



**STUDI PENGGUNAAN SERBUK BATA MERAH  
SEBAGAI *FILLER* PADA PERKERASAN *HOT ROLLED  
SHEET – WEARING COURSE (HRS-WC)***

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

**OLEH :  
DIMAS REZA RAHADITYA  
041910301134**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**

## **PERSEMBAHAN**

Laporan proyek akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT. Yang telah memberikan Rahmat Serta Hidayah-Nya.
2. Bapak dan Ibu (Alm.) serta Istriku tercinta dan keluarga besarku yang telah banyak memberikan doa dan telah membiayai saya mulai dari awal hingga menyelesaikan kuliah ini dengan baik.
3. Bapak dan Ibu Dosen yang telah membimbing dan memberi ilmu kepada saya hingga menyelesaikan kuliah ini dengan baik.
4. Untuk semua Teknisi khususnya Mas hasan dan Mas hari yang telah memberi saya bimbingan dan pengetahuan serta dukungan dalam menyelesaikan penelitian ini.
5. Semua teman-temanku Teknik Sipil angkatan 2004.
6. Guru-guruku sejak TK sampai PT terhormat, yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran.
7. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

## **MOTTO**

”Kerja keras dan pantang menyerah adalah Kunci Sukses Kehidupan”  
(my self)

*”Don’t Lose Hope, because We Never Know What Tomorrow will Bring”*  
(*Butterfly Metamorfosa*)

Semua Yang dititipkanNYA pasti kembali PadaNYA (*Always be Humble*)

To all People wish u Happy ending FOREVER  
(Funk\_Kop)

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**  
**UNIVERSITAS JEMBER – FAKULTAS TEKNIK**

**SURAT PERNYATAAN**

Nama : DIMAS REZA RAHADITYA  
NIM : 041910301134  
Jurusan : TEKNIK SIPIL  
Konsentrasi : Transportasi  
Judul Skripsi : STUDI PENGGUNAAN SERBUK BATA MERAH  
SEBAGAI *FILLER* PADA PERKERASAN *HOT ROLLED SHEET – WEARING COURSE (HRS-WC)*

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan proyek akhir ini yang berjudul:” **Studi Penggunaan Serbuk Bata Merah Sebagai *filler* pada Perkerasan *HOT ROLLED SHEET – WEARING COURSE (HRS – WC)*** “ adalah benar - benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan itu tidak benar.

Jember, 24 Juni 2011

Yang menyatakan,

DIMAS REZA RAHADITYA  
NIM. 041910301134

**SKRIPSI**

**STUDI PENGGUNAAN SERBUK BATA MERAH SEBAGAI  
*FILLER* PADA PERKERASAN *HOT ROLLED SHEET WEARING*  
*COURSE(HRS-WC)***

*Oleh :*

**DIMAS REZA RAHADITYA  
041910301134**

Pembimbing :

Dosen pembimbing utama : Ahmad Hasanuddin, ST., MT.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul Studi Penggunaan Serbuk Bata Merah sebagai *Filler* pada perkerasan HRS – WC telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :  
Hari, Tanggal : Jumat, 13 Januari 2012  
Tempat : Laboratorium Design Fakultas Teknik

Menyetujui / Penguji

Ketua

Sekretaris

Jojob Widodo S., ST., MT

NIP. 19720527 200003 1 001

Ahmad Hasanuddin, ST., MT

NIP. 19710327 199803 1 003

Anggota I

Anggota II

M. Farid Ma'ruf, ST., MT., Ph.D

NIP. 19721223 199803 1 002

Sonya Sulistiyono, ST, MT

NIP. 19740111 199903 1 001

**Mengesahkan :**

Dekan,

Ir. Widyono Hadi, MT

NIP 19610414 198902 1 001

## RINGKASAN

**“Studi Penggunaan Serbuk Bata Merah sebagai *Filler* Pada Perkerasan *Hot Rolled Sheet Wearing Course(HRS-WC)*“ Dimas Reza Rahaditya, 2004, 041910301134, 2012. Program Studi Strata I Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember.**

Lataston merupakan lapisan permukaan. Lataston juga disebut HRS (*Hot Rolled Sheet*) adalah salah satu campuran yang cocok digunakan di Indonesia karenamempunyai kelenturan yang tinggi dan tahan terhadap kelelahan plastis (*Rantetoding :1984*) . Secara umum bahan perkerasan campuran HRS terdiri dari agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi (*Filler*), dan aspal. Agregat kasar yang digunakan berupa batu pecah dengan spesifikasi tertentu yang merupakan hasil mesin pemecah batu (*Stone Crusher*). Agregat halus terdiri dari pasir atau pengayakan batu pecah yang memenuhi spesifikasi sebagai campuran pada lataston. Menurut ASTM (1989) bahan pengisi (*Filler*) harus terdiri dari material yang dapat dibagi secara halus seperti abu batu, terak, kapur, semen, abu terbang atau material mineral yang sesuai. Penelitian ini menggunakan material pasir Lumajang dengan penambahan *filler* serbuk bata merah pada pekerjaan HRS – WC untuk meningkatkan kekuatan pada aspal beton dan untuk memperbaiki stabilitas campuran serta memperkecil kelelahan/penurunan. Tujuan penelitian dengan penggunaan serbuk bata merah sebagai *filler* adalah untuk mengetahui apakah penambahan serbuk bata merah sebagai *filler* pada perkerasan HRS-WC s dapat mempengaruhi nilai karakteristik marshall.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Transportasi Universitas Jember pada bulan Februari 2011 sampai bulan Maret 2011. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Agregat kasar, agregat halus, *filler* Serbuk Bata merah dan

aspal penetrasi 60/70. Penelitian menggunakan proporsi campuran pada HRS – WC 34% (agregat kasar), 56% (Agregat Halus), 10% (*Filler*). Sehingga disimpulkan bahwa *filler* serbuk bata merah dapat digunakan pada pekerjaan lataston. Dari hasil analisa yang diperoleh, bahwa penggunaan *filler* serbuk bata merah yang memenuhi standar Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga adalah pada kadar aspal 6,5% jadi nilai kadar aspal optimum (KAO) adalah 6,5% . .



## SUMMARY

**”Study used powder brick as Filler on Road Pavement Mixture HRS-WC”  
Dimas Reza Rahaditya, 041910301134, 2012, Strata I Program of Civil  
Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.**

Lataston is a surface layer. lataston also called HRS (Hot Rolled Sheet), a suitable mixture used in Indonesia because it has high flexibility and good resistance toward the plastic melting (*Rantetoding:1984*). Generally, the mixture materials of HRS consist of coarse aggregate. used is the broken stone with a certain specifications which are actually the results of stone-breaking machine (stone crusher). Fine aggregate consist of sand or crushed stone sifting that fulfil the specifications as a mixture in a lataston according to ASTM (1989), filler should consist of material that can be divided smoothly like as stone dust, slag, lime, cement, fly ash or appropriate mineral material. This study use sand material from Lumajang with the addition of powder brick filler on the job HRS-WC to increase the strength of the concrete asphalt and to improve the stability of the mixture and decrease the melting / decline. The research with the use of brick powder as filler is to determine whether the brick powder can be used as filler on the pavement and able to improve the characteristics of the pavement mixture or not.

This research is conducted at the Laboratory Transportation University of Jember on February 2011 to March 2011. Materials used in this research are coarse aggregate, fine aggregate, brick powder filler and bitumen penetration 60/70. This research use the mix proportions on HRS -WC 34% (coarse aggregate), 56% (fine aggregate), 10% (filler). so that the asphalt optimum 6,5%.

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan YME yang telah melimpahkan rahmat serta hidayahnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Penelitian ini. Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Strata I (S1) di Fakultas Teknik Universitas Jember. Penelitian ini telah banyak mendapat bantuan, dorongan serta bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu di ucapkan terima kasih kepada :

1. Ir.Widiyono Hadi, MT selaku Ketua Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Jajok Widodo S, ST.,MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil.
3. M. Farid Ma'ruf, ST., MT., Ph.D, selaku Ketua Program Studi Teknik Strata I Teknik Sipil.
4. Ahmad Hasanudin, ST., MT., selaku Dosen pembimbing yang banyak memberikan bimbingan dan motivasi selama penyusunan Laporan Penelitian ini.
5. My Wife and My Rising Baby yang telah membantu dan memberikan motivasi luar biasa dalam menyelesaikan penelitian ini.
6. Mas Hari (My Hero) dan Mas Hasan beserta team D3 (Imron,Bhakti,Iyank) yang telah membantu selesainya penelitian ini.
7. Keluarga besar Hj.Rubakiyah dan Masrus yang telah membeikan dorongan semangat dan materiil.
8. My friends Teknik Sipil S1 angkatan 2004.
9. Semua orang yang telah membantu penilitian ini matur thank you maaf kalo namanya tidak tercantum.

Penyusunan Laporan Penelitian ini masih dapat disempurnakan oleh karena itu kritik dan saran selalu diharapkan untuk penyempurnaannya. Semoga Laporan Penelitian ini bermanfaat bagi seluruh mahasiswa Program-program Studi Teknik Sipil. Amin.

Jember, 13 Januari 2012

Penulis

# DAFTAR ISI

<b>Halaman Judul</b> .....	<b>i</b>
<b>Halaman Persembahan</b> .....	<b>ii</b>
<b>Halaman Motto</b> .....	<b>iii</b>
<b>Halaman Pernyataan</b> .....	<b>iv</b>
<b>Halaman Pembimbing</b> .....	<b>v</b>
<b>Halaman Pengesahan</b> .....	<b>vi</b>
<b>Ringkasan</b> .....	<b>vii</b>
<b>Summary</b> .....	<b>ix</b>
<b>Kata Pengantar</b> .....	<b>x</b>
<b>Daftar Isi</b> .....	<b>xii</b>
<b>Daftar Tabel</b> .....	<b>xv</b>
<b>Daftar Gambar</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB 1. Pendahuluan</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB 2. Tinjauan Pustaka</b> .....	<b>4</b>
2.1 Lataston .....	4
2.2 Agregat .....	5
2.2.1 Agregat Kasar .....	5
2.2.2 Agregat Halus .....	7
2.2.3 Syarat Umum Agregat .....	8
2.2.4 Persyaratan Agregat sebagai Bahan Jalan .....	11
2.2.5 Gradasi Agregat .....	12
2.2.6 Gradasi Agregat Campuran .....	12
2.3 Pengujian Agregat .....	14

2.4 Bahan Pengisi atau <i>filler</i> .....	16
2.5 Aspal .....	17
2.5.1 Jenis – jenis Aspal .....	18
2.5.2 Fungsi Aspal sebagai Material Perkerasan Jalan .....	19
2.6 Perencanaan Campuran .....	20
2.7 Pemeriksaan dengan Alat Marshall .....	23
2.8 Karakteristik Campuran .....	23
2.9 Sifat Volumetrik dari Campuran Beton Aspal yang telah dipadatkan .....	27
2.9.1 Berat Jenis Bulk dari Agregat Campuran .....	29
2.9.2 Berat Jenis Maksimal Campuran .....	31
2.9.3 Kadar Aspal Terabsorpsi atau Penyerapan Aspal .....	31
2.9.4 Kadar Aspal Efektif .....	32
2.9.5 Volume Pori dalam Agregat Campuran (VMA).....	33
2.9.6 Volume Pori dalam Beton Aspal Padat (VIM) .....	34
2.9.7 Rongga Terisi Aspal (VFA) .....	34
<b>BAB 3. Metode Penelitian .....</b>	<b>36</b>
3.1 Uji Pendahuluan .....	36
3.2 Pengumpulan Material .....	36
3.3 Pengujian Material .....	36
3.3.1 Pengujian Agregat Kasar .....	37
3.3.2 Pengujian Agregat Halus .....	38
3.3.3 Pengujian <i>Filler</i> .....	40
3.4 Rancangan Proporsi Agregat .....	41
3.5 Menentukan Kadar Aspal Campuran .....	41
3.6 Persiapan Pembuatan Benda Uji Marshall .....	42
3.7 Campuran Aspal dengan Alat Marshall .....	42
3.7.1 Persiapan Benda Uji .....	43
3.7.2 Prosedur Praktikum dengan Alat Marshall .....	44

3.8 Analisis dan Pembahasan .....	45
3.9 Kesimpulan dan Saran .....	45
<b>BAB 4. Analisis dan Pembahasan .....</b>	<b>47</b>
4.1 Pengujian Material .....	47
4.1.1 Perhitungan Data Agregat Kasar .....	47
4.1.2 Perhitungan Data Agregat Halus .....	49
4.1.3 Perhitungan Data Bahan Pengisi ( <i>filler</i> ) .....	51
4.2 Pemilihan Gradasi Agregat Campuran .....	51
4.3 Perhitungan Rancangan Proporsi Agregat Campuran .....	51
4.4 Perhitungan Kadar Aspal Optimum Perkiraan .....	55
4.5 Pembahasan .....	58
<b>BAB 5. Penutup .....</b>	<b>66</b>
5.1 Kesimpulan .....	66
5.2 Saran .....	66
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>67</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

2.1 Fraksi Agregat pada Lataston.....	5
2.2 Komposisi Agregat Kasar yang dipakai di Indonesia untuk campuran aspal.....	6
2.3 Komposisi Agregat Halus ( Bina Marga ) .....	7
2.4 Contoh Persyaratan Campuran Beraspal di Indonesia.....	9
2.5 Persyaratan Gradasi Agregat Campuran Berbagai Jenis Beton Aspal.....	11
2.6 Contoh Batas – batas Agregat Gradasi Senjang.....	12
4.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Kerikil .....	43
4.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Pasir.....	44
4.3 Pengujian Berat Jenis Filler .....	45
4.4 Spesifikasi Gradasi dan Analisa Saringan Agregat (3 fraksi).....	46
4.5 Percobaan Gradasi Campuran.....	48
4.6 Perhitungan Kebutuhan Agregat Setiap No.Saringan.....	49
4.7 Proporsi Berat Setiap Porsen Kadar Aspal dari Agregat per 1 Benda Uji .....	51

## DAFTAR GAMBAR

2.1 Skematis Berbagai Jenis Volume Beton Aspal.....	25
2.2 Pengertian tentang VIM, selimut Aspal (Film Aspal), Aspal yang Terabsorpsi .....	26
3.1 Diagram Alir ( <i>Flow Chart</i> ) Rencana Penelitian .....	41
4.1 Grafik Stabilitas HRS – WC menggunakan <i>filler</i> serbuk bata merah dengan persentase kadar aspal.....	52
4.2 Grafik flow HRS – WC menggunakan <i>filler</i> serbuk bata merah dengan persentase kadar aspal.....	53
4.3 Grafik VIM HRS – WC menggunakan <i>filler</i> serbuk bata merah dengan persentase kadar aspal .....	54
4.4 Grafik VMA HRS – WC menggunakan <i>filler</i> serbuk bata merah dengan persentase kadar aspal .....	55
4.5 Grafik MQ HRS – WC menggunakan <i>filler</i> serbuk bata merah dengan persentase kadar aspal .....	56
4.6 Grafik VFA HRS – WC menggunakan <i>filler</i> serbuk bata merah dengan persentase kadar aspal .....	57
4.7 Gambar HRS – WC menggunakan serbuk bata merah dengan rentang kadar aspal .....	58



## **LAMPIRAN**

Lampiran 1. Pengujian Agregat Kasar

Lampiran 2. Pengujian Agregat Halus

Lampiran 3. Pengujian Bahan Pengisi (*filler*)

Lampiran 4. Perhitungan Marshall dengan *filler* serbuk bata merah

Lampiran 5. Foto Penelitian di Laboratorium



**STUDI PENGGUNAAN SERBUK BATA MERAH  
SEBAGAI *FILLER* PADA PERKERASAN *HOT ROLLED  
SHEET – WEARING COURSE (HRS – WC)***

**SKRIPSI**

**OLEH :  
DIMAS REZA RAHADITYA  
041910301134**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**



## **BAB 1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Aspal beton sebagai bahan untuk konstruksi jalan sudah lama dikenal dan digunakan secara luas dalam pembuatan jalan. Penggunaannya pun di Indonesia dari tahun ke tahun makin meningkat. Hal ini disebabkan aspal beton memiliki kelebihan dibanding dengan bahan-bahan lain, diantaranya harganya yang relatif murah dibanding beton, kemampuannya dalam mendukung beban kendaraan yang tinggi dan dapat dibuat dari bahan-bahan lokal yang tersedia dan mempunyai ketahanan yang baik terhadap cuaca.

