

**LAPORAN AKHIR HASIL PENELITIAN**  
**PROGRAM STUDI/JURUSAN TEKNIK SIPIL/FAKULTAS TEKNIK**

**TEMA**

*Material dan Struktur yang Adaptif Terhadap Bencana*

**JUDUL PENELITIAN**

*Studi Karakteristik Perkerasan HRS-WC Menggunakan Aspal Minyak dan Penambahan Aditif Lateks*

**TIM PENGUSUL**

*Ir. Sakti Adji Adisasmita, M.Si, M.Eng.Sc., Ph.D*

**NIDN : 0022046402**

*Dr. Ir. H. Nur Ali, MT*

**NIDN : 0005014901**

*Dr. A. Arwin Amiruddin, ST, MT*

**NIDN : 0026127902**

*Ir. H. Iskandar Renta, MT (Mahasiswa S3/Alm.)*

**NIDN : 0020125101**



**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**Desember 2012**

**LAPORAN AKHIR HASIL PENELITIAN**  
**PROGRAM STUDI/JURUSAN TEKNIK SIPIL/FAKULTAS TEKNIK**

**TEMA**

***Material dan Struktur yang Adaptif Terhadap Bencana***

**JUDUL PENELITIAN**

***Studi Karakteristik Perkerasan HRS-WC Menggunakan Aspal Minyak dan Penambahan Aditif Lateks***

**TIM PENGUSUL**

***Ir. Sakti Adji Adisasmita, M.Si, M.Eng.Sc., Ph.D***

***Dr. Ir. H. Nur Ali, MT*** ✓

***Dr. A. Arwin Amiruddin, ST, MT***

***Ir. H. Iskandar Renta, MT (Mahasiswa S3/Alm.)***

**NIDN : 0022046402**

**NIDN : 0005014901**

**NIDN : 0026127902**

**NIDN : 0020125101**



**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**Desember 2012**

**HALAMAN PENGESAHAN**

Judul Penelitian :		<b>Studi Karakteristik Perkerasan HRS-WC Menggunakan Aspal Minyak dan Penambahan Aditif Lateks</b>
1.	Judul Penelitian	<b>Studi Karakteristik Perkerasan HRS-WC Menggunakan Aspal Minyak dan Penambahan Aditif Lateks</b>
2.	Ketua Peneliti	
	a. Nama Lengkap	<b>Ir. Sakti Adji Adisasmita, M.Si, M.Eng.Sc, Ph.D</b>
	a. Jenis Kelamin	Laki-laki
	b. NIP/NIK	<b>196404221993031001</b>
	c. NIDN	<b>0022046402</b>
	d. Jabatan Fungsional	<b>Lektor Kepala</b>
	e. Jabatan Struktural	<b>Kepala Laboratorium Rekayasa Transport</b>
	f. Fakultas/Jurusan	<b>Fakultas Teknik/Jurusan Teknik Sipil</b>
	g. Pusat Penelitian	<b>Laboratorium Jalan dan Aspal Unhas</b>
	h. Alamat Institusi	<b>Jl. Perintis Kemerdekaan Km.10 Unhas</b>
	i. Telp/Faks/E-mail	<b>08179842957/0411-580505/adjiadisasmita@yahoo.com</b>
	Waktu Penelitian	Tahun ke 1 (satu) Dari Rencana 3 (tiga) tahun
	Biaya Diusulkan ke Unhas	
	a. Tahun pertama	Rp. 75.000.000,-
	b. Tahun kedua	Rp. 75.000.000,-
	c. Tahun ketiga	Rp. 75.000.000,-
	Biaya dari Institusi lain/Mitra	Rp. -

Makassar, 30 Nopember 2012

Ketua Tim Peneliti



**Mengetahui,  
Dekan**

**( Dr-Ing. Ir. Wahyu Haryadi Piarah, MSME )  
NIP. 19600302 198609 1 001/NIDN. 0002036004**

**( Ir. Sakti Adji Adisasmita, M.Si, M.Eng.Sc, Ph.D )  
NIP. 19640422 199303 1 001/NIDN. 0022046402**

**Mengetahui.**

**Ketua LP2M**

**Universitas Hasanuddin**

**( Prof. Dr. Ir. Sudirman, M.Pi )**

**NIP. 19641212 198903 1 004**

## DAFTAR ISI

	Hal
<b>SAMPUL</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	
<b>DAFTAR ISI</b>	
<b>ABSTRAK</b>	
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah .....	I-2
1.3 Maksud dan Tujuan .....	I-2
1.4 Batasan Masalah.....	I-3
1.5 Penerapan Hasil Kegiatan Penelitian .....	I-4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Perkerasan Lentur.....	II-1
2.2 Hot Roller Sheet(HRS) .....	II-3
2.3 Bahan <i>additive</i> (Lateks).....	II-5
2.4 Campuran HRS-WC .....	II-10
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	III-1
3.2 Metodologi pengumpulan Data.....	III-2
3.3 Pengujian Mix Design.....	III-5
3.3.1 Penentuan Jumlah Benda Uji.....	III-5
3.3.2 Rancangan Agregat Gabungan.....	III-6
3.3.3 Pembuatan Benda Uji dan Penentuan KAO.....	III-8
3.3.4 Rancangan Campuran dengan Variasi Karet....	III-9
3.3.5 Pengujian Dengan Alat Marshall.....	III-10
3.4 Mix Design Metode Marshall.....	III-11

3.5	Penentuan Berat Jenis dan Penyerapan Campuran.	III-11
3.6	Karakteristik Metode <i>Marshall</i> .....	III-11
3.7	Pengujian <i>Marshall Immersion</i> .....	III-13

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

4.1	Hasil Pemeriksaan .....	IV-1
4.1.1	Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat.....	IV-1
4.1.2	Hasil Pemeriksaan Sifat Bahan Aspal Minyak...	IV-2
4.1.3	Penentuan Gradasi Campuran.....	IV-4
4.2	Hasil Pengujian dengan Metode <i>Marshall</i> .....	IV-6
4.2.1	Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas.....	IV-6
4.2.2	Hubungan Kadar Aspal dengan Flow.....	IV-8
4.2.3	Hubungan Kadar Aspal dengan MQ.....	IV-9
4.2.4	Hubungan Kadar Aspal dengan VIM.....	IV-10
4.2.5	Hubungan Kadar Aspal dengan VMA.....	IV-11
4.2.6	Hubungan Kadar Aspal dengan VFB.....	IV-12
4.3	Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO).....	IV-13
4.3.1	Kadar Aspal Optimum dengan Kadar Karet 0%..	IV-13
4.3.2	Kadar Aspal Optimum dengan Kadar Karet 6%..	IV-14
4.3.3	Kadar Aspal Optimum dengan Kadar Karet 7%..	IV-14
4.3.4	Kadar Aspal Optimum dengan Kadar Karet 8%..	IV-15
4.3.5	Pengujian <i>Marshall Immersion</i> pada KAO.....	IV-17

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1	Kesimpulan.....	V-1
5.2	Saran .....	V-1

#### **BAB VI JADWAL PELAKSANAAN**

6.1	Pelaksanaan Kegiatan .....	VI-1
6.2	Organisasi Tim .....	VI-1
6.3	Jadwal Kegiatan dan Rencana Luaran.....	VI-1

## **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

**Lampiran 1. Rekapitulasi Penggunaan Dana**

**Lampiran 2. Pemeriksaan Agregat**

**Lampiran 3. Dokumentasi**

**Lampiran 4. Paper Simposium Nasional (Konteks 6 Trisakti Jakarta)**

**Lampiran 5. Paper Jurnal Nasional (Sementara di Rivew)**

## ABSTRAK

Hot-Rolled Sheet - wearing course is a mixture of concrete asphalt using the grading gap with content of coarse aggregate, fine aggregate and has high asphalt content then finding the nature changing of the asphalt mixture obtained by adding natural rubber type of lump with 55% dry rubber content of the materials added to asphalt. This study aims to determine the effect of added rubber content to the oil asphalt and effect of addition to the characteristics Marshall of mixed Hot-Rolled Sheet -Wearing Course (HRS-WC). From the results of testing the physical properties of bitumen pen 60/70 with the addition of rubber content of 6%, 7% and 8% of the total weight of the mixture, it is known that the addition of rubber content causes a decrease in the density of asphalt, decrease the flash point temperature and burning point asphalt, asphalt penetration impairment, impairment of ductility and an increase in temperature of the asphalt softening point bitumen. To test the performance of a mixture of hot rolled sheet-wearing course, research has conducted in the laboratory by making the test specimens as many as 45 pieces with 5 variations in bitumen content with 3 variations addition of rubber content for each bitumen content. Results were obtained by the characteristics Marshall of mixed HRS-WC with a value ranging from 1102.60 kg Marshal stability - 1285.55 kg, the flow between 3.07mm - 4.80 mm, Marshall quotient of 248.79 kg / mm - 378.74 kg / mm, the void in the mix is obtained between 4.05% - 12.51%, voids in mineral aggregate values obtained between 16:11% -19.35%, and the void filled in bitumen ranges from 35.38% - 75.04 From each of the rubber content of 0%, 6%, 7% and 8% was found that optimum bitumen content is 5.93%, 5.80% ,5.70%, and 5.57%, respectively.

**Kata-kunci:** *Hot Rolled Sheet, Optimum Asphalt Content, Natural Rubber, Marshall.*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Peningkatan jumlah kendaraan yang memenuhi ruas-ruas jalan, secara langsung akan mempengaruhi beban lalu lintas yang dipikul oleh jalan ditambah lagi kondisi iklim tropis di Indonesia yang menyebabkan suhu dan cuaca yang selalu berubah-ubah sehingga menjadi salah satu penyebab sering terjadi kerusakan dini pada lapisan perkerasan. Kondisi tersebut, selain penampilan dari permukaan yang kurang memuaskan, juga masalah layanan yang tidak sesuai dengan umur rencana (Sukirman, 2003).

Pemanfaatan aspal di Indonesia dapat diterapkan secara meluas melalui program pembinaan jalan. Pada tahun 1980-an Bina Marga mengembangkan campuran aspal yang dikenal dengan Lapis Tipis Aspal Beton (LATASTON) atau *Hot Roller Sheet* (HRS) yang diyakini dapat menghasilkan jalan dengan kelenturan dan keawetan yang cukup baik. Campuran aspal menjadi tahan retak, akan tetapi terjadi kerusakan berupa perubahan bentuk timbulnya alur plastic yang tidak dapat dihindarkan. Kerusakan jalan ini semakin parah dan berkembang dengan cepat terutama pada jalan-jalan dengan lalu lintas padat.

Melalui penelitian ini, akan dicoba melihat bagaimana karakteristik campuran HRS-WC jika menggunakan karet alam (*lump*) sebagai bahan tambah aspal. HRS merupakan campuran aspal beton menggunakan gradasi senjang dengan kandungan agregat kasar dan agregat halus dan memiliki kandungan aspal yang tinggi, sehingga dibutuhkan mutu campuran beraspal yang baik. Penggunaan karet diharapkan mampu meningkatkan mutu campuran beraspal, dimana fungsi karet pada campuran dapat berperan sebagai bahan stabilitas aspal.



Penggunaan aspal karet dalam pembuatan campuran HRS-WC merupakan salah satu upaya meningkatkan kinerja lapis perkerasan jalan. Jadi, berdasarkan uraian tersebut diatas, kemudian dijadikan latar belakang untuk mengadakan penelitian di laboratorium dan menuliskannya dalam bentuk tugas akhir yang berjudul: "**Pengaruh Penambahan Karet terhadap Karakteristik Campuran Aspal Hot Roller Sheet-Wearing Course (HRS-WC)**".

## 1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang diteliti pada pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh penambahan karet dalam campuran *hot rolled sheet-wearing course* pada campuran beraspal.
2. Apakah penggunaan aspal karet sebagai bahan pengikat dalam campuran *hot rolled sheet-wearing course* dapat memenuhi syarat teknik perkerasan.

## 1.3 Maksud dan Tujuan

### 1.3.1 Maksud

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisis karakteristik dari campuran *Hot Roller Sheet-Wearing Course (HRS-WC)* yang menggunakan karet sebagai bahan tambah aspal.

### 1.3.2 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini dibagi dalam 3 tahap berdasarkan tahun penelitian adalah :

1. **Tahun ke-1**, untuk mengetahui pengaruh penambahan karet sebagai bahan tambah pada aspal minyak terhadap karakteristik Marshall campuran *Hot Roller Sheet-Wearing Course (HRS-WC)*.

2. **Tahun ke-1**, untuk menentukan kadar aspal optimum campuran *Hot Roller Sheet-Wearing Course* dengan berbagai variasi kadar karet sebagai bahan tambah aspal minyak.
3. **Tahun ke-2**, untuk mengetahui dan menentukan efek dari kadar aspal optimum (KAO) apabila dibuat campuran HRS-WC dan dihampar secara full scale.
4. **Tahun ke-3**, untuk mengetahui dan menentukan pengaruh skid resistance akibat beban gesek kendaraan pada campuran HRS-WC.

#### 1.4 Batasan Masalah

Demi tercapainya penelitian diperlukan suatu batasan dalam penulisan agar pembahasannya tidak meluas sehingga tujuan dari penulisan dapat tercapai dan dipahami. Adapun ruang lingkup penulisan yang dijadikan sebagai batasan dalam penulisan adalah :

1. Penelitian dilakukan pada skala laboratorium.
2. Sumber campuran beton aspal yang dipakai pada penelitian terdiri dari :
  - a. Aspal minyak penetrasi 60/70 dari gudang aspal Baddoka, Makassar.
  - b. Agregat yang digunakan berasal dari Sungai Bili-Bili Kecamatan Parangloe hasil *stone crusher* PT. Bima Moriesya Anugrah.
  - c. Bahan karet yang digunakan berasal dari PT. London Sumatera Kabupaten Bulukumba, Sulawesi Selatan.
3. Pengujian dilakukan terhadap aspal dan campuran HRS-WC dengan variasi kadar karet 6%, 7% dan 8%.
4. Pengujian karakteristik Marshall campuran meliputi : kadar rongga dalam agregat (VMA), kadar rongga dalam campuran (VIM), kadar rongga dalam aspal (VFB), *Marshall Quotient* (MQ), stabilitas, kelelahan (*flow*) dan kadar aspal optimum (KAO).

## 1.5 Penerapan Hasil Kegiatan Penelitian

Hasil Kegiatan penelitian ini dapat diterapkan dan dilakukan dalam bentuk sebagai berikut:

- (1) Meminimalisasi kerusakan jalan dikarenakan peningkatan jumlah kendaraan dan pengaruh iklim tropis di Indonesia dimana terdiri dari 2 (dua) musim yaitu, musim hujan dan kemarau yang tentu saja akan mempengaruhi kualitas dari lapisan perkerasan jalan sehingga hal ini dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi nasional;
- (2) Lapis Tipis Aspal Beton (LATASTON) atau *Hot Roller Sheet* (HRS) dari hasil riset mengidentifikasi bahwa dapat meningkatkan kelenturan dan keawetan jalan sehingga tahan terhadap retak dan ini mampu menurunkan tingkat kecelakaan pada saat terjadi hujan serta mampu mengurangi kebisingan akibat pengaruh gesekan ban kendaraan dengan permukaan jalan;
- (3) Penggunaan bahan tambah aditif latex (karet) dapat meningkatkan mutu campuran beraspal, dimana fungsi karet pada campuran dapat berperan sebagai bahan stabilitas aspal.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Landasan Konseptual Sistem Perkerasan Jalan

#### (1) Perkerasan Lentur

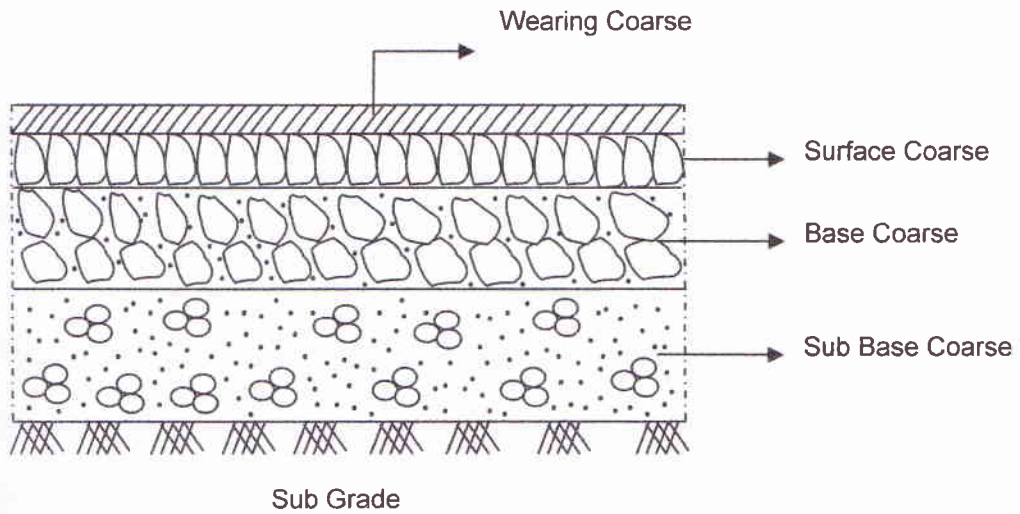
Perkerasan jalan adalah jalur tanah (trase) yang diberi bahan perkerasan dari material yang keras seperti batu-batuan sehingga roda kendaraan yang bekerja di atasnya tidak mengalami penurunan/ deformasi. Tujuan utama struktur perkerasan adalah untuk mengurangi tegangan akibat beban roda sehingga mencapai tingkat yang dapat diterima oleh tanah yang menyokong perkerasan tersebut.

Struktur perkerasan lentur (Gambar 2.1), umumnya terdiri dari 4 lapis (Sukirman, 1995) yang terdiri dari :

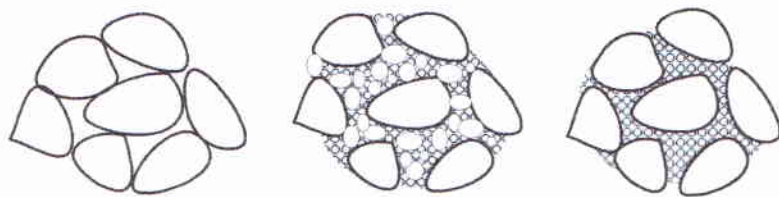
1. Lapis pondasi bawah
2. Lapis pondasi atas
3. Lapis permukaan
4. Lapisan Aus

Lapisan permukaan perkerasan lentur dipilih berdasarkan atas fungsi yang diharapkan dari lapisan ini sehingga berkaitan langsung dengan pemilihan gradasi yang digunakan. Jenis gradasi (Gambar 2.2) yang sering digunakan adalah :

- a) Gradasi menerus, yang sering digunakan pada *hot mix* laston, laston, ATB , AC-WC dan sebagainya
- b) Gradasi terbuka/gradasi seragam, yang sering digunakan pada lapis permukaan bertu/burda, lapen dan aspal berpori.
- c) Gradasi senjang/loncat, sering digunakan pada lapis permukaan *hot rolled sheet*, yang lebih mengutamakan sifat kelenturan.

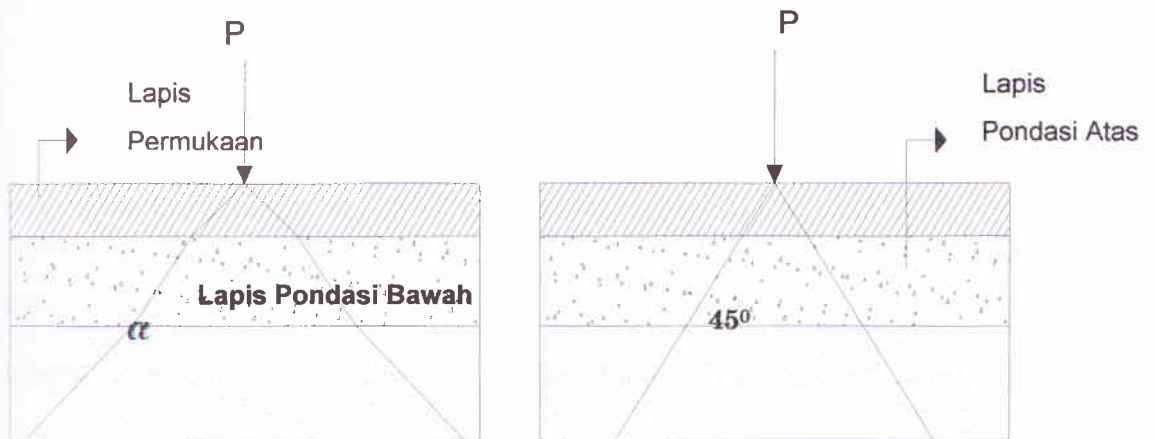


Gambar 2.1 Struktur perkerasan lentur jalan



a. Gradasi terbuka    b. Gradasi menerus    c. Gradasi Senjang

Gambar 2.2 Jenis gradasi agregat (Sukirman, 1995)



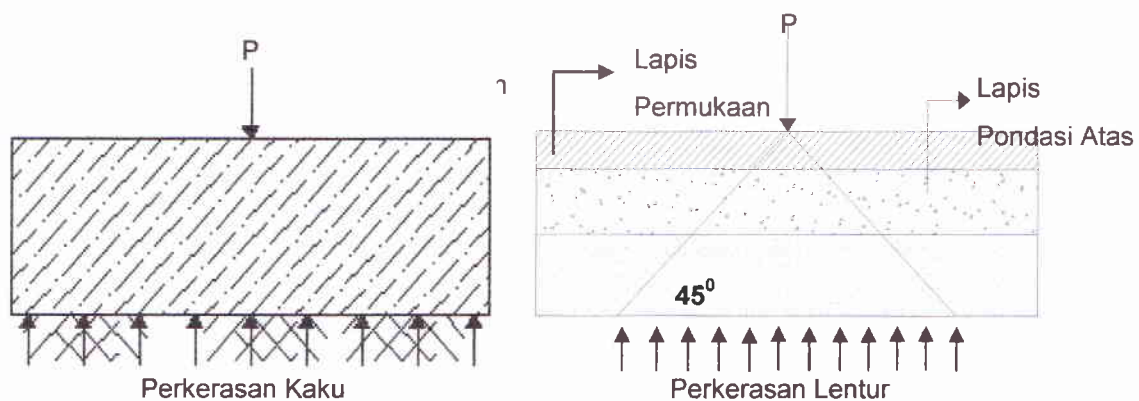
Gambar 2.3 Penyebaran tegangan perkerasan lentur (Saodang, 2004)

## (2) Muatan pada Perkerasan

Pengujian yang dilakukan oleh *Transport Research Laboratory* (Arthur et. al., 1998) telah membuktikan bahwa distribusi beban terjadi menunjukkan bahwa sudut distribusinya tidak konstan seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3.

## (3) Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)

Perkerasan kaku (Gambar 2.4) adalah perkerasan yang menggunakan semen PC sebagai bahan pengikat agregat yang biasanya terbuat dalam bentuk plat beton empat persegi dan sifatnya kaku sehingga dikenal dengan *rigid pavement*. Perkerasan ini digunakan dalam bentuk plat beton *cement portland* dan lapisan pondasi dengan ukuran tertentu untuk mengantisipasi timbulnya retakan akibat pengaruh susut dan rangkai pada beton semen.



Gambar 2.4 Distribusi tegangan pada perkerasan kaku dan lentur

## 2.2 Hot Rolled Sheet (HRS)

Dalam kurun waktu beberapa tahun belakangan ini, *hot rolled sheet* (HRS) telah banyak digunakan di Indonesia sebagai lapisan permukaan karena sifatnya yang kedap air serta tahan lama. Sifat agregat yang bergradasi senjang serta mengandung sangat sedikit agregat yang berukuran sedang sehingga campuran dapat menyerap kadar aspal yang relatif tinggi. Hal ini menyebabkan *hot rolled sheet*

ini juga memberikan suatu permukaan yang sanggup menerima beban tanpa retak. Rancangan campuran perkerasan aspal meliputi pemilihan jenis aspal, pemilihan material agregat serta penentuan proporsi yang optimum dari agregat dan aspal di dalam campuran.

