



**LAPORAN PENELITIAN HIBAH DIPA UMA  
CANGKANG SAWIT SEBAGAI BAHAN PENGGANTI FINE  
AGREGAT (FA) PADA CAMPURAN PERKERASAN JALAN**

**Disusun oleh**

**Team peneliti:**

**IR.KAMALUDDIN LUBIS. MT (KETUA)**

**IR.MELLOUKEY ARDAN. MT (ANGGOTA)**



**LEMBAGA PENELITIAN MASYARAKAT (LPM)**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**MEDAN**

**2012**

## LEMBARAN PENGESAHAN PENELITIAN

- A.a. Judul Penelitian** : Cangkang Sawit Sebagai Bahan Pengganti Fine Agregat (Fa) Pada Campuran Perkerasan Jalan
- b. Bidang Ilmu** : Teknik Sipil
- c. Katagori Penelitian** : Teknik Sipil
- B. Susunan peneliti**
- 1. Ketua peneliti**
- a. Nama** : Ir. Kamaluddin Lubis.MT
- b. Jenis Kelamin** : Laki-laki
- c. Golongan / Pangkat** : III.d / Lektor
- d. NIDN** : 00 2208 5803
- e. Fakultas/Program studi** : Teknik / Jurusan Sipil
- 2. Anggota penelit**
- a. Nama** : Ir.Melloukey Ardan .MT
- b. Jenis kelamin** : Laki-laki
- c. Golongan/Kepangkatan** : III /b / Asisten Ahli
- d. NIDN** :
- e. Fakultas/Program studi** : Teknik/ Jurusan Sipil
- C Alamat Peneliti**
- a. Alamat Kantor** : Jalan Kolam No.1 Medan Estate Medan
- b Telephon /Fax** :
- c .No.HP / Telp** : 08126434282 / 0617320006
- d. Email** : [Kamaluddinlubis@ymail.com](mailto:Kamaluddinlubis@ymail.com)
- D. Lokasi Penelitian** : Universitas Medan Area
- E. Lama Penelitian** : 6 (enam bulan)
- G .Biaya Penelitian** : Rp. 5.000.000 ( Lima Juta Rupiah )
- H Sumber Dana** : HIBAH- DIPA-UMA Skim Dosen Pemula No.790/LP2M-UMA/IV/12 - 20 April 2012

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik

Ir.Hj. Haniza.MT



Medan, November 2012

Ketua peneliti,

Ir.Kamaluddin Lubis.MT

Menyetujui

Ketua Lembaga Penelitian UMA.

Dr.Suswati.MP



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa atas rahmad dan karunia Nya penulis dapat menyelesaikan laporan ini, penelitian ini merupakan penelitian yang di biaya oleh DIPA UMA oleh sebab itu ucapakan terima kasih juga kepada ketua Yayasan Pendidikan Haji Agus Salim yang telah berkenan memberikan dana sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

Penelitian ini adalah merupakan salah satu persyaratan yang telah ditetapkan di Universitas Medan Area dalam menaikkan jenjang golongan serta kepangkatan yang lebih tinggi seperti halnya juga yang ditetapkan oleh kopertis Wilayah I Sumatera Utara, Adapun tujuan penelitian ini dilakukan adalah untuk mengetahui karakteristik cangkang kelapa sawit sebagai bahan penggganti agregat pada perkerasan jalan dan sejauh mana nilai stabilitas yang diperoleh dari hasil test yang dilakukan dilaboratorium dengan memberlakukan beberapa jenis perlakuan yang mengacu kepada persyaratan yang disyaratkan oleh Direktorat Bina Marga. Penelitian ini berjudul Cangkang Sawit Sebagai Bahan Pengganti Fine Agregat (FA) Pada Campuran perkerasan jalan

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih banyak kekurangan , untuk itu penulis mengharapkan saran dan masukan yang bersifat fositif kiranya penelitian ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa khususnya, dan juga dalam mencerdaskan anak bangsa pada umumnya.

Medan, November 2012  
Penulis  
Ir.Kamaluddin Lubis .MT

**Cangkang Sawit Sebagai Bahan pengganti Fines Agregat (Fa)  
Pada Campuran Perkerasan Jalan**

**Ir.Kamaluddin Lubis.MT Staf Pengajar Program Studi  
Teknik Sipil Universitas Medan Area**

**ABSTRAK**

Perkembangan jaringan jalan berkembang seiring dengan perkembangan segala sisi aspek kehidupan yang memerlukan dukungan dan pengawasan aplikasi teknologi tepat guna. Teknologi ini terutama sekali menitikberatkan pada konstruksi perkerasan yang tahan lama, memiliki daya dukung optimum dan biaya yang relatif murah. Bahan konstruksi jalan raya pada umumnya adalah batu pecah yang berasal dari alam yang kemudian dipecah dengan menggunakan alat *stone crusher*. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian terhadap campuran Fine Agregat dan Cangkang Sawit dengan Kadar Aspal Optimum 6%, yang bertujuan untuk mencari material pengganti dari batu pecah dengan variasi campuran 10%-50% dari berat Fine Agregat, dengan masing-masing persentase dibuat 5 benda uji. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa campuran Fine Agregat dan Cangkang Sawit memiliki nilai stabilitas yang tinggi yaitu diatas yang disyaratkan oleh Bina Marga > 550 kg. Nilai stabilitas yang diperoleh dengan variasi campuran cangkang sawit dan Fine Agregat adalah untuk campuran 10% cangkang sawit 1411,14 kg, campuran 20% cangkang sawit 1075,73 kg, campuran 30% cangkang sawit 1060,00 kg, campuran 40% cangkang sawit 990,97 kg dan campuran 50% cangkang sawit 692,89 kg.

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa dengan campuran cangkang sawit sebagai pengganti sebahagian Fine Agregat dengan variasi diatas masih dapat digunakan sebagai bahan lapisan permukaan pada konstruksi jalan raya.

**Kata Kunci** : Perkerasan Jalan, Fines agregat cangkang sawit

## DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	I
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
BAB.I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Permasalahan.....	3
1.5 Pembatasan Masalah.....	3
1.6 Kerangka berpikir.....	5
BAB.II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Defenisi.....	6
2.2 Lapisan Permukaan.....	6
2.3 Bahan-Bahan Lapisan Permukaan.....	8
2.4. Cangkang Sawit ....	12
2.5. Aspal.....	15
2.5.1 Aspal minyak.....	16
2.6 Pemeriksaan Agregat dan Aspal.....	17
2.7. Pemeriksaan Agregat.....	19
2.8 Karakteristik Campuran.....	24

2.9	Parameter Pengujian .....	28
BAB.III	METODOLOGI PENELITIAN .....	31
3.1	Lokasi Penelitian.....	31
3.2	Metode pengambilan data .....	31
3.3	Bahan dan spesifikasi.....	34
3.4	Metode penentuan dan Pembuatan Sampel .....	42
3.5	.Perencanaan pembuatan sampel Sampel .....	43
3.5.1	Perencanaan campuran.....	43
3.5.2	Perencanaan Campuran Aspal Dengan Penambahan Cangkang Sawit .....	43
3.6	Metode Pengujian sampel .....	45
3.6.1	.Penentuan Bulk Spesifik Grafiti .....	46
3.6.2	Pengujian Satbilitas dan flow.....	46
BAB.IV	ANALISA DAN PEMBAHASAN .....	48
4.1	Analisa .....	48
4.2	Stabilitas.....	48
4.3	Flow .....	50
4.4	Void in Mix (VIM)).....	51
4.5	Void In Mineral Agregat ( VMA).....	52
4.6	Void Villed With Aspahl (VFA).....	54
4.7	Marshall Quintent ... ..	55

BAB. V KESIMPULAN DAN SARAN .....	57
5.1 Kesimpulan .....	57
5.2 Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA.....	58
LAMPIRAN .....	59

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Pemeriksaan Berat Isi .....	18
<b>Tabel 3.1</b>	Penentuan Kadar Aspal Optimum .....	33
<b>Tabel 3.2</b>	Persentasi Penambahsan Cangkang Saeit .....	33
<b>Tabel 3.3</b>	Data Pemeriksaan Penetrasi Aspal.....	35
<b>Tabel 3.4</b>	Data Pemeriksaan Titik Lembek .....	35
<b>Tabel 3.5</b>	Data Pemeriksaan Titik Nyala Aspal.....	36
<b>Tabel 3.6</b>	Data Pemeriksaan Daktalitas Aspal .....	36
<b>Tabel 3.7</b>	Data Pemeriksaan Berat Jenis Aspal	37
<b>Tabel 3.8</b>	Data Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar .....	37
<b>Tabel 3.7</b>	Data Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Sedang .....	38
<b>Tabel 3.8</b>	Data Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus.....	38
<b>Tabel 3.9</b>	Data Pemeriksaan Analisa Saringan Filler .....	39
<b>Tabel 3.10</b>	Data Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar.....	39
<b>Tabel 3.11</b>	Data Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Sedang .....	39
<b>Tabel 3.12</b>	Data Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus.....	40
<b>Tabel 3.13</b>	Data Pemeriksaan Berat Jenis Cangkang Sawit.....	40
<b>Tabel 3.14</b>	Data Pemeriksaan Elongation Index.....	41
<b>Tabel 3.15</b>	Data Pemeriksaan Flakiness Index .....	41
<b>Tabel 4.1</b>	Hasil Percobaan Stabilitas.....	49
<b>Tabel 4.2</b>	Hasil Percobaan Nilai Flow .....	50
<b>Tabel 4.3</b>	Hasil Percobaan Void In Mix (VIM) .....	51

<b>Tabel 4.4</b>	Hasil percobaan Voids In Mineral Agregat (VMA) .....	53
<b>Tabel 4.5</b>	Hasil Percobaa Filled With Aspalit (VFA) .....	54
<b>Tabel 4.6</b>	Hasil Percobaan Marsahll Quentent (MQ) .....	56

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b>	Diagram Alir Pelaksanaan Percobaan.....	5
<b>Gambar 2.1</b>	Susunan Lapis Perkerasan Jalan .....	6
<b>Gambar 2.2</b>	Cangkang Sawit .....	13
<b>Gambar 2.3</b>	Inti Sawit.....	15
<b>Gambar 2.4</b>	Alat Uji Titik Lembek.....	20
<b>Gambar 2.5</b>	Alat Uji Pemeriksaan Titik Nyala/Bakar .....	21
<b>Gambar 2.6</b>	Oven/Pemeriksaan Penurunan Berat Aspal .....	21
<b>Gambar 2.7</b>	Cetakan Contoh Aspal .....	22
<b>Gambar 2.8</b>	Alat Penarik Uji Daktilitas.....	22
<b>Gambar 2.9</b>	Alat Pemeriksaan Viskositas.....	23
<b>Gambar 2.10</b>	Bagan Alir Metode Bina Marga.....	28
<b>Gambar 4.1</b>	Hubungan Stabilitas Dgn Campuran Cangkang Sawit & FA ...	49
<b>Gambar 4.2</b>	Hubungan Flow Dengan Campuran Cangkang Sawit & FA ....	51
<b>Gambar 4.3</b>	Hubungan VIM Dengan Campuran Cangkang Sawit & FA ....	52
<b>Gambar 4.4</b>	Hubungan VMA Dengan Campuran Cangkang Sawit & FA ...	53
<b>Gambar 4.5</b>	Hubungan VFA Dengan Campuran Cangkang Sawit & FA ....	55
<b>Gambar 4.6</b>	Hubungan MQ Dengan Campuran Cangkang Sawit & FA.....	56

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan jaringan jalan pada suatu daerah umumnya terlahir dan berkembang seiring dengan arus perkembangan pertumbuhan penduduk maupun segala aspek kehidupan dan seiring pula berkembangnya kebutuhan terhadap sarana dan prasara terutama transportasi jalan . Perkembangan jaringan jalan itu sendiri memerlukan dukungan dan pengawasan aplikasi teknologi tepat guna. Teknologi ini terutama sekali menitik beratkan permasalahan pada konstruksi perkerasan yang tahan lama, memiliki daya dukung *optimum* dan biaya yang *relative* murah. Secara umum dapat diambil suatu pendekatan dengan memberikan kriteria-kriteria sederhana terhadap bahan-bahan lapisan permukaan (*surface course*), antara lain : Memiliki stabilitas yang tinggi, Tidak mudah aus dan retak, dan Penurunan sekecil mungkin. karena seperti kita ketahui bahwa jalan itu adalah merupakan insprastruktur yang sangat mahal harganya.

Dalam usaha untuk mendapatkan lapisan perkerasan yang memiliki nilai stabilitas yang tinggi banyak usaha yang dilakukan. Dalam penelitian ini peneliti mencoba menggunakan cangkang sawit sebagai bahan campuran fine agregat (FA) dalama penggunaan cangkang sebagai tambahan fenenis agregat perlu terlebih dahulu diketahuin karateristik dari pada cangkang sawit itu sendiri dan setelah itu dibandingkan dengan bahan standart batu pecah terhadap kadar aspal optimum. sehingga cangkang sawit sebagai limbah Pabrik Kelapa Sawit dapat digunakan

sebagai bahan material jalan raya. Cangkang sawit yang digunakan adalah jenis Tenera yang saat ini

seperti kita ketahui bahwa cangkang sawit sejenis Tenera banyak diproduksi oleh pabrik kelapa sawit yang dianggap sebagai limbah yang dibuang begitu saja, pada hal jenis tenera ini sangatlah baik digunakan sebagai bahan tambahan pada campuran perkerasan jalan karena tenera mempunyai karakteristik yang cukup keras. Suatu konstruksi perkerasan jalan harus pula memenuhi persyaratan-persyaratan lain, antara lain : stabilitas, durabilitas, tahanan geser, kedap air, kelenturan; sehingga dengan demikian para pemakai jalan akan merasakan optimasi keamanan dan kenyamanan.

Untuk terwujudnya suatu konstruksi perkerasan jalan seperti dimaksudkan diatas, maka perlu suatu profesionalitas yang tinggi dari para pengayom teknologi dari unsur pembinaan jalan. Maka dari uraian diatas penulis merasa tertarik dan sekaligus merupakan latar belakang dilakukannya penelitian dengan judul tersebut diatas.

## **1.2 Maksud & Tujuan Penelitian**

Adapun maksud Penelitian ini untuk mengetahui karakteristik dari cangkang sawit, serta perilaku cangkang sawit terhadap agregat maupun terhadap aspal sebagai pengganti agregat kasar pada perkerasan jalan.

