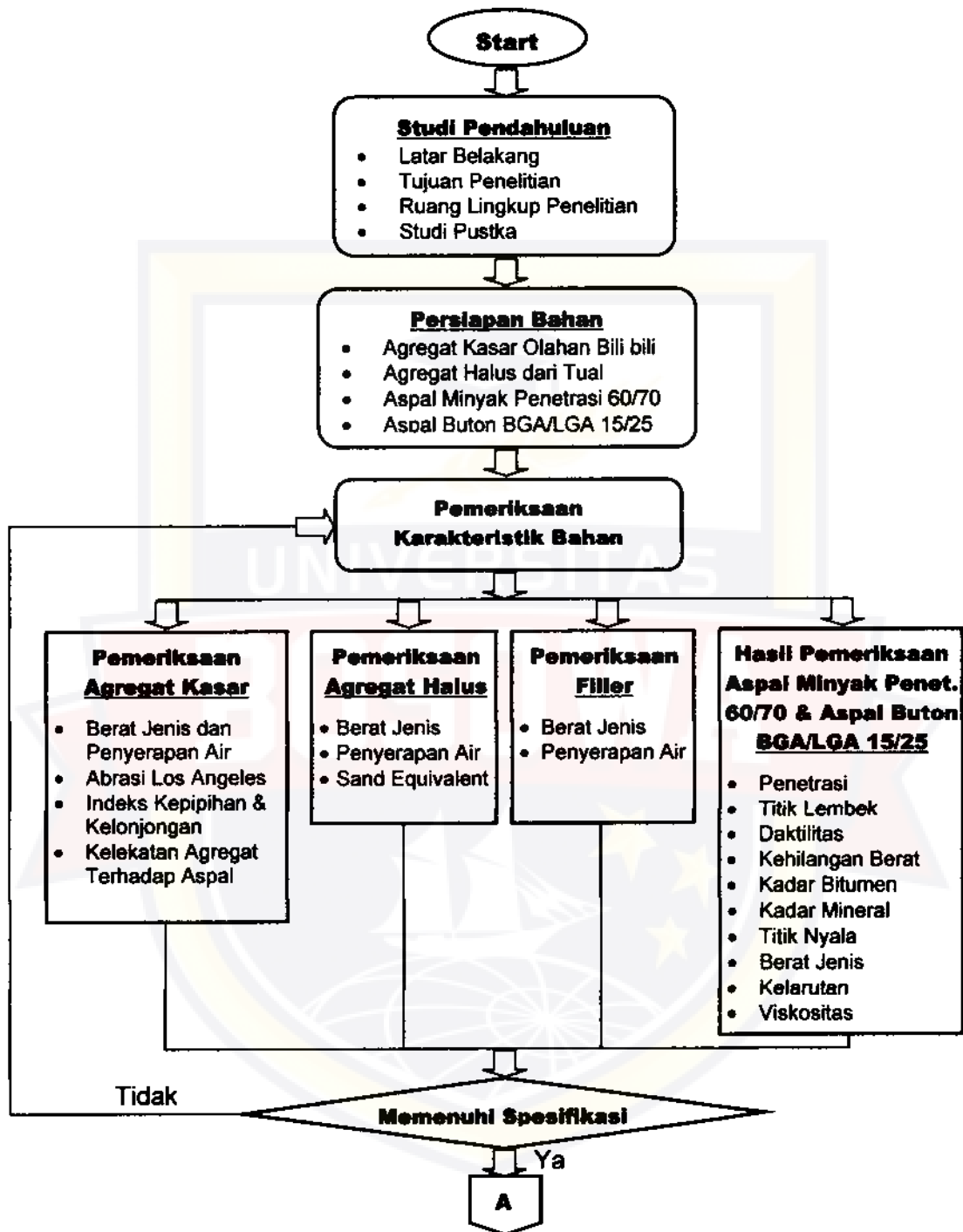
### **3.2.2 Metode Pengumpulan Data**

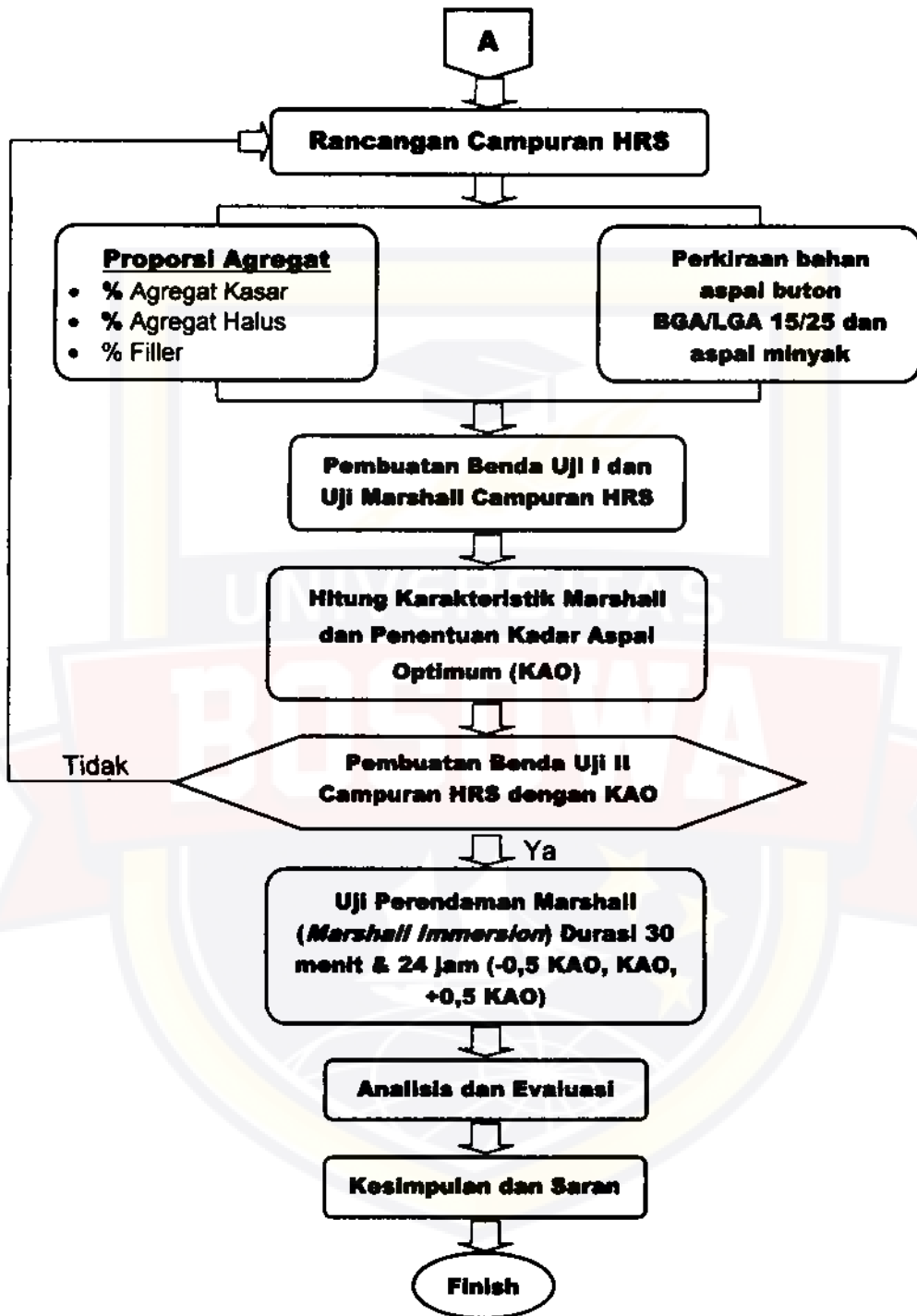
Untuk memperoleh data-data sebagai bahan utama dalam penulisan ini, yaitu mengadakan penelitian/pengujian material di laboratorium dan mengadakan wawancara terhadap pihak-pihak yang berkaitan langsung dengan laboratorium.

### **3.2.3 Metododologi Penelitian**

Penelitian dilakukan dengan melakukan serangkaian penelitian di laboratorium. Proses penelitian dimulai dengan melakukan serangkaian pengujian terhadap karakteristik bahan yang digunakan dengan persyaratan yang ditentukan.

Proses pelaksanaan penelitian secara garis besar dapat dilihat pada bagan alir penelitian seperti pada gambar berikut :





Gambar 3.1 Bagan Alir Kegiatan Penelitian

### **3.3 Rancangan Penelitian**

Pada penelitian ini akan dilaksanakan dengan melakukan serangkaian percobaan di laboratorium. Kegiatan percobaan yang dilakukan di laboratorium meliputi :

#### **3.3.1 Desain Penelitian**

Desain Penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini sesuai pada bagan alir diatas, dimulai dengan melakukan pemeriksaan dan pengujian karakteristik terhadap agregat dan aspal (bahan campuran HRS) sesuai dengan standar pengujian yang digunakan, pengujian terhadap karakteristik HRS dan pengujian perendaman Marshall (Marshall Immersion) untuk mengetahui indeks kekuatan sisa (IKS) dari HRS.

Apabila hasil pemeriksaan memenuhi spesifikasi, selanjutnya adalah merancang campuran agregat dari tiga fraksi, kemudian menentukan kadar aspal rencana campuran yang memfariasikan nilai kadar aspal dari 5% - 7,5% untuk gradasi senjang WC, dan kadar aspal 4,5% - 7% gradasi senjang Base. Selanjutnya dibuatlah 30 buah briket dan dilakukan pengujian karakteristik campuran guna menentukan nilai kadar aspal optimum (KAO). Selanjutnya dari nilai KAO yang diperoleh, dibuat campuran sebanyak 36 buah briket yang memfariasikan  $\pm 0,5\%$  kadar aspal optimum. Durasi waktu yang digunakan dalam uji perendaman Marshall adalah 30 menit dan 24 jam. Jumlah briket yang direndam untuk masing – masing perlakuan durasi perendaman sebanyak 18 buah briket. Perendaman 30 menit dilakukan untuk mengetahui nilai stabilitas awal,



sedangkan perendaman 24 jam dilakukan untuk mengetahui nilai stabilitas akhir.

Nilai Indeks Kekuatan Sisa (IKS) diperoleh dengan membandingkan rata – rata stabilitas akhir terhadap stabilitas awal, dimana nilai Indeks Kekuatan Sisa (IKS) dinyatakan dalam persen.

Pengujian kepadatan mutlak (*Refusal density*) dilakukan untuk mengetahui rongga maksimum dan minimum dalam campuran setelah dilalui lalu lintas, dilakukan terhadap 18 buah briket dengan menggunakan nilai kadar aspal optimum. Jumlah briket uji masing – masing lapisan sebanyak 9 buah dengan jumlah tumbukan sebanyak 2 x 400 untuk tiap briket. Rongga dalam campuran dirancang kurang dari 2,5% untuk lalu lintas berat.

#### **3.4 Metode Formulasi Aspal Buton dengan Aspal Minyak**

Adapun metode formulasi yang kami lakukan dalam percobaan ini adalah formulasi dengan melakukan substitusi langsung aspal buton dengan aspal minyak. Dimana aspal buton dikurangi 6,5 % dari berat total aspal, kemudian diganti dengan aspal minyak sebesar 6,5 % dari berat total aspal.

#### **3.5 Persiapan Bahan**

Persiapan bahan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah survey lokasi bahan dan mendatangkan bahan uji dari lokasi pengambilan ke laboratorium. Adapaun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

terdiri atas agregat kasar dan filler olahan bili bili dan agregat halus dari Tual, serta aspal buton BGA/LGA 15/25 dan Aspal Minyak penetrasi 60/70.

### 3.6 Penentuan Jumlah dan Persiapan Benda Uji

Setelah bahan yang diperlukan lulus uji, tahap selanjutnya adalah penentuan jumlah benda uji dan penyiapan bahan campuran sesuai dengan komposisi rencana campuran (*mix design*) yang diperoleh.

#### 3.6.1 Penentuan Jumlah Benda Uji

Banyaknya benda uji yang dibuat untuk kebutuhan penelitian ini, dapat dihitung sebagaimana terlihat pada Tabel 3.3. berikut :

**Tabel 3.1. Penentuan Jumlah Briket Uji**

No.	Jenis Kegiatan Pengujian				Jumlah
I.	Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran (%)				
		WC	Base	Jumlah Briket	
		6,5	6,0	2    2	
		7,0	6,5	2    2	
		7,5	7,0	2    2	
		8,0	7,5	2    2	
	8,5	8,0	2    2		
II.	Pengujian Perendaman Marshall ( <i>Masrhall Immersion</i> ), 60 °C				
1.	Perendaman dengan durasi 30 menit				
	Optimum			3    3    6	
2.	Perendaman dengan durasi 24 jam				
	Optimum			3    3    6	
	<b>Total Benda Uji</b>				<b>36</b>

#### 3.6.2 Persiapan Bahan Campuran (Benda Uji)

Persiapan bahan campuran disesuaikan dengan komposisi rancangan campuran. Komposisi rancangan campuran didasarkan pada

gradasi agregat campuran yang diperoleh. Komposisi rancangan campuran agregat dibagi atas 3 (tiga) fraksi, yaitu : fraksi agregat kasar ; fraksi agregat halus ; fraksi *filler*. Dimana ukuran agregat dari setiap fraksi didasarkan pada standar SNI.

### **3.7 Pembuatan Benda uji dan Penentuan Kadar Aspal Optimum**

Bahan campuran yang telah disiapkan, dicampur dengan cara dipadatkan dalam cetakan berbentuk silinder, dimana setiap sisi dipadatkan dengan jumlah tumbukan 75 kali (sesuai dengan spesifikasi untuk lalu lintas berat). Bentuk akhir campuran adalah benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 7,5 cm. penentuan Kadar Aspal Optimum dari campuran HRS dilakukan dengan memvariasikan kadar aspal dari 4,5 – 7,5 % dengan tingkat kenaikan 0,5 %.

### **3.8 Pengujian Perendaman *Marshall* (*Marshall Immersion*)**

Pengujian perendaman *Marshall* (*Marshall Immersion*) merupakan pengujian perendaman benda uji selama 30 menit dan 24 jam pada bak berisi air dengan suhu konstan 60°C. setelah perendaman selesai, dilakukan uji *Marshall* terhadap benda uji untuk mendapatkan Indeks Kekuatan Sisa (IKS) campuran. Pengujian dilakukan terhadap campuran pada kadar aspal optimum dan  $\pm 0,5\%$  kadar aspal optimum.

### **3.9 Analisis Data**

Pada tahap ini, semua data yang diperoleh dari hasil pengujian karakteristik *Marshall* dan perendaman *Marshall* dianalisis untuk

mengetahui pengaruh dari masing-masing pengujian terhadap durabilitas campuran aspal. Analisis meliputi penentuan Karakteristik Marshall, penentuan Kepadatan Mutlak (*Refusa Denisity*) dan penentuan Indeks Kekuatan Sisa dari campuran beraspal. Hasil yang diperoleh dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui kinerja dari campuran tersebut.





**BAB IV :  
HASIL DAN PEMBAHASAN**

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Hasil Pengujian Sifat Bahan**

##### **4.1.1 Sifat Bahan Agregat**

Bahan agregat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari agregat kasar dan filler yang berasal dari PT. Sinar Agung Jaya Lestari (SAL) di Samata yang berasal dari sungai Bili Bili Sulawesi Selatan, agregat halus (pasir) dari pantai Tual.

Serangkaian pengujian terhadap sifat bahan agregat untuk memenuhi kelayakan pemakaiannya sebagai bahan camouran beraspal dilakukan di laboratorium dengan menggunakan standar SNI, AASHTO, dan Spek 2010. Hasil pengujian sifat bahan agregat sesuai dengan metode pengujian yang dipakai dan spesifikasi yang diisyaratkan, disajikan pada tabel 4.1 sampai 4.2. berikut :

**Tabel 4.1. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat**

Jenis Pemeriksaan	Sat.	Hasil	Sfesifikasi	
			Min.	Maks.
<b>Chipping (Spilt 1 – 2)</b>				
Berat jenis bulk	gram	2,70	2.5	-
Berat jenis SSD	gram	2,73	2.5	-
Berat jenis semu	gram	2,79	2.5	-
Penyerapan air	%	1,13	-	3
<b>Chipping (Spilt 0.5 – 1)</b>				
Berat jenis bulk	gram	2,68	2.5	-
Berat jenis SSD	gram	2,71	2.5	-
Berat jenis semu	gram	2,77	2.5	-
Penyerapan air	%	1,11	-	3
<b>Abu Batu</b>				
Berat jenis bulk	gram	2,58	2.5	-
Berat jenis SSD	gram	2,63	2.5	-
Berat jenis semu	gram	2,73	2.5	-
Penyerapan air	%	2,22	-	3
<b>Pasir</b>				
Berat jenis bulk	gram	2,57	2.5	-
Berat jenis SSD	gram	2,65	2.5	-
Berat jenis semu	gram	2,79	2.5	-
Penyerapan air	%	2,87	-	3

Sumber : Hasil penelitian laboratorium

Dari hasil penelitian diatas untuk masing – masing agregat diperoleh nilai berat jenis bulk, berat jenis SSD, berat jenis semu dan penyerapan air sudah memenuhi spesifikasi yang diisyaratkan.

**Tabel 4.2. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar & Halus**

Ukuran Saringan		Agregat Kasar & Halus				
Inchi	Mm	% Lolos Saringan				
		Split 1-2	Split 0.5-1	Abu Batu	Pasir	Filler
¾"	19.1	94,5	100	100	100	100
½"	12.7	8,5	94,5	100	100	100
3/8"	9.52	0,5	57,1	100	100	100
No. 8	2.38	0,4	0,8	83,0	99,76	100
No. 30	0.59	0,4	0,7	62,5	33,6	100
No. 200	0.08	0,3	0,5	14,4	0,5	99,8

Sumber : Hasil penelitian laboratorium

\*Catatan :  
Filler yang digunakan adalah semen

#### 4.1.2 Sifat Bahan Aspal

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal LGA 15/25 dan Aspal Minyak penetrasi 60/70. Hasil pengujian sifat – sifat fisik aspal sesuai hasil pengujian dan penelitian yang dilakukan di laboratorium P2JN Prov. Sulawesi Selatan, diperlihatkan pada tabel 4.3 berikut :



**Tabel 4.3. Hasil Pemeriksaan Aspal Penetrasi 60/70**

No	Pemeriksaan	Prosedur Pemeriksaan	Spesifikasi		Hasil	Satuan
			Min	Maks		
1	Penetrasi (25° C, 5 dtk)	SNI-06-2456-1991	60	79	62,44	mm
2	Titik lembek (Ring & Ball)	SNI-06-2434-1991	48	58	51	°C
4	Berat jenis (25 ° C)	SNI-06-2441-1991	1,0	-	1,040	Gr/ml
5	Daktilitas (25 ° C, 5 cm/menit)	SNI-06-2432-1991	100	-	120	mm
6	Titik nyala	SNI-06-2433-1991	200	-	272.5	%
7	Visikositas Pencampuran	AASHTO – 72 - 97	130	165	162	°C
8	Visikositas Pemadatan	AASHTO – 72 - 97	120	140	131	°C

Sumber : Hasil penelitian laboratorium

Dari hasil penelitian yang ditunjukkan pada tabel diatas, semua hasil pemeriksaan memenuhi spesifikasi, namun pada penetrasi dan viskositas pencampuran menunjukkan angka yang kritis dimana angka penetrasi hampir mencapai nilai minimum (62,44) sedangkan pada viskositas pencampuran hamper mencapai nilai maksimum (162).