Salah satu jenis dari aspal beton yang sering digunakan adalah HRS (*Hot Rolled Sheet*). HRS merupakan aspal beton yang digunakan sebagai lapis permukaan jalan untuk lalu lintas ringan. Secara umum bahan campuran HRS terdiri dari agregat kasar, agregat halus, aspal, dan bahan pengisi (*filler*). Untuk spesifikasi campuran agregat kasar yang digunakan berupa batu pecah dengan spesifikasi tertentu yang merupakan hasil mesin pemecah batu (*stone crusher*). Agregat halus terdiri dari pasir atau pengayakan batu pecah yang memenuhi spesifikasi sebagai campuran HRS.

Bahan pengisi (*filler*) dalam campuran aspal beton adalah bahan yang lolos saringan No.200 (0,075 mm). Macam bahan pengisi (*filler*) yang dapat digunakan ialah: abu batu, kapur padam, *portland cement* (PC), debu dolomite, abu terbang, debu tanur tinggi pembuat semen atau bahan mineral tidak plastis lainnya. Banyaknya bahan pengisi (*filler*) dalam campuran aspal beton sangat dibatasi. Kebanyakan bahan pengisi, maka campuran akan sangat kaku dan mudah retak disamping memerlukan aspal yang banyak untuk memenuhi *workability*. Sebaliknya kekurangan bahan pengisi campuran menjadi sangat lentur dan mudah terdeformasi oleh roda kendaraan sehingga menghasilkan jalan yang bergelombang. Karakteristik *Filler* pada campuran perkerasan jalan adalah sebagai bahan pengisi rongga, meningkatkan daya ikat aspal beton, memperbaiki stabilitas campuran, dan memperkecil kelelahan atau penurunan.

Salah satu upaya untuk meningkatkan kinerja aspal beton adalah dengan mengganti bahan pengisi (*filler*) dengan material lain. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Anton Syahputra, ST, 2005. dengan judul Studi Penggunaan Bata Merah Dan Kapur Tohor Sebagai Substitusi Sebagian *Filler* Pada Perkerasan HRS A. Tidak menghasilkan nilai Stabilitas, VIM (*Voids In Mix*), dan Marshall Quatient yang lebih baik. Penelitian itu juga memberikan saran agar penelitian selanjutnya memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Menambah % kadar aspal agar didapat KAO (*Kadar Aspal Optimum*) yang lebih tepat.
2. Menggunakan persentase serbuk bata merah + kapur tohor sebagai substitusi sebagian *filler* yang lebih tinggi misalnya 10%, 15%, dan 20%. Karena dilihat dari trend grafik hubungan Stabilitas, VIM, dan Marshall Quatient terhadap kadar serbuk bata merah dan kapur tohor masih ada kemungkinan timbulnya perubahan yang cukup signifikan.
3. Menggunakan KAO (*Kadar Aspal Optimum*) untuk setiap komposisi campuran.

Berdasar hal diatas maka pada penelitian ini hanya digunakan Serbuk Bata Merah sebagai bahan pengisi (*filler*) pada perkerasan laston lapisan aus atau yang lebih dikenal dengan simbol HRS WC. Diharapkan penggunaan serbuk bata merah sebagai *filler* pada perkerasan HRS WC dapat menghasilkan perubahan signifikan terhadap nilai Stabilitas, VIM (*Voids In Mix*), dan Marshall Quatient dibanding dengan penelitian sebelumnya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang diatas dapat ditarik rumusan masalah yaitu :

Apakah penggunaan serbuk bata merah sebagai filler dapat meningkatkan nilai karakteristik marshall dan dapat menaikkan stabilitas aspal pada campuran HRS-WC ?

### **1.3 Batasan Masalah**

Untuk memperjelas permasalahan dan memudahkan dalam menganalisa, maka dibuat batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian hanya dilakukan di Laboratorium Transportasi Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Jember.
2. Jenis campuran aspal beton yang digunakan adalah HRS WC.
3. Bahan tambahan yang digunakan adalah serbuk bata merah.
4. Penelitian ini tidak membahas analisa kimia dari serbuk bata merah.
5. Pengujian ini menggunakan peraturan Bina Marga.
6. Agregat halus menggunakan pasir lumajang.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah penambahan serbuk bata merah sebagai *filler* pada campuran perkerasan jalan HRS-WC dapat mempengaruhi nilai karakteristik marshall.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman mengenai pengaruh penggunaan serbuk bata merah sebagai filler pada campuran HRS-WC untuk meningkatkan karakteristik Marshall.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangsih pemikiran dan wawasan bagi perencana tentang manfaat serbuk bata merah sebagai filler pada campuran HRS- WC.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Lataston

*Lataston (Lapisan Tipis Aspal Beton)* adalah beton aspal yang bergradasi senjang, lataston juga bisa disebut juga *HRS (Hot Rolled Sheet)*. Karakteristik beton aspal yang terpenting pada campuran ini adalah durabilitas dan fleksibilitas. Sesuai fungsinya lataston mempunyai dua macam campuran yaitu :

- a. Lataston sebagai lapisan aus, dikenal dengan nama *HRS – WC (Hot Rolled Sheet – Wearing Course)*. Tebal minimum HRS – WC adalah 3 cm.
- b. Lataston sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama *HRS – Base (Hot Rolled Sheet – Base)*. Tebal nominal minimum HRS – Base adalah 3,5 cm.

Lataston merupakan lapisan permukaan yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, mineral pengisi (*Filler*), dan aspal IP 60 atau 80 yang dicampur dalam keadaan panas dengan tebal padat antara 2,5 – 3 cm. *Filler* atau material pengisi yang sering digunakan adalah abu batu, kapur padam, semen portland, atau bahan non plastis lainnya yang lolos ayakan No.200 sama atau lebih besar dari 75% berat *filler* abu batu. Lataston terdiri dari dua macam campuran yaitu lataston lapis pondasi (*HRS – Base*) dan lataston permukaan (*HRS – WC*) dengan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm. *HRS – Base* mempunyai proporsi fraksi agregat kasar lebih besar dari pada *HRS – WC* seperti pada tabel 2.1 (*Bina Marga 2005*).

Tabel 2.1 Fraksi Agregat pada Lataston

Sifat – sifat campuran		LATASTON	
		WC	BC
Penyerapan Aspal (%)	Max	1,7	1,7
Jumlah tumbukan per bidang		75	75
Rongga dalam campuran (VITM) (%)	Min	3,0	3,0
	Max	6,0	6,0
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min	18	17
Rongga terisi aspal (VFWA) (%)	Min	68	68
Stabilitas Marshall (%)	Min	800	800
Pelelehan (mm)	Min	3	3
Marshall Quotient (kg/mm)	Min	250	250
Stabilitas Marshall Sisa (%)	Min	75	75
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal)		2	2

Sumber : Dirjen Bina Marga,2005

## 2.2 Agregat

Agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan padat. American Standart Testing and Material (ASTM) 1974 mendefinisikan agregat sebagai suatu bahan yang terdiri dari butiran-butiran mineral padat berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen.

Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90-95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75-85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan campuran lain. (Silvia S. 2003).

### 2.2.1 Agregat Kasar

Agregat yang secara umum mempunyai ukuran lebih besar dari 0,234 mm. Dimana untuk Campuran Aspal Panas secara umum baik itu Aspal Beton. *Hot Rolled Sheet* maupun *Split Mastic Asphalt (HRA)* mempunyai gradasi umum yang dapat



dipakai untuk semua jenis *Hotmix*. Agregat kasar yang digunakan bisa berupa batu pecah atau kerikil yang kering, kuat, awet dan bebas dari bahan lain yang mengganggu. Agregat bergradasi kasar adalah agregat yang mempunyai butir yang berukuran dari yang kasar sampai yang halus tetapi agregat kasarnya masih tetap dominan. Menurut *American Standart Testing Material (ASTM) 1974* agregat kasar mempunyai ukuran > 4,75 mm sedangkan menurut *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)* agregat kasar mempunyai ukuran lebih besar dari 2 mm, ukuran tersebut lebih kecil dari *American Standart Testing Material (ASTM) 1974*. Tetapi komposisi agregat kasar campuran panas Indonesia memakai spesifikasi yang sudah ditetapkan oleh Direktorat Jendral Bina Marga.

Komposisi agregat kasar yang dipakai di Indonesia untuk campuran aspal panas dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Komposisi Agregat kasar

Ukuran saringan mm	(%) berat lolos
20	100
12,7	30-100
9,5	0-55
4,75	0-10
0,075	0-1

Sumber : Spesifikasi Umum, Direktorat Jendral Bina Marga

Berat jenis kerikil umumnya 2,5 sampai 2,7. Berta jenis yang digunakan dalam pengujian tidak boleh melebihi yang telah disyaratkan, karena akan berpengaruh terhadap mutu pekerjaan tersebut. Indeks yang dipakai untuk ukuran kehalusan dan kekerasan butir agregat ditetapkan dengan modulus kehalusan butir. Pada umumnya kerikil mempunyai modulus antara 5 sampai 8 (S, Wuryati. Teknologi Beton. 2001).

### 2.2.2 Agregat Halus

Agregat yang secara umum mempunyai ukuran 0,234 – 0.075 mm. Untuk agregat halus Campuran Aspal Panas juga mempunyai spesifikasi umum yang dapat digunakan untuk Aspal Beton, *Hot Rolled Sheet* dan *Split Mastik Asphalt*. Agregat halus terdiri dari bahan-bahan yang berbidang kasar bersudut tajam dan bersih dari kotoran-kotoran atau bahan-bahan lain yang tidak dikehendaki.

Agregat bergradasi halus adalah agregat yang mempunyai butir yang berukuran dari yang kasar sampai yang halus tetapi agregat halusnya dominan. Menurut Bina Marga komposisi agregat halus yang ideal dipakai di Indonesia dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Komposisi Agregat Halus (Bina Marga)

Ukuran saringan mm	(%) berat lolos
9,5	100
4,75	90-100
2,36	80-100
600 micron	25-100
75 micron	03-Nop

Sumber : Spesifikasi Umum, Direktorat Jendral Bina Marga

Dalam berbagai pengujian pasir, selalu memperhitungkan penyerapan dan berat jenisnya. Berat jenis pasir akan berpengaruh pada kekuatan kekerasan aspal dan tingkat pengerasannya sesuai dengan pengawasan mutu suatu agregat. Butir-butir agregat halus bersifat kekal yang artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca seperti hujan dan matahari. Indeks yang dipakai untuk ukuran kehalusan dan kekerasan butir agregat ditetapkan dengan modulus halus butir. Pada umumnya pasir mempunyai modulus halus 1,5 sampai 3,8. Berat jenis pasir antara 2,5 sampai 2,9. Sedangkan penyerapan pasir didapat dari selisih antara berat pasir sebelum dioven dengan berat pasir sesudah dioven. Karena adanya udara yang terjebak dalam suatu butiran agregat ketika pembentuknya atau karena rongga kecil dalam agregat yang disebut pori-pori. Pori-pori dalam agregat memiliki ukuran yang bervariasi. Dari ukuran besar yang dapat dilihat oleh mata telanjang sampai pori yang sangat kecil yang hanya dapat dilihat dengan mikroskop. Pori-pori tersebut tersebar merata diseluruh bagian butiran. Beberapa merupakan pori tertutup dan yang lain merupakan pori terbuka terhadap permukaan butiran. Beberapa agregat yang sering dipakai memiliki volume pori tertutup sekitar 0 sampai 20% dari volume butirnya. Pori-pori itu mungkin menjadi reservoir air bebas dalam agregat (S, Wuryati. Teknologi Beton. 2001).

### 2.2.3 Syarat Umum Agregat

Adapun syarat umum agregat adalah sebagai berikut :

1. Agregat yang digunakan dalam pekerjaan ini harus sedemikian rupa sehingga campuran beraspal memenuhi semua persyaratan campuran dalam tabel 2.1.
2. Seluruh analisis saringan agregat termasuk bagian pengisi harus diuji dengan cara pencucian untuk menjamin ketelitian proporsi agregat (SNI 03-4142-1996).

3. Perhitungan agregat campuran Laston yang sesuai dengan spesifikasi dalam pedoman ini dapat dimulai dengan pendekatan keadaan gradasi sedemikian rupa sehingga gradasi berada diantara titik kontrol tetapi tidak memotong zona terbatas tertentu. Untuk Latasir dan Lataston dapat dimulai pendekatan pada tengah-tengah spesifikasi gradasi yang disyaratkan.
4. Gradasi agregat campuran ditentukan dengan anggapan bahwa perbedaan berat jenis antara agregat kasar dan agregat halus tidak boleh lebih dari 0,2%. Bila terdapat perbedaan maka harus dilakukan koreksi atau penyesuaian sehingga target gradasi dapat dipenuhi. Penyesuaian dapat dilakukan di Pusat Pencampur dengan didasarkan bahwa berat bahan adalah perkalian antara volume dan berat jenis.

Tabel 2.4 Contoh Persyaratan Campuran Beraspal di Indonesia (1998)

Sifat-sifat Campuran				Latasir		Lataston		Laston	
				A	B	L. AUS	L. POND	L. AUS	L. POND
Penyerapan Aspal, % berat campuran				2,0		1,7			
Kadar Aspal Total, % berat campuran				Maks		<i>Sesuai dengan persyaratan yang harus dipenuhi dalam tabel ini</i>			
Jumlah Tumbukan Marshall 2 x tiap permukaan				50		75		112 <sup>1</sup>	
Rongga Dalam Campuran (VIM), %				Min		3		3	
				Maks		6		7	
Rongga Di Antara Mineral Agregat (VMA), %				Min		20		18      16	
<i>Rongga terisi aspal (VFB), %</i>	<i>Lalu Lintas</i>	- 1, 000, 000 ESA	Min	Jangan digunakan untuk lalulintas berat	65				
		- 500, 000 ESA	Maks						
		- 1, 000, 000 ESA	Min		68				
		- 500, 000 ESA	Maks						
Stabilitas Marshal, Kg				Min		200		800      1800 <sup>1</sup>	
Kelelahan, mm				Maks		850		-	
				Min		3		2	
Hasil Bagi Marshal Kg / mm				Maks		80		200	
				Min		-		-	
Stabilitas Sisa, Perendaman 24 jam				Min		75			
Pada Suhu 60°C, %				Maks		-			
Pemadatan dengan Kepadatan Mutlak :									
Jumlah Tumbukan Marshall 2 x tiap permukaan				Maks		400		600 <sup>1</sup>	
<i>Rongga Dalam Campuran (Kepadatan Mutlak %), Lihat Catatan 2</i>	<i>Lalu Lintas</i>	- 1, 000, 000 ESA	Min	Jangan digunakan untuk lalulintas berat	3				
		- 500, 000 ESA	Maks						
		- 1, 000, 000 ESA	Min		2				
		- 500, 000 ESA	Maks						
Jumlah Tumbukan Marshall 2 x tiap permukaan				Min		1		-	

Sumber : Pedoman Teknik No.028/T/m/1999, Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga

Catatan :

1. Modifikasi Marshall, diameter cetakan benda uji 154,2 mm. Untuk kondisi kepadatan mutlak gunakan alat penumbuk getar agar terhindar dari kemungkinan agregat yang pecah.