Rancangan campuran ini harus mempertimbangkan sifat-sifat kekuatan, ketahanan terhadap retak, ketahanan terhadap kelelahan, kelenturan, kekesatan, kedap air dan mudah dikerjakan. Tujuan dari rancangan campuran perkerasan aspal adalah mendapatkan hasil yang efektif dari campuran yang dihasilkan sehingga memiliki :

- a. Aspal yang cukup untuk menjamin keawetan perkerasan.
- b. Stabilitas campuran yang cukup untuk memenuhi kebutuhan lalu lintas tanpa terjadi kerusakan atau penurunan.
- c. Rongga yang cukup di dalam total campuran yang telah dipadatkan untuk menyediakan sedikit penambahan pemadatan oleh beban lalu lintas dan untuk menyediakan sedikit ruang pemekaran aspal akibat kenaikan suhu tanpa terjadi pembilasan, *bleeding* dan kehilangan stabilitas.
- d. Membatasi kadar rongga untuk membatasi permeabilitas bahan terhadap masuknya udara dan kelembaban yang sangat berbahaya ke dalam perkerasan.
- e. Kemudahan pengerjaan yang cukup untuk memberikan kemudahan dan efisiensi didalam penghamparan tanpa terjadi segregasi dan tanpa mengorbankan stabilitas dan performanya. Untuk campuran lapis permukaan, agregat harus memiliki tekstur permukaan dan kekerasan untuk menyediakan tahanan gesek yang cukup pada kondisi cuaca buruk.

Keawetan campuran perkerasan aspal sebagian besar dipengaruhi oleh kekuatan ikatan antar aspal dan agregat dalam menahan air.



### 2.3 Bahan *additive* (Lateks)

*Additive* yang digunakan pada penelitian ini adalah karet lump dengan KKK 55%. Lump adalah gumpalan karet (lateks) di dalam mangkok sadap atau penampung lain yang diproses dengan cara penggumpalan dengan asam semut atau bahan penggumpallain atau penggumpalan alami.

Lateks kebun akan menggumpal atau membeku secara alami dalam waktu beberapa jam setelah dikumpulkan. Penggumpalan alami atau spontan dapat disebabkan oleh timbulnya asam-asam akibat terurainya bahan bukan karet yang terdapat dalam lateks akibat aktivitas mikroorganismenya. Hal itu pula yang menyebabkan mengapa *lump* hasil penggumpalan alami berbau busuk. Selain itu, penggumpalan juga disebabkan oleh timbulnya anion dari asam lemak hasil hidrolisis lipid yang ada di dalam lateks. Anion asam lemak ini sebagian besar akan bereaksi dengan ion magnesium dan kalsium dalam lateks membentuk sabun yang tidak larut, keduanya menyebabkan ketidakmampuan lateks yang pada akhirnya terjadi pembekuan. Gumpalan *lump* mempunyai syarat tidak dikotori dengan tatal sadap, kayu, daun, pasir dan benda asing lain.

Produk dari penggumpalan lateks selanjutnya diolah untuk menghasilkan lembaran karet (*sheet*), bongkahan (kotak) atau karet remah (*crumb rubber*) yang merupakan bahan baku industri karet. Ekspor karet dari Indonesia dalam berbagai bentuk, yaitu dalam bentuk bahan baku industri (*sheet*, *crumb rubber*, SIR) dan produk turunannya seperti ban, komponen dan sebagainya.

*Lump* segar yang baik harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- a. Tidak terlihat adanya kotoran.
- b. Selama tersimpan tidak boleh terendam air atau terkena matahari langsung.



- c. Lump segar mutu 1 mempunyai kadar karet kering 60% dan lump segar mutu 2 mempunyai kadar karet kering 50%.
- d. Tingkat ketebalan pertama 40 mm dan tingkat ketebalan kedua 60 mm

### 2.3.1 Karet Alam

Karet alam ialah jenis karet pertama yang ditemukan oleh manusia. Setelah penemuan proses vulkanisasi sesuai dengan namanya, karet alam berasal dari alam yakni terbuat dari getah tanaman karet, baik spesies *Ficus elaticamaupun* *Hevea brasiliensis*.

Sifat-sifat atau kelebihan karet alam sebagai berikut:

1. Daya elastisnya atau daya lentingnya sempurna
2. Sangat plastis, sehingga mudah diolah.
3. Tidak mudah panas.
4. Tidak mudah retak.

Kelemahan karet alam terletak pada keterbatasannya dalam memenuhi kebutuhan pasar. Saat pasar membutuhkan pasokan tinggi para produsen karet alam tidak bisa menggenjot produksinya dalam waktu singkat sehingga harganya cenderung tinggi.

Jenis-jenis karet alam:

1. Bahan olah karet (lateks kebun, *sheet* angin, *slab* tipis dan *lump* )
2. Karet konvensional
3. Lateks pekat
4. Karet bongkah (*block rubber*),
5. Karet spesifikasi teknis (*crumb rubber*)
6. Karet siap olah (*tyre rubber*) dan
7. Karet reklamasi (*reclaimed rubber*).

### 2.3.2 Kualitas Karet

Unsur-unsur dalam penetapan kualitas karet secara spesifikasi teknis adalah sebagai berikut:

#### 1. Kadar kotoran (*Dirt content*)

Kadar kotoran menjadi dasar pokok kriterium terpenting dalam spesifikasi teknis karena kadar kotoran sangat besar pengaruhnya terhadap ketahanan retak dan kelenturan barang-barang dari karet.

#### 2. Kadar abu (*Ash content*)

Penentuan kadar abu dimaksudkan untuk melindungi konsumen terhadap penambahan bahan-bahan pengisi ke dalam karet pada waktu pengolahan.

#### 3. Kadar menguap (*volatile content*)

Penentuan kadar zat menguap ini dimaksudkan untuk menjamin bahwa karet yang disajikan cukup kering.

Selain penentuan ketiga bahan tersebut, masih dianalisis juga kadar tembaga, mangan dan nitrogen.

### 2.3.3 Kadar Karet Kering (KKK)

Kadar Karet Kering adalah jumlah karet yang terkandung dalam bahan olahan karet, yang dinyatakan dalam persen (SNI-06-2047-2002), kadar karet kering pada karet tergantung dari beberapa faktor antara lain jenis klon, umur pohon, waktu penyadapan, musim, suhu udara serta letak tinggi dari permukaan laut. Cara menentukan kadar karet kering adalah dengan melakukan pengujian laboratorium.

Prinsip dalam metode laboratorium adalah pemisahan karet dari lateks yang dilakukan dengan cara pembekuan, pencucian dan pengeringan. Alat yang diperlukan adalah gelas piala 50 ml, mangkuk bersih, penangas air, desikator, timbangan analitik, dan oven. Sebagai bahan pembeku digunakan asam asetat atau

asam semut 2%. Prosedur pengujian dengan metode laboratorium adalah sebagai berikut :

1. Lateks dituangkan ke dalam gelas ukur 50 ml yang sebelumnya telah diketahui beratnya secara perlahan-lahan, kemudian catat beratnya (berat lateks adalah berat total dikurangi dengan berat gelas ukur/ wadah).
2. Lateks dibekukan dengan asam asetat atau asam format 2% dan dipanaskan di atas penangas air pada suhu 80 °C sampai serumnya menjadijernih.
3. Koagulump atau bekuan digiling menjadi krep dengan ketebalan 1-2 mm, dan dicuci.
4. Krep kemudian dikeringkan di dalam oven, setelah itu didinginkan dalam desikator dan ditimbang.

Rumus perhitungan KKK adalah ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$\text{Kadar karet kering} = \frac{\text{berat krep kering}}{\text{berat lateks}} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.1)$$

#### **2.3.4 Efektifitas aspal karet dalam campuran beraspal panas**

Besarnya efektifitas penambahan karet ke dalam aspal tergantung dari luas partikel karet yang distribusi dalam aspal. Campuran sangat efektif jika semua partikel karet terdistribusi dengan baik di dalam aspal. Faktor lain yang mempengaruhi efektifitas campuran adalah jenis, jumlah dan ukuran partikel karet, besarnya temperature dan lamanya pemanasan, interaksi antara karet dan aspal secara kimiawi, serta jenis aspal. Karet dapat ditambahkan dalam aspal dalam berbagai bentuk, baik dalam bentuk cair, lembaran karet maupun dengan bubuk karet Selama pemanasan pada temperature tinggi, sifat karet bisa menurun. Untuk memperkecil

terjadinya penurunan sifat selama percobaan suhu yang di syaratkan adalah 150°C-160°C (Jernando et. al., 1983).

### **1. Interaksi antara aspal dan karet**

Karet alam adalah termoplastik yang mengandung bahan dengan berat molekul yang sama dengan molekul dari fraksi aspal. Bila karet ditambahkan ke dalam aspal, sebagian "fraksi ringan" aspal diserap ke dalam karet. Jika terdapat kesesuaian antara karet dan aspal, maka akan menghasilkan penambahan kekentalan dan elastisitas dari aspal.

Perubahan sifat bahan pengikat aspal di atas, akan membuat perkerasan jalan beraspal lebih tahan terhadap deformasi dan retak. Karet seperti itu juga aspal dapat teroksidasi terutama pada suhu tinggi. Perubahan ini terjadi pada sifat kimia dan fisik. Walaupun aspal karet lebih tahan terhadap oksidasi dibandingkan aspal atau karet saja, aspal karet tetap harus dilindungi dari proses oksidasi. Dalam praktek ini berarti aspal karet tidak boleh disimpan lama pada suhu diatas 130°C.

### **2. Ketahanan terhadap oksidasi**

Semua aspal teroksidasi dan mengeras selama pencampuran, penghamparan dan selama masa pelayanan dimana hal ini tidak diinginkan. Bila penetrasinya turun tajam dibawah kira-kira 30, maka perkerasan beraspal cenderung dapat menjadi retak. Tambahan karet ke dalam aspal mengurangi pengaruh-pengaruh tersebut.

### **3. Ketahanan terhadap retak**

Penambahan karet ke dalam aspal meningkatkan ketahanan terhadap retak. Lapisan campuran beraspal karet lebih mampu menahan retak refleksi daripada campuran beraspal tanpa karet. Dengan semakin tua dan mengeras, maka campuran

beraspal karet dapat menahan pengaruh oksidasi yang lebih baik daripada campuran beraspal tanpa karet. Dengan demikian ketahanan retak campuran beraspal karet relative lebih baik.

#### **4. Kekakuan struktur**

Karet dapat meningkatkan kekakuan aspal tanpa membuatnya rapuh. Dengan demikian, campuran beraspal karet memiliki kemampuan penyebaran yang lebih besar. Jika dua jalan dibangun dengan ketebalan yang sama, perkerasan aspal karet akan melendut lebih kecil akibat lalu lintas dan akan diperkirakan berumur lebih lama dari pada menggunakan aspal tanpa karet.

### **2.4 CAMPURAN HRS – WC**

#### **A. Rancangan Campuran *Hot Rolled Sheet***

Filosofi dasar dari campuran *Hot Rolled Sheet* adalah campuran yang mengutamakan keawetan tinggi (durabilitas tinggi) tidak cepat teroksidasi. Keawetan diperoleh dari selimut aspal (*film thickness*) yang tebal. Ini hanya mungkin diperoleh dengan membuat gradasi menjadi gradasi terbuka atau gradasi senjang dengan resiko stabilitas rendah. Oleh sebab itu, dalam pembuatan rancangan campuran bergradasi senjang adalah menentukan lebih dulu kadar aspalnya, kemudian dicari gradasi yang sesuai dengan persyaratan spesifikasi. Berarti yang divariasikan adalah gradasinya.

Dalam pembelajaran ini banyak ditampilkan rancangan campuran *aphaltic concrete* dan harus dipahami bahwa diantara tampilan contoh hasil pemeriksaan yang satu dengan yang lain tidak berasal dari sumber yang sama. Mata rantai ini terputus karena sulit untuk mendapatkan suatu contoh hasil pemeriksaan yang

berawal dari material yang harusnya berakhir pada hasil pekerjaan menggunakan material yang sama. Namun demikian tidak akan mengurangi sustansi dan metode pemeriksaan yang digunakan dalam pembelajaran ini.

Tujuan perencanaan campuran perkerasan aspal adalah untuk menentukan suatu campuran dengan biaya yang murah dengan gradasi dan aspal yang menghasilkan suatu campuran yang mempunyai :

- 1) Aspal yang cukup untuk menjamin suatu perkerasan yang tahan lama.
- 2) Stabilitas campuran yang cukup untuk menahan beban lalu lintas tanpa terjadi distorsi atau pergerakan.
- 3) Rongga yang cukup di dalam total campuran yang dipadatkan untuk memberikan ruang akibat penambahan pemadatan beban lalu lintas dan penambahan dari pengembangan aspal akibat meningkatnya temperatur tanpa terjadi *flushing*, *bleeding* dan kehilangan stabilitas.
- 4) Kadar rongga udara yang maksimum untuk membatasi permeabilitas udara yang berbahaya dan masuknya air ke dalam campuran.
- 5) Kemudahan mengerjakannya yang cukup sehingga memperoleh penghamparan campuran yang efisien tanpa terjadinya segregasi dan tanpa mengorbankan stabilitas dan tingkah lakunya.

Susunan dan kekerasan agregat yang cocok akan memberikan ketahanan terhadap slip yang cukup pada kondisi cuaca yang baik. Sifat – sifat khas yang paling penting dari *hot rolled sheet* adalah bahwa agregatnya bergradasi senjang. Sifat ini memberikan lapis aus *hot rolled sheet* yang tahan cuaca dan memberikan permukaan yang awet yang dapat menerima beban berat tanpa retak.

Pada tahun 2001 Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah mengeluarkan Spesifikasi Baru Beton Aspal Campuran Panas. Spesifikasi ini mengikuti trend perkembangan metode perencanaan campuran beraspal yang

berorientasi pada kinerja. Penyempurnaan spesifikasi campuran beraspal, terutama diarahkan untuk mengantisipasi kerusakan berupa deformasi plastis. Walaupun demikian upaya tersebut dilakukan dengan tidak mengorbankan keawetan dan ketahanan campuran terhadap fatigue. Salah satu jenis campuran yang dirangkum dalam spesifikasi baru tersebut adalah *Hot Rolled Sheet Wearing Course*.

Tabel 2.1. Gradasi agregat untuk campuran HRS-WC

Ukuran ayakan		% Berat yang lolos
ASTM	(mm)	LATASTON (HRS-WC)
¾"	19	100
½"	12,5	90 - 100
3/8"	9,5	75 - 85
No. 8	2,36	50 - 72
No. 16	1,18	-
No. 30	0,600	35 - 60
No. 200	0,075	6 - 12

Sumber : Silvia Sukirman 2003



Spesifikasi Beton Aspal Campuran Panas dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 2.2 Ketentuan sifat-sifat campuran HRS-WC

Sifat-sifat campuran		LATASTON (HRS)	
		WC	BC
Penyerapan kadar aspal	Maks	1,7	
Jumlah tumbukan per bidang		75	
Rongga dalam campuran (%)	Min	3,0	
	Maks	6,0	
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min	16	15
Rongga terisi aspal (%)	Min	68	
Stabilitas Marshall (kg)	Min	800	
Kelelehan (mm)	Min	3	
Marshall Quotient (kg/mm)	Min	250	
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C	Min	75	
Rongga dlm campuran (%) pada kepadatan membal (refusal)	Min	2	

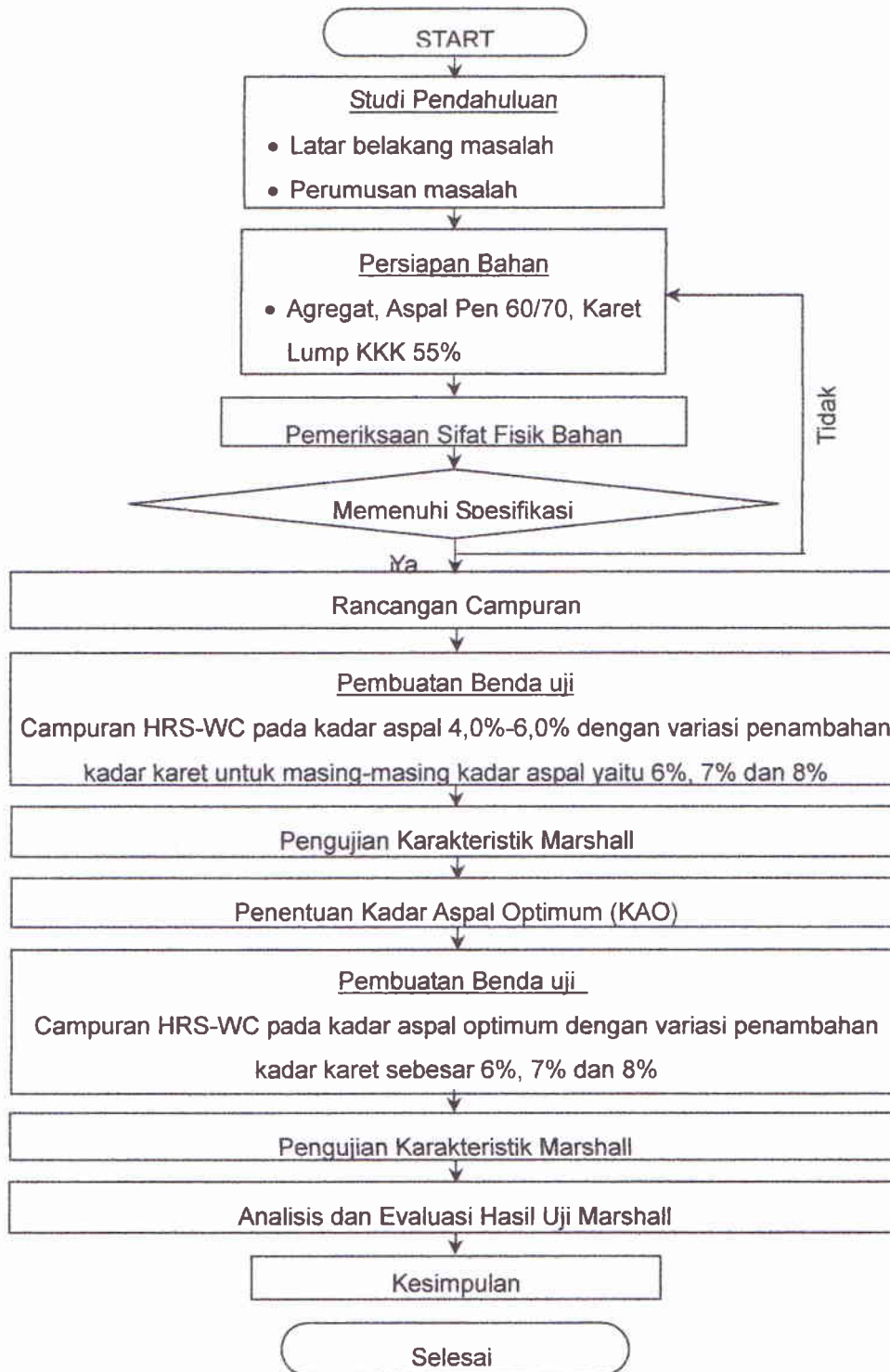
**Sumber :** Silvia Sukirman 2003



### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Diagram Alir Penelitian

Gambar 3.1 menunjukkan diagram alir penelitian dalam studi ini.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

### **3.2. Metodologi Pengumpulan Data**

Untuk memperoleh data sebagai bahan utama dalam penelitian ini, maka digunakan dua metode pengumpulan data sebagai berikut:

- a. Studi pustaka, untuk memperoleh data sekunder dengan membaca sejumlah buku, artikel-artikel ilmiah sebagai landasan teori dalam menuju kesempurnaan penelitian ini.
- b. Pemeriksaan sampel dilakukan di laboratorium untuk mendapatkan data primer yang akan digunakan dalam menganalisa hasil dari penelitian yang dilaksanakan.

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

- a. Material agregat kasar dan agregat halus diambil dari Sungai Bili-Bili Kecamatan Parangloe hasil *stone crusher* PT. BMA (Bima Moriesya Anugrah) Propinsi Sulawesi Selatan.
- b. Aspal minyak Penetrasi 60/70 diperoleh dari gudang aspal Departemen Pekerjaan Umum Baddoka Makassar.
- c. Untuk karet (*lump*) diperoleh dari PT. London Sumatra Kabupaten Bulukumba, Sulawesi Selatan.

#### **3.2.2 Pemeriksaan Sifat Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan dalam campuran HRS-WC diuji karakteristik dari masing-masing bahan agregat kasar, agregat halus, debu batu, aspal minyak dan karet (*lump*), dimana metode pengujian mengacu pada Standar Nasional Indonesia dan pengujian dilakukan di laboratorium. Tahap awal penelitian yang dilakukan di laboratorium adalah memeriksa karakteristik dari masing-masing bahan agregat kasar,

agregat halus, debu batu, aspal minyak dan karet (*lump*).

### 1. Pemeriksaan Bahan Agregat

Bahan agregat yang akan diteliti berupa agregat kasar (*chipping*), agregat halus dan debu batu. Jenis dan metode pengujian yang dilakukan dari bahan agregat dari bahan agregat kasar dan agregat halus harus memenuhi spesifikasi pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Spesifikasi Pemeriksaan Karakteristik Agregat

No	Jenis pengujian	Metode pengujian	Spesifikasi
<b>I. Agregat kasar (<i>coarse aggregate</i>)</b>			
1	Analisa Saringan	SNI – 03 - 2419 - 1991	-
2	Berat Jenis	SNI – 03 – 1969 - 1990	Min 2,5
3	Penyerapan Air	SNI – 03 – 1969 - 1990	Maks 3,0%
4	Keausan Agregat ( <i>Abration</i> )	SNI – 03 – 2417 - 1991	Maks 40%
5	Indeks kepipihan dan kelonjongan	ASTM D – 4791	Maks 10%
6	Kelekatan Agregat Terhadap Aspal	SNI – 03 – 2439 - 1991	Min 95
<b>II. Agregat Halus dan Debu Batu</b>			
1	Analisa Saringan	SNI – 03 – 2419 - 1991	-
2	Berat Jenis	SNI – 03 – 1969 - 1990	Min 2,5
3	Penyerapan Air	SNI – 03 – 1969 - 1990	Maks 3,0%

Sumber : Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga

### 2. Pengujian Sifat Bahan Aspal

Jenis bahan aspal yang digunakan adalah aspal dengan penetrasi 60/70,

jenis pengujian dan metode pengujian berdasarkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Spesifikasi Pemeriksaan Karakteristik Aspal

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Spesifikasi
1	Penetrasi	SNI 06-2456-1991	60 – 79
2	Titik Lembek (°C )	SNI 06-2434-1991	48 – 58
3	Titik Nyala (°C )	SNI 06-2433-1991	Min 200
4	Daktalitas	SNI 06-2432-1991	Min 100
5	Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	Min 1,0
6	Penurunan Berat (dengan TFOT) (%berat)	SNI 06-2440-1991	Max 0,8
7	Penetrasi setelah penurunan Berat (% asli)	SNI 06-2456-1991	Min 54

Sumber : Silvia Sukirman 2003

### 3. Pengujian Sifat Bahan Karet

#### a) Pemeriksaan berat jenis karet

Maksud : Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis karet yang dihitung terhadap berat keringnya, menentukan berat jenis karet dalam keadaan kering oven, menentukan berat jenis karet dalam keadaan jenuh air kering permukaan (SSD).

Peralatan : a. Piknometer

b. Air suling

c. Timbangan digital dengan spesifikasi 0,1 gram

Bahan : Karet lumb yang telah di cairkan

Prosedur Pengujian :

1. Piknometer dikeringkan dengan lap dan dicatat berat kosongnya (A).

2. Piknometer kemudian diisi dengan air suling dan ditimbang dan dicatat beratnya. (B)
3. Air suling dalam piknometer dibuang (dikeringkan). Tuang benda uji kedalam piknometer hingga terisi 3/4 nya.
4. Piknometer direndam dalam bejana selama 30-40 menit, kemudian dikeringkan dengan lap, ditimbang dan dicatat. (C)
5. Piknometer yang berisi benda uji diisi dengan air suling dan ditutup lalu didiamkan agar gelembung udara keluar, kemudian diletakkan kedalam bejana dikeringkan dengan lap, ditimbang dan dicatat. (D)
6. Berat Jenis

### 3.3. Pengujian Mix Design

#### 3.3.1. Penentuan jumlah benda uji

Jumlah briket/benda uji yang dibuat menggunakan pendekatan sebagai berikut :

Tabel 3.3. Jumlah briket/benda uji untuk pengujian Marshall

Kadar Aspal (%)	Kadar Karet (%)	Jumlah Benda Uji
4,0	0	3
	6	3
	7	3
	8	3
4,5	0	3
	6	3
	7	3
	8	3
5,0	0	3
	6	3
	7	3

	8	3
5,5	0	3
	6	3
	7	3
	8	3
6,0	0	3
	6	3
	7	3
	8	3
Kadar Aspal Optimum	0	6
	6	6
	7	6
	8	6
Total Briket/benda uji		84 Buah

### 3.3.2. Rancangan Agregat Gabungan

Perancangan agregat gabungan merupakan penentuan proporsi masing-masing gradasi agregat, kemudian digabung dalam satu campuran. Merancang proporsi campuran dapat dilakukan dengan dua cara yaitu :

#### a. Metode Grafis Diagonal

Langkah-langkah perancangan proporsi campuran adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui persyaratan gradasi yang diminta.
2. Membuat empat persegi panjang berukuran 10 x 20 cm, atau ukuran lain dengan perbandingan 1 : 2.
3. Sumbu datar digunakan untuk menunjukkan ukuran saringan, sumbu tegak digunakan untuk menunjukkan persen lolos saringan.

