

"Tugas Akhir"

**PENGARUH KADAR LUMPUR TERHADAP
KARAKTERISTIK AC-WC DENGAN VARIASI
TEMPERATUR PEMADATAN**

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan

Mencapai Gelar Sarjana S-1



DEBY MARFIANTI (45 10 041 031)



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

2015



UNIVERSITAS "45"

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

FAKULTAS TEKNIK

LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas 45 Makassar No.A.137/SK/FT.U-45/MI/2015 tanggal Sebelas bulan Juni Tahun Dua Ribu Lima Belas perihal Pengangkatan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka :

Pada hari/tanggal : Rabu / 16 Juni 2015
N a m a : Deby Marfianti
No.Stambuk : 45 10 041 031
J u d u l : " Pengaruh Kadar Lumpur Terhadap Karakteristik AC-WC Dengan Variasi Temperatur Pematatan "

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas 45 Makassar setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Ujian Sarjana Strata Satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas 45 Makassar.

TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Ketua	: DR.Ir. Hj. Sumarni Hamid, MT	(.....)
Sekretaris	: Ir. Fauzy Lebang, MT	(.....)
Anggota	: Ir. H.Syahrul Sariman, MT	(.....)
	Ir. H.Abd Madjid Akkas, MT	(.....)
	Ir. H Abd Rahim Nurdin, MT	(.....)
	Ir. Amiruddin Rana, MT	(.....)
Pembimbing	: DR.Ir. Hj. Sumarni Hamid, MT	(.....)
	Ir. H.Syahrul Sariman, MT	(.....)
	Ir. Fauzy Lebang, MT	(.....)



Makassar, Juni 2015

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik

 (Dr.Ir.H.Agus Salim, MSi)
 NIDN. 09.190871 02

Ketua Jurusan Sipil

 (Ir. Tamrin Mallawangeng, MT)
 NIDN. 09 071166 02

KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah yang selalu tercurahkan dalam setiap hembusan nafas dan cinta, berupa nikmat kesehatan, kesempatan, ilmu pengetahuan sehingga penulis masih konsisten dalam penyelesaian skripsi ini, dengan judul **“Pengaruh Kadar Lumpur Terhadap Karakteristik AC - WC Dengan Variasi Temperatur Pemadatan”** Hal ini penulis sadari dengan penuh keyakinan, bahwa tanpa penyertaan-Nya maka sia-sia seluruh usaha ini.

Shalawat dan Salam semoga tetap tercurahkan kepada Baginda tercinta Rasulullah Muhammad SAW, yang mana telah membawa kita dari alam kegelapan menuju peradaban manusia yang bermoral dan berakhal.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan akademik dalam menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Program Executif Universitas “45” Makassar..

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa selesainya skripsi ini adalah berkat bantuan dan sumbansi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini kami penulis menghaturkan ucapan terimakasih kami kepada:

1. Ibu DR. Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, MT selaku Pembimbing I, yang dengan penuh kesabaran telah memberikan arahan, bimbingan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.



UNIVERSITAS "45"

Jl. UripSumoharjo Km. 4 TLP. (0411)452901 - 452789

Fax (0411) 424568 Website : www.univ45.ac.id

MAKASSAR-INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK

LEMBAR PENGAJUAN UJIAN AKHIR

Tugas Akhir :

**" PENGARUH KADAR LUMPUR TERHADAP KARAKTERISTIK AC-BC AC-WC
DENGAN VARIASI TEMPERATUR PEMADATAN"**

Disusun dan diajukan oleh :

Nama Mahasiswa : ADELINA NINDY SAPUTRI / DEBY MARFIANTI

No. Stambuk : 45 10 041 032 / 45 10 041 031

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

Telah Disetujui Komisi Pembimbing

Pembimbing I : DR. IR. HJ. SUMARNI HAMID, MT (.....)

Pembimbing II : IR. H. SYAHRUL SARIMAN, MT (.....)

Pembimbing III : IR. FAUZY LEBANG, MT. (.....)

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik

(Dr. Ir. H. Agus Salim, Msi)
NIDN : 09-1708-7102

Ketua Jurusan Sipil

(Ir. Tamrin Mallawangeng, MT)
NIDN : 09-0711-6602



2. Bapak Ir. H.Syahrul Sariman, MT selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Ir. Fauzy Lebang, MT selaku pembimbing III yang telah memberikan arahan dan motivasi selama penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Dr. Agus Salim, ST, M.Si selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas "45" Makassar.
5. Bapak Ir. Tamrin Mallawangeng, MT selaku Ketua Jurusan Fakultas Teknik Sipil Universitas "45" Makassar.
6. Segenap Bapak dan Ibu Dosen Pengajar Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas "45" Makassar yang telah menanamkan ilmu pengetahuan yang berharga, semoga Allah meridhoi.
7. Bapak Muhammad Hamdan, ST selaku asisten Laboratorium Aspal Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas "45" yang telah meluangkan waktu dan memberikan bimbingan dan arahan selama penelitian.
8. Secara khusus rasa hormat dan terimah kasih kepada Kedua Orang Tua kami tercinta, yang telah memberikan kasih sayang, cinta yang tidak akan sanggup kami balaskan, semoga Allah SWT meridhoi kebaikan kalian.
9. Kepada Kakak dan Adikku tercinta yang telah memberikan motivasi dan bantuan berupa moril dan materi sehingga penulis

dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

10. Kepada Bundaku tersayang Ir. Sri Murni Winarti yang telah memberikan bantuan berupa moril dan materi selama penyusunan skripsi ini, semoga Allah SWT membalas kebaikannya.
11. Secara khusus buat kakak Hermanto Dwigianto yang telah memberikan bantuan dan motivasi kepada kami dalam penyelesaian skripsi ini.
12. Kepada teman-teman seperjuangan di Laboraturium yaitu kakak Maslan, kakak Rudi, kakak Rendy, pak Zainuddin, kakak Ryan, Api, Asmi, Mira, dan kakak Lina yang telah banyak memberikan bantuan dan motivasi kepada kami selama penelitian.
13. Kepada teman-teman Eksekutif Teknik Sipil Angkatan 2010 yaitu Kakak Ruslan, Pak Bambang, Kakak Subrata, Kakak Mul dan semua yang tidak dapat kami sebutkan satu demi satu, yang telah memberikan banyak bantuan dan motivasi kepada kami, semoga Allah SWT, senantiasa mencurahkan rahmat-Nya atas mereka.

Dengan penuh kesadaran diri dan dengan segala kerendahan hati, kami menyadari bahwa hanya Allah yang memiliki segala kesempurnaan, sehingga tentu masih banyak lagi rahasia-Nya yang belum tergali dan belum kita ketahui. Oleh sebab itu, kami mengharapkan kritikan dan saran

demi kesempurnaan skripsi ini. Kami memohon kepada Allah agar memberikan manfaat kepada kami lewat skripsi ini, juga kepada mereka yang membacanya. Semoga Allah menjadikan amal ini tulus karena mengharapkan ridha-Nya dan mengakhirinya dengan suatu kebaikan. Amin Ya Rabb.



DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Lembar Pengajuan.....	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar	xiv
Daftar Notasi	xvii
Daftar Lampiran	xx
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Maksud dan Tujuan Penelitian	I-3
1.3. Ruang Lingkup dan Batasan Masalah	I-4
1.4. Gambaran Umum Penelitian	I-5
1.5. Sistematika Penulisan	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1. Tinjauan Umum Campuran Beraspal Panas	II-1
2.2. Agregat	II-5
2.2.1. Klasifikasi Agregat	II-8
2.2.2. Agregat Kasar	II-11
2.2.3. Agregat Halus	II-11

2.2.4. Sifat-Sifat Fisik Agregat	II-12
2.2.5. Produksi Agregat	II-19
2.2.6. Bahan Pengisi (<i>Filler</i>)	II-23
2.2.7. Klasifikasi Tanah	II-24
2.3. Spesifikasi Bahan Pengikat (Aspal)	II-28
2.3.1. Jenis Aspal	II-30
2.3.2. Fungsi Aspal Sebagai Material Perkerasan Jalan	II-35
2.3.3. Sifat Kimiawi Aspal	II-36
2.3.4. Sifat Fisik Aspal	II-38
2.4. Karakteristik Campuran Beton Aspal	II-40
2.5. Sifat Volumetrik Dari Campuran Beton Aspal Yang Telah Dipadatkan	II-44
2.6. Spesifikasi Campuran	II-47
2.6.1. Gradasi Agregat Gabungan	II-47
2.6.2. Kadar Aspal Dan Persyaratan Campuran	II-48
2.6.3. Pengaruh Suhu Terhadap Pencampuran Dan Pemadatan	II-48
2.6.4. Pengujian Marshall	II-50
2.7. Penelitian Terdahulu	II-53
BAB III METODE PENELITIAN	III-1
3.1. Bagan Alir Penelitian	III-1
3.2. Lokasi Material	III-2
3.3. Persiapan Peralatan Dan Pengambilan Sampel	III-2

3.3.1. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar	III-2
3.3.2. Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar	III-3
3.3.3. Pemeriksaan Abrasi Agregat	III-5
3.3.4. Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus	III-6
3.3.5. Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar dan Agregat Halus	III-8
3.4. Pemeriksaan Aspal	III-11
3.4.1. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal	III-10
3.4.2. Pemeriksaan Titik Nyala Dan Titik Bakar	III-12
3.4.3. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal	III-14
3.4.4. Pemeriksaan Kelarutan Aspal Dalam CCL4	III-15
3.4.5. Pemeriksaan Daktilitas	III-16
3.4.6. Pemeriksaan Penetrasi Aspal	III-17
3.4.7. Pemeriksaan Viskositas	III-19
3.5. Penentuan Jumlah dan Persiapan Benda Uji	III-20
3.5.1. Penentuan Jumlah Benda Uji	III-21
3.5.2. Perencanaan Agregat Gabungan	III-21
3.5.3. Pembuatan Benda Uji	III-23
3.5.4. Pembuatan Benda Uji dengan Penambahan Kadar Lumpur Pada Agregat Dengan Variasi Suhu Pemadatan.....	III-24

3.6. Pengetesan Benda Uji Dengan Alat Marshall	III-26
Bab IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	IV-1
4.1. Penyajian Data	IV-1
4.1.1 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat	IV-1
4.1.2 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal Minyak	IV-3
4.2. Analisa Rancangan Campuran	IV-3
4.2.1 Penentuan Proporsi Agregat Campuran	IV-3
4.3. Pembuatan Benda Uji Untuk Penentuan KAO	IV-7
4.3.1 Perkiraan Kadar Aspal Optimum Rencana (pb)	IV-7
4.3.2 Penentuan Berat Agregat Dan Berat Aspal Dalam Campuran	IV-8
4.3.3 Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Campuran .	IV-8
4.3.4 Data Uji Marshall Untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum	IV-9
4.4. Pengujian Karakteristik Marshall Berdasarkan Jumlah Kadar Lumpur Dengan Variasi Temperatur Pematatan	IV-12
4.4.1 Perhitungan Komposisi Campuran	IV-13
4.4.2 Perhitungan Hasil Pengujian Marshall.....	IV-13
4.5. Analisa dan Pembahasan Hasil Pengujian	IV-15
Bab V KESIMPULAN DAN SARAN.....	V-1
5.1. Kesimpulan	V-1
5.1. Saran	V-2
DAFTAR PUSTAKA	

LAMPIRAN – LAMPIRAN

FOTO – FOTO DOKUMENTASI



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Gradasi Agregat	II – 14
Gambar 2.2 Kandungan Kimia dari Aspal.....	II – 38
Gambar 2.3 Skematis Berbagai Jenis Volume Beton Aspal	II – 45
Gambar 2.4 Pengertian Tentang VIM, Selimut Aspal, Aspal yang Terabsorpsi.....	II – 46
Gambar 2.5 Ilustrasi Pengertian VMA dan VIM	II – 46
Gambar 2.7 Alat Uji Marshall.....	II – 51
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	III – 1
Gambar 3.2 Satu Set Saringan.....	III – 3
Gambar 3.3 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	III – 5
Gambar 3.4 Los Angeles	III – 6
Gambar 3.5 Pengujian Berat Jenis Agregat Halus	III – 8
Gambar 3.6 Pemeriksaan Berat Isi.....	III – 9
Gambar 3.7 Pengujian Berat Jenis Aspal	III – 12
Gambar 3.8 Pengujian Daktalitas	III – 17
Gambar 3.9 Pengujian Penetrasi.....	III – 19

Gambar 4.1 Diagram Penggabungan Untuk Agregat AC – WC..... IV – 5

Gambar 4.2 Diagram Marshall Test Pada AC-WC..... IV –10

Gambar 4.3 Diagram Persentase Kadar Lumpur Dengan Variasi
Temperatur Pemadatan Terhadap Stabilitas Pada
AC-WC..... IV– 14

Gambar 4.4 Diagram Persentase Kadar Lumpur Dengan Variasi
Temperatur Pemadatan Terhadap Flow Pada
AC-WC..... IV– 15

Gambar 4.5 Diagram Persentase Kadar Lumpur Dengan Variasi
Temperatur Pemadatan Terhadap VIM Pada
AC-WC..... IV– 16

Gambar 4.6 Diagram Persentase Kadar Lumpur Dengan Variasi
Temperatur Pemadatan Terhadap VMA Pada
AC-WC..... IV–17

Gambar 4.7 Diagram Persentase Kadar Lumpur Dengan Variasi
Temperatur Pemadatan Terhadap VFB Pada
AC-WC..... IV– 18

Gambar 4.8 Diagram Persentase Kadar Lumpur Dengan Variasi
Temperatur Pemadatan Terhadap MQ Pada
AC-WC..... IV– 19

Gambar 4.9 Diagram Persentase Kadar Lumpur Dengan Variasi
Temperatur Pemadatan Terhadap Kepadatan



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Gradasi Agregat Untuk Campuran Laston	II – 47
Tabel 2.2 Persyaratan Sifat Campuran Beton Aspal	II – 48
Tabel 3.1 Perhitungan Benda Uji	III – 21
Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan AgregatKasar (Split 1-2,0,5- 1).....	IV - 1
Tabel 4.2 Hasil Pemeriksaan Abu Batu	IV – 1
Tabel 4.3 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat AC-WC	IV – 2
Tabel 4.4 Hasil Pemeriksaan Aspal Penetrasi 60/70	IV – 2
Tabel 4.5 Gradasi Penggabungan Agregat AC-WC	IV – 4
Tabel 4.6 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Untuk Campuran AC-WC	IV – 7
Tabel 4.7 Karakteristik Campuran AC-WC Pada Kadar Aspal Optimum	IV – 11
Tabel 4.8 Berat Aspal Dan Agregat Pada Campuran AC-WC	IV – 12
Tabel 4.9 KarakteristikCampuran AC-WC Berdasarkan Jumlah Kadar Lumpur Dengan Variasi Temperatur Pemadatan	IV – 13

DAFTAR NOTASI

AASHTO	= <i>American Association Of State Highway and Transportation Officials</i>
AC	= <i>Asphalt Concrete</i> , lapisan aspal beton, Laston
AC - WC	= <i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>
AC – BC	= <i>Asphalt Concrete Binder Course</i>
HRS	= <i>Hot Rolled Sheet</i>
ASBUTON	= Aspal Batu Buton
ASTM	= <i>American Society For Testing and Materials</i>
Ba	= Berat Benda Uji Kering Permukaan Jenuh di dalam Air
BFT	= <i>Bitumen Film Thickness</i>
Bj	= Berat Benda Uji Kering Permukaan Jenuh
Bk	= Berat Benda Uji Kering Oven
cP	= <i>centipoise</i>
DMF	= <i>Design Mix Formula</i>
EVA	= <i>Ethylene Vinyle Acetate</i>
Filler	= Berupa Abu batu Bahan Perkerasan Yang Lolos Saringan 200
Flow	= Pelelehan
Ga	= Berat Jenis Aspal
Gsa	= Berat Jenis Semu
Gsb	= Berat Jenis curah dari total Agregat

Gse	= Berat Jenis Efektif
H	= Hidrokarbon
HSMA	= <i>High Stiffnes Modulus Asphalt</i>
JMF	= <i>Job Mix Formula</i>
KAO	= Kadar Aspal Optimum
LATASTON	= Lapisan Tipis AspalBeton
LATASIR	= Lapisan Tipis Aspal Pasir
LASTON	= LapisanAspalBeton
LPA	= Lapis Pondasi Atas
LPB	= Lapis Pondasi Bawah
MC	= <i>Medium Curing Cut Back</i>
MPBJ	= Manual Pemeriksaan Bahan Jalan
MQ	= <i>Marshall Quetiont (kg / mm)</i>
Pa.s	= Pascal sekon
Pb	= Perkiraan Bitumen
Pba	= Penyerapan Aspal
Pbe	= Aspal Efektif
Pen 60/70	= Penetrasi 60/70
RC	= <i>Rapid Curing</i>
SC	= <i>Slow Curing Cut Back</i>
SI	= Standar Internasional
SMA	= <i>Split Mastic Asphalt</i>
SNI	= Standar Nasional Indonesia