Suhu pencampuran dan pemadatan campuran ditentukan dari korelasi nilai viskositas kinematik, dimana 150°C untuk pencampuran dan 135°C untuk pemadatan.

## 4.2 Komposisi Rancangan Campuran

Dalam penelitian ini digunakan komposisi agregat berdasarkan gradasi agregat yang diperoleh, dengan jumlah berat total campuran agregat adalah 1200 gr. Komposisi agregat dalam campuran HRS-WC dan HRS-Base disajikan pada tabel 4.4. dan 4.5. sedangkan gambar kurva gradasi agregat campuran diperlihatkan pada gambar 4.1 dan 4.2.

**Tabel 4.4. Komposisi Agregat dalam Campuran HRS – Base**

Ukuran Saringan		Lolos Saringan	
Inchi	(mm)	Spesifikasi (%)	Gradasi (%)
¾ "	19	100	99,6
½ "	12,7	90 – 100	90,4
3/8 "	9,51	65 – 90	74,4
No. 8	2,36	35 – 55	47,4
No. 30	0,595	15 – 35	25,4
No. 200	0,075	2 – 9	5,67

Sumber : Hasil penelitian laboratorium

**Tabel 4.5. Komposisi Agregat dalam Campuran HRS – WC**

Ukuran Saringan		Lolos Saringan	
Inchi	(mm)	Spesifikasi (%)	Gradasi (%)
¾ "	19	100	99,4
½ "	12,7	90 – 100	90,0
3/8 "	9,51	75 – 85	83,6
No. 8	2,36	50 – 72	66,6
No. 30	0,595	35 – 60	40,4
No. 200	0,075	6 – 10	8,4

Sumber : Hasil penelitian laboratorium

Dari hasil kedua jenis campuran diatas menunjukkan ukuran agregat mendekati persen yang diperlukan untuk kombinasi agregat, dimana Gradasi campuran tidak keluar dari titik control atau batas gradasi yang diisyatkan dan berada diantara titik – titik control. Namun pada kedua jenis campuran tersebut masing – masing memiliki nilai sangat kritis pada saringan  $\frac{3}{4}$  dan  $\frac{1}{2}$ .

Adapun rumus komposisi campuran yang kami gunakan dalam penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut :

**Rumus untuk komposisi campuran HRS - BASE pada kadar aspal optimum**

$$\text{Kadar Aspal} = 7,5 \% \quad 100 \% - 7,5 \% = 92,5 \%$$

**Hasil Combine**

<b>CA 1- 2</b>	<b>8</b>	<b>%</b>	<b>x</b>	<b>92,5</b>	<b>=</b>	<b>7,4</b>	<b>x</b>	<b>1200</b>	<b>=</b>	<b>88,8 gr</b>
<b>Medium</b>	<b>41</b>	<b>%</b>	<b>x</b>	<b>92,5</b>	<b>=</b>	<b>37,9</b>	<b>x</b>	<b>1200</b>	<b>=</b>	<b>455 gr</b>
<b>Abu Batu</b>	<b>23</b>	<b>%</b>	<b>x</b>	<b>92,5</b>	<b>=</b>	<b>21,3</b>	<b>x</b>	<b>1200</b>	<b>=</b>	<b>255 gr</b>
<b>Pasir</b>	<b>26</b>	<b>%</b>	<b>x</b>	<b>92,5</b>	<b>=</b>	<b>24,1</b>	<b>x</b>	<b>1200</b>	<b>=</b>	<b>289 gr</b>
<b>filler</b>	<b>2</b>	<b>%</b>	<b>x</b>	<b>92,5</b>	<b>=</b>	<b>1,85</b>	<b>x</b>	<b>1200</b>	<b>=</b>	<b>22,2 gr</b>
<b>Aspal</b>	<b>7,5</b>	<b>%</b>			<b>X</b>			<b>1200</b>	<b>=</b>	<b>90 gr</b>
										<u>1200 gr</u>

$$\text{aspal buton} = 90 - \frac{6,5}{100} \times 90 = 84,15 \%$$

$$\text{aspal minyak} = 90 - 84,15 = 5,85 \%$$

**Rumus untuk komposisi campuran HRS - WC pada kadar aspal optimum**

$$\text{Kadar Aspal} = 7,7 \% \quad 100 \% - 7,7 \% = 92,3\%$$

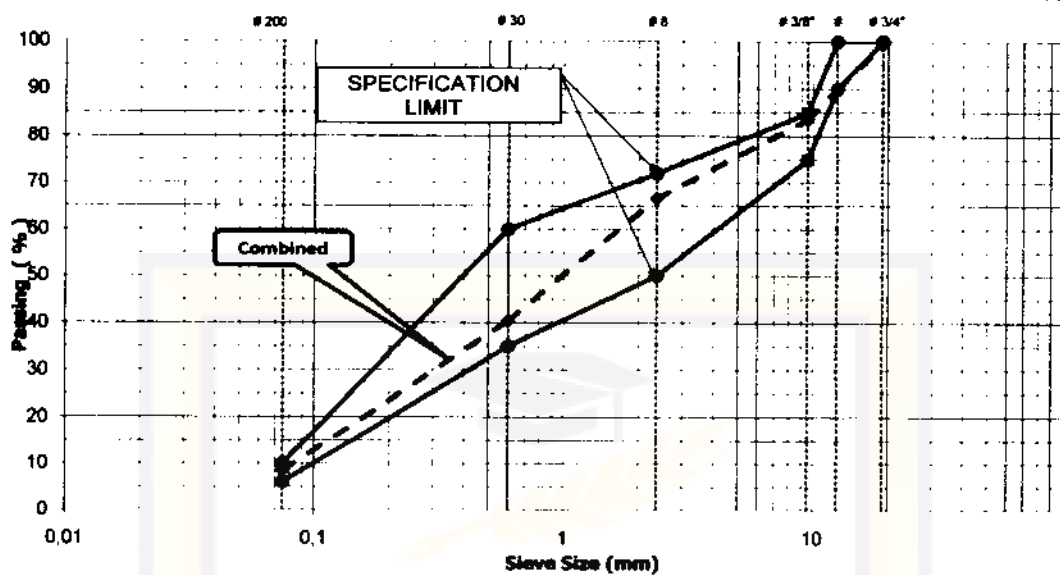
**Hasil Combine**

<b>CA 1- 2</b>	<b>10</b>	<b>%</b>	<b>x</b>	<b>92,3</b>	<b>=</b>	<b>9,23</b>	<b>X</b>	<b>1200</b>	<b>=</b>	<b>111 gr</b>
<b>Medium</b>	<b>15</b>	<b>%</b>	<b>x</b>	<b>92,3</b>	<b>=</b>	<b>13,8</b>	<b>X</b>	<b>1200</b>	<b>=</b>	<b>166 gr</b>
<b>Abu Batu</b>	<b>50</b>	<b>%</b>	<b>x</b>	<b>92,3</b>	<b>=</b>	<b>46,2</b>	<b>X</b>	<b>1200</b>	<b>=</b>	<b>554 gr</b>
<b>Pasir</b>	<b>24</b>	<b>%</b>	<b>x</b>	<b>92,3</b>	<b>=</b>	<b>22,2</b>	<b>X</b>	<b>1200</b>	<b>=</b>	<b>266 gr</b>
<b>filler</b>	<b>1</b>	<b>%</b>	<b>x</b>	<b>92,3</b>	<b>=</b>	<b>0,92</b>	<b>X</b>	<b>1200</b>	<b>=</b>	<b>11,1 gr</b>
<b>Aspal</b>	<b>7,7</b>	<b>%</b>			<b>X</b>			<b>1200</b>	<b>=</b>	<b>92,4 gr</b>
										<b>1200 gr</b>

$$\text{aspal buton} = 92,4 - \frac{6,5}{100} \times 92,4 = 86,39 \%$$

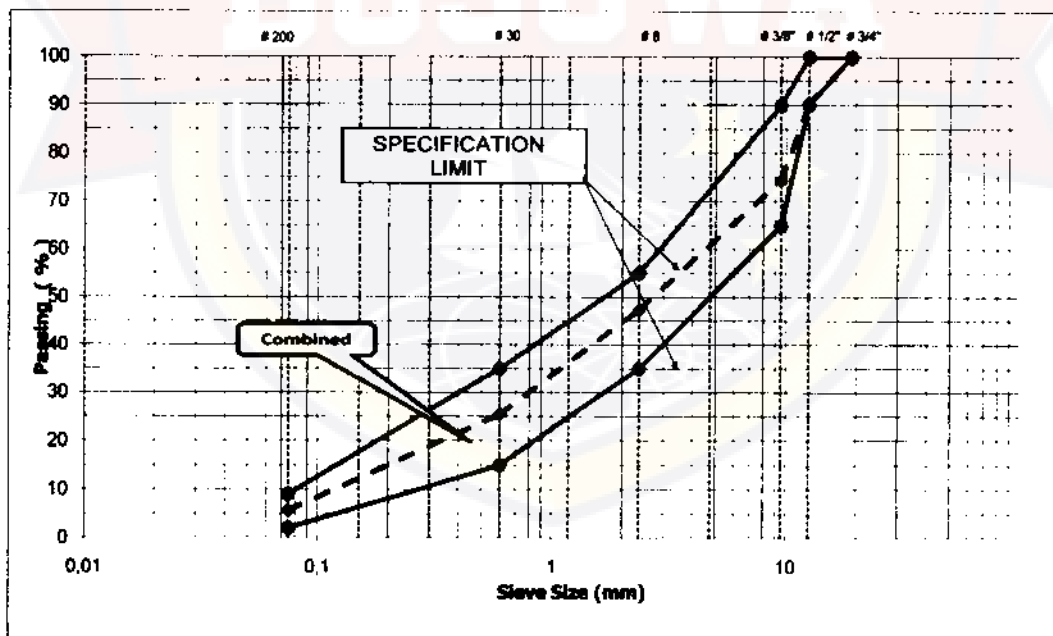
$$\text{aspal minyak} = 92,4 - 86,39 = 6,01 \%$$

Dari rumus komposisi campuran di atas dapat dilihat bahwa dalam penelitian ini kami menggunakan formulasi aspal buton dengan aspal minyak, dimana aspal minyak yang di gunakan adalah 6,5 % dari total berat aspal.



Sumber : Hasil penelitian laboratorium

**Gambar 4.1 : Kurva Fuller Untuk HRS - WC**



Sumber : Hasil penelitian laboratorium

**Gambar 4.2 : Kurva Fuller Untuk HRS - Base**

### **4.3 Pengujian Marshall Untuk Penentuan KAO**

Untuk memperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) campuran aspal, digunakan variasi kadar aspal antara 6,5% - 8,5% untuk lapis HRS-WC dan 6,0% - 8,0% untuk lapis HRS-Base dengan tingkat kenaikan 0,5%. Data hasil uji dan analisis parameter Marshall disajikan pada tabel 4.7 dan 4.8. Selanjutnya KAO ditentukan dengan menggunakan standar Bina Marga, dimana ada 6 parameter yang harus dipenuhi, yaitu : rongga udara dalam agregat (VMA), rongga udara dalam campuran (VIM), rongga terisi aspal (VFA), Stabilitas, Kelelahan (Flow) dan Marshall Quotient (MQ). Kadar Aspal Optimum (KAO) adalah kadar aspal yang mengalami overlape dari selang yang memenuhi semua spesifikasi dari parameter – parameter diatas. Hubungan antara masing – masing parameter Marshall tersebut terhadap kadar aspal disajikan pada gambar 4.3 dan 4.4. dari grafik bar yang memperlihatkan hubungan antara parameter – parameter Marshall dengan kadar aspal, diperoleh nilai KAO 7,7% untuk HRS-WC sedangkan untuk lapis HRS-Base diperoleh nilai KAO sebesar 7,5%.

### **4.4 Pengujian Marshall pada Kadar Aspal Optimum**

Pengujian Marshall pada Kadar Aspal Optimum (KAO) dilakukan terhadap campuran aspal dengan Kadar Aspal Optimum. Data hasil pengujian analisis parameter Marshall untuk campuran pada Kadar Aspal Optimum dengan durasi perendaman 30 menit dan 24 jam disajikan pada tabel 4.6 sampai 4.7.

#### **4.5 Pengujian Perendaman Marshall (Marshall Immersion)**

Pengujian Marshall Immersion dilakukan menurut prosedur pengujian dimana waktu perendaman dibagi atas 2 kelompok, yaitu kelompok I benda uji direndam selama 30 menit dan kelompok II benda uji direndam selama 24 jam dalam suhu air 60°C selama perendaman. Kemudian dilakukan uji Marshall, dimana nilai stabilitas kelompok I adalah S1 dan nilai stabilitas kelompok II adalah S2. Dengan membandingkan  $S2/S1$  maka akan diperoleh nilai Indeks Kekuatan Sisa (IKS) = Retained Strength Indeks (RSI) dari campuran, sedangkan nilai IKS/RSI yang diperoleh, disajikan pada tabel 4.8.

TABEL 4.7. MARSHALL TEST UNTUK PENENTUAN KADAR ASPAL OPTIMUM  
(AASHTO T. 245 - 87 ( 2003 ))

PACKAGE	PENETRATION GRATE OF BITUME		60/70
CONSULTANT	SPECIFIC GRAVITY OF BITUMEN		1.0419 g/cc
CONTRACTOR	TESTED BY		Muslimin / Fahmi Kabalimay

MIX : HRS - BASE ( SENJANG )  
DATE OF TESTING : 03 Oktober 2011

No	AGGREGATE ( ov dry ) ( app )					
	a	b	c	d	e	f
	CA ( 1 - 2 )	Medium Agg	Dust	Natural Sand	Filler	
	2,70	2,68	2,58	2,57	3,14	3,14

STATION	
---------	--

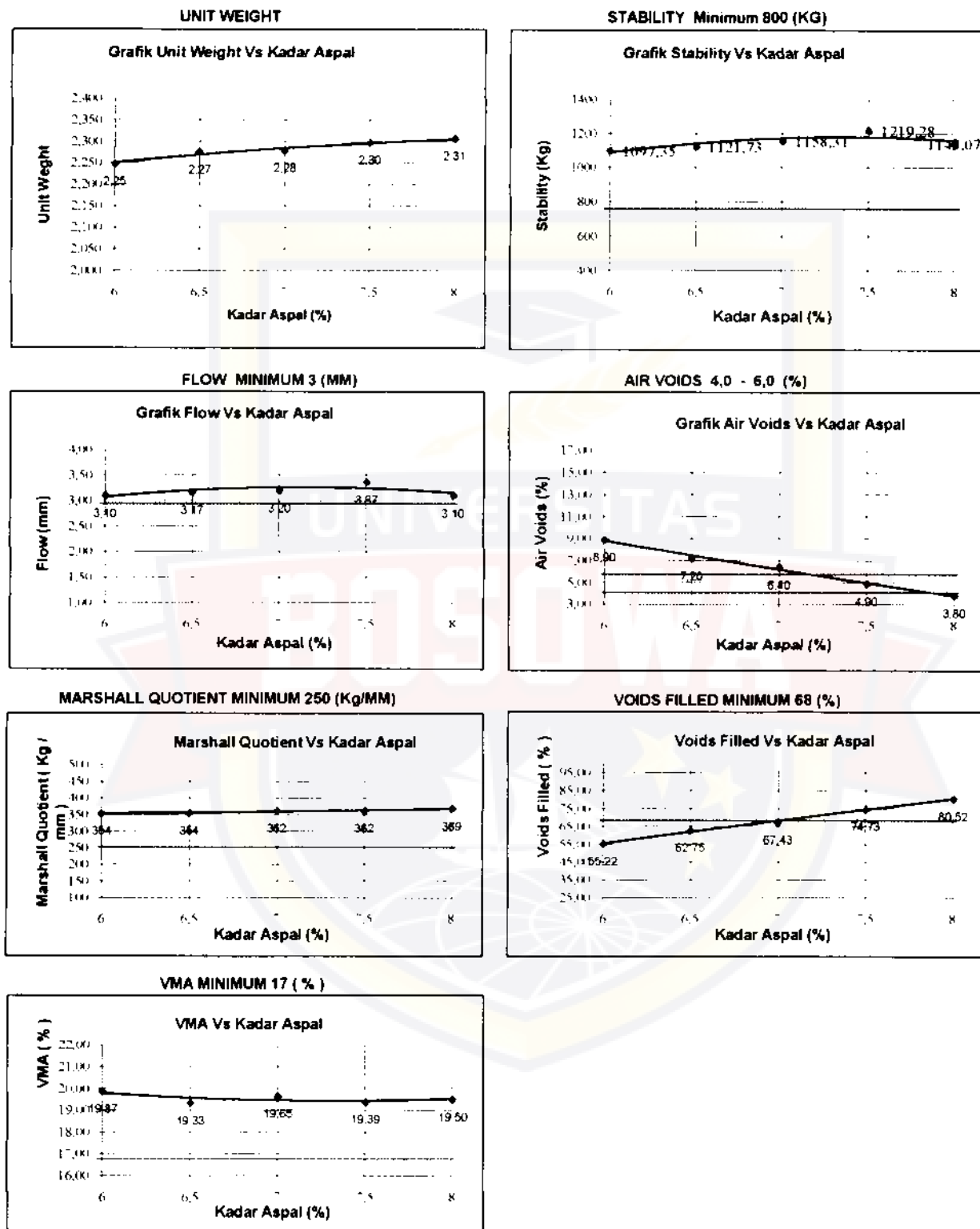
No	Mix Proportion ( % by wt of total aggregate )						Effective Sg Of Total Agg	Bulk Sg Of Total Agg	Bit Content % Bit by Wt Of Mix	Electr Asphalt Rate	Max Sg Combined Mix	Weight Grams In Water		SSD	Bulk Sg Comb Mix	% Air Voids	Stability Kg Meas Adjust		Flow ( mm )	Marshall Quotion ( kg / mm )	Aggregate Surface Area	Absorpt Bitumnt % by wt of Total Mix	Film Thickness Bitumnt % by wt of Total Mix	VMA	VFB
	a	b	c	d	e	f						G	H				I	J							
I	8	41	23	26	2	5,1	6	2,64	2,70	2,877	1178,2	664,3	1187	522,3	2,26	3,1	3,1	3,1	354,0	3,3	9288,72	-2,89	19,87	95,22	
II										Average															
I	8	41	23	26	2	5,6	6,5	2,64	2,70	2,892	1177,6	662,2	1181	518,7	2,27	3,3	3,3	3,1	354,2	3,3	9238,31	-2,89	19,33	82,75	
II										Average															
I	8	41	23	26	2	6,1	7	2,64	2,70	2,908	1182,4	667,5	1187	519,2	2,28	3	3,3	3,3	354,2	3,3	9189,91	-2,89	19,85	87,43	
II										Average															
I	8	41	23	26	2	6,7	7,5	2,64	2,70	2,924	1180,6	668,5	1182	513,7	2,30	3,4	3,4	3,5	362,2	3,3	8140,50	-2,89	19,39	74,73	
II										Average															
I	8	41	23	26	2	7,2	8	2,64	2,70	2,939	1179,6	670,6	1182	511,7	2,31	2,9	3,1	3,2	368,7	3,3	9091,09	-2,89	19,50	80,52	
II										Average															
SPESIFIKASI															Min 5.5			Min 3	Min 250	Max 1,7	Min 17	Min 88			