4. Garis diagonal dari empat persegi panjang menjadi garis gradasi tengah untuk spesifikasi agregat campuran yang diinginkan.
5. Kemudian masukkan persentase lolos saringan masing-masing material kedalam grafik tersebut.
6. Untuk menentukan persentase split 1-2, dilihat dari jarak antara grafik gradasi split 0.5-1 terhadap tepi atas yang mana nilainya harus sama dengan nilai split 1-2.
7. Setelah didapatkan garis yang sama, maka tariklah garis bantu vertikal sampai memotong diagonal kemudian dari titik potong ini ditarik garis horizontal kekanan yang menunjukkan batas besarnya nilai persentase komposisi campuran untuk split 1-2.
8. Dengan cara yang sama pada no. 6 dan no. 7 didapat nilai persentase komposisi campuran untuk split 0.5-1, abu batu.

Setelah diperoleh proporsi dari setiap jenis gradasi agregat dibuat suatu tabel hasil analisa gabungan agregat, dimana persentase masing-masing gradasi yang akan digunakan diperoleh dari hasil perkalian dengan persentase lolos untuk masing-masing nomor saringan lalu dikontrol apakah gradasi hasil penggabungan tersebut memenuhi spesifikasi yang diisyaratkan.

#### **b. Metode “*Trial and Error*” (cara coba-coba)**

Metode ini dapat dilakukan apabila gradasi hasil penggabungan dari metode grafis diagonal tidak memenuhi spesifikasi, sehingga diambil langkah cara coba-coba, yaitu dengan memasukkan persentase masing-masing gradasi sampai memenuhi spesifikasi yang disyaratkan.



## **3.3.3. Pembuatan Benda Uji dan Penentuan Kadar Aspal Optimum**

### **a. Peralatan :**

- 1. Timbangan**
- 2. Panci**
- 3. Cetakan benda uji yang berdiameter 10 cm (4") dan tinggi 7.5 cm (3") lengkap dengan plat alas dan leher sambung**
- 4. Alat penumbuk lengkap dengan pedestal yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder dengan berat 4.536 kg, dan tinggi jatuh bebas 45.7 cm (18")**
- 5. Termometer**

### **b. Prosedur kerja :**

- 1. Pisahkan agregat dengan cara penyaringan sesuai dengan persentase agregat yang didapat.**
- 2. Menentukan kadar aspal optimum rencana (Pb).**
- 3. Timbang masing-masing agregat dan aspal sesuai dengan persentase gabungan yang didapat.**
- 4. Panaskan agregat dengan menggunakan panci sampai mencapai suhu 150°C**
- 5. Angkat, aspal minyak sesuai persentase gabungan aduk sampai rata lalu timbang.**
- 6. Tuangkan aspal yang sudah dipanaskan kedalam campuran agregat yang berada dalam panci dan kemudian aduk sampai menyatu secara baik.**
- 7. Lakukan pemadatan dengan alat penumbuk sebanyak 2 x 75 kali tumbukan, lalu dinginkan untuk kemudian dikeluarkan dari cetakan.**

Kadar optimum nantinya diperoleh dari hasil *Marshall Test* terhadap benda uji, dimana nilai nilai karakteristik Marshall (Stabilitas, Flow, VIM, VMA, dan VFB) yang memenuhi spesifikasi diplot ke dalam grafik yang menunjukkan hubungan antara kadar



aspal dengan nilai karakteristik *Marshall*, dan hasil dari semua itu di buat dalam bentuk barchart untuk memperoleh kadar aspal optimum.

### 3.3.4. Rancangan Campuran HRS-WC dengan Variasi Karet

a. Peralatan :

1. Timbangan
2. Panci
3. Cetakan benda uji yang berdiameter 10 cm (4") dan tinggi 7.5 cm (3")
4. Alat penumbuk lengkap Spatula
5. Termometer

b. Bahan :

- a. Aspal minyak penetrasi 60/70
- b. Karet *lump*
- c. Split 0,5-1 dan 1-2
- d. Debu batu

c. Prosedur Pelaksanaan

1. Pisahkan agregat dengan cara penyaringan sesuai dengan persentase agregat yang didapat.
2. Timbang masing-masing agregat dan aspal sesuai dengan persentase gabungan yang didapat.
3. Cairkan karet sampai tidak terlihat gumpalan.
4. Panaskan agregat dengan menggunakan panci sampai mencapai suhu 150°C
5. Campurkan aspal dengan karet variasi 6%, 7% dan 8% dari berat kadar aspal optimum (KAO) , sambil terus di aduk agar merata.
6. Tuangkan aspal yang sudah di campur karet kedalam campuran agregat yang berada dalam panci dan kemudian aduk sampai menyatu secara baik.

7. Lakukan pemadatan dengan alat penumbuk sebanyak 2 x 75 kali tumbukan lalu dinginkan untuk kemudian dikeluarkan dari cetakan.

### 3.3.5. Pengujian Dengan Alat Marshall

Pada uji Marshall ini di pisahkan 2 bagian sampel yakni untuk perendaman 30-40 menit dan perendaman 24 jam untuk mengetahui indeks kekuatan sisa.

Prosedurnya sbegai berikut :

1. Simpan benda uji dalam bak perendam selama 30 – 40 menit dan 24 jam untuk indeks kekuatan sisa dengan suhu tetap 60°C.
2. Keluarkan benda uji dari bak perendam dan letakkan ke dalam segmen bawah kepala penekan dengan catatan bahwa waktu yang diperlukan dari saat diangkatnya benda uji dari bak perendam sampai tercapainya beban maksimum tidak boleh melebihi 30 detik.
3. Pasang segmen di atas benda uji dan letakkan keseluruhannya dalam mesin penguji.
4. Pasang arloji pengukur kelelahan (*flow*) pada kedudukan diatas salah satu barang penuntun dan diatur kedudukan jarum penunjuk pada angka nol, sementara tangkai arloji (*sleeve*) dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan.
5. Kepala penekan beserta benda ujinya dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji sebelum pembebanan diberikan.
6. Atur jam arloji tekan pada kedudukan angka nol.
7. Berikan pembebanan pada benda uji dengan kecepatan tetap sekitar 50 mm per menit sampai pembebanan maksimum tercapai, atau pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji, tekan dan catat pembebanan maksimum atau stabilitas yang dicapai.

8. Catat nilai kelelehan (*flow*) yang ditunjukkan oleh jarum arloji pengukur kelelehan pada saat pembebanan maksimum tercapai.

#### **3.4. Mix Design Metode Marshall**

Salah satu metode untuk menghasilkan design yang baik adalah Marshall Test. Dikembangkan oleh Bruce Marshall sekitar tahun 1940-an dibuat standar dalam ASTM D 1559-89 dengan membuat beberapa benda uji dengan kadar aspal yang berbeda.

#### **3.5. Penentuan Berat Jenis dan Penyerapan Campuran**

Setelah diperoleh hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat dan berat jenis aspal, maka berat jenis dan penyerapan dari total campuran.

#### **3.6. Karakteristik Metode *Marshall***

Beton aspal dibentuk dari agregat, aspal dan atau tanpa bahan tambahan yang dicampur secara merata atau homogen pada suhu tertentu. Campuran kemudian dihamparkan dan dipadatkan sehingga berbentuk beton aspal padat.

Sifat -sifat campuran beton aspal dapat dilihat dari parameter -parameter pengujian marshall antara lain :

##### **Stabilitas**

*Stability* (stabilitas) adalah kemampuan lapis aspal beton untuk menahan deformasi atau perubahan bentuk akibat beban lalu lintas yang bekerja pada lapis perkerasan tersebut. Nilai stabilitas menunjukkan kekuatan dan ketahanan campuran beton aspal terhadap terjadinya perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur

(*rutting*) maupun *bleeding*. Stabilitas dinyatakan dalam satuan kg dan diperoleh dari pembacaan arloji pada alat uji *Marshall* dengan rumus sebagai berikut (Lab. Jalan dan Aspal, 2000) :

### **Flow (Kelelehan)**

*Flow* menunjukkan besarnya deformasi dari campuran beton aspal akibat beban yang bekerja pada perkerasan. *Flow* merupakan salah satu indikator terhadap lentur. Besarnya rongga antar campuran dan penggunaan aspal yang tinggi dapat memperbesar nilai kelelehan. Nilai kelelehan diperoleh dari pembacaan arloji kelelehan pada alat uji *Marshall* dan dinyatakan dalam satuan mm. Campuran yang memiliki kelelehan yang rendah akan lebih kaku dan kecenderungan untuk mengalami retak dini pada usia pelayanannya.

### **Hasil Bagi Marshall (Marshall Quotient)**

Hasil Bagi Marshall merupakan hasil bagi stabilitas dengan kelelehan. Semakin tinggi nilai MQ, maka kemungkinan akan semakin tinggi kekakuan suatu campuran dan semakin rentan campuran tersebut terhadap keretakan.

### **Rongga Udara (Voids in Mix/VIM)**

VIM merupakan volume pori dalam campuran yang telah dipadatkan. VIM merupakan indikator dari durabilitas dan kemungkinan *bleeding*. Rongga udara dalam campuran (VIM) dalam campuran perkerasan beraspal terdiri atas ruang udara diantara partikel agregat yang terselimuti aspal.

### **Rongga antar Agregat (Voids in Mineral Agregat/VMA)**

VMA merupakan volume rongga yang terdapat diantara butir-butir agregat suatu campuran beraspal padat, termasuk di dalamnya rongga yang berisi aspal efektif dan menunjukkan persentase dari volume total benda uji. *Asphalt Institute*

merekomendasikan bahwa harga VMA dari campuran beraspal padat dapat dikalkulasikan dalam hubungannya dengan berat jenis kering total agregat (*Agregat Bulk Specific Gravity*). Pemakaian agregat bergradasi senjang dan kadar aspal yang rendah dapat memperbesar VMA.

### **Rongga Terisi aspal (*Voids Filled in Bitument/VFB*)**

VFB adalah persentase pori antar butir agregat yang terisi aspal, sehingga VFB merupakan bagian dari VMA yang terisi oleh aspal, tidak termasuk didalamnya aspal yang terabsorpsi oleh masing-masing butir agregat. Kriteria VFB membantu perencanaan campuran dengan memberikan VMA yang dapat diterima. Pengaruh utama kriteria VFB adalah membatasi VMA maksimum dan kadar aspal maksimum. VFB juga dapat membatasi kadar rongga campuran yang diizinkan.

### **3.7. Pengujian Marshall *Immersion* (Uji Durabilitas Standar)**

Prosedur pengujian durabilitas mengikuti rujukan SNI M-58-1990. Uji perendaman dilakukan pada temperatur  $60\pm 1^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam. Untuk masing-masing kadar aspal optimum yang digunakan pada setiap variasi kadar karet yang digunakan dibuat 3 sampel untuk digunakan dalam pengujian *marshall immersion* atau indeks kekuatan sisa, sampel kemudian direndam di *waterbath* atau bak perendam. Spesifikasi Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah untuk mengevaluasi keawetan campuran adalah pengujian Marshall perendaman di dalam air pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam. Spesifikasi baru beton aspal campuran panas mensyaratkan IKS harus lebih besar dari 75%. Perbandingan stabilitas yang direndam dengan stabilitas standar, dinyatakan sebagai persen dan disebut Indeks Stabilitas Sisa (IKS)

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Pemeriksaan

##### 4.1.1 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat

Serangkaian hasil pengujian sifat fisik agregat untuk mengetahui kelayakan pemakaian agregat sebagai bahan campuran beraspal dilakukan di laboratorium dengan menggunakan metode pengujian SNI, hasilnya secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran A. Rekapitulasi hasil pengujian sifat fisik agregat sesuai dengan metode pengujian yang dipakai dan spesifikasi yang diisyaratkan disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian sifat-sifat fisik agregat

No	Pengujian	Metode Pengujian	Spesifikasi	Hasil Uji
<b>A. Agregat Kasar</b>				
1	Penyerapan (%)	SNI-03-1969-1990	≦ 3,0	2,90
2	a. Berat Jenis Bulk (gr/cc)		≦ 2,5	2,65
	b. Berat Jenis SSD (gr/cc)		≦ 2,5	2,73
	c. Berat Jenis Semu (gr/cc)		≦ 2,5	2,87
3	Keausan Agregat (%)	SNI-03-2417-1991	≦ 40	15,33
4	Indeks Kepipihan (%)	SNI-M-25-1991-03	≦ 25	3,34
5	Analisa Saringan	Terlampir		
<b>B. Agregat Halus dan Filler</b>				
1	Penyerapan (%)	SNI-03-1970-1990	≦ 3,0	1,72
2	a. Berat Jenis Bulk (gr/cc)		≦ 2,5	2,75
	b. Berat Jenis SSD (gr/cc)		≦ 2,5	2,80
	c. Berat Jenis Semu (gr/cc)		≦ 2,5	2,88
3	Sand Equivalent (%)	SNI-03-4428-1997	≦ 50	65,22
4	Analisa Saringan	Terlampir		

Sumber : Hasil Pengujian dan Perhitungan Laboratorium Rekayasa Transportasi UNHAS

#### 4.1.2 Hasil Pemeriksaan Sifat Bahan Aspal Minyak Penetrasi 60/70

Hasil pengujian sifat-sifat fisik aspal minyak penetrasi 60/70 menggunakan metode SNI dapat dilihat pada Lampiran B. Rekapitulasi hasil pengujian karakteristik bahan aspal minyak pen. 60/70 disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Karakteristik Aspal Pen. 60/70

No	Pengujian	Metode Pengujian	Spesifikasi		Hasil
			Min	Maks	
1	Penetrasi (25°C, 5 dtk, 100 gr) 0,1mm	SNI. 06-2456-1991	60	79	63.85
2	Penetrasi Setelah Kehilangan Berat (%)	SNI. 06-2434-1991	54	-	66,13
3	Titik Nyala (°C)	SNI. 06-2433-1991	200	-	320
4	Titik Lembek (°C)	SNI. 06-2434-1991	48	58	52
5	Berat Jenis (25° C) gr/cm <sup>3</sup>	SNI. 06-2441-1991	1,0	-	1.09
6	Penurunan Berat	SNI. 06-2440-1991	100	-	108.5
7	Daktalitas (25°C, 5 cm/menit) (cm)	SNI. 06-2432-1991	100	-	108.5

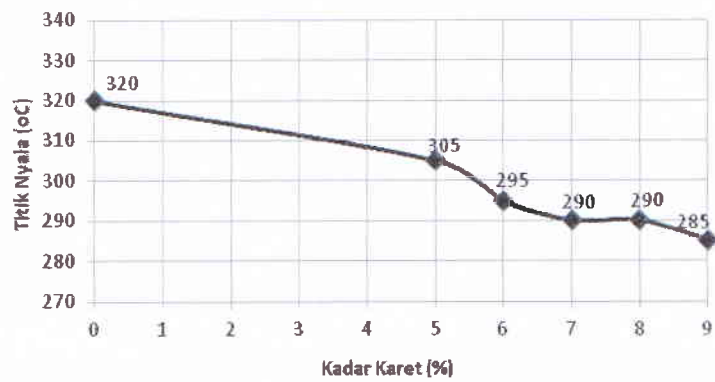
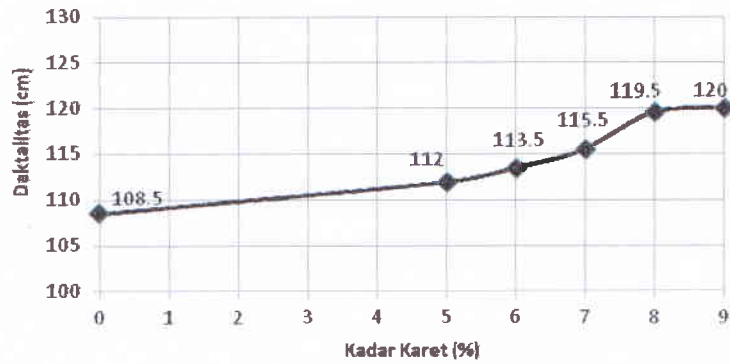
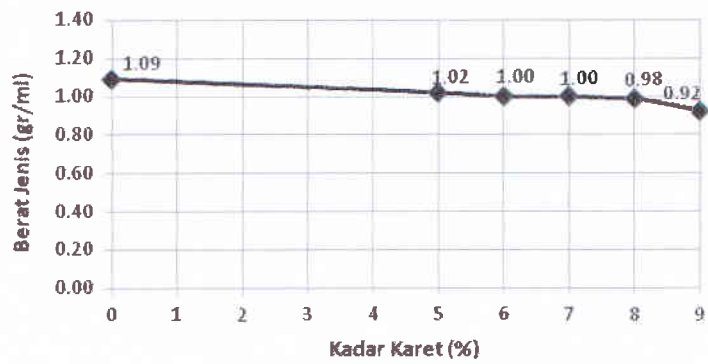
Sumber : Hasil Pengujian dan Perhitungan Laboratorium Rekayasa Transportasi UNHAS

Tabel 4.3 Hasil Pemeriksaan Aspal dengan Berbagai Variasi Kadar Karet

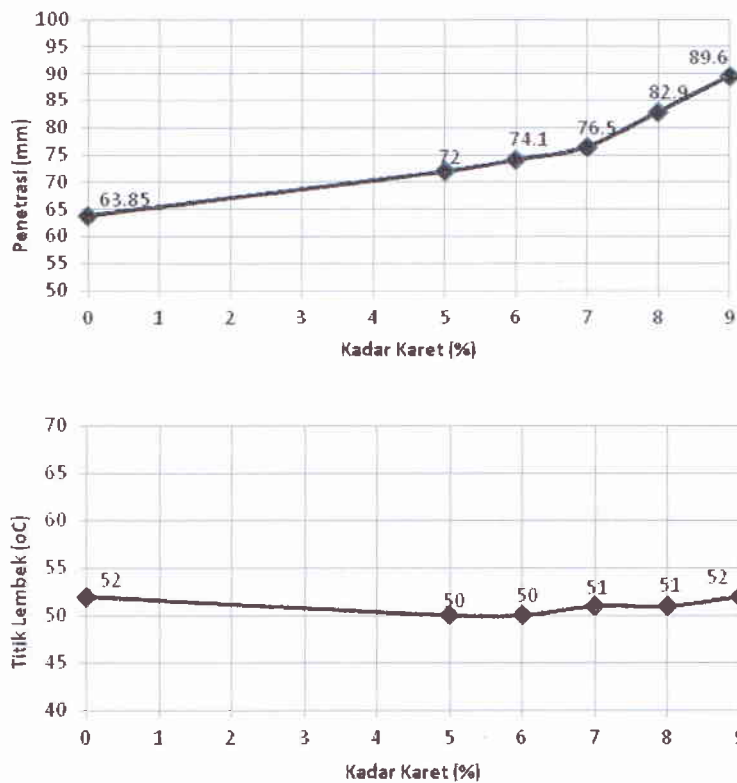
No	Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan Aspal karet (%)						Satuan
		0	5	6	7	8	9	
1	Penetrasi (25° C, 5 dtk)	63.9	72	74.1	76.5	82.9	89.6	mm
2	Titik Lembek	52	50	50	51	51	52	°C
3	Berat Jenis (25° C)	1.09	1.02	1.00	1.00	0.98	0.92	gr/ml
4	Daktalitas	108.5	112	113.5	115.5	119.5	120	cm
5	Titik Nyala	320	305	295	290	290	285	°C
6	Titik Bakar	340	325	315	315	315	310	°C

Sumber : Hasil Pengujian dan Perhitungan Laboratorium Rekayasa Transportasi UNHAS









Gambar 4.1 Karakteristik Bahan Pengikat dengan Variasi Kadar Karet

#### 4.1.3 Penentuan Gradasi Campuran

Dari hasil pengujian terlihat bahwa hasil uji agregat kasar, agregat halus dan abu batu memenuhi standar spesifikasi sehingga *design* gradasi agregat HRS-WC dapat dilanjutkan kerancangan gradasi HRS-WC yang digunakan sebagai *design* standar gradasi agregat. Material yang direncanakan sebagai agregat HRS-WC disaring dan diambil datanya pada setiap saringan yang digunakan khususnya terhadap material yang lolos saringan dan dimasukkan dalam format analisa saringan. Pada format analisa saringan tersebut, dilakukan pembagian terhadap fraksi-fraksi yang lolos saringan sampai pembagian fraksi memenuhi batas atas dan batas bawah lengkung gradasi HRS-WC.

Dari hasil analisa saringan, diperoleh komposisi sampel agregat dengan perbandingan sebagai berikut :

- Batu pecah 1"-2" = 17%
- Batu pecah 0.5"-1" = 27%
- Pasir = 10%
- Filler = 46%

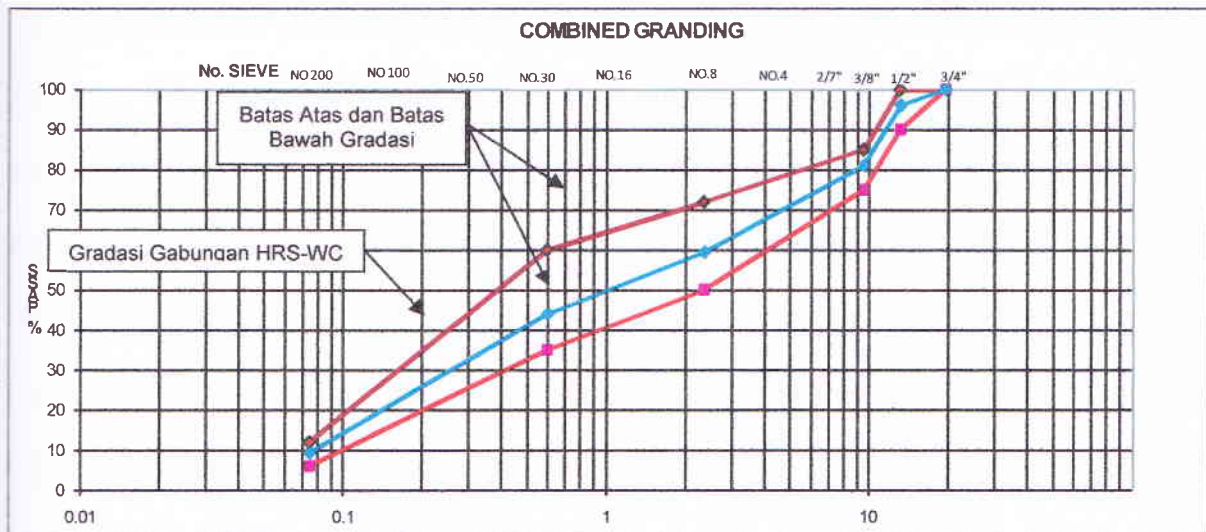
Komposisi agregat di atas dengan persentase yang lolos saringan dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 4.4 Komposisi gradasi design agregat HRS-WC

JENIS MATERIAL		GRADASI LATASTON (HRS) WC						
		in	3/4'	1/2'	3/8"	NO. 8	No.30	N0.200
		mm	19.5	13.2	9.5	2.36	0.6	0,075
<b>Batu Pecah 1 -2</b>	% PASS	100.00	76.00	35.10	24.40	19.90	0.80	
<b>17</b>	% PASS	17.00	12.92	5.97	4.15	3.38	0.14	
<b>Batu Pecah 0.5 - 1</b>	% PASS	100.00	100.00	70.30	45.60	25.70	1.30	
<b>27</b>	% PASS	27.00	27.00	18.98	12.31	6.94	0.35	
<b>Pasir</b>	% PASS	100.00	100.00	100.00	85.10	60.70	7.10	
<b>10</b>	% PASS	10.00	10.00	10.00	8.51	6.07	0.71	
<b>Abu Batu</b>	% PASS	100.00	100.00	100.00	74.90	60.30	17.90	
<b>46</b>	% PASS	46.00	46.00	46.00	34.45	27.74	8.23	
<b>TOTAL PASSING ( % )</b>		100.00	95.92	80.95	59.42	44.13	9.43	
<b>SPEC. GRANDING</b>		100	90 - 100	75 - 85	50 - 72	35-60	6 - 12	

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Rekayasa Transportasi Unhas

Agregat pada baris spesifikasi gradasi digambarkan pada lengkung gradasi yang terdiri dari grafik batas atas dan grafik batas bawah dan agregat pada baris total *passing* digambarkan sebagai gradasi disain HRS-WC, dimana grafik ini harus memenuhi batas atas dan batas bawah lengkung gradasi HRS-WC atau berada di tengah-tengah antara batas atas dan batas bawah. Grafik lengkung gradasi disain dapat dilihat pada gambar berikut.