Sedangkan tujuan penelitian ini untuk mendapatkan nilai stabilitas yang memenuhi syarat untuk penggunaan cangkang sawit sebagai bahan campuran sebahagian fines agregat pada perkerasan jalan raya. Sehingga cangkang sawit tersebut dapat digunakan sebagai bahan campuran dalam material jalan raya

### 1.3. Manfaat penelitian.

Adapun manfaat yang akan diperoleh dari penelitian ini adalah antara lain:

1. Dapat bermanfaat bagi penulis untuk dapat diterapkan kepada seluruh mahasiswa terutama bagi yang membidangi bidang ilmu transportasi dalam meningkatkan mutu pendidikan tinggi khususnya dan umumnya dapat mencerdaskan anak bangsa dan Negara.
2. Dapat bermanfaat bagi masyarakat terutama memberikan masukan terhadap Pemerintah dan Pemko setempat dalam menggunakan cangkang sawit sebagai perkerasan jalan

### 1.4 Permasalahan

Adapun beberapa permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah antara lain

1. Apakah cangkang sawit mempunyai karakteristik yang sesuai dengan persyaratan yang digunakan sebagai pengganti agregat kasar pada perkerasan jalan raya.
2. Apakah campuran cangkang sawit dengan batu pecah (fine agregat) dapat digunakan sebagai lapisan pondasi berdasarkan dari nilai stabilitas tinggi sesuai dengan yang disarutkan pada perkerasan jalan raya

### 1.5. Pembatasan Masalah

Adapun pembatasan serta ruang lingkup yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu antara lain :

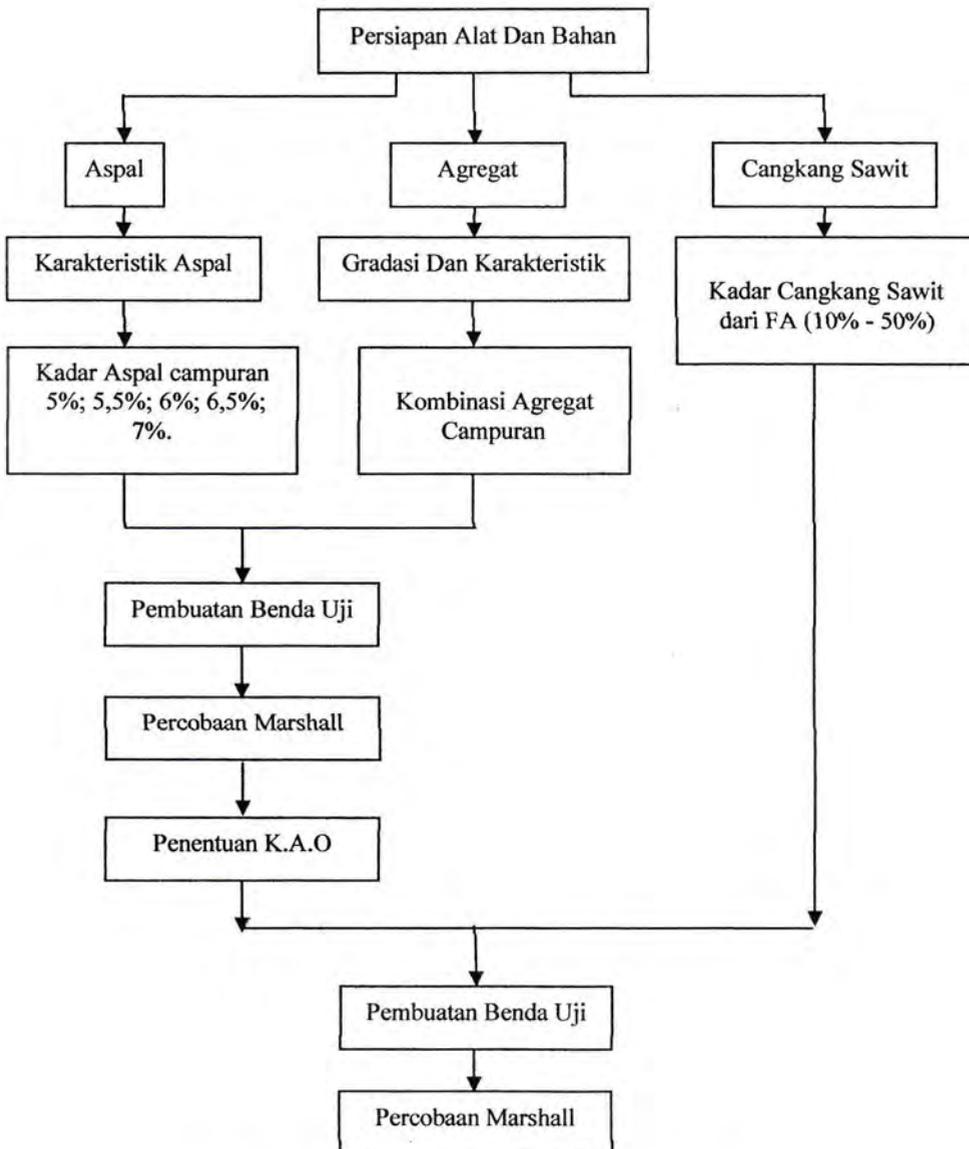
1. Cangkang sawit sebagai limbah industry yang tidak dipergunakan, dengan terlebih dahulu melakukan pengujian berat jenis. Persentase penggunaan cangkang sawit

dengan fine agregat adalah 10%; 20%; 30%; 40%; 50% dari berat fine agregat. Setelah itu dilakukan pemeriksaan campuran agregat (Fine Agregat) dengan cangkang sawit yang diketahui setelah dilakukan pengujian terhadap percobaan Marshall yang terdiri dari stabilitas, kelelahan (Flow), VIM, VMA, VFA dan MQ (*Marshall Qouitient*).

2. Dengan memeriksa karakteristik agregat, cangkang sawit dan aspal, maka kemudian dilakukan pengujian dengan pembuatan sample sehingga nantinya akan diketahui bagaimana perilaku cangkang sawit tersebut di dalam campuran AC-WC. Apakah dengan menggunakan cangkang sawit sebagai campuran Fine Agregat dapat memenuhi nilai stabilitas yang disyaratkan, juga demikian halnya dengan nilai Flow, VIM, VMA, VFA dan MQ (*Marshall Qouitient*).

### 1.6. Kerangka berpikir

Untuk dapat memudahkan serta penguraian yang jelas dalam penelitian ini perlu adanya bagan alir penelitian seperti terlihat dalam gambar 1,1 dibawah ini.



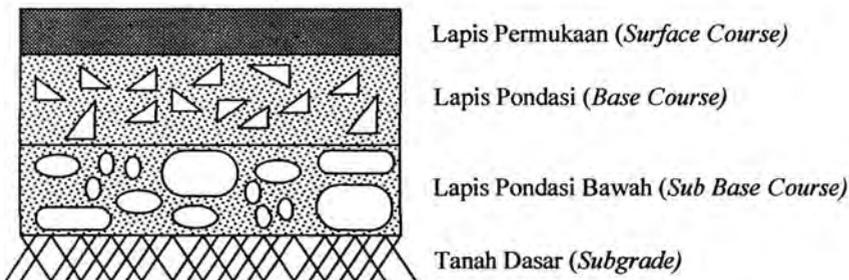
Gambar 1.1 Diagram Alir Pelaksanaan Percobaan

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Defenisi

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan–lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan–lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya.

Lapisan-lapisan tersebut terdiri dari lapisan permukaan (*surface course*), lapisan Pondasi (*base course*), lapisan pondasi bawah (*sub base course*) dan lapisan tanah dasar (*subgrade*).



Gambar 2.1 Susunan Lapis Perkerasan Jalan

### 2.2 Lapisan Permukaan

#### Fungsi Lapisan Permukaan

Lapisan permukaan adalah lapisan yang terletak paling atas, yang berfungsi sebagai berikut :

Lapis perkerasan menahan beban roda, lapisan yang mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan. Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan di bawahnya dan melemahkan lapisan–lapisan tersebut

Lapis aus (Wearing Course), lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus. Lapis yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung yang lebih jelek. Untuk dapat memenuhi fungsi-fungsi di atas maka pada umumnya lapisan permukaan dibuat dengan menggunakan bahan pengikat aspal sehingga menghasilkan lapisan yang kedap air dengan stabilitas tinggi dan daya tahan yang lama. (Morlok)

### **Jenis Lapisan Permukaan**

Jenis lapisan permukaan yang umum dipergunakan di Indonesia antara lain :

Lapisan bersifat non struktural, lapisan ini berfungsi sebagai lapisan aus dan kedap air, antara lain :

Burtu (Laburan aspal satu lapis), merupakan lapis penutup yang terdiri lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam dengan tebal maksimum 2 cm.

Burda (Lapisan aspal dua lapis), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal ditaburi agregat yang dikerjakan dua kali secara berurutan dengan tebal padat maksimum 3,5 cm.

Latasir (Lapis tipis aspal pasir), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal dan pasir alam bergradasi menerus dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu dengan tebal 1-2 cm.

Buras (Laburan aspal), merupakan lapis penutup terdiri dari lapisan aspal taburan pasir dengan ukuran butir maksimum 3/8 inch.

Latasbun (Lapis tipis asbuton murni), merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran asbuton dan bahan pelunak dengan perbandingan tertentu yang dicampur secara dingin dengan tebal padat maksimum 1 cm.

Lataston (Lapis tipis aspal beton), dikenal dengan nama Hot Roll Sheet (HRS), merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, mineral pengisi (filler) dan aspal keras dengan

perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas, tebal padat antara 2,5 – 3 cm. Lapisan bersifat struktural, berfungsi sebagai lapisan yang menahan dan menyebarkan beban roda, antara lain : Penetrasi McAdam (Lapen), merupakan lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal dengan cara disemprotkan di atasnya dan dipadatkan lapis demi lapis. Di atas lapen ini, biasanya diberi laburan aspal dengan agregat penutup. Tebal lapisan satu lapis dapat bervariasi dari 4 – 10 cm. Lasbutag, merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran antara agregat, asbuton dan bahan pelunak yang diaduk, dihampar dan dipadatkan secara dingin. Tebal padat tiap lapisannya antara 3 – 5 cm. Laston (Lapisan aspal beton), merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur dan dipadatkan pada suhu tertentu.

### **2.3 Bahan-Bahan Lapisan Permukaan.**

#### **1. Agregat**

Agregat adalah suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragment. Agregat atau batuan merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yaitu mengandung 90-95% agregat berdasarkan persentase berat atau 25-85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian daya dukung, ketahanan dan mutu perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain.

Agregat yang digunakan untuk lapisan permukaan adalah agregat alam yang telah dipecah dengan menggunakan mesin pemecah batu (crusher stone) sehingga ukuran partikel yang dihasilkan dapat terkontrol dan gradasi yang diharapkan dapat dicapai sesuai dengan



spesifikasi yang ditetapkan. Berdasarkan besar partikel-partikel agregat, agregat dibedakan atas :

Agregat kasar, agregat  $> 4,75$  mm menurut ASTM; atau  $> 2$  mm menurut AASHTO

Agregat halus, agregat  $< 4,75$  mm menurut ASTM; atau  $< 2$  mm dan  $> 0,075$  menurut AASHTO. Abu batu/mineral filler, agregat halus yang umumnya lolos saringan no. 200.

#### Agregat kasar

Secara umum agregat kasar atau yang disebut dengan kerikil, dengan kriteria butir-butir tanah  $< 50$  % lolos saringan No. 4 dan  $< 50\%$  lolos saringan No. 200. Kerikil ini dibedakan atas :

Kerikil bersih, sangat sedikit mengandung butir-butir halus ( $< 5\%$  lolos saringan No. 200). Dan kerikil bersih ini dibagi menjadi: GW (Gravel), jika  $C_u > 4$  dan  $C_z$  antara 1 dan 3. GP (Gravel Poor), jika  $C_u \leq 4$  dan  $c_z$  tidak antara 1 dan 3.

Kerikil bercampur cukup banyak butir-butir halus ( $> 12\%$  lolos saringan No. 200), yang selanjutnya dibedakan atas jenis butiran halus yang dikandungnya dengan menggunakan grafik Casagrande.

Kerikil dengan sedikit butiran halus ( $> 5\%$  tetapi  $< 12\%$  lolos saringan No. 200), merupakan jenis tanah dengan dua simbol.

#### Agregat halus

Pasir merupakan butir-butir tanah  $> 50\%$  lolos saringan No. 4 dan  $< 50\%$  lolos saringan no. 200. Pasir dapat dibedakan atas :

Pasir "bersih" yang terdiri dari : Sand Well (SW) merupakan pasir bergradasi baik, jika  $C_u > 6$  dan  $C_z$  antara 1 dan 3.

Sand Poor (SP) merupakan pasir bergradasi buruk, jika nilai  $C_u$  dan  $C_z$  tidak memenuhi nilai untuk SW.

Pasir bercampuran cukup banyak butiran halus ( $> 12\%$  lolos saringan no. 200), dibedakan atas SC, SM, SC-SM. Perbedaan tersebut diperoleh dengan menggunakan grafik casagrande. Clay (lempung), jika hubungan antara batas cair (LL) dan indeks plastis (PI) terletak diatas garis A dari indeks plastis  $> 7$ , Moam (lanau) jika terletak dibawah garis A, M dan jika terletak pada garis A.

Pasir yang bercampur sedikit butiran halus ( $> 5\%$  tapi  $< 12\%$  lolos saringan no. 200) merupakan tanah dengan 2 simbol. Simbol pertama berdasarkan gradasi dan simbol kedua berdasarkan jenis butiran halus yang dikandungnya. Dengan demikian dapat dibedakan menjadi SP-SM, SP-SC, SW-SM dan SW-SC.

### Filler

Agregat buatan yang merupakan mineral filler/pengisi (partikel dengan ukuran  $< 0,075$  mm), diperoleh dari hasil sampingan pabrik-pabrik semen dan mesin pemecah batu.

### **2.Sifat Agregat**

Sifat dan kualitas agregat menentukan kemampuannya dalam memikul beban lalu lintas. Agregat dengan kualitas dan sifat yang baik dibutuhkan untuk lapisan permukaan yang langsung memikul beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya. Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok yaitu :Kekuatan dan keawetan (Strength and Durability), Kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang nyaman dan aman, dipengaruhi oleh :tahanan geser (skid resistance)campuran yang memberikan kemudahan dalam pelaksanaan (bituminous mix workability)

### 3. Gradasi

Gradasi atau distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan. Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisa saringan saringan dengan menggunakan 1 (satu) set saringan dimana saringan yang paling kasar diletakkan diatas dan yang paling halus terletak paling bawah 1 set saringan dimulai dari pan dan diakhiri dengan tutup. Dalam melaksanakan gradasi dapat dilakukan dengan menggunakan alat sieve shaker (15 menit) ataupun dengan cara manual digoyang hingga sampel tanah yang ada sampai di pan yang berada dibawah.

#### Gradasi agregat dapat dibedakan atas :

Gradasi seragam (uniform graded), adalah agregat dengan ukuran yang hampir sama/sejenis. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka, agregat dengan gradasi seragam akan menghasilkan lapisan permukaan dengan sifat permeabilitas tinggi, stabilitas kurang, berat volume kecil.

Gradasi rapat (dense graded) merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang berimbang, sehingga dinamakan juga agregat bergradasi baik (well graded). Agregat dengan gradasi rapat akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan stabilitas tinggi, kurang kedap air, sifat drainase jelek dan berat volume besar.

Gradasi buruk (poorly graded) merupakan campuran agregat yang tidak memenuhi 2 kategori diatas. Agregat bergradasi buruk yang umum digunakan untuk lapisan perkerasan lentur yaitu gradasi celah (gap graded) merupakan campuran agregat dengan 1 fraksi hilang atau 1 fraksi sedikit sekali. Sering disebut juga gradasi senjang, agregat dengan

gradasi senjang akan menghasilkan lapisan perkerasan yang mutunya terletak antara kedua jenis diatas.

#### **4. Daya Tahan Agregat**

Daya tahan agregat adalah ketahanan agregat untuk tidak hancur/pecah oleh pengaruh mekanis ataupun kimia. Degradasi di defenisikan sebagai kehancuran agregat menjadi partikel-partikel yang lebih kecil akibat gaya yang diberikan pada waktu penimbunan, pemadatan ataupun oleh beban lalu lintas. Disintegrasididefienisikan sebagai pelapukan pada agregat menjadi butir-butir halus akibat pengaruh kimiawi seperti kelembaban, kepanasan ataupun perbedaan temperatur sehari-hari. Agregat yang digunakan untuk lapisan perkerasan haruslah mempunyai daya tahan terhadap degradasi (pemecahan) yang mungkin timbul selama proses pencampuran, pemadatan, repetisi beban lalu lintas dan disintegrasididefienisikan sebagai kehancuran) yang terjadi selama masa pelayanan jalan tersebut.