Mengetahui,  
Ca Taulabi  
Chief Of Laboratory

NOTES  
 $1 B = \frac{a + b + c + d}{(ov)a + (ov)b + (ov)c + (ov)d}$   
 $2 C = \frac{(app)a + (app)b + (app)c + (app)d}{2}$

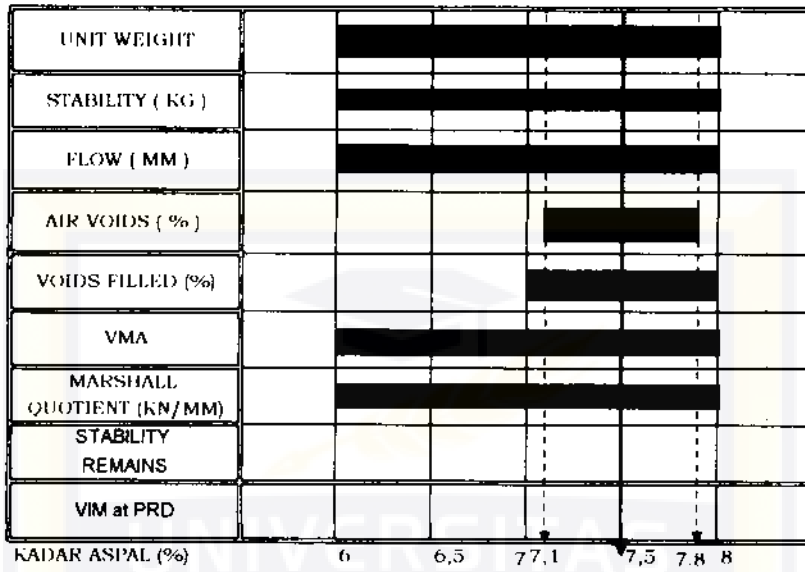


Jenis Campuran HRS - BASE ( Senjang )



GAMBAR 4.3. GRAFIK KARAKTERISTIK MARSHALL TEST

### DIAGRAM PENENTUAN KADAR ASPAL OPTIMUM



$$\text{KADAR ASPAL OPTIMUM} = \frac{7,1 + 7,8}{2} = 7,5$$

GAMBAR 4.4. DIAGRAM PENENTUAN KADAR ASPAL OPTIMUM

**TABEL 4.10. MARSHALL TEST UNTUK PENGUJIAN MARSHALL PADA KAO**  
(AASHTO T. 246 - 97 ( 2003 ))

PACKAGE :  
CONSULTANT :  
CONTRACTOR :

PENETRATION GRATE OF BITUME : 60/70  
SPECIFIC GRAVITY OF BITUMEN : 1,0419 g/cc  
TESTED BY : Muslimin / Fahmi Kabalimay

MIX : HRS - BASE ( SENANG )  
DATE OF TESTING : 05 Oktober 2011

No	Mix Proportion ( % by wt of total aggregate )	Effective Asphalt Rate	Bit Content Of Mix	Bulk Sg Of Total Agg	Effective Sg Of Total Agg	Max Sg Combined Mix	Weight Grams In Air In Water	SSD	Volume Of Specimen	Bulk SG Comb Mix	% Air Voids	Stability Kg Meas	Flow ( mm )	Marshall Quolien ( kg / mm )	Aggregate Surface Area	Absorbet Bitumet % by wt of Total Mix	Film Thickness Bitumet % by wt of Total Mix	VMA	VFB	
	a b c d	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
		% Bit by Wt Of Mix	Refer Note 1	Refer Note 2	$\frac{100 \cdot A + \frac{A}{C}}{100}$	$\frac{100 \cdot A + \frac{A}{C}}{100}$	From Lab	From Lab	G - F	E H	$\frac{100(D - I)}{D}$	From Lab	Table	From Lab	Refer Crawling Sheet 1078	$A + \frac{I(100-A)}{100}$	$\frac{1000(A - P)}{100 \cdot T}$	$100 - \left( \frac{1}{B} \times \frac{R}{R - J} \right) \times 100$	$\frac{100 - (R - J)}{R} \times 100$	
I	6 41 23 26 2	6,7	7,5	2,64	2,70	2,924	1181,6	699	1183	2,30	4,9	3,1	3,2	365,8	3,3	9140,50	-2,89	19,43	74,78	
II						Average	1184	670,6	1187	2,29		3,4	3,4							
I	6 41 23 26 2	6,7	7,5	2,64	2,70	2,924	1184,7	670,2	1186	2,30	4,9	2,9	3,4	329,2	3,3	9140,50	-2,89	19,38	74,72	
II						Average	1182	669,7	1183	2,30		3,1	3,4							
After Soaking 24 Hours AT 60 °C																				
SPESIFIKASI												Min 600	Min 3	Min 260	Max 1,7	Min 18	Min 68			

STATION

NOTES  
 $1 B = \frac{a + b + c + d}{(ov)a} \cdot \frac{a + b + c + d}{(ov)c} \cdot \frac{(ov)d}{(app)d}$   
 $2 C = \frac{a + b + c + d}{2} \cdot \frac{a + b + c + d}{(app)a} \cdot \frac{a + b + c + d}{(app)b} \cdot \frac{a + b + c + d}{(app)c} \cdot \frac{a + b + c + d}{(app)d}$

Stabilitas Slisa :  $\frac{1097,3}{1182,7} \times 100 \% = 92,78 > 90$

Mengelatahui,

Ca Teulabli  
Chief Of Laboratory

PACKAGE :  
 PENETRATION GRATE OF BITUMINE : 60/70  
 SPECIFIC GRAVITY OF BITUMEN : 1.0419 gr/cc  
 TESTED BY : Muslimin / Fahmi Kaballimay

MIX : HRS - WC ( Senjang )  
 PURPOSE :  
 DATE OF TESTING : 11 Oktober 2011

CONSULTANT :  
 CONTRACTOR :  
 STATION :

No	AGGREGATE	( ov dry )	( app )
a	CA ( 1 - 2 )	2.70	2.79
b	Medium Agg	2.68	2.77
c	Dust	2.58	2.73
d	Natural Sand	2.57	2.79
e	Filler	3.14	3.14

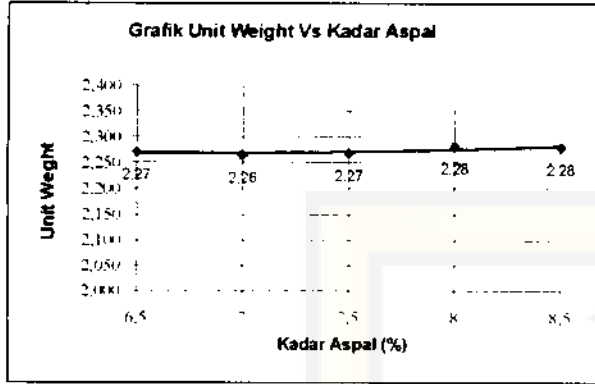
No	Mix Proportion ( % by wt of total aggregate )					Bulk SG Of Total Agg	Bulk SG Effective Sg Of Total Agg	Max Sg Combined Mix	Weight Grams		SSD		Volume Of Specimen	Bulk SG Of Comb Mlx	% Air Voids 100 ( D - 1 ) D	Stability Kg		Marshall Quotient ( Kg / mm )	Aggregate Surface Area	Absorbent Bitument % by wt of Total Mix	Film Thickness Bitument % by wt of Total Mix	VMA	VFB		
	a	b	c	d	e				A	B	C	D				E	F							G	H
I	10	15	50	24	1	8,5	2,61	2,68	2,869	1174,5	662,4	1179,3	516,9	2,27	6,7	3,2	3,1	3,1	3,1	3,1	10634,57	-2,27	18,52	63,82	
II								Average		1173,2	661,1	1178,8	517,7	2,27		3	3,0	3,0	3,0						
I	10	15	50	24	1	7	2,61	2,68	2,885	1170,5	657,7	1174,2	516,5	2,27	6,3	2,9	3,4	3,4	3,4	3,4	10577,70	-2,27	19,18	67,16	
II								Average		1172,9	658,4	1176,5	518,2	2,26		3,2	3,2	3,2	3,2	3,2					
I	10	15	50	24	1	7,5	2,61	2,68	2,900	1160,8	654,3	1165,4	511,1	2,27	5,4	3,3	3,6	3,6	3,6	3,6	10520,83	-2,27	19,48	78,39	
II								Average		1162,2	650,9	1167,2	511,3	2,27		2,7	3,4	3,4	3,4	3,4					
I	10	15	50	24	1	8	2,61	2,68	2,816	1175,4	665,2	1181,4	516,2	2,28	4,2	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	10483,95	-2,27	19,43	78,39	
II								Average		1173,9	661,2	1175,5	514,3	2,28		3,2	3,3	3,3	3,3	3,3					
I	10	15	50	24	1	8,5	2,61	2,68	2,832	1173,6	660,5	1176,2	515,7	2,28	3,7	3,2	3,6	3,6	3,6	3,6	10407,09	-2,27	19,97	81,48	
II								Average		1175,1	663,4	1178,9	515,5	2,28		3,1	3,5	3,5	3,5	3,5					
								Average		1174,6	662,7	1177,2	514,5	2,28		3,5	3,6	3,6	3,6	3,6					
SPESIFIKASI															Min 800	Min 3	Min 250	Max 1,7	Min 18	Min 68					

NOTES  
 1.  $B = \frac{a + b + c + d}{(ov)a + (ov)b + (ov)c + (ov)d}$   
 2.  $C = \frac{(a + b + c + d)}{2} \frac{(app)a + (app)b + (app)c + (app)d}{(ov)a + (ov)b + (ov)c + (ov)d}$

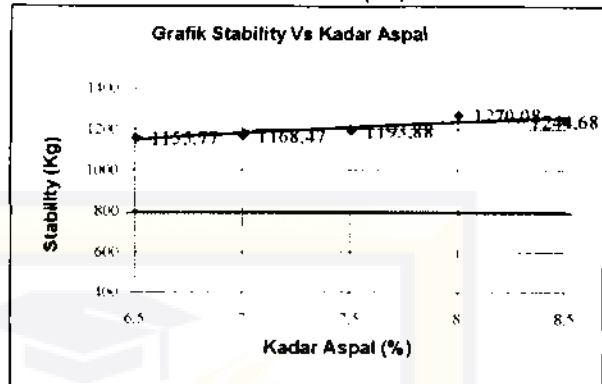
Menggetahui,  
 Ca. Taulabi  
 Chief Of Laboratory

Jenis Campuran HRS - WC ( Senjang )

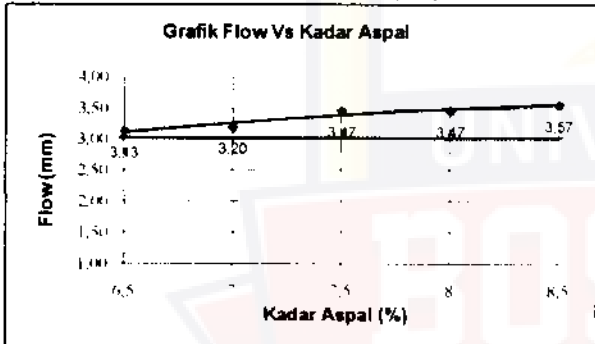
UNIT WEIGHT



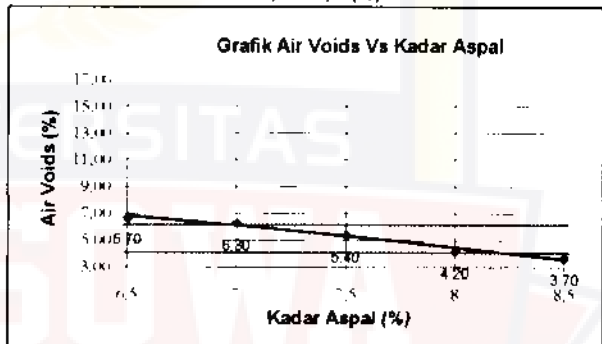
STABILITY Minimum 800 (KG)



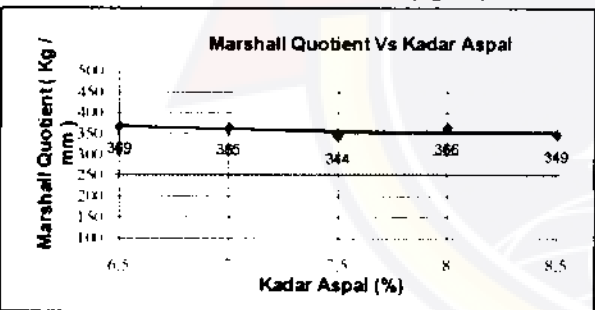
FLOW MINIMUM 3 (MM)



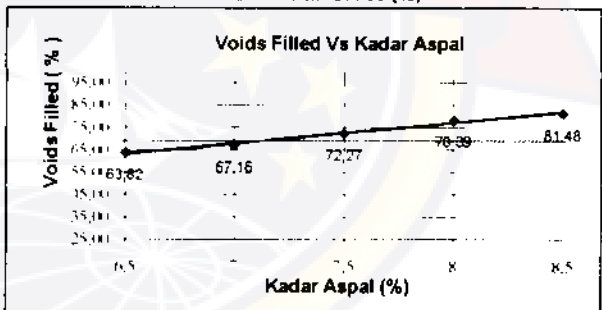
AIR VOIDS 4,0 - 6,0 (%)



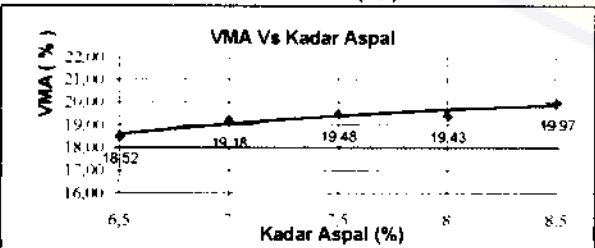
MARSHALL QUOTIENT MINIMUM 250 (Kg/MM)



VOIDS FILLED MINIMUM 68 (%)



VMA MINIMUM 18 (%)



GAMBAR 4.5. GRAFIK KARAKTERISTIK MARSHALL TEST



**TABEL 4.8. MARSHALL TEST UNTUK PENGGUJIAN MARSHALL PADA KAO**  
(AASHTO T. 245 - 97 (2003))

PACKAGE :	PENETRATION GRATE OF BITUME	: 60/70
CONTRACTOR :	SPECIFIC GRAVITY OF BITUMENT	: 1,0419 gr/cc
TESTED BY :	TESTED BY :	Muslim / Fahmi Kabalmay