- SSD = *Surface Saturated Dry*
- TFA = *Tebal Film Aspal*
- VFB = *Voids Filled With Bitumen*
- VIM = *Void In Mixed (%)*
- VMA = *Void In Mineral Agregates (%)*



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A : Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus

Lampiran B : Penggabungan Agregat (*Combine Aggregate*) AC-WC

Lampiran C : Hasil Pengujian Marshall Untuk Penentuan KAO AC-WC

Lampiran D : Hasil Pengujian Marshall KAO AC-WC

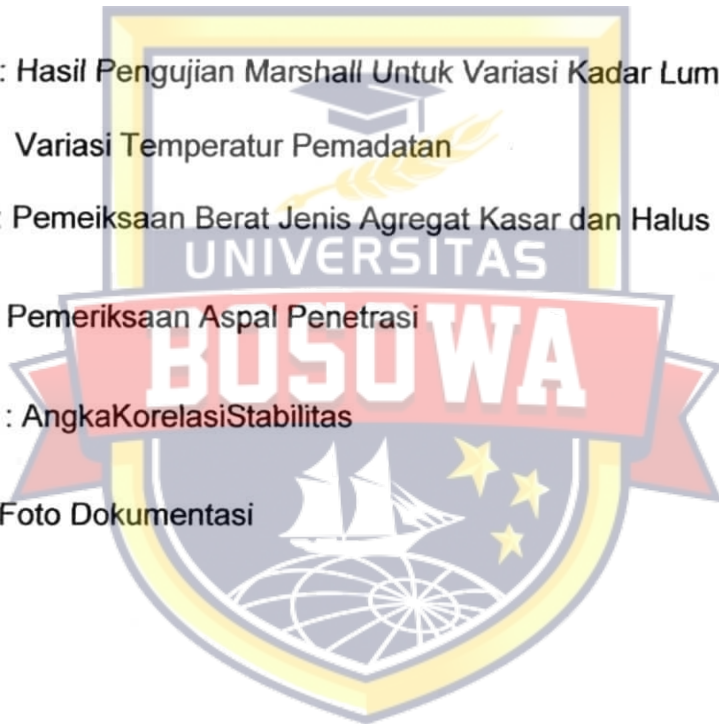
Lampiran E : Hasil Pengujian Marshall Untuk Variasi Kadar Lumpur dan
Variasi Temperatur Pematangan

Lampiran F : Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar dan Halus

Lampiran G : Pemeriksaan Aspal Penetrasi

Lampiran H : Angka Korelasi Stabilitas

Lampiran I : Foto Dokumentasi



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Salah satu penyebab kerusakan jalan adalah kegagalan lapisan perkerasan dalam memikul beban lalu lintas. (Menurut Silvia Sukirman, 2003) Salah satu jenis perkerasan yang paling banyak digunakan adalah Laston (Lapisan Aspal Beton) yang merupakan beton aspal bergradasi menerus yang umum digunakan untuk jalan – jalan dengan beban lalu lintas berat. Laston dikenal pula dengan nama AC (Asphalt Concrete). Karakteristik beton aspal yang terpenting pada campuran ini adalah stabilitas. Tebal nominal minimum Laston 4 – 7 cm (Spesifikasi 2010). Sesuai fungsinya Laston mempunyai 3 macam campuran yaitu :

- a. Laston sebagai lapisan aus, dikenal dengan nama AC – WC (Asphalt Concrete – Wearing Course) yang berhubungan langsung dengan ban kendaraan, merupakan lapisan yang kedap air, tahan terhadap cuaca dan mempunyai kekesatan yang disyaratkan dengan tebal nominal minimum AC – WC adalah 4 cm.
- b. Laston sebagai lapisan pengikat, dikenal dengan nama AC – BC (Asphalt Concrete – Binder Course) yang tidak berhubungan langsung dengan cuaca tetapi perlu memiliki stabilitas untuk memikul beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda kendaraan dengan tebal nominal minimum AC – BC adalah 6 cm.
- c. Laston sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama AC - base

AC – base (Asphalt Concrete – Base) merupakan lapisan dasar dengan tebal nominal minimum AC – base adalah 7 cm.

Sebagai suatu lapisan perkerasan laston merupakan campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu. Oleh sebab itu campuran laston harus bebas dari kotoran termasuk adanya lumpur pada agregat. Lumpur adalah campuran cair atau semicair antara air dan tanah yang terjadi saat tanah basah (Menurut Wikipedia) dengan pembatasan lolos saringan no.200 < 2% (SNI 03-4142-1996) untuk agregat kasar dan < 10% (SNI ASTM C117: 2012) untuk agregat halus. Hal ini dimaksudkan karena agregat yang dilekati lumpur tidak dapat dipisahkan pada waktu pengeringan akibatnya agregat tidak dapat dilekati aspal. Kondisi ini akan mempercepat degradasi kinerja perkerasan yang pada umumnya menggunakan bahan perkerasan campuran aspal (Efendi, 2010).

Selain itu faktor yang juga penting adalah suhu pemadatan, karena sangat berpengaruh terhadap viskositas/kekentalan aspal yang digunakan dalam campuran beton aspal. Dimana, ketentuan temperatur pada aspal untuk pemadatan yaitu $145^{\circ}\text{C} \pm 1$ (Spesifikasi 2010, Rev.3). Aspal pada saat temperatur rendah (dingin) aspal akan bersifat keras sehingga menyulitkan dalam pelaksanaan campuran, dan sebaliknya pada saat temperatur tinggi (panas) aspal akan bersifat lunak, dan lebih bersifat plastis.

Dari uraian diatas, dibuat rumus permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh kadar lumpur terhadap karakteristik campuran AC - WC ?
2. Apakah ada pengaruh temperature pemadatan terhadap karakteristik campuran AC - WC yang mengandung lumpur pada kadar tertentu?
3. Sampai sejauh mana pengaruh kadar lumpur dan temperature pemadatan terhadap kinerja AC - WC sesuai spesifikasi yang disyaratkan oleh Bina Marga 2010 Revisi 3?

Berdasarkan rumusan masalah tersebut diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian laboratorium dengan topik **"PENGARUH KADAR LUMPUR TERHADAP KARAKTERISTIK AC - WC DENGAN VARIASI TEMPERATUR PEMADATAN"**

1.2 Maksud dan Tujuan

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh kadar lumpur terhadap karakteristik campuran AC - WC yang dipadatkan dengan berbagai variasi temperatur pemadatan.

Sedangkan tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mendapatkan kadar lumpur maksimal yang diperbolehkan sehingga karakteristik campuran AC - WC tetap memenuhi spesifikasi.
2. Untuk mendapatkan temperatur pemadatan maksimal yang diperbolehkan sehingga memenuhi spesifikasi pada karakteristik campuran AC - WC.

1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

1.3.1 Ruang Lingkup

- a. Melakukan penelitian terhadap karakteristik bahan mentah yang akan digunakan.
- b. Membuat mix design AC - WC dan menentukan KAO untuk masing-masing jenis campuran.
- c. Berdasarkan mix design tersebut dibuat campuran dengan mereduksi sebagian filler dengan lumpur pada kadar tertentu.
- d. Membuat briket campuran dan variasi temperatur pemadatan terhadap kadar lumpur.
- e. Melakukan analisis data hasil test Marshall pada berbagai variasi kadar lumpur dengan variasi temperatur pemadatan.

1.3.2 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Agregat kasar dan halus yang digunakan berasal/diambil dari PT. Cisco Sinar Jaya di Samata Kab. Gowa Sulawesi Selatan.
2. Aspal yang digunakan adalah Aspal Minyak pen 60/70.
3. Pemeriksaan dan pengujian didasarkan pada spesifikasi Bina Marga edisi 2010 Revisi 3.
4. Pengujian karakteristik *Marshall* sesuai dengan SNI 06-2489-1990.

1.4 Gambaran Umum Penulisan

Penulisan ini mengenai hasil pengujian experimental di laboratorium. Diawali dengan pengujian karakteristik bahan mentah (batu pecah dan abu batu) yang kemudian digabung dan dibagi atas fraksi filler lalu diganti dengan material lumpur dan berbagai variasi suhu pemadatan. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jalan dan Aspal Teknik Sipil Universitas 45 Makassar selama \pm 2 bulan.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini terdiri dari lima bab yang berurutan sebagai berikut :

- **BAB I : PENDAHULUAN**
Bab ini merupakan pendahuluan yang menguraikan latar belakang masalah, maksud dan tujuan penulisan, ruang lingkup penelitian, batasan masalah, gambaran umum penulisan serta sistematika penulisan.
- **BAB II : KAJIAN PUSTAKA**
Bab ini membahas tentang teori – teori yang yang digunakan untuk mendukung proses penelitian yang akan dilakukan.
- **BAB III : METODE PENELITIAN**
Bab ini membahas tentang bagan alir penelitian, bahan, metode pengambilan sampel, persiapan

bahan campuran dan pembuatan benda uji.

➤ **BAB IV : HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN**

Bab ini membahas tentang hasil rekapitulasi data, analisa rancangan campuran, hasil pengetesan benda uji serta pembahasan hasil penelitian.

➤ **BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

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



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum Campuran Beraspal Panas

Campuran beraspal adalah suatu kombinasi campuran antara agregat dan aspal. Dalam campuran beraspal, aspal berperan sebagai pengikat atau lem antar partikel agregat. Dan agregat berperan sebagai tulangan. Sifat- sifat mekanis dari aspal dalam campuran beraspal diperoleh dari fraksi dan kohesi dari bahan-bahan pembentuknya. Fraksi agregat diperoleh dari ikatan antar butir agregat (*interlocking*), dan kekuatannya tergantung pada gradasi, tekstur permukaan, bentuk butiran dan ukuran agregat maksimum yang digunakan, sedangkan sifat kohesinya diperoleh dari sifat-sifat aspal yang di gunakan.

Oleh karena itu kinerja campuran beraspal sangat di pengaruhi oleh sifat sifat agregat dan aspal serta sifat-sifat campuran padat yang sudah terbentuk dari kedua bahan tersebut. Perkerasan beraspal dengan kinerja yang sesuai dengan persyaratan tidak dapat diperoleh jika bahan yang di gunakan tidak memenuhi syarat. Meskipun peralatan dan metode yang digunakan sudah sesuai.

Berdasarkan gradasinya, campuran beraspal panas dapat dibedakan dalam tiga jenis campuran yaitu campuran beraspal bergradasi rapat, senjang dan terbuka. Tebal minimum penghamparan masing-masing campuran, sangat tergantung pada ukuran maksimum agregat yang digunakan. Tebal padat campuran beraspal harus lebih dari dua kali

ukuran butir agregat maksimum yang digunakan.

Menurut *Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Panas* (1999:5), Laston adalah “ lapisan penutup konstruksi perkerasan jalan yang mempunyai nilai struktural. Campuran ini terdiri atas agregat bergradasi menerus dengan aspal keras, dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu”.

Sedangkan menurut *Silvia Sukirman* (1999:10), Laston adalah” suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu”.

Ada beberapa jenis beton aspal campuran panas, namun dalam penelitian ini jenis beton aspal campuran panas yang ditinjau adalah AC-WC. Laston sebagai lapis aus (*Wearing Course*) adalah lapisan perkerasan yang berhubungan langsung dengan ban kendaraan, merupakan lapisan yang kedap air, tahan terhadap cuaca, dan mempunyai kekesatan yang disyaratkan dengan tebal nominal minimum 4 cm. Sedangkan laston sebagai lapisan pengikat (*Binder Course*) adalah lapisan yang terletak dibawah lapisan aus. Tidak berhubungan langsung dengan cuaca, tetapi perlu memiliki stabilitas untuk memikul beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda kendaraan dengan tebal nominal minimum 5 cm.

Berdasarkan buku spesifikasi baru (2004) campuran beraspal panas Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah dijelaskan jenis

campuran beraspal sebagai berikut :

a. *Latasir (Sand Sheet) Kelas A dan B*

Campuran ini ditujukan untuk jalan dengan lalu lintas ringan khususnya pada daerah di mana agregat kasar susah diperoleh. Pemilihan kelas A atau B tergantung pada gradasi pasir yang digunakan. Campuran latasir biasanya memerlukan tambahan filler agar memenuhi kebutuhan sifat-sifat yang disyaratkan.

Lapisan ini khusus mempunyai ketahanan alur (*rutting*) rendah. Oleh karena itu tidak diperkenankan digunakan untuk daerah berlalu lintas berat atau daerah tanjakan. Latasir biasa juga disebut (*Sand Sheet*) atau HRSS (*Hot Rolled Sand Sheet*). Sesuai gradasi agregatnya, campuran latasir dapat dibedakan atas:

- a. Latasir kelas A, dikenal dengan nama *HRSS-A* atau *SS-A*. Tebal nominal *HRSS-A* adalah 1,5 cm
- b. Latasir kelas B, dikenal dengan nama *HRSS-B* atau *SS-B*. Tebal nominal *HRSS-B* adalah 2 cm. Gradasi agregat *HRSS-B* lebih kasar.

b. *Lataston (HRS)*

Dikenal dengan nama *Hot Roll Sheet (HRS)*. Lataston terdiri dari dua macam campuran, lataston lapis pondasi (*HRS Base*) dan laston lapis permukaan (*HRS Wearing Course*).

Untuk mendapatkan hasil yang memuaskan, maka campuran harus dirancang sampai memenuhi semua ketentuan yang diberikan. Dua kunci utama adalah gradasi benar-benar senjang. Sisa rongga udara pada

kepadatan membal refusal harus memenuhi spesifikasi. Agar diperoleh gradasi senjang, maka hampir selalu dilakukan pencampuran pasir halus dengan agregat pecah mesin. Bilamana pasir (alam) halus tidak tersedia untuk memperoleh gradasi senjang maka campuran boleh menggunakan Aspal beton (*asphalt Concrete*).

c. Laston (AC)

Laston (Lapisan Aspal Beton), adalah beton aspal bergradasi menerus yang umum digunakan untuk jalan-jalan dengan beban lalu lintas berat. Laston dikenal pula dengan nama AC (*Asphalt Concrete*) karakteristik beton aspal yang terpenting pada campuran ini adalah stabilitas. Tebal nominal minimum Laston 4-6 cm.

Aspal beton (AC) terdiri dari tiga macam campuran, Laston Lapis Aus (AC-WC), Laston Lapis Pengikat (AC-BC) dan Laston Lapis Pondasi (AC-Base) yang ukuran maksimum masing-masing agregatnya adalah 19 mm, 25.4 mm dan 37,5 mm. Ketiga lapisan perkerasan lentur tersebut mempunyai fungsi-fungsi sebagai berikut :

1. Lapis aus permukaan (*Wearing Course*). Tebal nominal minimum AC – WC adalah 4 cm dan mempunyai fungsi:
 - a. Menyelimuti perkerasan dari pengaruh air
 - b. Menyediakan permukaan yang halus
 - c. Menyediakan permukaan yang mempunyai karakteristik yang kesat, rata sehingga aman dan nyaman untuk dilalui pengguna.
 - d. Menyebarkan beban ke lapisan di bawahnya

2. Lapis permukaan antara (*Binder Course*). Tebal nominal minimum AC – BC adalah 5 cm dan mempunyai fungsi:
 - a. Mengurangi tegangan/regangan akibat beban lalu-lintas dan meneruskannya ke lapis di bawahnya, harus mempunyai ketebalan dan kekakuan cukup.
 - b. Mempunyai kekuatan yang tinggi pada bagian perkerasan untuk menahan beban paling tinggi akibat beban lalu-lintas.
3. Lapis pondasi (*Base Course*), dapat berupa granular agregat serta berpengikat baik aspal maupun semen, mempunyai fungsi:
 - a. Mendukung beban pada lapis permukaan
 - b. Mengurangi tegangan / regangan dan meneruskannya ke lapisan di bawahnya.

2.2. Agregat

Agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan padat. Istilah agregat mencakup antara lain batu bulat, batu pecah, abu batu dan pasir.

Sedangkan menurut *America Society for Testing and Materials (ASTM)* mendefinisikan agregat sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa massa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen. Agregat adalah bahan yang berbutir yang mempunyai komposisi mineral seperti pasir, kerikil, batu pecah, atau komposisi mineral-mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun hasil pengolahannya (pemecahan/penyaringan) yang merupakan bahan utama untuk konstruksi

jalan.

Dalam hubungannya dengan kinerja campuran beraspal, agregat memberikan kontribusi 90 – 95% terhadap persentase berat, atau 75 – 85% agregat berdasarkan persentase volume.

Salah satu faktor penentu kemampuan perkerasan jalan dalam memikul beban lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca adalah sifat agregat. Sifat agregat menentukan kualitasnya sebagai bahan material perkerasan jalan, sehingga diperlukan pemeriksaan terhadap sifat-sifat fisik dari material. Dalam hal ini yang perlu untuk dilakukan pemeriksaan adalah gradasi, kebersihan, kekerasan dan ketahanan agregat, bentuk butir, tekstur permukaan, porositas, kemampuan untuk menyerap air, berat jenis, dan daya pelekatan dengan aspal.