Ketahanan agregat terhadap penghancuran (degradasi) diperiksa dengan menggunakan percobaan Abrasi Los Angeles. Agregat yang telah disiapkan sesuai gradasi dan berat yang ditentukan, dimasukkan bersama bola-bola baja kedalam mesin Los Angeles, lalu diputar dengan kecepatan 30/33 rpm selama 500 putaran. Nilai akhir dinyatakan dalam persen yang merupakan hasil perbandingan antara berat benda uji semula dikurang berat benda uji tertahan saringan dibandingkan dengan berat benda uji semula.

#### **2.4 Cangkang Sawit**

Cangkang sawit diperoleh dari proses pengolahan kelapa sawit di pabrik-pabrik kelapa sawit. Proses yang dilakukan adalah dengan memisahkan inti sawit dari tempurungnya dengan menggunakan alat Hydrocyclone Seperatore. Inti dan tempurung dipisahkan oleh aliran air yang berputar dalam sebuah tabung atau dapat juga dengan

mengapungkan biji-biji yang pecah dalam lempung yang mempunyai berat jenis 1,16.

Dalam keadaan tersebut inti sawit akan mengapung dan tempurungnya akan tenggelam.

Proses selanjutnya adalah pencucian inti sawit dan tempurungnya sampai bersih.

Cangkang kelapa sawit merupakan salah satu limbah pengolahan kelapa sawit yang cukup besar, yaitu mencapai 60 % dari produksi minyak. Cangkang sawit dapat dimanfaatkan sebagai arang aktif. Arang aktif dimanfaatkan oleh berbagai industri antara lain industri minyak, karet, gula dan farmasi. Selama ini cangkang sawit hanya digunakan sebagai bahan bakar tenaga uap dan bahan pengeras jalan.



**Gambar 2.2 Cangkang Sawit**

### **1. Buah**

Buah sawit mempunyai warna bervariasi dari hitam, ungu, hingga merah tergantung bibit yang digunakan. Buah bergerombol dalam tandan yang muncul dari tiap pelapah. Kandungan minyak bertambah sesuai kematangan buah. Setelah melewati fase matang, kandungan asam lemak bebas (FFA, free fatty acid) akan meningkat dan buah akan rontok dengan sendirinya. Kelapa sawit mengandung kurang lebih 80 persen perikarp dan 20 persen buah yang dilapisi kulit yang tipis, kadar minyak dalam perikarp sekitar 34 - 40 persen.

Buah terdiri dari tiga lapisan:

Eksoskarp, yaitu bagian kulit buah berwarna kemerahan dan licin.

Mesoskarp, yaitu serabut buah.

Endoskarp, yaitu cangkang pelindung inti. Inti sawit merupakan endosperm dan embrio dengan kandungan minyak inti berkualitas tinggi. Berdasarkan tebal tipisnya tempurung, kelapa sawit dibedakan menjadi 4, yaitu : *Macrocaria* : Kelapa sawit yang memiliki tempurung sangat tebal  $\pm$  5 mm. *Dura* : Kelapa sawit yang memiliki tempurung tebal yaitu sekitar 3 – 5 mm. *Tenera* : Kelapa sawit yang memiliki tempurung sedang yaitu sekitar 2 – 3 mm. *Pisifera* : Kelapa sawit yang memiliki tebal tempurung tipis.

## 2. Kandungan Bahan Kimia

Minyak kelapa sawit kaya akan karoten, yang dapat mencegah kekurangan vitamin A di hati. Setiap 100 g buah kelapa sawit 540 calories, 26.2 g H<sub>2</sub>O, 1.9 g protein, 58.4 g lemak, 12.5 g total karbohidrat, 3.2 g serat, 1.0 g ash, 82 mg Ca, 47 mg P, 4.5 mg Fe, 42,420 ug  $\frac{1}{2}$ -carotene equivalent, 0.20 mg thiamin, 0.10 mg riboflavin, 1.4 mg niacin, and 12 mg asam ascorbic. minyak kelapa sawit mengandung, per 100 g, 878 kalori, 0.5% H<sub>2</sub>O, 0.0% protein, 99.1% fat, 0.4 g total karbohidrat, 7 mg Ca, 8 mg P, 5.5 mg Fe, 27,280 ug  $\frac{1}{2}$ -carotene equivalent, 0.03 mg riboflavin, dan sedikit thiamin. komposisi lemak dalam minyak adalah 0.5-5.9% myristic, 32.3-47.0 palmitat, 1.0-8.5 stearat, 39.8-52.4 oleat, and 2.0-11.3 linoleat. komponen dari gliserida adalah oleodipalmitins (45%), palmitodioleins (30%), oleopalmitostearins (10%), linoleodioleins (6-8%), dan banyak mengandung gliserda jenuh, tripalmitin dan diopalmitostearin (6-8%).



**Gambar 2.3 Inti Sawit**

## 2.5. Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan sampai suatu temperatur tertentu aspal dapat menjadi lunak/cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton atau dapat masuk kedalam pori-pori yang ada pada saat penyemprotan/penyiraman pada perkerasan macadam ataupun pelaburan. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya, sebagai salah satu material konstruksi perkerasan lentur, aspal merupakan salah satu komponen kecil, umumnya hanya 4-10% berdasarkan berat atau 10-15% berdasarkan volume, tetapi merupakan komponen yang relatif mahal.

Hydrocarbon adalah bahan dasar utama dari aspal yang umum disebut bitumen. Aspal yang umum digunakan berasal dari salah satu hasil proses destilasi minyak bumi dan disamping itu mulai banyak pula dipergunakan aspal alam yang berasal dari Pulau Buton.

Aspal minyak yang digunakan untuk konstruksi perkerasan jalan merupakan proses hasil residu dari destilasi minyak bumi, sering disebut sebagai aspal semen. Aspal semen

bersifat mengikat agregat pada campuran aspal beton dan memberikan lapisan kedap air, serta tahan terhadap pengaruh asam, basa dan garam. Ini berarti jika dibuatkan lapisan dengan mempergunakan aspal sebagai bahan dengan mutu yang baik dapat memberikan lapisan kedap air dan tahan terhadap pengaruh cuaca dan reaksi kimia yang lain.

### 2.5.1 Aspal Minyak (Petroleum Asphalt)

Aspal minyak dengan bahan dasar aspal dapat dibedakan atas :

Aspal keras/panas (asphalt cement, AC) adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan panas. Aspal ini berbentuk padat pada keadaan penyimpanan (temperatur ruang).

Aspal semen pada temperatur ruang ( $25^{\circ}$  -  $30^{\circ}$ C) berbentuk padat, aspal semen terdiri dari beberapa jenis tergantung dari proses pembuatannya dan jenis minyak bumi asalnya. Pengelompokkan aspal semen dapat dilakukan berdasarkan nilai penetrasi pada temperatur  $25^{\circ}$  C ataupun berdasarkan nilai viskositasnya.

Di Indonesia aspal semen biasanya dibedakan berdasarkan nilai penetrasinya, yaitu :

- AC pen 40/50, yaitu AC dengan penetrasi antara 40-50
- AC pen 60/70, yaitu AC dengan penetrasi antara 60-70
- AC pen 85/100, yaitu AC dgn penetrasi antara 85-100
- AC pen 120/150, yaitu AC dgn penetrasi antara 120-150
- AC pen 200/300, yaitu AC dgn penetrasi antara 200-300

### 2.5.2 Komposisi Aspal

Aspal merupakan unsur hydrocarbon yang sangat kompleks, sangat sukar untuk memisahkan molekul-molekul yang membentuk aspal tersebut. Komposisi dari aspal terdiri dari asphaltenes dan maltenes. Asphaltenes merupakan material berwarna hitam atau coklat tua yang tidak larut dalam heptane. Maltenes larut dalam heptane, merupakan cairan kental yang terdiri dari resins & oils. Resins adalah cairan berwarna kuning atau

coklat tua yang memberikan sifat adhesi dari aspal, merupakan bagian yang mudah hilang atau berkurang selama masa pelayanan jalan. Sedangkan oils yang berwarna lebih muda merupakan media dari asphaltenes dan resin. Proporsi dari asphaltens, resins dan oils berbeda-beda tergantung dari banyak factor seperti kemungkinan beroksidasi proses pembuatannya dan ketebalan lapisan aspal dalam campuran.

Sifat Aspal, Aspal yang dipergunakan pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai Bahan pengikat yang memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara aspal itu sendiri. Bahan pengisi, mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri.

## 2.6 Pemeriksaan Agregat Dan Aspal

### Pemeriksaan Agregat

Agregat yang digunakan pada lapisan permukaan dipecah menggunakan mesin pemecah batu, sehingga agregat harus diperiksa di laboratorium dan agregat yang memenuhi syarat-syarat yang telah ditetapkan dapat digunakan sebagai bahan lapisan perkerasan permukaan. Pemeriksaan yang dilakukan untuk agregat adalah sebagai berikut

#### *Pemeriksaan Flakines*

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan prosentase kepipihan agregat kasar (batu pecah) dari jumlah contoh agregat kasar tertentu yang dinyatakan dalam Flakines Indeks.

Syarat untuk benda uji adalah agregat kasar yang lewat saringan diameter 50 mm dan tertahan saringan diameter 6.3 mm yang diperoleh dari alat pemisah contoh.

#### *Pemeriksaan Elongation*

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan prosentase kelonjongan agregat dari jumlah contoh agregat kasar tertentu yang dinyatakan dalam elongation indeks. Syarat

benda uji adalah agregat kasar yang lewat saringan diameter 50 mm dan tertahan saringan diameter 6.3 mm yang diperoleh dari alat pemisah

Pemeriksaan Berat Isi Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat isi agregat halus, kasar, atau campuran. Masukkan contoh agregat kedalam talam sekurang-kurangnya sebanyak kapasitas wadah. Keringkan dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ , sampai berat tetap dan gunakan sebagai benda uji.

Wadah baja yang cukup kaku berbentuk silinder dengan alat pengering, berkapasitas seperti berikut :

**Tabel 2.1 Tabel Pemeriksaan Berat Isi**

Kapasitas (liter)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Tebal wadah		Uk. butir maksimum (mm)
			Minimum (mm)		
			dasar	isi	
2.832	152.4 $\pm$ 2.5	152.4 $\pm$ 2.5	5.08	2.54	12.7
9.435	203.2 $\pm$ 2.5	203.2 $\pm$ 2.5	5.08	2.54	25.4
14.158	254.0 $\pm$ 2.5	254.0 $\pm$ 2.5	5.08	2.54	38.1
28.316	355.6 $\pm$ 2.2	355.6 $\pm$ 2.2	5.08	3.00	101.6

Sumber : Buku konstruksi Perkerasan Jalan Raya 1998

Pemeriksaan Agregat Impact Value Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan nilai impact agregat dengan alat impact.

Pemeriksaan Berat Jenis Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis bulk, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu dari agregat kasar dan agregat halus. Berat Jenis (Bulk Specific Gravity) ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu. Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (SSD) ialah perbandingan antara berat

agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu. Berat Jenis Semu (Apparent Specific Gravity) ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.

Penyerapan ialah prosentase berat air yang dapat diserap pori terhadap berat kering agregat. Pemeriksaan Analisa Saringan Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan susunan butir (gradasi) agregat kasar dan agregat dengan menggunakan saringan.

## 2.7 Pemeriksaan Aspal

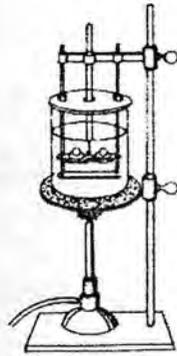
Pemeriksaan yang dilakukan untuk aspal adalah sebagai berikut :

Pemeriksaan penetrasi Pemeriksaan penetrasi aspal bertujuan untuk memeriksa tingkat kekerasan aspal. Prosedur pemeriksaan mengikuti PA-0301-76 atau AASHTO T-49-80. pemeriksaan dilakukan dengan memasukkan jarum penetrasi berdiameter 1 mm dengan menggunakan beban seberat 50 gram sehingga diperoleh beban gerak seberat 100 gram (berat jarum + beban) selama 5 detik pada temperatur 25° C. Besarnya penetrasi di ukur dan dinyatakan dalam angka yang merupakan kelipatan 0,1 mm.

Titik lembek/lunak (*softening point test*) Temperatur pada saat dimana aspal mulai menjadi lunak tidaklah sama pada setiap hasil produksi aspal walaupun mempunyai penetrasi yang sama. Oleh karena itu temperatur tersebut dapat diperiksa dengan mengikuti prosedur PA-0302-76 atau AASHTO T53-81. Pemeriksaan menggunakan cincin yang terbuat dari kuningan dan bola baja. Titik lembek ialah suhu dimana suatu lapisan aspal dalam cincin yang diletakkan horizontal didalam larutan air atau gliserine yang dipanaskan secara teratur menjadi lembek karena beban bola baja dengan diameter 9,53 mm seberat  $\pm 3,5$  gram yang diletakan di atasnya sehingga lapisan aspal tersebut jatuh melalui jarak 25,4 mm (1 inch).

Titik lembek aspal bervariasi antara 30° C sampai 200° C. 2 aspal mempunyai

penetrasi yang sama belum tentu mempunyai titik lembek yang sama. Aspal dengan titik lembek yang lebih tinggi kurang peka terhadap perubahan temperatur dan lebih baik untuk bahan pengikat konstruksi perkerasan.

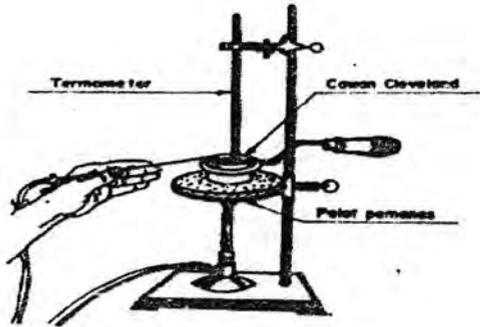


**Gambar 2.4 Alat Uji Titik Lembek/Lunak**

Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar dengan cleveland open cup

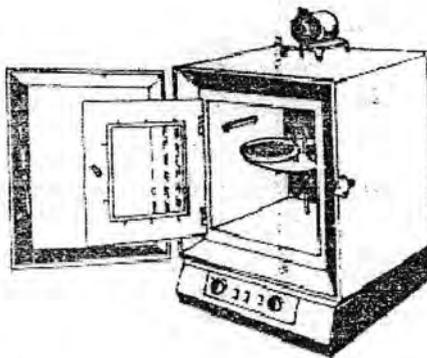
Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar untuk aspal keras mengikuti prosedur AASHTO T48-81 ATAU PA-0303-76, yang berguna untuk menentukan suhu dimana aspal terlihat menyala singkat dipermukaan aspal (titik nyala), dan suhu pada saat terlihat nyala sekurang-kurangnya 5 detik. Aspal disiapkan dalam cleveland open cup yang berbentuk cawan dari kuningan dan diletakkan pada pelat pemanas. Titik nyala dan titik bakar perlu diketahui untuk memperkirakan temperatur maksimum pemanasan aspal sehingga aspal tidak terbakar.

Pemeriksaan harus dilakukan dalam ruang gelap sehingga dapat segera diketahui timbulnya nyala pertama.