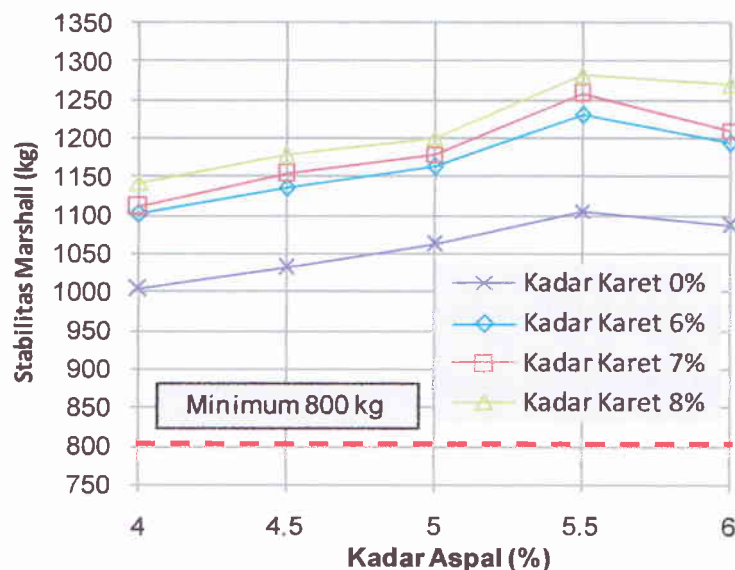
Gambar 4.2 Disain gradasi penelitian

## 4.2 Hasil Pengujian dengan Metode *Marshall*

### 4.2.1 Hubungan antara kadar aspal dengan stabilitas marshall

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa kadar aspal 4,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai stabilitas masing-masing 1004,48 kg, 1102,60 kg, 1111,72 kg dan 1143,01 kg. Untuk kadar aspal 4,5% dengan variasi kadar karet 0% 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai stabilitas masing-masing 1030,43 kg, 1135,09 kg, 1154,77kg dan 1178,95 kg. Untuk kadar aspal 5,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai stabilitas masing-masing 1062,15 kg, 1162,57 kg, 1180,39 kg dan 1202,12 kg. Untuk kadar aspal 5,5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai stabilitas masing-masing 1106,87 kg, 1230,90 kg, 1259,54 kg dan 1283,55 kg. Untuk kadar aspal 6,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai stabilitas masing-masing 1086,28 kg, 1193,87 kg, 1211,42 kg dan 1270,47 kg. Stabilitas adalah besarnya beban maksimum yang dapat dipikul oleh bahan penyusun campuran beraspal panas yang dinyatakan dalam satuan beban sampai terjadinya deformasi. Stabilitas merupakan indikator kekuatan lapis perkerasan

dalam memikul beban lalu lintas. Spesifikasi baru menetapkan untuk lapis Lataston HRS-WC yang dilalui oleh <math><1.000.000</math> ESA, stabilitas minimum yang disyaratkan adalah 800 kg. Berdasarkan hasil analisis, Gambar 4.3 menunjukkan bahwa nilai stabilitas semakin meningkat dengan bertambahnya kadar aspal serta semakin besarnya persentase bahan tambah karet yang diberikan dalam campuran dan mencapai optimum pada kadar aspal 5,5%. Stabilitas marshall yang terbesar diperoleh pada campuran dengan persentase kadar karet yang tinggi yaitu pada kadar aspal 5,5% dengan kadar karet 8% yaitu sebesar 1283,55 kg. Hal ini terjadi karena dengan semakin besarnya kadar karet yang terkandung dalam campuran membuat aspal lebih mudah untuk menyelimuti agregat dalam campuran sehingga interlocking antar agregat semakin baik. Hal ini juga terlihat dengan semakin berkurangnya rongga yang ada dalam campuran sehingga campuran semakin rapat dan diperoleh nilai stabilitas yang tinggi.

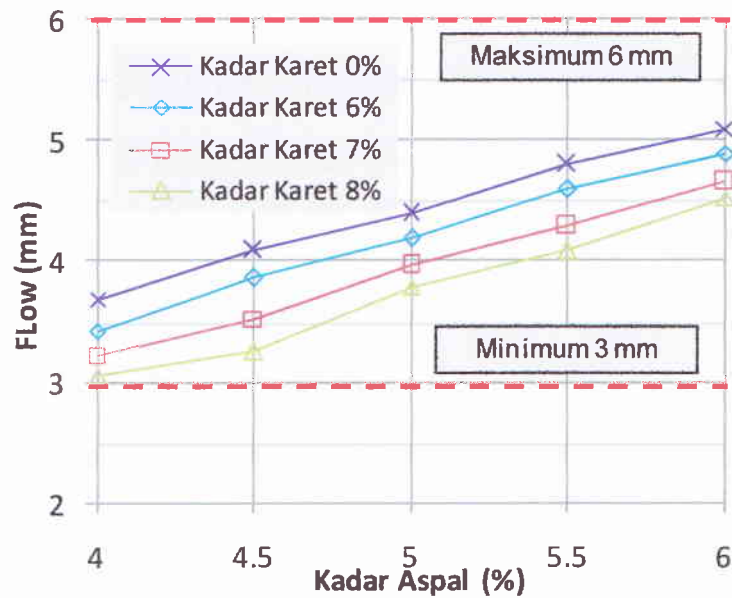


Gambar 4.3 Hubungan antara kadar aspal dengan stabilitas marshall

#### 4.2.2 Hubungan antara kadar aspal dengan *flow*

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa kadar aspal 4,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai *flow* masing-masing 3,70 mm, 3,43 mm, 3,23 mm dan 3,07 mm. Untuk kadar aspal 4,5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai *flow* masing-masing 4,10 mm, 3,87 mm, 3,53 dan 3,27 mm. Untuk kadar aspal 5,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai *flow* masing-masing 4,40 mm, 4,27 mm, 3,97 mm dan 3,80 mm. Untuk kadar aspal 5,5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai *flow* masing-masing 4,80 mm, 4,67 mm, 4,50 mm dan 4,10 mm. Untuk kadar aspal 6,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai *flow* masing-masing 5,10 mm, 4,80 mm, 4,67 mm dan 4,53 mm. Dengan bertambahnya kadar aspal menyelimuti agregat, maka akan meningkatkan plastisitas. Berdasarkan hasil analisis, Gambar 4.4 memperlihatkan bahwa dengan penambahan kadar aspal maka nilai *flow* juga naik, hal ini disebabkan dengan bertambahnya kadar aspal maka campuran menjadi semakin plastis. Sesuai sifat aspal sebagai bahan pengikat, maka semakin banyak aspal menyelimuti batuan maka semakin baik ikatan antara agregat dengan aspal yang menyebabkan nilai *flow* menjadi tinggi. Nilai *flow* maksimum sebesar 4,80 mm tercapai pada kadar aspal 6% dengan kadar karet 6%. Dari hasil penelitian dapat dilihat pada semua kadar aspal dari 4,0%-6,0% nilai *flow*nya memenuhi spesifikasi. *Flow* yang diperoleh merupakan indikator terhadap lentur sehingga semakin besar nilai *flow* mengindikasikan bahwa campuran beraspal semakin lentur. Spesifikasi nilai *flow* (kelelehan plastis) untuk campuran HRS-WC yaitu 3 mm – 6 mm.



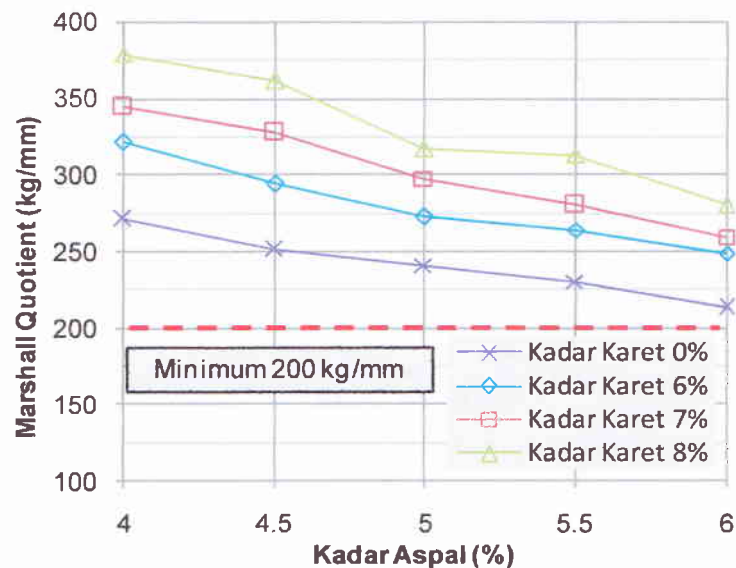


Gambar 4.4 Hubungan antara kadar aspal dengan flow

#### 4.2.3 Hubungan antara Kadar aspal dengan Marshall Quotient (MQ)

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa kadar aspal 4% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai *marshall quotient* masing-masing 271,48 kg/mm, 321,61 kg/mm, 344,28 kg/mm dan 378,74 kg/mm. Untuk kadar aspal 4,5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai MQ masing-masing 251,32 kg/mm, 293,98 kg/mm, 327,52 kg/mm dan 361,42 kg/mm. Untuk kadar aspal 5,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai MQ masing-masing 241,40 kg/mm, 272,69 kg/mm, 297,72 kg/mm dan 312,99 kg/mm. Untuk kadar aspal 5,5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai *marshall quotient* masing-masing 230,60 kg/mm, 263,91 kg/mm, 279,98 kg/mm dan 313,16 kg/mm. Untuk kadar aspal 6,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai *marshall quotient* masing-masing 213,00 kg/mm, 248,79 kg/mm, 259,67 kg/mm dan 280,29 kg/mm. Berdasarkan hasil analisis pada Gambar 4.5 diperoleh nilai *marshall quotient* yang semakin kecil

dengan bertambahnya kadar aspal dengan variasi kadar karet 0%, 6% 7% dan 8%. Dari hasil pengujian diperoleh nilai *marshall quotient* terbesar pada kadar aspal 4% dengan persentase kadar karet sebesar 8% yaitu 378,74 kg/mm dan terkecil pada kadar aspal 0% dengan persentase kadar karet sebesar 6% yaitu 213,00 kg/mm. Parameter *marshall quotient* merupakan perbandingan antara stabilitas dengan *flow*. Nilai *marshall quotient* (MQ) merupakan indikator kelenturan campuran yang potensial terhadap keretakan, sehingga semakin rendah nilai *marshall quotient* mengindikasikan campuran yang dihasilkan akan mudah mengalami keretakan.



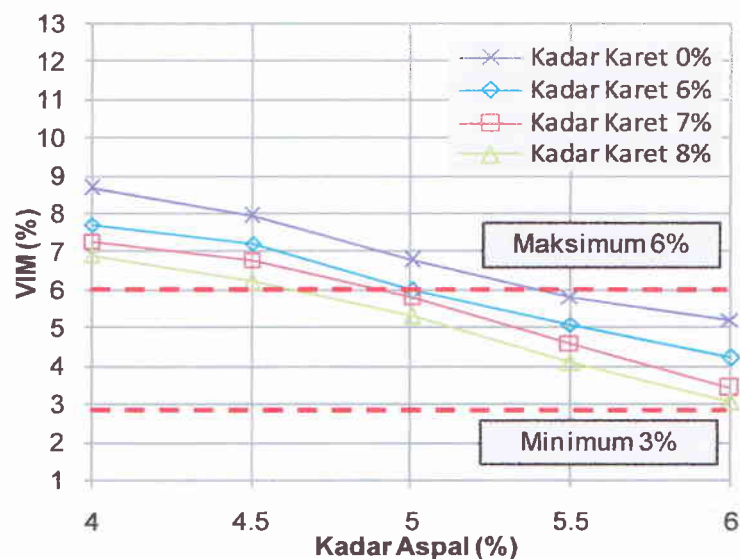
Gambar 4.5 Hubungan antara kadar aspal dengan *marshall quotient*

#### 4.2.4 Hubungan antara Kadar aspal dengan VIM (*Void In Mix*)

Gambar 4.6 menunjukkan bahwa kadar aspal 4% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VIM masing-masing 8,68%, 7,72%, 7,30% dan 6,93%. Untuk kadar aspal 4,5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VIM masing-masing 7,94%, 7,23%, 6,80% dan 6,21%. Untuk kadar aspal 5,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VIM masing-masing 6,78%, 5,97%, 5,80% dan 5,33%. Untuk kadar aspal 5,5%



dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VIM masing-masing 5,83%, 5,10%, 4,60% dan 4,10%. Untuk kadar aspal 6,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VIM masing-masing 5,21%, 4,20%, 3,40% dan 3,05%. Hal ini menunjukkan bahwa bertambahnya kadar aspal menyelimuti agregat dalam campuran menyebabkan rongga dalam campuran semakin kecil.

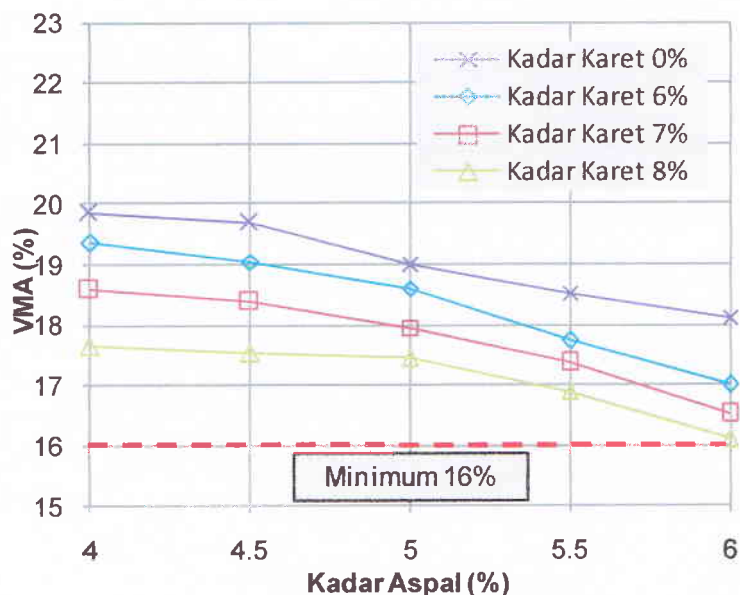


Gambar 4.6 Hubungan antara kadar aspal dengan VIM

#### 4.2.5 Hubungan antara Kadar aspal dengan VMA (*Void in Mineral Aggregate*)

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa kadar aspal 4% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VMA masing-masing 19,84%, 19,35%, 18,58% dan 17,64%. Untuk kadar aspal 4,5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VMA masing-masing 19,69%, 19,05%, 18,39% dan 17,53%. Untuk kadar aspal 5,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VMA masing-masing 19,01%, 18,61%, 17,96% dan 17,44%. Untuk kadar aspal 5,5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VMA masing-masing 18,52%, 17,73%, 17,36% dan 16,90%.

Untuk kadar aspal 6,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VMA masing-masing 18,12%, 17,01%, 16,52% dan 16,11%. Berdasarkan hasil analisis, Gambar 4.7 menunjukkan bahwa nilai VMA semakin menurun dengan bertambahnya kadar aspal serta bertambahnya persentase bahan tambah karet dalam campuran. Hal ini menunjukkan bahwa rongga antar agregat dalam campuran semakin kecil sehingga campuran semakin rapat. Semakin kecilnya nilai VMA yang diperoleh terjadi karena rongga-rongga yang terisi oleh aspal semakin banyak.

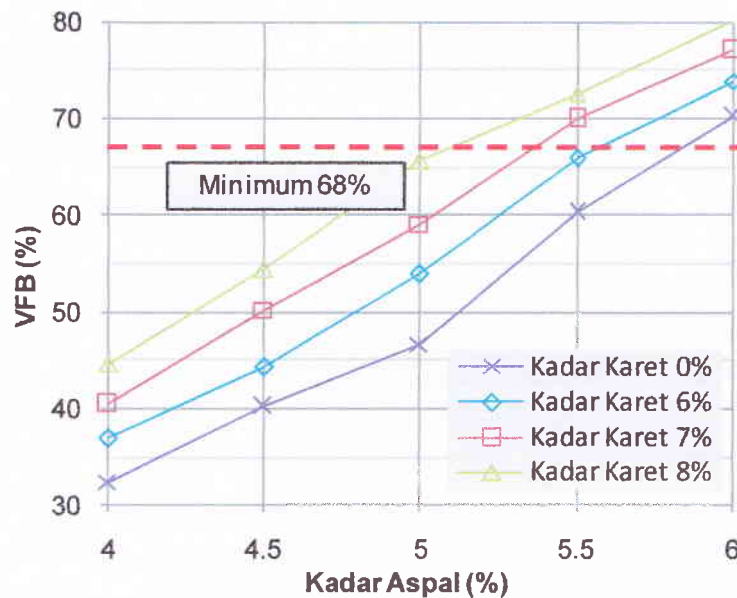


Gambar 4.7 Hubungan antara kadar aspal dengan VMA

#### 4.2.6 Hubungan antara Kadar aspal dengan VFB

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa kadar aspal 4% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VFB masing-masing 32,40%, 36,92%, 40,45% dan 44,63%. Untuk kadar aspal 4,5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VFB masing-masing 40,21%, 44,19%, 50,26% dan 54,42%. Untuk kadar aspal 5,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VFB masing-masing 46,70%, 53,97%, 59,12 dan 65,67%. Untuk

kadar aspal 5,5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VFB masing-masing 60,31%, 65,83%, 69,93% dan 72,65%. Untuk kadar aspal 6,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VFB masing-masing 70,26%, 73,90%, 77,14% dan 80,04%. Berdasarkan hasil analisis, Gambar 4.8 menunjukkan nilai VFB yang semakin meningkat dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran. Hal ini terjadi karena rongga dalam campuran banyak terisi oleh bitumen dengan semakin besarnya kadar aspal yang dipakai dalam campuran. VFB merupakan indikator besarnya rongga dalam campuran yang terisi oleh aspal.

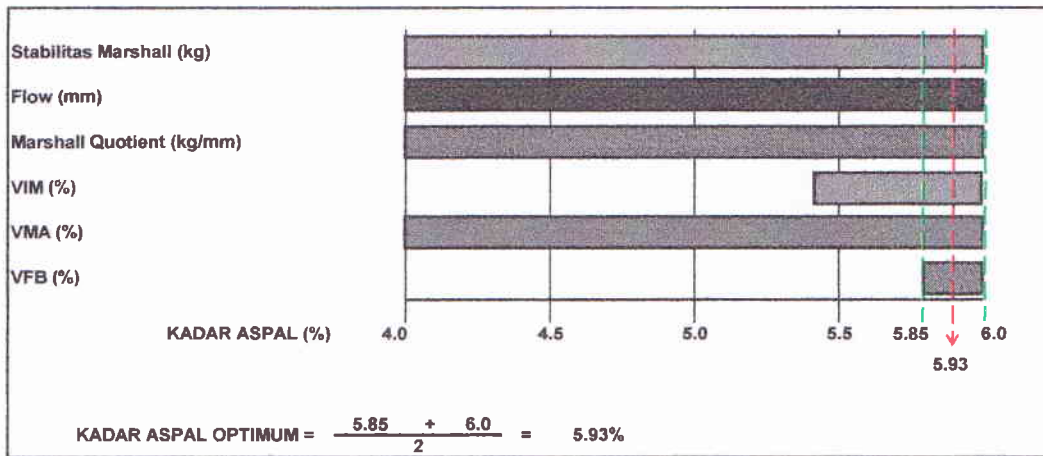


Gambar 4.8 Hubungan antara kadar aspal dengan VFB

### 4.3 Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

#### 4.3.1 Kadar aspal Optimum dengan kadar karet 0%

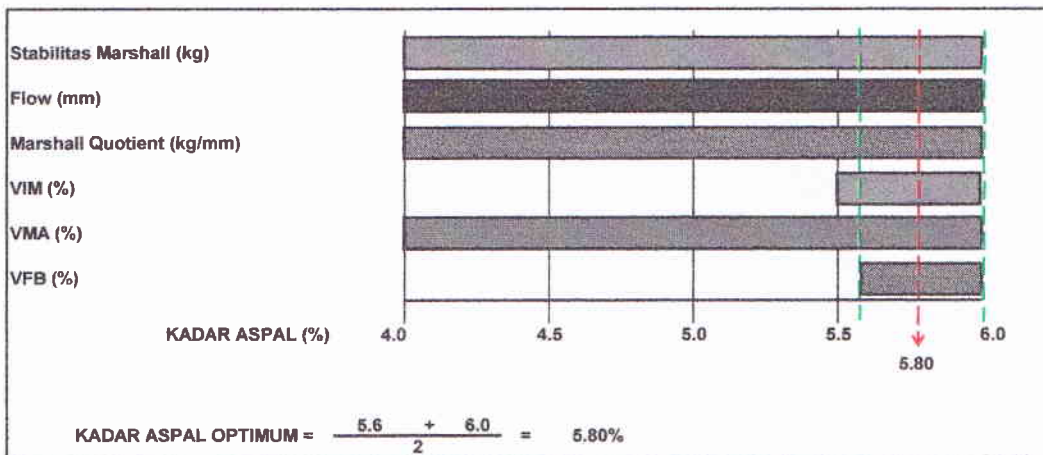
Pada gambar 4.9 penentuan kadar aspal optimum pada campuran agregat dengan kadar karet 0% diperoleh kadar aspal optimum yaitu pada kadar aspal 5,93%.



Gambar 4.9 Kadar aspal optimum dengan kadar karet 0%

#### 4.3.2 Kadar aspal Optimum dengan kadar karet 6%

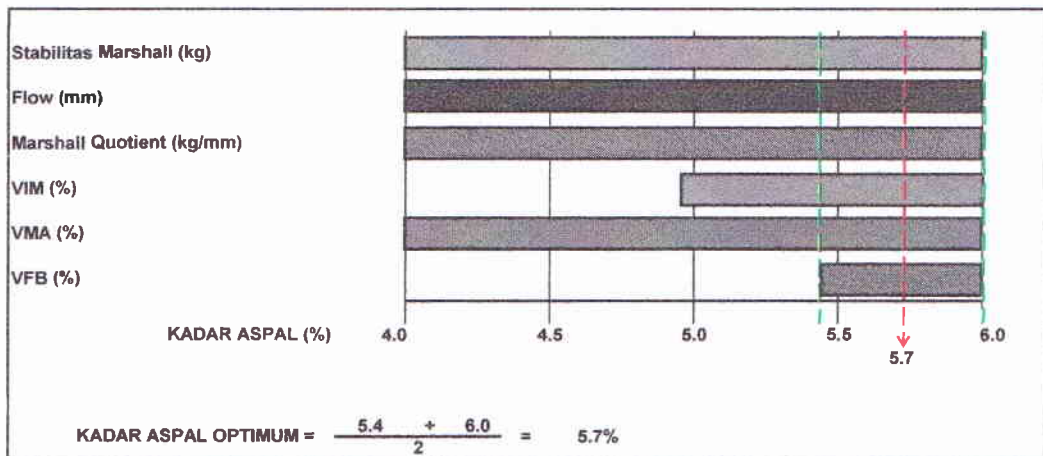
Pada gambar 4.10 kadar aspal optimum pada campuran agregat dengan kadar karet 6% diperoleh kadar aspal optimum yaitu 5,80%.