MIX : HRS - WC ( Senjang )  
PURPOSE :  
DATE OF TESTING : 13 Oktober 2011

STATION
---------

No	Mix Proportion (% by wt of total aggregate)	Bit Content (% Bit by wt of total aggregate)	Bulk Sg Of Total Agg	Effective Sg Of Total Agg	Max Sg Combined Mix	Weight Grams In Air	Weight Grams In Water	SSD	Volume Of Specimen	Bulk Sg Comb Mix	% Air Voids	Stability Kg Meas	Adjust	Flow (mm)	Marshall Quotient (kg / mm)	Aggregate Surface Area	Absorbent Bitument % by wt of Total Mix	Film Thickness Bitument % by wt of Total Mix	VMA	VFB																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
a	b	c	d	e	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
I	10	15	50	24	1	7,7	2,61	2,68	2,906	1180,5	665,6	1182	515,7	2,29	3,1	3,6	3,4	3,4	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6	6,7	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	7,7	7,8	7,9	8,0	8,1	8,2	8,3	8,4	8,5	8,6	8,7	8,8	8,9	9,0	9,1	9,2	9,3	9,4	9,5	9,6	9,7	9,8	9,9	10,0	10,1	10,2	10,3	10,4	10,5	10,6	10,7	10,8	10,9	11,0	11,1	11,2	11,3	11,4	11,5	11,6	11,7	11,8	11,9	12,0	12,1	12,2	12,3	12,4	12,5	12,6	12,7	12,8	12,9	13,0	13,1	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	13,9	14,0	14,1	14,2	14,3	14,4	14,5	14,6	14,7	14,8	14,9	15,0	15,1	15,2	15,3	15,4	15,5	15,6	15,7	15,8	15,9	16,0	16,1	16,2	16,3	16,4	16,5	16,6	16,7	16,8	16,9	17,0	17,1	17,2	17,3	17,4	17,5	17,6	17,7	17,8	17,9	18,0	18,1	18,2	18,3	18,4	18,5	18,6	18,7	18,8	18,9	19,0	19,1	19,2	19,3	19,4	19,5	19,6	19,7	19,8	19,9	20,0	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	20,8	20,9	21,0	21,1	21,2	21,3	21,4	21,5	21,6	21,7	21,8	21,9	22,0	22,1	22,2	22,3	22,4	22,5	22,6	22,7	22,8	22,9	23,0	23,1	23,2	23,3	23,4	23,5	23,6	23,7	23,8	23,9	24,0	24,1	24,2	24,3	24,4	24,5	24,6	24,7	24,8	24,9	25,0	25,1	25,2	25,3	25,4	25,5	25,6	25,7	25,8	25,9	26,0	26,1	26,2	26,3	26,4	26,5	26,6	26,7	26,8	26,9	27,0	27,1	27,2	27,3	27,4	27,5	27,6	27,7	27,8	27,9	28,0	28,1	28,2	28,3	28,4	28,5	28,6	28,7	28,8	28,9	29,0	29,1	29,2	29,3	29,4	29,5	29,6	29,7	29,8	29,9	30,0	30,1	30,2	30,3	30,4	30,5	30,6	30,7	30,8	30,9	31,0	31,1	31,2	31,3	31,4	31,5	31,6	31,7	31,8	31,9	32,0	32,1	32,2	32,3	32,4	32,5	32,6	32,7	32,8	32,9	33,0	33,1	33,2	33,3	33,4	33,5	33,6	33,7	33,8	33,9	34,0	34,1	34,2	34,3	34,4	34,5	34,6	34,7	34,8	34,9	35,0	35,1	35,2	35,3	35,4	35,5	35,6	35,7	35,8	35,9	36,0	36,1	36,2	36,3	36,4	36,5	36,6	36,7	36,8	36,9	37,0	37,1	37,2	37,3	37,4	37,5	37,6	37,7	37,8	37,9	38,0	38,1	38,2	38,3	38,4	38,5	38,6	38,7	38,8	38,9	39,0	39,1	39,2	39,3	39,4	39,5	39,6	39,7	39,8	39,9	40,0	40,1	40,2	40,3	40,4	40,5	40,6	40,7	40,8	40,9	41,0	41,1	41,2	41,3	41,4	41,5	41,6	41,7	41,8	41,9	42,0	42,1	42,2	42,3	42,4	42,5	42,6	42,7	42,8	42,9	43,0	43,1	43,2	43,3	43,4	43,5	43,6	43,7	43,8	43,9	44,0	44,1	44,2	44,3	44,4	44,5	44,6	44,7	44,8	44,9	45,0	45,1	45,2	45,3	45,4	45,5	45,6	45,7	45,8	45,9	46,0	46,1	46,2	46,3	46,4	46,5	46,6	46,7	46,8	46,9	47,0	47,1	47,2	47,3	47,4	47,5	47,6	47,7	47,8	47,9	48,0	48,1	48,2	48,3	48,4	48,5	48,6	48,7	48,8	48,9	49,0	49,1	49,2	49,3	49,4	49,5	49,6	49,7	49,8	49,9	50,0	50,1	50,2	50,3	50,4	50,5	50,6	50,7	50,8	50,9	51,0	51,1	51,2	51,3	51,4	51,5	51,6	51,7	51,8	51,9	52,0	52,1	52,2	52,3	52,4	52,5	52,6	52,7	52,8	52,9	53,0	53,1	53,2	53,3	53,4	53,5	53,6	53,7	53,8	53,9	54,0	54,1	54,2	54,3	54,4	54,5	54,6	54,7	54,8	54,9	55,0	55,1	55,2	55,3	55,4	55,5	55,6	55,7	55,8	55,9	56,0	56,1	56,2	56,3	56,4	56,5	56,6	56,7	56,8	56,9	57,0	57,1	57,2	57,3	57,4	57,5	57,6	57,7	57,8	57,9	58,0	58,1	58,2	58,3	58,4	58,5	58,6	58,7	58,8	58,9	59,0	59,1	59,2	59,3	59,4	59,5	59,6	59,7	59,8	59,9	60,0	60,1	60,2	60,3	60,4	60,5	60,6	60,7	60,8	60,9	61,0	61,1	61,2	61,3	61,4	61,5	61,6	61,7	61,8	61,9	62,0	62,1	62,2	62,3	62,4	62,5	62,6	62,7	62,8	62,9	63,0	63,1	63,2	63,3	63,4	63,5	63,6	63,7	63,8	63,9	64,0	64,1	64,2	64,3	64,4	64,5	64,6	64,7	64,8	64,9	65,0	65,1	65,2	65,3	65,4	65,5	65,6	65,7	65,8	65,9	66,0	66,1	66,2	66,3	66,4	66,5	66,6	66,7	66,8	66,9	67,0	67,1	67,2	67,3	67,4	67,5	67,6	67,7	67,8	67,9	68,0	68,1	68,2	68,3	68,4	68,5	68,6	68,7	68,8	68,9	69,0	69,1	69,2	69,3	69,4	69,5	69,6	69,7	69,8	69,9	70,0	70,1	70,2	70,3	70,4	70,5	70,6	70,7	70,8	70,9	71,0	71,1	71,2	71,3	71,4	71,5	71,6	71,7	71,8	71,9	72,0	72,1	72,2	72,3	72,4	72,5	72,6	72,7	72,8	72,9	73,0	73,1	73,2	73,3	73,4	73,5	73,6	73,7	73,8	73,9	74,0	74,1	74,2	74,3	74,4	74,5	74,6	74,7	74,8	74,9	75,0	75,1	75,2	75,3	75,4	75,5	75,6	75,7	75,8	75,9	76,0	76,1	76,2	76,3	76,4	76,5	76,6	76,7	76,8	76,9	77,0	77,1	77,2	77,3	77,4	77,5	77,6	77,7	77,8	77,9	78,0	78,1	78,2	78,3	78,4	78,5	78,6	78,7	78,8	78,9	79,0	79,1	79,2	79,3	79,4	79,5	79,6	79,7	79,8	79,9	80,0	80,1	80,2	80,3	80,4	80,5	80,6	80,7	80,8	80,9	81,0	81,1	81,2	81,3	81,4	81,5	81,6	81,7	81,8	81,9	82,0	82,1	82,2	82,3	82,4	82,5	82,6	82,7	82,8	82,9	83,0	83,1	83,2	83,3	83,4	83,5	83,6	83,7	83,8	83,9	84,0	84,1	84,2	84,3	84,4	84,5	84,6	84,7	84,8	84,9	85,0	85,1	85,2	85,3	85,4	85,5	85,6	85,7	85,8	85,9	86,0	86,1	86,2	86,3	86,4	86,5	86,6	86,7	86,8	86,9	87,0	87,1	87,2	87,3	87,4	87,5	87,6	87,7	87,8	87,9	88,0	88,1	88,2	88,3	88,4	88,5	88,6	88,7	88,8	88,9	89,0	89,1	89,2	89,3	89,4	89,5	89,6	89,7	89,8	89,9	90,0	90,1	90,2	90,3	90,4	90,5	90,6	90,7	90,8	90,9	91,0	91,1	91,2	91,3	91,4	91,5	91,6	91,7	91,8	91,9	92,0	92,1	92,2	92,3	92,4	92,5	92,6	92,7	92,8	92,9	93,0	93,1	93,2	93,3	93,4	93,5	93,6	93,7	93,8	93,9	94,0	94,1	94,2	94,3	94,4	94,5	94,6	94,7	94,8	94,9	95,0	95,1	95,2	95,3	95,4	95,5	95,6	95,7	95,8	95,9	96,0	96,1	96,2	96,3	96,4	96,5	96,6	96,7	96,8	96,9	97,0	97,1	97,2	97,3	97,4	97,5	97,6	97,7	97,8	97,9	98,0	98,1	98,2	98,3	98,4	98,5	98,6	98,7	98,8	98,9	99,0	99,1	99,2	99,3	99,4	99,5	99,6	99,7	99,8	99,9	100,0	100,1	100,2	100,3	100,4	100,5	100,6	100,7	100,8	100,9	101,0	101,1	101,2	101,3	101,4	101,5	101,6	101,7	101,8	101,9	102,0	102,1	102,2	102,3	102,4	102,5	102,6	102,7	102,8	102,9	103,0	103,1	103,2	103,3	103,4	103,5	103,6	103,7	103,8	103,9	104,0	104,1	104,2	104,3	104,4	104,5	104,6	104,7	104,8	104,9	105,0	105,1	105,2	105,3	105,4	105,5	105,6	105,7	105,8	105,9	106,0	106,1	106,2	106,3	106,4	106,5	106,6	106,7	106,8	106,9	107,0	107,1	107,2	107,3	107,4	107,5	107,6	107,7	107,8	107,9	108,0	108,1	108,2	108,3	108,4	108,5	108,6	108,7	108,8	108,9	109,0	109,1	109,2	109,3	109,4	109,5	109,6	109,7	109,8	109,9	110,0	110,1	110,2	110,3	110,4	110,5	110,6	110,7	110,8	110,9	111,0	111,1	111,2	111,3	111,4	111,5	111,6	111,7	111,8	111,9	112,0	112,1	112,2	112,3	112,4	112,5	112,6	112,7	112,8	112,9	113,0	113,1	113,2	113,3	113,4	113,5	113,6	113,7	113,8	113,9	114,0	114,1	114,2	114,3	114,4	114,5	114,6	114,7	114,8	114,9	115,0	115,1	115,2	115,3	115,4	115,5	115,6	

**Tabel 4.11. Nilai Karakteristik Marshall Campuran Kondisi Optimum**

Jenis Campuran	Durasi Rendaman	Karakteristik Marshall Campuran Aspal HRS							
		KAO (%)	Berat Isi (grm/cc)	VMA (%)	VIM (%)	VFA (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Marshall Quotient (kg/mm)
HRS – WC	30 menit	7,7	1179,4	19,42	4,9	74,77	1194,9	3,4	340,0
	24 jam		1181,4	19,32	4,8	75,27	1121,7	3,5	320,5
HRS – Base	30 menit	7,5	1182,7	19,43	4,9	74,71	1182,7	3,2	365,8
	24 jam		1182,8	19,38	4,9	74,96	1097,3	3,3	329,2

#### 4.6 Analisa Indeks Kekuatan Sisa (IKS) Pada Kadar Aspal Optimum (KAO)

Hasil Indeks Kekuatan Sisa (IKS) yang diperoleh dari hasil penelitian dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 4.12. Analisa Indeks Kekuatan Sisa (IKS) pada KAO**

	Stabilitas (Kg)		IKS %	Spek.
	30 Menit	24 Jam		
HRS – WC	1194,9	1121,7	93,87	90 %
HRS - Base	1182,7	1097,3	92,78	90 %

Dari tabel diatas terlihat bahwa Indeks Kekuatan Sisa HRS – WC (93,87) dan HRS – Base (92,78) berada diatas standar yang ditentukan oleh Spesifikasi.





**BAB V :  
KESIMPULAN DAN SARAN**

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Karakteristik Marshall campuran HRS pada kondisi Optimum untuk kedua jenis lapis perkerasan yang menggunakan pasir pantai Tual memenuhi spesifikasi yang diisyaratkan. dimana nilai masing – masing untuk campuran HRS – Base, VIM = 4,9 %, VMA %= 19,38, VFA = 74,96 %, Stabilitas = 1097,3 kg, Marshall Quotien = 329,2 kg/mm dan Kelelehan = 3,3 mm sedangkan untuk HRS – WC VIM = 4,8 %, VMA %= 19,32, VFA = 75,27 %, Stabilitas = 1121,7 kg, Marshall Quotien = 320,0 kg/mm dan Kelelehan = 3,5 mm.
2. Analisis nilai rata – rata IKS/RSI yang diperoleh terhadap campuran pada Kadar Aspal Optimum yang menggunakan pasir pantai Tual untuk HRS-WC 93,88% dan lapis HRS-Base 92,78%. Kedua nilai tersebut masih berada diatas 90 % yang merupakan batas minimum sesuai persyaratan Spesifikasi 2010.

Indeks Kekuatan Sisa (IKS)

- HRS – Base =  $\frac{1097,3}{1162,7} \times 100 \% = 92,78 \%$
- HRS – WC =  $\frac{1121,7}{1194,9} \times 100 \% = 93,88 \%$

3. Berdasarkan hasil evaluasi Marshall yang dilakukan terhadap campuran HRS dengan nilai Kadar Aspal Optimum pada pengujian Marshall, dan perendaman Marshall (Marshall Immersion) untuk kedua jenis lapis perkerasan dapat memenuhi spesifikasi yang diisyaratkan. Oleh karena itu campuran HRS memiliki potensi keawetan (durabilitas) yang tinggi.

## **5.2 Saran**

Beberapa hal yang disarankan sehubungan dengan hasil – hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui karakteristik campuran yang menggunakan formulasi aspal minyak dengan aspal LGA 15/25 maka perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai jenis campuran, penambahan zat adiktif, pemakaian tipe gradasi yang berbeda dan perbandingan formulasi yang berbeda.
2. Perlu dikembangkan jenis – jenis perlakuan pengujian lainnya terhadap campuran, baik perlakuan pengujian di laboratorium maupun pengujian di lapangan.
3. Perlu penelitian lebih lanjut untuk mengetahui formulasi campuran aspal yang maksimal atau optimum.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Anonymous. Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah – Dirjen Praswil. Jakarta.2007. *“Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas – Buku 1 Petunjuk Umum”*.
2. Anonymous. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta, 2007. *“Spesifikasi Khusus Campuran Beraspal Panas Dengan Asbuton”*.
3. Anonymous. *“Pasir Pantai Tual-ngurbloatpantai/keindahan indonesia/2010”*
4. Perpustakaan pribadi Ir. H. Abdul Rahim Nurdin, MT. *Buku Petunjuk Umum Edisi 2008 “Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas”*.
5. Drs. FX. Soedjadi, MPA. Organization and Methods *“Penunjang Berhasilnya Proses Manajemen”*.
6. Ir. Soehartono *“Teknologi Aspal dan Penggunaannya Dalam Konstruksi Perkerasan Jalan”*
7. “KOKOH”. Jurusan Sipil Fakultas Teknik. Universitas “45” Makassar. April 2008.
8. Perpustakaan Pribadi Ir. H. Abdul Rahim Nurdin, MT. Pinardi Koestalam Sutoyo, *Perancangan Tebal Perkerasan Jalan Jenis Lentur (Flexible Pavement) dan Jenis Kaku (Rigid Pavement). (Sesuai AASHTO, 1986 & 1993).*
9. *“Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Panas Dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak”*. Diterbitkan oleh : PT. Mediatama Saptakarya (PT. Medisa). Departemen Pekerjaan Umum 1999
10. Silvia Sukirman, Penerbit Nova, Bandung, 1992. *“Perkerasan Lentur Jalan Raya”*
11. *Spesifikasi Umum 2010 Devisi 6 Perkerasan Aspal*



**LAMPIRAN - LAMPIRAN**

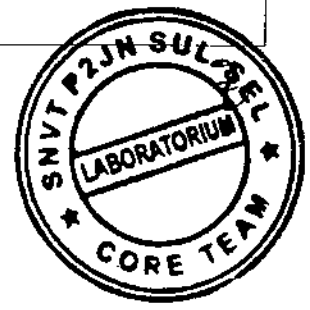
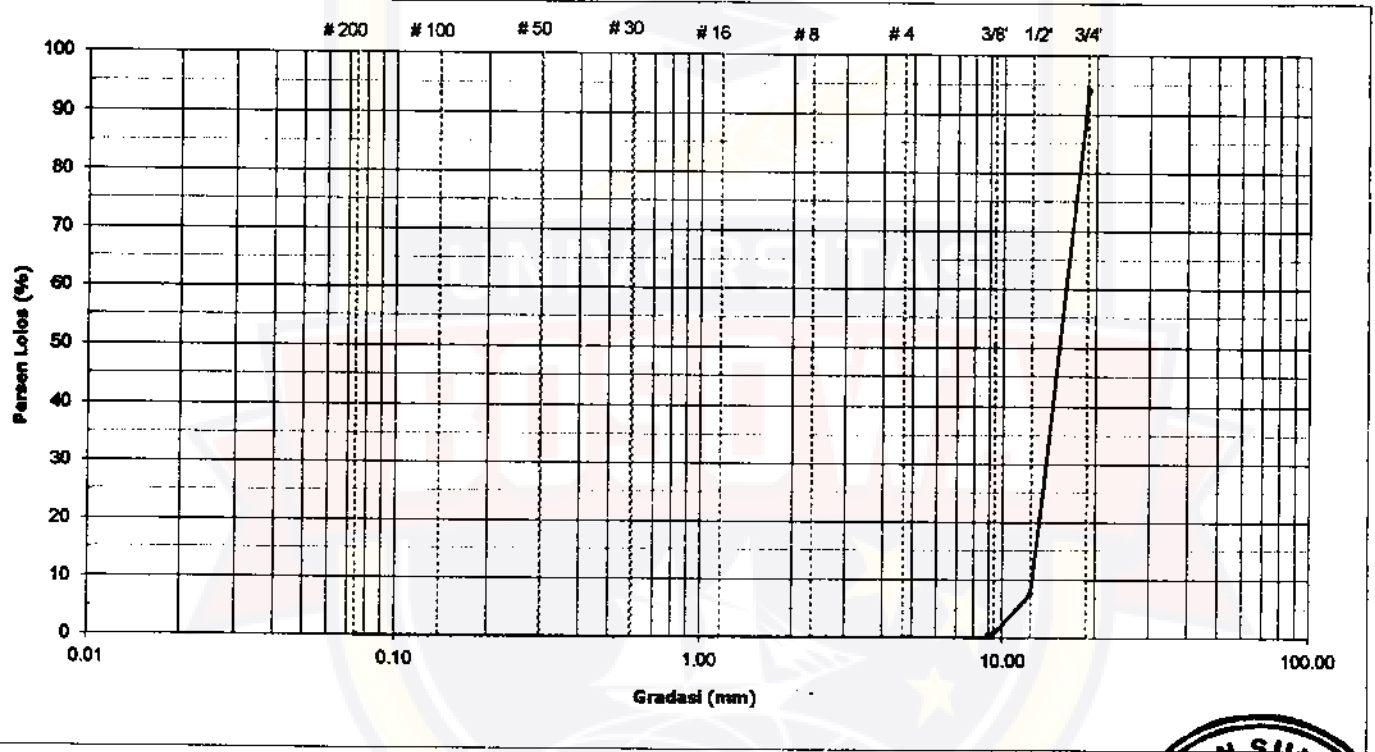
# ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS DAN KASAR

## ( AASHTO T. 11 / 27 - 29 )

Material : CA 1 - 2  
 Tanggal : 25 September 2011  
 Sumber : Bili - bili

Dikerjakan : Muslimin / Fahmi Kabalmay  
 Diperiksa : Cs. Taulabi

Ukuran Sieve No	Total : 2000.0			Total : 2000			Total :			Average % Passing
	Sample : 1			Sample : 2			Sample : 3			
	Wt. Ret	% Ret	% Pas	Wt. Ret	% Ret	% Pas	Wt. Ret	% Ret	% Pas	
4"	109.6	5.48	94.52	111.3	5.57	94.44				94.48
2"	1825.4	91.27	8.73	1833.2	91.66	8.34				8.54
3"	1990.1	99.51	0.50	1988.1	99.41	0.59				0.55
0.8	1993.6	99.68	0.32	1990.5	99.53	0.48				0.40
0.30	1993.8	99.69	0.31	1990.9	99.55	0.45				0.38
0.200	1995	99.75	0.25	1992	99.60	0.40				0.33
n										