2. Untuk lalu lintas yang bergerak sangat lambat atau lalu lintas mengalur (chanalized) yang berat, gunakan kriteria saat tingkat beban ESA atau SST (Setara Sumbu Standart Tunggal) yang lebih tinggi.
3. Berat jenis agregat dihitung berdasarkan pada Berat jenis Maksimum Campuran dengan Rice Method (AASHTO T-209).

#### 2.2.4 Persyaratan Agregat sebagai Bahan Jalan

Secara umum agregat sebagai bahan jalan harus memenuhi persyaratan :

- a. Tahan lama
- b. Kuat, keras dan ulet
- c. Khusus untuk bahan lapis permukaan harus diperhatikan :
  1. Keuletan/*toughness*, agregat harus memiliki keuletan yang cukup untuk memberikan tahanan terhadap :
    - a) *Slow crushing load*
    - b) *Rapid impact load*
  2. Kekerasan/*hardness*, akan memberikan tahanan terhadap *abration/attrition*.
  3. *Polishing*, agregat harus memiliki tahanan terhadap *polishing* agar dapat menyelesaikan koefisien gesek yang cukup dan dapat bertahan lama.
  4. *Stripping*, agar agregat tahan terhadap *stripping* harus mempunyai adhesi yang baik dengan bahan ikatnya.
  5. *Weathering*, agregat harus memiliki ketahanan terhadap cuaca (*weather*), antara lain terhadap perubahan suhu, air, kembang susut, dan frost. (Suprpto Tm, Edisi Kedua)

### 2.2.5 Gradasi Agregat

Gradasi adalah susunan butir agregat sesuai ukurannya. Ukuran butir agregat dapat diperoleh dari pemeriksaan analisa saringan. Satu set saringan 4 inchi, 3 1/2 inchi, 2 1/2 inchi, 2 inchi, 1 1/2 inchi, 1 inchi, 1/2 inchi, 3/8 inchi, No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, No.200. (*Sukirman silvia*, 1990). Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisa saringan menggunakan 1 set saringan. Saringan berukuran bukaan paling besar diletakkan diatas dan yang paling halus (No.200) di bawah sebelum pan. Jadi satu set saringan dimulai dari pan dan diakhiri dengan tutup saringan.

Gradasi agregat menentukan besarnya rongga atau pori yang mungkin terjadi dalam agregat campuran. Agregat campuran yang terdiri dari agregat berukuran sama akan berongga atau berpori banyak, karena tidak terdapat agregat berukuran lebih kecil yang dapat mengisi rongga yang terjadi. Sebaliknya, jika campuran agregat terdistribusi dari agregat berukuran besar sampai kecil secara merata, maka rongga atau pori yang tersedia sedikit. Hal ini disebabkan karena rongga yang terbentuk oleh susunan agregat berukuran besar, akan diisi oleh agregat berukuran kecil.

### 2.2.6 Gradasi Agregat Campuran

Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat, harus memenuhi batas-batas dan harus berada di luar daerah larangan (Restriction Zone) dan juga harus mempunyai jarak terhadap batas-batas toleransi yang diberikan dan terletak di luar daerah larangan.

Tabel 2.5 Persyaratan gradasi agregat campuran berbagai jenis beton aspal (DEPKIMPRASWIL, 2002)

UKURAN SARINGAN		% BERAT LOLOS						
No.	BUKAAN (mm)	LASTON (AC)			LATASTON (HRS)		LATASIR (SS)	
		AC - WC	AC - BC	AC - BASE	HRS - WC	HRS - BASE	KELAS A	KELAS B
1½"	37.5			100				
1"	25		100	90 - 100				
¾"	19	100	90 - 100	Maks 90	100	100	100	100
½"	12.5	90 - 100	Maks 90		90 - 100	90 - 100		
3/8"	9.5	Maks 90			75 - 85	65 - 100	90 - 100	
No. 8	2.36	28 - 58	23 - 39	19 - 45	50 - 72	35 - 55		75 - 100
No. 16	1.18							
No. 30	0.600							
No. 200	0.075	4 - 10	4 - 8	3 - 7	6 - 12	2 - 9	10 - 15	8 - 13
<b>DAERAH LARANGAN</b>								
No. 4	4.75	-	-	39.5				
No. 8	2.36	39.1	34.6	26.8 - 30.8				
No. 16	1.18	25.6 - 31.6	22.3 - 28.3	18.1 - 24.1				
No. 30	0.600	19.1 - 23.1	16.7 - 20.7	13.6 - 17.6				
No. 200	0.075	15.5	13.7	11.4				

Sumber: Pedoman Teknik Bina Marga, 1999

Catatan :

1. Untuk HRS – WC dan HRS – Base paling sedikit 80% agregat lolos saringan No.8 (2,36 mm) harus juga lolos saringan No.30 (0,600). Lihat contoh “ Agregat bergradasi senjang “ yang lolos saringan No.8 dan tertahan No.30 dalam tabel 2.5a.
2. Untuk AC, batas-batas rentang utama gradasi agregat campuran ditentukan oleh saringan ukuran nominal maksimum, ayakan menengah (2,36 mm) dan saringan terkecil (0,075 mm).



Tabel 2.5b Contoh batas-batas “agregat gradasi senjang”

% Lolos No.				
8	40	50	60	70
% Lolos No.	Paling Sedikit	Paling Sedikit	Paling Sedikit	Paling Sedikit
30	32	40	48	56
%	8 Aatau	10 Aatau	12 Aatau	14 Aatau
Kesenjangan	Kurang	Kurang	Kurang	Kurang

Sumber : Silvia. S.2003

### 2.3 Pengujian Agregat

Untuk mengetahui sifat-sifat karakteristik dari agregat kasar yang dibutuhkan untuk perancangan campuran, dilakukan pengujian agregat. Pengujian yang dilakukan dilaboratorium transportasi Universitas Jember adalah :

#### a. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus

Gradasi adalah susunan butir agregat sesuai ukurannya. Ukuran butir agregat dapat diperoleh melalui pemeriksaan analisa saringan. Satu set saringan umumnya terdiri dari saringan berukuran 4 inchi, 3 1/2 inchi, 2 1/2 inchi, 2 inchi, 1 1/2 inchi, 1 inchi, 1/2 inchi, 3/8 inchi, No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, No.200. Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan gradasi/pembagian butir agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan. Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran dari aregat. Bila butir-butir agregat mempunyai ukuran yang sama (seraam), maka volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butir-butirnya bervariasi akan terjadi volume pori yang lebih besar, sehingga pori-porinya menjadi

sedikit, dengan kata lain kemampatannya tinggi. Berikut ini persyaratan gradasi agregat pada berbagai jenis beton aspal.

Untuk mengukur distribusi ukuran atau gradasi agregat sehingga dapat diketahui ukuran butir maksimum dan dapat menentukan spesifikasi perkerasan dengan menggunakan satu set saringan ukuran paling besar diatas dan diakhiri dengan pan.

#### b. Berat Jenis

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan berat jenis (*bulk*), berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu (*apparent*).

- 1) Berat jenis bulk (*bulk specific gravity*) ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada permukaan tertentu.

Berat jenis (*bulk specific gravity*) =

$$\frac{B_k}{B_j - B_a} \dots\dots\dots(2.1)$$

- 2) Berat jenis kering permukaan jenuh (*Saturated Surface Dry*) ialah perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.

Berat jenis kering permukaan jenuh =

$$\frac{B_j}{B_j - B_a} \dots\dots\dots(2.2)$$

- 3) Berat jenis semu (*Apparent*) ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.

Berat jenis semu (*Apparent spesific gravity*) =

$$\frac{B_k}{B_k - B_a} \dots\dots\dots(2.3)$$

4) Penyerapan ialah persentase berat air yang dapat diserap pori terhadap agregat kering.

$$\text{Penyerapan (Absorbtion)} = \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\% \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

$B_k$  = berat benda uji kering oven, (gram)

$B_j$  = berat benda uji kering permukaan jenuh, (gram)

$B_a$  = berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air, (gram)

#### 2.4 Bahan pengisi atau *Filler*

*Filler* adalah suatu bahan berbutir halus yang lewat ayakan no.200. bahan *filler* dapat berupa debu batu, kapur, *portland cement*, atau bahan lain. Dalam campuran beton aspal, *filler* memiliki peranan tersendiri, untuk mendapatkan beton aspal yang memenuhi ketentuannya. Penggunaan *filler* dalam campuran beton aspal akan sangat mempengaruhi karakteristik beton aspal tersebut, efek tersebut dapat dikelompokan :

1. Efek penggunaan *filler* terhadap karakteristik campuran aspal *filler* antara lain :
  - a. Efek penggunaan *filler* terhadap viscositas campuran

b. Efek penggunaan *filler* terhadap daktilitas dan penetrasi campuran

c. Efek suhu dan pemanasan

## 2. Efek penggunaan *filler* terhadap karakteristik campuran beton aspal

Kadar *filler* dalam campuran akan mempengaruhi dalam proses pencampuran, penggelaran dan pemadatan. Disamping itu juga kadar dan jenis *filler* akan berpengaruh terhadap sifat elastisitas campuran dan sensifisitas campuran.

### 2.4.1 Serbuk Bata Merah

Bata Merah dibuat tanah liat dengan atau tanpa campuran bahan lain, dibakar pada suhu tinggi hingga tidak hancur lagi bila direndam dalam air. Mula-mula tanah liat dibuat plastis dan dicetak dalam cetakan kayu atau baja. Tanah hasil cetakan itu kemudian dikeringkan, dan lalu dibakar sampai suhunya tinggi. Akibat pembakaran itu bata tidak boleh berubah bentuk, jadi tetap segi empat.

Bata yang baik sebagian besar terdiri atas pasir (*silika*) dan tanah liat (*almunia*), yang dicampur dalam perbandingan tertentu sedemikian rupa sehingga bila diberi sedikit air menjadi bersifat plastis. Sifat plastis ini penting agar tanah dapat dicetak dengan mudah, dikeringkan tanpa susut, retak-retak maupun melengkung.

Bata merah bila dihaluskan akan menjadi serbuk bata merah. serbuk itulah yang akan digunakan dalam penelitian ini.

## 2.5 Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material perekat (*comentitious*), berwarna atau coklat tua, dengan unsur utama bitumen. Aspal dapat diperoleh di alam ataupun merupakan residu dari pengilangan minyak bumi. Aspal adalah material yan pada suhu ruang akan berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Jadi

aspal akan mencair bila dipanaskan sampai temperatur tertentu, dan kembali membeku bila temperatur turun.

### 2.5.1 Jenis-Jenis Aspal

Berdasarkan tempat diperolehnya, aspal dibedakan atas dua jenis yaitu :

1. Aspal alam adalah aspal yang didapat di suatu tempat di alam dan dapat dipergunakan sebagaimana diperolehnya atau dengan sedikit pengolahan.
2. Aspal minyak adalah aspal yang merupakan residu pengilangan minyak bumi.

Aspal terdiri dari senyawa hidrokarbon, nitrogen dan logam lain, sesuai jenis minyak bumi dan proses pengolahannya. Mutu kimiawi aspal ditentukan dari komponen pembentuk aspal. Saat ini elah banyak metode yang digunakan untuk meneliti komponen-komponen pembentuk aspal. Komponen fraksional pembentuk aspal dikelompokkan berdasarkan karakteristik reaksi yang sama.

Metode Rostler menentukan komponen fraksional aspal melalui daya larut aspal di dalam asam belerang (*sulfuric acid*). Terdapat lima komponen fraksional aspal berdasarkan daya reaksi kimiawinya di dalam asam sulfuric acid, yaitu :

- a. *Asphaltenes* (A)
- b. *Nitrogen bases* (N)
- c. *Acidaffin I* (A1)
- d. *Acidaffin II* (A2)
- e. *Paraffin* (P)

Secara garis besar komposisi kimiawi aspal terdiri dari *asphaltenes*, *resins* dan *oils*. *Asphaltenes* terutama terdiri dari senyawa hidrokarbon, merupakan material berwarna hitam atau coklat tua yang tidak larut dalam *heptane*. *Asphaltenes* menyebar di dalam larutan yang disebut *maltenes*. *Maltenes* larut dalam *heptane*, merupakan cairan kental yang terdiri dari *resins* dan *oils*. *Resins* adalah cairan

berwarna kuning atau coklat tua yang memberikan sifat adhesi dari aspal, merupakan bagian yang mudah hilang atau berkurang selama masa pelayanan jalan, sedangkan oils yang berwarna lebih muda merupakan media dari *asphaltenes* dan *resins*.

*Maltenes* merupakan komponen yang mudah berubah sesuai perubahan temperatur dan umur pelayanan. Durabilitas aspal merupakan fungsi dari ketahanan aspal terhadap perubahan mutu kimiawi selama proses pencampuran dengan agregat, masa pelayanan, dan proses pengerasan seiring waktu atau umur perkerasan. (Silvia S, 2003:26)

#### 2.5.2 Fungsi Aspal sebagai Material Perkerasan Jalan

Aspal yang digunakan sebagai material perkerasan jalan berfungsi sebagai :

1. Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara sesama aspal.
2. Bahan pengisi, mengisi rongga antar butir agregat dan pori-pori yang ada di dalam butir agregat itu sendiri.

Untuk dapat memenuhi kedua fungsi aspal itu dengan baik, maka aspal haruslah memiliki sifat adhesi dan kohesi yang baik, serta pada saat dilaksanakan mempunyai tingkat kekentalan tertentu. Penggunaan aspal pada perkerasan jalan dapat melalui dicampurkan pada agregat sebelum dihamparkan (prahampar), seperti lapisan beton aspal atau disiramkan pada lapisan agregat yang telah dipadatkan dan ditutupi oleh agregat-agregat yang lebih halus (pascahampar), seperti perkerasan penetrasi makadam atau pelabuhan.

Fungsi utama aspal untuk kedua jenis proses pembentukan perkerasan yaitu proses pencampuran prahampar atau pascahampar itu berbeda. Pada proses prahampar aspal yang dicampurkan dengan agregat akan membungkus atau menyelimuti butir-butir agregat, mengisi pori antar butir, dan meresap ke dalam pori

masing-masing butir. Sedangkan pada proses pascahampar, aspal disiramkan pada lapisan agregat yang telah dipadatkan, kemudian di atasnya ditaburi butiran agregat halus. Pada proses ini aspal akan meresap ke dalam pori-pori antar butir agregat dibawahnya. Fungsi utamanya adalah menghasilkan lapisan perkerasan bagian atas yang kedap air dan tidak mengikat agregat sampai kebagian bawah.