Adapun berbagai rumus untuk pemeriksaan agregat sebagai berikut:

a. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat

Rumus :

$$\% \text{ tertahan per saringan} = \frac{\text{Jumlah Kumulatif Tertahan}}{\text{Total Agregat}} \times 100 \dots\dots(2.1)$$

$$\% \text{ lolos} = 100\% - \% \text{ tertahan per saringan} \dots\dots(2.2)$$

b. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Rumus :

$$\text{Berat Jenis (Bulk Specific Gravity)} = \frac{BK}{B+SSD-Bt} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$\text{Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD)} = \frac{\text{SSD}}{\text{B} + \text{SSD} - \text{Bt}} \dots \dots \dots (2.4)$$

$$\text{Berat jenis semu (Appermt Specific Gravity)} = \frac{\text{Bk}}{\text{B} + \text{Bk} - \text{Bt}} \dots \dots \dots (2.5)$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{(\text{SSD} - \text{Bk})}{\text{Bk}} \times 100\% \dots (2.6)$$

Keterangan :

BK = Berat contoh kering oven

B = Berat picnometer + air

BT = Berat picnometer + air + benda uji

c. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Rumus :

$$\text{Berat Jenis Semu (Apparent)} = \frac{C}{C - B} \dots \dots \dots (2.7)$$

$$\text{Berat Jenis Bulk} = \frac{C}{A - B} \dots \dots \dots (2.8)$$

$$\text{Berat Jenis SSD} = \frac{A}{A - B} \dots \dots \dots (2.9)$$

$$\text{Penyerapan (Absortion)} = \frac{A - C}{C} \times 100\% \dots \dots \dots (2.10)$$

d. Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar dan Halus

Rumus :

$$\text{Berat isi agregat} = \frac{\text{Berat Agregat (E)}}{\text{Berat Air (C)}} \dots \dots (2.11)$$

Keterangan :

E = Berat Agregat

C = Berat Air

e. Pemeriksaan Abrasi Agregat

Rumus :

$$\text{Keausan} = \frac{A-B}{A} \times 100\% \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan :

A = berat benda uji sebelum abrasi

B = Berat benda uji tertahan saringan no. 12 (gram)

2.2.1. Klasifikasi Agregat

A. Ditinjau dari asal kejadiannya agregat / batuan dapat dibedakan atas batuan beku (*igneous rock*), batuan sedimen dan batuan metamorf/batuan malihan.

1. Batuan Beku

Batuan beku berasal dari magma yang mendingin dan memadat.

Pada dasarnya ada dua jenis batuan yakni :

- Batuan beku dalam
- Batuan beku luar

Batuan beku dalam terbentuk dari magma yang terjebak dalam patahan kulit bumi yang kemudian mendingin dan membeku suatu struktur kristal. Contoh dari batuan ini adalah granit, diorit dan garbo. Sedangkan batuan beku luar terbentuk dari magma yang keluar ke permukaan bumi selama aktivitas erupsi vulkanis dan aktivitas geologi lainnya.

2. Batuan Sedimen

Ada dua istilah yang dipakai pada batuan sedimen yaitu batuan silika dan karbonat. Batuan sedimen silika adalah batuan sedimen yang banyak mengandung silika. Sedangkan batuan sedimen banyak mengandung kalsium karbonat atau disebut batuan sedimentasi karbonat. Berdasarkan cara terbentuknya batuan sedimen terbagi tiga yakni, batuan sedimen yang terbentuk secara mekanis, kimiawi dan secara organis.

3. Batuan Metamorf

Batuan metamorf atau di kenal juga dengan nama batuan malihan, berasal dari batuan sedimen atau batuan beku yang telah mengalami perubahan karena tekanan dan panas yang intensif di dalam bumi atau akibat reaksi kimia yang kuat. Karena kompleksnya proses pembentukan formasi batuan ini maka agak sulit untuk menentukan bentuk asli batumannya.

Berdasarkan proses pengolahannya agregat untuk campuran beraspal umumnya di klasifikasikan, seperti agregat alam (*Natural aggregates*), agregat hasil pemrosesan dan agregat buatan atau agregat artificial.

1. Agregat Alam

Agregat alam adalah agregat yang digunakan dalam bentuk alamiahnya dengan sedikit atau tanpa pemrosesan sama sekali, agregat ini terbentuk dari proses erosi alamiah atau proses pemisahan akibat angin, air, pergeseran es dan reaksi kimia. Aliran gletser dapat

menghasilkan agregat dalam bentuk bongkahan bulat dan batu kerikil, sedangkan aliran air menghasilkan batuan yang bulat licin.

Dua jenis utama dari agregat alam yang di gunakan untuk konstruksi jalan adalah pasir dan kerikil.

2. Agregat yang Diproses

Agregat yang diproses adalah batuan yang telah di pecah atau di saring sebelum digunakan. Pemecahan agregat dilakukan dengan tiga alasan yakni : untuk merubah tekstur permukaan partikel dari licin ke kasar. Untuk merubah bentuk partikel dari bulat ke angular, dan untuk megurangi serta meningkatkan distribusi dan rentang ukuran partikel.

Penyaringan yang di lakukan pada agregat yang telah di pecahkan akan menghasilkan partikel agregat dengan rentang gradasi tertentu. Mempertahankan gradasi yang di hasilkan adalah suatu faktor yang penting untuk menjamin homogenitas dan kualitas campuran beraspal yang di hasilkan.

3. Agregat Buatan

Agregat ini didapatkan dari proses kimia atau fisika dari beberapa material sehingga menghasilkan suatu material baru yang sifatnya menyerupai agregat, salah satu contohnya adalah Slag, Batuan ini adalah substansi nonmetalik yang didapat dari hasil sampingan produksi yang timbul ke permukaan dari pencairan/peleburan biji besi selama proses peleburan. Beberapa jenis dari agregat ini merupakan hasil sampingan dari proses industri dan dari proses material yang sengaja diproses agar

dapat digunakan sebagai agregat atau sebagai material pengisi (*Filler*).

Berdasarkan ukuran partikel – partikel agregat, agregat dapat dibedakan atas :

- agregat kasar
- agregat halus
- abu batu/filler

2.2.2. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat yang tertahan pada saringan No.8. Dimana agregat yang digunakan terdiri dari batu pecah atau kerikil dalam keadaan kering, bersih dari lempung, kotoran-kotoran, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang tidak dikehendaki, dan mendekati gradasi.

Agregat kasar yang digunakan dapat berupa batu pecah atau kerikil yang berada dalam kondisi kering, bersih dari lempung dan kotoran-kotoran serta bahan- bahan organik lainnya yang dapat mempengaruhi kekuatan dari agregat. Selain itu, agregat kasar juga harus memenuhi persyaratan- persyaratan sebagai berikut:

- a. Gradasi agregat AASHTO T27 – 82
- b. Keausan agregat dengan mesin Los Angeles pada 500 putaran 12 bola baja AASHTO T96 – 77 (1982) maksimum 40 %
- c. Berat jenis curah (*bulk*) AASHTO T84 – 88 minimum 2,5
- d. Penyerapan air maksimum 3 %.

2.2.3. Agregat Halus

Agregat halus adalah material yang pada prinsipnya lewat saringan

2.36 mm dan tertahan pada saringan 75 μm atau saringan no. 200. Agregat halus dapat berupa pasir, batu pecah atau kombinasi dari keduanya. Fungsi utama agregat halus adalah mendukung stabilitas dan mengurangi deformasi permanen dari campuran melalui ikatan (*interlocking*) dan gesekan antar partikel. Berkenaan dengan hal ini, sifat-sifat khas yang diperlukan dari agregat adalah sudut permukaan, kekasaran permukaan, bersih dan bukan bahan organik.

Selain itu, agregat halus juga harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut:

- a. Gradasi agregat AASHTO T27 – 82
- b. Nilai Sand Equivalent dari agregat halus AASHTO T-176 min. 50 %
- c. Berat jenis semu (*Apparent*) AASHTO T 84 – 88 minimum 2,5
- d. Penyerapan terhadap air maksimum 3 %.

2.2.4. Sifat-Sifat Fisik Agregat

Dalam hubungannya dengan kinerja campuran beraspal diperlukan pemeriksaan terhadap sifat-sifat fisik agregat. Untuk tujuan ini sifat agregat yang harus di periksa antara lain : ukuran butir, gradasi, kebersihan, kekerasan bentuk partikel, tekstur permukaan, penyerapan dan kelekatan terhadap aspal.

a. Ukuran Butir

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

campuran tersebut.

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

b. Gradasi

Seluruh spesifikasi perkerasan mensyaratkan bahwa partikel agregat harus berada dalam rentang ukuran tertentu dan untuk masing-masing ukuran partikel harus dalam proporsi tertentu. Distribusi dan variasi ukuran butir agregat ini disebut gradasi agregat. Gradasi agregat dapat ditentukan oleh analisa saringan, dimana contoh agregat harus lolos pada saringan tertentu.

Gradasi agregat dinyatakan dalam persentase berat masing-masing contoh yang lolos pada saringan tertentu dan ditentukan dengan menimbang agregat yang lolos atau tertahan di masing-masing saringan. Gradasi agregat dapat dibedakan atas tiga ; Gradasi seragam (*uniform graded*), Gradasi rapat (*denese graded*) dan Gradasi senjang (*gap graded*).

- Gradasi Seragam (*Uniform Graded*)

Gradasi seragam (*uniform graded*) adalah gradasi agregat dengan ukuran yang hampir sama, gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka (*open graded*) karena hanya mengandung sedikit agregat halus sehingga terdapat banyak rongga/ruang kosong antar agregat. Campuran agregat yang dibuat dengan gradasi ini memiliki permeabilitas tinggi, stabilitas rendah dan memiliki berat isi yang kecil.

- Gradasi Rapat (*dense graded*)

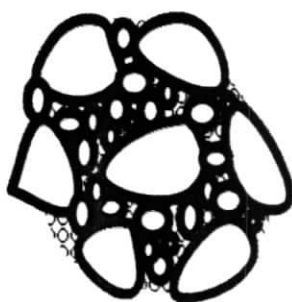
Gradasi Rapat (*dense graded*) adalah gradasi agregat, dimana terdapat butiran dari agregat kasar sampai halus sehingga disebut juga gradasi menerus atau gradasi baik (*well graded*). Campuran dengan gradasi ini memiliki stabilitas yang tinggi, agak kedap air dan memiliki berat isi yang besar.

- Gradasi Senjang (*gap graded*)

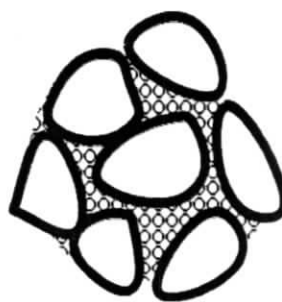
Gradasi Senjang (*gap graded*) adalah gradasi agregat dimana ukuran agregat yang ada tidak lengkap atau ada fraksi agregat yang tidak ada atau jumlahnya sedikit sekali. Campuran agregat dengan gradasi ini memiliki kualitas peralihan dari kedua gradasi yang tersebut di atas.



Gradasi Seragam



Gradasi Rapat



Gradasi Senjang

Gambar 2.1. Ilustrasi Gradasi Agregat

Agregat yang digunakan untuk lapisan perkerasan harus mempunyai daya tahan terhadap degradasi yang timbul selama proses pencampuran, pemadatan, repetisi beban lalu lintas dan disintegrasi yang terjadi selama masa pelayanan tersebut. Degradasi merupakan kehancuran agregat menjadi partikel-partikel yang lebih kecil akibat gaya yang diberikan pada waktu penimbunan, pemadatan ataupun beban lalu lintas. Tingkat degradasi dipengaruhi oleh jenis agregat, gradasi, bentuk, ukuran partikel dan energi pemadatan.

Semua lapisan perkerasan lentur membutuhkan agregat yang terdistribusi dari besar sampai kecil. Semakin besar ukuran maksimum partikel agregat yang digunakan semakin banyak variasi ukuran dari besar sampai kecil yang dibutuhkan. Terdapat 2 cara untuk menyatakan ukuran partikel agregat yaitu dengan :

- ❖ Ukuran maksimum, merupakan ukuran tapis/ayakan terkecil dimana agregat tersebut lolos 100 %.
- ❖ Ukuran nominal maksimum, merupakan ukuran tapis terbesar dimana agregat tertahan tapis tidak lebih dari 10%.

c. Kebersihan Agregat

Dalam spesifikasi biasanya memasukkan syarat kebersihan agregat dengan memberikan suatu batasan jenis dan jumlah material yang tidak diperlukan, seperti lumpur, tanaman, dan lain sebagainya, yang melekat pada agregat, karena akan memberikan pengaruh yang jelek pada kinerja perkerasan seperti berkurangnya ikatan antara aspal dan

agregat.

d. Kekerasan

Agregat yang nantinya digunakan sebagai lapis permukaan haruslah lebih keras (lebih tahan) dari agregat yang digunakan pada lapisan dibawahnya. Hal ini disebabkan karena permukaan pekerasan akan menerima dan menahan tekanan dan benturan dari beban lalu lintas paling besar.

e. Bentuk Butir Agregat

Agregat memiliki bentuk butir dari bulat (*rounded*) dan bersudut (*angular*). Bentuk butir agregat dapat mempengaruhi workabilitas campuran perkerasan pada saat penghamparan, yaitu dalam hal energi pemadatan yang dibutuhkan untuk memadatkan campuran, dan untuk kekuatan struktur perkerasan selama umur pelayanannya.

Dalam campuran beraspal, penggunaan agregat yang bersudut saja atau bulat saja tidak akan menghasilkan campuran beraspal yang baik. Kombinasi penggunaan kedua bentuk partikel ini sangat dibutuhkan untuk menjamin kekuatan pada struktur perkerasan dan workabilitas yang baik dari campuran tersebut.

f. Tekstur Permukaan Agregat

Permukaan agregat yang kasar akan memberikan kekuatan pada campuran beraspal karena kekasaran permukaan agregat dapat menahan agregat tersebut dari pergeseran atau perpindahan. Kekasaran permukaan agregat juga akan memberikan tahanan gesek yang kuat

pada roda kendaraan sehingga meningkatkan keamanan kendaraan terhadap slip.

Agregat dengan permukaan yang kasar memiliki koefisien gesek yang tinggi yang membuat agregat tersebut sulit untuk berpindah tempat sehingga akan menurunkan workabilitasnya. Oleh sebab itu, penggunaan agregat bertekstur halus dengan proporsi tertentu kadang-kadang dibutuhkan untuk membantu meningkatkan workabilitasnya. Di lain pihak film aspal lebih mudah merekat pada permukaan yang kasar sehingga akan menghasilkan ikatan yang baik antara aspal dan agregat.

g. Daya Serap Agregat

Keporusan agregat menentukan banyaknya zat cair yang dapat diserap agregat. Kemampuan agregat untuk menyerap air dan aspal adalah suatu informasi yang penting yang harus diketahui dalam pembuatan campuran beraspal. Jika daya serap agregat sangat tinggi, agregat ini akan terus menyerap aspal baik pada saat maupun setelah proses pencampuran agregat dengan aspal di unit pencampur aspal (AMP). Hal ini akan menyebabkan aspal yang berada pada permukaan agregat yang berguna untuk mengikat partikel agregat menjadi lebih sedikit sehingga akan menghasilkan film aspal yang tipis. Oleh karena itu, agar campuran yang dihasilkan tetap baik agregat yang porus memerlukan aspal yang lebih banyak dibandingkan dengan yang kurang porus.

Agregat dengan keporusan atau daya serap yang tinggi biasanya

tidak digunakan, tetapi untuk tujuan tertentu pemakaian agregat ini masih dapat dibenarkan asalkan sifat lainnya dapat terpenuhi. Contoh material seperti batu apung yang memiliki keporusan tinggi yang digunakan karena ringan dan tahan terhadap abrasi.

h. Kelekatan Agregat Terhadap Aspal

Kelekatan agregat terhadap aspal adalah kecenderungan agregat untuk menerima, meyerap dan menahan film aspal. Agregat hidrophobik (tidak menyukai air) adalah agregat yang memiliki sifat kelekatan terhadap aspal yang tinggi, contoh dari agregat ini adalah batu gamping dan dolomit. Sebaliknya, agregat hidrophilik (suka air) adalah agregat yang memiliki kelekatan terhadap aspal yang rendah. Sehingga agregat jenis ini cenderung terpisah dari film aspal bila terkena air. Kuarsit dan beberapa jenis granit adalah contoh agregat hidrophilik.

Ada beberapa metode uji untuk menentukan kelekatan agregat terhadap aspal dan kecenderungannya untuk mengelupas (*stripping*). Salah satu diantaranya dengan merendam agregat yang telah terselimuti aspal kedalam air, lalu diamati secara visual. Tes lainnya adalah dengan melakukan perendaman mekanik. Tes ini menggunakan 2 contoh campuran, satu direndam dalam air dan diberikan energi mekanik dengan cara pengadukan, dan satunya lagi tidak. Kemudian kedua contoh ini diuji kekuatannya. Perbedaan kekuatan antara keduanya dapat dipakai sebagai indikator untuk dapat mengetahui kepekaan agregat terhadap pengelupasan.