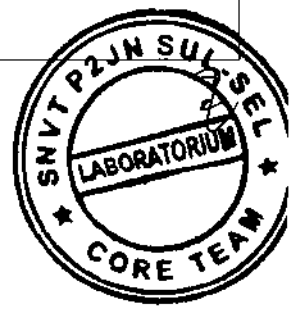
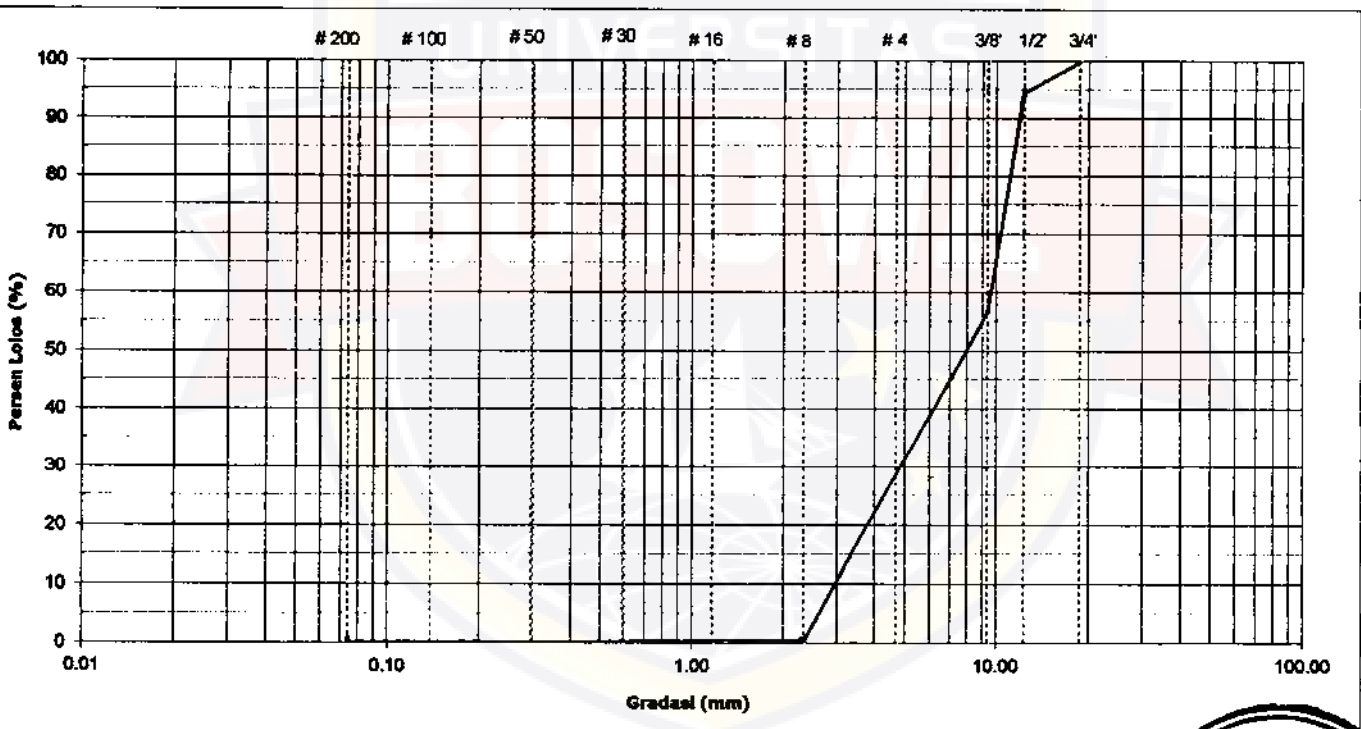


# ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS DAN KASAR ( AASHTO T. 11 / 27 - 29 )

Material : MA 0,5 - 1  
 Tanggal : 25 September 2011  
 Sumber : Bili - bili

Dikerjakan : Muslimin / Fahmi Kabalmay  
 Diperiksa : Cs. Tautabi

Sieve No	Total : 2000.0			Total : 2000			Total :			Average % Passing
	Sample : 1			Sample : 2			Sample : 3			
	Wt. Ret	% Ret	% Pas	Wt. Ret	% Ret	% Pas	Wt. Ret	% Ret	% Pas	
4"	0.0	0.00	100.00	0	0.00	100.00				100
2"	95.8	4.79	95.21	125.4	6.27	93.73				94.47
8"	801.3	40.07	59.94	916.6	45.83	54.17				57.05
p. 8	1983.7	99.19	0.81	1983.7	99.19	0.81				0.81
p. 30	1988.1	99.41	0.59	1985.2	99.26	0.74				0.67
p. 200	1990.3	99.52	0.48	1987.7	99.39	0.61				0.55
an										



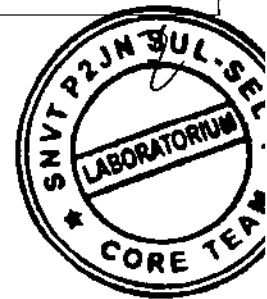
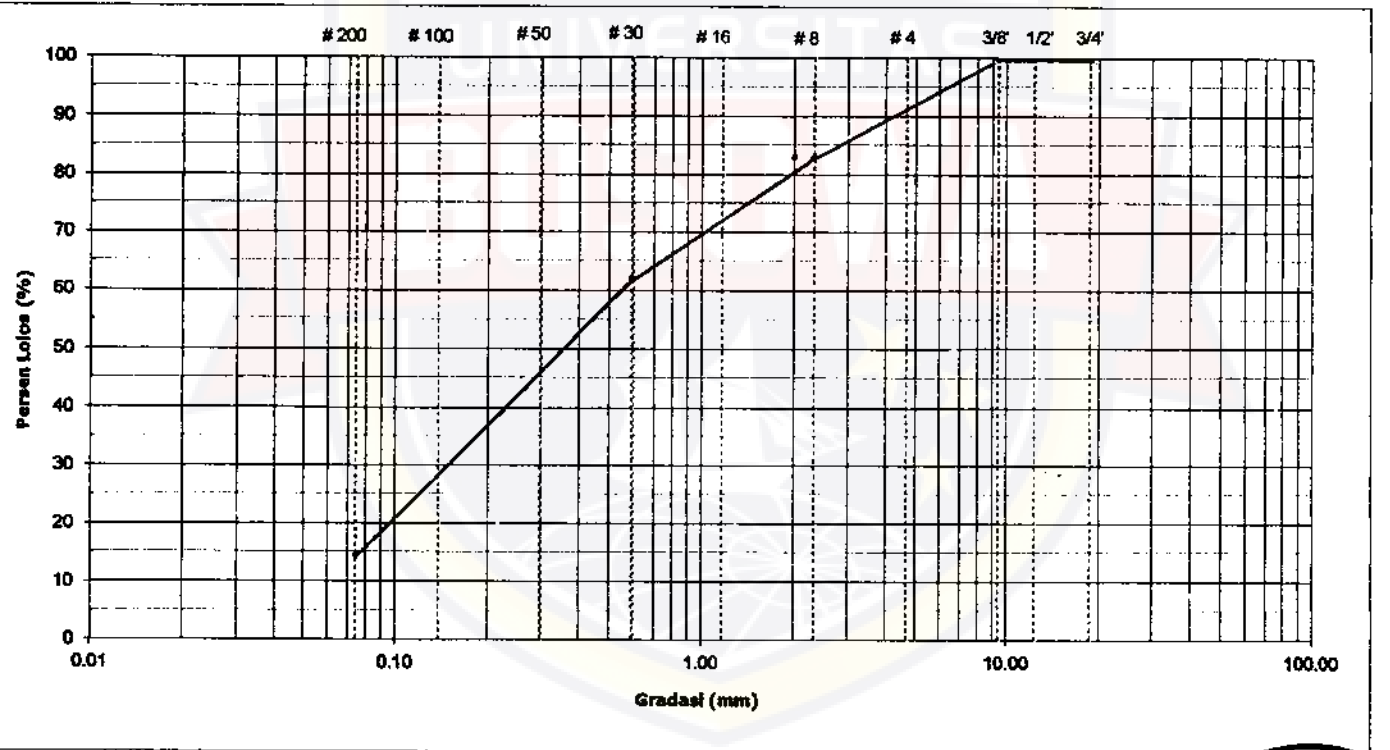
# ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS DAN KASAR

## ( AASHTO T. 11 / 27 - 29 )

Material : Abu Batu  
 Tanggal : 25 September 2011  
 Sumber : Bili - bili

Dikerjakan : Muslimin / Fahmi Kabalmay  
 Diperiksa : Cs. Tautabi

Sieve No	Total : 2000.0			Total : 2000			Total :			Average % Passing
	Sample : 1			Sample : 2			Sample : 3			
	Wt. Ret	% Ret	% Pas	Wt. Ret	% Ret	% Pas	Wt. Ret	% Ret	% Pas	
4"	0.0	0.00	100.00	0	0.00	100.00				100
2"	0	0.00	100.00	0	0.00	100.00				100
3"	0.0	0.00	100.00	0	0.00	100.00				100
No. 8	365.3	18.27	81.74	314.2	15.71	84.29				83.01
No. 30	733.4	36.67	63.33	767.5	38.38	61.63				62.48
No. 200	1727.4	86.37	13.63	1698.3	84.92	15.09				14.36
Fin										





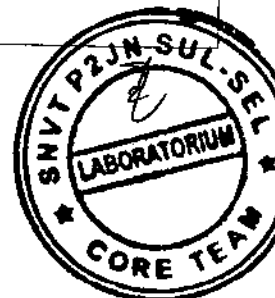
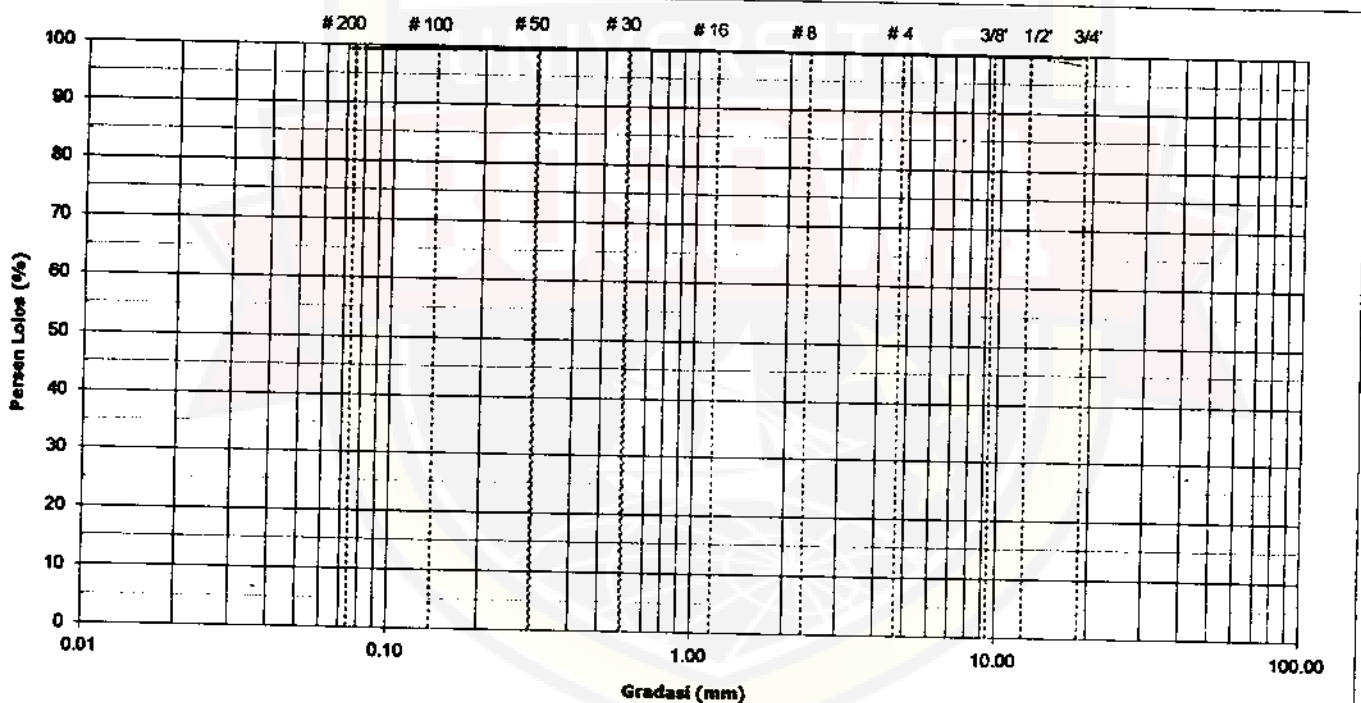
# ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS DAN KASAR

## ( AASHTO T. 11 / 27 - 29 )

Material : Semen  
 Tanggal : 25 September 2011  
 Sumber : Tonasa

Dikerjakan : Muslimin / Fahmi Kabalmay  
 Diperiksa : Cs. Taufabi

Level No	Total : 1000.0			Total : 1000			Total :			Average % Passing
	Sample : 1			Sample : 2			Sample : 3			
	Wt. Ret	% Ret	% Pas	Wt. Ret	% Ret	% Pas	Wt. Ret	% Ret	% Pas	
4"	0.0	0.00	100.00	0	0.00	100.00				100.00
2"	0	0.00	100.00	0	0.00	100.00				100.00
75"	0.0	0.00	100.00	0	0.00	100.00				100.00
0.8	0	0.00	100.00	0	0.00	100.00				100.00
0.30	0	0.00	100.00	0	0.00	100.00				100.00
0.200	2	0.20	99.80	2	0.20	99.80				99.80
n										

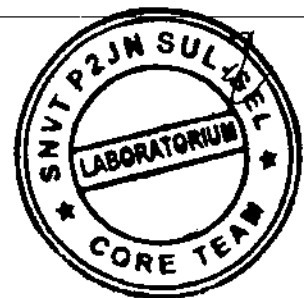
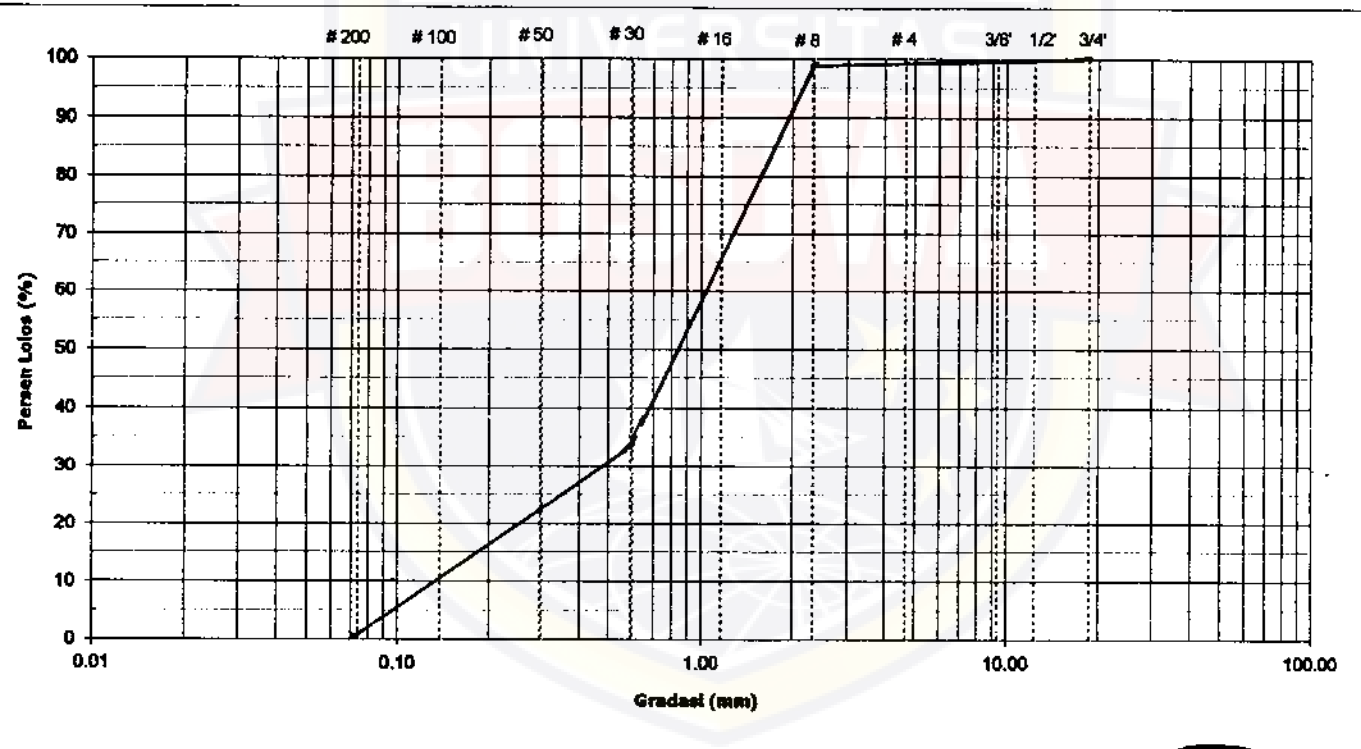


# ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS DAN KASAR (AASHTO T. 11 / 27 - 29)

Material : Pasir  
 Tanggal : 25 September 2011  
 Sumber : Pantai Tual

Dikerjakan : Muslimin / Fahmi Kabatmay  
 Diperiksa : Cs. Taulabi

Ukuran No	Total : 2000.0			Total : 2000			Total :			Average % Passing
	Sample : 1	Sample : 2		Sample : 3						
	Wt. Ret	% Ret	% Pas	Wt. Ret	% Ret	% Pas	Wt. Ret	% Ret	% Pas	
4"	0.0	0.00	100.00	0	0.00	100.00				100
2"	0	0.00	100.00	0	0.00	100.00				100
3"	0.0	0.00	100.00	0	0.00	100.00				100
p. 8	5.7	0.29	99.72	3.9	0.20	99.81				99.76
p. 30	1265.5	63.28	36.73	1390.5	69.53	30.48				33.60
p. 200	1992	99.60	0.40	1989.5	99.48	0.52				0.46
in										



# ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS DAN KASAR ( AASHTO T. 11 / 27 - 29 )

Tanggal : 25 September 2011  
 Lokasi : Bili - bili / Pantai Tual

Dikerjakan : Muslimin / Fahmi Kabalmay  
 Diperiksa : Cs. Taulabi

**0,075 - 2**

No	1	2	Rata - Rata
	94.52	94.44	94.5
	8.73	8.34	8.5
	0.50	0.59	0.5
	0.32	0.48	0.4
0	0.31	0.45	0.4
200	0.25	0.40	0.3

**Medium 0,5 - 1**

No	1	2	Rata - Rata
3/4'	100	100	100
1/2'	95.21	93.73	94.5
3/8'	59.94	54.17	57.1
No.8	0.81	0.81	0.8
No.30	0.59	0.74	0.7
No. 200	0.48	0.61	0.5

**Batu**

No	1	2	Rata - Rata
	100	100	100
	100	100	100
	100	100	100
	81.74	84.29	83.0
0	63.33	61.63	62.5
200	13.63	15.09	14.4

**Pasir**

No	1	2	Rata - Rata
3/4'	100	100	100
1/2'	100	100	100
3/8'	100	100	100
No.8	99.72	99.81	99.76
No.30	36.73	30.48	33.6
No. 200	0.40	0.52	0.5

No	1	2	Rata - Rata
	100	100	100
	100	100	100
	100	100	100
	100	100	100
0	100	100	100
200	99.80	99.80	99.80



**PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS**  
( PB - 0203 - 76 )

Material : Pasir

Dikerjakan : Muslimin / Fahmi Kabalmay

Tanggal : 27 September 2011

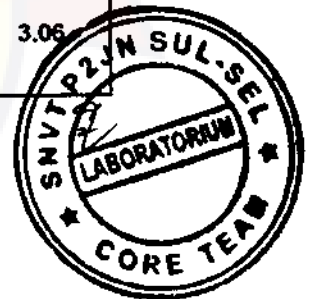
Diperiksa : Cs. Taulabi

Sumber : Pantai Tual

	A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering - permukaan jenuh ( SSD ) _____ 500	300	300	
Berat benda uji kering oven _____ $B_k$	291.3	290.9	
Berat piknometer diisi air (25°C) _____ $B$	672.3	676	
Berat piknometer + benda uji (SSD) + air(25°C) _____ $B_t$	859.2	862.3	

	A	B	Rata - rata
Berat jenis ( Bulk ) $\frac{B_k}{(B + 500 - B_t)}$	2.576	2.558	2.57
Berat jenis kering - permukaan jenuh $\frac{500}{(B + 500 - B_t)}$	2.653	2.639	2.65
Berat jenis semu ( Apparent ) $\frac{B_k}{(B + B_k - B_t)}$	2.790	2.781	2.79
Penyerapan ( Absorption ) $\frac{(500 - B_k)}{B_k} \times 100\%$	2.99	3.13	3.06