Dengan adanya aspal dalam campuran diharapkan diperoleh lapisan perkerasan yang kedap air sehingga mampu melayani arus lalu lintas selama masa pelayanan jalan. Oleh karena itu aspal haruslah mempunyai daya tahan (tidak cepat rapuh) terhadap cuaca, dan mempunyai sifat adhesi dan kohesi yang baik. (Silvia S, 2003)

## 2.6 Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran (*Design Mix Formula*) dimaksudkan untuk menentukan proporsi campuran baik agregat kasar, agregat halus dan *filler* yang sesuai dengan persyaratan/spesifikasi gradasi. Jika agregat dicampur dengan aspal maka :

- a. Partikel-partikel antar agregat yang akan terikat satu sama lain oleh aspal.
- b. Rongga-rongga agregat ada yang terisi aspal dan ada pula yang terisi udara.
- c. Terdapat rongga antar butir yang terisi udara.
- d. Terdapat lapisan aspal yang ketebalannya tergantung dan kadar aspal yang di pergunakan untuk menyelimuti partikel-partikel agregat.

Oleh sebab itu, jika memakai gradasi rapat (*densengraded*) akan menghasilkan kepadatan yang baik, yang berarti pula memberikan stabilitas yang baik, tetapi mempunyai rongga pori yang kecil sehingga memberikan kelenturan (*fleksibilitas*) yang kurang baik dan akibat tambahan pemadatan dari beban lalu lintas

berulang serta aspal yang mencair akibat pengaruh cuaca akan memberikan tahanan geser yang kecil.

Sebaliknya jika menggunakan gradasi tidak rapat, akan diperoleh kelenturan yang baik, tetapi stabilitas yang kecil. Kadar aspal yang terlalu sedikit akan mengakibatkan lapisan pengikat antar butir kurang, lebih-lebih jika kadar rongga yang dapat diresapi aspal besar. Hal ini mengakibatkan lapisan aspal cepat lepas dan *durabilitas* (keawetan/daya tahan) berkurang. Kadar aspal yang tinggi mengakibatkan kelenturan yang baik tetapi dapat terjadi *bledding* sehingga stabilitas dan tahanan geser berkurang.

Dari penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa haruslah ditentukan campuran antara agregat dan aspal seoptimal mungkin sehingga dapat menghasilkan lapisan perkerasan dengan kualitas yang seoptimal mungkin. Selain itu haruslah direncanakan campuran yang meliputi gradasi agregat (dengan memperhatikan mutu agregat) dan kadar aspal sehingga dihasilkan perkerasan jalan yang baik, misalnya :

- a. Kadar aspal cukup memberikan kelenturan.
- b. Stabilitas cukup memberikan kesempatan memikul beban sehingga tidak terjadi deformasi yang merusak.
- c. Kadar rongga cukup memberikan kesempatan untuk pemadatan tambahan akibat beban berulang dan flow dari aspal.

Dapat menghasilkan campuran yang akhirnya menghasilkan perkerasan yang sesuai dengan persyaratan dalam pemilihan lapis perkerasan. (Silvia S, 2003: 78)

Rancangan campuran dengan metode analitis dengan menggunakan rumus dasar pencampuran dua fraksi.

$$P = aA + bB \dots\dots\dots (2.6)$$



Dimana :

$P$  = Persen lolos saringan dengan bukaan  $d$  mm yang diinginkan, diperoleh dari spesifikasi campuran

$A$  = Persen lolos saringan fraksi agregat A untuk bukaan  $d$  mm

$B$  = Persen lolos saringan fraksi agregat B untuk bukaan  $d$  mm

$a$  = Proporsi dari fraksi agregat A

$b$  = Proporsi dari fraksi agregat B  $\frac{P - B}{A - B}$

$(a+b) = 1$  jika  $a$  dan  $b$  desimal maka diperoleh  $a = \frac{P - B}{A - B}$  dan

$$b = \frac{P - A}{B - A} \dots (2.7) \quad (\text{Silvia S, 2003})$$

Membuat rumus campuran rancangan (*design mix formula*) melakukan rancangan dan pemadatan marshall sampai membal (refusal). Perkiraan kadar aspal rancangan dapat diperoleh dari rumus dibawah ini :

$$P_b = 0,0035 (\% CA) + 0,045 (\% FA) + 0,18 (\% Filler) + \text{Konstanta} \dots (2.8)$$

Dengan :

$P_b$  = kadar aspal

$CA$  = agregat kasar tertahan saringan No.8

$FA$  = agregat halus lolos saringan No.8 dan tertahan No.200

$F$  = agregat halus lolos saringan No.200

Nilai konstanta sekitar 0,5 – 1,0 untuk (AC) dan 2,0 – 3,0 untuk (HRS)

Rumus filler untuk titik kontrol gradasi laston

$$P = 100$$

Catatan :

P = persentase bahan yang lolos saringan d

D = ukuran butiran terbesar (mm)

d = ukuran saringan yang ditinjau (mm)

(Bina Marga, 1999:35)

## 2.7 Pemeriksaan dengan Alat Marshall

Kinerja campuran aspal beton dapat diperiksa dengan menggunakan alat pemeriksaan marshall yang telah teruji kebenarannya dan terkalibrasi. Pemeriksaan dimaksudkan untuk menentukan (stabilitas) terhadap kelelahan plastis (*flow*) dari campuran aspal dan agregat. Kelelahan plastis adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam mm atau 0,01”.

Alat marshall yang merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan *proving ring* (cincin penguji) yang berkapasitas 2500 kg atau 5000 pon. Proving ring dilengkapi dengan arloji pengukur yang berguna untuk mengukur stabilitas campuran. Disamping itu terdapat arloji kelelahan (*flow meter*) untuk mengukur kelelahan plastis. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 7,5 cm dipersiapkan di laboratorium, dalam cetakan benda uji dengan menggunakan hammer (penumbuk) dengan berat 10 pon (4,536 kg) dan tinggi jatuh 18 inchi (45,7 cm), dibebani dengan kecepatan tetap 50 mm/menit.

## 2.8 Karakteristik Campuran

Karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh campuran aspal beton campuran panas adalah :

### 1. Stabilitas

2. Durabilitas
  3. Fleksibilitas
  4. Kedap air
  5. Tahanan Geser (*Skid Resistance*)
  6. Kemudahan pekejaan (*Workability*)
  7. Ketahanan Kelelahan (*Fatigue resistance*)
1. Stabilitas

Stabilitas lapisan perkerasan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alut ataupun bleeding. Kebutuhan akan stabilitas dengan jumlah lalu lintas dan beban kendaraan yang akan memakai jalan tersebut. Jalan dengan volume lalu lintas tinggi dan sebagian besar merupakan kendaraan berat menuntut stabilitas yang lebih besar dibandingkan dengan jalan volume lalu lintas yang hanya terdiri dari kendaraan penumpang saja.

Kestabilan yang terlalu tinggi menyebabkan lapisan kaku dan cepat mengalami retak, disamping itu karena volume antar agregat kurang, mengakibatkan kadar aspal yang dibutuhkanpun rendah. Hal ini menghasilkan film aspal tipis dan mengakibatkan ikatan aspal mudah lepas sehingga durabilitasnya rendah.

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

- a. Agregat dengan gradasi yang rapat (*dense graded*)
- b. Agregat dengan permukaan yang kasar.

- c. Agregat berbentuk kubus.
- d. Agregat dengan penetrasi rendah.
- e. Aspal dalam jumlah yang mencukupi untuk ikatan antar butir.

## 2. Keawetan atau Durabilitas

Durabilitas diperlukan pada lapisan permukaan sehingga lapisan dapat mampu menahan akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan kendaraan.

## 3. Fleksibilitas atau Kelenturan

Fleksibilitas atau kelenturan adalah kemampuan beton aspal untuk menyesuaikan diri akibat penurunan (*konsolidasi/settlement*) dan pergerakan dari pondasi atau tanah dasar, tanpa terjadi retak. Penurunan terjadi akibat repetisi beban lalu lintas, ataupun penurunan akibat berat sendiri tanah timbunan yang dibuat di atas tanah asli. Fleksibilitas dapat ditingkatkan dengan mempergunakan agregat bergradasi terbuka dengan kadar aspal yang tinggi.

## 4. Tahanan Geser / Kekesatan (*Skid Resistance*)

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

- a. Penggunaan kadar aspal yang tepat sehingga tak terjadi *bledding*.
- b. Penggunaan agregat dengan permukaan kasar.
- c. Penggunaan agregat berbentuk kubus.
- d. Penggunaan agregat kasar yang cukup.

#### 5. Kedap air (*Impermeabilitas*)

Kedap air adalah kemampuan beton aspal untuk tidak dapat dimasuki air ataupun udara ke dalam lapisan beton aspal. Air dan udara dapat mengakibatkan percepatan proses penuaan aspal, dan pengelupasan *film*/selimut aspal dari permukaan agregat. Jumlah pori yang tersisa setelah beton aspal dipadatkan dapat menjadi indikator kedap air campuran. Tingkat impermeabilitas beton aspal dibanding dengan tingkat durabilitasnya.

#### 6. Ketahanan Kelelahan (*Fatigue resistance*)

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari lapis aspal beton dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang berupa alur (*ruting*) dan retak. Faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelahan adalah :

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

#### 7. Kemudahan Pelaksanaan (*Workability*)

Yang dimaksud dengan kemudahan pelaksanaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan. Faktor yang mempengaruhi kemudahan dalam pelaksanaan adalah :

1. Gradasi agregat, agregat berradasi baik lebih mudah dilaksanakan dari pada agregat bergradasi baik.
2. Temperatur campuran, yang ikut mempengaruhi kekerasan bahan pengikat yang bersifat termoplastis.

3. Kandungan bahan pengisi (*filler*) yang tinggi menyebabkan pelaksanaan lebih sukar.

Ketujuh sifat campuran beton aspal ini tidak mungkin dapat dipenuhi sekaligus oleh satu jenis campuran. Sifat-sifat beton aspal mana yang dominan lebih diinginkan, akan menentukan jenis beton aspal yang dipilih. Hal ini sangat perlu diperhatikan saat merancang tebal perkerasan jalan. Jalan yang melayani lalu lintas ringan, seperti mobil penumpang, sepantasnya lebih memilih jenis beton aspal yang mempunyai sifat durabilitas, dan fleksibilitas yang tinggi, daripada memilih jenis beton aspal dengan stabilitas tinggi (Silvia S,2003).

## 2.9 Sifat Volumetrik dari Campuran Beton Aspal yang Telah Dipadatkan

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

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

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

$V_{MA}$  = Volume pori diantara butir agregat campuran, dalam beton aspal padat, termasuk yang terisi oleh aspal (*Void in the mineral aggregate*)

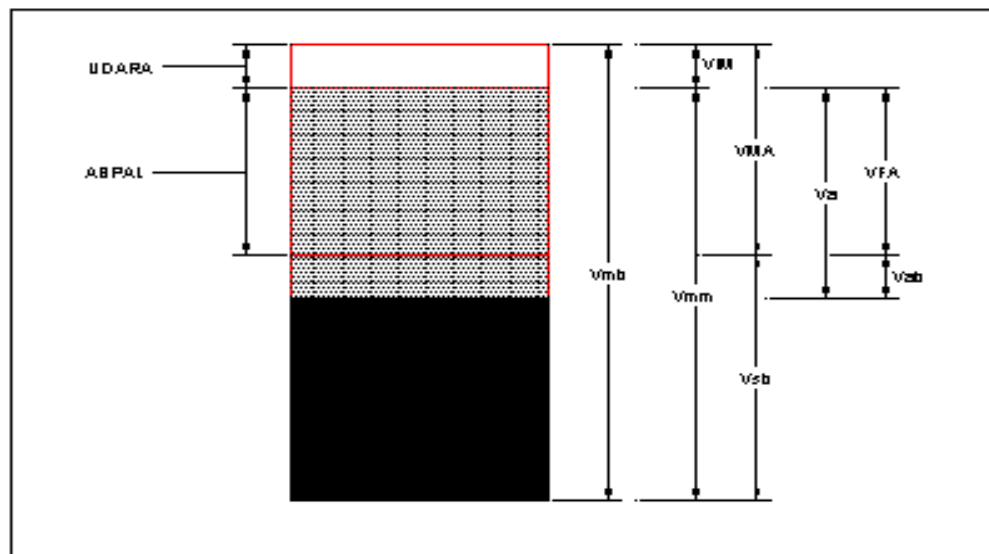
$V_{IM}$  = Volume pori beton aspal padat (*void in mix*)

$V_{FA}$  = Volume pori beton aspal padat yang terisi oleh aspal (*volume of void filled with asphalt*)

Tebal *film* aspal atau tebal selimut aspal seringkali digunakan pula untuk menentukan karakteristik aspal. VIM adalah volume pori yang tersisa setelah campuran beton aspal yang dipadatkan. VIM ini dibutuhkan untuk tempat bergesernya butir-butir agregat, akibat pemadatan tambahan yang terjadi oleh repetisi beban lalu lintas, atau tempat jika aspal menjadi lunak akibatnya meningkatnya temperaturnya. VIM yang terlalu besar akan mengakibatkan beton aspal padat berkurang kekedapan airnya begitu juga sebaliknya apabila VIM terlalu kecil akan mengakibatkan perkerasan mengalami bleeding jika temperatur meningkat.

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

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



Gambar 2.1 Skematis Berbagai Jenis Volume Beton Aspal

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

$V_{ab}$  = volume agregat, adalah volume *bulk* dari agregat (volume bagian masif+pori yang ada dalam masing-masing butir agregat).

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

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

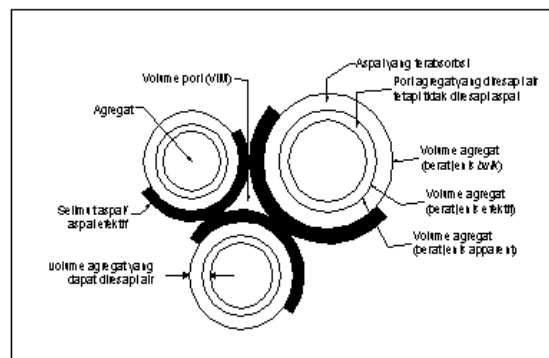
$V_{mm}$  = volume tanpa pori dari beton aspal padat.

$VIM$  = volume pori dalam beton aspal padat.

$V_a$  = volume aspal dalam beton aspal padat.

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

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



Gambar 2.2 Pengertian tentang VIM, Selimut Aspal (*Film Aspal*), Aspal yang Terabsorpsi

### 2.9.1 Berat Jenis Bulk dari Agregat Campuran

Agregat yang digunakan untuk membentuk beton aspal padat, memiliki gradasi tertentu yang biasanya diperoleh dari pencampuran beberapa agregat total



yang terdiri dari atas fraksi-fraksi agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi yang masing-masing mempunyai berat jenis yang berbeda, maka berat jenis bulk ( $G_{sb}$ ) agregat total dapat dihitung sebagai berikut :

$$G_{sb} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \dots + \frac{P_n}{G_n}} \quad \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan :

$G_{sb}$  = Berat jenis *bulk* total agregat.

$P_1 + P_2 + \dots + P_n$  = Persentase masing-masing fraksi agregat.

$G_1 + G_2 + \dots + G_n$  = Berat jenis *bulk* masing-masing fraksi agregat.

#### Berat Jenis Efektif Agregat Campuran

Berat jenis maksimum dari beton aspal yang belum dipadatkan ( $G_{mm}$ ), dapat ditentukan di Laboratorium sesuai AASHTO T 209-90.

$$G_{se} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \dots + \frac{P_n}{G_n}} \quad \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan :

$G_{se}$  = Berat jenis efektif agregat campuran.

$P_1 + P_2 + \dots + P_n$  = Persentase masing-masing fraksi agregat.

$G_1 + G_2 + \dots + G_n$  = Berat jenis apparent masing-masing fraksi agregat.