**Gambar 2.5** Alat Uji Pemeriksaan Titik Nyala/Bakar

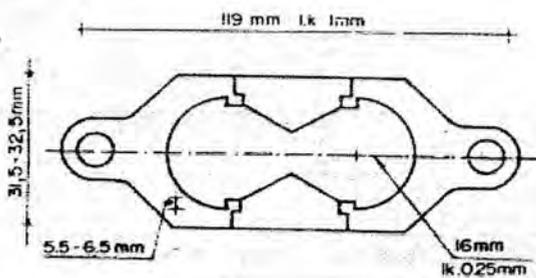
Pemeriksaan kehilangan berat aspal (thick film test) Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui pengurangan berat akibat penguapan bahan-bahan yang mudah menguap dalam aspal. Aspal setebal 3 mm dipanaskan sampai  $163^{\circ}$  selama 5 jam di dalam oven yang dilengkapi dengan piring berdiameter 25 cm tergantung melalui poros vertikal dan dapat berputar dengan kecepatan 5-6 putaran/menit. Oven dilengkapi dengan ventilasi. Pemeriksaan mengikuti prosedur PA-0304-76 atau AASHTO T47-82. Penurunan berat yang besar menunjukkan banyaknya bahan-bahan yang hilang karena rapuh. Pemeriksaan dapat dilanjutkan dengan menentukan penetrasi/viskositas aspal dari contoh aspal yang telah mengalami pemanasan.



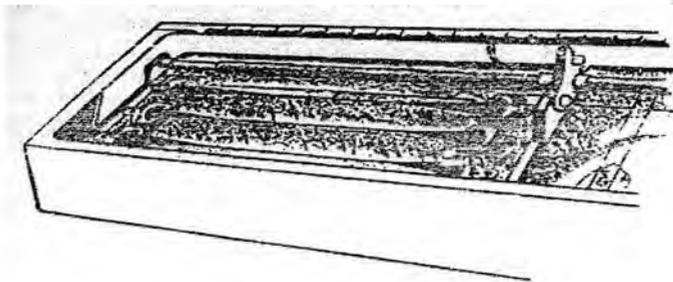
**Gambar 2.6** Oven/Pemeriksaan Penurunan Berat Aspal

Tujuan pemeriksaan ini untuk mengetahui sifat kohesi dalam aspal itu sendiri yaitu dengan mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara 2 cetakan yang berisi bitumen keras sebelum putus, pada suhu dan kecepatan tarik tertentu. Pemeriksaan mengikuti prosedur PB-0306-76 atau AASHTO T51-81. Aspal dengan daktilitas yang lebih besar mengikat butir-butir agregat lebih baik tetapi lebih peka terhadap perubahan temperatur.

Aspal dicetak pada cetakan dan penarikan dilakukan dengan menggunakan alat seperti baak yang telah direndam oleh air. Umumnya pemeriksaan dilakukan pada suhu  $25^{\circ}\text{C}$  dengan kecepatan penarikan 5 cm/menit.



**Gambar 2.7 Cetakan contoh aspal**



**Gambar 2.8 Alat Penarik Untuk Pengujian Daktilitas**

Pemeriksaan berat jenis aspal (specific gravity test) Berat jenis aspal adalah perbandingan antara berat aspal dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu  $25^{\circ}$  atau  $15.6^{\circ}\text{C}$ . Prosedur pemeriksaan mengikuti PA-0307-76 atau AASHTO T228-79.

$$\text{Berat jenis aspal} = \frac{(C - A)}{[(B - A) - (D - C)]}$$

dimana :

A = berat piknometer (dengan penutup)

B = berat piknometer berisi air

C = berat piknometer berisi aspal

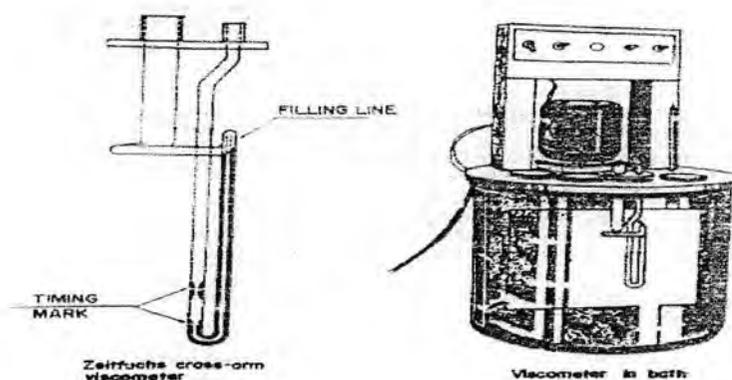
D = berat piknometer berisi aspal dan air  
Berat jenis aspal diperlukan untuk perhitungan dalam analisa campuran.

Pemeriksaan viskositas ,Pemeriksaan viskositas pada aspal semen bertujuan

untuk memeriksa kekentalan aspal, dilakukan pada temperatur 60° C dan 135° C. 60° C adalah temperatur maksimum perkerasan selama masa pelayanan, sedangkan 135° C adalah temperatur dimana proses pencampuran/penyemprotan aspal umumnya dilakukan.

Pemeriksaan dilakukan dengan viskosimeter.

Prinsip kerja dari pemeriksaan ini ialah menentukan waktu yang dibutuhkan untuk suatu larutan dengan isi tertentu mengalir dalam kapiler di dalam viskosimeter kapiler yang terbuat dari gelas, pada temperatur tertentu.



Gambar 2.9 Alat Pemeriksaan Viskositas

## 2.8 Karakteristik Campuran

Lapisan permukaan merupakan komponen yang memiliki fungsi yang penting pada suatu susunan konstruksi jalan raya. Fungsi dari lapisan permukaan adalah Memikul/membagi beban lalu lintas. Mencegah masuknya air dan udara ke dalam konstruksi jalan raya. Membentuk lapisan Skid Resistance (tahan gelincir). Dengan adanya ketiga fungsi tersebut maka suatu konstruksi jalan raya akan dapat melewati lalu lintas dengan aman dan nyaman serta kekuatan dari konstruksi dapat dipertahankan.

### Stabilitas (Kekuatan)

Kemampuan lapisan permukaan menerima beban lalu lintas tanpa menyebabkan terjadinya perubahan bentuk seperti alur maupun bleeding disebut Stabilitas Lapisan Perkerasan. Stabilitas terjadi dari hasil geseran antar butir, penguncian antar partikel dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal. Dengan demikian stabilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan penggunaan :

- Agregat dengan gradasi yang rapat (*Dense Graded*).
- Agregat dengan permukaan yang kasar.
- Agregat yang berbentuk kubus.
- Aspal dengan penetrasi rendah.
- Aspal dalam jumlah yang mencukupi untuk ikatan antar butir.

Agregat bergradasi baik memberikan rongga antar butir (VMA) yang kecil. Keadaan ini menghasilkan stabilitas yang baik tetapi membutuhkan kadar aspal yang rendah untuk mengikat agregat.

### **Durabilitas (Keawetan)**

Durabilitas lapisan yang baik berarti dapat menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu ataupun akibat gesekan kendaraan. Sifat durabilitas yang baik dari campuran akan memperlambat proses pelapukan dari campuran, mempertahankan Fleksibilitas dan Skid Resistance dari campuran.

Faktor yang mempengaruhi Durabilitas campuran adalah :

- Film aspal atau selimut aspal, film aspal yang tebal dapat menghasilkan aspal beton dengan durabilitas tinggi, tetapi kemungkinan terjadinya bleeding tinggi.
- VIM kecil sehingga lapis kedap air dan udara tidak masuk ke dalam campuran yang dapat menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh.
- VMA besar sehingga aspal dapat dibuat tebal. Jika VMA dan VIM kecil serta kadar aspal tinggi kemungkinan terjadinya bleeding besar
- Untuk mencapai VMA yang besar digunakan agregat bergradasi senjang.

### **Tahanan Geser (Skid Resistance)**

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

Penggunaan kadar aspal yang tepat sehingga tidak terjadi bleeding (peristiwa keluarnya aspal dari campuran) Penggunaan agregat dengan permukaan yang kasar. Penggunaan agregat yang cukup.

### **Fleksibilitas (Kelenturan)**

Fleksibilitas pada lapisan perkerasan adalah kemampuan jalan untuk mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas yang berulang tanpa menimbulkan retak ataupun perubahan bentuk. Fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan :

Menggunakan aspal yang cukup banyak. Penggunaan agregat bergradasi senjang sehingga diperoleh VMA yang besar. Penggunaan aspal dengan penetrasi yang tinggi.

### **Kedap Air**

Kemampuan lapisan perkerasan untuk kedap air merupakan sifat impermeabilitas. Sifat ini dibutuhkan untuk mencegah masuknya air dan udara ke dalam konstruksi perkerasan. Untuk mendapatkan impermeabilitas yang baik dibutuhkan :

Agregat bergradasi rapat. Kadar aspal campuran relatif besar. Nilai VIM kecil.

### **Kemudahan Pelaksanaan (Workability)**

Maksudnya adalah mudahnya suatu campuran untuk dihamparkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi nilai kepadatan yang diharapkan. Faktor yang mempengaruhi antara lain sebagai berikut :

Gradasi agregat, tipe agregat dengan gradasi baik lebih mudah pelaksanaan pekerjaannya daripada agregat dengan gradasi lainnya.

Temperatur campuran, yang ikut mempengaruhi kekerasan bahan pengikat yang bersifat termoplastis.

### **Ketahanan Kelelahan (*fatigue resistance*)**

Ketahanan kelelahan suatu campuran perkerasan berarti dapat menerima repetisi beban lalu lintas tanpa mengakibatkan terjadinya kelelahan seperti jejak roda dan retak. Faktor yang mempengaruhinya antara lain :

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

### **Spesifikasi Campuran**

Sifat campuran sangat ditentukan dari gradasi agregat, kadar aspal total dan kadar aspal efektif, rongga antar campuran/void in mix (VIM), rongga antara butiran/void in mineral (VMA), dan sifat bahan baku itu sendiri. Variasi dari hal tersebut diatas akan menghasilkan keseragaman campuran yang berbeda-beda. Untuk itu agar dapat memenuhi kualitas dan keseragaman jenis lapisan yang telah dipilah dalam perencanaan perlu dibuatkan spesifikasi campuran yang menjadi dasar pelaksanaan di lapangan. Dengan spesifikasi itu diharapkan dapat diperoleh sifat campuran yang memenuhi syarat teknis dan keawetan yang diharapkan.

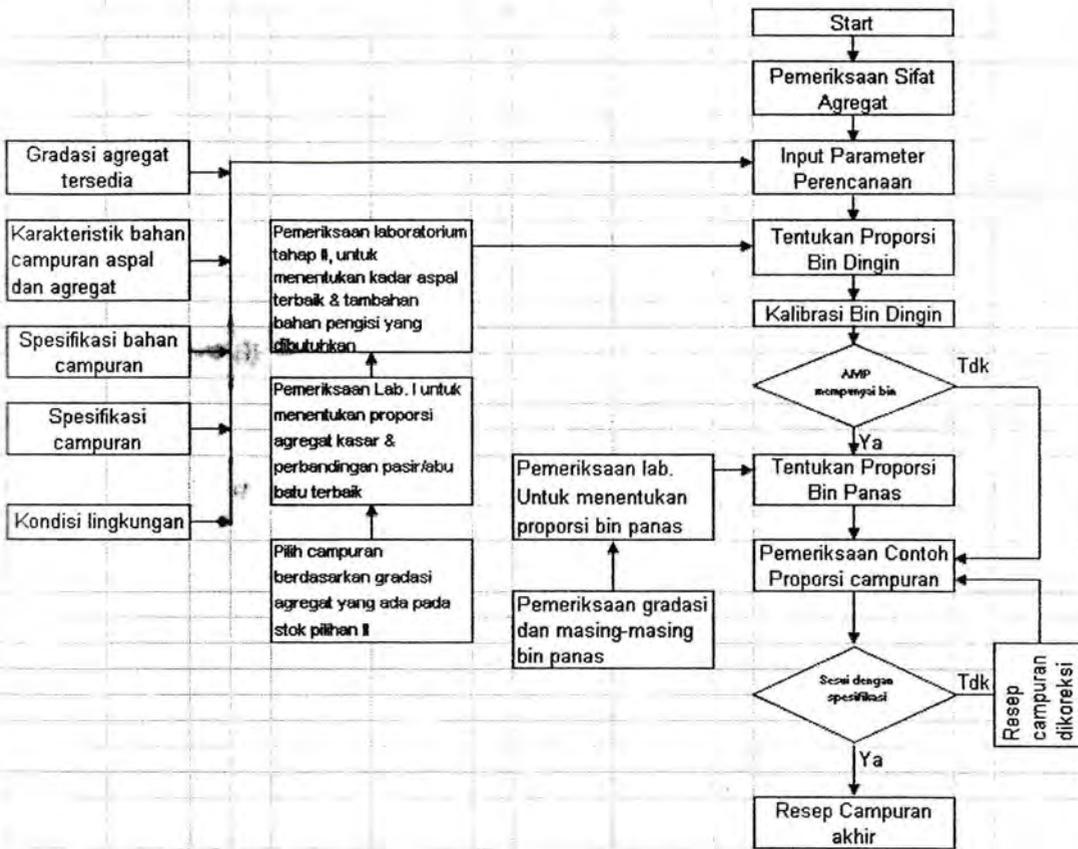
Spesifikasi campuran berbeda-beda, dipengaruhi oleh :Perencanaan tebal perkerasan, yang dipengaruhi oleh metode apa yang digunakan. Ekspresi gradasi agregat, yang dinyatakan dalam nomor saringan. Nomor-nomor saringan mana saja yang umum dipergunakan dalam spesifikasi. Kadar aspal yang umum dinyatakan dalam persen terhadap berat campuran seluruhnya. Komposisi dari campuran, meliputi agregat dengan gradasi yang bagaimana yang akan dipergunakan. Sifat campuran yang diinginkan, dinyatakan dalam nilai stabilitas, flow, VIM, VMA, tebal film aspal.

### **Perencanaan Campuran**

Perencanaan campuran diperlukan untuk mendapatkan resep campuran yang memenuhi spesifikasi, menghasilkan campuran yang memenuhi kinerja yang baik dari agregat yang tersedia. Metode perencanaan campuran yang umum dipergunakan di Indonesia adalah :Metode Bina Marga Metode ini bersumber dari BS594 dan

dikembangkan untuk kebutuhan di Indonesia oleh Central Quality Control & Monitoring Unit (CQCMU), Bina Marga sehingga lebih dikenal dengan nama Metode CQCM

Bagan alir perencanaan campuran metode Bina Marga :



Gambar 2.10 Bagan Alir Metode Bina Marga

2.9 Parameter Pengujian

Pengujian juga harus dilakukan terhadap campuran untuk memperoleh perbandingan dan karakteristik yang dikehendaki. Dalam penelitian ini digunakan metode Marshall. Pemeriksaan ini pertama kali diperkenalkan oleh Bruce (Marshall) , selanjutnya dikembangkan oleh (US. Corps of Engineer.) Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan plastis (flow) dari campuran aspal dan agregat.

Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan cincin penguji berkapasitas 2500 Kg atau 500 pon. Cincin penguji dilengkapi dengan arloji pengukur yang berguna untuk mengukur stabilitas campuran. Disamping itu juga arloji kelelahan (flow meter) untuk mengukur kelelahan plastis (flow). Benda diuji berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 7,5 cm dipersiapkan dilaboraturium dalam cetakan benda uji dengan mempergunakan penumbuk (hammer) dengan berat 4,536 kg dan tinggi jatuh 45,7 cm dibebani dengan kecepatan tetap 50 mm/menit.

### ***Marshall Density***

Kepadatan yang tinggi dari suatu lapisan perkerasan akan sukar ditembus oleh air dan udara. Ini menyebabkan lapisan perkerasan akan semakin awet dan tahan lama. Campuran perkerasan yang cukup padat akan memberikan volume pori yang kecil dan perkerasan cukup kaku sehingga perkerasan akan mempunyai kekuatan yang cukup untuk menahan beban lalu lintas.