2.2.5. Produksi Agregat

Efisiensi dan efektifitas produksi agregat untuk campuran beraspal di tentukan oleh pengaturan dan pengawasan yang dilakukan pada unit pemecah batu (*stone crusher*). Sebelum masuk ke unit pemecah batu (*stone crusher*) bahan baku batuan harus sudah memenuhi persyaratan kekerasan dan keawetan, demikian juga setelah keluar dari unit produksi harus memenuhi persyaratan sifat fisik yang ditentukan dalam spesifikasi. Jika bahan baku tersebut mengandung tanah atau kotoran organik lainnya maka terlebih dahulu dilakukan penanganan khusus untuk menghilangkan kotorannya, karena akan memberikan pengaruh negatif pada kinerja campuran beraspal nantinya.

Untuk membersihkan bahan baku batuan tersebut dapat di gunakan dengan beberapa cara antara lain dengan pemisahan (*scalping*) pengerikan atau dengan pencucian (*dewatering*).

- Metode pemisahan (*scalping*)

Adalah untuk memisahkan batuan yang kecil dan besar (hanya batuan besar yang di pecah). Selain untuk efisiensi alat juga dapat mengurangi lempung yang masuk ke alat pemecah batu, dengan penggunaan *scalping* produksi alat pemecah batu dapat di tingkatkan sampai 15 %.

- Pengerikan

Pengerikan adalah dilakukan dalam suatu alat pencuci yang prinsip kerjanya adalah melepaskan kotoran dan lempung yang menempel pada

pasir dan kerikil dengan cara menyemprotkan air dan mengaduk-aduk, setelah terlepas kemudian dilakukan penyaringan untuk memisahkan lempung dari pasir dan kerikil.

- Pencucian (*dewatering*)

Dilakukan dengan cara penyaringan basah yaitu saringan di getarkan dengan frekwensi yang tinggi. Saringannya terbuat dari bahan dengan tahan gesek yang rendah seperti dari bahan plastik atau karet.

Unit produksi agregat dapat diklasifikasikan berdasarkan urutan pemecahannya yaitu, pemecah primer, sekunder, tersier dan seterusnya. Pemecah primer langsung menerima bahan baku dari kauri dan kemudian memperkecil ukuran batu tersebut dengan cara dipecahkan. Hasil dari pemecah primer masuk ke pemecah sekunder dan demikian seterusnya sampai diperoleh ukuran butir yang disyaratkan. Umumnya jenis pemecah batu yang digunakan untuk tiap ukuran tersebut adalah:

- a. Pemecah primer : digunakan pemecah batu jenis jaw, gratori atau hammer mill;
- b. Pemecah sekunder : digunakan pemecah batu jenis konus, roll atau hammer mill;
- c. Pemecah tersier : digunakan pemecah batu jenis roll, rod mill atau ball mill.

Alat pemecah batu merupakan unit yang memproduksi agregat dengan ukuran atau fraksi tertentu. Jenis-jenis pemecah batu yang sering digunakan terdiri dari lima macam yaitu, Pemecah batu jenis jaw, Gryatory

dan konus (*cone*), bentur (*impact*), dan pemecah batu jenis silinder. Jenis bentur primer (*primary impact*) dipakai terutama untuk batu kapur atau batu dengan nilai abrasi lebih rendah sedangkan pemecah batu bentur batang horizontal (*horizontal shaft impact crusher*). Pemecah batu bentur batang horizontal menggabungkan kelebihan pemecah batu jenis bentur dengan teknologi bahan logam berlapis *high chrome*.

1. Pemecah Batu Jenis Jaw

Mesin pemecah batu jenis jaw (*Jaw crusher*) atau jenis rahang penjepit pada umumnya terdiri atas dua buah plat yang salah satu platnya berada pada posisi tetap dan pelat lainnya bergerak yang di dorong oleh suatu (*single*) atau dua (*double*) batang penggerak (*toggle*) sebagai penghantam.

2. Pemecah Batu Jenis Gryatory

Pemecah batu jenis Gryatory mempunyai konus yang bergerak berputar dan bergoyang turun naik dengan sudut bervariasi. Mesin jenis ini digunakan untuk batu yang abrasif, kasar dan kenyal. Berat mesin antara 5-10 kali berat pemecah jenis jaw. Produksinya menghasilkan batu yang lebih halus daripada hasil pemecah jenis jaw dan memiliki beberapa keuntungan karena dapat menangani ukuran batu yang basah dan sedikit berlempung.

3. Pemecah Batu Jenis Konus (*Cone*)

Mesin jenis konus ini sama dengan jenis gryatory, kecuali mempunyai konus yang lebih pendek, bukan lebih kecil, berputar lebih

cepat (dari 430 rpm-580 rpm) dan menghasilkan agregat yang lebih seragam. Pemecah jenis konus merupakan mesin serba guna untuk pasir dan kerikil serta material yang memiliki ukuran butir (sebelum dipecah) 20–25 cm, yang tidak memerlukan lagi pemecah primer. Untuk batu jenis ledakan, pemecah jenis konus berfungsi sebagai pemecah lanjutan atau pemecah akhir setelah pemecah primer.

4. Pemecah Batu Jenis Bentur (*Impact*)

Pada mesin ini batu dipecah dengan suatu seri pukulan palu yang dipasang pada posisi tetap atau posisi tergantung pada batang/tuas (*shaft*) dengan kecepatan tinggi. Proses pemecahan adalah dengan benturan bukan dengan tekanan dan hasilnya lebih berbentuk kubikal dari pada jenis pemecah batu lainnya. Hammer mill merupakan jenis pemecah batu bentur (*impact*) yang paling banyak digunakan baik sebagai pemecah primer maupun sekunder.

5. Pemecah Batu Jenis Silinder (*Roll Crushers*)

Ada dua macam jenis pemecah batu roll yaitu silinder tunggal (*single roll*) serta silinder ganda (*two roll*) atau lebih sampai dengan empat silinder. Silinder tunggal biasanya digunakan sebagai pemecah batu ringan untuk bahan yang relatif lunak seperti batu bara, batu lempung atau gypsum, silinder ganda digunakan untuk batu yang lembek sampai batu yang keras dan dapat di fungsikan sebagai pemecah awal, kedua atau lanjutan. Hasil produksi yang dihasilkan berupa agregat dengan bentuk kubikal. Ukuran butir maksimum yang dapat dipecahkan

tergantung dari diameter silinder (*roll*) pemecahnya. Kapasitas dari pemecah batu ini bervariasi tergantung dari jenis batuan, ukuran bukaan atas (*top opening*), ukuran butir hasil pemecahan, diameter silinder (*rolls*) dan kecepatan putaran silinder.

2.2.6. Bahan Pengisi (*Filler*)

Filler adalah material yang lolos saringan no.200 (0,075 mm) dan termasuk kapur hidrat, abu terbang, Portland semen dan abu batu. *Filler* dapat berfungsi untuk mengurangi kepekaan terhadap temperatur serta mengurangi jumlah rongga udara dalam campuran, namun demikian jumlah *filler* harus dibatasi pada suatu batas yang menguntungkan. Terlampaui tinggi kadar *filler* maka cenderung menyebabkan campuran menjadi getas dan akibatnya akan mudah retak akibat beban lalu lintas. Pada sisi lain kadar *filler* yang terlampaui rendah menyebabkan campuran menjadi lembek pada temperatur yang relatif tinggi. Jumlah *filler* ideal antara 0.6 sampai 1.2, yaitu perbandingan prosentase *filler* dengan prosentase kadar aspal dalam campuran atau lebih dikenal dengan istilah *Dust Proportion*.

Filler berperan dalam campuran aspal dengan 2 macam cara ; yaitu pertama *filler* sebagai modifikasi dari gradasi pasir yang menimbulkan kepadatan campuran dengan lebih banyak titik kontak antara butiran partikel, hal ini akan mengurangi jumlah aspal yang akan mengisi rongga-rongga yang tersisa didalam campuran. Sedangkan peran kedua adalah suatu cara yang baik untuk mempengaruhi kinerja *filler*

dengan mempertimbangkan proporsi yang menguntungkan dari komposisi agregat halus, *filler* dan aspal didalam mortar, selanjutnya sifat-sifat mortar ini tergantung pada sifat asli dari pasir, jumlah takaran dalam campuran aspal serta viskositas pasta atau bahan pengikat yang digunakan.

Selain itu, bahan pengisi (*filler*) juga harus memenuhi persyaratan- persyaratan sebagai berikut:

- a. Gradasi agregat AASHTO T27 – 82
- b. Berat jenis curah (*Bulk*) AASHTO T84 – 88 minimum 2,5
- c. Penyerapan air maksimum 3 %.

Sumber : *Beton Aspal Campuran Panas, Sukirman, 2003: 46*

2.2.7. Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengelompokan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tetapi mempunyai sifat yang serupa kedalam kelompok-kelompok dan sub kelompok berdasarkan pemakaiannya. sebagai besar sistem klasifikasi tanah yang telah dikembangkan untuk tujuan rekayasa didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti ukuran butiran dan plastisitas.

Sistem klasifikasi tanah yang sering digunakan pada saat ini adalah sistem klasifikasi tanah USCS dan sistem klasifikasi tanah AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials Classification*).

a. Sistem Klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification System*)

Sistem Klasifikasi Tanah USCS mengelompokkan tanah kedalam

dua kelompok besar, yaitu :

1. Tanah berbutir kasar, yaitu : tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50% berat total, contoh tanah lolos ayakan No. 200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal G atau S. G adalah untuk kerikil atau tanah kerikil, dan S adalah untuk pasir atau tanah berpasir.
2. Tanah berbutir halus, yaitu: tanah dimana lebih dari 50% berat total, contoh tanah lolos saringan No. 200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal M untuk lanau anorganik, C untuk lempung anorganik, dan O untuk lanau organik dan lempung-organik. Simbol Pt digunakan untuk tanah gambut, kemudian tanah dengan kadar organik yang tinggi.

Tanah berbutir kasar ditandai dengan simbol kelompok seperti : GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM dan SC. Untuk klasifikasi yang benar, faktor-faktor berikut perlu diperhatikan :

1. Persentase butiran yang lolos ayakan No. 200 (ini adalah fraksi halus).
2. Presentasi fraksi kasar yang lolos ayakan No. 40.
3. Koefisien keseragaman (uniformity coefficient, C_u) dan koefisien gradasi (gradation coefficient, C_c) untuk tanah dimana 0-12% lolos ayakan No. 200.
4. Batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) bagian tanah yang lolos ayakan No. 40 (untuk tanah dimana 5% lebih lolos ayakan No. 200).

pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. bersifat (termoplastis) , yaitu mencair jika dipanaskan sampai pada suhu tertentu dan akan kembali membeku jika temperatur mulai turun. Hydrocarbon adalah bahan dasar utama dari aspal yang umum disebut bitumen sehingga aspal sering disebut bitumen.

Pada konstruksi perkerasan lentur, aspal merupakan salah satu komponen kecil, umumnya hanya 4 - 10 % berdasarkan persentase berat atau 10-15 % berdasarkan volume, tetapi merupakan komponen yang relatif mahal. Aspal yang umum digunakan saat ini adalah aspal yang berasal dari proses destilasi minyak bumi disamping itu mulai banyak pula digunakan aspal alam yang berasal dari Pulau Buton.

Aspal minyak yang digunakan untuk konstruksi perkerasan jalan merupakan hasil residu dari proses destilasi minyak bumi (suatu proses dimana berbagai fraksi dipisahkan dari minyak mentah) yang sering disebut dengan aspal semen. Aspal semen bersifat mengikat agregat pada lapisan aspal beton dan memberikan lapisan kedap air, serta tahan terhadap pengaruh asam, basa dan garam. Ini berarti jika dibuatkan lapisan dengan mempergunakan aspal sebagai pengikat dengan mutu yang baik dapat memberikan lapisan kedap air dan tahan terhadap pengaruh cuaca dan reaksi kimia yang lain.

Adapun rumus untuk berbagai pemeriksaan aspal sebagai berikut :

a. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal

Rumus yang digunakan :

$$\text{Berat jenis aspal} = \frac{(C - A)}{-A) - (D - C)} \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan :

δ = berat jenis aspal

A = berat piknometer (dengan penutup) (gram)

B = berat pinometer berisi air (gram)

C = berat piknometer berisi aspal (gram)

D = berat piknometer berisi aspal dan air (gram)

b. Pemeriksaan Kelarutan Aspal dalam CCL4

Rumus :

$$P = \frac{\text{Aspal larutan dalam CCL4}}{\text{Jumlah aspal kering}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana : P = bagian aspal larutan dalam CCL4

2.3.1. Jenis Aspal

Berdasarkan cara diperolehnya aspal dapat dibedakan atas :

a. Aspal Alam

Aspal alam adalah aspal yang secara alamiah terjadi di alam.

Berdasarkan deposit aspal alam ini dikelompokkan menjadi 2 kelompok,

yaitu :

1. Aspal Danau (*Lake Asphalt*)

Aspal ini secara alamiah terdapat di danau Trinidad Venezuela

dan Lawele. Aspal ini terdiri dari bitumen, mineral dan bahan organik lainnya. Angka penetrasi dari aspal ini sangat rendah dan titik lembeknya sangat tinggi. Karena aspal ini sangat keras, dalam pemakaiannya aspal ini dicampur dengan aspal keras yang mempunyai angka penetrasi yang tinggi dengan perbandingan tertentu sehingga dihasilkan aspal dengan angka penetrasi yang diinginkan.

2. Aspal Batu (*Rock Asphalt*)

Aspal batu Kentucky dan Buton adalah aspal yang secara alamiah terdeposit dipulau Buton, Indonesia dan didaerah *Kentucky, USA*. Aspal dari deposit ini terbentuk dalam celah-celah batuan kapur dan batuan pasir. Aspal yang terkandung dalam batuan ini berkisar antara 12 – 35 % dari masa batu tersebut dan memiliki tingkat penetrasi antara 0 – 40. Untuk pemakaiannya, deposit ini harus ditimbang terlebih dahulu, lalu aspalnya diekstraksi dan dicampur dengan minyak pelunak atau aspal keras dengan angka penetrasi yang lebih tinggi agar didapat suatu campuran aspal yang memiliki angka penetrasi sesuai dengan yang diinginkan. Pada saat ini aspal batu telah dikembangkan lebih lanjut, sehingga menghasilkan aspal batu dalam bentuk butiran partikel yang berukuran lebih kecil dari 1 mm dan dalam bentuk mastik.

b. Aspal Buatan

Aspal yang masuk dalam kategori aspal buatan adalah aspal minyak dan tar, akan tetapi tar tidak umum digunakan pada perkerasan jalan karena lebih cepat mengeras, peka terhadap perubahan temperatur dan

Bilamana persentase butiran yang lolos ayakan No. 200 adalah antara 5 -12%, simbol ganda seperti : GW-GM, GP-GM, GW-GC, GP-GS SW-SM, SW-SC, SP-SM, dan SP-SC diperlukan.

Klasifikasi tanah berbutir halus dengan simbol seperti ML, CL, OL, MH, CH, dan OH didapat dengan cara menggambarkan batas cair dan indeks plastisitas tanah yang bersangkutan pada bagan plastisitas (*Casagrande, 1948*) yang diberikan dalam tabel 2.2 garis diagonal pada bagan plastisitas dinamakan garis A, dan garis A tersebut diberikan dengan persamaan :

$$PI = 0,73 (LL - 20)$$

b. Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials Classification*)

Sistem klasifikasi AASHTO membagi kedalam 7 kelompok, A-1 sampai A-7 termasuk sub-sub kelompok. Tanah yang diklasifikasikan kedalam A-1, A-2, dan A-3 adalah tanah berbutir dimana 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos ayakan No. 200. Tanah dimana lebih dari 35% butiran lolos ayakan No. 200. Diklasifikasikan kedalam kelompok A-4, A-5, A-6 dan A-7.

Tanah-tanah dalam tiap kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompoknya yang dihitung dengan rumus-rumus empiris. Pengujian yang digunakan hanya analisis saringan dan batas-batas *Atterberg*. Indeks kelompok (group indeks).

Sumber : Joseph E Bowles, 1993 hal 58

digunakan untuk mengetahui lebih lanjut tanah-tanah dalam kelompoknya.

Indeks kelompok dihitung dengan persamaan :

$$GI = (F-35)[(0,2+0,005)(LL-40)] + 0,01 (F - 15)(PI - 10).....(2.1)$$

Dimana :

GI = indeks kelompok (group indeks)

F = persen material lolos saringan No.200

LL = batas cair

PI = indeks plastisitas.