### 2.9.2 Berat Jenis Maksimum Campuran

Berat jenis maksimum campuran,  $G_{mm}$  masing-masing kadar aspal diperlukan untuk menghitung kadar rongga masing-masing kadar aspal. Berat jenis maksimum dapat ditentukan dengan AASHTO T-209-90. Ketelitian hasil uji terbaik adalah bila kadar aspal campuran mendekati kadar aspal optimum. Berat jenis maksimum ( $G_{mm}$ ) campuran untuk masing-masing kadar aspal dapat dihitung menggunakan berat jenis efektif ( $G_{se}$ ) rata-rata sebagai berikut :

$$G_{mm} = \frac{P_{mm}}{\frac{P_s}{G_{se}} + \frac{P_b}{G_b}} \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan :

$G_{mm}$  = Berat jenis maksimum campuran, rongga udara nol.

$P_{mm}$  = Persen berat total campuran (=100)

$P_s$  = Kadar agregat, persen terhadap berat total campuran.

$P_b$  = Kadar aspal, persen terhadap berat total campuran.

$G_{se}$  = Berat jenis efektif agregat.

$G_b$  = Berat jenis aspal.

### 2.9.3 Kadar Aspal Terabsorpsi atau Penyerapan Aspal

Penyerapan aspal dinyatakan dalam persen terhadap agregat total, tidak terhadap berat campuran dan dalam jumlah aspal dalam campuran beton aspal yang sama banyak, maka selimut aspal lebih tipis akan terjadi pada campuran dengan agregat yang memiliki pori-pori yang lebih banyak dapat mengabsorpsi aspal. Hal ini

berdampak pada berkurangnya durabilitas beton aspal. Sebaliknya, jika yang terabsorpsi sedikit maka selimut aspal akan tebal, durabilitas beton aspal lebih baik, tetapi kemungkinan terjadi *bleeding* akan menjadi besar.

Perhitungan penyerapan aspal ( $P_{ab}$ ) adalah sebagai berikut :

$$P_{ab} = 100 \frac{G_{se} + G_{ab}}{G_{sb} + G_{se}} G_b \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan :

$P_{ab}$  = Penyerapan aspal, persen total agregat

$G_{ab}$  = Berat jenis bulk agregat

$G_{se}$  = Berat jenis efektif

$G_b$  = Berat jenis aspal

#### 2.9.4 Kadar Aspal Efektif

Kadar aspal efektif ( $P_{be}$ ) campuran beraspal adalah kadar aspal total dikurangi jumlah aspal yang terserap oleh partikel agregat. Kadar aspal efektif ini akan menyelimuti permukaan agregat bagian luar yang pada akhirnya akan menentukan kinerja perkerasan beraspal. Rumus kadar aspal efektif adalah :

$$P_{be} = P_b \frac{P_{ab}}{100} P_s \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan :

$P_{be}$  = Kadar aspal efektif, persen total campuran

$P_b$  = Kadar aspal, persen total campuran

$P_{ab}$  = Penyerapan aspal, persen total campuran

$P_s$  = Kadar agregat, persen total campuran

### 2.9.5 Volume Pori dalam Agregat Campuran (VMA)

Volume pori dalam agregat campuran (VMA = *voids in the mineral aggregate*), adalah banyaknya pori diantara butir-butir agregat di dalam aspal padat. VMA dihitung berdasarkan berat jenis bulk ( $G_{ab}$ ) agregat dan dinyatakan sebagai persen volume bulk campuran yang dipadatkan. VMA dapat dihitung pula terhadap berat campuran total atau terhadap berat agregat total.

Perhitungan terhadap berat campuran total :

$$VMA = 100 \frac{G_{sb} x P_s}{G_{sb}} \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan :

VMA = Rongga diantara mneral agregat, persen volume bulk.

$G_{ab}$  = Berat jenis *bulk* agregat.

$G_{mb}$  = Berat jenis *bulk* campuran padat (AASHTO T-166).

$P_s$  = Kadar agregat, persen total campuran.

Perhitungan berat agregat total :

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb}}{G_{sb}} x \frac{100}{(100 + P_b)} 100 \dots\dots\dots(2.16)$$

Keterangan :

VMA = Rongga diantara mineral agregat, persen volume bulk.

Gab = Berat jenis *bulk* agregat.

Gmb = Berat jenis *bulk* campuran padat (AASHTO T-166).

Pb = Kadar aspal, persen total campuran.

#### 2.9.6 Volume Pori dalam Beton Aspal Padat (VIM)

Banyaknya pori yan berada dalam beton aspal padat (VIM) adalah banyaknya pori di antara butir-butir agregat yang diselimuti aspal. VIM dinyatakan dalam persentase terhadap volume beton aspal padat. Dasar perhitungan volume beton aspal = 100 cm<sup>3</sup>.

$$VIM = 100 \times \frac{G_{mm} - P_{mb}}{G_{mm}} \dots\dots\dots(2.17)$$

Keterangan :

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

Gmb = Berat jenis *bulk* campuran padat (AASHTO T-166).

Gmm = Berat jenis maksimum dari beton aspal yang belum dipadatkan.

### 2.9.7 Rongga Terisi Aspal (*VFA*)

*VFA* adalah bagian dari *VMA* yang terisi oleh aspal, tidak termasuk di dalamnya aspal yang terabsorpsi oleh masing-masing butir agregat. Dengan demikian, aspal yang mengisi *VFA* adalah aspal yang berfungsi untuk menyelimuti butir-butir agregat di dalam beton aspal padat atau dengan kata lain *VFA* inilah yang merupakan persentase volume beton aspal padat yang menjadi film atau selimut aspal. Dasar perhitungan dilakukan berdasarkan volume beton aspal padat = 100 cm<sup>3</sup>.

$$VFA = \frac{100(VMA - V_a)}{VMA} \dots\dots\dots(2.18)$$

Keterangan :

*VFA* = Rongga terisi aspal, persen *VMA*.

*VMA* = Rongga di antara mineral agregat, persen volume *bulk*.

*V<sub>a</sub>* = Rongga udara campuran, persen total campuran.

### **BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN**

Langkah-langkah yang dilaksanakan dalam penyelesaian proyek akhir ini adalah : uji pendahuluan, pengumpulan material, pengujian material, rancangan proporsi agregat, penentuan kadar aspal campuran, persiapan pembuatan benda uji, campuran aspal dengan alat Marshall, analisis dan pembahasan, dan kesimpulan.

#### **3.1 Uji Pendahuluan**

Sebelum melakukan penelitian dilakukan uji pendahuluan dengan serbuk bata merah sebagai *filler*. Pengujian berupa uji analisa saringan yang mengacu pada SNI 03-4142-1996 dengan syarat minimum 75% lolos saringan 0,075 mm (dianjurkan minimum 85%). Dan hasilnya didapat persentase lolos saringan 0,075 adalah 98,3%, maka *filler* serbuk bata merah dapat digunakan dalam penelitian ini.

#### **3.2 Pengumpulan Material**

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat kasar (batu pecah), agregat halus (pasir), aspal (Pen. 60-70), *filler* atau bahan pengisi (serbuk bata merah). Agregat kasar berupa batu pecah berasal diperoleh dari di gunung Gunitir (Banyuwangi), agregat halus berupa pasir diperoleh dari Kabupaten Lumajang, dan *filler* serbuk bata merah diperoleh dari bata merah banyuwangi.

#### **3.3 Pengujian Material**

Sebelum material digunakan dalam penelitian terlebih dahulu dilakukan pengujian agar memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Pengujian yang dilakukan meliputi : pengujian agregat kasar, pengujian agregat halus, dan pengujian bahan pengisi (*filler*).

### 3.3.1 Pengujian Agregat Kasar

Pengujian yang dilakukan pada agregat kasar meliputi pengujian analisis saringan, pengujian berat jenis dan penyerapan air. Prosedur masing-masing pengujian menurut ASTM C – 128 – 68 dan 136 – 50 dan manual instruksi MBT adalah sebagai berikut :

#### 1. Analisis saringan

Pengujian analisis saringan dimaksudkan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat kasar dengan menggunakan saringan.

Alat yang digunakan :

- a. Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2 % dari berat benda uji
- b. Satu set saringan : 76,2 mm(3"), 63,5 mm(2 ½"), 50,8 mm (2"), 37,5 mm (1 ½"), 25 mm (1"), 19,1 mm (¾"), 12,5 mm (½"), 9,5 mm (3/8"), No. 4, No. 8, No. 16, No. 30, No. 50, No. 100, No. 200 (standar ASTM).
- c. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai  $(110 + 5)^{\circ}\text{C}$ .
- d. Alat pemisah contoh.
- e. Mesin pengguncang saringan (*sieve shaker*).
- f. Talam.
- g. Kuas, sikat, sendok, dll.

Prosedur praktikum :

- a. Benda uji dikeringkan di dalam cawan oven dengan suhu  $(110 + 5)^{\circ}\text{C}$ , sampai beratnya tetap.
- b. Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.

#### 2. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis (*bulk*), berat jenis kering – permukaan jenuh, berat jenis semu dari agregat kasar. Alat yang digunakan :

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,5 gram



- b. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai suhu  $(110 + 5)^{\circ}\text{C}$ .
- c. Keranjang , kain lap, air, dan lain-lain.

Prosedur praktikum :

- a. Mencuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan–bahan lain yang melekat pada permukaan.
- b. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$  sampai beratnya tetap.
- c. Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama 1–3 jam, kemudian timbang dengan ketelitian 0,5 gram ( $B_k$ )
- d. Rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama  $\pm 24$  jam.
- e. Keluarkan benda uji dari air, lap dengan kain penyerap sampai air pada permukaan hilang (SSD), untuk butiran yang besar pengeringan harus satu persatu.
- f. Timbang benda uji kering permukaan jenuh ( $B_i$ ).
- g. Letakkan benda uji di dalam keranjang, goncangkan batuananya untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya di dalam air ( $B_j$ ). Ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar ( $25^{\circ}\text{C}$ ).

### 3.3.2 Pengujian Agregat Halus

Pengujian yang dilakukan pada agregat halus meliputi pengujian analisis saringan, pengujian berat jenis dan penyerapan air. Prosedur masing-masing pengujian menurut ASTM C – 128 – 68 dan 136 – 50 dan manual instruksi MBT adalah sebagai berikut :

#### 1. Pengujian analisis saringan

Pengujian analisis saringan dimaksudkan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat kasar dengan menggunakan saringan. Alat yang digunakan :

- a. Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2 % dari berat benda uji

- b. Satu set saringan : 76,2 mm(3"), 63,5 mm(2 ½"), 50,8 mm (2"), 37,5 mm (1 ½"), 25 mm (1"), 19,1 mm (¾"), 12,5 mm (½"), 9,5 mm (3/8"), No. 4, No. 8, No. 16, No. 30, No. 50, No. 100, No. 200 (standar ASTM).
- c. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai suhu  $(110 + 5)^\circ\text{C}$ .
- d. Alat pemisah contoh.
- e. Mesin pengguncang saringan (*sieve shaker*).
- f. Talam.
- g. Kuas, sikat, sendok, dan lain-lain

Prosedur praktikum :

- a. Benda uji dikeringkan di dalam cawan oven dengan suhu  $(110 + 5)^\circ\text{C}$ , sampai beratnya tetap.
- b. Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.

## 2. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis (*bulk*), berat jenis kering – permukaan jenuh, berat jenis semu dari agregat halus. Alat yang digunakan :

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
- b. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ .
- c. Piknometer, talam, termometer, air, dan lain-lain.

Prosedur praktikum :

- a. Benda uji dikeringkan di dalam cawan oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ , sampai berat tetap, dinginkan pada suhu ruang, kemudian rendam dalam air selama  $(24 \pm 4)$  jam.
- b. Buang air rendaman hati-hati jangan sampai ada butiran yang hilang, tebarkan agregat di atas talam, keringkan di udara panas dengan cara membolak-balikkan benda uji. Lakukan pengeringan sampai tercapai keadaan kering permukaan jenuh.
- c. Periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisikan benda uji ke dalam kerucut terpancung, padatkan dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali, angkat

kerucut terpancung. Keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila benda uji runtuh akan tetapi masih dalam keadaan tercetak.

- d. Segera setelah tercapai keadaan kering permukaan jenuh masukkan 500 gram benda uji ke dalam piknometer. Putar sambil diguncang sampai tidak terlihat gelembung udara di dalamnya. Untuk mempercepat proses ini dapat digunakan pompa hampa udara, tetapi harus diperhatikan jangan sampai ada air yang ikut terisap, dapat juga dilakukan dengan merebus piknometer.
- e. Rendam piknometer ke dalam air dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar 25°C.
- f. Tambahkan air sampai mencapai tanda batas.
- g. Timbang piknometer berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0,1 gram.(B<sub>t</sub>)
- h. Keluarkan benda uji, keringkan dalam oven dengan suhu (110 ± 5)°C sampai berat tetap kemudian dinginkan benda uji di dalam desikator.
- i. Setelah benda uji dingin kemudian ditimbang (B<sub>k</sub>).
- j. Tentukan berat piknometer berisi air penuh dan ukur suhu air guna penyesuaian dengan suhu standar 25°C (B).

### 3.3.3 Pengujian *Filler* (Bahan Pengisi)

Pengujian yang dilakukan pada *filler* (bahan pengisi) adalah pengujian berat jenis. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui berat jenis dari (*filler*) bahan pengisi (serbuk bata merah). Alat yang digunakan :

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
- b. Piknometer.
- c. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu (110 + 5)°C

Prosedur praktikum :

- a. Timbang piknometer (W<sub>1</sub>).
- b. Setelah itu masukkan benda uji ke dalam piknometer, timbang beratnya (W<sub>2</sub>).

- c. Tambahkan air ke dalam piknometer yang telah terisi benda uji, timbang pula beratnya (W3).
- d. Keluarkan benda uji dan air dari piknometer dan bersihkan.
- e. Isi piknometer dengan air, timbang beratnya (W4).

### 3.4 Rancangan Proporsi Agregat

Langkah ini dilakukan untuk memperoleh proporsi agregat yang akan dipakai pada saat pembuatan benda uji. Untuk menentukan proporsi agregat yang akan digunakan terdapat dua cara/metode yakni grafis dan analitis. Metode yang digunakan untuk menentukan proporsi agregat dalam proyek akhir ini adalah metode analitis. Tahapan-tahapan rancangan menentukan jumlah komposisi agregat terhadap campuran adalah sebagai berikut :

- a. Rancangan campuran dihitung sesuai persamaan (2.10), (2.11), dan persamaan (2.12).
- b. Perhitungan dimulai dengan mempergunakan matrik 3 x 3 untuk 3 nilai persen lolos saringan dari gradasi tengah spesifikasi agregat campuran.
- c. Jika pencampuran agregat dilakukan untuk 3 agregat yang secara nyata merupakan kelompok agregat kasar (hampir seluruhnya tertahan saringan No.8), agregat halus (hampir seluruhnya lolos saringan No.8), dan *fiiler* (hampir seluruhnya lolos saringan No.30), maka rancangan campuran dapat pula dilakukan dengan mempergunakan metode pencampuran 2 fraksi agregat.

### 3.5 Menentukan Kadar Aspal Campuran

Langkah ini bertujuan untuk menentukan banyaknya aspal yang akan digunakan dalam campuran. Berdasarkan spesifikasi Bina Marga (1999) kadar aspal campuran telah ditentukan dalam spesifikasi sifat campuran, maka untuk rancangan campuran di laboratorium dipergunakan rancangan menurut spesifikasi Depkimpraswil 2002 kadar aspal tengah/ideal adalah dengan Persamaan (2.13). Kadar aspal yang diperoleh dari salah satu rumus-rumus tersebut dibulatkan

mendekati angka 0,5% terdekat. Contoh : jika dari perhitungan dihasilkan kadar aspal adalah 6,3%, maka nilai kadar aspal tengah = 6,5%. Setelah diketahui nilai aspal ideal maka nilai ideal tambahkan sampai 2 kali dengan interval 0,5% dan di kurangi 2 kali dengan interval 0,5%.