Gambar 4.10 Kadar aspal optimum dengan kadar karet 6%

#### 4.3.3 Kadar aspal optimum dengan kadar karet 7%

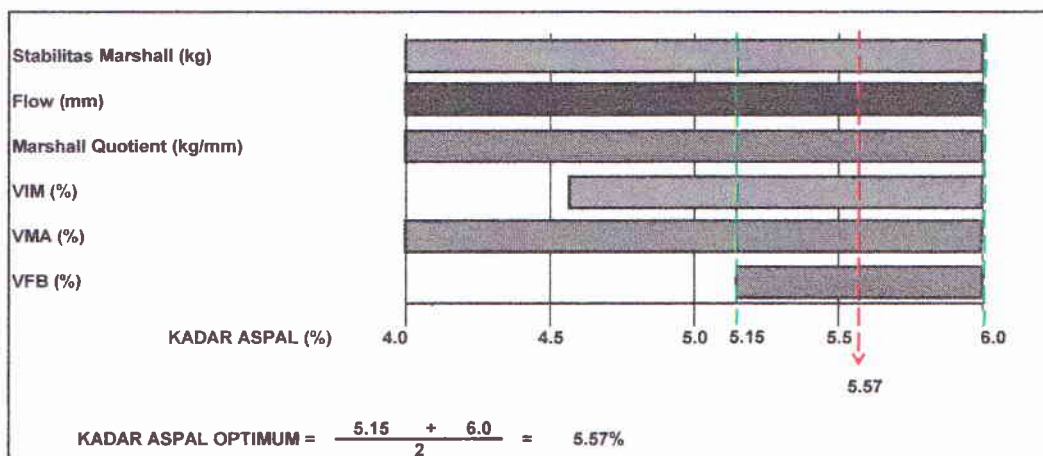
Pada gambar 4.11 kadar aspal optimum pada campuran agregat dengan kadar karet 7% diperoleh kadar aspal optimum yaitu 5,70%.



Gambar 4.11 Kadar aspal dengan kadar karet 7%

#### 4.3.4 Kadar Aspal Optimum dengan kadar karet 8%

Pada gambar 4.12 Penentuan kadar aspal optimum ditentukan dari hubungan beberapa grafik parameter pengujian *mix* disain aspal karet seperti yang terlihat pada Gambar 4.12 yang memperlihatkan bahwa kadar aspal terjadi pada kadar aspal 5,57%.



Gambar 4.12 Kadar aspal dengan kadar karet 8%

Setelah melakukan penentuan kadar aspal optimum dengan memperhatikan parameter-parameter pengujian, selanjutnya dengan menggunakan kadar aspal optimum untuk masing-masing bahan pengikat dengan kadar karet bervariasi dibuat



3 buah benda uji sehingga total benda uji sebanyak 9 buah. Data hasil pengujian marshall pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 4.5. Hasil Pengujian karakteristik marshall pada KAO

Variasi Karet	Kadar Aspal	Benda Uji	HASIL PENGUJIAN					
			VIM	VMA	Stabilitas	Flow	VFB	Marshall Quotient
			%	%	Kg	mm		Kg/mm
0%	5,93	I	5,37	18,56	1093,05	5,2	70,11	210,19
		II	5,56	18,18	1102,43	5,3	68,43	208,00
		III	5,62	18,33	1082,48	5,0	69,46	216,49
	Rata-rata		5,51	18,36	1092,65	5,17	69,33	211,56
6%	5,80	I	3,79	15,77	1203,43	4,80	75,98	250,71
		II	4,08	16,03	1196,91	4,80	74,53	249,36
		III	4,35	16,27	1202,13	4,60	73,23	261,33
	Rata-rata		4,07	16,02	1200,82	4,73	74,58	253,80
7%	5,70	I	3,77	15,65	1221,68	4,40	75,89	277,66
		II	3,01	14,98	1225,60	4,80	79,88	255,33
		III	4,52	16,30	1220,37	4,70	72,27	259,65
	Rata-rata		3,77	15,64	1222,55	4,63	76,01	264,21
8%	5,57	I	5,26	16,73	1272,04	4,40	68,55	289,10
		II	4,69	16,23	1296,67	4,30	71,09	301,55
		III	5,07	16,56	1274,50	4,20	69,39	303,45
	Rata-rata		5,01	16,51	1281,07	4,30	69,68	298,04
Spesifikasi			3 - 6	Min. 16	Min. 800	3 - 6	Min. 68	Min. 200

Sumber : Hasil Pengujian Lab. Rekayasa Transportasi Unhas

Selanjutnya dari kadar aspal optimum yang diperoleh dari masing-masing dibuat lagi 3 sampel untuk melakukan pengujian marshall immersion yaitu dengan melakukan perendaman pada benda selama 24 jam pada suhu 60<sup>0</sup>c kemudian diuji untuk nilai stabilitasnya dengan alat marshall. Hal ini dimaksudkan untuk melihat durabilitas dari campuran. Spesifikasi untuk pengujian *marshall immersion* atau indeks kekuatan sisa (IKS) yaitu > 75% dari stabilitas pada perendaman normal.

Tabel 4.6. Hasil uji marshall immersion pada kadar aspal optimum

No	Periode (Jam)	Stabilitas (Kg)				Indeks Kekuatan Sisa (%)			
	Kadar Karet	0%	6%	7%	8%	0%	6%	7%	8%
	KAO	5.93%	5.8%	5.7%	5.57%	5.93%	5.8%	5.7%	5.57%
1	0,5	1093.05	1203.43	1221.68	1272.04	100	100	100	100
2	0,5	1102.43	1196.91	1225.60	1296.67				
3	0,5	1082.48	1202.13	1220.37	1274.50				
Rata-rata		1092.65	1200.82	1222.55	1281.07				
1	24	810.70	1004.56	1125.21	1157.00	76.0	85.1	89.8	90.9
2	24	825.74	1027.44	1109.12	1172.25				
3	24	854.92	1035.05	1057.93	1164.63				
Rata-rata		830.45	1022.35	1097.42	1164.63				
Spesifikasi		Minimal 800 kg				Minimal 75 %			

Sumber : Hasil Pengujian Lab. Rekayasa Transportasi Unhas

#### 4.3.5 Pengujian Marshall immersion pada kadar aspal optimum

Dari hasil pengujian marshall immersion atau indeks kekuatan sisa untuk kondisi kadar aspal optimum pada penambahan karet dengan kadar 6%, 7% dan 8% diperoleh nilai marshall immersion 85,1%, 89,8% dan 90.9% sedangkan nilai marshall immersion pada campuran tanpa karet diperoleh nilai marshall immersion yang jauh lebih rendah yaitu sebesar 76,0%. Hal ini menunjukkan nilai stabilitas marshall setelah perendaman yang semakin rendah namun masih dapat ditoleransi karena masih berada dalam kriteria standar yaitu < 75%. Dari hasil ini memberikan informasi bahwa campuran HRS-WC dengan penambahan karet memberikan nilai yang lebih baik dari campuran yang tidak menggunakan karet.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan evaluasi hasil penelitian **tahun pertama** yang telah dilakukan, dibuat suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan karet pada aspal minyak dalam campuran *hot rolled sheet wearing course* menunjukkan nilai stabilitas marshall yang semakin baik yang mengindikasikan bahwa *interlocking* antar agregat semakin baik, nilai flow yang semakin rendah, marshall quotient semakin tinggi, nilai VIM yang semakin rendah, nilai VMA yang semakin rendah serta nilai VFB yang semakin tinggi.
2. Dari hasil analisa grafik hubungan beberapa parameter diperoleh kadar aspal optimum yaitu untuk masing-masing kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% yaitu 5,93%, 5,80% , 5,70% dan 5,57%.

#### 5.2 SARAN

Berdasarkan hasil penelitian tahun pertama, diusulkan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut :

1. **Tahun ke-2**, dengan kadar aspal optimum (KAO) perlu dilakukan penelitian dengan membuat campuran HRS-WC-aditif lateks dan dihampar secara full scale.

2. **Tahun ke-3**, perlu melakukan penelitian mengenai skid resistance untuk mengetahui dan menentukan pengaruh skid resistance akibat beban gesek kendaraan pada campuran HRS-WC dan aditif lateks.

## BAB VI JADWAL PELAKSANAAN

### 6.1 Pelaksanaan Kegiatan

Kegiatan penelitian ini dilakukan dengan metode pelaksanaan yang terdiri dari 2 (dua) kelompok kegiatan utama, yaitu:

- (1) Kegiatan kajian literatur
- (2) Kegiatan pengujian laboratorium

### 6.2 Organisasi Tim

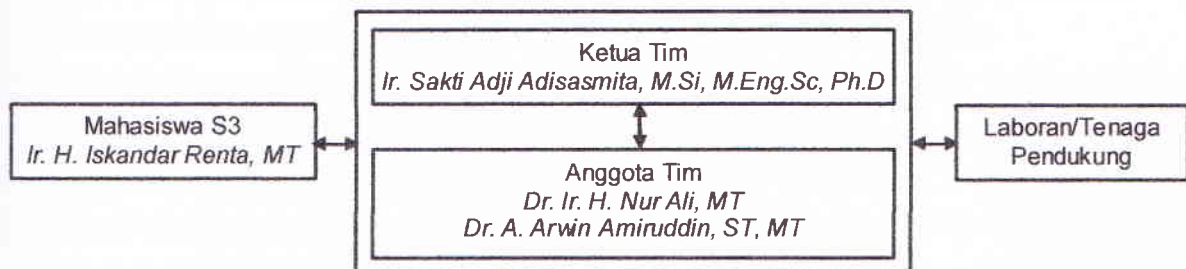
Untuk kelancaran pelaksanaan kegiatan penelitian sesuai dengan jalan penelitian yang ada, maka dibentuk tim peneliti dengan susunan sebagai berikut:

Ketua : Ir. Sakti Adji Adisasmita, M.Si, M.Eng.Sc, Ph.D  
Anggota : Dr. Ir. H. Nur Ali, MT  
Anggota : Dr. A. Arwin Amiruddin, ST, MT  
Anggota : Ir. H. Iskandar Renta, MT (Mahasiswa S3 / Almarhum)

Di dalam pelaksanaannya tim peneliti akan melibatkan mahasiswa S3 serta dibantu oleh tenaga laboran di jurusan Teknik Sipil Universitas Hasanuddin. Adapun struktur organisasi tim seperti ditunjukkan pada Gambar 6.1.

### 6.3 Jadwal Kegiatan dan Rencana Luaran

Kegiatan penelitian dijadwalkan dapat diselesaikan dalam waktu 3 (tiga) tahun kegiatan dengan jadwal kegiatan seperti ditunjukkan pada Gambar 6.2.



Gambar 6.1 Struktur organisasi tim peneliti



## DAFTAR PUSTAKA

- Bina Marga, 2000, "**Spesifikasi Volume 3, Seksi 6.3. Campuran Aspal Panas**" Bina Marga, Jakarta
- Darunifah, N. 2007. "**Pengaruh Bahan Tambah Karet Padat terhadap Karakteristik Campuran Hot Rolled Sheet Wearing Course**".Tesis tidak diterbitkan. Semarang: Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1999. "**Pedoman Penggunaan Aspal Karet Padat terhadap Karakteristik Campuran Beraspal Secara Panas No. 010/T/BM/1999**". Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- N. Suaryana, 2001, "**Pengkajian Penerapan Spesifikasi dan Pengendalian Mutu**", Puslitbang Prasarana
- Penuntun Praktikum edisi keenam. 2010. "**Laboratorium Rekayasa Transportasi Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin**".
- Saodang, H. 2004. "**Perancangan Perkerasan Jalan Raya**". Bandung:Nova.
- Sukirman, S. 1999. "**Perkerasan Lentur Jalan raya**". Bandung:Nova.
- Sukirman, S. 2003. "**Beton Aspal Campuran Panas**". Bandung:Granit.

*Lampiran 1*  
*Rekapitulasi Penggunaan Dana*



## A. Laporan Penggunaan Dana 100%

Penggunaan dana 100% yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada rekapitulasi penggunaan dana penelitian (Tabel 1). Rincian penggunaan dana 100% dapat dilihat pada masing-masing Tabel 2 (s/d Bulan Oktober 2012), dan Tabel 3 (s/d Bulan Desember 2012).

Tabel 1. Rekapitulasi dana penelitian

No.	Uraian	Tahun ke-1	Prosentase	Target
1	Bahan habis pakai / Pembelian Bahan	Rp. 26.090,000	34.7867 %	35%
2	Peralatan / Pemeriksaan Bahan	Rp. 15.000,000	20.0000 %	20%
3	Biaya perjalanan	Rp. 15.000,000	20.0000 %	20%
4	Honorarium tim peneliti dan tenaga pendukung	Rp. 7.500,000	10.0000 %	10%
5	Biaya lain-lain	Rp. 11.249,950	14.9999 %	15%
Total :		Rp. 74.839,950	99.7866 %	100%
Sisa Dana 100% = Rp. 75.000.000 - Rp. 74.839.950		Rp. 160,050		

Tabel 2. Rincian anggaran biaya penelitian tahun ke-1 (S/d Bulan Oktober 2012)

### (1) Bahan Habis Pakai

No.	Kegiatan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah
<b>A Bahan kantor/studio</b>					
1	Alat tulis/gambar	Bulan	8	Rp. 125,000	Rp 1,000,000
2	Tinta printer/CD	Bulan	5	Rp. 135,000	Rp 675,000
3	Memory eksternal	Bulan	1	Rp. 950,000	Rp 950,000
4	Cetak dokumentasi	Rol	4	Rp. 225,000	Rp 900,000
Sub Total A :					Rp 3,525,000
<b>B Bahan pengujian/laboratorium</b>					
1	Alat tulis pengujian	Ls	1	Rp. 965,000	Rp. 965,000
2	Flash disk data	Ls	4	Rp. 250,000	Rp. 1,000,000
3	Mould baja	Set	1	Rp. 975,000	Rp. 975,000
4	Karet / Lateks	kg	3 x 3	Rp. 105,000	Rp. 945,000
5	Aspal	Drum	1 x 1	Rp. 1,000,000	Rp. 1,000,000
6	Agregat Kasar	m3	6 x 1	Rp. 150,000	Rp. 900,000
7	Agregat Halus	m3	4 x 1	Rp. 250,000	Rp. 1,000,000
8	Abu Batu	m3	3 x 1	Rp. 325,000	Rp. 975,000
Sub Total B :					Rp. 7,760,000
Total Bahan Habis Pakai					Rp. 11,285,000

### (2) Peralatan

No.	Kegiatan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah
1	Pemeriksaan Aspal	Set/hari	1 x 4	Rp. 250,000	Rp 1,000,000
2	Pemeriksaan Agreat Kasar	Set/hari	1 x 4	Rp. 225,000	Rp 900,000
3	Pemeriksaan Agregat Halus	Set/hari	1 x 4	Rp. 250,000	Rp 1,000,000
4	Pemeriksaan Abu Batu	Set/hari	1 x 4	Rp. 200,000	Rp 800,000
5	Pemeriksaan Lateks	Set	1 x 4	Rp. 250,000	Rp 1,000,000
Total Peralatan					Rp 4,700,000



### (3) Biaya Perjalanan

No.	Kegiatan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah
1	Biaya perjalanan				
	(a) Tiket	Orang/trip	2 x 1 = 2	Rp. 950,000	Rp 1,900,000
	(b) Transport lokal	Orang/trip	4 x 1 = 4	Rp. 250,000	Rp 1,000,000
	(c) Hotel	Orang/malam	2 x 1 = 2	Rp. 450,000	Rp 900,000
	(d) Lumpsum perialanan	Orang/hari	2 x 3 = 6	Rp. 165,000	Rp 990,000
				Total Biaya Perjalanan	Rp 4,790,000

### (4) Honorarium Tim Peneliti dan Tenaga Pendukung

No.	Kegiatan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah
1	Honor ketua tim	Orang/jam/minggu	1 x 15 x 8 = 120	Rp. 2,500	Rp 300,000
2	Honor anggota tim	Orang/jam/minggu	3 x 12 x 8 = 288	Rp. 2,000	Rp 576,000
3	Insentive laboran	Orang/jam/minggu	2 x 5 x 8 = 80	Rp. 1,250	Rp 100,000
4	Insentive mahasiswa	Orang/jam/minggu	1 x 10 x 8 = 80	Rp. 750	Rp 60,000
5	Supervisi dan monitoring	Ls	1	Rp. 1,000,000	Rp 1,000,000
				Total Honorarium	Rp 2,036,000

### (5) Biaya Lain-lain

No.	Kegiatan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah
1	Pencetakan/jilid laporan	Set	11	Rp. 35,000	Rp 385,000
2	Komunikasi/koordinasi	Orang/bulan	4 x 2 = 8	Rp. 100,000	Rp 800,000
3	Keselamatan/keamanan kerja	Orang/bulan	7 x 2 = 14	Rp. 45,000	Rp 630,000
4	Langganan internet	Bulan	2	Rp. 176,000	Rp 352,000
5	Biaya tak terduga	Ls	3	Rp. 210,000	Rp 630,000
				Total Biaya Lain-lain	Rp 2,797,000

Tabel 3. Rincian anggaran biaya penelitian tahun ke-1 (S/d Bulan Desember 2012)

(1) Bahan Habis Pakai

No.	Kegiatan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah
<b>A Bahan kantor/studio</b>					
1	Alat tulis/gambar	Bulan	8	Rp. 125,000	Rp. 1,000,000
2	Tinta printer/CD	Bulan	7	Rp. 135,000	Rp. 945,000
3	Memory eksternal	Bulan	1	Rp. 950,000	Rp. 950,000
4	Cetak dokumentasi	Rol	4	Rp. 225,000	Rp. 900,000
Sub Total A :					Rp. 3,795,000
<b>B Bahan pengujian/laboratorium</b>					
1	Alat tulis pengujian	Ls	1	Rp. 965,000	Rp. 965,000
2	Flash disk data	Ls	4	Rp. 250,000	Rp. 1,000,000
3	Mould baja	Set	1	Rp. 975,000	Rp. 975,000
4	Karet / Lateks	kg	3 x 3	Rp. 105,000	Rp. 945,000
5	Aspal	Drum	1 x 1	Rp. 1,000,000	Rp. 1,000,000
6	Agregat Kasar	m3	6 x 1	Rp. 150,000	Rp. 900,000
7	Agregat Halus	m3	4 x 1	Rp. 250,000	Rp. 1,000,000
8	Abu Batu	m3	3 x 1	Rp. 325,000	Rp. 975,000
9	Kaos Tangan Pelindung	set	4 x 1	Rp. 250,000	1,000,000
10	Masker penutup mulut	set	5 x 1	Rp. 250,000	1,250,000
11	Lab pengering	Set	4 x 1	Rp. 250,000	Rp. 1,000,000
Sub Total B :					Rp. 11,010,000
Total Bahan Habis Pakai					Rp. 14,805,000

(2) Peralatan

No.	Kegiatan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah
1	Pemeriksaan Aspal	Set/hari	1 x 4	Rp. 250,000	Rp. 1,000,000
2	Pemeriksaan Agregat Kasar	Set/hari	1 x 4	Rp. 225,000	Rp. 900,000
3	Pemeriksaan Agregat Halus	Set/hari	1 x 4	Rp. 250,000	Rp. 1,000,000
4	Pemeriksaan Abu Batu	Set/hari	1 x 4	Rp. 200,000	Rp. 800,000
5	Pemeriksaan Lateks	Set	1 x 4	Rp. 250,000	Rp. 1,000,000
6	Pengujian Stabilitas	Set/hari	1 x 4	Rp. 250,000	Rp. 1,000,000
7	Pengujian Flow	Set/hari	1 x 4	Rp. 250,000	Rp. 1,000,000
8	Pengujian MQ	Set/hari	1 x 4	Rp. 225,000	Rp. 900,000
9	Pengujian VIM	Set/hari	1 x 4	Rp. 225,000	Rp. 900,000
10	Pengujian VMA	Set/hari	1 x 4	Rp. 225,000	Rp. 900,000
11	Pengujian VFB	Set/hari	1 x 4	Rp. 225,000	Rp. 900,000
Total Peralatan					Rp. 10,300,000

(3) Biaya Perjalanan

No.	Kegiatan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah
<b>1 Biaya perjalanan</b>					
(a)	Tiket	Orang/trip	2 x 1	Rp. 950,000	Rp. 1,900,000
(b)	Transport lokal	Orang/trip	4 x 1	Rp. 950,000	Rp. 3,800,000
(c)	Hotel	Orang/malam	2 x 1	Rp. 455,000	Rp. 910,000
(d)	Lumpsum perjalanan	Orang/hari	4 x 3	Rp. 300,000	Rp. 3,600,000
Total Biaya Perjalanan					Rp. 10,210,000

(4) Honorarium Tim Peneliti dan Tenaga Pendukung

No.	Kegiatan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah
1	Honor ketua tim	Orang/jam/minggu	1 x 25 x 8	Rp. 5,000	Rp. 1,000,000
2	Honor anggota tim	Orang/jam/minggu	3 x 25 x 8	Rp. 4,500	Rp. 2,700,000
3	Insentive laboran	Orang/jam/minggu	2 x 25 x 8	Rp. 1,500	Rp. 600,000
4	Insentive mahasiswa	Orang/jam/minggu	1 x 25 x 8	Rp. 820	Rp. 164,000
5	Supervisi dan monitoring	Ls	1	Rp. 1,000,000	Rp. 1,000,000
Total Honorarium					Rp. 5,464,000

(5) Biaya Lain-lain

No.	Kegiatan	Satuan	Volume			Harga Satuan		Jumlah
1	Pencetakan/jilid laporan	Set	11		=	11 Rp.	35,000 Rp	385,000
2	Komunikasi/koordinasi	Orang/bulan	4 x	2	=	8 Rp.	450,000 Rp	3,600,000
3	Keselamatan/keamanan kerja	Orang/bulan	7 x	2	=	14 Rp.	43,425 Rp	607,950
4	Langganan internet	Bulan	10		=	10 Rp.	176,000 Rp	1,760,000
5	Biaya tak terduga	Ls	3		=	3 Rp.	700,000 Rp	2,100,000
						Total Biaya Lain-lain	Rp	8,452,950







**PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT KASAR**

(SPECIFIC GRAVITY AND ABSORPTION OF COARSE AGREGATE)

Tanggal : 18 September 2012  
Kelompok :  
Berat Contoh : 2500 gram  
Fakultas : Teknik Sipil  
Metode : SNI-03-1969-1990  
Asisten :

KETERANGAN		I	II	Rata-rata
Berat contoh kering oven (gr)	A	2446.20	2423.50	2434.85
Berat contoh kering permukaan (gr)	B	2517.70	2493.30	2505.50
Berat contoh dalam air (gr)	C	1615.00	1560.00	1587.50
Berat jenis kering oven (bulk specific gravity)	$\frac{A}{B - C}$	2.71	2.60	2.65
Berat jenis kering permukaan jenuh (saturated surface dry)	$\frac{B}{B - C}$	2.79	2.67	2.73
Berat jenis semu (apparent specific gravity)	$\frac{A}{A - C}$	2.94	2.81	2.87
Penyerapan air	$\frac{B - A}{A} \times 100\%$	2.92	2.88	2.90

Mengetahui

Kepala Laboratorium Rekayasa Transportasi

Ir. Sakti Adji Adisasmata, M.Si., M.Eng, Sc PhD

Nip. 196404221993031001



**PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT HALUS (PASIR)**

(SPECIFIC GRAVITY AND ABSORPTION OF FINE AGREGATE)

Tanggal : 18 September 2012  
Kelompok :  
Berat Contoh : 1000 gram

Fakultas : Teknik Sipil  
Metode : SNI-03-1970-1990  
Asisten : 0

NO. CONTOH		I	II	Rata-rata
Berat contoh kering oven (gr)	A	486.10	497.10	491.60
Berat botol+air sampai batas kalibrasi (gr)	B	721.50	725.50	723.50
Berat contoh+botol+air sampai batas kalibrasi (gr)	C	1035.50	1053.70	1044.6
Berat jenis kering oven (bulk specific gravity)	$\frac{A}{B+500-C}$	2.61	2.89	2.75
Berat jenis kering permukaan jenuh (atas dasar kering permukaan)	$\frac{500}{B+500-C}$	2.69	2.91	2.80
Berat jenis semu (apparent specific gravity)	$\frac{A}{B+A-C}$	2.82	2.94	2.88
Penyerapan air	$\frac{500-A}{A} \times 100\%$	2.86	0.58	1.72

Mengetahui

Kepala Laboratorium Rekayasa Transportasi

Ir. Sakti Adji Adisasmita, M.Si., M.Eng, Sc PhD

Nip. 196404221993031001



**BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT HALUS (DEBU BATU)**

Tanggal : 18 September 2012  
Kelompok :  
Berat Contoh : 1000 gram

Jurusan : Teknik Sipil  
Metode : SNI-03-1970-1990  
Asisten : 0

NO. CONTOH		I	II	Rata-rata
Berat contoh kering oven (gr)	A	494.10	494.60	494.35
Berat botol+air sampai batas kalibrasi (gr)	B	763.30	753.50	758.40
Berat contoh+botol+air sampai batas kalibrasi (gr)	C	1076.53	1074.70	1075.62
Berat jenis bulk (atas dasar kering oven)	$\frac{A}{B+500-C}$	2.65	2.77	2.71
Berat jenis bulk (atas dasar kering permukaan)	$\frac{500}{B+500-C}$	2.68	2.80	2.74
Berat jenis semu	$\frac{A}{B+A-C}$	2.73	2.85	2.79
Penyerapan air	$\frac{500-A}{A} \times 100\%$	1.19	1.09	1.14