CATATAN



**PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS**  
( PB - 0203 - 76 )

Material : Abu Batu

Dikerjakan : Muslimin / Fahmi Kabalmay

Tanggal : 27 September 2011

Diperiksa : Cs. Taulabi

Sumber : Bili - bili

	A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering - permukaan jenuh ( SSD ) <span style="float: right;">500</span>	239.9	250.5	
Berat benda uji kering oven <span style="float: right;"><math>B_k</math></span>	235.6	244.1	
Berat Piknometer diisi air (25°C) <span style="float: right;">B</span>	673.1	676.4	
Berat piknometer + benda uji (SSD) + air(25°C) <span style="float: right;"><math>B_t</math></span>	822.5	831.1	

	A	B	Rata - rata
Berat jenis ( Bulk ) $\frac{B_k}{(B + 500 - B_t)}$	2.603	2.548	2.58
Berat jenis kering - permukaan jenuh $\frac{500}{(B + 500 - B_t)}$	2.651	2.615	2.63
Berat jenis semu ( Apparent ) $\frac{B_k}{(B + B_k - B_t)}$	2.733	2.730	2.73
Penyerapan ( Absorption ) $\frac{(500 - B_k)}{B_k} \times 100\%$	1.83	2.62	2.22

CATATAN



**PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR**  
( PB - 0202 - 76 )

Material : MA 0,5 - 1

Dikerjakan : Muslimin / Fahmi Kabalmay

Tanggal : 27 September 2011

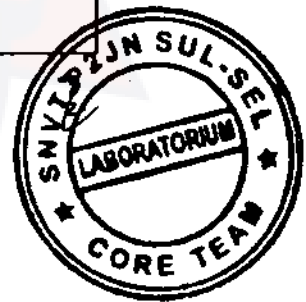
Diperiksa : Cs. Taulabi

Sumber : Bili - bili

		A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering oven	$B_k$	1060.5	995.2	
Berat benda uji kering - permukaan jenuh	$B_j$	1074.5	1004.1	
Berat benda uji didalam air	$B_a$	680	633	

		A	B	Rata - rata
Berat jenis ( Bulk )	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2.69	2.68	2.68
Berat jenis kering - permukaan jenuh	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2.72	2.71	2.71
Berat jenis semu ( Apparent )	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2.79	2.75	2.77
Penyerapan ( Absorption )	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	1.32	0.89	1.11

CATATAN :



**PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR**  
( PB - 0202 - 76 )

Material : CA 1 - 2

Dikerjakan : Muslimin / Fahmi Kabalmay

Tanggal : 27 September 2011

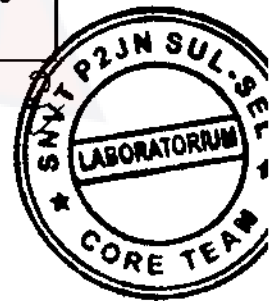
Diperiksa : Cs. Taulabi

Sumber : Bili - bili

		A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering oven	$B_k$	1411.2	1642.5	
Berat benda uji kering - permukaan jenuh	$B_j$	1422	1667.1	
Berat benda uji didalam air	$B_a$	901.2	1057.7	

		A	B	Rata - rata
Berat jenis ( Bulk )	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2.71	2.70	2.70
Berat jenis kering - permukaan jenuh	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2.73	2.74	2.73
Berat jenis semu ( Apparent )	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2.77	2.81	2.79
Penyerapan ( Absorption )	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	0.77	1.50	1.13

CATATAN :

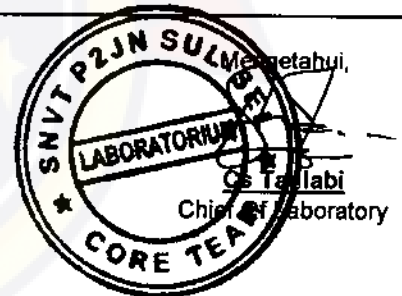


## PEMERIKSAAN SAND EQUIVALENT

Material : Abu Batu  
 Tanggal :  
 Sumber : Bili - Bili

Dikerjakan : Muslimin/Fahmi Kabalmay  
 Diperiksa : Cs Taulabi

No.	Uraian	I	II	III
1	Tera tinggi tangkai penunjuk beban kedalaman gelas ukur ( gelas dalam keadaan kosong )	9.2	9.1	9.2
2	Baca skala lumpur ( pembacaan skala permukaan lumpur lihat pada dinding gelas ukur )	5.9	6	6.6
3	Masukkan beban, baca skala beban pada tangkai penunjuk	13.5	13.1	13.2
4	Baca skala pasir Pembacaan ( 3 ) - Pembacaan ( 1 )	4.3	4	4
5	Nilai Sand Equivalent $\frac{\text{Skala Pasir ( 4 )}}{\text{Skala Lumpur ( 2 )}} \times 100\%$	72.88	66.67	60.61
6	Rata-rata nilai sand equivalent	66.72		





## PEMERIKSAAN BERAT JENIS ASPAL

Material : Aspal  
 Tanggal : 27 September 2011  
 Sumber : Pertamina

Dikerjakan : Muslimin / Fahmi Kabalmay  
 Diperiksa : Leonardi

NOMOR CONTOH	I	II
berat Piknometer + Aspal	A	64.8
berat Piknometer Kosong	B	22.1
berat Piknometer + Air	C	71.4
berat Piknometer + Aspal + Air	D	73.1
berat Aspal	A - B	42.7
berat Air ( a )	C - B	49.3
berat Air ( b )	D - A	8.3
berat Jenis Aspal	( A - B )	1.041
	( C - B ) - ( D - A )	Rata - Rata
		1.042
		1.0419

Mengetahui :



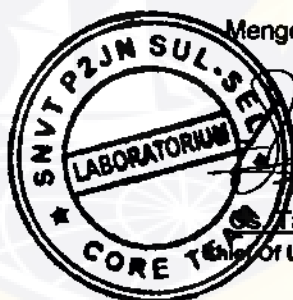
## PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL

Contoh : Aspal  
 Tanggal : 28 September 2011  
 Lokasi : Pertamina

Dikerjakan : Muslimin / Fahmi Kabalmay  
 Diperiksa : Leonardi

Penetrasi pada suhu 25°C dengan beban 50 gram, selama 5 detik		I	II	III
Amatan	1	65	67	65
	2	62	65	66
	3	64	63	63
	4	65	66	67
	5	68	62	65
<b>Rata - Rata</b>		64,8	64,6	65,2
<b>Penetrasi Rata - Rata</b>		64,9		

Mengetahui :



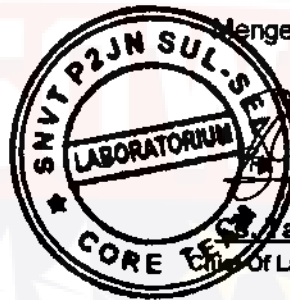
Taulabi  
 Chief Of Laboratory

## PEMERIKSAAN DAKTILITAS

Material : Aspal  
 Tanggal : 29 September 2011  
 Sumber : Pertamina

Dikerjakan : Muslimin / Fahmi Kabalmay  
 Diperiksa : Leonardi

PEMERIKSAAN					
Daktilitas pada temperatur 25°C  Amatan  Rata-rata	Pembacaan Pengukuran Pada Alat :				
	125.0	Cm	125	Cm	126
	125.3				Cm



Mengetahui :

Fahmi Kabalmay  
 Head Of Laboratory

**PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT DENGAN MESIN LOS ANGELES**  
( AASHTO T. 9602 / PB - 0206 - 76 )

Material : Coarse Aggregate  
Tanggal : 29 September 2011  
Sumber : Bili - Bili

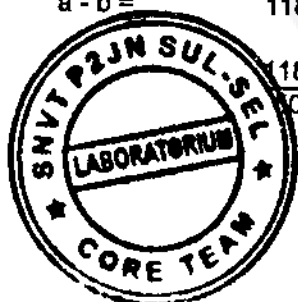
Dikerjakan : Muslimin / Fahmi Kabalmay  
Diperiksa : Cs Taulabi

Gradasi pemeriksaan		= .....			
Saringan		I		II	
Lewat	Tertahan	Berat sebelum (a)	Berat sesudah (b)	Berat sebelum (a)	Berat sesudah (b)
3"	2 1/2"				
2 1/2"	2"				
2"	1 1/2"				
1 1/2"	1"	1250			
1"	3/4"	1250			
3/4"	1/2"	1250			
1/2"	3/8"	1250			
3/8"	1/4"				
1/4"	No.4				
No. 4	No.8				
Jumlah berat		5000			
Berat tertahan Saringan no. 12		3811.7			

i. a = 5000 Gram  
b = 3811.7 Gram  
a - b = 1188.3 Gram

Keausan I =  $\frac{a-b}{a} \times 100\% =$

$\frac{1188.3}{5000} \times 100\% = 23.8\% \rightarrow \text{Max } 40\% \text{ (Seksi 6.3.2(1))}$



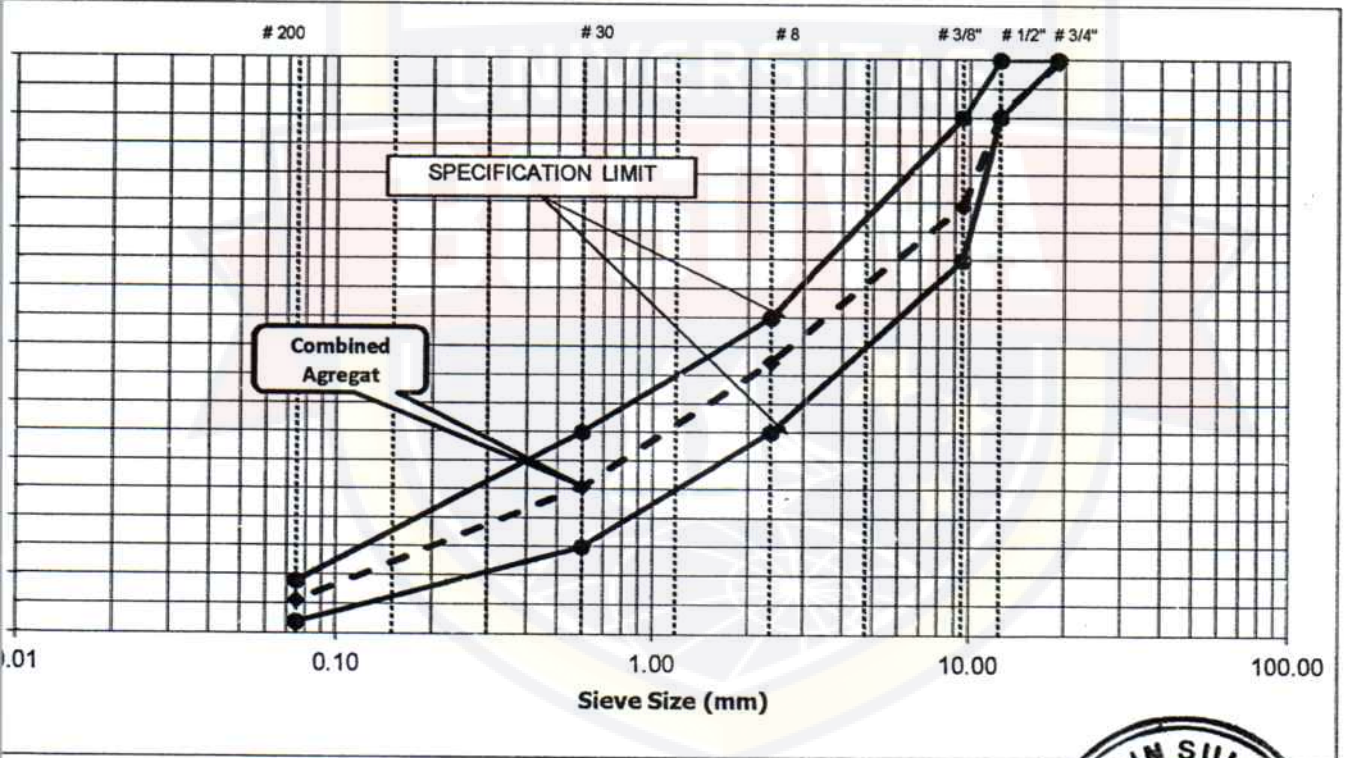
# COMBINED AGGREGATE GRADING

: HRS - BASE ( Senjang )  
 : 25 September 2011  
 : Billi - billi

Dikerjakan : Muslimin / Fahmi Kabalmay  
 Diperiksa : Cs. Taulabi

SIEVE SIZE	AGGREGATE GRADING (AVERAGE)					COMBINED AGGREGATE GRADING HRS - BASE ( SENJANG )											SPEC	AGG. SURFACE FACTOR	
	a	b	c	d	e	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI			
94	100	100	100	100	100	99.6	99.4											100	0.41
8.54	94.47	100	100	100	100	90.4	88.6											90 - 100	0.41
0.55	57.05	100	100	100	100	74.4	72.9											65 - 90	0.41
0.40	0.81	83.0	100	100	100	47.4	46.4											35 - 65	0.82
0.38	0.67	62.5	33.6	100	100	25.4	25.1											15 - 35	2.87
0.33	0.55	14.4	0.5	99.80	100	5.67	5.67											2 - 9	32.77

AGGREGATE	a. CA 1 - 2	8	10																
AGGREGATE RATIO	b. MA 0,5 - 1	41	40																
WEIGHT OF	c. DUST	23	23																
AGGREGATE	d. NATURAL SAND	26	25																
	e. FILLER	2	2																
TOTAL AGGREGATE SURFACE AREA (M <sup>2</sup> /KG)		3.28	3.26																



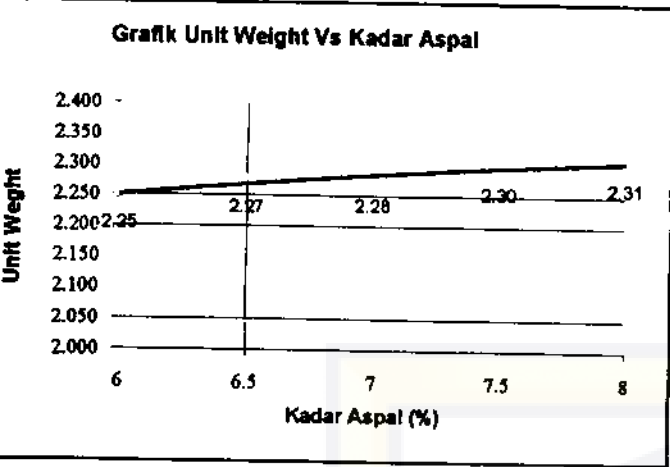
$$\begin{aligned}
 &= 0.035 \times 52.60 + 0.045 \times 41.73 + 0.18 \times 5.67 + 2.25 \\
 &= 1.841 + 1.878 + 1.021 + 2.25 \\
 &= 6.99
 \end{aligned}$$



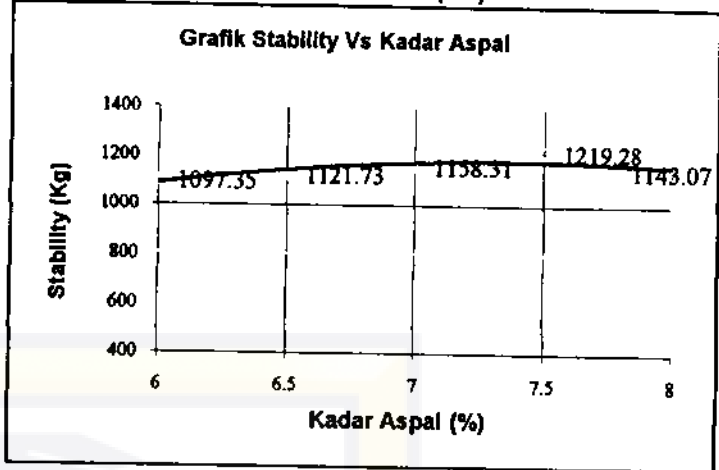
# GRAFIK KARAKTERISTIK MARSHALL TEST

Jenis Campuran HRS - BASE ( Senjang )

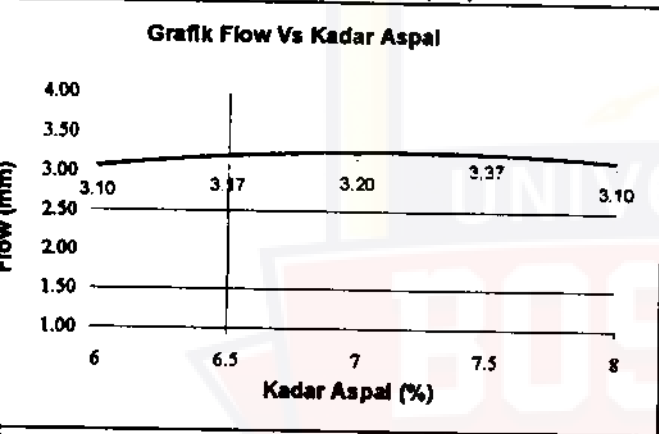
## UNIT WEIGHT



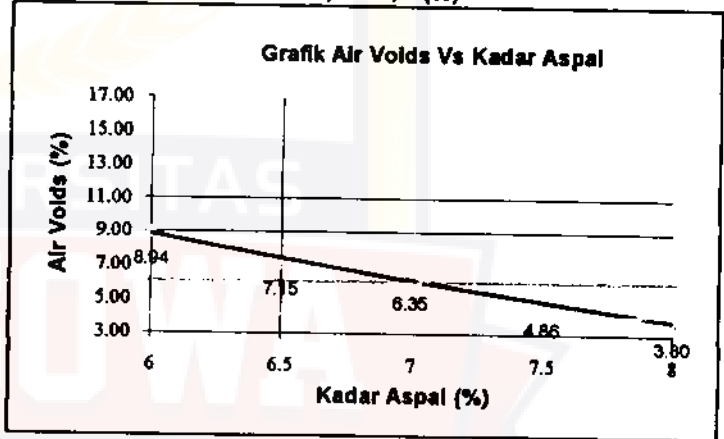
## STABILITY Minimum 800 (KG)



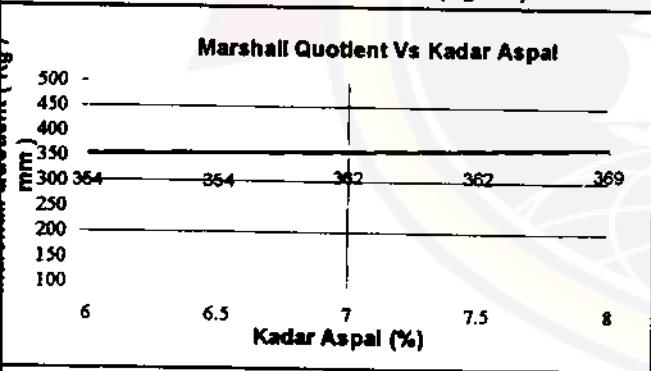
## FLOW MINIMUM 3 (MM)