### 3.6 Persiapan Pembuatan Benda Uji Marshall

Setelah diperiksa kualitas baik aspal maupun agregatnya dan telah memenuhi persyaratan/spesifikasi, juga telah dilakukan perancangan campuran (*Mix Design*) dan didapat pula komposisinya, maka diperoleh persentase agregat dan kadar aspal sebagai berikut:

1. Agregat secara fraksi

Agregat kasar = Fraksi A

Agregat halus = Fraksi B

Filler = Fraksi C

2. Kadar aspal ideal dan interval 0,5 ke atas dan ke bawah

3. Susunan agregat yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji adalah :

Agregat kasar (FA) Lolos  $\frac{3}{4}$  tertahan  $\frac{1}{2}$  Lolos  $\frac{1}{2}$  tertahan  $\frac{3}{8}$  Lolos  $\frac{3}{8}$  tertahan

8 Agregat halus (FB) Lolos 8 tertahan 16 Lolos 16 tertahan 30 Lolos 30 tertahan

200 *Filler* (FC) Lolos 200 tertahan pan.

### 3.7. Campuran Aspal dengan Alat Marshal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan plastis (*flow*), VMA (*Void Mineral Agregat*), VFA (*Void Filled With Asphalt*), VITM (*Void In Total Mix*), aspal efektif, *Dust Proportion* dari campuran aspal. Bertujuan untuk mengetahui ketahanan/kekuatan suatu campuran aspal terhadap beban yang diterima dan untuk mengetahui perubahan bentuk suatu campuran aspal pada saat diberi beban sampai batas runtuh.

### 3.7.1 Pembuatan Benda Uji

#### 1. Persiapan benda uji

Keringkan agregat sampai beratnya tetap pada suhu  $(105 \pm 5) ^\circ\text{C}$ . Pisah agregat dengan cara penyaringan kedalaman fraksi yang dikehendaki.

#### 2. Persiapan campuran

Untuk tiap benda uji diperlukan agregat sebanyak  $\pm 1200$  gram sehingga menghasilkan tinggi benda uji kira-kira  $6,25 \text{ cm} \pm 0,15 \text{ cm}$  ( $2,5'' \pm 0,05''$ ). Panaskan panci pencampur beserta agregat kira-kira  $28^\circ\text{C}$  di atas suhu pencampur, untuk aspal panas dan ter aduk sampai merata, untuk aspal dingin pemanasan sampai  $14^\circ\text{C}$  di atas suhu pencampuran. Sementara itu panaskan aspal sampai suhu pencampuran. Tuangkan aspal sebanyak yang dibutuhkan ke dalam agregat yang sudah dipanaskan tersebut. Kemudian aduklah dengan cepat pada suhu sesuai yang telah ditentukan sampai agregat terlapisi merata.

#### 3. Pemadatan benda uji.

Bersihkan perlengkapan cetakan benda uji serta bagian muka penumbuk dengan seksama dan panaskan sampai suhu antara  $93,3$  dan  $148,9^\circ\text{C}$ . Letakkan selembar kertas saring atau kertas penghisap yang digunting menurut ukuran cetakan ke dalam dasar cetakan, kemudian masukkan seluruh campuran ke dalam cetakan dan tusuk-tusuk campuran keras-keras dengan menggunakan *spatula* yang dipanaskan atau diaduk dengan sendok semen 15 kali keliling pinggirannya dan 10 kali di bagian dalamnya. Lepaskan lehernya, dan ratakan permukaan campuran dengan menggunakan sendok semen menjadi bentuk yang sedikit cembung. Letakkan cetakan di atas landasan pematat, dalam memegang cetakan. Lakukan pemadatan dengan alat penumbuk sebanyak 75, 50, atau 35 sesuai kebutuhan dengan tinggi jatuh 45 cm. Selama pemadatan tahanlah agar sumbu palu pematat selau tegak lurus pada cetakan.

Lepaskan keping alas lehernya balikkan alat cetakan berisi benda uji dan pasanglah keping kembali ke perlengkapannya. Terhadap permukaan benda uji yang sudah dibalik ini tumbuk dengan jumlah tumbukan yang sama. Sesudah

pemadatan, lepaskan keping alas dan pasanglah alat *oengular* benda uji pada permukaan ujung ini. Dengan hati-hati keluarkan dan letakkan benda uji di atas permukaan rata yang halus, biarkan selama kira-kira selama 24 jam pada suhu ruang.

### 3.7.2 Prosedur Praktikum dengan Alat Marshall

1. Bersihkan benda uji dari kotoran yang menempel
2. Berilah tanda pengenal pada masing-masing benda uji
3. Ukur tinggi benda uji dengan ketelitian 0,1 mm
4. Timbang benda uji
5. Rendam dalam air kira-kira 24 jam pada suhu ruang
6. Timbang dalam air untuk mendapatkan isi
7. Timbang benda uji dalam kondisi kering permukaan jenuh
8. Rendamlah benda uji aspal panas atau benda uji ter dalam bak perendam selama 30 sampai 40 menit atau pasangkan di dalam oven selama 2 jam dengan suhu tetap  $(60 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ , untuk benda uji aspal dingin masukkan benda uji ke dalam oven selama minimum 2 jam dengan suhu tetap  $(25 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ . Sebelum melakukan pengujian bersihkan batang penuntun (*guide road*) dan permukaan dalam dari kepala penekan (*test head*). Lumasi batang penuntun sehingga kepala penekan yang atas dapat meluncur bebas, bila dikehendaki kepala penekan direndam bersama-sama benda uji pada suhu antara 21 sampai  $38^{\circ}\text{C}$ . Keluarkan benda uji dari bak perendam atau dari oven atau dari pemanas udara dan letakkan keseluruhannya dalam mesin penguji. Pasang arloji kelelahan (*flowmeter*) pada kedudukannya di atas salah satu batang penuntun dan atur kedudukan jarum penunjuk angka nol, sementara sekubung tangkai arloji (*sleeve*) dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan (*breaking head*). Tekan selubung tangkai arloji kelelahan tersebut pada segmen atas dari kepala penekan selama pembebanan berlangsung.

9. Sebelum pembebanan diberikan, kepala penekanan beserta benda ujinya dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji. Atur kedudukan jarum arloji tekan pada angka nol. Berikan pembebanan kepada benda uji dengan kecepatan tetap sebesar 50 mm per menit sampai pembebanan menurut seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji kelelahan. Waktu yang diperlukan dan saat diangkatnya benda uji dari perendaman air sampai tercapainya beban maksimum tidak boleh melebihi 30 detik.

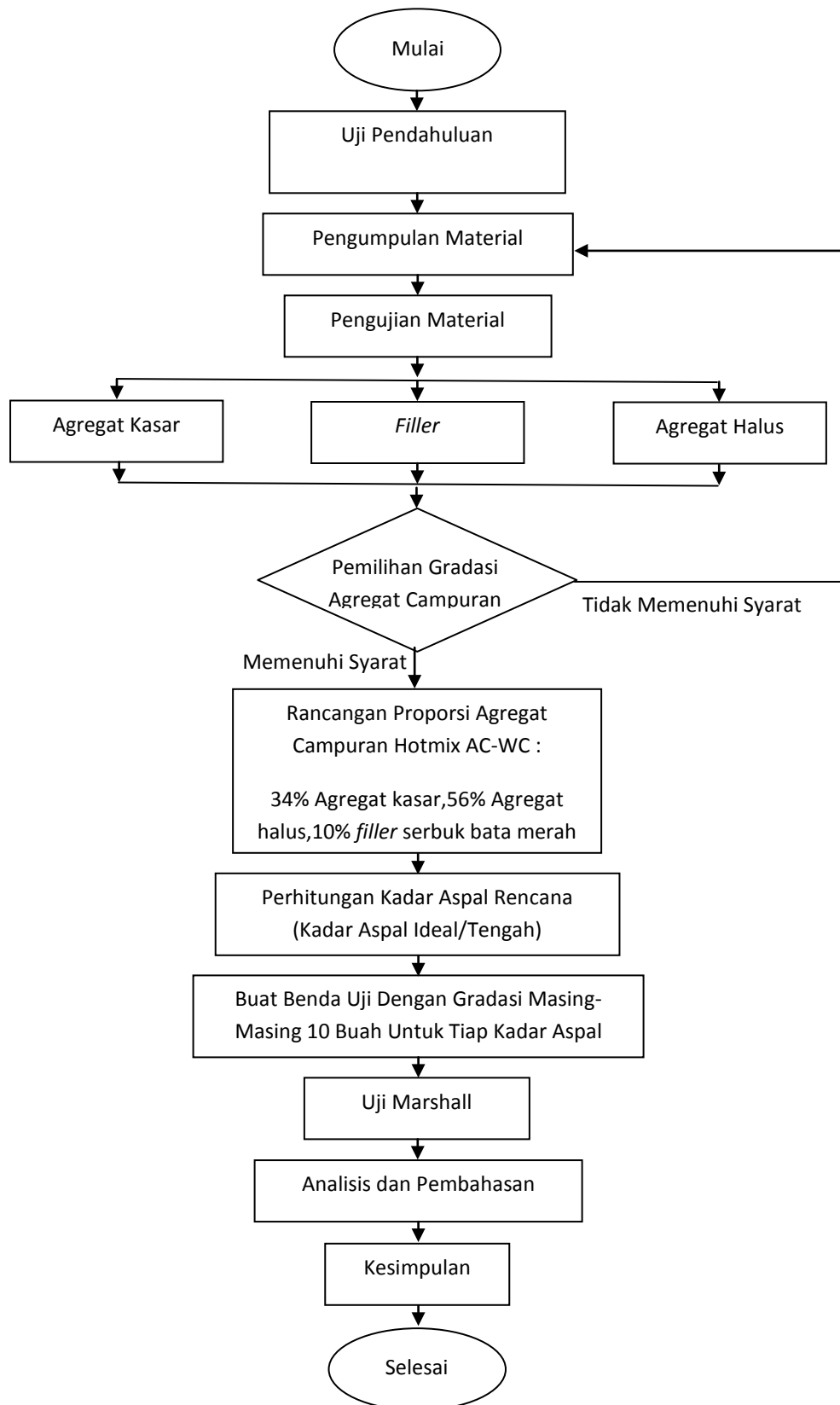
### **3.8 Analisis dan Pembahasan**

Setelah pengujian Marshall selesai dilakukan langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan terhadap data yang terkumpul. Perhitungan yang dilakukan meliputi parameter Marshall yaitu : VIM, VMA, VFA, stabilitas dan parameter lain sesuai parameter yang ada pada spesifikasi campuran.

### **3.9 Kesimpulan dan Saran**

Langkah terakhir setelah semua proses selesai dilakukan adalah membuat kesimpulan. Bab ini berisi tentang kesimpulan penyusun terhadap pengujian yang telah dilakukan dan saran sekiranya ada hal-hal yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang ada. Untuk lebih jelasnya mengenai metodologi penelitian dalam penyusunan proyek akhir ini dapat dilihat pada diagram alir (*flow chart*) di halaman 42.





Gambar 3.1 Diagram Alir (*Flow Chart*) Rencana Penelitian

## BAB 4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengujian Material

#### 4.1.1 Perhitungan Data Agregat Kasar

Tabel 4.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Kerikil

<b>Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Kerikil</b>					
<b>Pemeriksaan</b>		<b>Benda Uji (gram)</b>			
		<b>I A</b>	<b>II B</b>	<b>III C</b>	
Berat benda uji jenuh permukaan	A	3000	3000	3000	
Berat benda uji dalam air	B	1867	1868	1864	
Temperatur	°C	30°	30°	30°	
Angka koreksi		0.9986	0.9986	0.9986	
Berat benda uji dalam air terkoreksi	B'	1864.39	1865.38	1861.39	
Berat benda uji kering oven	C	2944.5	2944.5	2945	
<b>Perhitungan</b>		<b>Benda Uji (gram)</b>			<b>Rerata</b>
		<b>I A</b>	<b>II B</b>	<b>III C</b>	
BJ. Bulk = $\frac{C}{(A - B')}$		2.59	2.60	2.59	2.59
BJ. SSD (Saturated Surface Dry) = $\frac{A}{(A - B')}$		2.64	2.64	2.63	2.64
BJ. Semu (Apparent) = $\frac{C}{(C - B')}$		2.73	2.73	2.72	2.72
Penyerapan (Absorption) = $\frac{(A - C)}{(C)} \times 100\%$		1.88	1.88	1.87	1.88

a. Berat jenis (*bulk*) agregat kasar dihitung berdasarkan tabel 4.1.

Setelah dilakukan pengujian sebanyak tiga kali didapatkan nilai berat jenis *bulk* agregat kasar yaitu 2,59, 2,60 , 2,59. Berat jenis *bulk* agregat kasar rata-rata

sebesar 2,59. Dalam persyaratan Bina Marga ditentukan nilai berat jenis *bulk* agregat kasar adalah 2,00-3,00. Jadi nilai berat jenis yang didapat telah memenuhi persyaratan.

b. Berat jenis kering permukaan jenuh dihitung berdasarkan tabel 4.1.

Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali dengan hasil 2,64, 2,64, 2,63. Pada pengujian berat jenis kering permukaan agregat kasar didapatkan nilai rata-rata sebesar 2,64. Hal ini telah sesuai dengan persyaratan yang menetapkan nilai berat jenis kering permukaan jenuh antara 2,00-3,00.

c. Berat jenis semu (*apparent*) dihitung berdasarkan tabel 4.1

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan nilai berat jenis semu yaitu 2,73, 2,73, 2,72. Nilai berat jenis semu (*apparent*) rata-rata dari ketiga pengujian yang dilakukan sebesar 2,72. Pada persyaratan Depkimpraswil ditetapkan nilai berat jenis semu agregat kasar adalah minimal 2,5, jadi nilai Bj semu dari agregat kasar telah memenuhi persyaratan.

d. Penyerapan (*absorpsi*) air dihitung berdasarkan tabel 4.1

Pada pengujian penyerapan (*absorpsi*) air didapatkan nilai sebesar 1,881,88, 1,87. Nilai rata-rata *absorpsi* agregat kasar telah memenuhi persyaratan, yakni sebesar 1,88%. Karena dalam persyaratan Depkimpraswil, 2002 ditetapkan bahwa nilai *absorpsi* agregat kasar harus maksimal 3.

## 4.1.2 Perhitungan Data Agregat Halus

Tabel 4.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Pasir

<b>Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Pasir</b>				
<b>Pemeriksaan</b>		<b>Benda uji (gram)</b>		
		<b>I A</b>	<b>II B</b>	<b>III C</b>
Berat picnometer		184	182.5	185.5
Berat benda uji jenuh permukaan	B1	500	500	500
Berat benda uji + picnometer		684	682.5	685.5
Berat benda uji + picnometer + air suling	B2	1019.5	1022	1025.5
Temperatur	°C	30°	30°	30°
Angka koreksi		0.9986	0.9986	0.9986
Berat benda uji + picnometer + air suling terkoreksi	B2'	1018.07	1020.57	1024.06
Berat air suling + picnometer	B4	704.5	707.5	708.5
Berat air suling + picnometer terkoreksi	B4'	703.51	706.51	707.51
Berat benda uji kering oven	B3	490	490	490
<b>Perhitungan</b>		<b>Benda Uji (gram)</b>		
		<b>I A</b>	<b>II B</b>	<b>III C</b>
$BJ. Bulk = \frac{B3}{(B4'+B1-B2')}$		2.64	2.64	2.67
$BJ. SSD (Saturated Surface Dry) = \frac{B1}{(B4'+B1-B2')}$		2.68	2.67	2.71
$BJ. Semu (Apparent) = \frac{B3}{(B4'+B3-B2')}$		2.79	2.79	2.83
$Penyerapan (Absorption) = \frac{(B1-B3)}{(B3)} \times 100\%$		2.04	2.04	2.04

a. Berat jenis (*bulk*) agregat halus dihitung berdasarkan tabel 4.2.

Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali dengan hasil 2,64, 2,64, 2,67. Dari ketiga pengujian tersebut didapatkan nilai berat jenis *bulk* agregat halus rata-rata sebesar 2,65. Dalam spesifikasi/persyaratan nilai berat jenis *bulk* agregat halus harus

2,00-2,80. Jadi nilai berat jenis *bulk* agregat halus yang didapat telah memenuhi syarat.

b. Berat jenis kering permukaan jenuh dihitung berdasarkan tabel 4.2.

Pada pengujian berat jenis kering permukaan jenuh didapatkan nilai sebesar 2,68, 2,67, 2,71. Nilai rata-rata berat jenis permukaan jenuh agregat halus sebesar 2,69. Hal ini telah sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan, yakni nilai berat jenis kering permukaan jenuh antara 2,00-3,00.

c. Berat jenis semu (*apparent*) dihitung berdasarkan tabel 4.2.

Setelah dilakukan pengujian sebanyak tiga kali didapatkan nilai berat jenis semu (*apparent*) agregat halus adalah 2,79, 2,79, 2,83. Nilai rata-rata berat jenis semu (*apparent*) telah memenuhi syarat, yakni sebesar 2,80. Dalam persyaratan Depkimpraswil, 2002 ditetapkan bahwa nilai berat jenis semu agregat halus harus minimal 2,5.

d. Penyerapan (*absorpsi*) air dihitung berdasarkan tabel 4.2.

Penyerapan (*absorpsi*) air agregat halus dalam persyaratan ditetapkan sebesar maksimal 3. Dari pengujian yang dilakukan didapatkan nilai penyerapan air agregat halus sebesar 2,04, 2,04, 2,04. Nilai penyerapan (*absorpsi*) agregat halus rata-rata adalah sebesar 2,04%. Jadi nilai *absorpsi* agregat halus tidak memenuhi persyaratan.

### 4.1.3 Perhitungan Data Bahan Pengisi (*Filler*)

Tabel 4.3 Pengujian Berat Jenis Filler

Pemeriksaan		Benda Uji (gram)		
		I A	II B	III C
Berat Picnometer	W1	56.84	57.01	55.21
Berat Picnometer + Bata merah	W2	93.80	92.97	91.37
Berat Picnometer + Bata Merah + Air	W3	188.03	186.79	185.67
Berat Picnometer + Air	W4	166.96	166.50	165.21

- a. Berat jenis serbuk bata merah dihitung berdasarkan tabel 4.3.

$$\begin{aligned} \text{Bj Serbuk bata merah} &= \frac{93,80 - 56,48}{(166,96 - 56,48) - (188,03 - 93,80)} \\ &= 2,326 \end{aligned}$$

Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali dengan hasil 2,32, 2,29, 2,30. Dari pengujian berat jenis serbuk bata merah didapatkan nilai berat jenis serbuk bata merah rata-rata sebesar 2,30.

## 4.2 Pemilihan Gradasi Agregat Campuran

Setelah melakukan pengujian masing-masing agregat dapat diketahui apakah gradasi agregat campuran memenuhi syarat atau tidak memenuhi syarat. Dalam pengujian gradasi agregat campuran menurut Depkimpraswil 2002 telah memenuhi syarat, maka dapat dilanjutkan untuk perhitungan rancangan proporsi agregat campuran Hotmix HRS-WC.

## 4.3 Perhitungan Rancangan Proporsi Agregat Campuran

Perhitungan rancangan proporsi agregat campuran dihitung dengan menggunakan

rumus 2.10, 2.11 dan 2.12.

Tabel 4.4 Spesifikasi Gradasi dan Analisa Saringan Agregat (3 fraksi)

Ukuran Saringan (mm)	No. Saringan (inchi)	Spesifikasi agregat	Gradasi tengah	Fraksi A	Fraksi B	Fraksi C
37.50	1 ½	100	100	100	100	100
25	1	100	100	100	100	100
19	¾	100	100	100	100	100
12.5	½	90– 100	95	85.17	100	100
9.5	3/8	75 – 85	80	56.21	98.63	100
2.36	8	50-72	61	2.50	88.79	100
1.18	16	45-68	56.5	0.67	80.24	100
0.600	30	35-60	47.5	0.08	45.85	100
0.075	200	6-12	9	0	1	87.20

Hasil laboratorium

Proporsi campuran dihitung berdasar saringan No. 8, dengan perhitungan sebagai berikut :

jika perhitungan dimulai dari No.8

$$a = \frac{P - B}{A - B}$$

$$= \frac{61-88.79}{2.5-88.79} = 0.34$$

$$a = 0.34$$

berdasarkan a = 0.34 , maka untuk saringan No.200 diperoleh =

$$c = \frac{Ba - P}{B - C}$$

$$c = \frac{1(0.34) - 9}{1 - 87,20}$$

$$c = 0.10$$

$$a + b + c = 1$$

$$b = 1 - (0.34 + 0.10)$$

$$b = 0.56$$

Jadi nilai  $a = 0.34$  ,  $b = 0.56$  dan  $c = 0.10$



Tabel 4.5 Percobaan Gradasi Campuran

Ukuran Saringan (mm)	No. Saringan (inchi)	0,34 fraksi A	0,56 fraksi B	0,1 fraksi C	Gradasi agregat camp	Spesifikasi agregat
37.5	1 ½	34	56	10	100	100
25	1	34	56	10	100	100
19	¾	34	56	10	100	100
12.5	½	29	56	10	95	90-100
9.5	3/8	19.1	55.23	10	84.33	75-85
2.36	8	0.8	49.72	10	60.52	50-72
1.18	16	0.2	44.93	10	55.13	45-68
0.600	30	0.02	25.67	10	35.69	35-60
0.075	200	0	0.56	8.72	9.28	6-12

Hasil Laboratorium

Dari hasil perhitungan campuran diatas diperoleh komposisi sebagai berikut:

- Fraksi A (Agregat Kasar) = 34%
- Fraksi B (Agregat Halus) = 56%
- Fraksi C (*Filler*) = 10%

Tabel 4.6 Perhitungan Kebutuhan Agregat Setiap No.Saringan

%	1 sample(gram)	50 sample(gram)	No.Saringan (inchi)
0	0	0	1 1/2'
0	0	0	1'
0	0	0	¾'
5	60	3000	½'
10.67	128.04	6402	3/8'
23.81	285.72	14286	8
5.39	64.68	3234	16
19.44	233.28	11664	30
26.41	316.92	15846	200
90.72	1088.64	54432	Jumlah
9.28	111.36	5568	Filler

Hasil Laboratorium

Dari tabel diatas diperoleh nilai:

$$CA = 15.67, FA = 48.64, F = 0.87$$

#### 4.4 Perhitungan Kadar Aspal Optimum Perkiraan

Perhitungan kadar aspal optimum perkiraan didasarkan pada hasil pengujian analisis saringan agregat yang telah dilakukan. Untuk menghitung kadar aspal optimum perkiraan digunakan Rumus 2.8.

$$\begin{aligned}
 P_b &= 0,035(CA)+0,045(FA)+0,18(FF)+K \\
 &= 0.035(15.67)+0.045(48.64)+0,18(0.87)+2.5 \\
 &= 5,5 \%
 \end{aligned}$$

Konstanta dipilih 2,5 karena nilai 2,5 mendekati nilai tengah dari batasan konstanta yang ditetapkan yaitu 2,0 – 3,0.

Maka kadar aspal yang direncanakan yaitu dengan interval 0,5 % :

Kadar aspal = 4,5 % terhadap 1200 gr = 54 gr

Jadi jumlah berat proporsi adalah 1254 gr.

= 5 % terhadap 1200 gr = 60 gr

Jadi jumlah berat proporsi adalah 1260 gr.

= 5,5 % terhadap 1200 gr = 66 gr

Jadi jumlah berat proporsi adalah 1266 gr.

= 6 % terhadap 1200 gr = 72 gr

Jadi jumlah berat proporsi adalah 1272 gr.

= 6,5 % terhadap 1200 gr = 78 gr

Jadi jumlah berat proporsi adalah 1278 gr.

Tabel 4.7 Proporsi Berat setiap Persen Kadar Aspal dari Agregat per 1 Benda Uji

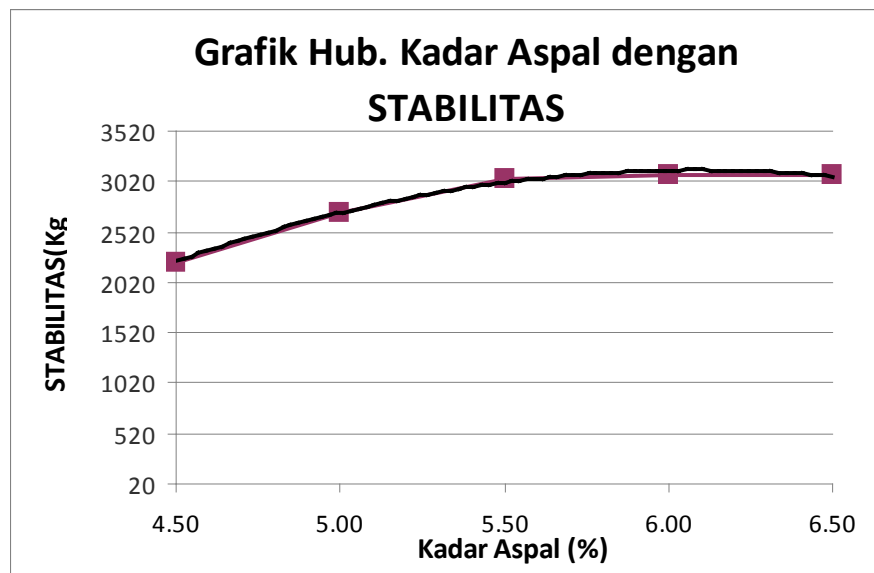
No.	Berat setiap Persen Kadar Aspal (gram)				
	4.5%	5%	5.5%	6%	6.5%
Saringan					
1 ½'	0	0	0	0	0
1'	0	0	0	0	0
¾'	0	0	0	0	0
½'	60	60	60	60	60
¾'	128.04	128.04	128.04	128.04	128.04
8	285.72	285.72	285.72	285.72	285.72
16	64.68	64.68	64.68	64.68	64.68
30	233.28	233.28	233.28	233.28	233.28
200	316.92	316.92	316.92	316.92	316.92
Berat <i>filler</i>	111.36	111.36	111.36	111.36	111.36
Berat Aspal	54.00	60.00	66.00	72.00	78.00
Jumlah	1254	1260	1266	1272	1278

Hasil Laboratorium.

## 4.5 Pembahasan

### a. Hubungan stabilitas menggunakan *filler* serbuk bata merah dengan kadar aspal

Nilai stabilitas campuran HRS – WC dengan penambahan *filler* serbuk bata merah terus naik pada setiap kadar aspal, dan memenuhi spesifikasi Bina Marga (1999) yang disyaratkan. Karena pada spesifikasi yang ditetapkan oleh Bina Marga besar nilai stabilitas minimum yang memenuhi spesifikasi adalah 800 kg. Lihat Gambar 4.1 :



Gambar 4.1 Grafik Stabilitas HRS – WC menggunakan *Filler* serbuk bata merah dengan %kadar aspal.

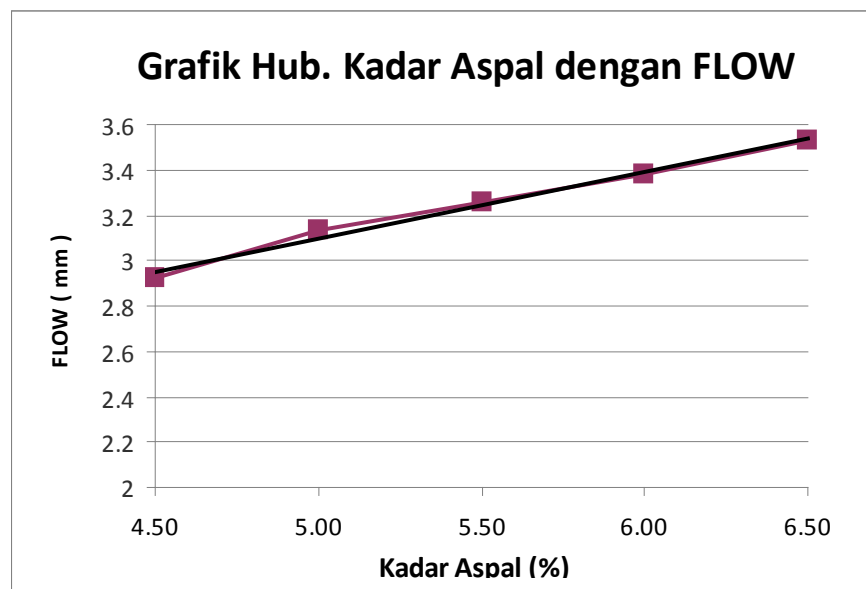
Sumber : Hasil Uji Laboratorium

Pada gambar 4.1 hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran perhitungan marshall. Dalam grafik hubungan kadar aspal dengan stabilitas pada gambar 4.1, menunjukkan hasil nilai stabilitas yang terus mengalami kenaikan, Dikarenakan

pengikatan antara *filler* serbuk bata merah dengan lapisan aspal yang baik. Stabilitas akan terus naik jika kadar aspal bertambah sampai mencapai nilai maksimum.

- b. Hubungan *Flow* (Kelelehan) menggunakan filler serbuk bata merah dengan kadar aspal

Pada umumnya nilai *flow* mengalami kenaikan seiring bertambahnya kadar aspal dalam campuran, hal itu juga berlaku pada campuran dengan menggunakan *filler* serbuk bata merah menunjukkan bahwa bahan tambah tersebut menyerap aspal kurang baik yang berakibat sehingga *flow*nya naik. Dalam spesifikasi Bina Marga tahun 1999 ditetapkan bahwa nilai *flow* harus minimum 2 mm dalam campuran HRS-WC. Semua nilai *flow* pada campuran HRS – WC ini memenuhi syarat Bina Marga (1999). Seperti pada gambar 4.2.