### ***Rongga Udara dalam Campuran (VIM)***

Void in Mix (VIM) adalah persentase rongga udara dalam campuran yang diperoleh dari *Bulk Specific Gravity* campuran perkerasan dan dinyatakan dalam persen (%). Bina Marga (SKBI 2.4.26.1987) mensyaratkan kadar pori dalam campuran untuk perkerasan lapis aspal beton sebesar 3% - 5%.

### ***Rongga Udara antar Agregat Padat (VMA)***

*Void in Mineral Aggregate* menggambarkan ruangan yang tersedia untuk menampung volume efektif aspal (seluruh aspal kecuali yang diserap agregat) dan volume rongga udara yang dibutuhkan untuk mengisi aspal yang keluar akibat beban/tekanan lalu lintas. Semakin bertambah nilai VMA dari campuran semakin bertambah pula ruangan yang tersedia untuk lapisan aspal. Lebih tebal lapisan aspal pada

agregat maka daya tahan perkerasan juga cenderung meningkat. Nilai persentase VMA yang disyaratkan adalah  $>14\%$ .

#### ***Rongga Udara yang Terisi Aspal (VFA)***

Rongga udara yang terisi aspal adalah merupakan persen (%) volume rongga di dalam agregat yang terisi oleh aspal. Untuk mendapatkan suatu campuran yang awet dan mempunyai tingkat oksidasi yang rendah maka pori di antara agregat harus terisi oleh aspal yang cukup untuk membentuk lapisan aspal beton yang tebal. Nilai persentase VFA yang disyaratkan adalah  $>65\%$ .

#### ***Marshall Stability***

Merupakan beban maksimum yang dibutuhkan untuk menghasilkan keruntuhan dari sampel campuran perkerasan ketika diuji. Stabilitas merupakan salah satu faktor penentu kadar aspal optimum campuran. Beberapa faktor yang mempengaruhi stabilitas yaitu persen (%) aspal, jumlah mineral filler dan bentuk kekasaran permukaan agregat. Nilai Stability yang disyaratkan adalah  $>550$  kg.

#### ***Marshall Flow***

*Flow* merupakan angka yang menunjukkan total deformasi dalam mm yang terjadi pada sampel padat dari campuran perkerasan hingga mencapai beban maksimum pada saat pengujian stabilitas Marshall. Batas Flow yang diizinkan untuk lalu lintas rendah 2 - 5 mm, untuk lalu lintas sedang 2 - 4,5 mm dan untuk lalu lintas berat 2 - 4 mm.

#### ***Marshall Qoutient***

*Marshall Q:otient* diperoleh dari hasil perbandingan antara stabilitas dan flow yang merupakan indikator kelenturan terhadap keretakan perkerasan. Nilai  $MQ < 200$  kg/mm menunjukkan campuran lembek dan kurang stabilitasnya atau perkerasan terlalu lentur, sedangkan untuk nilai  $MQ > 500$  kg/mm menunjukkan perkerasan terlalu kaku.

### **BAB III**

#### **METODOLOGI PENELITIAN**

##### **3.1 Lokasi Penelitian.**

Adapun lokasi penelitian ini dilakukan adalah di Fakultas Teknik Universitas Medan Area dengan waktu pelaksanaan selama enam bulan

##### **3.2. Metode Pengambilan Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 2 bagian, yaitu :

1. Data Primer adalah data yang diperoleh dari hasil pengujian bahan-bahan pembentuk sampel dan pengujian sampel yang meliputi pemeriksaan berat jenis agregat, gradasi, berat jenis aspal, penetrasi aspal, daktilitas, titik lembek/leleh, titik nyala dan titik bakar.
2. Data Sekunder adalah data tambahan yang diperoleh dari studi pustaka, hand book, jurnal dan internet.

Di dalam penelitian ini ada beberapa tahapan pemeriksaan yang dilakukan yaitu antara lain;

- a. Penyediaan Bahan/Agregat Bahan-bahan yang digunakan antara lain ; batu pecah dan aspal diperoleh dari Quarry Patumbak PT Adhi Karya, cangkang sawit diperoleh dari Pabrik Kelapa Sawit Sei Silau, Kisaran-Asahan.
- b. Pemeriksaan Bahan/Agregat
  - Memeriksa karakteristik aspal, pengujian yang dilakukan adalah pengujian penetrasi, pengujian daktilitas, pengujian titik nyala, pengujian titik lembek dan pengujian berat jenis aspal.

- Memeriksa Karakteristik Agregat, pengujian yang dilakukan adalah pengujian berat jenis agregat, pengujian analisa saringan, pengujian kelonjongan dan kepipihan (*Elongation Index & Flakiness Index*).
  - Memeriksa karakteristik cangkang sawit, pengujian dilakukan dengan memeriksa berat jenis cangkang sawit.
- c. Pembuatan Sample Setelah melakukan pemeriksaan terhadap setiap agregat dan aspal maka dapat dilakukan pembuatan sample yaitu pertama kali mencari nilai KAO (kadar Aspal Optimum). Setelah diperoleh nilai KAO, maka dapat dilakukan pengujian dengan mencampur agregat, cangkang sawit serta aspal
- d. Pengujian Sample Setelah seluruh sample selesai dikerjakan, maka sample dapat diuji yaitu dengan pemeriksaan berat jenis sample, berat kering, berat SSD (Saturated Surface Dry) dan pengujian Marshall.
- e. Analisa Data Setelah sample selesai diuji maka dapat dilakukan analisa data, dimana akan diperoleh nilai-nilai antara lain nilai stabilitas, kelelahan, VIM, VMA, VFA dan MQ.
- f. Analisa Hasil Data-data yang kita peroleh tersebut akan dapat kita uraikan sehingga dapat kita simpulkan apakah campuran cangkang sawit terhadap Fine Agregat masih dapat memenuhi standar kelayakan untuk perkerasan jalan raya.

Dalam penelitian ini, campuran untuk benda uji yang dibuat dipadatkan dengan kepadatan tertentu yaitu dengan 2 x 75 pukulan, dalam percobaan Marshall dengan variasi komposisi fine agregat dengan cangkang sawit yang sudah ditentukan.

Guna memperoleh gambaran yang lebih objektif mengenai karakteristik benda uji, maka dibuat  $5 \times 5 = 25$  benda uji tanpa menggunakan cangkang sawit dengan memvariasikan kadar aspal mulai dari 5% - 7% dengan penambahan 0,5%. Dengan

pengujian pada benda uji yang ada maka dapat dicari kadar aspal optimum (KAO) yang akan digunakan untuk pengujian benda uji dengan penggunaan cangkang sawit. Jadi untuk masing-masing cangkang sawit yaitu 10% - 50% dengan penambahan 10% dibuat  $5 \times 5 = 25$  benda uji. Maka total benda uji yang digunakan adalah  $25 + 25 = 50$  benda uji.

**Tabel 3.1 Penentuan Kadar Aspal Optimum ( KAO)**

Kadar Aspal	Jumlah Benda Uji
5%	5
5,5%	5
6%	5
6,5%	5
7%	5
Total	25

Sumber : Data Pengujian Lab.Jalan Raya 2012

**Tabel 3.2 Persentasi Penambahan Cangkang Sawit**

% Cangkang Sawit	Jumlah Benda Uji
10%	5
20%	5
30%	5
40%	5
50%	5
Total	25

Sumber : Data Pengujian Lab.Jalan Raya

### 3.3. Bahan Dan Spesifikasi

Dalam penelitian ini bahan-bahan yang dipergunakan mengacu pada spesifikasi sebagai berikut :

- Agregat yang digunakan berasal dari daerah Patumbak, diproduksi oleh mesin pemecah batu (*stone crusher*) PT. ADHI KARYA yang disesuaikan dengan spesifikasi teknis untuk campuran aspal beton (AC) Bina Marga.
- Material Cangkang Sawit diperoleh dari Pabrik Kelapa Sawit Sei Silau Kisaran - Asahan.
- Gradasi campuran yang dipakai adalah gradasi no. IV sesuai ketentuan Bina Marga.
- Aspal yang digunakan adalah aspal dengan penetrasi 60/70 menurut Direktorat Jenderal Bina Marga.

#### Data Pemeriksaan Benda Uji

Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari dua sumber yakni data primer dan data sekunder. Metode pengumpulan data primer berdasarkan pencatatan langsung dari hasil pengujian terhadap benda uji. Sedangkan metode pengumpulan data sekunder berdasarkan dari studi pustaka dan literature yaitu dari , buku, jurnal dan laporan hasil penelitian. Pengumpulan data primer meliputi percobaan sebagai berikut :

### a. Aspal

#### Pemeriksaan Penetrasi Aspal

Tabel 3.3 Data Pemeriksaan Penetrasi Aspal

Penetrasi pada 25 °C 100 gram, 5 detik		Sampel I (mm)	Sampel II (mm)	
Pengamatan	1	62	65	
	2	60	60	
	3	64	63	
	4	60	61	
	5	63	65	
<b>Rata-Rata/Average</b>	(mm)	61,8	62,8	62,3

Sumber :Data Pengujian di Lab. Jalan Raya 2012

#### Pemeriksaan Titik Lembek (*Softening Point*)

Tabel-3.2 Data Pemeriksaan Titik Lembek

Nomor	Suhu yang diamati	Waktu (detik)		Titik Lembek	
		Sampel I	Sampel II	Sampel I	Sampel II
1	5 °C	12.01.00	12.01.00		
2	10 °C	12.02.05	12.02.05		
3	15 °C	12.03.25	12.03.25		
4	20 °C	12.05.20	12.05.20		
5	25 °C	12.06.30	12.06.30		
6	30 °C	12.7.36	12.7.36		
7	35 °C	12.08.45	12.08.45		
8	40 °C	12.09.46	12.09.46		
9	45 °C	12.10.40	12.10.40		
10	50 °C	12.11.35	12.11.35		
11	55 °C	12.11.59	12.11.59	52 °C	52 °C
				Rata-rata :	52 °C

Sumber :Data Pengujian di Lab. Jalan Raya 2012

Pemeriksaan Titik Nyala Aspal (*Flash Point*)

Tabel-3.3 Data Pemeriksaan Titik Nyala Aspal

°C di bawah titik nyala	Pembacaan waktu	pembacaan suhu	Titik Nyala
56	pkl. 14.21	257 °C	
54	pkl. 14.22	262 °C	
46	pkl. 14.23	267 °C	
41	pkl. 14.24	272 °C	
36	pkl. 14.25	277 °C	
31	pkl. 14.26	283 °C	
26	pkl. 14.27	289 °C	
21	pkl. 14.28	295 °C	
16	pkl. 14.29	301 °C	
11	pkl. 14.30	308 °C	
6	pkl. 14.31	315 °C	
1	pkl. 14.32	322 °C	322 °C

Sumber :Data Pengujian di Lab. Jalan Raya 2012

Pemeriksaan Daktilitas Aspal (*Ductility*)

Tabel-3.4 Data Pemeriksaan Daktilitas Aspal

Daktilitas pada 25 °C 5 cm / menit		
Pengamatan	1	> 140 cm
	2	> 140 cm
Rata-rata / Average		> 140 cm

Sumber :Data Pengujian di Lab. Jalan Raya 2012

Pemeriksaan Berat Jenis Aspal (*Specific Gravity*)

Tabel-3.5 Data Pemeriksaan Berat Jenis Aspal

	Sampel I	Sampel II
Berat picnometer + Aspal	44,68 gram	44,36 gram
Berat picnometer kosong	31,18 gram	31,2 gram
Berat aspal (a)	gram	gram
Berat picnometer + Air	57,27 gram	57,52 gram
Berat picnometer kosong	31,18 gram	31,2 gram
Berat air (b)	gram	gram
Berat picnometer + Aspal + Air	57,8 gram	57,56 gram
Berat picnometer + Aspal	44,68 gram	44,36 gram
Berat air (c)	gram	gram

Sumber :Data Pengujian di Lab. Jalan Raya 2012

## b. Agregat

Pemeriksaan Gradasi/Analisa Saringan (*Shieve Shaker*)

Tabel 3.6 Data Pemeriksaan Analisa Saringan Agg. Kasar

Material : Coarse Agregate (CA)

Brt Sample : 2000 gram

Diperiksa di : Laboratorium

Uk. Saringan		Berat Tertahan		Cumulative Berat Tertahan	
Inch	mm	Sampel I (gram)	Sampel II (gram)	Sampel I (gram)	Sampel II (gram)
¾ in	18,1				
½ in	12,7	629,60	668,00	629,60	668,00
3/8 in	9,52	601,20	506,80	1.230,80	1.174,80
No. 4	4,76	668,40	716,40	1.899,20	1.891,20
No. 8	2,88				
No. 30	0,595				
No. 50	0,297				
No. 100	0,149				
No. 200	0,074				
	<b>TOTAL</b>	1.899,20	1.891,20		

Sumber :Data Pengujian di Lab.jalan raya 2012

Tabel-3.7 Data Pemeriksaan Analisa Saringan Agg. Sedang

Material : Medium Agregate (MA) Brt Sample : 2000 gram  
 Diperiksa di : Laboratorium

Uk. Saringan		Berat Tertahan		Cumulative	
Inch	mm	Berat Tertahan		Sampel I (gram)	Sampel II (gram)
		Sampel I (gram)	Sampel II (gram)		
¾ in	18,1				
½ in	12,7				
3/8 in	9,52	35,0	37,80	35,00	37,80
No. 4	4,76	491,4	467,40	526,40	505,20
No. 8	2,88	630,8	687,2	1.157,20	1.192,40
No. 30	0,595	730,0	718,0	1.887,20	1.910,40
No. 50	0,297	43,8	16,6	1.931,00	1.927,00
No. 100	0,149	23,0	35,0	1.954,00	1.962,00
No. 200	0,074	24,2	19,0	1.978,20	1.981,00
	<b>TOTAL</b>	1.978,20	1.981,00		

Sumber :Data Pengujian di Lab,Jalan Raya 2012

Tabel-3.8 Data Pemeriksaan Analisa Saringan Agg. Halus

Material : Fine Agregate (FA) Brt Sample : 2000 gram  
 Diperiksa di : Laboratorium

Uk. Saringan		Berat Tertahan		Cumulative	
Inch	mm	Berat Tertahan		Sampel I (gram)	Sampel II (gram)
		Sampel I (gram)	Sampel II (gram)		
¾ in	18,1				
½ in	12,7				
3/8 in	9,52				
No. 4	4,76	46,40	39,20	46,40	39,20
No. 8	2,88	248,80	360,00	295,20	399,20
No. 30	0,595	545,60	455,20	840,80	854,40
No. 50	0,297	381,80	389,00	1.222,60	1.243,40
No. 100	0,149	570,40	554,00	1.793,00	1.797,40
No. 200	0,074	113,80	109,00	1.906,80	1.906,40
	<b>TOTAL</b>	1.906,80	1.906,40		

Sumber :Data Pengujian di Lab.Jalan Raya 2012

Tabel-3.9 Data Pemeriksaan Analisa Saringan Filler

Material : Filler Brt Sample : 300 gram  
 Diperiksa di : Laboratorium

Uk. Saringan		Berat Tertahan		Cumulative	
Inch	mm	Sampel I (gram)	Sampel II (gram)	Berat Tertahan	
				Sampel I (gram)	Sampel II (gram)
¾ in	18,1				
½ in	12,7				
3/8 in	9,52				
No. 4	4,76				
No. 8	2,88				
No. 30	0,595				
No. 50	0,297	30,42	31,7	30,42	31,74
No. 100	0,149	22,56	20,8	52,98	52,50
No. 200	0,074	74,16	74,2	127,14	126,72
	<b>TOTAL</b>	127,14	126,72		