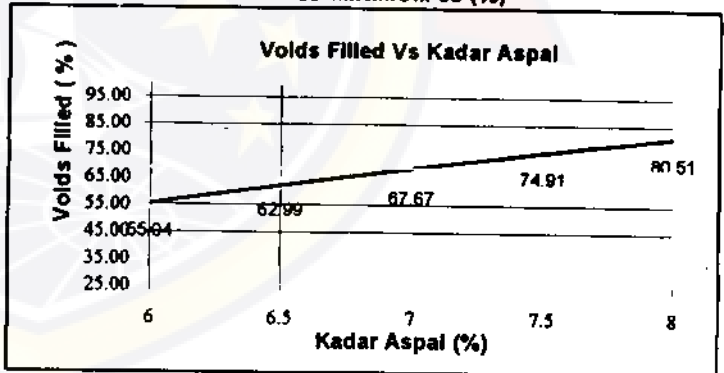
## AIR VOIDS 4,0 - 6,0 (%)



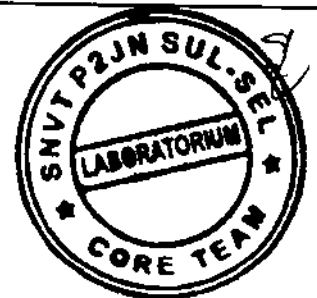
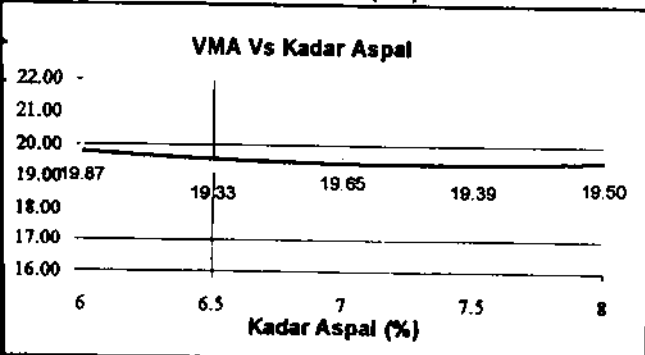
## MARSHALL QUOTIENT MINIMUM 250 (Kg/MM)



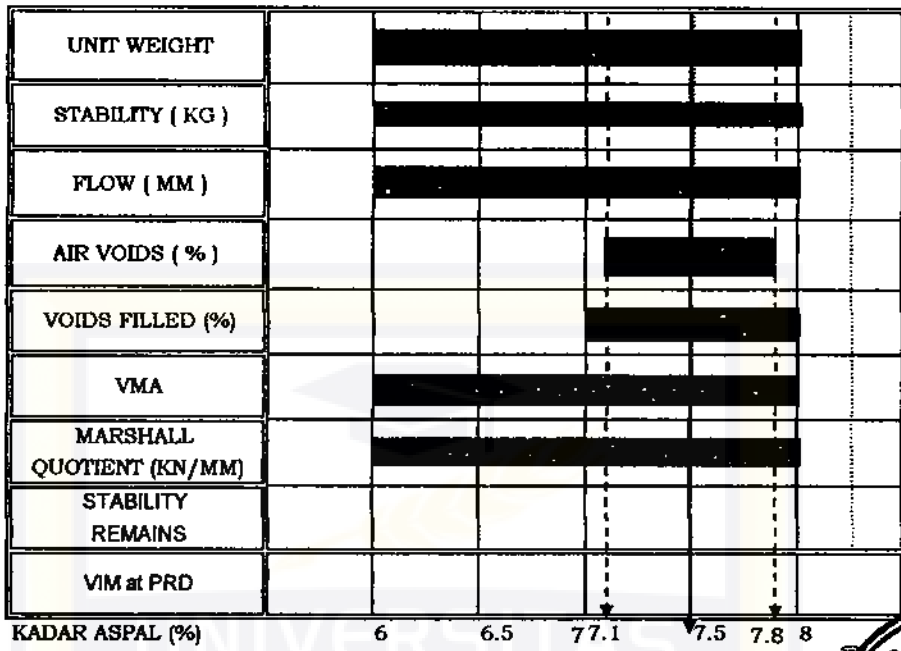
## VOIDS FILLED MINIMUM 68 (%)



## VMA MINIMUM 17 (%)



## DIAGRAM PENENTUAN KADAR ASPAL OPTIMUM



**KADAR ASPAL OPTIMUM** =  $\frac{7.1 + 7.8}{2} = 7.5$



BUSOWA

# COMBINED AGGREGATE GRADING

Dikerjakan :

Diperiksa :

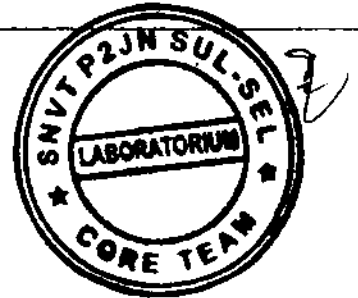
SIEVE SIZE	AGGREGATE GRADING (AVERAGE)					COMBINED AGGREGATE GRADING HRS - WC ( SENJANG )											SPEC	AGG. SURFACE FACTOR
	a	b	c	d	e	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI			
75	94.48	100	100	100	100	99.4	99.5	99.4									100	0.41
150	8.54	94.47	100	100	100	90.0	90.8	89.8									90 - 100	0.41
300	0.55	57.05	100	100	100	83.8	83.7	81.9									75 - 85	0.41
600	0.40	0.81	83.01	100	100	66.6	65.6	62.7									50 - 72	0.82
1250	0.38	0.67	62.48	33.6	100	40.4	40.8	39.1									35 - 60	2.87
2500	0.33	0.55	14.36	0.5	99.8	8.4	8.4	8.41									6 - 10	32.77

AGGREGATE RATIO WEIGHT OF AGGREGATE	a. CA 1 - 2	10	9	10														
	b. MA 0.5 - 1	15	17	19														
	c. DUST	50	50	50														
	d. NATURAL SAND	24	22	20														
	e. FILLER	1	2	1														
TOTAL AGGREGATE SURFACE AREA (M <sup>2</sup> /KG)		4.8	5.13	4.73														

100



= 0.035    X33.39    +0.045    X58.21    +0.18    X 8.40    +2.25  
 = 1.169    +2.619    +1.512    +2.25  
 = 7.55



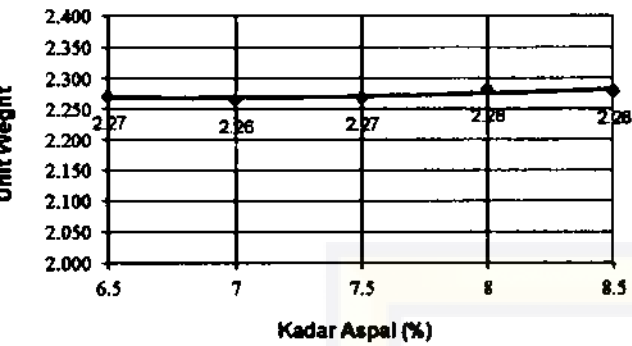


# GRAFIK KARAKTERISTIK MARSHALL TEST

Jenis Campuran HRS - WC ( Senjang )

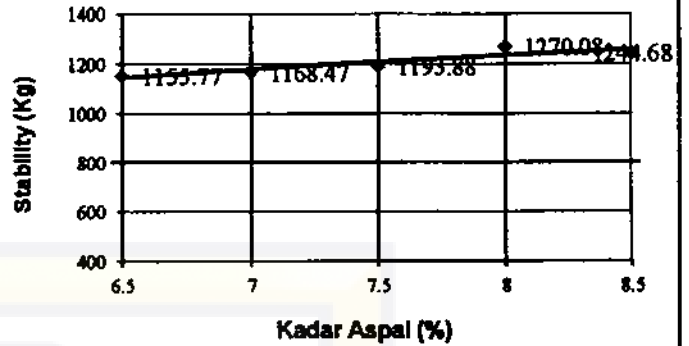
## UNIT WEIGHT

Grafik Unit Weight Vs Kadar Aspal



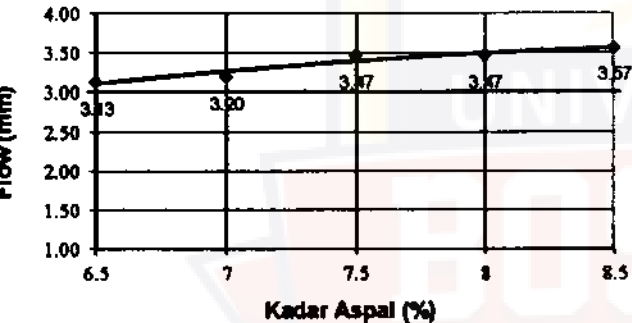
## STABILITY Minimum 800 (KG)

Grafik Stability Vs Kadar Aspal



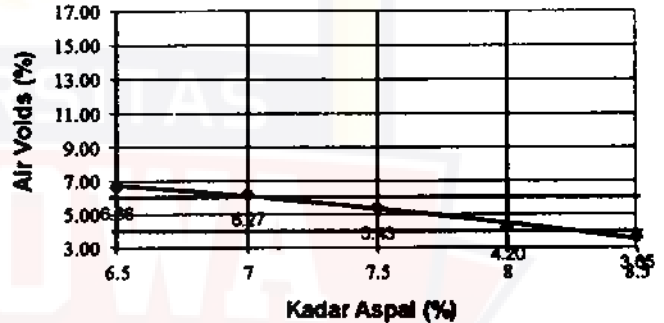
## FLOW MINIMUM 3 (MM)

Grafik Flow Vs Kadar Aspal



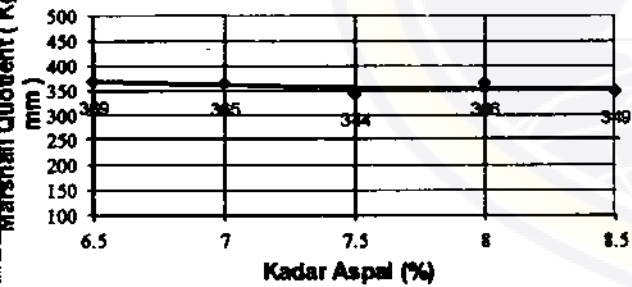
## AIR VOIDS 4,0 - 6,0 (%)

Grafik Air Voids Vs Kadar Aspal



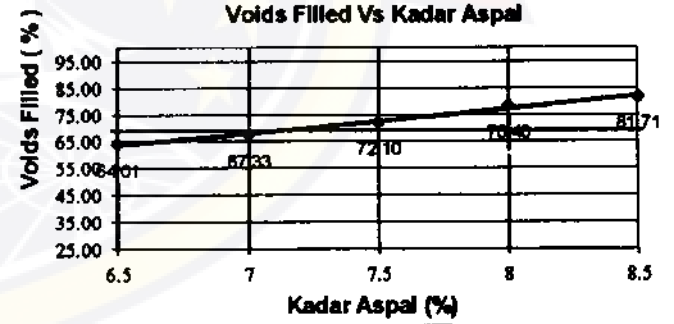
## MARSHALL QUOTIENT MINIMUM 250 (Kg/MM)

Marshall Quotient Vs Kadar Aspal



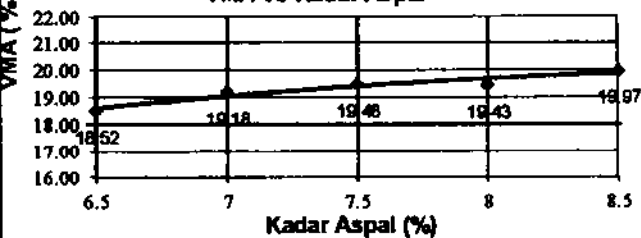
## VOIDS FILLED MINIMUM 68 (%)

Voides Filled Vs Kadar Aspal

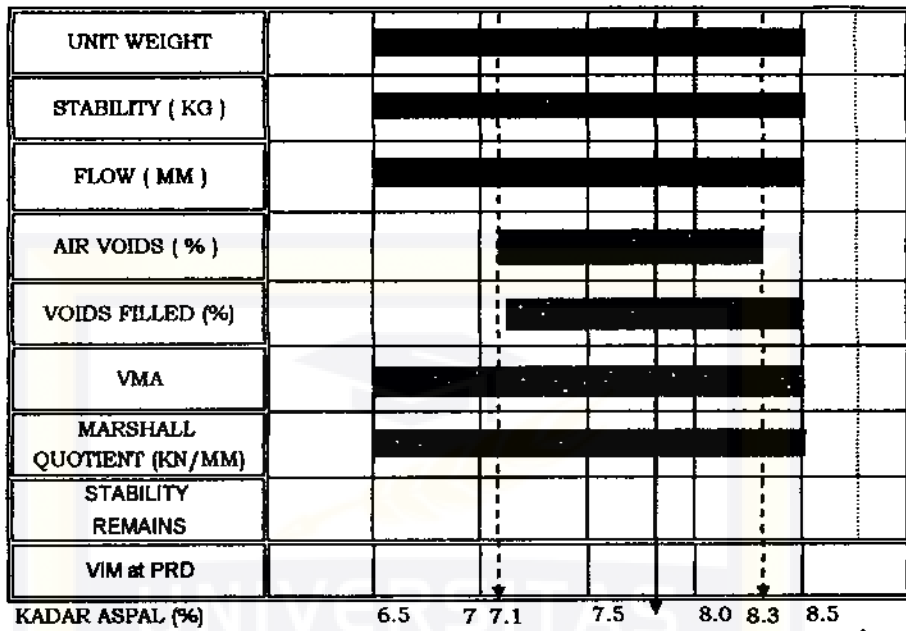


## VMA MINIMUM 18 (%)

VMA Vs Kadar Aspal



## DIAGRAM PENENTUAN KADAR ASPAL OPTIMUM



**KADAR ASPAL OPTIMUM** =  $\frac{7.1 + 8.3}{2} = 7.7$



# BUSOWA

### Rumus untuk komposisi campuran HRS - BASE pada kadar aspal optimum

<b>Kadar Aspal</b>	=	<b>7.5 %</b>		<b>100 %</b>	-	<b>7.5 %</b>	=	<b>92.5</b>
<b>Hasil Combine</b>								
CA 1- 2	8 %	x	92.5	=	7.4	x	1200	= 88.8
Medium	41 %	x	92.5	=	37.9	x	1200	= 455
Abu Batu	23 %	x	92.5	=	21.3	x	1200	= 255
Pasir	26 %	x	92.5	=	24.1	x	1200	= 289
filler	2 %	x	92.5	=	1.85	x	1200	= 22.2
Aspal	7.5 %			X			1200	= 90
								<u>1200</u>

$$\text{aspal buton} = 90 - \frac{6.5}{100} \times 90 = 84.15$$

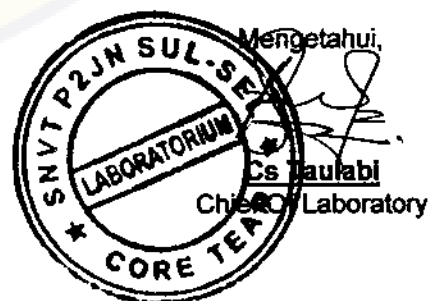
$$\text{aspal minyak} = 90 - 84.15 = 5.85$$

### Rumus untuk komposisi campuran HRS - WC pada kadar aspal optimum

<b>Kadar Aspal</b>	=	<b>7.7 %</b>		<b>100 %</b>	-	<b>7.7 %</b>	=	<b>92.3</b>
<b>Hasil Combine</b>								
CA 1- 2	10 %	x	92.3	=	9.23	x	1200	= 111
Medium	15 %	x	92.3	=	13.8	x	1200	= 166
Abu Batu	50 %	x	92.3	=	46.2	x	1200	= 554
Pasir	24 %	x	92.3	=	22.2	x	1200	= 266
filler	1 %	x	92.3	=	0.92	x	1200	= 11.1
Aspal	7.7 %			X			1200	= 92.4
								<u>1200</u>

$$\text{aspal buton} = 92.4 - \frac{6.5}{100} \times 92.4 = 86.39$$

$$\text{aspal minyak} = 92.4 - 86.39 = 6.01$$





**MARSHALL TEST**  
(ASHTO T. 246 - 97 (2003))

PACKAGE : PENETRATION GRATE OF BITUME : 60/70  
 SPECIFIC GRAVITY OF BITUMENT : 1.0419 g/cc  
 TESTED BY : Hashim/Ferri/Geahmy : Hashim/Ferri/Geahmy

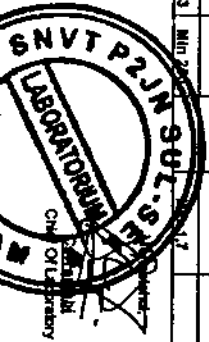
MIX : HRS - BASE (SENGANG)  
 DATE OF TESTING : 03 October 2011

CONSULTANT	No	AGGREGATE	(w/ dry) (gpc)
CONTRACTOR	a	CA (1.2)	2.70
	b	Medium Agg	2.08
	c	Dist	2.58
	d	Nearst Sand	2.57
	e	Fine	3.14

STATION

No	Mix Proportion (% by wt of total aggregate)				Effect Asphalt Rate	BK % BK Content Of Mix	B Refer Note 1	C Refer Note 2	D 100 - A - T	E From Lab	F From Lab	G From Lab	H Volume Of Specimen G-F	I Bk. Sg Comp Mx	J % Air Void D	K From Lab	L Yield	M From Lab	N Marshall Quotient (kg/cm <sup>2</sup> )	O Refer Crewing Sheet 1078	P Absorbed Moisture % by wt of Total Mix	Q Film Thickness Burrmet % by wt of Total Mix	R VMA (100 - P) (100 - A)	S VFB (M - J) x 100											
	A	B	C	D																															
I	41	23	28	2	6.1	4	2.64	2.70	2.448	1178.2	664.3	1187	622.3	2.28	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.3	0.89	16.78	18.87	66.04											
II									Average	1178	664.5	1180	626.2	2.28	2.8	3.1	3.0	3.2	3.4	3.3	0.92	17.44	18.33	62.88											
I	41	23	28	2	6.8	6.8	2.64	2.70	2.440	1177.6	662.2	1181	618.7	2.27	3.3	3.3	3.1	3.1	3.1	3.3	0.92	17.44	18.33	62.88											
II									Average	1182	667.4	1186	618.4	2.28	2.9	3.1	3.1	3.1	3.1	3.3	0.92	17.44	18.33	62.88											
I	41	23	28	2	6.1	7	2.64	2.70	2.433	1182.4	667.5	1187	619.2	2.28	3	3	3.3	3.3	3.3	3.3	0.92	18.13	18.88	67.67											
II									Average	1184	668.7	1188	618.7	2.28	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.3	0.92	18.13	18.88	67.67										
I	41	23	28	2	6.7	7.8	2.64	2.70	2.418	1180.8	668.6	1182	613.7	2.30	3.4	3.4	3.5	3.5	3.5	3.5	0.91	20.83	18.38	74.91											
II									Average	1183	669.7	1184	614.4	2.30	3.2	3.2	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	0.91	20.83	18.38	74.91										
I	41	23	28	2	7.2	8	2.64	2.70	2.398	1178.6	670.8	1182	611.7	2.31	2.9	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	0.91	22.66	18.60	60.61											
II									Average	1183	672.3	1185	612.4	2.31	3	3	3.0	3.0	3.0	3.0	3.3	0.91	22.66	18.60	60.61										
SPESERKARI															Min 5.5																				
															Min 4.0 - 6.0																				
															Min 800																				
															Min 3																				
															Min 2																				
															Min 17																				
															Min 68																				