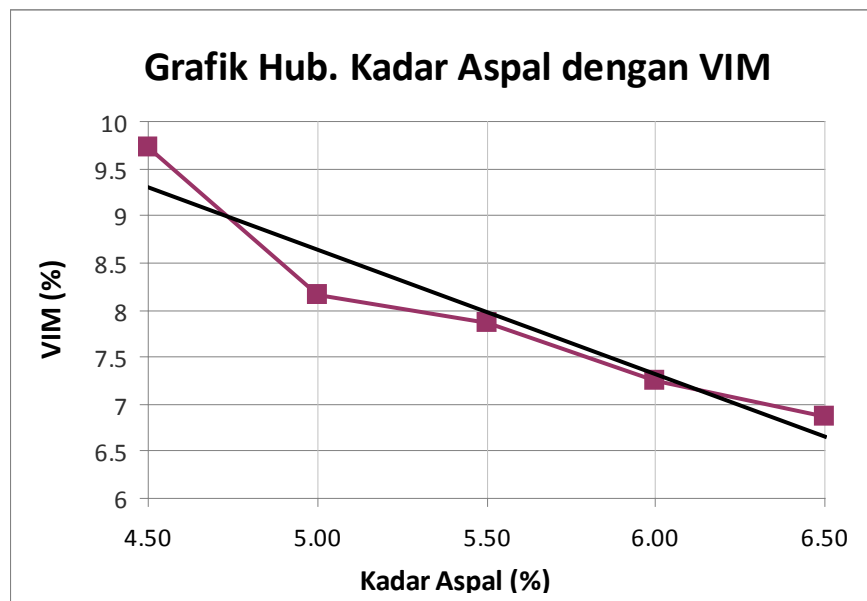
Gambar 4.2 Grafik *Flow* HRS – WC menggunakan *Filler* serbuk kaca dengan % kadar aspal.

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

Pada gambar 4.2 hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran perhitungan marshall. Dari grafik *flow* (kelelehan) diatas dapat disimpulkan bahwa penambahan *filler* serbuk bata merah dan kadar aspal yang semakin tinggi dalam campuran mengakibatkan nilai *flow* semakin tinggi.

c. Hubungan *VIM* (*Void in Mix*) menggunakan *filler* serbuk bata merah dengan kadar aspal

Volume pori yang masih tersisa setelah dalam campuran beton aspal dipadatkan, *VIM* ini dibutuhkan untuk tempat bergesernya butir – butir agregat akibat pemadatan tambahan yang terjadi oleh repetisi beban lalu lintas atau tempat jika aspal menjadi lunak akibat meningkatnya temperatur. *Filler* serbuk bata merah mampu bekerja dengan baik dalam mengisi rongga – rongga pada campuran HRS-WC dengan kadar aspal yang tinggi. Sehingga nilai *VIM* pada campuran yang menggunakan *filler* serbuk bata merah cenderung menurun seiring dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran tersebut. Seperti pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik *VIM* HRS – WC menggunakan *Filler* serbuk bata merah dengan % kadar aspal.

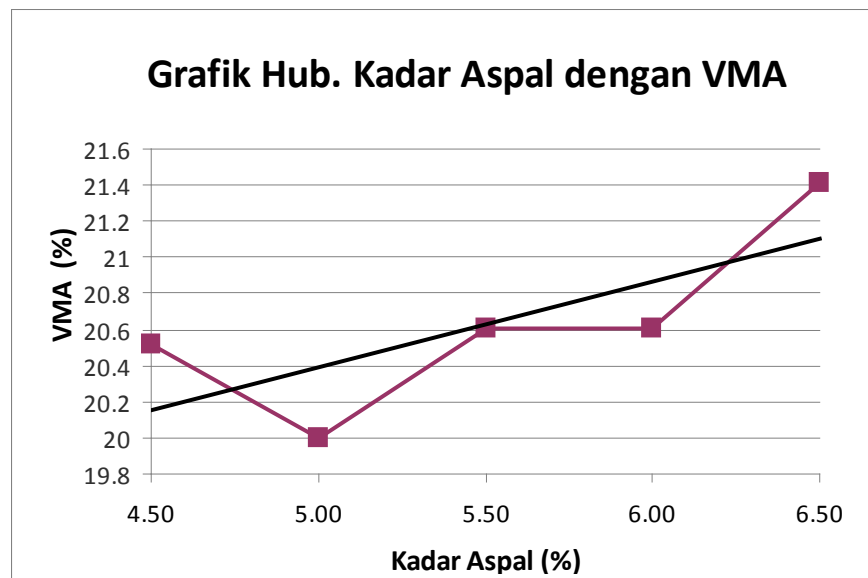
Sumber : Hasil Uji Laboratorium

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa pada kadar aspal 4,5% s/d 6% tidak memenuhi spesifikasi yang disyaratkan dan pada kadar aspal 6,5% masuk dalam spesifikasi Bina Marga (1999) pada nilai *VIM*, hal ini disebabkan batas minimum nilai *VIM* dalam spesifikasi bina marga untuk perkerasan HRS-WC adalah 3% sedangkan batas maksimumnya adalah 7%. Hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran perhitungan marshall.

d. Hubungan *VMA*(*Void in the Mineral Aggregate*) menggunakan filler serbuk bata merah dengan kadar aspal

Volume pori diantara butir agregat campuran dalam beton aspal padat termasuk yang terisi oleh asal. Pada pengujian ini diketahui bahwa dengan bertambahnya kadar aspalnya maka semakin naik nilai *VM*nya, kecuali pada kadar aspal 5% sehingga selimut aspalnya semakin tebal. Dari pengujian yang telah dilakukan pada HRS – WC dengan penambahan *filler* serbuk bata merah nilai *VM*nya semakin tinggi, hal ini dikarenakan pada penambahan *filler* serbuk bata merah mampu bekerja dengan baik sehingga dapat terisi oleh aspal dan disebabkan dengan bertambahnya kadar aspal. Hal ini dapat dilihat dalam gambar 4.4.



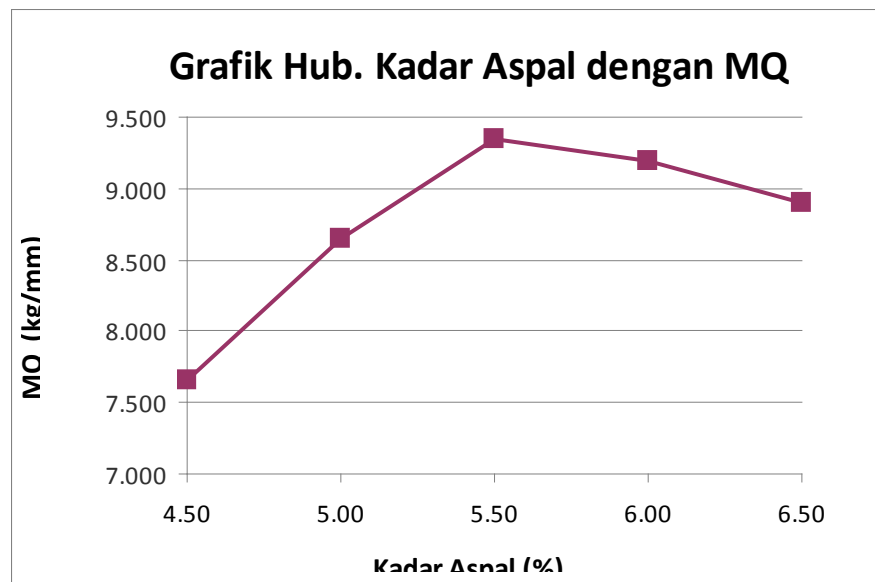


Gambar 4.4 Grafik VMA HRS – WC menggunakan *Filler* serbuk bata merah dengan % kadar aspal. Sumber : Hasil Uji Laboratorium

Dari grafik diatas semua kadar aspal memenuhi spesifikasi yang disyaratkan Bina Marga karena pada spesifikasi Bina Marga nilai minimum VMA untuk perkerasan HRS-WC adalah 18%. Hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran perhitungan marshall.

- e. Hubungan *MQ* (*Marshall Quotient*) menggunakan filler serbuk bata merah dengan kadar aspal

Nilai *MQ* adalah rasio antara stabilitas dan *flow*. Nilai *MQ* menurut Bina Marga (1999) minimum yang harus dicapai adalah 200 kg/mm. Pada percobaan ini nilai *MQ* cenderung naik kecuali pada kadar aspal 6% dan 6.5% pada campuran HRS – WC dengan menggunakan *filler* serbuk bata merah pada kadar aspal ideal. Hal ini menunjukkan bahwa campuran ini memiliki nilai fleksibilitas yang tinggi. Hal ini dapat dilihat dalam gambar 4.5 dibawah ini :



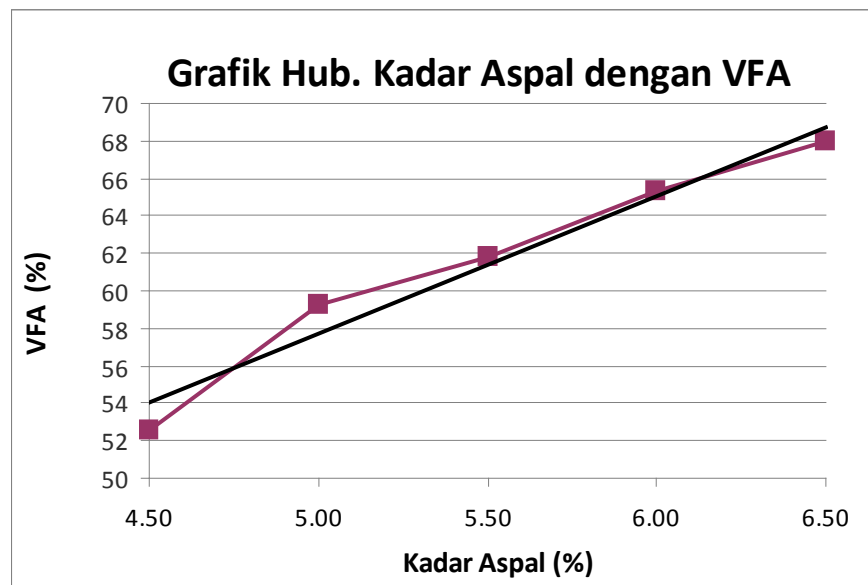
Gambar 4.5 Grafik *MQ* HRS – WC menggunakan *Filler* serbuk bata merah dengan % kadar aspal.

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

Dari gambar 4.5 nilai hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran A.5, dan grafik diatas menunjukkan nilai *MQ* pada tiap kadar aspal memenuhi spesifikasi yang disyaratkan.

- f. Hubungan *VFA*( *Volume of Voids Filled With Ashphalt*) menggunakan filler serbuk bata merah dengan kadar aspal

Volume pori beton aspal padat yang terisi oleh aspal, atau volume *film*/selimut aspal pada setiap pengujian menunjukkan berbagai perbedaan yang signifikan, seperti terlihat pada gambar 4.6. Pengujian HRS – WC mengalami kenaikan, seiring dengan bertambahnya kadar aspal dan bahan tambah dengan menggunakan *filler* serbuk bata merah. Keberadaan aspal tersebut cenderung meresap kedalam *filler* serbuk bata merah, sehingga semakin banyak kadar aspal yang digunakan semakin besar nilai *VFA*nya. Seperti yang terlihat pada gambar 4.6 dibawah ini.



Gambar 4.6 Grafik *VFA* HRS – WC menggunakan *Filler* serbuk bata merah dengan % kadar aspal.

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

Dari gambar 4.6 terjadi kenaikan yang beragam tetapi pada kadar aspal 4,5% s/d 5,5% tidak masuk dalam spesifikasi, mungkin karena % kadar aspal yang terlalu kecil sehingga rongga dalam campuran tidak terisi aspal, tetapi dari kadar aspal 6% dan 6,5% semua rongga dalam campuran tersebut dapat terisi oleh aspal dengan baik, sehingga memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Karena pada spesifikasi Bina Marga nilai minimum *VFA* untuk perkerasan HRS-WC adalah 65%. Pengaruh utama kriteria *VFA* adalah membatasi *VMA* maksimum dan kadar aspal maksimum. Hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran perhitungan marshall. Dari hasil pembahasan diatas, dapat diketahui bahwa kadar aspal optimum yang dipakai pada campuran HRS – WC adalah kadar aspal 6,5% sehingga analisa rentang kadar aspal yang memenuhi spesifikasi sesuai dengan BINA MARGA 1999 pada tabel 2.4 dapat dilihat pada gambar 4.7 berikut ini:

PARAMETER MARSHALL (HRS - WC)	Rentang Kadar Aspal yang Memenuhi Spesifikasi				
	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
Stabilitas	[Yellow bar]			[Yellow bar]	
VIM	[White bar]			[Yellow bar]	
VMA	[Yellow bar]			[Yellow bar]	
VFA	[White bar]			[Yellow bar]	
Kelelehan (flow)	[Yellow bar]			[Yellow bar]	
MQ	[Yellow bar]			[Yellow bar]	
Kadar Aspal Optimum	[White bar]			Kadar Aspal Optimum 6,5%	

Gambar 4.7 Gambar HRS – WC menggunakan serbuk bata merah dengan Rentang Kadar Aspal

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

Dari gambar 4.7 diketahui untuk HRS – WC kadar aspal optimum pada campuran menggunakan serbuk bata merah adalah 6,5 %. Dari hasil analisa yang dilakukan stabilitas pada setiap persen kadar aspal dapat memenuhi spesifikasi dan setiap bertambahnya kadar aspal nilai stabilitas terus mengalami kenaikan. Pada kelelehan (*flow*) kadar aspal 4,5 % s/d 6,5% masuk dalam spesifikasi yang disyaratkan, hal serupa terjadi pada nilai stabilitas pada campuran *filler* serbuk bata merah dengan kadar aspal 4,5% s/d 6,5% memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Pada *MQ* campuran *filler* serbuk bata merah dengan kadar aspal 4,5% s/d 5,5 % mengalami kenaikan dan pada kadar aspal 6% s/d 6,5% terjadi penurunan. Tetapi pada semua penurunan tersebut masih memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Untuk perhitungan marshal dapat dilihat pada lampiran.

## **BAB 5. PENUTUP**

### **5.1 KESIMPULAN**

Dari berbagai pengujian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan *filler* serbuk bata merah sebanyak 10% sebagai bahan pengisi dalam campuran HRS-WC dapat memenuhi spesifikasi yang disyaratkan oleh Bina Marga 1999 dengan Kadar Aspal Optimum 6,5%.

### **5.2 SARAN**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan disarankan :

1. Mengingat dalam penelitian ini mengabaikan sifat kimiawi dari *filler* serbuk bata merah, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan terlebih dahulu meninjau sifat kimiawinya.
2. Penelitian sejenis dapat dilakukan untuk perbandingan dengan bahan pengisi yang lain.
3. Perlu dilakukan pengujian sejenis dengan penetrasi aspal yang lain serta penggunaan agregat yang berbeda.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengkaji nilai ekonomis dan membandingkan dengan bahan pengisi yang lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga.,(1999), "*Pedoman Perencanaan Campuran Aspal dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak., Nomor 76/KPTS/DB/1999.*
- Modul Praktikum Bahan Jalan Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember, 2007.Jember.
- Rohma, Zainur., 2010 "*Penggunaan Bahan Tambah Serat Serabut Kelapa Pada Perkerasan Jalan HRS-BASE Dan HRS-WC Yang Menggunakan Filler Abu Batu Kapur*", . UNEJ, Jember.
- Sukirman, Silvia., 2003. "*Beton Aspal Campuran Panas*", . Nova, Bandung.
- Suprpto, Ir. Msc. 2004. *Bahan Dan Struktur Jalan Raya*. Biro Penerbit, Teknik Sipil, Universitas Gajah Mada.
- Anton, syahputra. Dan Prasetyanto, Dwi. 2005. "*Studi Penggunaan Bata Merah Dan Kapur Tohor Sebagai Substitusi Sebagian Filler Pada Perkerasan HRS-A*", .ITENAS,Bandung.
- S, Wuryati. Dr., Mpd. Dan R, Candra., ST. 2001. "*Teknologi Beton*".Yogyakarta.UPT Penerbitan Universitas Jember. 2009. *Pedoman Penulisan Karya Tulis Ilmiah*. Edisi Ketiga. Jember. UPT Penerbitan Universitas Jember.