Sumber :Data Pengujian di Lab Jalan Raya.2012

### Pemeriksaan Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Tabel-3.10 Data Pemeriksaan Berat Jenis Agg. Kasar

Material : Coarse Agregate (CA)  
 Diperiksa di : Laboratorium

<i>Nomor Contoh</i>	I (gram)	II (gram)	Rata-rata (gram)
Berat benda uji kering oven (BK)	982,00	978,00	980,00
Berat benda uji kering permukaan jenuh (BJ)	1.000,00	1.000,00	1.000,00
Berat benda uji dalam air (BA)	609,00	611,00	610,00

Sumber :Data Pengujian di Lab.Jalan Raya 2012

Tabel 3.11 Data Pemeriksaan Berat Jenis Agg. Sedang

Material : Medium Agregate (CA)  
 Diperiksa di : Laboratorium

<i>Nomor Contoh</i>	I (gram)	II (gram)	Rata-rata (gram)
Berat benda uji kering oven (BK)	971,00	981,00	976,00
Berat benda uji kering permukaan jenuh (BJ)	1.000,00	1.000,00	1.000,00
Berat benda uji dalam air (BA)	618,00	620,00	619,00

Sumber :Data Pengujian Lab.Jalan Raya 2012

Tabel 3.12 Data Pemeriksaan Berat Jenis Agg. Halus

Material : Fine Agregate (FA)  
Diperiksa di : Laboratorium

Nomor Contoh		I (gram)	II (gram)	Rata-rata (gram)
Brk benda uji kering permukaan jenuh	(SSD)	500,00	500,00	500,00
Berat benda uji kering oven	(BK)	494,00	493,00	493,50
Berat picnometer + air	(B)	1.476,00	1.478,00	1.47700
Berat picnometer + air + benda uji	(Bt)	1.795,00	1.810,00	1.802,50

Sumber :Data Pengujian di Lab jalan raya.2012

Tabel-3.13 Data Pemeriksaan Berat Jenis Cangkang Sawit

Material : Cangkang Sawit  
Diperiksa di : Laboratorium

Nomor Contoh		I (gram)	II (gram)	Rata-rata (gram)
Berat benda uji kering oven	(BK)	742,00	713,00	727,50
Berat benda uji kering permukaan jenuh	(BJ)	1.000,00	1.000,00	1.000,00
Berat benda uji dalam air	(BA)	445,00	425,00	435,00

Sumber :Data Pengujian di Lab jalan raya.2012

### Pemeriksaan Elongation Indeks

Tabel-3.14 Data Pemeriksaan Elongation Indeks

#### Sampel I

Analisa Saringan		Berat Sampel (gram) 2000	
No. Saringan	Berat Tertahan (gr)	% Tertahan	Keterangan
3/4"	0		
1/2"	1652	82,60	
3/8"	332,7	16,64	
# 4	15,3	0,77	
Jumlah	2000		
Jumlah berat tertahan diatas 5%			
Jlh berat yg lolos uk. Elongation			

Sumber : Data Pengujian di Lab. jalan raya.2012

## Sampel II

Analisa Saringan		Berat Sampel (gram) 2000	
No. Saringan	Berat Tertahan (gr)	% Tertahan	Keterangan
3/4"	0	0	
1/2"	1616,8	80,84	
3/8"	370,5	18,53	
# 4	12,6	0,63	
Jumlah	1999,9		
Jumlah berat tertahan diatas 5%			
Jlh berat yg lolos uk. Elongation			

Sumber :Data Pengujian di Lab. jalan raya.2012

## Pemeriksaan Flakiness Indeks

Tabel-3.15 Data Pemeriksaan Flakiness Indeks

## Sampel I

Analisa Saringan		Berat Sampel (gram) 2000	
No. Saringan	Berat Tertahan (gr)	% Tertahan	Keterangan
3/4"	0	0	
1/2"	1602,5	80,13	
3/8"	371,3	18,57	
# 4	25,5	1,28	
Jumlah	1999,3		
Jumlah berat tertahan diatas 5%			
Jlh berat yg lolos uk. Flakiness			

Sumber :Data Pengujian di Lab. jalan raya.2012

## Sampel II

Analisa Saringan		Berat Sampel (gram) 2000	
No. Saringan	Berat Tertahan (gr)	% Tertahan	Keterangan
3/4"	0	0	
1/2"	1664,9	83,25	
3/8"	323	16,15	
# 4	11,3	0,57	
Jumlah	1999,9		
Jumlah berat tertahan diatas 5%			
Jlh berat yg lolos uk. Flakiness			

Sumber :Data Pengujian di Lab. jalan raya.2012

### 3.4. Metode Penentuan Dan Pembuatan Sampel

#### Pembuatan sampel tahap I

Sampel yang akan dibuat dan diuji merupakan campuran yang terdiri dari kombinasi agregat kasar, agregat halus, filler, dan aspal. Untuk mendapatkan kadar aspal yang optimum maka pada campuran agregat tersebut dibuat kadar aspal yang berbeda-beda dengan persentase aspal 5,0 % ; 5,5 % ; 6,0 % ; 6,5 % ; 7,0 % dari total campuran. Agar hasil pengujian lebih akurat maka setiap kadar aspal tertentu dibuat sebanyak 5 (lima) sampel, sebagaimana yang disyaratkan pada pengujian marshall untuk jumlah minimum sampel yang akan diuji, sehingga jumlah sampel yang dibuat untuk mendapatkan kadar aspal yang optimum sebanyak  $5 \times 5 = 25$  buah.

#### Pembuatan Sampel tahap II

Setelah kadar aspal optimum (KAO) diperoleh maka sampel yang dibuat lagi dengan campuran agregat kasar, agregat halus, dan *filler* yang persentasenya sama seperti pada sampel tahap I dan menggunakan Kadar Aspal Optimum yang dikombinasikan dengan cangkang sawit dengan perbandingan tertentu.

Untuk mendapatkan hasil pengujian yang lebih akurat, maka untuk setiap kombinasi yang dibuat disediakan 5 (lima) benda uji sebagaimana disyaratkan pada pengujian marshall untuk jumlah sampel minimum yang diuji. Adapun kombinasi antara medium agregat dan cangkang sawit yang digunakan adalah dengan menambahkan cangkang sawit sebanyak 10% - 50% dengan kelipatan 10%, dari persentase medium agregat yang diperoleh. Sehingga jumlah sampel yang akan dibuat untuk penelitian ini adalah sebanyak  $5 \times 5 = 25$  buah

### 3.5. Perencanaan Pembuatan Sampel

#### 3.5.1 Perencanaan Campuran (*Mix Design*)

Campuran laston pada dasarnya terdiri dari agregat kasar, agregat halus, *filler*, dan aspal. Agregat yang digunakan harus memenuhi kriteria metode perencanaan. Setelah dilakukan pemeriksaan gradasi agregat lalu masing-masing fraksi agregat digabung sesuai dengan perbandingan yang diperoleh/direncanakan, sehingga memenuhi gradasi yang diinginkan. Untuk mendapatkan campuran yang diinginkan dilakukan dengan metode coba-coba (*trial and error*).

#### 3.5.2 Perencanaan Campuran Aspal dengan Penambahan Cangkang Sawit

Pembuatan pencampuran *Asphalt Concrete* (AC) dengan cangkang sawit adalah proses pencampuran aspal minyak dengan cangkang sawit di dalam suatu wadah sambil dipanaskan dan diaduk. Adapun langkah-langkah pembuatan aspal ini adalah Persentase kadar aspal yang dipakai adalah Kadar Aspal Optimum (KAO) yang sudah diperoleh dari percobaan sebelumnya dengan tanpa menggunakan cangkang sawit, sedangkan persentase cangkang sawit yang akan digunakan adalah dari berat medium agregat. Aspal yang digunakan adalah jenis penetrasi 60/70 dipanaskan dalam kualifikasi hingga mencapai suhu antara 140<sup>0</sup>C s/d 160<sup>0</sup>C ( Buku 3 Spesifikasi Umum :6-52).

#### Prosedur Pembuatan Dan Pengujian Sampel

Prosedur pembuatan sampel adalah sebagai berikut :

- a. Jumlah bahan percobaan

Bahan percobaan disiapkan tiga sampel untuk setiap kadar aspal.

- b. Persiapan agregat.

Agregat dikeringkan sehingga mencapai berat yang konstan pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$ . ( $221^{\circ}\text{F}$ ) sampai  $110^{\circ}\text{C}$  ( $230^{\circ}\text{F}$ ).

- c. Penentuan temperatur pencampuran dan pemadatan Pada penelitian ini suhu pencampuran  $155^{\circ}\text{C}$  dan suhu pemadatan  $140^{\circ}\text{C}$ . Untuk mendapatkan suhu tersebut, sebelum dicampur agregat dipanaskan sampai suhu  $160^{\circ}\text{C}$  dan aspal dipanaskan hingga suhu  $150^{\circ}\text{C}$ .
- d. Persiapan cetakan dan palu Dengan teliti cetakan sampel percobaan dan lapisan luar palu pemadat dibersihkan dan dipanaskan semuanya dalam bak air mendidih atau pada *hot plate*. Kemudian sepotong filter seukuran bagian bawah cetakan diletakkan pada plat dasar sebelum campuran dimasukkan ke dalam cetakan.
- e. Persiapan campuran Setiap bahan percobaan ditimbang dalam pan terpisah sebanyak yang diperlukan yang bila dipadatkan akan menghasilkan campuran padat setinggi  $65,5 \pm 1,3$  mm dengan berat kira-kira 1220 gr. Pan yang berisi agregat ditempatkan diatas kompor pemanas untuk memanaskan agregat sampai suhu  $160^{\circ}\text{C}$ . Setelah agregat mencapai suhu yang direncanakan, kemudian aspal dimasukkan ke dalam campuran agregat dengan filler dengan berat sesuai perhitungan. Untuk pencampuran agregat dan aspal disarankan menggunakan mixer mekanik atau menggunakan tangan dengan sekop/skrap sebagai alat bantu dengan cepat dan seksama, untuk menghasilkan campuran yang aspalnya terdistribusi merata.
- f. Pemadatan bahan campuran Seluruh campuran dimasukkan dalam cetakan, rojok campuran dengan spatula atau sekop sebanyak 15 kali

disekitar pinggiran dan 10 kali di bagian dalam. Temperatur campuran sebelum dipadatkan harus berada dalam batas temperature pemadatan yang ditentukan dalam poin c. Setelah dirojok, letakkan sepotong filter pada bagian atas cetakan. Campuran kemudian ditumbuk sebanyak 2 x 75 pukulan dengan palu pemadat yang jatuh bebas setinggi 457 mm (18 in).

- g. Pengeluaran sampel Sampel dikeluarkan dengan menggunakan alat *akstrution jack*, kemudian diberi kode pengenal dan dibiarkan sampai dingin. Setelah dingin, sampel ditimbang beratnya dan diukur tingginya.
- h. Perendaman Sampel direndam dalam bak perendam selama  $\pm$  24 jam. Setelah perendaman selama 24 jam, berat sampel dalam kondisi kering permukaan.

### 3.6. Metode Pengujian Sampel

Pengujian sampel dilakukan sesuai dengan prosedur *Marshall Test* yang dikeluarkan oleh ASTM. Peralatan yang digunakan untuk pengujian sampel adalah sebagai berikut :

#### a. Mesin uji Marshall

Alat uji listrik berkekuatan 220 volt yang dirancang untuk memberikan beban pada sampel untuk menguji sampel melalui *Semi Circular Testing Head* dengan kecepatan regangan konstan 51 mm (2 in) permenit. Alat ini dilengkapi dengan sebuah *Proving Ring* yang sudah dikalibrasi untuk menentukan besarnya beban uji yang diberikan, dalam hal ini untuk menguji stabilitas Marshall sampel percobaan. Selain itu alat ini dilengkapi dengan satu *Flow Meter* untuk menentukan regangan pada beban maksimum pengujian.

## b. Water Bath

Dalamnya minimal 150 mm ( 8 in) dan dilengkapi dengan pengontrol suhu  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $140\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 1,8\text{ }^{\circ}\text{F}$ ). *Water bath* harus mempunyai sebuah lubang semu di bawah atau dilengkapi dengan rak untuk meletakkan bahan percobaan paling sedikit 50 mm di atas bagian bawah rak.

### 3.6.1. Penentuan Bulk Specific Gravity Sampel

Pengujian ini dilakukan setelah sampel percobaan telah dipadatkan mencapai suhu kamar. Proses pengujian dilakukan sesuai dengan ASTM Designation D 2726 *Bulk Specific Gravity* campuran padat bahan bitumen dengan menggunakan *Saturated Surface Dry Specimens*.

Pengujian dilakukan dengan menimbang benda uji di udara (dalam keadaan kering udara) dan di dalam air. Perbedaan antara berat benda uji kering permukaan dengan berat benda uji dalam air adalah volume *Bulk Specific Gravity* benda uji ( $\text{cm}^3$ ). Sedangkan *Bulk Specific Gravity* merupakan perbandingan antara benda uji di udara dengan volume *Bulk* benda uji ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ).

### 3.6.2 Pengujian Stabilitas dan Flow

Setelah *Bulk Specific Gravity* sampel percobaan ditentukan, pengujian stabilitas dan flow dilakukan sebagai berikut :

1. Sampel percobaan direndam dalam bak perendam (water bath) pada suhu  $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $140\text{ }^{\circ}\text{CF} \pm 1,8\text{ }^{\circ}\text{F}$ ) selama 40 s/d 60 menit.
2. Permukaan dalam testing head dibersihkan dengan baik. Suhu head harus dijaga dari  $20\text{ }^{\circ}\text{C} - 37,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $70\text{ }^{\circ}\text{F} - 100\text{ }^{\circ}\text{F}$ ) dan digunakan bak air jika perlu. *Guide rod* dilumasi dengan minyak pelumas sehingga bagian atas *testing head* akan meluncur tanpa terjepit. Periksa indikator dial



*proving ring* yang digunakan untuk mengatur beban yang diberikan, apakah sudah tepat menunjukkan angka nol tanpa beban.

3. Jika peralatan pengujian sudah siap, sampel percobaan yang akan diuji diangkat dari *water bath* dan permukaannya dikeringkan dengan hati-hati dan kemudian sampel ditempatkan di bagian bawah tengah dari *testing head*. Posisi bagian atas *testing head* ditempatkan lalu seluruh bagian peralatan pembebanan dibuat di tengah-tengah. Flow meter ditempatkan di atas tanpa *guide rod* dan jarum penunjuknya diatur dalam posisi nol.
4. Alat pembebanan pengujian sampel percobaan dinyalakan pada kecepatan perubahan bentuk yang konstan yaitu sebesar 51 mm (2 in) permenit sampai terjadi *failure* yang ditentukan oleh bacaan maksimum yang dihasilkan. Jumlah total newton (lb) yang diperoleh sehingga
5. mengakibatkan *failure* pada sampel percobaan pada suhu 60 °C (140 °F). dicatat sebagai nilai stabilitas marshall.

Keseluruhan prosedur, baik pengujian stabilitas dan flow yang dimulai dari pemindahan bahan percobaan dari *water bath*, harus diselesaikan dalam waktu 30 detik untuk menghindari turunnya temperatur sampel (60 °C).