Bila nilai indeks kelompok (GI) semakin tinggi, semakin berkurang ketetapan pengguna tanahnya. Tanah granuler diklasifikasikan ke dalam klasifikasi A-1 sampai A-3. Tanah A-1 granular yang bergradasi baik, sedangkan A-3 adalah pasir yang bergradasi buruk. Tanah A-2 termasuk tanah granuler (kurang dari 35% lolos saringan No. 200), tetapi masih terdiri atas lanau dan lempung. Tanah berbutir halus diklasifikasikan dari A-4 sampai A-7, yaitu tanah lempung-lanau. Perbedaan keduanya di dasarkan pada kriteria dibawah ini :

a. Ukuran butiran :

Kerikil : bagian tanah yang lolos ayakan dengan diameter 75 mm (3 in) dan tertahan pada ayakan No.20 (2mm).

Pasir : bagian yang lolos ayakan No. 10 (2mm) yang tertahan pada ayakan No. 200 (0,075 mm).

b. **Plastisitas :**

Nama berlanau dipakai apabila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas (PI) sebesar 10 atau kurang. Nama lempung dipakai bilamana bagian-bagian yang halus dari tanah yang mempunyai indeks plastis sebesar 11 atau lebih.

c. Apabila bebatuan (ukuran lebih besar dari 75 mm) ditemukan dalam contoh tanah yang akan ditentukan klasifikasi tanahnya, maka batuan-batuan tersebut harus dikeluarkan terlebih dahulu.

Sumber : Mekanika Tanah, Braja M. Das, 1998: 64

c. **Kandungan Lumpur**

Pengertian lumpur adalah frakma lempung atau lanau yang melekat pada agregat alam baik batuan maupun pasir yang lolos saringan 0,075 mm atau saringan no. 200 .

Tanah liat dan lumpur sering terdapat pada permukaan butiran agregat, biasanya berbentuk gumpalan atau lapisan yang menutupi lapisan butiran - butiran agregat yang mampu mengurangi kekuatan ikatan antara aspal dan agregat itu sendiri sehingga ketahanan serta kekuatan aspal beton tersebut akan berkurang.

Kadar lumpur yang berlebihan pada agregat dapat membuat kekuatan campuran menjadi rendah, sehingga mutu aspal beton yang diinginkan tidak tercapai.

2.3 Spesifikasi Bahan Pengikat (Aspal)

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua

beracun. Aspal Minyak dengan berbahan aspal dapat dibedakan atas

1. Aspal Keras / Panas (*Asphalt Cement, AC*)

Yaitu aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan panas. Aspal semen pada temperatur ($20^{\circ} - 30^{\circ}\text{C}$) berbentuk padat. Aspal semen terdiri dari beberapa jenis tergantung dari proses pembuatannya dan jenis minyak bumi asalnya. Pengelompokkan aspal semen dapat dilakukan berdasarkan nilai penetrasinya ataupun berdasarkan nilai viskositasnya. Pada umumnya aspal semen dengan penetrasi rendah digunakan di daerah bercuaca panas atau lalu lintas dengan volume tinggi, sedangkan aspal dengan penetrasi tinggi digunakan untuk daerah bercuaca dingin.

2. Aspal Dingin / Cair (*Cut Back Asphalt*)

Aspal cair adalah campuran antara aspal semen dengan bahan-bahan pencair dari hasil penyulingan minyak bumi. Dengan demikian cut back asphalt berbentuk cair dalam temperatur ruang.

Berdasarkan bahan pencairnya dan kemudahan bahan pelarutnya aspal cair dapat di bedakan atas :

a) RC (*Rapid Curing cut back*)

Merupakan aspal semen yang dilarutkan dengan bensin atau premium, RC merupakan cut back aspal yang paling mudah menguap.

b) MC (*Medium Curing cut back*)

Merupakan aspal yang di larutkan dengan bahan pencair minyak tanah.

c) SC (*Slow Curing Cut Back*)

Merupakan aspal semen yang dilarutkan dengan bahan yang kental seperti solar. Aspal jenis ini merupakan aspal yang paling lama menguap.

3. Aspal Emulsi (*Emulsion Asphalt*)

Aspal emulsi dihasilkan dari proses pengemulsian aspal keras. Pada proses ini partikel-partikel aspal keras dipisahkan dan didispersikan ke dalam air yang mengandung emulsifier (*emulgator*). Partikel aspal yang terdispersi berukuran sangat kecil bahkan sebagian besar berukuran koloid. Jenis emulsifier yang digunakan sangat mempengaruhi jenis dan kecepatan pengikatan aspal emulsi yang dihasilkan. Berdasarkan muatan listrik zat pengemulsi yang digunakan, aspal emulsi yang dihasilkan dapat dibedakan menjadi :

- Kationik (emulsi asam), merupakan aspal emulsi bermuatan listrik positif.
- Anionik (emulsi alkali), merupakan aspal emulsi bermuatan listrik negatif.
- Non-ionik, adalah merupakan aspal emulsi yang tidak mengalami ionisasi atau tidak mengantarkan listrik (netral).

Aspal emulsi yang umum digunakan sebagai bahan perkerasan jalan adalah aspal emulsi anionik dan kationik.

c. Aspal Modifikasi

Aspal modifikasi dibuat dengan mencampur aspal keras dengan suatu bahan tambah. Polimer adalah jenis bahan tambah yang banyak

digunakan saat ini, sehingga aspal modifikasi sering disebut juga aspal polymer. Antara lain berdasarkan sifatnya, ada dua jenis bahan polymer yang biasanya digunakan untuk tujuan ini, yaitu polymer elastomer dan polymer plastomer.

- **Aspal polymer elastomer**

SBS (*Styrene Butadine Styrene*), SBR (*Styrene Butadine Rubber*), SIS (*Styrene Isoprene Styrene*) dan karet adalah jenis-jenis polymer elastomer yang biasanya digunakan sebagai bahan pencampur aspal keras. Penambahan polymer jenis ini dimaksudkan untuk memperbaiki sifat-sifat biologi aspal, antara lain penetrasi, kekentalan, titik lembek, dan elastisitas aspal keras. Campuran beraspal yang dibuat dengan aspal polymer elastomer akan memiliki tingkat elastisitas yang lebih tinggi dari campuran beraspal yang dibuat dengan aspal keras. Persentase penambahan bahan tambah (*aditive*) pada pembuatan aspal polymer harus ditentukan berdasarkan pengujian laboratorium karena penambahan bahan tambah sampai dengan batas tertentu memang dapat memperbaiki sifat-sifat rheologi aspal dan campuran tetapi penambahan yang berlebihan justru akan memberikan pengaruh yang negatif.

- **Aspal polymer plastomer**

Seperti halnya dengan aspal polymer elastomer, penambahan bahan polymer plastomer pada aspal keras juga dimaksudkan untuk meningkatkan sifat rheologi baik pada aspal keras dan sifat fisik campuran beraspal. Jenis polymer plastomer yang telah banyak digunakan antara

lain adalah EVA (*Ethlene Vinyl Acetate*), polypropilene dan polyethilene. Persentase penambahan polymer ini ke dalam aspal keras juga harus ditentukan berdasarkan pengujian laboratorium karena sampai dengan batas tertentu penambahan ini dapat memperbaiki sifat-sifat rheologi aspal dan campuran tetapi penambahan yang berlebihan justru akan memberikan pengaruh yang negatif.

2.3.2 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 didalam 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 yan telah dipadatkan dan ditutupi oleh agregat-agregat yang lebih halus (pascahampar), seperti perkerasan penetrasi makadam atau pelaburan.

Fungsi utama aspal untuk kedua jenis proses pembentukan perkerasan yaitu proses pencampuran prahampar, dan pascahampar itu

berbeda. Pada proses prahampar aspal yang dicampurkan dengan agregat akan membungkus atau menyelimuti butir-butir agregat, mengisi pori antar butir, dan meresap kedalam pori masing-masing butir.

Pada proses pascahampar, aspal disiramkan pada lapisan agregat yang telah dipadatkan, lalu di atasnya ditaburi butiran agregat halus. Pada ini aspal akan meresap kedalam pori-pori antar butir agregat dibawahnya.

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 harus mempunyai daya tahan (tidak cepat rapuh) terhadap cuaca.

Adhesi adalah kemampuan agregat untuk mengikat aspal sehingga dihasilkan ikatan yang baik antara agregat dengan aspal. Kohesi adalah kemampuan aspal untuk mempertahankan agregat tetap ditempatnya setelah terjadi pengikatan. Sifat ini dapat diperiksa dengan melakukan pengujian tentang kelekatan aspal (*stripping test*). Agregat bersilika tinggi bersifat hydrophilic, sehingga mempunyai ikatan dengan aspal yang kurang baik. Agregat bersilika rendah mengikat aspal dan bersifat hydrophobic. Agregat yang dapat digunakan sebagai material perkerasan jalan adalah agregat dengan kelekatan agregat terhadap aspal minimum 95%.

2.3.3 Sifat Kimiawi Aspal

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 telah 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 didalam aspal belerang (sulfuric acid) terdapat 2 komponen fraksional aspal berdasarkan daya reaksi kimiawinya didalam asam sulfuric acid, yaitu:

1. *Asphaltenes* (A)

Asphalten adalah unsur kimia aspal yang padat yang tidak larut dalam n-penten. *Asphalten* berwarna coklat tua sampai hitam yang terdiri dari senyawa karbon dan hydrogen dengan perbandingan 1 : 1, dan kadang-kadang mengandung nitrogen, sulfur, dan oksigen. Molekul asphalten ini memiliki ukuran antara 5 – 30 nano meter.

2. Malten

Malten adalah unsur kimia lainnya yang terdapat di dalam aspal selain asphalten. Unsur malten ini terbagi lagi menjadi tiga unsur yaitu:

a) Resin

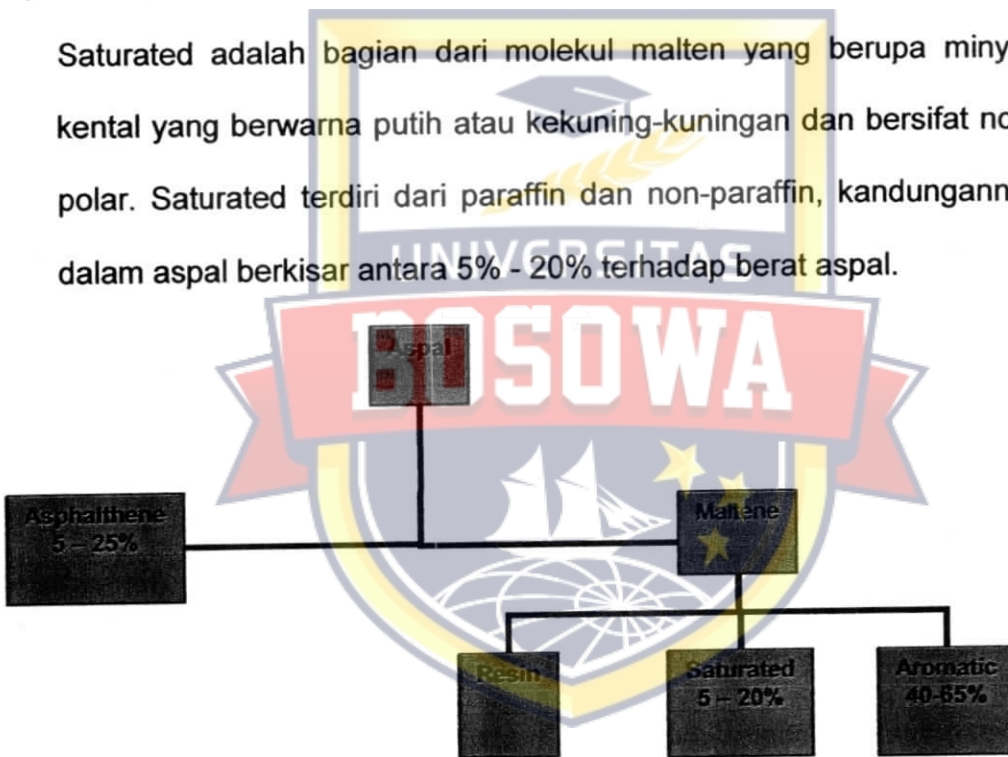
Terdiri dari hidrogen dan karbon, dan sedikit mengandung oksigen, sulfur dan nitrogen. Resin memiliki ukuran antara 1 – 5 nano meter, berwarna coklat, berbentuk semi padat sampai padat, bersifat sangat polar dan memberikan sifat adesif pada aspal.

b) Aromatik

Aromatik adalah unsur pelarut asphalten yang paling dominan didalam aspal. Aromatik berbentuk cairan kental yang berwarna coklat tua dan kandungannya dalam aspal berkisar 40% - 60% terhadap berat aspal. Aromatik terdiri dari rantai karbon bersifat non-polar yang didominasi oleh unsur tak jenuh (unsaturated) dan memiliki daya larut yang tinggi terhadap molekul hidrokarbon.

c) Saturated

Saturated adalah bagian dari molekul malten yang berupa minyak kental yang berwarna putih atau kekuning-kuningan dan bersifat non-polar. Saturated terdiri dari paraffin dan non-paraffin, kandungannya dalam aspal berkisar antara 5% - 20% terhadap berat aspal.



Gambar 2.2. Kandungan kimia dari aspal

2.3.4 Sifat Fisik Aspal

Sifat – sifat fisik aspal yang sangat mempengaruhi perencanaan, produksi dan kinerja campuran beraspal antara lain adalah durabilitas, adhesi dan kohesi, kepekaan terhadap temperatur, pengerasan dan penuaan

a. Daya Tahan (*Durability*)

Daya tahan aspal adalah kemampuan aspal mempertahankan sifat asalnya akibat pengaruh cuaca selama masa pelayanan jalan. Kinerja aspal sangat dipengaruhi oleh sifat aspal tersebut setelah digunakan sebagai bahan pengikat dalam campuran beraspal dan dihampar di lapangan. Hal ini disebabkan karena sifat – sifat aspal akan berubah secara signifikan akibat oksidasi dan pengelupasan yang terjadi baik pada saat pencampuran, pengangkutan dan penghamparan campuran beraspal di lapangan.

Perubahan sifat ini akan menyebabkan aspal menjadi daktilitas rendah atau dengan kata lain aspal telah mengalami penuaan. Kemampuan aspal untuk menghambat laju penuaan ini disebut durabilitas aspal, aspal dengan durabilitas yang baik akan menghasilkan campuran dengan kinerja baik pula.

b. Adhesi dan Kohesi

Adhesi adalah kemampuan aspal untuk mengikat agregat sehingga dihasilkan ikatan yang baik antara agregat dengan aspal. Kohesi adalah kemampuan aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap di tempatnya setelah terjadi pengikatan. Sifat adhesi dan kohesi aspal sangat penting diketahui dalam pembuatan campuran beraspal karena sifat ini sangat mempengaruhi kinerja dan durabilitas campuran.

c. Kepekaan Aspal Terhadap Temperatur

Aspal adalah material yang termoplastis, berarti akan menjadi keras

atau lebih kental jika temperatur berkurang dan akan lunak atau lebih cair jika temperatur bertambah. Sifat ini dinamakan kepekaan terhadap perubahan temperatur. Kepekaan terhadap temperatur dari setiap hasil produksi aspal berbeda-beda tergantung dari asalnya walaupun aspal tersebut memiliki jenis yang sama.

2.4 Karakteristik Campuran Beton Aspal

Ada beberapa jenis beton aspal campuran panas, namun dalam penelitian ini jenis beton aspal campuran panas yang ditinjau adalah campuran AC-BC.

Karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh campuran beton aspal adalah :

1. *Stabilitas*

Stabilitas adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur ataupun bleeding. Kebutuhan akan stabilitas setingkat 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 dengan volume lalu lintas yang hanya terdiri dari kendaraan penumpang saja.

Kestabilan yang terlalu tinggi menyebabkan lapisan itu menjadi kaku dan cepat mengalami retak, disamping itu karena volume antar agregat kurang, mengakibatkan kadar aspal yang dibutuhkan rendah. Hal

ini menghasilkan film aspal tipis dan mengakibatkan ikatan aspal mudah lepas sehingga durabilitasnya rendah.

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. Aspal dengan penetrasi rendah
- e. Aspal dengan jumlah yang mencukupi untuk ikatan antar butir.

Agregat bergradasi baik, bergradasi rapat memberikan rongga antar butiran agregat (*voids in mineral agregat = VMA*) yang kecil. Keadaan ini menghasilkan stabilitas yang tinggi, tetapi membutuhkan kadar aspal yang rendah untuk mengikat agregat. VMA yang kecil mengakibatkan aspal yang dapat menyelimuti agregat larangan dan menghasilkan film aspal yang tipis mudah lepas yang mengakibatkan lapis tidak lagi kedap air, oksidasi mudah terjadi, dan lapisan perkerasan menjadi rusak.

Pemakaian aspal yang banyak mengakibatkan aspal tidak lagi kedap air, oksidasi mudah terjadi, dan lapis perkerasan mudah rusak. Pemakaian aspal yang banyak mengakibatkan aspal tidak lagi menyelimuti agregat dengan baik karena VMA kecil dan juga menghasilkan rongga antar campuran (*voids in mix = VIM*) yang kecil. Adanya beban lalu lintas yang menambah pemadatan lapisan mengakibatkan lapisan aspal meleleh keluar yang dinamakan *bleeding*.