Mengetahui  
Kepala Laboratorium Rekayasa Transportasi

Ir. Sakti Adij Adisasmita, M.Si., M.Eng., Sc PhD  
Nip. 196404221993031001





## PEMERIKSAAN SAND EQUIVALENT

Tanggal : 17/09/2012

Jurusan : Teknik Sipil

Berat Sampel : -

Metode Pengujian : SNI 03-1992

No.	Uraian	I	II	Rata-rata
1.	Tera tinggi tangkai penunjuk ke dalam gelas ukur (gelas dalam keadaan kosong).	10.30	10.30	10.30
2.	Baca skala lumpur. (Pembacaan skala permukaan lumpur dilihat pada dinding gelas ukur).	6.40	5.10	5.75
3.	Pembacaan skala beban pada gelas ukur (beban dimasukkan pada gelas keadaan kosong).	14.10	13.60	13.85
4.	Pembacaan skala pasir. (Pembacaan 3 - Pembacaan 1)	4.20	3.30	3.75
5.	Nilai Sand Equivalent $\frac{\text{Skala Pasir (4)}}{\text{Skala Lumpur (2)}} \times 100\%$	65.63%	64.71%	65.22%

Mengetahui

Kepala Laboratorium Rekayasa Transportasi

Ir. Sakti Adji Adisasmita, M.Si, M.Eng, Sc PhD

Nip. 196404221993031001



**KEKUATAN AGREGAT TERHADAP TUMBUKAN**  
(Aggregate Impact Value)

Tanggal : 17 September 2012  
Kelompok : \_\_\_\_\_  
Berat Contoh : - \_\_\_\_\_

Jurusan : Teknik Sipil  
Metode : SNI-03-4426-1997  
Asisten : \_\_\_\_\_

Item Pengujian	Berat (gram)	
	I	II
Berat sampel (A)	500	500
Berat sampel setelah penekanan dan lewat saringan 2,36 mm (B)	59	66.3
Berat sampel setelah penekanan dan tertahan saringan 2,36 mm (B)	441	433.7
Aggregate Impact Value = B/A (%)	11.80%	13.26%
Rata - rata AIV (%)	12.53%	

Mengetahui  
Kepala Laboratorium Rekayasa Transportasi

Ir. Sakti Adji Adisasmita, M.Si., M.Eng, Sc PhD  
Nip. 196404221993031001





PEMERIKSAAN INDEKS KELONJONGAN

Tanggal : 18 September 2012                      Jurusan : Teknik Sipil  
Kelompok :    Metode :  
Berat Contoh : 1000 gram                      Pembimbing : 0

Nomor	Gradasi Saringan		Ukuran alat		Berat Lolos (Gram)	Berat Tertahan (Gram)	Total Berat (Gram)
			Lebar (mm)		A	B	C
I	3/4"	1/2"	10 - 14		342.8	157.2	500
II	1/2"	3/8"	6.3 - 10		164.8	335.2	500
Total					507.6	492.4	1000
Indeks Kelonjongan					$= \frac{\text{Total Berat A}}{\text{Total Berat C}} \times 100\% = \frac{507.6}{1000} \times 100\% = 50.76\%$		

Nomor	Gradasi Saringan		Ukuran alat		Berat Lolos (Gram)	Berat Tertahan (Gram)	Total Berat (Gram)
			Lebar (mm)		A	B	C
I	3/4"	1/2"	10 - 14		119	381	500
II	1/2"	3/8"	6.3 - 10		222.9	277.1	500
Total					341.9	658.1	1000
Indeks Kelonjongan					$= \frac{\text{Total Berat A}}{\text{Total Berat C}} \times 100\% = \frac{341.9}{1000} \times 100\% = 34.19\%$		

Mengetahui  
Kepala Laboratorium Rekayasa Transportasi

Ir. Sakti Adji Adisasmita, M.Si., M.Eng., Sc PhD  
Nip. 196404221993031001



PEMERIKSAAN KEAUSAN DENGAN MESIN LOS ANGELES  
(Lost Angeles Abrassion Test)

Tanggal : 17 September 2012      Jurusan : Sipil  
Kelompok : \_\_\_\_\_      Metode Pengujian : SNI 03-2417-1991  
Berat Sampel : 2,500 gram      Pembimbing : \_\_\_\_\_

Gradasi Saringan		No. Sampel			
		I		II	
Lolos	Tertahan	A	B	C	D
		Berat Sebelum (gr)	Berat Sesudah (gr)	Berat Sebelum (gr)	Berat Sesudah (gr)
3/4"	1/2"	2500	4165.7	2500	4300.9
1/2"	3/8"	2500		2500	
Jumlah Berat (gram)		5000		5000	
Berat Tertahan Saringan No. 12 (gram)		4165.7		4300.9	
Keausan $\frac{A - B}{A} \times 100\%$		$\frac{5000 - 4165.7}{5000} \times 100\% = 16.69\%$		$\frac{5000 - 4300.9}{5000} \times 100\% = 13.98\%$	
Rata - rata		15.33%			

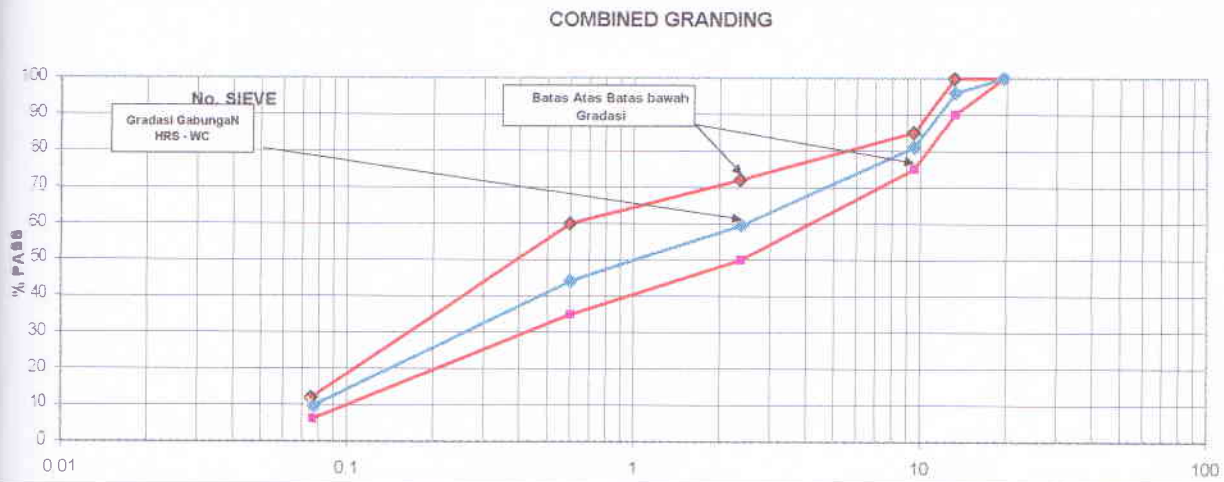
Mengetahui  
Kepala Laboratorium Rekayasa Transportasi

Ir. Sakti Adji Adisasmita, M.Si., M.Eng., Sc PhD  
Nip. 196404221993031001





TYPES MATERIAL	GRADASI LATASTON (HRS) WC						
	in	3/4"	1/2"	3/8"	NO. 8	No.30	NO.200
	mm	19.5	13.2	9.5	2.36	0.6	0.075
Batu Pecah 1 - 2	% PASS	100.00	76.00	35.10	24.40	19.90	0.80
17	% PASS	17.00	12.92	5.97	4.15	3.38	0.14
Batu Pecah 0.5 - 1	% PASS	100.00	100.00	70.30	45.60	25.70	1.30
27	% PASS	27.00	27.00	18.98	12.31	6.94	0.35
Pasir	% PASS	100.00	100.00	100.00	85.10	60.70	7.10
10	% PASS	10.00	10.00	10.00	8.51	6.07	0.71
Abu Batu	% PASS	100.00	100.00	100.00	74.90	60.30	17.90
46	% PASS	46.00	46.00	46.00	34.45	27.74	8.23
TOTAL PASSING (%)		100.00	95.92	80.95	59.42	44.13	9.43
GRADING		100	90 - 100	75 - 85	50 - 72	35-60	6 - 12



REMARKS

1 Batu Pecah 1 - 2	=	17
2 Batu Pecah 0.5 - 1	=	27
3 Pasir	=	10
4 Abu Batu	=	46

Mengetahui  
 Kepala Laboratorium Rekayasa Transportasi

Ir. Sakti Adji Adisasmita, M.Si., M.Eng, Sc PhD  
 Nip. 196404221993031001



*Lampiran 3*  
*Dokumentasi*

FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN



KEGIATAN : Pengujian Titik Lembek aspal  
Dikerjakan Oleh : Team Peneliti

FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN



KEGIATAN : DAKTALITAS ASPAL  
Dikerjakan Oleh : Team Peneliti

FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN



KEGIATAN : Pemeriksaan berat jenis aspal  
Dikerjakan Oleh : Team Peneliti

FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN



KEGIATAN : Penetrasi Aspal  
Dikerjakan Oleh : Team Peneliti

FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN



KEGIATAN : Pencampuran karet dan aspal  
Dikerjakan Oleh : Team Peneliti

FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN



KEGIATAN : Pengujian Keausan Agregat (los Angeles)  
Dikerjakan Oleh : Team Peneliti

FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN



KEGIATAN : Pengujian kesempitan dan kelenturan Agregat  
Dikerjakan Oleh : Team Peneliti

FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN



KEGIATAN : Pengujian Sand Equivalen Agregat Halus  
Dikerjakan Oleh : Team Peneliti

FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN



KEGIATAN : Percobaan Berat Jenis dan Penuangan At Agregat  
Dikerjakan Oleh : Team Peneliti

FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN



KEGIATAN : Pemeriksaan Titik Nyala dan titik Bakar Aspal Jari  
Dikerjakan Oleh : Team Peneliti

FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN



KEGIATAN : Kelayakan Agregat Terhadap Aspal  
Dikerjakan Oleh : Team Peneliti

FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN



KEGIATAN : Analisa Sarungin Agregat Kasar dan Halus  
Dikerjakan Oleh : Team Peneliti

FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN



KEGIATAN : Pembuatan Benda Uji  
Dikerjakan Oleh : Team Peneliti

FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN



KEGIATAN : Pembuatan Benda Uji  
Dikerjakan Oleh : Team Peneliti

FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN



KEGIATAN : Percobaan Benda Uji  
Dikerjakan Oleh : Team Peneliti

FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN



KEGIATAN : Penyajian Material Test  
Dikerjakan Oleh : Team Peneliti

## *Lampiran 4*

*Paper Simposium Nasional  
(Konteks 6, Trisakti Jakarta  
1 - 2 Nopember 2012)*



# KoNTekS 6

**PEMELIHARAAN DAN PERAWATAN BANGUNAN SIPIL DAN  
LINGKUNGAN DALAM MEMPERTAHANKAN KINERJA  
INFRASTRUKTUR DI INDONESIA**

- 1. MAKALAH-MAKALAH**
- 2. INFORMASI**

**1-2 November 2012  
UNIVERSITAS TRISAKTI**

DISELENGARAKAN OLEH



TRISAKTI



UAJY



UPH



UNS



UNUD



ITENAS



UNSOED



UNTAR



- |    |     |  |        |
|----|-----|--|--------|
| 22 | 126 | <b>ELEMEN- ELEMEN IMPLEMENTASI SMK3 (SISTEM MANAJEMEN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA) PADA KONTRAKTOR LOKAL PROYEK GEDUNG BERTINGKAT YANG SUDAH MENERAPKAN OHSAS 18001:2007</b><br>Jan Agustina, Julia Damayanti dan Yasier Anwar | MK-195 |
| 23 | 138 | <b>IDENTIFIKASI DAMPAK <i>REWORK</i> PEKERJAAN KONSTRUKSI PADA PROYEK GEDUNG BERTINGKAT</b><br>Bambang Endro Yuwono, Ryan Immanuel   | MK-211 |
| 24 | 031 | <b>ANALISIS BIAYA PERAWATAN GEDUNG FPBS UPI UNTUK EMPAT ELEMEN PEKERJAAN KONSTRUKSI</b><br>Dewi Yustiarini, Rochany Natawidjana dan Imam Supratman   | MK-219 |

## **BAHAN / BETON**

- |   |     |  |       |
|---|-----|--|-------|
| 1 | 013 | <b>KINERJA <i>BIOFLUX OIL</i> PADA CAMPURAN ASPAL BUTON</b><br>Ratna Yuniarti  | MB-1  |
| 2 | 014 | <b>ANALISA PENAMBAHAN BRAM POTONGAN BESI PADA BETON TERHADAP PERILAKU KUAT LENTUR</b><br>Ridha Sari, Abadi, dan Zufrimar   | MB-9  |
| 3 | 021 | <b>SIFAT-SIFAT BLOK BAHAN PASANGAN DINDING DARI AGREGAT BEKAS DENGAN PEREKAT MINYAK JELANTAH</b><br>I Nyoman Arya Thanaya, Ngakan Made Anom Wiryasa, Florentina Bupu | MB-17 |
| 4 | 046 | <b>PENGARUH PENAMBAHAN BATU APUNG TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON BUSA (<i>FOAMED CONCRETE</i>)</b><br>Mochammad Affuddin, Abdullah                                     | MB-25 |
| 5 | 052 | <b>BETON RINGAN <i>SELF-COMPACTING</i> DENGAN AGREGAT DAN POWDER LIMBAH PECAHAN GENTING MERAH</b><br>Bernardinus Herbudiman, dan Lady Dinarti Dewi                   | MB-33 |
| 6 | 055 | <b>PEMANFAATAN LIMBAH KERAMIK SEBAGAI AGREGAT KASAR DALAM ADUKAN BETON</b><br>Kurniawan Dwi Wicaksono dan Johannes Januar Sudjati                                    | MB-43 |
| 7 | 060 | <b>KAJIAN MENGENAI STANDAR DEVIASI HASIL UJI TEKAN BETON</b><br>Yogi Kiana <sup>1</sup> dan Priyanto Saelan <sup>2</sup>   | MB-49 |
| 8 | 063 | <b>PENGGUNAAN MATERIAL LOKAL ZEOLIT SEBAGAI <i>FILLER</i> UNTUK PRODUKSI BETON MEMADAT MANDIRI (<i>SELF COMPACTING CONCRETE</i>)</b><br>Angelina Eva Lianasari       | MB-57 |

- |    |     |   |        |
|----|-----|---|--------|
| 9  | 083 | <b>PENGARUH KONFIGURASI WRAPPING<br/>FIBER REINFORCED POLIMER (FRP)<br/>TERHADAP KINERJA HASIL RETROFIT BALOK PIPA BAJA</b><br>Wiryanto Dewobroto, Lanny Hidayat dan Thomas Wijaya                  | MB-65  |
| 10 | 084 | <b>DURABILITAS BETON DENGAN BAHAN BAKU TANAH<br/>SEBAGAI POZOLAN ALAM</b><br>Yenny Nurchasanah  | MB-77  |
| 11 | 036 | <b>KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK CAMPURAN SERBUK KETAM DAN<br/>SERBUK AMPLAS DENGAN LEM EPOXY SEBAGAI BAHAN<br/>PERBAIKAN KAYU</b><br>Achmad Basuki   | MB-85  |
| 12 | 071 | <b>PERILAKU LENTUR MORTAR DENGAN SABUT KELAPA</b><br>Istiqomah dan Iswandi Imran  | MB-93  |
| 13 | 025 | <b>HUBUNGAN POROSITAS DAN KUAT TEKAN PAVINGSTONES<br/>DENGAN PENGGUNAAN PHYROPILIT SEBAGAI PENGGANTI SEMEN</b><br>Retno Angraini  | MB-101 |
| 14 | 039 | <b>PERAN GEOTEKSTIL DALAM MENINGKATKAN MODULUS<br/>ELASTISITAS BETON ASPAL</b><br>Sri Widodo  | MB-109 |
| 15 | 057 | <b>STUDI MENGENAI PENGARUH KADAR UDARA PADA<br/>PERHITUNGAN VOLUME ABSOLUT CAMPURAN BETON<br/>TERHADAP KUAT TEKAN BETON</b><br>Pudji Ayu Lestari, dan Priyanto Saelan                               | MB-117 |
| 16 | 088 | <b>KINERJA LABORATORIUM CAMPURAN ASPHALT CONCRETE-BINDER<br/>COURSE (AC-BC) MENGGUNAKAN BAHAN PENGIKAT ASPAL RETONA<br/>BLEND 55</b><br>I Made Agus Ariawan   | MB-123 |
| 17 | 125 | <b>KAJIAN EKSPERIMENTAL CAMPURAN HRS-WC DENGAN ASPAL<br/>MINYAK DAN PENAMBAHAN ADITIF LATEKS SEBAGAI BAHAN<br/>PENGIKAT</b><br>A. Arwin Amiruddin, Sakti A. A. Sasmita, Nur Ali dan Iskandar Rentia | MB-133 |

# KAJIAN EKSPERIMENTAL CAMPURAN HRS-WC DENGAN ASPAL MINYAK DAN PENAMBAHAN ADITIF LATEKS SEBAGAI BAHAN PENGIKAT

A. Arwin Amiruddin<sup>1</sup>, Sakti A. A. Sasmita<sup>2</sup>, Nur Ali<sup>3</sup> dan Iskandar Renta<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin Makassar,  
Jl. Perintis Kemerdekaan Km.10 Makassar 90245  
Email: a.arwinamiruddin@yahoo.com

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin Makassar,  
Jl. Perintis Kemerdekaan Km.10 Makassar 90245  
Email: adjiadisasmita@yahoo.com

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin Makassar,  
Jl. Perintis Kemerdekaan Km.10 Makassar 90245  
Email: nur\_ali@yahoo.com

<sup>4</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin Makassar,  
Jl. Perintis Kemerdekaan Km.10 Makassar 90245  
Email: iskandar\_renta@yahoo.com

## ABSTRAK

*Hot Rolled Sheet-wearing course* (HRS-WC) merupakan campuran aspal beton menggunakan gradasi senjang dengan kandungan agregat kasar, agregat halus dan memiliki kandungan aspal yang tinggi sehingga dibutuhkan mutu campuran beraspal yang baik untuk menghasilkan jalan dengan kelenturan dan keawetan yang baik. Salah satu cara untuk meningkatkan kinerja campuran aspal adalah memodifikasi campuran aspal sehingga didapatkan perubahan sifat campuran aspal dengan menambahkan karet alam (Lateks) jenis lump dengan kadar karet kering 55% sebagai bahan tambah aspal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan kadar karet sebagai bahan tambah pada aspal minyak terhadap karakteristik Marshall campuran *Hot Roller Sheet-Wearing Course*. Untuk menguji kinerja campuran hot rolled sheet-wearing course tersebut, akan dilakukan penelitian di laboratorium dengan membuat benda uji sebanyak 45 buah dengan 5 variasi kadar aspal dengan 3 variasi penambahan kadar karet untuk masing-masing kadar aspal. Dari hasil pengujian sifat fisik aspal pen 60/70 dengan penambahan kadar karet dari 6%, 7% dan 8% dari berat total campuran, diketahui bahwa penambahan kadar karet menyebabkan penurunan kepadatan aspal, menurunkan temperatur titik nyala dantitik bakar aspal, penurunan aspal penetrasi, penurunan daktilitas dan peningkatan suhu aspal lembek aspal titik. Dari hasil pengujian diperoleh oleh marshall karakteristik campuran HRS-WC dengan nilai berkisar antara 1102.60 stabilitas marshal kg – 1285.55 kg, aliran antara 3.07mm - 4.80 mm, dan Marshall quotient dari 248.79 kg / mm – 378.74 kg / mm.

**Kata kunci:** *Hot Rolled Sheet* (HRS), karet alam, Marshall

## 1. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah kendaraan yang memenuhi ruas-ruas jalan, secara langsung akan mempengaruhi beban lalu lintas yang dipikul oleh jalan ditambah lagi kondisi iklim tropis di Indonesia yang menyebabkan suhu dan cuaca yang selalu berubah-ubah sehingga menjadi salah satu penyebab sering terjadi kerusakan dini pada lapisan perkerasan. Dengan kondisi tersebut, selain penampilan dari permukaan yang kurang memuaskan, juga masalah layanan yang tidak sesuai dengan umur rencana. Pemanfaatan aspal di Indonesia dapat diterapkan secara meluas melalui program pembinaan jalan. Pada tahun 1980-an Bina Marga mengembangkan campuran aspal yang dikenal dengan Lapis Tipis Aspal Beton atau Hot Roller Sheet yang diyakini dapat menghasilkan jalan dengan kelenturan dan keawetan yang cukup baik. Campuran aspal menjadi tahan retak, akan tetapi terjadi kerusakan berupa perubahan bentuk timbulnya alur plastis yang tidak dapat dihindarkan. Kerusakan jalan ini semakin parah dan berkembang dengan cepat terutama pada jalan-jalan dengan lalulintas padat. HRS merupakan campuran aspal beton menggunakan gradasi senjang dengan kandungan agregat kasar dan agregat halus dan memiliki kandungan aspal yang tinggi, sehingga

dibutuhkan mutu campuran beraspal yang baik. Penggunaan karet diharapkan mampu meningkatkan mutu campuran beraspal, dimana fungsi karet pada campuran dapat berperan sebagai bahan stabilitas aspal. Penggunaan karet (*lump*) dimaksudkan untuk menganalisis karakteristik dari campuran *hot roller sheet-wearing course* yang menggunakan karet sebagai bahan tambah aspal. Dari uraian diatas maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan karet sebagai bahan tambah pada aspal minyak terhadap karakteristik marshall campuran hot roller sheet-wearing course serta untuk memperoleh komposisi kadar karet yang optimal.

## 2. PROGRAM EKSPERIMENTAL

Metode eksperimen murni (*true-experimental research*) digunakan dalam penelitian ini dengan mengadakan kegiatan percobaan di laboratorium. Agregat diperoleh dari Sungai Bili-Bili Kecamatan Parangloe hasil stone crusher PT. Bima Moriesya Anugrah, bahan karet di diperoleh dari PT. London Sumatera, Kabupaten Bulukumba sedangkan aspal minyak diambil dari gudang aspal Baddoka, Makassar yang selanjutnya dilakukan observasi terhadap nilai-nilai karakteristik bahan di Laboratorium Rekayasa Transportasi Universitas Hasanuddin.

Bahan-bahan yang digunakan terlebih dahulu diuji karakteristik dari masing-masing bahan baik agregat kasar, agregat halus, abu batu, aspal minyak dan aspal minyak yang telah ditambah bahan karet dimana metode pengujian mengacu pada Standar Nasional Indonesia, pengujian sifat bahan dilakukan di laboratorium. Berikutnya dibuat benda uji dengan lima variasi kadar aspal dengan tiga variasi kadar karet untuk pengujian karakteristik marshall, untuk masing-masing variasi kadar aspal dengan kadar karet berbeda dibuat tiga benda uji setelah diperoleh kadar aspal optimum untuk masing-masing kadar karet selanjutnya dibuat tiga benda uji sehingga total benda uji 54 benda uji. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3.