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN**

#### **4.1. Analisa**

Dari hasil pengamatan dan pengujian cangkang sawit yang dilakukan ternyata cangkang sawit lebih ringan dari pada material fine agregat begitu juga dengan berat jenis dari material tersebut sangat berbeda, sehingga dalam proses pembuatan cangkang sawit sebagai bahan material jalan raya diadakan pencampuran dengan fine agregat, proporsi cangkang sawit dengan fine agregat antara 10% - 50% dengan kelipatan 10% dari berat fine agregat. Cangkang sawit sebagai limbah ternyata mengandung minyak, saat diadakan pemanasan minyak yang dikandung cangkang sawit keluar sehingga kadar aspal yang direncanakan 6% saat diadakan pencampuran seperti terjadi kelebihan kadar aspal, untuk lebih jelasnya pengaruh campuran cangkang sawit dengan fine agregat sebagai material jalan raya dapat dilihat dari sifat-sifat karakteristik dibawah ini

#### **4.2. Stabilitas**

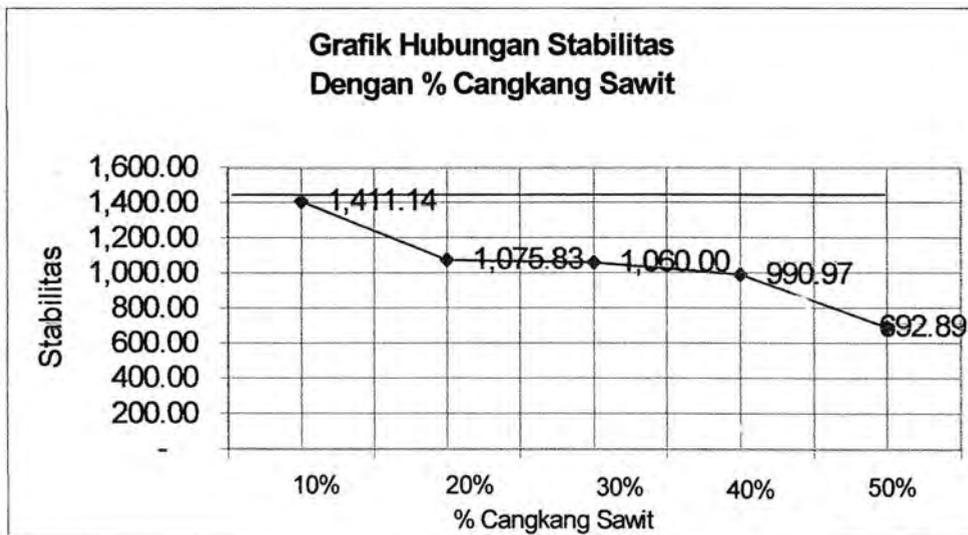
Merupakan beban maksimum yang dibutuhkan untuk menghasilkan keruntuhan dari sampel campuran perkerasan ketika diuji. Stabilitas merupakan salah satu faktor penentu kadar aspal optimum campuran. Dari hasil pengujian dilaboratorium diperoleh dalam taebel 4.1 sebagai berikut

Tabel 4.1. Hasil Percobaan Nilai Stabilitas

% Campuran	Nilai Stabilitas
10	1.411,14 kg
20	1.075,83 kg
30	1.060,00 kg
40	990,97 kg
50	692,89 kg

dapat dilihat dari nilai-nilai diatas ternyata nilai stabilitas dengan penambahan cangkang sawit mengalami penurunan, tetapi nilai-nilai tersebut masih diatas spesifikasi yang diijinkan untuk lalu lintas berat ( $> 550$  kg). Untuk lebih jelasnya penurunan nilai stabilitas pada campuran cangkang sawit dengan fine agregat sebagai material bahan jalan raya dapat dilihat pada grafik berikut :

**Gambar 4.1. Hubungan Stabilitas dengan Campuran Cangkang Sawit dan Fine Agregat**



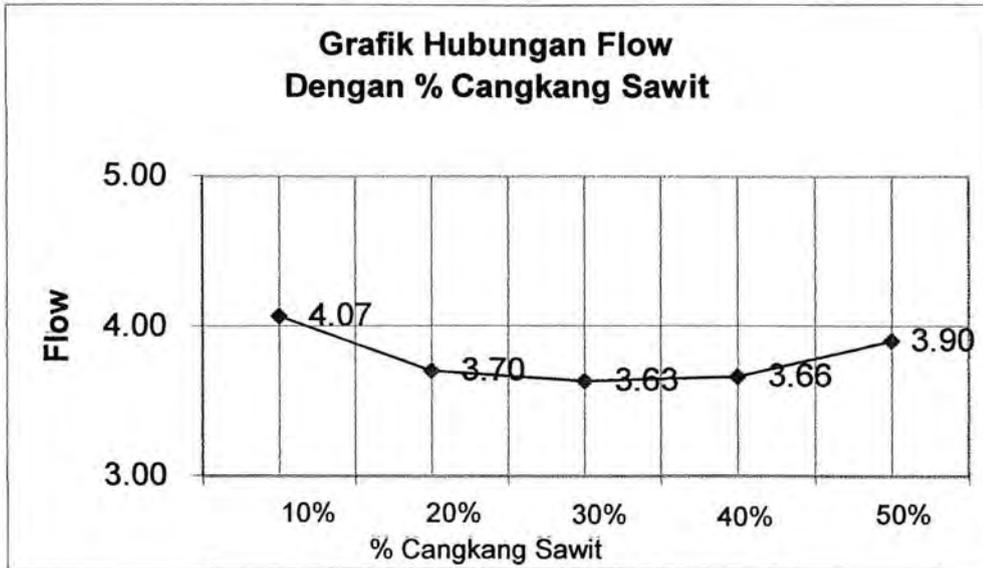
### 4.3 Flow

*Flow* merupakan angka yang menunjukkan total deformasi dalam mm yang terjadi pada sampel padat dari campuran perkerasan hingga mencapai beban maksimum pada saat pengujian stabilitas Marshall. Dari hasil pengujian dilaboratorium diperoleh nilai flow seperti table 4.2 sebagai berikut :

Tabel 4.2 Hasil percobaan nilai flow

% Campuran	Nilai Flow
10	4,07 mm
20	3,70 mm
30	3,63 mm
40	3,66 mm
50	3,99 mm

dari nilai-nilai diatas ternyata pada campuran 10% nilai flow > 4% sedangkan pada campuran 20,30,40,50 nilai flow berada pada 2-4 mm sesuai dengan yang disyaratkan oleh Bina Marga. Pencampuran cangkang sawit dengan fine agregat akan sangat mempengaruhi nilai flow yang didapatkan dari campuran. Untuk lebih jelasnya penurunan nilai stabilitas pada campuran cangkang sawit dengan fine agregat sebagai material bahan jalan raya dapat dilihat pada grafik berikut :



**Gambar 4.2. Hubungan Stabilitas dengan Campuran Cangkang Sawit dan Fine Agregat**

#### 4.4 Void in Mix (VIM)

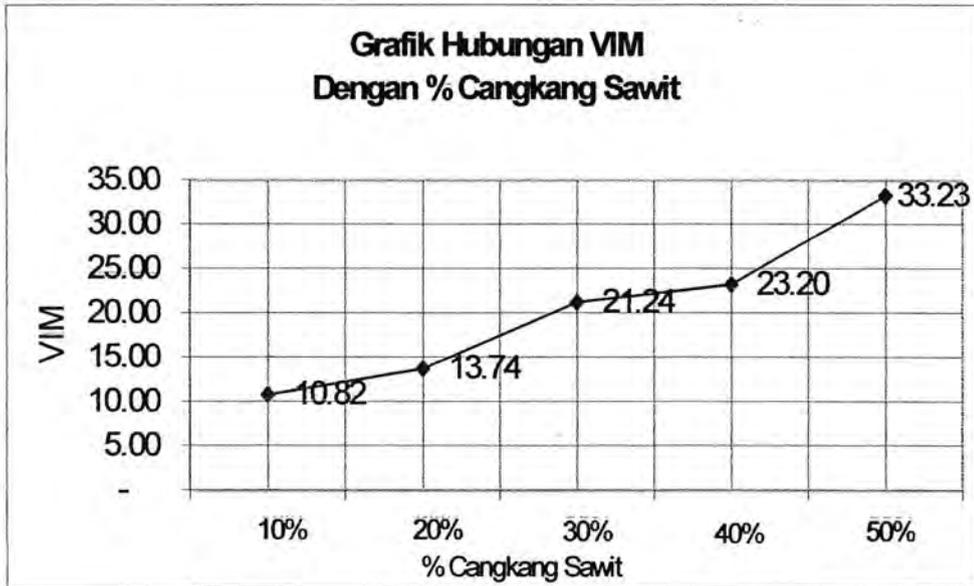
Void in Mix (VIM) adalah persentase rongga udara dalam campuran yang diperoleh dari *Bulk Specific Gravity* campuran perkerasan dan dinyatakan dalam persen (%). Bina Marga (SKBI 2.4.26.1987) mensyaratkan kadar pori dalam campuran untuk perkerasan lapis aspal beton sebesar 3% - 5%. Penambahan campuran cangkang sawit dengan fine agregat pada campuran aspal beton mempengaruhi nilai VIM dari campuran tersebut.

Dari hasil pengujian dilaboratorium diperoleh nilai VIM seperti table 4.3 sebagai berikut :

**Tabel 4.3 Hasil void in Mix (VIM)**

% Campuran	Nilai VIM
10	10,82 %
20	13,74 %
30	21,24 %
40	23,20 %
50	33,23 %

dari hasil diatas pada campuran cangkang sawit dengan fine agregat diperoleh nilai VIM diatas yang disyaratkan. Hal ini mengakibatkan banyaknya rongga udara yang tidak terisi oleh material tersebut sehingga dapat mengakibatkan lapisan tidak kedap air. Untuk lebih jelasnya nilai VIM pada campuran cangkang sawit dengan fine agregat sebagai material bahan jalan raya dapat dilihat pada grafik berikut :



**Gambar 4.3** Hubungan VIM dengan Campuran Cangkang Sawit dan Fine Agregat

#### 4.5 Void in Mineral Aggregate (VMA)

*Void in Mineral Aggregate* menggambarkan ruangan yang tersedia untuk menampung volume efektif aspal (seluruh aspal kecuali yang diserap agregat) dan volume rongga udara yang dibutuhkan untuk mengisi aspal yang keluar akibat beban/tekanan lalu lintas. Semakin bertambah nilai VMA dari campuran semakin bertambah pula ruangan yang tersedia untuk lapisan aspal. Lebih tebal lapisan aspal pada agregat maka daya tahan perkerasan juga cenderung meningkat.

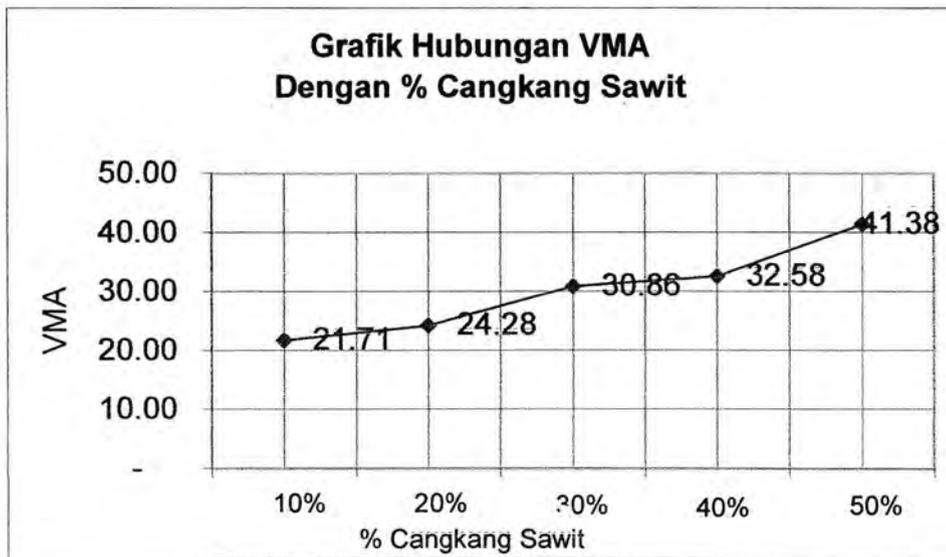
Dari hasil pengujian dilaboratorium diperoleh nilai VMA table 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4.4. Voids in Mineral Agregat (VMA)

% Campuran	Nilai VMA
10	21,71 %
20	24,28 %
30	30,86 %
40	32,58 %
50	41,38 %

dari data diatas diperoleh nilai VMA diatas yang disyaratkan >14%. Untuk lebih jelasnya nilai VMA pada campuran cangkang sawit dengan fine agregat sebagai material bahan jalan raya dapat dilihat pada grafik berikut :

**Gambar 4.4 Hubungan VMA dengan Campuran Cangkang Sawit dan Fine Agregat**



#### 4.6.Void Filled With Asphalt (VFA)

Rongga udara yang terisi aspal adalah merupakan persen (%) volume rongga di dalam agregat yang terisi oleh aspal. Untuk mendapatkan suatu campuran yang awet dan mempunyai tingkat oksidasi yang rendah maka pori di antara agregat harus terisi oleh aspal yang cukup untuk membentuk lapisan aspal beton yang tebal.

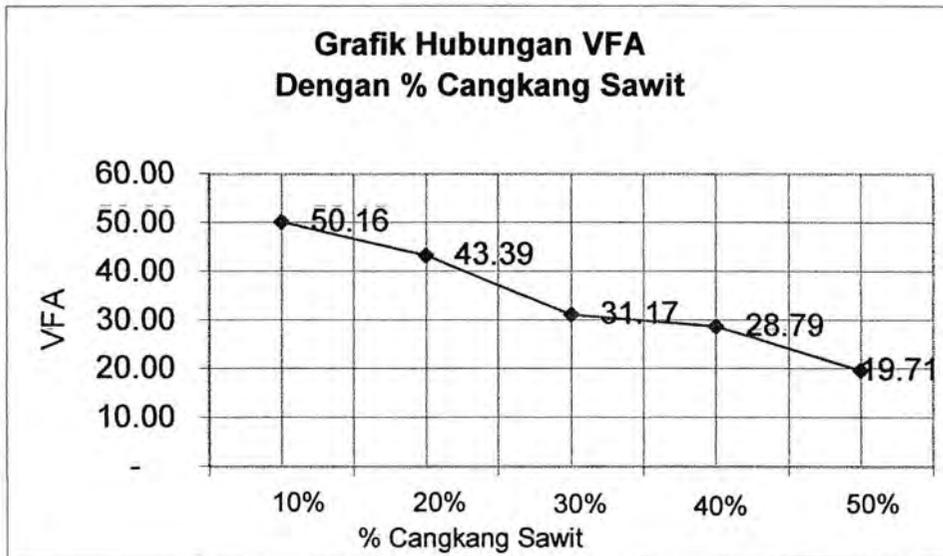
Dari hasil pengujian dilaboratorium diperoleh nilai VFA pada table 4.5 sebagai berikut :

Tabel 4.5. Nilai Void Fillet with aspahalt (VFA)

% Campuran	Nilai VFA
10	50,16 %
20	43,39 %
30	31,17 %
40	28,79 %
50	19,71 %

dari data diatas diperoleh nilai VFA lebih kecil dari yang disyaratkan oleh Bina Marga (>65%). Untuk lebih jelasnya nilai VFA pada campuran cangkang sawit dengan fine agregat sebagai material bahan jalan raya dapat dilihat pada grafik berikut :

**Gambar 4.5. Hubungan VFA dengan Campuran Cangkang Sawit dan Fine Agregat**



#### 4.7. Marshall Quotient (MQ)

*Marshall Quotient* diperoleh dari hasil perbandingan antara stabilitas dan flow yang merupakan indikator kelenturan terhadap keretakan perkerasan. Nilai  $MQ < 200 \text{ kg/mm}$  menunjukkan campuran lembek dan kurang stabilitasnya atau perkerasan terlalu lentur, sedangkan untuk nilai  $MQ > 500 \text{ kg/mm}$  menunjukkan perkerasan terlalu kaku.