2. Durabilitas (keawetan / daya tahan)

Durabilitas adalah kemampuan beton aspal menerima repetisi beban lalu lintas seperti berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim, seperti udara, air, atau perubahan temperatur.

Faktor- faktor yang mempengaruhi durabilitas lapisan aspal beton adalah :

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

3. Fleksibilitas / Kelenturan

Fleksibilitas pada lapisan perkerasan adalah kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume. Fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan :

- a. Penggunaan agregat bergradasi senjang sehingga diperoleh VMA yang besar.

- b. Penggunaan aspal lunak (aspal dengan penetrasi tinggi).
- c. Penggunaan aspal yang cukup banyak sehingga diperoleh VIM yang kecil.

4. **Skid Resistance (tahanan geser/ kekesatan)**

Tahanan geser adalah kekesatan yang diberikan oleh perkerasan sehingga kendaraan tidak mengalami slip baik di waktu hujan atau basah maupun di waktu kering.

Campuran Aspal dapat dikatakan tahanan geser tinggi jika :

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

5. **Fatigue Resistance (Ketahanan kelelahan)**

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.

6. **Workability (Kemudahan pelaksanaan)**

Kemudahan pelaksanaan (*workability*) adalah mudahnya suatu

campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan.

Faktor yang mempengaruhi kemudahan dalam pelaksanaan (*workability*) adalah :

- a. Gradasi agregat.
- b. Temperatur campuran.
- c. Kandungan bahan pengisi (*filler*) yang tinggi menyebabkan pelaksanaan lebih sukar.

7. **Impermeabilitas (Kedap air)**

Impermeabilitas (Kedap Air) adalah kemampuan beton aspal untuk tidak dapat dimasuki air ataupun udara kedalam lapisan beton aspal.

2.5 **Sifat Volumetrik Dari Campuran Beton Aspal Yang Telah Dipadatkan**

Secara analitis, dapat ditentukan sifat volumetrik dari beton aspal padat, baik yang dipadatkan dilaboratorium, maupun dilapangan.

Parameter yang biasa digunakan adalah:

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

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

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

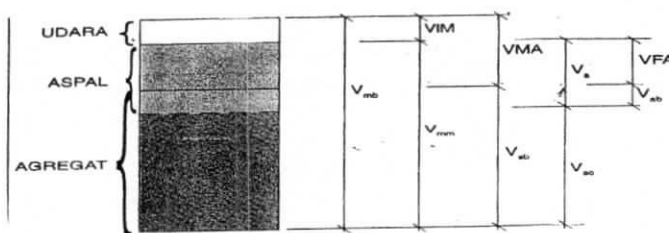
VFA = volume pori beton aspal padat yang terisi oleh aspal (*volume of voids filled with asphalt*)

VIM adalah volume pori yang masih tersisa setelah campuran beton aspal dipadatkan. VIM ini dibutuhkan untuk tempat bergesernya butir – butir agregat, akibat pemadatan tambahan yang terjadi oleh repetisi beban lalu lintas, atau tempat jika aspal menjadi lunak akibat meningkatnya temperatur. VIM yang terlalu besar akan mengakibatkan beton aspal padat berkurang kededapan airnya, sehingga berakibat meningkatnya proses oksidasi aspal yang dapat mempercepat penuaan aspal dan menurunkan sifat durabilitas beton aspal. VIM yang terlalu kecil akan mengakibatkan perkerasan mengalami bleeding jika temperatur meningkat.

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

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

Secara skematis berbagai jenis volume yang terdapat didalam campuran beton aspal padat ditunjukkan pada **Gambar 2.3**. Pada **Gambar 2.4** dan **Gambar 2.5** dapat dilihat apa yang dimaksud dengan lapisan aspal efektif atau film aspal, VIM, dan aspal terarsorpsi.



Gambar 2.3. Skematis berbagai jenis volume beton aspal

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

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

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

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

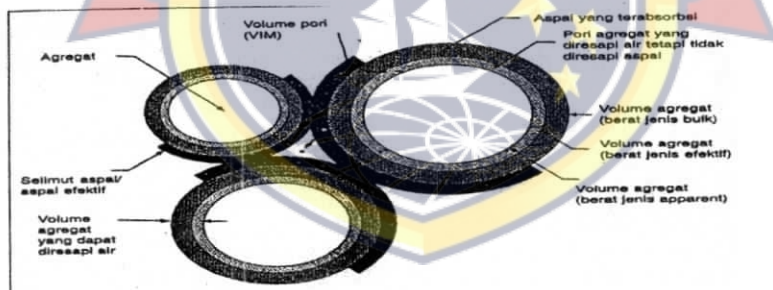
V_{mm} = volume tanpa pori dari beton aspal padat.

VIM = volume pori dalam beton aspal padat.

V_a = volume aspal dalam beton aspal padat.

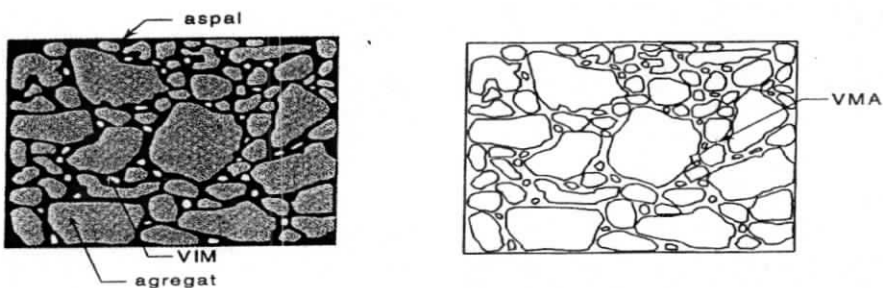
VFA = volume pori beton aspal yang terisi oleh aspal.

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



Gambar 2.4. Pengertian tentang VIM, selimut aspal, aspal yang terabsorpsi,

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



Gambar 2.5. Ilustrasi pengertian VMA dan VIM

2.6 Spesifikasi Campuran

2.6.1. Gradasi Agregat Gabungan

Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal, dinyatakan dalam persen terhadap berat agregat. Agregat yang dipergunakan sebagai material campuran jalan haruslah memenuhi persyaratan sifat dan gradasi agregat. Titik kontrol gradasi adalah batas-batas titik minimum dan maksimum masing – masing untuk kontrol satu set gradasi yang digunakan.

Untuk dapat menjaga agar agregat dengan gradasi yang disyaratkan menghasilkan sifat campuran yang diinginkan, maka gradasi material untuk campuran AC-BC dan AC-WC haruslah terletak di luar daerah larangan dari lengkung gradasi dan dianjurkan tidak berimpit dengan kurva fuller, yang ditunjukkan pada tabel 2.1

Tabel 2.1. Gradasi agregat untuk campuran Laston

Ukuran Saringan		% Berat Lolos Laston (AC)		
No.	Bukaan (mm)	AC-WC	AC-BC	AC-Base
1 1/2"	37,5	-	-	100
1"	25	-	100	90-100
3/4"	19	100	90-100	76-90
1/2"	12,5	90-100	75-90	60-78
3/8"	9,5	77-90	66-82	52-71
No. 4	4,57	53-69	46-64	35-54
No. 8	2,36	33-53	30-49	23-41
No. 16	1,18	21-40	18-38	13-30
No. 30	0,600	14-30	12-28	10-22
No. 50	0,300	9-22	7-20	6-15
No. 100	0,150	6-15	5-13	4-10
No. 200	0,075	4-9	4-8	3-7

Sumber : Beton Aspal Campuran Panas, Sukirman, 2003:114

2.6.2. Kadar Aspal dan Persyaratan Campuran

Besarnya persentase aspal ditambahkan ke dalam campuran aspal tergantung pada tingkat penyerapan aspal dan agregat yang digunakan. Agregat yang mempunyai tingkat penyerapan yang tinggi memerlukan kadar aspal total yang tinggi pula.

Tabel 2.2. Persyaratan Sifat Campuran Beton Aspal

Sifat-sifat campuran		Laston	
		AC-WC	AC-BC
Penyerapan aspal (%)	Maks		2,0
Jumlah tumbukan perbidang			75
Rongga dalam campuran	Min		3,0
	Maks.		5,0
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Maks	15	14
Rongga terisi aspal (%)	Min		65
Stabilitas marshall (kg)	Min		800
Pelelehan (mm)	Min	2	4
Marshall quotient (kg/mm)	Min	-	-
Stabilitas marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60° C	Min		90
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (<i>refusal</i>)	Min		2

Sumber : Campuran beraspal panas versi 2010 ,PU: 24

2.6.3 Pengaruh Suhu Terhadap Pencampuran dan Pematatan

Suhu pencampuran aspal panas merupakan faktor yang paling penting dalam pematatan, karena suhu pada saat pematatan sangat mempengaruhi viskositas aspal yang digunakan dalam campuran. Jika

suhu pada saat pemadatan rendah, berarti viskositas tinggi dan membuat sulit dipadatkan, menaikkan suhu pemadatan dan menurunkan viskositas aspal menyebabkan partikel agregat dalam campuran aspal dapat menjadi padat.

Suhu pencampuran dan pemadatan untuk setiap jenis aspal yang digunakan adalah berbeda. Untuk menentukan suhu pencampuran dan pemadatan masing-masing jenis aspal tersebut harus dilakukan pengujian di laboratorium. Persyaratan suhu terhadap pencampuran dan pemadatan antara lain :

- *Penerimaan bahan aspal*

Aspal yang akan digunakan harus sesuai dengan persyaratan tes dasar maupun tes khusus sesuai spesifikasi pekerjaan (aspal minyak, aspal modifikasi, aspal alam, aspal emulsi), disimpan ditangki-tangki yang telah bersih dari sisa aspal lama terutama yang tidak sekelas dengan aspal yang baru didatangkan. Untuk aspal modifikasi perlu diperhatikan pemanasan yang perlu dipertahankan, perlengkapan tangki yang cukup (pemanas dan kekuatan pompa pengantar) karena umumnya aspal modifikasi lebih kental dan membutuhkan pemanasan lebih tinggi dari aspal biasa.

- *Pencampuran*

Diperlukan panas cukup sesuai data nilai viskositas dari BTDC sebelum aspal bisa dipompa keluar dari tangki menuju ke pugmill. Kekurangan panas akan menyebabkan kesulitan pemompaan, jumlah

aspal yang tidak akurat waktu memasak kedalam pugmill, dan menyebabkan BFT (*Bitumen Film Thickness*) terlalu tebal sehingga permukaan batuan yang lain justru kekurangan aspal. Kelebihan panas akan menyebabkan kemungkinan aspal hangus menjadi karbon, kehilangan daya lengket atau 'drain off', aspal mengalir kebawah bak truk sewaktu mengangkut kelapangan karena aspal terlalu cair, menerobos rongga-rongga batuan beton aspal sebelum padat.

- *Pemadatan*

Pada proses untuk memulai pemadatan, adukan beton aspal harus pada sesuai dengan viskositas aspal untuk pemadatan. Terlalu panas akan menyulitkan pemadatan karena aspal terlalu cair sehingga permukaan batuan saling bertolak antara satu sama lain karena licin. Terlalu dingin, aspal akan mulai melawan dan menyerap energi pemadatan sehingga batuan tidak mendapat kekuatan dorongan cukup untuk masuk kedalam celah-celah antar butir yang ada, kepadatan lapisan tidak akan tercapai, mudah bocor bila datang hujan.

2.6.4 Pengujian Marshall

Tujuan pengujian ini adalah untuk mendapatkan suatu campuran aspal yang memenuhi ketentuan-ketentuan yang telah ditetapkan di dalam kriteria perencanaan.

Marshall Test, adalah tes wajib untuk beton aspal, untuk mengetahui dan memenuhi sifat beton aspal sesuai dengan yang kita harapkan. Dari tes Marshall akan diketahui berapa persen kandungan

aspal yang diperlukan untuk gradasi batuan yang telah direncanakan, yang akan menghasilkan kuat tekan optimum (disebut sebagai stabilitas Marshall, atau disebut juga sebagai Static Stability test, dinyatakan dalam Kg) dari selinder beton aspal (benda uji), yang telah direndam satu jam pada suhu 60°C.



Gambar 2.6. Alat Uji Marshall

Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi proving ring (cincin penguji) berkapasitas 22,2 KN (=5000 lbf) dan flowmeter. Proving ring digunakan untuk mengukur nilai stabilitas, dan flowmeter untuk mengukur kelelahan plastis atau flow. Benda uji Marshall berbentuk Silinder berdiameter 4 inci (=10,2 cm) dan tinggi 2,5 inci (=6,35).

Agregat yang digunakan untuk membuat benda uji Marshall tidak boleh melebihi 25 mm (=1 inci), jika digunakan agregat lebih besar dari 25 mm sampai dengan 38 mm (=1,5 inci), maka haruslah dilakukan modifikasi.

Karakteristik Marshall antara lain :

a) Stabilitas (*Stability*)

Stabilitas merupakan kemampuan lapis keras untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja di atasnya tanpa mengalami perubahan bentuk tetap seperti gelombang dan alur. Penggunaan aspal dalam campuran akan menentukan nilai stabilitas campuran tersebut. Seiring dengan penambahan aspal, nilai stabilitas akan meningkat hingga batas maksimum. Penambahan aspal di atas batas maksimum justru akan menurunkan stabilitas campuran itu sendiri sehingga lapis perkerasan menjadi kaku dan bersifat getas. Nilai stabilitas berpengaruh pada fleksibilitas lapis perkerasan yang dihasilkan. Nilai stabilitas yang disyaratkan adalah lebih dari 800 kg. Lapis perkerasan dengan stabilitas kurang dari 800 kg akan mudah mengalami alur, karena perkerasan bersifat lembek sehingga kurang mampu mendukung beban. Sebaliknya jika stabilitas perkerasan terlalu tinggi maka perkerasan akan mudah retak karena sifat perkerasan menjadi kaku.

b) Kelelahan (*Flow*)

Kelelahan (*Flow*) adalah besarnya deformasi vertikal benda uji yang terjadi pada awal pembebanan sehingga stabilitas menurun, yang menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapis perkerasan akibat menahan beban yang diterimanya. Deformasi yang terjadi erat kaitannya dengan sifat-sifat *Marshall* yang lain seperti stabilitas, VIM dan VFA. Nilai VIM yang besar menyebabkan berkurangnya penguncian antar agregat campuran dan dapat berakibat timbulnya deformasi. Nilai VFA

yang berlebihan juga menyebabkan aspal dalam campuran berubah konsistensinya menjadi pelicin antar batuan. Nilai *flow* dipengaruhi oleh kadar dan viskositas aspal, gradasi agregat jumlah dan temperatur pemadatan. Campuran yang memiliki angka kelelahan rendah dengan stabilitas tinggi cenderung menjadi kaku dan getas. Sedangkan campuran yang memiliki angka kelelahan tinggi dan stabilitas rendah cenderung plastis dan mudah berubah bentuk apabila mendapat beban lalu lintas. Kerapatan campuran yang baik, kadar aspal yang cukup dan stabilitas yang baik akan memberikan pengaruh penurunan nilai *flow*. Nilai *flow* yang rendah akan mengakibatkan campuran menjadi kaku sehingga lapis perkerasan menjadi mudah retak, sedangkan campuran dengan nilai *flow* tinggi akan menghasilkan lapis perkerasan yang plastis sehingga perkerasan akan mudah mengalami perubahan bentuk seperti gelombang dan alur.

c) MQ (Marshall Quotient)

Marshall Quotient merupakan hasil bagi antara stabilitas (kekuatan campuran menahan deformasi atau perubahan bentuk) dengan *Flow* (kelelahan atau besarnya deformasi yang terjadi pada campuran).