Tabel 1. Karakteristik bahan agregat kasar

<i>Jenis Pengujian</i>	<i>Metode Pengujian</i>	<i>Sat.</i>	<i>Syarat</i>
Berat Jenis Curah ( <i>Bulk</i> )	SNI-03-1969-1990	-	$\geq 2.5$
Berat Jenis SSD	SNI-03-1969-1990	-	$\geq 2.5$
Berat Jenis Semu	SNI-03-1969-1990	%	$\geq 2.5$
Penyerapan Air	SNI-03-1969-1990	%	$\leq 3.0$
Keausan Agregat	SNI-03-2417-1991	%	$\leq 40$
Indeks Kepipihan	SNI-M-25-1991-03	%	$\leq 25$
Indeks Kelonjongan	SNI-M-25-1991-03	%	$\leq 25$
Analisa Saringan	SNI-03-2419-1991	-	

(sumber: Standar Nasional Indonesia)

Tabel 2. Karakteristik bahan agregat halus dan filler

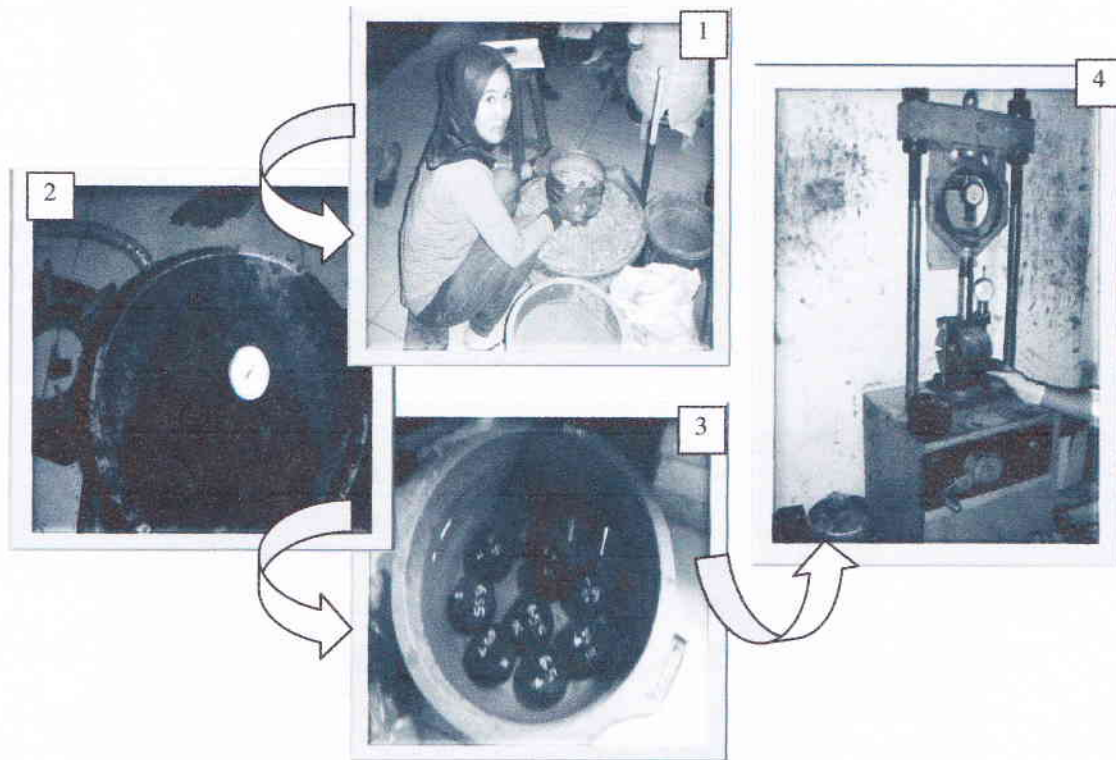
<i>Jenis Pengujian</i>	<i>Metode Pengujian</i>	<i>Satuan</i>	<i>Syarat</i>
Berat Jenis Curah ( <i>Bulk</i> )	SNI-03-1969-1990	-	$\geq 2.5$
Berat Jenis SSD	SNI-03-1969-1990	-	$\geq 2.5$
Berat Jenis Semu	SNI-03-1969-1990	%	$\geq 2.5$
Penyerapan Air	SNI-03-1969-1990	%	$\leq 3.0$
<i>Sand Equivalent</i>	SNI-03-4428-1997	%	$\geq 50$
Analisa Saringan	SNI-03-2419-1991	-	-

(sumber: Standar Nasional Indonesia)

Tabel 3. Spesifikasi Pemeriksaan Karakteristik Aspal

<i>Jenis Pengujian</i>	<i>Metode Pengujian</i>	<i>Persyaratan</i>
Penetrasi (mm)	SNI 06-2456-1991	60 – 79
Titik Lembek ( $^{\circ}\text{C}$ )	SNI 06-2434-1991	48 – 58
Titik Nyala ( $^{\circ}\text{C}$ )	SNI 06-243-1991	Min 200
Daktalitas, cm	SNI 06-2432-1991	Min 100
Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	Min 1.0
Penurunan Berat	SNI 06-2440-1991	Max 0.8
Penetrasi setelah penurunan Berat (% asli)	SNI 06-2456-1991	Min 54

(sumber: Standar Nasional Indonesia)



Gambar 1. Persiapan bahan uji dan pengujian Marshal

Gambar 1 memperlihatkan proses penelitian yang dimulai pada tahap penyiapan bahan, analisa saringan, pengujian agregat, pengujian aspal, mix desain, pembuatan benda uji dan pengujian karakteristik campuran dengan menggunakan alat Marshal. Pada penelitian ini analisa saringan menggunakan analisa resep gradasi Australia. Pengujian agregat meliputi pemeriksaan agregat kasar dan agregat halus. Pada pemeriksaan karakteristik aspal bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat fisik aspal. Setelah itu dilakukan proses mix desain yang bertujuan untuk menetapkan komposisi agregat dan aspal. Kemudian, pembuatan benda uji dilakukan dengan campuran HRS-WC pada kadar aspal 4.0%-6.0%, dengan variasi penambahan karet untuk masing-masing kadar aspal 6.0%, 7.0%, dan 8.0%. Berikutnya tahap pengujian karakteristik campuran dengan menggunakan alat Marshal.

### 3. HASIL DAN DISKUSI

#### Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat

Hasil pengujian sifat fisik agregat yang diambil dari Sungai Bili-Bili Kecamatan Parangloe hasil *stone crusher* PT. Bima Moriesya Anugrah Propinsi Sulawesi Selatan diperlihatkan pada Tabel 4 dan 5. Dari hasil pengujian sifat fisik agregat kasar, agregat halus dan filler menunjukkan bahwa agregat yang digunakan telah memenuhi syarat spesifikasi untuk digunakan sebagai agregat untuk campuran beraspal (Tabel 6).



Tabel 4. Hasil pengujian sifat fisik agregat kasar

<i>Jenis Pengujian</i>	<i>Sat.</i>	<i>Hasil</i>	<i>Spek.</i>
Berat Jenis Curah	gr/cc	2.65	≥ 2.5
Berat Jenis SSD	gr/cc	2.73	≥ 2.5
Berat Jenis Semu	gr/cc	2.87	≥ 2.5
Penyerapan Air	%	2.90	≤ 3.0
Keausan Agregat	%	15.33	≤ 40
Indeks Kepipihan	%	3.34	≤ 25
Indeks Kelonjongan	%	3.67	≤ 25

(sumber: Hasil Pengujian)

Tabel 5. Hasil pengujian sifat fisik agregat halus dan filler

<i>Jenis Pengujian</i>	<i>Sat.</i>	<i>Hasil</i>	<i>Spek.</i>
Berat Jenis ( <i>Bulk</i> )	gr/cc	2.75	≥ 2.5
Berat Jenis SSD	gr/cc	2.80	≥ 2.5
Berat Jenis Semu	gr/cc	2.88	≥ 2.5
Penyerapan Air	%	1.72	≤ 3.0

(sumber: Hasil Pengujian)

Tabel 6. Hasil pemeriksaan bahan aspal

<i>Pemeriksaan</i>	<i>Spesifikasi</i>		<i>Hasil</i>
	<i>Min</i>	<i>Maks</i>	
Penetrasi (mm)	60	79	66,13
Titik lembek (°C)	48	58	51
Berat jenis (Gr/ml)	1,0	-	1,09
Daktilitas (mm)	100	-	108,5
Titik nyala (°C)	200	-	310
Titik Bakar (°C)	-	-	290

(sumber: Hasil Pengujian)

### Pengujian Berat Jenis Karet

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk membandingkan berat karet terhadap berat air yang dihitung dengan rumus  $b_j = (c-a)/(b-a) - (d-a)$ , dimana a adalah berat picnometer, b adalah picnometer + air, c adalah picnometer + karet dan d adalah picnometer + air + karet.

### Penentuan Desain Gradasi Campuran

Gradasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu gradasi lataston hrs-wc sesuai spesifikasi bina marga dengan komposisi sebagai berikut batu pecah ( $\phi 10\text{mm}-\phi 20\text{mm}$ ) sebesar 17%, batu pecah ( $\phi 5\text{mm}-\phi 10\text{mm}$ ) sebesar 27%, agregat halus sebesar 10% dan *filler* (abu batu) sebesar 46% dari berat total campuran (Gambar 2).

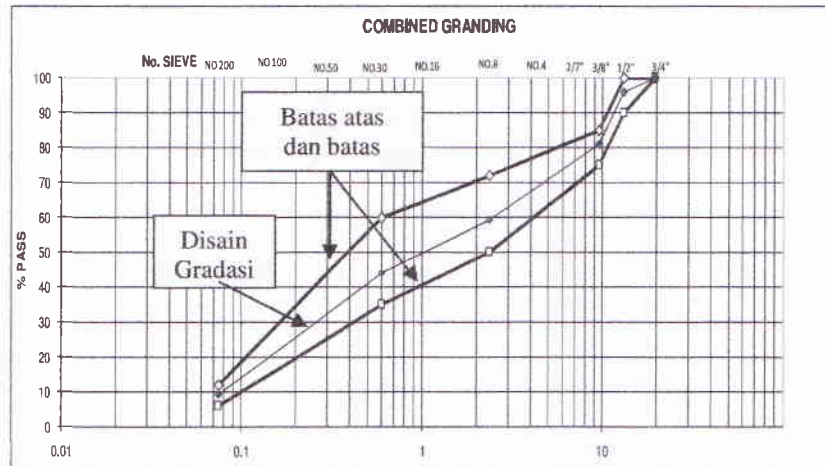
## Hasil Pengujian dengan Metode Marshall

### Hubungan kadar Aspal dengan Stabilitas

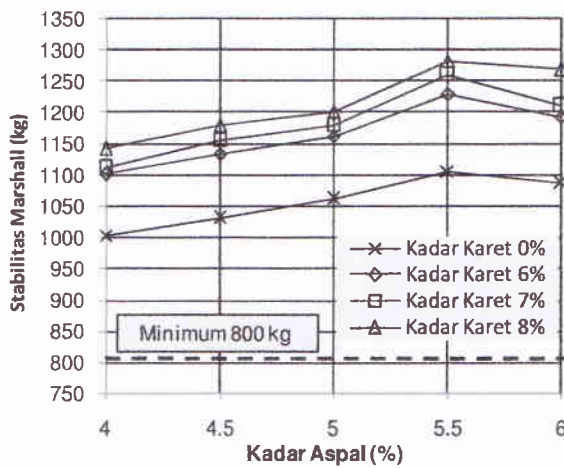
Gambar 3 menunjukkan bahwa kadar aspal 4,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai stabilitas masing-masing 1004.48 kg, 1102.60 kg, 1111.72 kg dan 1143.01 kg. Untuk kadar aspal 4.5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai stabilitas masing-masing 1030.43 kg, 1135.09 kg, 1154.77kg dan 1178.95 kg. Untuk kadar aspal 5.0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai stabilitas masing-masing 1062.15 kg, 1162.57 kg, 1180.39 kg dan 1202.12 kg. Untuk kadar aspal 5.5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai stabilitas masing-masing 1106.87 kg, 1230.90 kg, 1259.54 kg dan 1283.55 kg. Untuk kadar aspal 6.0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai stabilitas masing-masing 1086.28 kg, 1193.87 kg, 1211.42 kg dan 1270.47 kg. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa nilai stabilitas semakin meningkat dengan bertambahnya kadar aspal serta semakin besarnya persentase bahan tambah karet yang diberikan dalam campuran dan mencapai optimum pada kadar aspal 5.5%. Stabilitas marshall yang terbesar diperoleh pada campuran dengan persentase kadar karet yang tinggi yaitu pada kadar aspal 5.5% dengan kadar karet 8% yaitu sebesar 1283.55 kg. Hal ini terjadi karena dengan semakin besarnya kadar karet yang terkandung dalam campuran membuat aspal lebih mudah untuk menyelimuti agregat dalam campuran sehingga interlocking antar agregat semakin baik.

### Hubungan kadar aspal dengan Flow

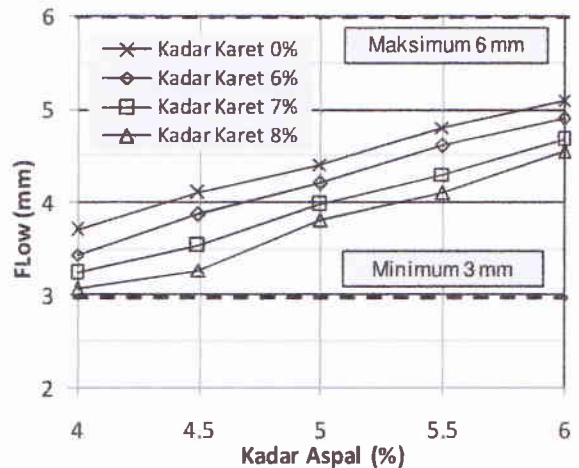
Gambar 4 menunjukkan bahwa kadar aspal 4,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai flow masing-masing 3.70 mm, 3.43 mm, 3.23 mm dan 3.07 mm. Untuk kadar aspal 4.5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai flow masing-masing 4.10 mm, 3.87 mm, 3.53 dan 3.27 mm. Untuk kadar aspal 5.0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai flow masing-masing 4.40 mm, 4.27 mm, 3.97 mm dan 3.80 mm. Untuk kadar aspal 5.5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai flow masing-masing 4.80 mm, 4.67 mm, 4.50 mm dan 4.10 mm. Untuk kadar aspal 6.0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai flow masing-masing 5.10 mm, 4.80 mm, 4.67 mm dan 4.53 mm. Berdasarkan hasil analisis memperlihatkan bahwa dengan penambahan kadar aspal maka nilai flow semakin tinggi, hal ini disebabkan dengan bertambahnya kadar aspal maka campuran menjadi semakin plastis. Sesuai sifat aspal sebagai bahan pengikat, maka semakin banyak aspal menyelimuti batuan maka semakin baik ikatan antara agregat dengan aspal yang menyebabkan nilai flow menjadi tinggi. Nilai flow maksimum sebesar 4.80 mm tercapai pada kadar aspal 6% dengan kadar karet 6%. Flow yang diperoleh merupakan indikator terhadap lentur sehingga semakin besar nilai flow mengindikasikan bahwa campuran beraspal semakin lentur.



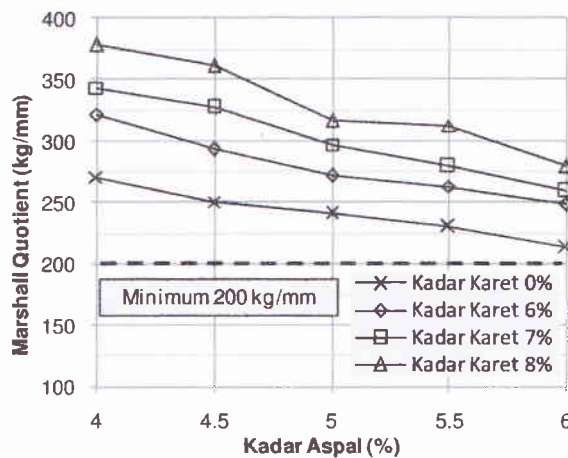
Gambar 2. Disain Gradasi Penelitian



Gambar 3. Hubungan antara kadar aspal dengan stabilitas dengan flow



Gambar 4. Hubungan antara kadar aspal



Gambar 5. Hubungan antara kadar aspal dengan MQ

### Hubungan kadar aspal dengan Marshall Quotient (MQ)

Gambar 5 menunjukkan bahwa kadar aspal 4% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai marshall quotient masing-masing 271.48 kg/mm, 321.61 kg/mm, 344.28 kg/mm dan 378.74 kg/mm. Untuk kadar aspal 4.5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai marshall quotient masing-masing 251.32 kg/mm, 293.98 kg/mm, 327.52 kg/mm dan 361.42 kg/mm. Untuk kadar aspal 5.0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai marshall quotient masing-masing 241.40 kg/mm, 272.69 kg/mm, 297.72 kg/mm dan 312.99 kg/mm. Untuk kadar aspal 5.5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai marshall quotient masing-masing 230.60 kg/mm, 263.91 kg/mm, 279.98 kg/mm dan 313.16 kg/mm. Untuk kadar aspal 6.0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai marshall quotient masing-masing 213.00 kg/mm, 248.79 kg/mm, 259.67 kg/mm dan 280.29 kg/mm.

Berdasarkan hasil analisis, Gambar 4 diperoleh nilai marshall quotient yang semakin kecil dengan bertambahnya kadar aspal dengan variasi kadar karet 6%, 7% dan 8%. Dari hasil pengujian diperoleh nilai marshall quotient terbesar pada kadar aspal 4% dengan persentase kadar karet sebesar 8% yaitu 378.74 kg/mm dan terkecil pada kadar aspal 6% dengan persentase kadar karet sebesar 6% yaitu 248.79 kg/mm. Nilai marshall quotient (MQ) merupakan indikator kelenturan campuran yang potensial terhadap keretakan.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan evaluasi hasil penelitian yang telah dilakukan, dibuat suatu kesimpulan sebagai berikut :

Penambahan karet pada aspal minyak dalam campuran hot rolled sheet wearing course menunjukkan nilai stabilitas marshall yang semakin baik yang mengindikasikan bahwa interlocking antar agregat semakin baik, nilai flow yang semakin rendah, dan marshall quotient semakin tinggi

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bina Marga. (2000), "Spesifikasi Volume 3, Seksi 6.3. Campuran Aspal Panas" Bina Marga, Jakarta
- Darunifah, N. (2007). Pengaruh Bahan Tambah Karet Padat terhadap Karakteristik Campuran Hot Rolled Sheet Wearing Course. Tesis tidak diterbitkan. Semarang: Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1999). "Pedoman Penggunaan Aspal Karet Padat terhadap Karakteristik Campuran Beraspal Secara Panas No. 010/T/BM/1999". Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- N. Suaryana, (2001), "Pengkajian Penerapan Spesifikasi dan Pengendalian Mutu", Puslitbang Prasarana
- Penuntun Praktikum edisi keenam. (2010). Laboratorium Rekayasa Transportasi Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Saodang, H. (2004). Perancangan Perkerasan Jalan Raya. Bandung: Nova.
- Sukirman, S. (1999). Perkerasan Lentur Jalan raya. Bandung: Nova.
- Sukirman, S. (2003). Beton Aspal Campuran Panas. Bandung: Granit.

*Lampiran 5*  
*Paper Jurnal Nasional*  
*(Jurnal Fakultas Teknik Unhas*  
*Edisi Desember 2012)*

# Studi Penambahan Aditif Lateks Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Hot Roller Sheet-Wearing Course (Hrs-Wc)

A. Arwin Amiruddin<sup>1</sup>, Sakti A. A. Sasmita<sup>2</sup>, Nur Ali<sup>3</sup> dan Iskandar Renta<sup>4</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup>Universitas Hasanuddin

[a.arwinamiruddin@yahoo.com](mailto:a.arwinamiruddin@yahoo.com)

## Abstrak

Hot-Rolled Sheet - wearing course is a mixture of concrete asphalt using the grading gap with content of coarse aggregate, fine aggregate and has high asphalt content then finding the nature changing of the asphalt mixture obtained by adding natural rubber type of lump with 55% dry rubber content of the materials added to asphalt. This study aims to determine the effect of added rubber content to the oil asphalt and effect of addition to the characteristics Marshall of mixed Hot-Rolled Sheet -Wearing Course (HRS-WC). From the results of testing the physical properties of bitumen pen 60/70 with the addition of rubber content of 6%, 7% and 8% of the total weight of the mixture, it is known that the addition of rubber content causes a decrease in the density of asphalt, decrease the flash point temperature and burning point asphalt, asphalt penetration impairment, impairment of ductility and an increase in temperature of the asphalt softening point bitumen. To test the performance of a mixture of hot rolled sheet-wearing course, research has conducted in the laboratory by making the test specimens as many as 45 pieces with 5 variations in bitumen content with 3 variations addition of rubber content for each bitumen content. Results were obtained by the characteristics Marshall of mixed HRS-WC with a value ranging from 1102.60 kg Marshal stability - 1285.55 kg, the flow between 3.07mm - 4.80 mm, Marshall quotient of 248.79 kg / mm - 378.74 kg / mm, the void in the mix is obtained between 4.05% - 12.51%, voids in mineral aggregate values obtained between 16:11% -19.35%, and the void filled in bitumen ranges from 35.38% - 75.04 From each of the rubber content of 0%, 6%, 7% and 8% was found that optimum bitumen content is 5.93%, 5.80% ,5.70%, and 5.57%, respectively.

**Kata-kunci:** Hot Rolled Sheet, Optimum Asphalt Content, Natural Rubber, Marshall.

## I. Pendahuluan

Pada tahun 1980-an Bina Marga mengembangkan campuran aspal yang dikenal dengan Lapis Tipis Aspal Beton ( LATASTON ) atau *Hot Rolled Sheet* ( HRS ) yang diyakini menghasilkan jalan dengan kelenturan dan keawetan yang cukup baik. Campuran aspal menjadi tahan terhadap retak, akan tetapi terjadi kerusakan berupa perubahan bentuk seperti timbulnya alur plastik yang tidak dapat dihindarkan. Kerusakan jalan ini semakin parah dan berkembang dengan cepat terutama pada jalan-jalan dengan lalu lintas padat. Untuk memperbaiki kinerja campuran agregat aspal dapat pula dengan memodifikasi sifat-sifat fisik aspal khususnya pada penetrasi dan titik lembeknya dengan menggunakan bahan tambahan sehingga diharapkan bisa mengurangi kepekaan aspal terhadap temperature dan keelastisannya. Karet padat bahan vulkanisir adalah bahan tambahan untuk campuran *Hot Rolled Sheet*

*Wearing Course* ( HRS-WC ), bahan ini berasal dari karet alam yang telah dicetak dalam bentuk lembaran-lembaran tipis, diharapkan dengan menambahkan campuran karet padat bahan vulkanisir kedalam konstruksi perkerasan jalan dapat memberikan banyak keuntungan, di antaranya permukaan perkerasan menjadi lebih tahan lama, tahan terhadap retakan akibat lendutan yang berlebihan serta retakan akibat kelelahan bahan, meningkatkan daya cengkeram permukaan akibat pengereman dan mengurangi kebisingan akibat gesekan ban roda dengan permukaan perkerasan. Salah satu parameter pada campuran aspal untuk menganalisa kelelahan bahan adalah dengan meneliti nilai tegangan dan regangan dari bahan campuran yang menunjukkan kekakuannya. Nilai modulus kekakuan suatu bahan campuran agregat aspal dapat diperoleh dari hitungan teoritis ( *Indirect Methods* ) maupun dari hasil pengujian dengan alat laboratorium ( *Direct Methods* ).





## II. Program Eksperimental

Metode eksperimen murni (*true-experimental research*) digunakan dalam penelitian ini dengan mengadakan kegiatan percobaan di laboratorium. Agregat diperoleh dari Sungai Bili-Bili Kecamatan Parangloe hasil stone crusher PT. Bima Moriesya Anugrah, bahan karet di diperoleh dari PT. London Sumatera, Kabupaten Bulukumba sedangkan aspal minyak diambil dari gudang aspal Baddoka, Makassar yang selanjutnya dilakukan observasi terhadap nilai-nilai karakteristik bahan di Laboratorium Rekayasa Transportasi Universitas Hasanuddin.

Bahan-bahan yang digunakan terlebih dahulu diuji karakteristik dari masing-masing bahan (Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3) baik agregat kasar, agregat halus, abu batu, aspal minyak dan aspal minyak yang telah ditambah bahan karet dimana metode pengujian mengacu pada Standar Nasional Indonesia, pengujian sifat bahan dilakukan di laboratorium. Berikutnya dibuat benda uji dengan lima variasi kadar aspal dengan tiga variasi kadar karet untuk pengujian karakteristik marshall, untuk masing-masing variasi kadar aspal dengan kadar karet berbeda dibuat tiga benda uji setelah diperoleh kadar aspal optimum untuk masing-masing kadar karet selanjutnya dibuat tiga benda uji sehingga total benda uji 54 benda uji.