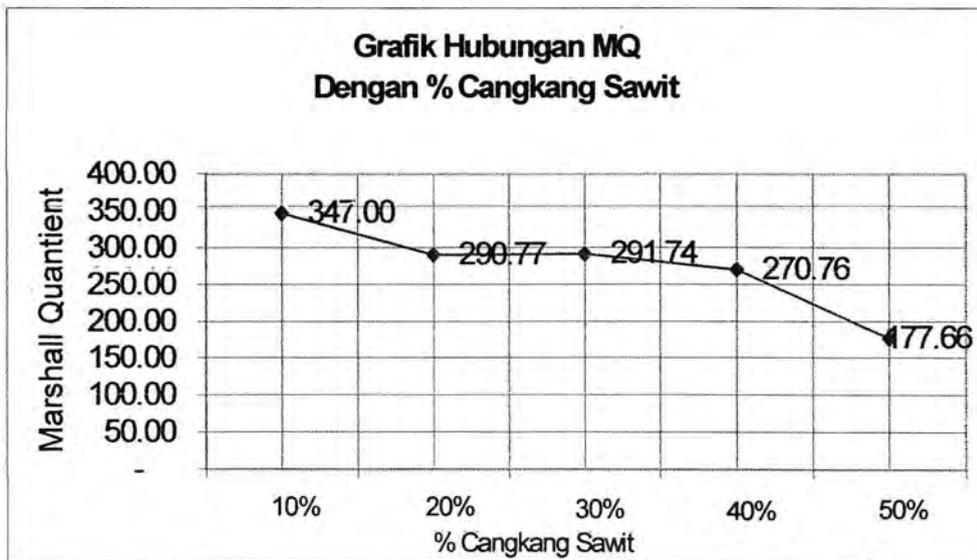
Dari hasil pengujian dilaboratorium diperoleh nilai MQ seperti table 4.6 berikut

Tab4.6. : Hasil Percobaan Marshall Qoutient (MQ)

% Campuran	Nilai MQ
10	347,00
20	290,77
30	291,74
40	270,76
50	177,66

dari data diatas diperoleh nilai MQ sesuai dengan yang disyaratkan oleh Bina Marga (250 kg/mm – 500 kg/mm). Untuk lebih jelasnya nilai MQ pada campuran cangkang sawit dengan fine agregat sebagai material bahan jalan raya dapat dilihat pada grafik berikut :

**Gambar 4.6.Hubungan MQ dgn Campuran Cangkang Sawit dan Fine Agregat**



Sumbedr: Analisa data 2012

## BAB V

### KESIMPULAN & SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan penelitian yang dilakukan di Laboratorium dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari penelitian yang diperoleh bahwa pencampuran cangkang sawit dengan material fine agregat sebagai bahan pengganti sebahagian dari fine agregat material jalan raya pada campuran aspal beton, memiliki pengaruh bila ditinjau dari sifat-sifat Marshall yaitu terhadap stabilitas, flow, VIM, VMA, VFA dan Marshall Quotient.
2. Dengan membandingkan campuran tanpa menggunakan cangkang sawit ternyata nilai stabilitas dari campuran mengalami penurunan tetapi masih dalam batas yang disyaratkan oleh Bina Marga. Hal ini berarti pencampuran cangkang sawit dengan material fine agregat dapat digunakan sebagai bahan material jalan raya.
3. Melalui hasil pemeriksaan Marshall Test dapat kita lihat yaitu campuran cangkang sawit dengan fine agregat antara penggunaan 20% s/d 30% yang dapat memenuhi nilai-nilai yang disyaratkan oleh Bina Marga, ditinjau dari nilai stabilitas, kelelahan (flow), VIM dan MQ.

## 5.2.Saran

1. Penggunaan campuran cangkang sawit dan fine agregat sebagai bahan campuran pada perkerasan jalan raya yang disarankan penggunaan 20% s/d 30% dari berat fine agregat, dengan persentase tersebut diperoleh nilai-nilai stabilitas, kelelahan (*flow*), VIM, MQ sesuai yang disyaratkan oleh Bina Marga.
2. Untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti perlu dilakukan kembali penelitian dengan variasi campuran cangkang sawit dengan fine agregat yang lebih kecil lagi, juga perlu dilakukan penelitian terhadap sifat kimia dari cangkang sawit itu sendiri.
3. Penelitian lebih lanjut yang dapat dilakukan selain terhadap sifat kimia juga dapat dilakukan analisa nilai ekonomis penggunaan cangkang sawit sebagai bahan campuran dari fine agregat.
4. Melalui Penelitian ini, penulis menyarankan adanya penelitian perilaku cangkang sawit terhadap agregat dan tanah ekspansif. Karena melalui kesimpulan bahwa penggunaan cangkang tidak bisa pada perkerasan di jalan perkotaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bowles Joese E,1991.” Sifat-sifat fisis dan Geoteknik tanah” penerbit Erlangga Bandung.
- Clarkson HOGlesby R. Gary Hicks, 1996 “Teknik Jalan Raya” Edisi ke 4 Jakarta Erlangga.
- Djoko .Untung Ir. 2009 “Konstruksi Jalan Raya” Penerbit Badan Pekerjaan Umum.
- Hardiyatmo Hary Christady 2008 ” Geoteknik Untuk Jalan Rekayasa Jalan Raya” Gajah Mada University Pres.

**DAFTAR KARTU KENDALI KEGIATAN PELAKSANAAN PENELITIAN HIBAH**

**DIPA-UMA DOSEN SKIM PEMULA 2012**

NO	BULAN	MINGGU	URAIAN KEGIATAN	KETERANGAN
1	April 2012	I	Persiapan dan pembuuatan proposal	
		II	Pengusulan proposal penelitian	
		III	Penyetujuan judul peneletian	
		IV	Persiapan penelitian Persiapan dan penjajakan literature Kunjungan laboratorium dalam persiapan penelitian	
2	Mei 2012	I	Kunjungan kepabrik sawit di Kisaran	
		II	Kunjungan laboratorium Adi Karya Persiapan material	
		III	Kunjungan ke Pabrik sawit di Kisaran serta persediaan bahan agregat dan material penelitian	
		IV	Pelaksanaan penelitian dimulai	
3	Juni 2012	I	Pelaksanaan penelitian dilaboratorium Kunjungan Adi Karya di Patumbak	
		II	Pelaksanaan penelitian Studi literature dan pustaka	
		III	Pelaksanaan penelitian dilaboratorium	
		IV	Pelaksanaan penelitian dilaboratorium	
4	Juli 2012	I	Pelaksanaan penelitian dilaboratorium Analisa dan pengolahan data	
		II	Pelaksanaan penelitian dilaboratorium Pengolahan dan analisa data	
		III	Pengolahan dan analisa data	
		IV	Pelaksanaan penelitian dilaboratorium selesai Pengolahan data dan analisa laporan Pembuatan laporan hasil penelitian Penggandaan laporan penelitian	

Medan, November 2012

Ir.Kamaluddin Lubis .MT

## Lampiran I.

### Tabel Kombinasi Agregat

Jenis Material		% Lolos Analisa Saringan									Keterangan
		3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No.30	No.50	No.100	No.200	
CA 3/4"		100	67,56	39,86	5,24						
MA 1/2"		100	100	98,18	74,21	41,26	5,06	3,55	2,1	1,02	
FA 3/8"		100	100	100	97,86	84,64	57,62	37,85	10,24	4,67	
Filler		100	100	100	100	100	100	89,64	82,42	57,69	
<b>Combined</b>	<b>%</b>										
CA 3/4"	32	32,00	21,62	12,76	1,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
MA 1/2"	37	37,00	37,00	36,33	27,46	15,27	1,87	1,31	0,78	0,38	
FA 3/8"	21	21,00	21,00	21,00	20,55	17,77	12,10	7,95	2,15	0,98	
Filler	10	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	8,96	8,24	5,77	
Total	100	100,00	89,62	80,08	59,69	43,04	23,97	18,23	11,17	7,13	
Spec		<b>100</b>	<b>80 - 100</b>	<b>70 - 90</b>	<b>50 - 70</b>	<b>35 - 50</b>	<b>18 - 29</b>	<b>13 - 23</b>	<b>8 - 16</b>	<b>4 - 10</b>	

PENGUJIAN MARSHALL TEST DENGAN CAMPURAN CANGKANG SAWIT

% AC	% Agg	Spec HT cm	Spec Vol cm <sup>3</sup>	Weight Of Sample (gr)			Bulk Vol G	Bulk Density H	Max Theor Density I	Vol. % Of Total				% Voids in Mineral Agg M	% Voids in Mix N	Voids Filled With Asphalt O	Absorb Pba	% Eff. AC By Mix Pbe	Stability (Kg)				Flow (mm) S	Marshall Quotient Kg/mm
				Dry D	SSD E	In Wtr F				Eff. AC J	Aggregate K	Air Void L	Reading P						Mens Q	Cor. fact. R	Adjust R			
% AC By WT Of Mix (Pb)	B	C																						
6.00	94.00	7.13	559.71	1,198.20	1,218.20	653.00	565.20	2.12																
6.00	94.00	6.96	546.36	1,182.00	1,192.00	653.00	539.00	2.19																
6.00	94.00	7.08	555.78	1,182.00	1,197.00	677.00	520.00	2.27																
								2.20	2.46	12.89	76.29	10.82	21.71	10.82	50.16	0.99	5.07				1,411.14	4.07	347.00	
6.00	94.00	7.83	598.96	1,182.60	1,189.60	640.00	549.60	2.15																
6.00	94.00	7.36	577.78	1,183.20	1,188.20	622.00	566.20	2.09																
6.00	94.00	7.35	576.98	1,182.50	1,191.50	636.00	555.50	2.13																
								2.12	2.46	12.47	73.79	13.74	24.28	13.74	43.39	0.99	5.07				1,075.83	3.70	290.77	
6.00	94.00	7.50	588.75	1,193.40	1,208.40	584.00	624.40	1.91																
6.00	94.00	7.60	596.60	1,187.60	1,209.60	620.00	589.60	2.01																
6.00	94.00	7.70	604.45	1,188.60	1,206.60	578.00	628.60	1.89																
								1.94	2.46	11.38	67.37	21.24	30.86	21.24	31.17	0.99	5.07				1,060.00	3.63	291.74	
6.00	94.00	7.20	565.20	1,188.40	1,203.40	650.00	553.40	2.15																
6.00	94.00	7.50	588.75	1,188.70	1,200.70	495.00	705.70	1.68																
6.00	94.00	7.70	604.45	1,189.50	1,198.50	552.00	646.50	1.84																
								1.89	2.46	11.10	65.70	23.20	32.56	23.20	28.79	0.99	5.07				990.97	3.66	270.78	
6.00	94.00	7.50	588.75	1,192.30	1,208.30	472.00	736.30	1.62																
6.00	94.00	7.30	573.05	1,189.50	1,200.50	450.00	750.50	1.58																
6.00	94.00	7.70	604.45	1,190.20	1,198.20	509.00	689.20	1.73																
								1.64	2.46	9.65	57.12	33.23	41.38	33.23	19.71	0.99	5.07				692.89	3.90	177.66	

Kalibrasi alat : 12,358x+22,623

60/70	Agg. Temperature	160 °C
1.022	Asphalt Temperature	150 °C
2.636	Mix Temperature	155 °C
2.705	Compacted Temperature	130 °C
	Test Temperature	60 °C

PENGUJIAN MARSHALL TEST UNTUK MENENTUKAN KAO

% AC	% Agg	Spec HT cm	Spec Vol cm <sup>3</sup>	Weight Of Sample (gr)			Bulk Vol G	Bulk Density H	Max Theor Density I	Vol. % Of Total			% Voids In Mineral Agg M	% Voids In Mix N	Voids Filled With Asphalt O	Absorb Pba	% Eff. AC By Mix Pbe	Stability (Kg)				Flow (mm) S	Marshall Quotient Kg/mm
				Dry D	SSD E	In Wtr F				Eff. AC J	Agregate K	Air Void L						Reading P	Mens Q	Cor. fact. R	Adjust R		
5.00	95.00	6.50	510.25	1,147.00	1,158.50	662.00	496.50	2.31										128	1,604.45	1.00	1,604.45	3.20	
5.00	95.00	6.60	518.10	1,149.40	1,159.80	672.00	487.90	2.36										170	2,123.48	1.00	2,123.48	3.75	
5.00	95.00	6.70	525.95	1,139.50	1,139.90	661.00	458.90	2.48										155	1,938.11	0.96	1,880.59	3.55	
								2.38	2.50	11.66	83.69	4.65	14.12	4.65	67.07	0.99	4.06				1,862.84	3.50	532.24
5.50	94.50	6.60	518.10	1,143.50	1,144.10	658.00	486.10	2.35										125	1,567.37	1.00	1,567.37	3.70	
5.50	94.50	6.63	520.46	1,142.70	1,143.00	668.00	475.00	2.41										165	2,061.69	1.00	2,061.69	3.40	
5.50	94.50	6.50	510.25	1,139.50	1,139.70	665.00	474.70	2.40										135	1,690.95	1.00	1,690.95	3.80	
								2.39	2.48	12.84	83.36	3.80	14.46	3.80	73.74	0.99	4.57				1,773.34	3.63	488.08
6.00	94.00	6.82	535.37	1,141.50	1,142.70	662.00	480.70	2.37										120	1,505.58	0.93	1,400.19	3.40	
6.00	94.00	6.64	521.24	1,147.00	1,147.00	663.00	484.00	2.37										135	1,690.95	1.00	1,690.95	3.80	
6.00	94.00	6.60	518.10	1,129.50	1,130.00	660.00	470.00	2.40										135	1,690.95	1.00	1,690.95	3.90	
								2.38	2.46	13.99	82.80	3.22	15.04	3.22	78.61	0.99	5.07				1,594.03	3.70	430.82
6.50	93.50	6.40	502.40	1,146.70	1,150.70	665.00	485.70	2.36										154	1,925.76	1.04	2,002.79	3.80	
6.50	93.50	6.60	518.10	1,153.60	1,158.40	663.00	495.40	2.33										145	1,814.53	1.00	1,814.53	3.50	
6.50	93.50	6.70	525.95	1,157.00	1,167.20	660.00	507.20	2.28										142	1,777.46	0.96	1,706.36	3.80	
								2.32	2.44	14.78	80.32	4.91	17.58	4.91	72.09	0.99	5.58				1,841.23	3.70	497.63
7.00	93.00	6.70	525.95	1,151.70	1,168.40	660.00	508.40	2.27										145	1,814.53	0.96	1,741.95	4.20	
7.00	93.00	6.65	522.03	1,162.00	1,179.80	661.00	518.80	2.24										149	1,863.97	1.00	1,863.97	4.10	
7.00	93.00	6.80	533.80	1,166.70	1,182.90	662.00	520.90	2.24										130	1,629.16	0.96	1,564.00	3.65	
								2.25	2.43	15.40	77.30	7.30	20.68	7.30	64.69	0.99	6.08				1,723.30	3.98	432.63

Kalibrasi alat : 12,358x+22,623

be	60/70	Agg. Temperature	180 °C
T)	1.022	Asphalt Temperature	150 °C
(U)	2.636	Mix Temperature	155 °C
v)	2.705	Compacted Temperature	130 °C
		Test Temperature	60 °C