2.7. Penelitian Terdahulu

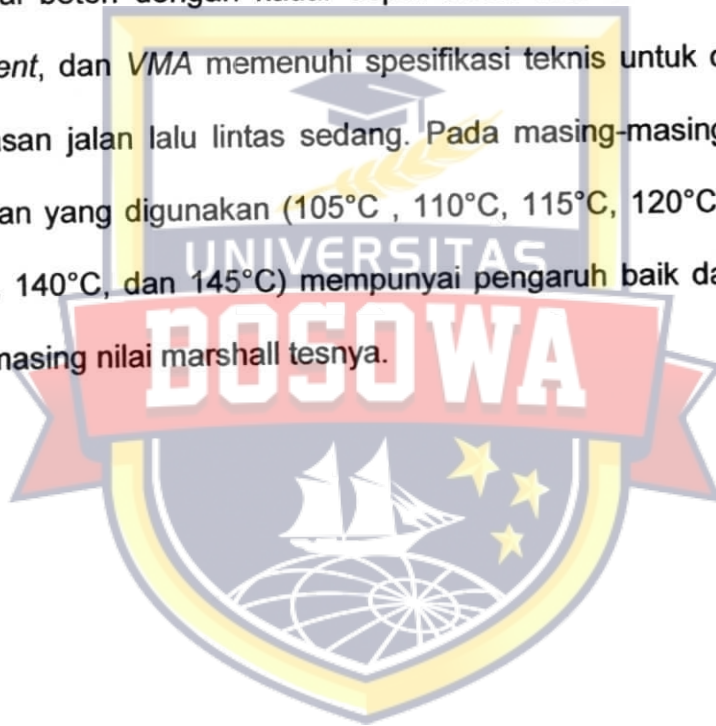
a. Kodrat Roh Mulyadi

Penelitian yang dilakukan oleh *Kodrat Roh Mulyadi* ini bertujuan mengetahui sejauh mana pengaruh kotoran, dalam hal ini lumpur pada agregat terhadap sifat campuran aspal beton. Dari hasil pengujian dapat

disimpulkan bahwa lumpur sampai kadar tertentu berubah fungsi menjadi bahan pengisi atau filler.

b. *Edris Maulana*

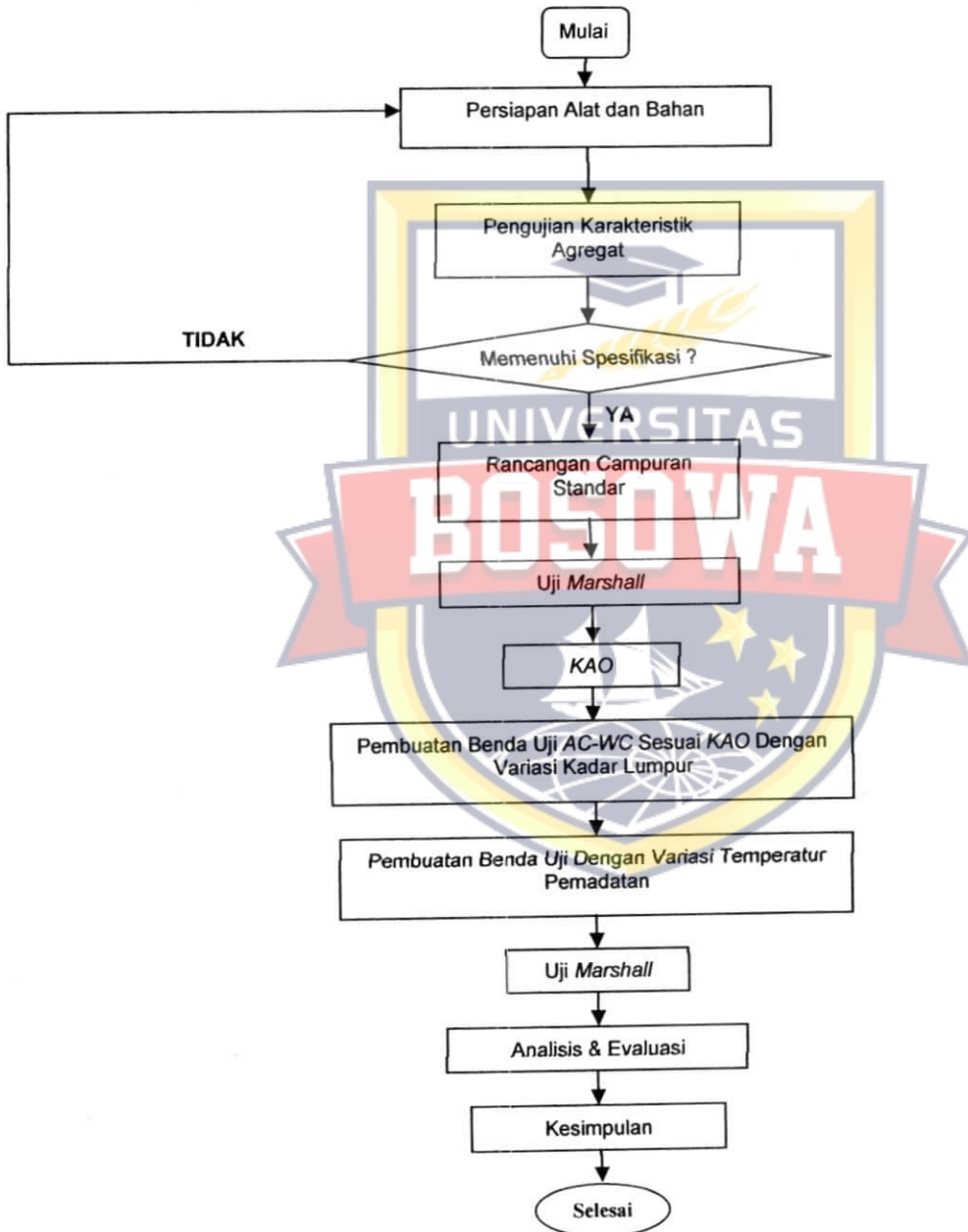
Penelitian yang dilakukan oleh *Edris Maulana* ini bertujuan mengetahui pengaruh suhu pemadatan di atas standar minimum 1100C terhadap sifat marshall. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa campuran aspal beton dengan kadar aspal untuk nilai *stabilitas*, *flow*, *marshall quotient*, dan *VMA* memenuhi spesifikasi teknis untuk dijadikan bahan perkerasan jalan lalu lintas sedang. Pada masing-masing variasi suhu pemadatan yang digunakan (105°C , 110°C, 115°C, 120°C, 125°C, 130°C, 135°C, 140°C, dan 145°C) mempunyai pengaruh baik dan buruk pada masing-masing nilai marshall tesnya.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.2 Lokasi Material

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat kasar (chipping1-2 dan chipping 0,5-1), Agregat Halus (abu batu), dan Tanah bahan bakunya didatangkan dari PT. CISCO Sinar Jaya di Samata Kab. Gowa Sulawesi Selatan.

3.3 Persiapan Peralatan dan Pengambilan Sampel

Pada pemeriksaan ini penulis menggunakan metode persyaratan yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, yaitu Manual Pemeriksaan Bahan Jalan (MPBJ).

3.3.1. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar

a. Tujuan :

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan pembagian butir agregat kasar dengan menggunakan satu set saringan.

b. Peralatan :

1. Timbangan
2. Satu set saringan ditambah PAN
3. Talam dan Kuas
4. Oven

c. Bahan :

Split 1-2 dan *Split* 0,5-1

d. Prosedur kerja :

1. Masing-masing benda uji dibagi dengan menggunakan alat *Splitter* sampai mendapat pembagian sesuai kebutuhan.

2. Kemudian saringan disusun sesuai spesifikasi.
3. Lalu masing-masing benda uji tersebut baik *Split 0,5-1*, *Split 1-2* sebaiknya dimasukkan ke dalam saringan, lalu dilakukan penyaringan sampai tidak ada lagi yang lolos pada tiap-tiap saringan.
4. Setelah itu saringan diangkat dan dibuka lalu ditimbang berat masing-masing agregat yang tertahan pada saringan tersebut.



Gambar 3.2 Satu set saringan

Sumber : <http://pkib-ubi.com/image/Analisa Saringan resize>

3.3.2. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

a. Tujuan :

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis (*Bulk*), berat jenis permukaan jenuh (*Saturated Surface Dry = SSD*), berat jenis semu (*Apparent*) dan prosentase air yang dapat diserap terhadap berat agregat kasar.

b. Peralatan :

1. Timbangan dengan kapasitas 20 kg

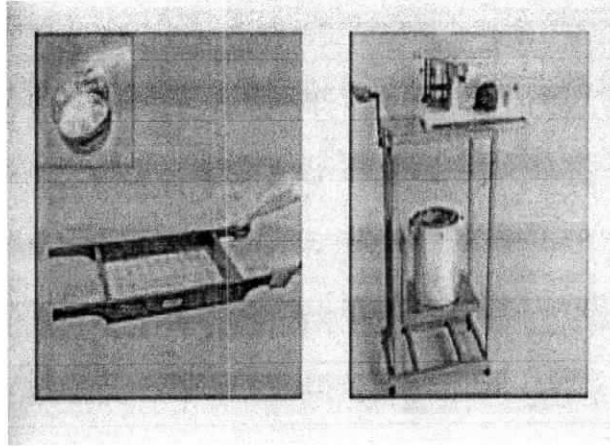
2. Keranjang kawat ukuran 3.35 mm atau 2.36 mm (*No.6 atau No.8*)
3. Tempat air dengan kapasitas dan bentuk yang sesuai ukuran material
4. Alat penggantung keranjang
5. Oven
6. Bak Perendam
7. Lap Kasar

c. Benda Uji :

Split 0,5-1 dan Split 1-2

d. Prosedur Kerja :

1. Rendam benda uji selama ± 24 jam.
2. Keluarkan benda uji dari bak perendam dan keringkan dengan dilap agar air pada permukaan hilang, tetapi harus masih tampak lembab (*Kondisi SSD*).
3. Kemudian ditimbang untuk mendapatkan kering permukaan jenuh (A).
4. Masukkan benda uji kedalam keranjang kemudian dicelupkan kedalam air lalu timbang, sehingga didapatkan berat dalam air (B).
5. Keluarkan benda uji dari dalam keranjang, kemudian keringkan dalam oven selama ± 24 jam.
6. Keluarkan benda uji dari oven, biarkan dalam suhu ruangan hingga hingga dingin kemudian timbang, sehingga didapat berat benda uji kering (C).



Gambar 3.3 Pengujian Berat Jenis dan Peyerapan Agregat Kasar

Sumber : [http/ Images Berat Jenis Agregat Kasar. Com](http://Images Berat Jenis Agregat Kasar. Com)

3.3.3. Pemeriksaan Abrasi Agregat

a. Peralatan :

1. Mesin Los Angeles
2. Timbangan
3. Talam
4. Oven
5. Bola-bola baja

b. Bahan :

- *Split* 1-2, dan 0,5-1

c. Prosedur kerja :

1. Benda uji dicampur
2. Saring benda uji dengan saringan $\frac{1}{2}$ sebanyak 2500 gram
3. Saring benda uji dengan saringan $\frac{3}{8}$ sebanyak 2500 gram
- 4 Berat benda uji sebelum abrasi adalah 5000 gram (A)
5. Gabungkan kembali lalu masukkan ke dalam mesin Los Angeles

- penambahan 11 bola
6. Jalankan mesin selama 500 putaran
 7. Benda uji segera keluarkan dari mesin Los Angeles setelah putaran berhenti dan pisahkan dari debu akibat putaran dengan menggunakan saringan No. 12
 8. Benda uji dimasukkan ke dalam oven dan dipisahkan pada suhu 160°C lalu keluarkan setelah \pm 24 jam
 9. Catat berat benda uji setelah di oven (*B*)



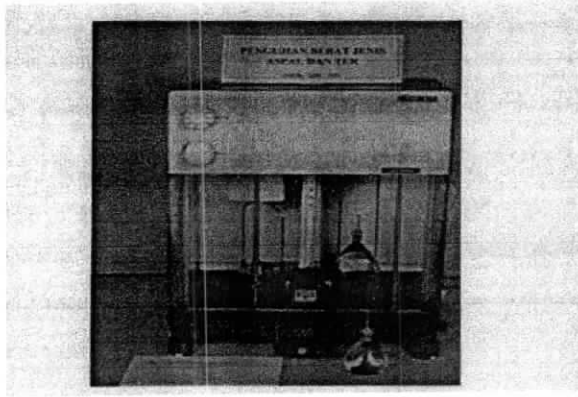
3.3.4. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

a. Tujuan :

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis (*bulk*), berat jenis kering permukaan jenuh (*SSD*), berat jenis semu (*Apparent*) dan penyerapan dari agregat halus.

b. Peralatan :

1. Talam
2. Kerucut terpancung (*Cone*)



Gambar 3.7 Pengujian Berat Jenis Aspal

Sumber : <http://www.google.co.id/images=viskositas+aspal&btnG>

3.4.2. Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar

a. Tujuan :

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan titik nyala dan titik bakar dari semua jenis hasil aspal minyak bumi.

Titik nyala adalah suhu pada saat terlihat nyala singkat pada suhu titik diatas permukaan aspal.

Titik bakar adalah suhu pada saat terlihat nyala sekurang-kurangnya 5 detik permukaan aspal.

b. Peralatan :

1. Termometer
2. Cawan Cleveland Open Cup
3. Plat pemanas
4. Batang nyala Bunsen yang dapat diatur dan memberikan nyala dengan diameter 3.2-4.8 mm dengan panjang tabung 7.5 cm.

c. Benda Uji :

Aspal Minyak

3. Batang penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata
4. Saringan No.4
5. Piknometer
6. Pompa hampa udara (*Vaccum Pump*)
7. Air Suling
8. Timbangan
9. Oven

c. Benda Uji :

Agregat yang lolos saringan No.4

d. Prosedur Kerja :

1. Rendam benda uji selama 24 jam.
2. Buang air perendam hati-hati, jangan ada butiran yang hilang, tebarkan agregat diatas talang, keringkan diudara panas dengan cara membalik-balikkan benda uji. Lakukan pengeringan sampai tercapai keadaan kering permukaan jenuh.
3. 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.
4. Segera setelah tercapai keadaan kering permukaan jenuh masukkan benda uji ke dalam piknometer. Masukkan air suling ke dalam piknometer kira-kira $\frac{3}{4}$ bagian, putar sambil guncang sampai

tidak terlihat gelembung udara didalamnya. Untuk mempercepat proses ini dipergunakan pompa hampa udara.

5. Tambahkan air sampai mencapai tanda batas.
6. Timbang piknometer berisi air dan benda uji (*Bf*)
7. Keluarkan benda uji, keringkan dalam oven dengan suhu 110°C , kemudian dinginkan benda uji lalu timbang (*BK*).
8. Tentukan berat piknometer berisi air penuh dan ukuran suhu air guna penyesuaian dengan suhu standar 25°C (*B*).



Gambar 3.5 Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Sumber : <http://imglanding?g=berat+jenis+agregat+halus&ba>

3.3.5. Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar dan Agregat Halus

a. Tujuan :

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat isi agregat kasar dan halus dalam kondisi lepas.

b. Peralatan :

1. Timbangan
2. Bohler Besar dan Kecil

3. Mistar Peralatan (*Straight Edge*)

4. Bohler Kecil

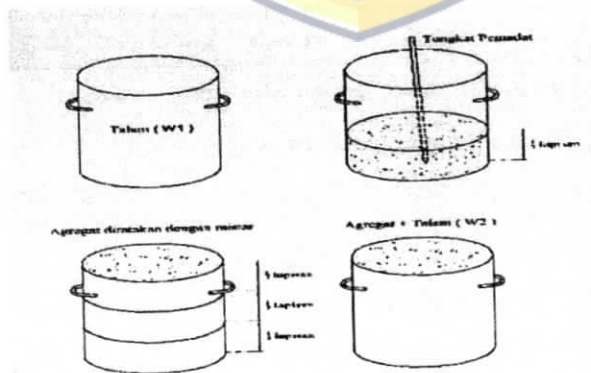
5. Skop

c. Benda Uji :

Spilt 1-2, Spilt 0,5-1, Abu Batu

d. Prosedur Kerja :

1. Isi bohler besar dan kecil dengan air lalu timbang (*A*).
2. Bersihkan, keringkan dan timbang bohler dalam keadaan kosong (*B*).
3. Hitung berat air ($C = A - B$).
4. Isi bohler dengan benda uji dengan hati-hati agar tidak terjadi pemisahan butir, dari ketinggian maksimum 5 cm diatas wadah dengan menggunakan sekop sampai penuh lalu ratakan dengan mistar perata.
5. Timbang berat bohler beserta benda uji (*D*).
6. Hitung berat benda uji ($E = D - B$)



Gambar 3.6 Pemeriksaan Berat Isi

Sumber : <http://alattekniksipil.indonetwork.co.id>

3.4. Pemeriksaan Aspal

3.4.1. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal

a. Tujuan :

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis aspal dengan menggunakan piknometer. Berat jenis aspal adalah perbandingan antara berat aspal dengan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu.

b. Peralatan :

1. Termometer
2. Bak perendam
3. Piknometer
4. Air suling sebanyak 1000 cm^3
5. Timbangan.

c. Benda uji :

Aspal Minyak

d. Prosedur Kerja :

- Timbang piknometer kosong dalam keadaan bersih dan kering.
- Mengisi bejana dengan air suling sehingga diperkirakan bagian atas piknometer yang terendam 40 mm, kemudian rendam dan jepitlah bejana tersebut dalam bak perendam sekurang-kurangnya 100 mm, kemudian mengatur suhu bak perendaman pada suhu 25°C .
- Bersihkan, keringkan dan timbanglah piknometer dengan ketelitian



1 mg, (A).