NOTES  
 1B=(a+b+c+d) / (a) a (w) b (w) c (w) d  
 2C=(a+b+c+d) / ((app) a (app) b (app) c (app) d)



**MARSHALL TEST**  
(ASTM T. 246 - 97 (2003))

PACKAGE :  
 PENETRATION GRADE OF BITUMEN : 60/70 g/cm<sup>3</sup>  
 SPECIFIC GRAVITY OF BITUMEN : 1.0418 g/cm<sup>3</sup>  
 TESTED BY : Mulyono / Feryal Kasmawati

MDX : HRS - BASE (SERUNG)  
 DATE OF TESTING : 05 October 2011

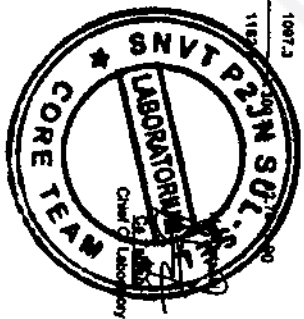
CONSULTANT	No	AGGREGATE	(or dry)	(gms)
CONTRACTOR	a	CA (1-2)	270	2.79
	b	Medium Agg	268	2.77
	c	Dust	258	2.73
	d	Heavy Sand	257	2.79
	e	Fines	314	3.14

STATION

No	Mix Proportion (% by wt of total aggregate)				Efectif Asphalt Rate	B/C Content of Mix	Buk. SG of Total Agg	Effective SG of Total Agg	Max Sg Combined Mix	Weights Grams		SSD	Volume of G-F Specimen	Buk. SG Comb. Mix	% Air Voids	Stability		Flow (mm)	Marshall Quotion (kg/mm)	Appraisal Surface Area	Absorbent Bitumen % by wt of Total Mix	Fines Thicknes Bitumen % by wt of Total Mix	VMA	VFB
	a	b	c	d						From Lab	From Lab					From Lab	From Lab							
I	41	25	28	2	6.7	7.8	2.84	2.70	2.418	1181.8	899	1183	814.2	2.30	3.1	3.1	3.2	3.2	368.8	3.3	0.81	20.83	18.38	74.71
II									Average	1184	870.8	1187	816.1	2.29	3.4	3.4	3.4	3.4						
									Average	1183	899.5	1185	814.7	2.30	3.2	3.2	3.2	3.2	368.8	3.3	0.81	20.83	18.38	74.71
I	41	25	28	2	6.7	7.8	2.84	2.70	2.418	1184.7	870.2	1186	818.1	2.30	2.8	3.1	3.4	3.4	329.2	3.3	0.81	20.83	18.38	74.96
II									Average	1182	898.8	1183	814.4	2.30	3.1	3.1	3.4	3.4						
									Average	1182	899.7	1183	813.9	2.30	3	3.2	3.2	3.2	329.2	3.3	0.81	20.83	18.38	74.96
									Average				814.7	2.30	4.8	3.00	1087.3	3.3	329.2	3.3	0.81	20.83	18.38	74.96

NOTES  
 1B=(a+b+c+d) /  $\frac{a}{(w)A} + \frac{b}{(w)B} + \frac{c}{(w)C} + \frac{d}{(w)D}$   
 2C=(a+b+c+d) /  $\frac{a}{(app)A} + \frac{b}{(app)B} + \frac{c}{(app)C} + \frac{d}{(app)D}$

Ballulua Sisa :  
 1087.3  
 1183





# MARSHALL TEST

(AASHTO T. 248 - 07 (2005))

CONTRACTOR: \_\_\_\_\_  
 PENETRATION GRADE OF BITUMEN : 6070  
 SPECIFIC GRAVITY OF BITUMEN : 1.0419 g/cc  
 TESTED BY : Mastini / Fahmy Laboratory

MIX PURPOSE : HRS - WC (Semi-rig)  
 DATE OF TESTING : 11 October 2011

No	AGGREGATE (w/Gr) (492)			
	a	b	c	d
a	CA (1-2)	270	279	
b	Medium Agg	288	277	
c	Dust	288	273	
d	Natural Sand	287	278	
e	Fiber	3.14	3.14	

STATION: \_\_\_\_\_

No	Mix Proportion (% by wt of total aggregate)										BR Content by Wt of Mix	Bulk SG of Total Agg	Effective SG of Total Agg	Max SG of Compd Mix	Volume of SSD	Bulk SG of Compd Mix	Air Voids (D-1)	Stacking Mass	Flow (mm)	Nominal Quoten (sq/mm)	Aggregate Surface Area	Absorbent Bitumen % by wt of Total Mix	Fin Thickness Bitumen % by wt of Total Mix	VMA	VFB
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j															
I	10	15	50	24	1	6.8	2.81	2.89	2.89	2.89	1174.6	982.4	1179	616.9	2.27	3.2	3.1	3.1	368.9	4.8	1.08	11.82	18.82	64.01	
II											1173	981.1	1179	617.7	2.27	3	3.0	3.0	368.9	4.8	1.08	11.82	18.82	64.01	
											1170	983.9	1180	618.2	2.28	2.9	3.3	3.3	368.9	4.8	1.08	11.82	18.82	64.01	
											Average														
I	10	15	50	24	1	7	2.81	2.89	2.89	2.89	1170.5	987.7	1174	616.5	2.27	2.9	3.4	3.4	368.9	4.8	1.08	11.82	18.82	64.01	
II											1173	988.4	1177	618.2	2.28	3.2	3.2	3.2	368.9	4.8	1.08	11.82	18.82	64.01	
											1171	987.9	1176	617.1	2.27	3.1	3.0	3.0	368.9	4.8	1.08	11.82	18.82	64.01	
											Average														
I	10	15	50	24	1	7.6	2.81	2.89	2.89	2.89	1160.8	984.3	1185	611.1	2.27	3.3	3.6	3.6	368.9	4.8	1.08	11.82	18.82	64.01	
II											1162	985.9	1187	611.3	2.27	2.7	3.4	3.4	368.9	4.8	1.08	11.82	18.82	64.01	
											1161	983.3	1187	613.2	2.28	3.4	3.4	3.4	368.9	4.8	1.08	11.82	18.82	64.01	
											Average														
I	10	15	50	24	1	8	2.81	2.89	2.89	2.89	1179.4	988.2	1181	616.2	2.28	3.5	3.5	3.5	368.9	4.8	1.08	11.82	18.82	64.01	
II											1174	981.2	1179	614.3	2.28	3.2	3.3	3.3	368.9	4.8	1.08	11.82	18.82	64.01	
											1176	983.3	1179	616.4	2.28	3.3	3.6	3.6	368.9	4.8	1.08	11.82	18.82	64.01	
											Average														
I	10	15	50	24	1	8.6	2.81	2.89	2.89	2.89	1173.8	980.5	1176	615.7	2.28	3.2	3.8	3.8	368.9	4.8	1.08	11.82	18.82	64.01	
II											1175	983.4	1179	616.5	2.28	3.1	3.5	3.5	368.9	4.8	1.08	11.82	18.82	64.01	
											1175	982.7	1177	614.5	2.28	3.5	3.6	3.6	368.9	4.8	1.08	11.82	18.82	64.01	
											Average														

NOTES  
 1B=(a+b+c+d)/  
 2C=(e+b+c+d)/  
 (av)a (av)b (av)c (av)d





**MARSHALL TEST**  
(AASHTO T 246 - 97 (2003))

PACKAGE :  
PENETRATION GRATE OF BITUME : 0070  
SPECIFIC GRAVITY OF BITUMENT : 1.0418 g/cc  
TESTED BY : Muzilim / Fahmi Khasriy

MIX : HRS - WC (Serjang)  
PURPOSE :  
DATE OF TESTING : 11 October 2011

CONSULTANT	CONTRACTOR	AGGREGATE			
		No	(ov)D1	(avg)	(avg)
		a	CA (1-2)	2.70	2.79
		b	Medium Agg	2.68	2.77
		c	Quat	2.58	2.73
		d	Natural Sand	2.57	2.79
		e	Filler	3.14	3.14

STASTON

No	Mix Proportion (% by wt of total aggregate)					Bit Content of Total Agg	Bulk SG of Total Agg	Effective SG of Total Agg	Max Sg Combined Mix	Weight Grams		SSD Specimen	Volume of Comp Mix	Bulk SG of Comp Mix	Air Voids	Stability	Flow	Marshall Quoten (kg/mm)	Aggregate Surface Area	Absorbent Bitument % by wt of Total Mix	Firm Thickness Bitument % by wt of Total Mix	VMA	VFB	
	B	D	C	d	e					A	B													C
I	10	18	80	24	1	8.8	2.61	2.68	2.04	1174.5	982.4	1179.3	816.9	2.27	3.2	3.2	3.1							
II										1173.2	681.1	1176.8	517.7	2.27	3	3	3.0							
										1174.8	683.9	1180.1	516.2	2.28	2.9	2.9	3.3							
										Average							3.1	346.8	4.8	1.06	11.62	18.82	84.01	
I	10	18	80	24	1	7.8	2.61	2.68	2.418	1170.5	687.7	1174.2	516.5	2.27	2.9	3.4								
II										1172.9	688.4	1176.8	518.2	2.28	3.2	3.2	3.2							
										1171.3	687.9	1175	517.1	2.27	3.1	3.1	3.0							
										Average							3.2	366.1	4.8	1.08	12.77	18.18	87.33	
I	10	18	80	24	1	7.8	2.61	2.68	2.398	1180.8	684.3	1168.4	511.1	2.27	3.3	3.6								
II										1182.2	686.9	1187.2	511.3	2.27	2.7	2.7	3.4							
										1181.2	683.3	1188.6	513.2	2.28	3.4	3.4	3.4							
										Average							3.8	344.4	4.8	1.08	13.83	18.48	72.10	
I	10	18	80	24	1	8	2.61	2.68	2.343	1179.4	685.2	1181.4	516.2	2.28	3.5	3.5								
II										1179.8	681.2	1176.5	514.3	2.28	3.2	3.2	3.3							
										1178.3	683.3	1178.7	516.4	2.28	3.3	3.3	3.8							
										Average							3.8	366.4	4.8	1.08	16.10	18.43	78.40	
I	10	18	80	24	1	8.8	2.61	2.68	2.388	1173.9	680.5	1178.2	515.7	2.28	3.2	3.6								
II										1175.1	683.4	1178.9	516.5	2.28	3.1	3.5								
										1174.8	682.7	1177.2	514.5	2.28	3.5	3.5	3.6							
										Average							3.8	348.0	4.8	1.04	16.29	18.97	81.71	

NOTES  
1B=(a+b+c+d)/  
2C=(a+b+c+d)/



**MARSHALL TEST**  
(AASHTO T. 345 - 87 (2003))

PACKAGE : PENETRATION GRADE OF BITUME : 60/70  
 SPECIFIC GRAVITY OF BITUMEN : 1.0419 G/cc  
 TESTED BY : Masduki / Farmi Kabanjary

MIX : HBS - WC (Sealing)  
 PURPOSE :  
 DATE OF TESTING : 13 October 2011

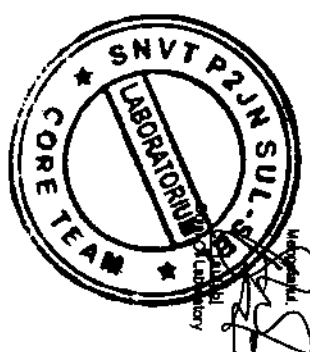
No	AGGREGATE		[gr. 75]	[SSD]
	CA (1-2)	CA (2-4)		
a	CA (1-2)	270	2.70	2.77
b	Washed Agg	288	2.88	2.77
c	Dust	2.98	2.98	2.73
d	Natural Sand	2.97	2.97	2.79
e	Fines	3.14	3.14	3.14

STATION

No	Mix Proportion (% by wt of total aggregate)				BR Content	Bulk SG of Total Agg	Effective SG of Total Agg	Max SG Combined Mix	WIGHT GRAVIM		SSD	Volume of Specimen G-F	Bulk SG Comb Mix E-H	% AV Voids 100(D-1)/D	Stability Kg Meas Adjust	Flow (mm)	Marshall Quotion (kg/mm)	Aggregate Surface Area	Asphalt Binder % by wt of Total Mix	Firm Thickness Binder % by wt of Total Mix	VMA	VFB
	a	b	c	d					From Lab	From Lab												
I	10	15	50	24	1	2.81	2.88	2.899	1180.0	808.8	1182	618.7	2.28	3.1	3.8	3.1	1078	1.05	14.40	18.33	74.77	
II					7.7				1180	802.5	1184	621.4	2.28	3.5	3.4	3.5						
III									1178	804.1	1182	618	2.27	3.2	3.3	3.3						
									Average					4.8	3.27	3.4	3.4					
I	10	15	50	24	1	2.81	2.88	2.899	1179.9	808.8	1183	618.9	2.28	3.3	3.5	3.5	1078	1.05	14.40	18.33	74.77	
II					7.7				1183	807.3	1187	619.3	2.28	3	3.6	3.6						
III									1182	808.4	1186	619.5	2.28	2.9	3.4	3.4						
									Average					4.8	3.07	3.5	3.5					
After Soaking 24 Hours AT 80 °C																						
Average																						

NOTES  
 1B=(a+b+c+d) / (ov)a (ov)b (ov)c (ov)d  
 2C=(a+b+c+d) / ((app)a (app)b (app)c (app)d)  
 2 = (a+b+c+d) / Z + B

Stabilizer Size : 1194.8 X 100% ± 0.388 > 90  
 1121.7



**MARSHALL TEST**  
(ASHTO T. 245 - 97 (2003))

PACKAGE : PENETRATION GRATE OF BITUME : 80/70  
 SPECIFIC GRAVITY OF BITUMEN : 1.0419 g/cc  
 TESTED BY : Mubidin / Fehri Kahrainy

MIX : HRS - WC (Sering) )  
 PURPOSE :  
 DATE OF TESTING : 13 Oktober 2011

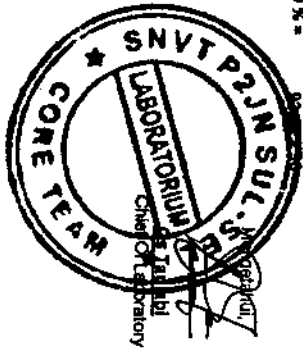
CONTRACTOR	CONSULTANT	AGGREGATE (ov dry) (app)				
		a	b	c	d	e
		CA (1-2)	Medium Agg	Dust	Natural Sand	Filler
		2.70	2.68	2.58	2.57	3.14

STATION	

No	Mix Proportion (% by wt of total aggregate)					RF Content Of Total Agg	Bulk SG Of Total Agg	Effective Sg Of Total Agg	Max Sg Combined Mix	Weight Grams		SSD From Lab	Volume Of Specimen G - F	Bulk SG Comb Mix	% Air Voids (D)	Stability Kg Aquar	Flow (mm) From Lab	Marshall Quotient (kg / mm)	Aggregate Surface Area	Absorbed Bitumen % by wt of Total Mix	Fin. Thickness Bitumen % by wt of Total Mix	VMA	VFB
	a	b	c	d	e					In Air Lab	In Water Lab												
I	10	15	50	24	1	7.7	2.61	2.68	2.393	1180.5	666.6	1182.3	515.7	2.29	3.1	3.6	3.6	4.80	1.05	14.40	19.42	74.77	
II										1179.6	662.5	1183.9	521.4	2.26	3.5	3.4	3.4						
III										1178.2	664.1	1182.1	518	2.27	3.2	3.3	3.3						
									Average				518.4	2.28	4.9	3.27	1184.9	3.4	3.48.0	1.05	14.40	19.42	74.77
I	10	15	50	24	1	7.7	2.61	2.68	2.393	1179.9	665.8	1182.7	516.9	2.28	3.3	3.5	3.5						
II										1182.5	667.3	1186.6	519.3	2.28	3	3.6	3.6						
III										1181.9	666.4	1185.9	519.5	2.28	2.9	3.4	3.4						
									Average				518.5667	2.28	4.8	3.07	1121.7	3.5	320.5	1.05	14.40	19.32	75.27

NOTES  
 1B = (a + b + c + d) / (ov) a (ov) b (ov) c (ov) d  
 2C = (a + b + c + d) / (app) a (app) b (app) c (app) d

SPEKIFIKASI  
 Min 4.0 - 6.0  
 Min 800  
 Min 3  
 Min 250  
 Max 1.7  
 Min 18  
 Min 68





**FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN**

# FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN



KEGIATAN : Mengambil pasir dari pantai Tual



KEGIATAN : Persiapan Bahan Agregat

**Dikerjakan Oleh :**

**MUSLIMIN**

**45 06 041 006**

**FAHMI KABALMAY**

**45 06 041 030**

# FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN



KEGIATAN : Persiapan Bahan Agregat

**Dikerjakan Oleh :**

MUSLIMIN	45 06 041 006
FAHMI KABALMAY	45 06 041 030

# FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN



KEGIATAN : Analisa Saringan Agregat

**Dikerjakan Oleh :**

**MUSLIMIN**

**45 06 041 006**

**FAHMI KABALMAY**

**45 06 041 030**

## FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN



KEGIATAN : - Percobaan Berat Jenis

**Dikerjakan Oleh :**

**MUSLIMIN**

**45 06 041 006**

**FAHMI KABALMAY**

**45 06 041 030**



# FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN



KEGIATAN : Pembuatan Benda Uji

**Dikerjakan Oleh :**

MUSLIMIN	45 06 041 006
FAHMI KABALMAY	45 06 041 030

# FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN



KEGIATAN : - Pemasangan Benda Uji  
- Mengeluarkan Briket dari Mold

**Dikerjakan Oleh :**

<b>MUSLIMIN</b>	<b>45 06 041 006</b>
<b>FAHMI KABALMAY</b>	<b>45 06 041 030</b>

# FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN



KEGIATAN : Perendaman Benda Uji Di Dalam Water Bath  
Penimbangan Benda Uji



Dikerjakan Oleh :

MUSLIMIN

45 06 041 006

FAHMI KABALMAY

45 06 041 030

# FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN



KEGIATAN : Perendaman Marshall

Pengujian Dengan Alat Uji Marshall



**Dikerjakan Oleh :**

**MUSLIMIN**

**45 06 041 006**

**FAHMI KABALMAY**

**45 06 041 030**

## FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN



KEGIATAN : Benda Uji yang telah jadi

**Dikerjakan Oleh :**

**MUSLIMIN**

**45 06 041 006**

**FAHMI KABALMAY**

**45 06 041 030**

# FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN



KEGIATAN : - Marshall Test

**Dikerjakan Oleh :**

MUSLIMIN	45 06 041 006
FAHMI KABALMAY	45 06 041 030