**Tabel 1.** Karakteristik bahan agregat kasar

Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Sat.	Syarat
Berat Jenis Curah ( <i>Bulk</i> )	SNI-03-1969-1990	-	≥ 2,5
Berat Jenis SSD	SNI-03-1969-1990	-	≥ 2,5
Berat Jenis Semu	SNI-03-1969-1990	%	≥ 2,5
Penyerapan Air	SNI-03-1969-1990	%	≤ 3,0
Keausan Agregat	SNI-03-2417-1991	%	≤ 40
Indeks Kepipihan	SNI-M-25-1991-03	%	≤ 25
Indeks Kelonjongan	SNI-M-25-1991-03	%	≤ 25
Analisa Saringan	SNI-03-2419-1991	-	-

(sumber: Standar Nasional Indonesia)

**Tabel 2.** Karakteristik bahan agregat halus dan filler

Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Sat.	Syarat
Berat Jenis Curah ( <i>Bulk</i> )	SNI-03-1969-1990	-	≥ 2,5
Berat Jenis SSD	SNI-03-1969-1990	-	≥ 2,5
Berat Jenis Semu	SNI-03-1969-1990	%	≥ 2,5
Penyerapan Air	SNI-03-1969-1990	%	≤ 3,0
<i>Sand Equivalent</i>	SNI-03-4428-1997	%	≥ 50
Analisa Saringan	SNI-03-2419-1991	-	-

(sumber: Standar Nasional Indonesia)

**Tabel 3.** Spesifikasi Pemeriksaan Karakteristik Aspal

Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Persyaratan
Penetrasi (mm)	SNI 06-2456-1991	60 – 79
Titik Lembek (°C)	SNI 06-2434-1991	48 – 58
Titik Nyala (°C)	SNI 06-243-1991	Min 200
Daktalitas, cm	SNI 06-2432-1991	Min 100
Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	Min 1,0
Penurunan Berat	SNI 06-2440-1991	Max 0,8
Penetrasi setelah penurunan Berat (% asli)	SNI 06-2456-1991	Min 54

(sumber: Standar Nasional Indonesia)

## III. Hasil dan Pembahasan

### III.1 Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat

Hasil pengujian sifat fisik agregat yang diambil dari Sungai Bili-Bili Kecamatan Parangloe hasil *stone crusher* PT. Bima Moriesya Anugrah Propinsi Sulawesi Selatan diperlihatkan pada Tabel 4 dan Tabel 5. Dari hasil pengujian sifat fisik agregat kasar, agregat halus dan filler menunjukkan bahwa agregat yang digunakan telah memenuhi syarat spesifikasi untuk digunakan sebagai agregat untuk campuran beraspal (Tabel 6).



**Tabel 4.** Hasil pengujian sifat fisik agregat kasar

Jenis Pengujian	Sat.	Hasil	Spek.
Berat Jenis Curah	gr/cc	2,65	≥ 2,5
Berat Jenis SSD	gr/cc	2,73	≥ 2,5
Berat Jenis Semu	gr/cc	2,87	≥ 2,5
Penyerapan Air	%	2,90	≤ 3,0
Keausan Agregat	%	15,33	≤ 40
Indeks Kepipihan	%	3,34	≤ 25
Indeks Kelonjongan	%	3,67	≤ 25

(sumber: Pengujian Laboratorium)

**Tabel 5.** Hasil pengujian sifat fisik agregat halus dan filler

Jenis Pengujian	Sat.	Hasil	Spek.
Berat Jenis ( <i>Bulk</i> )	gr/cc	2,75	≥ 2,5
Berat Jenis SSD	gr/cc	2,80	≥ 2,5
Berat Jenis Semu	gr/cc	2,88	≥ 2,5
Penyerapan Air	%	1,72	≤ 3,0

(sumber: Pengujian Laboratorium)

**Tabel 6.** Hasil pemeriksaan bahan aspal

Pemeriksaan	Spesifikasi		Hasil
	Min	Maks	
Penetrasi (mm)	60	79	66,13
Titik lembek (°C)	48	58	51
Berat jenis (Gr/ml)	1,0	-	1,09
Daktilitas (mm)	100	-	108,5
Titik nyala (°C)	200	-	310
Titik Bakar (°C)	-	-	290

(sumber: Pengujian Laboratorium)

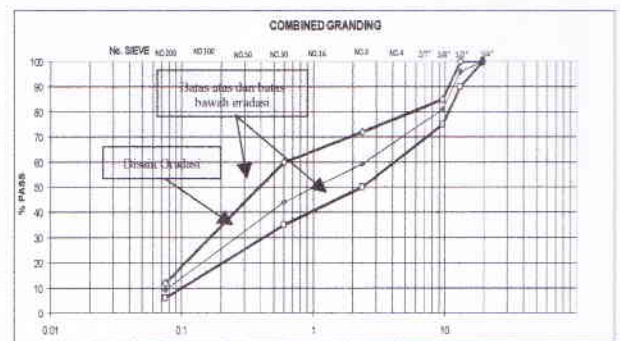
### III.2 Pengujian Berat Jenis Karet

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk membandingkan berat karet terhadap berat air yang dihitung dengan rumus  $BJ = \frac{C-A}{B-A} - \frac{D-A}{B-A}$ , dimana A adalah berat picnometer, B adalah picnometer + air, C adalah picnometer + karet dan D adalah picnometer + air + karet (1)

### III.3 Penentuan Desain Gradasi Campuran

Gradasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu gradasi LATASTON HRS-WC sesuai spesifikasi Bina Marga dengan komposisi sebagai berikut batu pecah (Ø10mm-Ø20mm) sebesar

17%, batu pecah (Ø5mm-Ø10mm) sebesar 27%, agregat halus sebesar 10% dan filler (abu batu) sebesar 46% dari berat total campuran (Gambar 1).



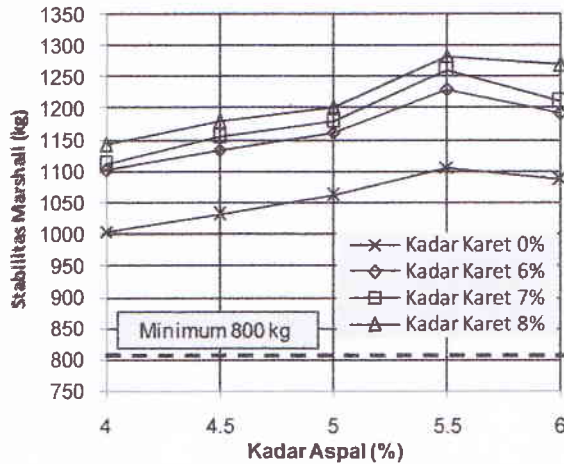
Gambar 1. Disain Gradasi Penelitian

### III.4 Hasil Pengujian dengan Metode Marshall

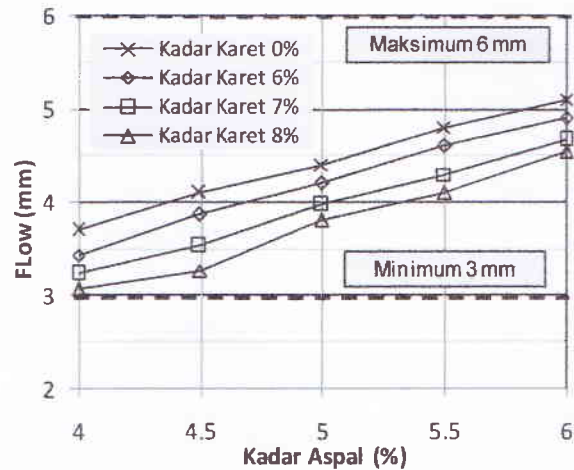
#### III.4.1 Hubungan kadar Aspal dengan Stabilitas

Gambar 2 menunjukkan bahwa kadar aspal 4,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai stabilitas masing-masing 1004,48 kg, 1102,60 kg, 1111,72 kg dan 1143,01 kg. Untuk kadar aspal 4,5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai stabilitas masing-masing 1030,43 kg, 1135,09 kg, 1154,77kg dan 1178,95 kg. Untuk kadar aspal 5,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai stabilitas masing-masing 1062,15 kg, 1162,57 kg, 1180,39 kg dan 1202,12 kg. Untuk kadar aspal 5,5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai stabilitas masing-masing 1106,87 kg, 1230,90 kg, 1259,54 kg dan 1283,55 kg. Untuk kadar aspal 6,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai stabilitas masing-masing 1086,28 kg, 1193,87 kg, 1211,42 kg dan 1270,47 kg. Berdasarkan hasil analisis, ini menunjukkan bahwa nilai stabilitas semakin meningkat dengan bertambahnya kadar aspal serta semakin besarnya persentase bahan tambah karet yang diberikan dalam campuran dan mencapai optimum pada kadar aspal 5,5%. Stabilitas marshall yang terbesar diperoleh pada campuran dengan persentase kadar karet yang tinggi yaitu pada kadar aspal 5,5% dengan kadar karet 8% yaitu sebesar 1283,55 kg. Hal ini terjadi karena dengan semakin besarnya kadar karet yang terkandung dalam campuran membuat aspal lebih mudah untuk menyelimuti agregat dalam campuran sehingga interlocking antar agregat semakin baik.





Gambar 2. Hubungan antara kadar aspal dengan stabilitas



Gambar 3. Hubungan antara kadar aspal dengan flow

### III.4.2 Hubungan kadar aspal dengan Flow

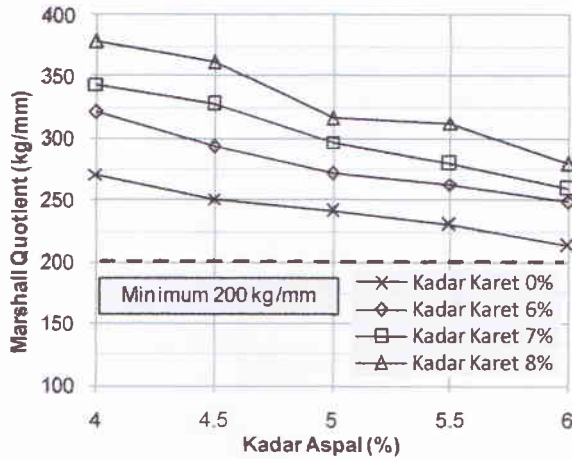
Gambar 3 menunjukkan bahwa kadar aspal 4,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai flow masing-masing 3,70 mm, 3,43 mm, 3,23 mm dan 3,07 mm. Untuk kadar aspal 4,5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai flow masing-masing 4,10 mm, 3,87 mm, 3,53 dan 3,27 mm. Untuk kadar aspal 5,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai flow masing-masing 4,40 mm, 4,27 mm, 3,97 mm dan 3,80 mm. Untuk kadar aspal 5,5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai flow masing-masing 4,80 mm, 4,67 mm, 4,50 mm dan 4,10 mm. Untuk kadar aspal 6,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai flow masing-masing 5,10 mm, 4,80 mm, 4,67 mm dan 4,53 mm. Berdasarkan hasil analisis, Gambar 3 memperlihatkan bahwa dengan penambahan kadar aspal maka nilai flow semakin tinggi, hal ini disebabkan dengan bertambahnya kadar aspal maka campuran menjadi semakin plastis. Sesuai sifat aspal sebagai bahan pengikat, maka semakin banyak aspal menyelimuti batuan maka semakin baik ikatan antara agregat dengan aspal yang menyebabkan nilai flow menjadi tinggi. Nilai flow maksimum sebesar 4,80 mm tercapai pada kadar aspal 6% dengan kadar karet 6%. Flow yang diperoleh merupakan indikator terhadap lentur sehingga semakin besar nilai flow mengindikasikan bahwa campuran beraspal semakin lentur.

### III.4.3 Hubungan kadar aspal dengan Marshall Quotient (MQ)

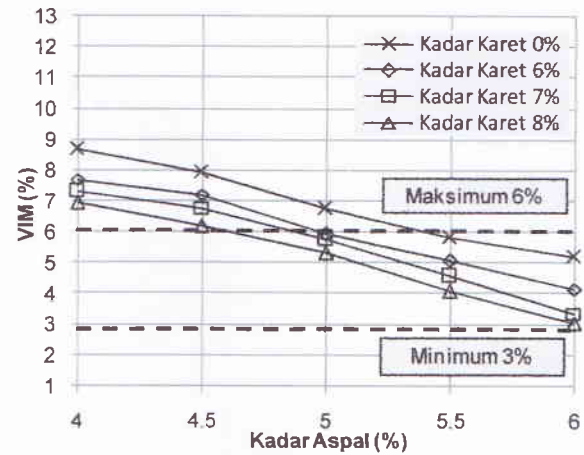
Gambar 4 menunjukkan bahwa kadar aspal 4% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai marshall quotient masing-masing 271,48 kg/mm, 321,61 kg/mm, 344,28 kg/mm dan 378,74 kg/mm. Untuk kadar aspal 4,5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai marshall quotient masing-masing 251,32 kg/mm, 293,98 kg/mm, 327,52 kg/mm dan 361,42 kg/mm. Kadar aspal 5,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai marshall quotient masing-masing 241,40 kg/mm, 272,69 kg/mm, 297,72 kg/mm dan 312,99 kg/mm. Kadar aspal 5,5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai marshall quotient masing-masing 230,60 kg/mm, 263,91 kg/mm, 279,98 kg/mm dan 313,16 kg/mm. Kadar aspal 6,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai marshall quotient masing-masing 213,00 kg/mm, 248,79 kg/mm, 259,67 kg/mm dan 280,29 kg/mm. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh nilai marshall quotient yang semakin kecil dengan bertambahnya kadar aspal dengan variasi kadar karet 6% 7% dan 8%. Dari hasil pengujian diperoleh nilai marshall quotient terbesar pada kadar aspal 4% dengan persentase kadar karet sebesar 8% yaitu 378,74 kg/mm dan terkecil pada kadar aspal 6% dengan persentase kadar karet sebesar 6% yaitu 248,79 kg/mm.







Gambar 4. Hubungan antara kadar aspal dengan MQ



Gambar 5. Hubungan antara kadar aspal dengan VIM

Nilai marshall quotient (MQ) merupakan indikator kelenturan campuran yang potensial terhadap keretakan.

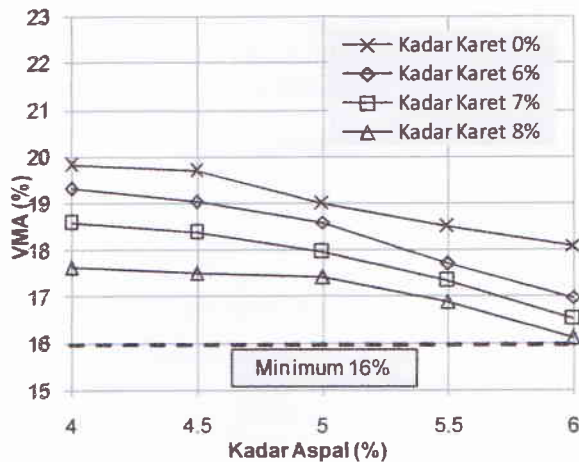
#### III.4.4 Hubungan antara Kadar Aspal dengan VIM

Gambar 5 menunjukkan bahwa kadar aspal 4% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VIM masing-masing 8,68%, 7,72%, 7,30% dan 6,93%. Untuk kadar aspal 4,5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VIM masing-masing 7,94%, 7,23%, 6,80% dan 6,21%. Untuk kadar aspal 5,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VIM masing-masing 6,78%, 5,97%, 5,80% dan 6,21%. Untuk kadar aspal 5,5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VIM masing-masing 6,78%, 5,97%, 5,80% dan 5,33%. Untuk kadar aspal 5,5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VIM masing-masing 5,83%, 5,10%, 4,60% dan 4,10%. Untuk kadar aspal 6,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VIM masing-masing 5,21%, 4,20%, 3,40% dan 3,05%. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa dengan bertambahnya kadar aspal dan persentase karet dalam campuran, rongga dalam campuran semakin kecil karena rongga-rongga yang ada terisi oleh film aspal yang tebal serta dengan adanya bahan tambah karet sehingga rongga-rongga yang ada juga semakin kecil.

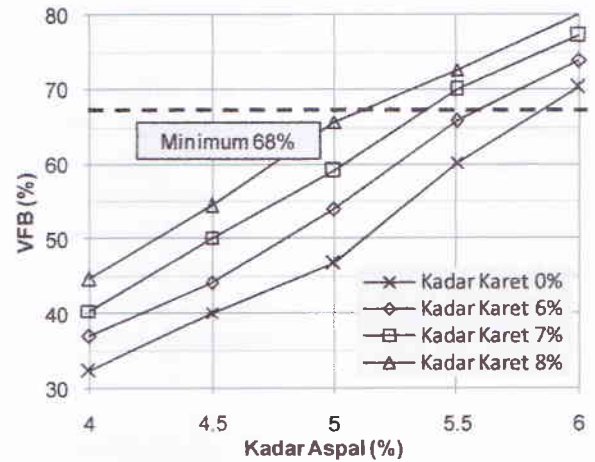
#### III.4.5 Hubungan antara Kadar aspal dengan void in mineral aggregate (VMA)

Gambar 6 menunjukkan bahwa kadar aspal 4% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VMA masing-masing 19,84%, 19,35%, 18,58% dan 17,64%. Untuk kadar aspal 4,5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VMA masing-masing 19,69%, 19,05%, 18,39% dan 17,53%. Untuk kadar aspal 5,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VMA masing-masing 19,01%, 18,61%, 17,96% dan 17,44%. Untuk kadar aspal 5,5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VMA masing-masing 18,52%, 17,73%, 17,36% dan 16,90%. Untuk kadar aspal 6,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VMA masing-masing 18,12%, 17,01%, 16,52% dan 16,11%. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa nilai VMA semakin menurun dengan bertambahnya kadar aspal serta bertambahnya persentase bahan tambah karet dalam campuran. Hal ini menunjukkan bahwa rongga antar agregat dalam campuran semakin kecil sehingga campuran semakin rapat. Semakin kecilnya nilai VMA yang diperoleh terjadi karena rongga-rongga yang terisi oleh aspal semakin banyak.





Gambar 6. Hubungan antara kadar aspal dengan VMA



Gambar 7 Hubungan antara kadar aspal dengan VFB

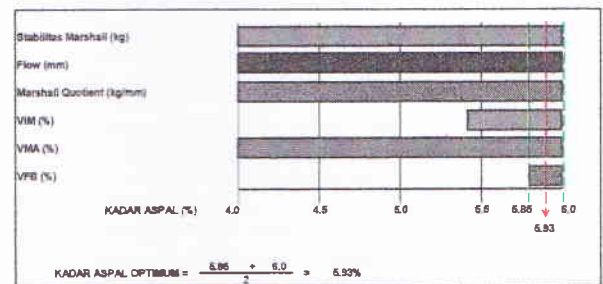
### III.4.6 Hubungan antara Kadar aspal dengan VFB

Gambar 7 menunjukkan bahwa kadar aspal 4% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VFB masing-masing 32,40%, 36,92%, 40,45% dan 44,63%. Untuk kadar aspal 4,5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VFB masing-masing 40,21%, 44,19%, 50,26% dan 54,42%. Untuk kadar aspal 5,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VFB masing-masing 46,70%, 53,97%, 59,12 dan 65,67%. Untuk kadar aspal 5,5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VFB masing-masing 60,31%, 65,83%, 69,93% dan 72,65%. Untuk kadar aspal 6,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai VFB masing-masing 70,26%, 73,90%, 77,14% dan 80,04%. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan nilai VFB yang semakin meningkat dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran. Hal ini terjadi karena rongga dalam campuran banyak terisi oleh bitumen dengan semakin besarnya kadar aspal yang dipakai dalam campuran. VFB merupakan indikator besarnya rongga dalam campuran yang terisi oleh aspal.

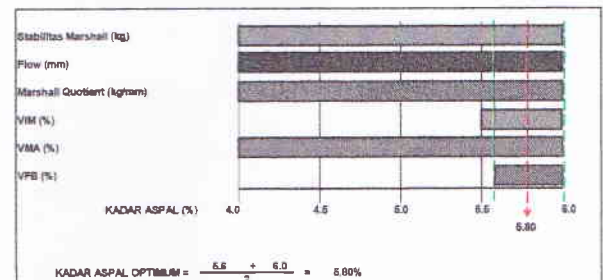
### III.4.7 Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

#### A. Kadar aspal Optimum dengan Kadar Karet 0%

Penentuan kadar aspal optimum (Gambar 8) pada campuran agregat dengan kadar karet 6% diperoleh kadar aspal optimum yaitu 5,93%.



Gambar 8. Kadar aspal optimum dengan kadar karet 0%



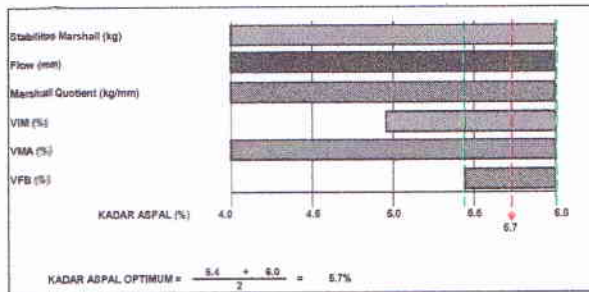
Gambar 9. Kadar aspal optimum dengan kadar karet 5,80%

#### B. Kadar aspal Optimum dengan kadar karet 6%

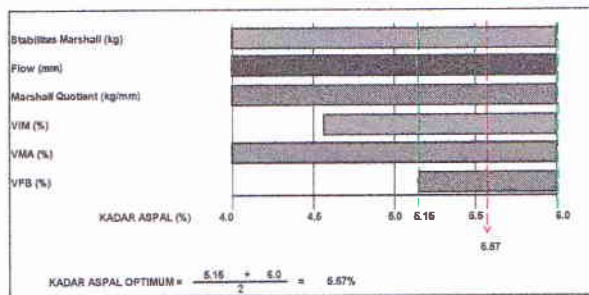
Penentuan kadar aspal optimum (Gambar 9) pada campuran agregat dengan kadar karet 6% diperoleh kadar aspal optimum yaitu 5,80%.

#### C. Kadar aspal optimum dengan kadar karet 7%

Pada Gambar 10 Penentuan kadar aspal optimum pada campuran agregat dengan kadar karet 7% diperoleh kadar aspal optimum yaitu 5,70%.



Gambar 10. Kadar aspal optimum dengan kadar karet 7%



Gambar 11. Kadar aspal optimum dengan kadar karet 8%

#### D. Kadar Aspal Optimum dengan kadar karet 8%

Penentuan kadar aspal optimum pada campuran agregat dengan kadar karet 8% diperoleh kadar aspal optimum yaitu 5,57% (Gambar 11).

### IV. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan evaluasi hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan karet pada aspal minyak dalam campuran hot rolled sheet wearing course menunjukkan nilai stabilitas marshall yang semakin baik yang mengindikasikan bahwa interlocking antar agregat semakin baik, nilai flow yang semakin rendah, marshall quotient semakin tinggi, nilai VIM yang semakin rendah, nilai VMA yang semakin rendah serta nilai VFB yang semakin tinggi.
2. Dari hasil analisa grafik hubungan beberapa parameter diperoleh kadar aspal optimum yaitu untuk masing-masing kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% yaitu 5,93%, 5,80% , 5,70% dan 5,57%.

### Ucapan Terimakasih

Tim Peneliti mengucapkan terima kasih kepada LPPM (Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat) Universitas Hasanuddin atas support dana penelitian melalui hibah Program Studi. Mahasiswa S3 dan Laboran yang telah membantu pelaksanaan penelitian di Laboratorium Rekayasa Transportasi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

### Daftar Pustaka

- [1] Bina Marga. 2000. "Spesifikasi Volume 3, Seksi 6.3. Campuran Aspal Panas" Bina Marga, Jakarta
- [2] Darunifah, N. 2007. Pengaruh Bahan Tambah Karet Padat terhadap Karakteristik Campuran Hot Rolled Sheet Wearing Course. Tesis tidak diterbitkan. Semarang: Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- [3] Direktorat Jenderal Bina Marga. 1999. Pedoman Penggunaan Aspal Karet Padat terhadap Karakteristik Campuran Beraspal Secara Panas No. 010/T/BM/1999. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- [4] N. Suaryana. 2001. "Pengkajian Penerapan Spesifikasi dan Pengendalian Mutu". Puslitbang Prasarana
- [5] Penuntun Praktikum edisi keenam. 2010. Laboratorium Rekayasa Transportasi Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- [6] Saodang, H. 2004. Perancangan Perkerasan Jalan Raya. Bandung: Nova.
- [7] Sukirman, S. 1999. Perkerasan Lentur Jalan raya. Bandung: Nova.
- [8] Sukirman, S. 2003. Beton Aspal Campuran Panas. Bandung: Granit



A. Arwin Amiruddin menerima gelar ST dalam bidang Teknik Sipil dari Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UNHAS Makassar, Sulawesi Selatan Indonesia Tahun 2001 dan M.T. dalam bidang Teknik Sipil dari Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, ITS Surabaya, Jawa Timur Indonesia Tahun 2004. Dr. Eng dalam bidang Teknik Sipil dari Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kyushu, Fukuoka Jepang Tahun 2009. Sejak tahun 2007 – sekarang, penulis merupakan anggota JSCE (Japan Society of Civil Engineering) dan JCI (Japan Concrete Institute). Kurun waktu Oktober 2009 sampai Desember 2009, penulis diangkat dan dipercaya sebagai peneliti di Laboratorium Struktur Jembatan di Universitas Kyushu Fukuoka Jepang. Saat ini, penulis mendedikasikan sisa hidupnya sebagai tenaga pengajar pada Fakultas Teknik UNHAS.