- Angkat bejana dari bak perendam dan isilah piknometer dengan air suling kemudian tutuplah piknometer tanpa ditekan.
- Letakkan piknometer kedalam bejana dan tekanlah penutup sehingga rapat, kembalikan kedalam bejana berisi piknometer kedalam bak perendam, diamkan bejana tersebut kedalam bak perendam selama 30 menit (B).
- Panaskan contoh bitumen/aspal sejumlah ± 100 gram, sampai menjadi cair dan aduklah untuk mencegah pemanasan setempat, pemanasan tidak boleh lebih dari 30 menit atau pada suhu 111°C diatas titik leleh aspal.
- Tuang benda uji tersebut kedalam piknometer hingga terisi $\frac{3}{4}$ bagian kemudian biarkan piknometer hingga dingin tidak kurang dari 40 menit, lalu menimbang dengan penutupnya dengan ketelitian 1mg (C).
- Isi piknometer yang berisi benda uji dengan air suling dan diamkan agar gelembung-gelembung udara keluar kemudian tekan penutupnya hingga rapat.
- Masukkan bejana ke dalam bak perendam dan diamkan selama 30 menit.
- Angkat dan keringkan lalu timbang piknometer (D).

d. Prosedur Kerja :

1. Letakkan cawan diatas plat pemanas dan atur sumber pemanas sehingga terletak dibawah titik tengah cawan.
2. Letakkan pembakar dititik tengah cawan
3. Letakkan thermometer tegak lurus diatas benda uji dengan jarak 6.4 mm diatas cawan, dan terletak pada satu garis yang menghubungkan titik tengah cawan dan titik poros nyala burner. Kemudian aturlah sehingga poros thermometer terletak pada jarak $\frac{1}{4}$ diameter cawan dari tepi.
4. Nyalakan Bunsen dan atur pemanas sehingga kenaikan suhu temperatur 15°C permenit sampai suhu 56°C dibawah titik nyala perkiraan.
5. Aturlah kecepatan pemanasan $5^{\circ}\text{C} - 6^{\circ}\text{C}$.
6. Putar bagian nyala Bunsen melalui permukaan cawan (dari ketepi cawan) dalam waktu 1 detik. Ulangi pekerjaan diatas tiap kenaikan temperatur 2°C .
7. Ulangi prosedur 5-6 sampai terlihat nyala singkat pada suhu titik di atas permukaan benda uji. Baca temperatur dan catat titik nyala yang terjadi.
8. Lanjutkan prosedur 7 sampai terlihat nyala agak lama kurang lebih 3 detik di atas permukaan benda uji. Baca temperatur dan catat titik bakar.

3.4.3. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal

a. Tujuan :

Pemeriksaan ini bertujuan untuk memeriksa temperatur pada saat dimana aspal menjadi lunak atau lembek.

b. Peralatan :

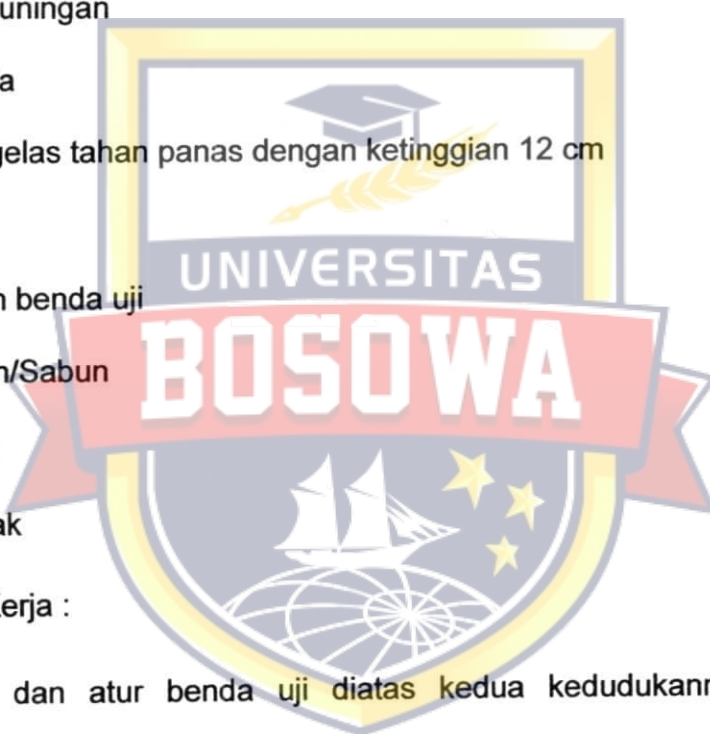
1. Termometer
2. Cincin Kuningan
3. Bola Baja
4. Bejana gelas tahan panas dengan ketinggian 12 cm
5. Kaca
6. Dudukan benda uji
7. Detergen/Sabun

c. Benda Uji :

Aspal Minyak

d. Prosedur Kerja :

1. Pasang dan atur benda uji diatas kedua kedudukannya dan letakkan pengarah bola keatasnya. Kemudian masukkan seluruh peralatan tersebut ke dalam bejana gelas. Isi bejana dengan air suling dengan suhu 5°C dan tinggi permukaan air berkisar antara 101.6 – 108 mm, letakkan thermometer yang sesuai untuk pekerjaan ini diantara kedua benda uji. Atur jarak antara permukaan pelat dasar dengan dasar benda uji sehingga menjadi 25.4 mm.



2. Panaskan bejana sehingga kenaikan suhu menjadi 5°C/menit.
3. Catat suhu dan waktu pada saat bola menyentuh pelat dasar.

3.4.4. Pemeriksaan Kelarutan Aspal dalam CCL₄

a. Tujuan :

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan kadar aspal yang larut dalam CCL₄/karbon tetraklorida.

b. Peralatan :

1. Kertas Filter/kertas saring
2. Mesh Screen Cone
3. Gelas kimia
4. Karbon Tetraklorida/CCL₄
5. Oven
6. Timbangan

c. Benda Uji :

Aspal Minyak

d. Prosedur Kerja :

1. Timbang kertas filter
2. Bentuk kertas filter seperti kerucut lalu letakkan diatas gelas kimia
3. Masukkan benda uji ke dalam gelas kimia yang lain dan tuangkan CCL₄ sedikit demi sedikit sambil diaduk sehingga aspal larut.
4. Tuangkan larutan aspal dengan CCL₄ ke atas kertas filter yang telah dipersiapkan.
5. Apabila masih terdapat sisa-sisa endapan pada bagian kertas filter



bersihkan dengan CCL₄ hingga CCL₄ menjadi jernih.

6. Keringkan kertas filter + endapan di dalam oven pada suhu 100°C sampai 125°C selama 20 menit.
7. Timbang berat kering kertas filter + endapan.

3.4.5. Pemeriksaan Daktilitas

a. Tujuan :

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakan yang berisi aspal minyak sebelum putus pada suhu dan kecepatan tarik tertentu.

b. Peralatan :

1. Termometer
2. Cetakan daktilitas kuningan
3. Pelat alat cetakan
4. Bak perendam
5. Mesin uji daktilitas
6. Alat pemanas, untuk mencairkan aspal keras
7. Spatula

c. Benda Uji :

Aspal Minyak

Glysering

d. Prosedur Kerja :

1. Lapsi cetakan dengan campuran *Glyserin* kemudian memasang cetakan daktilitas di atas pelat dasar.

2. Tuang bahan uji ke dalam cetakan dari ujung ke ujung hingga penuh berlebih.
3. Dinginkan cetakan pada suhu ruang selama 30-40 menit lalu ratakan dengan spatula.
4. Rendam di dalam bak perendam yang bersuhu 25°C selama 30 menit.
5. Lepaskan benda uji dari pelat dasar dan sisi-sisi cetakan.
6. Pasang benda uji pada mesin uji dan tarik dengan kecepatan 5 cm/menit sampai benda uji putus.
7. Baca jarak antara pemegang benda uji pada saat benda uji putus (cm).



Gambar 3.8 Pengujian Daktalitas

Sumber : <http://www.google.co.id/images=viskositas+aspal&btnG>

3.4.6. Pemeriksaan Penetrasi Aspal

a. Tujuan :

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan penetrasi aspal keras atau lembek (*Solid Atau Semi Solid*) dengan memasukkan ukuran 100 gram, beban dan waktu tertentu dalam aspal pada suhu 25°C.

b. Peralatan :

1. Alat penetrasi
2. Pemegang jarum
3. Jarum penetrasi
4. Pemberat
5. Cawan
6. Bak perendam (*water Bath*)
7. Bak / Tempat air
8. Pengatur waktu (*stopwatch*)
9. Termometer Logam

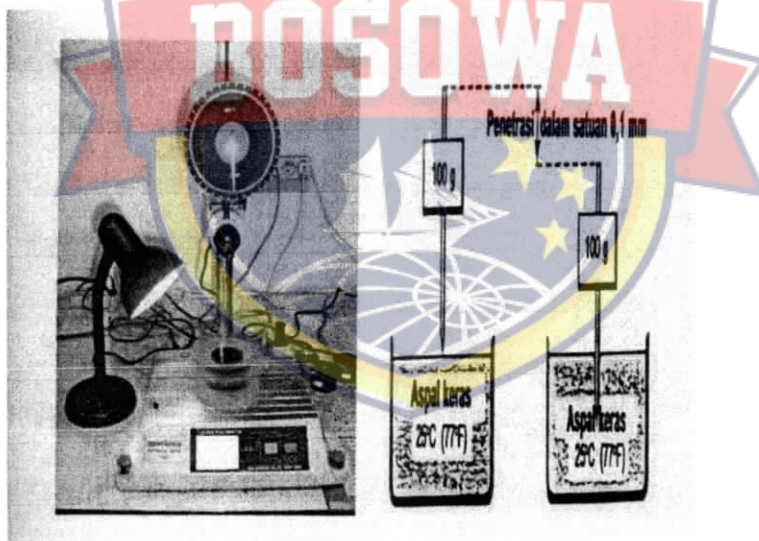
c. Benda Uji :

Aspal Minyak

d. Prosedur Kerja :

1. Letakkan benda uji dalam tempat air yang kecil dan masukkan tempat air tersebut dalam bak perendam yang telah berada pada suhu 25°C.
2. Letakkan pemberat 100 gram di atas jarum untuk memperoleh beban sebesar (110 ± 0.1) gram.
3. Pindahkan tempat air dari bak perendam tepat di bawah alat penetrasi.
4. Turunkan jarum perlahan-lahan sehingga jarum tersebut menyentuh permukaan benda uji.
Kemudian aturlah angka 0 di arloji penetrometer, sehingga jarum

- penunjuk berimpik dengannya.
5. Lepaskan pemegang jarum.
 6. Putarlah arloji penetrometer dan bacalah angka penetrasi yang berimpit dengan jarum penunjuk.
 7. Lepaskan jarum dari pemegang jarum dan siapkan alat penetrasi untuk pekerjaan berikutnya.
 8. Lakukan pekerjaan 1 sampai dengan 6 di atas tidak kurang dari 3 kali untuk benda uji yang sama dengan ketentuan setiap titik pemeriksaan berjarak satu sama lain dan dari tepi dinding lebih dari 1 cm.



Gambar 3.9 Pengujian Penetrasi

Sumber : <http://www.google.co.id/images=penetrasi+aspal&btnG>

3.4.7. Pemeriksaan Viskositas

a. Tujuan :

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan temperatur pencampuran

dan temperatur pemadatan.

b. Peralatan :

1. Satu set alat viskositas
2. Termometer
3. Labu viskositas

c. Benda Uji :

Aspal Minyak

d. Prosedur Kerja :

1. Panaskan benda uji pada suhu 120°C
2. Tuangkan benda uji ke dalam tabung viskositas (*suhu pemanasan aspal harus sama dengan suhu aspal di dalam tabung viskositas*)
3. Buka karet penyumbat dari tabung viskositas dan mulai menyalakan stopwatch saat benda uji menyentuh dasar labu viskositas.
4. Matikan stopwatch apabila benda uji tepat pada garis batas labu viskositas.
5. Catat waktu air (t) dalam detik.
6. Tutup kembali lubang viskositas dengan karet penyumbat.
7. Ulangi percobaan dari poin 1-6 untuk suhu 80° , 100°C dan 120°C .

3.5

Penentuan Jumlah dan Persiapan Benda Uji

Setelah bahan yang akan digunakan telah lulus uji, *langkah selanjutnya* adalah penentuan jumlah benda uji dan rancangan agregat gabungan serta pembuatan benda uji untuk penentuan kadar aspal optimum.

3.5.1. Penentuan Jumlah Benda Uji

Banyaknya benda uji yang dibuat untuk kebutuhan penelitian ini, dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Perhitungan Benda Uji

Uraian kegiatan pengujian				Jumlah
1. Penentuan Kadar Aspal Optimum KAO				
Variasi Kadar Aspal(%)		Jumlah Benda Uji		Jumlah
		AC-WC		
5		3		3
5,5		3		3
6		3		3
6,5		3		3
7		3		3
2. Penentuan KAO (60°C)				Jumlah
Kadar Aspal (%)	Waktu (jam/menit)	AC-WC		
Optimum	30 menit	3		3
Optimum	24 jam (Stabilitas sisa)	3		3
3. Kadar Lumpur dan Suhu Pemadatan				Jumlah
Kadar Aspal (%)	Kadar Lumpur	Suhu Pemadatan	AC-WC	
Optimum	3%	80°	9	9
Optimum	6%	100°	9	9
Optimum	9%	120°	9	9
Total Benda Uji				48

Sumber : Hasil Analisa

3.5.2 Perancangan Agregat Gabungan

Perancangan agregat gabungan adalah penentuan proporsi masing-masing gradasi agregat kemudian digabung dalam satu campuran.

Merancang proporsi campuran dapat dilakukan dengan metode grafis diagonal.

Langkah-langkah perancangan proporsi campuran adalah sebagai berikut

1. Mengetahui persyaratan gradasi yang diminta.
2. Buatlah empat persegi panjang pada kertas grafik dengan ukuran 10x20 cm, atau ukuran lain dengan perbandingan 1:2.
3. Sumbu vertical (Y) digunakan untuk menunjukkan persen lolos saringan.
4. Garis diagonal dari empat persegi panjang menjadi garis gradasi tengah untuk spesifikasi agregat campuran yang diinginkan.
5. Masukkan prosentase lolos saringan masing-masing material kedalam grafik tersebut.
6. Untuk menentukan persentase *split* 1-2, dilihat dari jarak antara grafik gradasi *split* 0.5-1 terhadap tepi atas yang mana nilainya harus sama dengan nilai *split* 0.5-1.
7. Setelah didapatkan garis yang sama maka tariklah garis bantu vertical sampai memotong diagonal yang kemudian dari titik potong ini ditarik garis horizontal kekanan yang menunjukkan batas besarnya nilai prosentase komposisi campuran untuk *split* 1-2.
8. Dengan cara yang sama pada No. 6 dan No. 7 didapat nilai prosentase komposisi campuran untuk *split* 1-2, 0.5-1 dan abu batu. Setelah diperoleh proporsi dari setiap jenis gradasi agregat dibuat suatu tabel hasil analisa gabungan agregat, dimana

prosentase masing-masing gradasi yang akan digunakan diperoleh dari hasil perkalian dengan prosentase lolos untuk masing-masing nomor saringan lalu dikontrol apakah gradasi hasil gabungan tersebut memenuhi spesifikasi yang diisyaratkan.

3.5.3 Pembuatan Benda Uji

a. Peralatan :

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

b. Prosedur kerja :

1. Pisahkan agregat dengan cara penyaringan sesuai dengan prosentase agregat yang didapat.
2. Menentukan kadar aspal optimum rencana (Pb)

Rumus umum untuk menghitung perkiraan awal kadar aspal optimum (Pb) pada campuran adalah :

$$Pb = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%F) + \text{Konstanta.}$$

Dimana :

Pb = Kadar aspal perkiraan

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

K = Nilai konstanta 0,5-1,0

3. Timbang masing-masing agregat dan aspal sesuai dengan prosentase gabungan yang didapat.
4. Panaskan agregat dengan menggunakan panis sampai suhu 165°C
5. Angkat, aspal minyak sesuai persentase gabungan aduk sampai rata lalu timbang.
6. Tuangkan aspal AC yang sudah dipanaskan kedalam campuran agregat yang berada dalam panis dan kemudian aduk sampai menyatu secara baik.
7. Ukur temperatur pemadatan yaitu 155°C (sesuai hasil viskositas) lalu masukkan campuran kedalam cetakan.
8. Lakukan pemadatan dengan alat penumbuk sebanyak 2 x 75 kali tumbukan, lalu dinginkan untuk kemudian dikeluarkan dari cetakan.

3.5.4 Pembuatan Benda Uji dengan Penambahan Kadar Lumpur pada Agregat dengan Variasi Suhu Pemandatan

a. Peralatan :

1. Timbangan
2. Panci
3. Cetakan benda uji yang berdiameter 10.16 cm dan tinggi 7.62 cm

lengkap dengan plat alas dan leher sambung

4. Alat penumbuk lengkap dengan pedestal yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder dengan berat 4.536 kg, dan tinggi jatuh bebas 45.7 cm (18")
5. Spatula
6. Termometer.
7. Tanah

b. Prosedur kerja :

1. Pisahkan agregat dengan cara penyaringan sesuai dengan prosentase agregat yang didapat.
2. Menentukan kadar aspal rencana (Pb)
3. Timbang masing-masing agregat dan aspal sesuai dengan prosentase gabungan yang didapat.
4. Panaskan agregat dengan menggunakan panci sampai mencapai suhu $155^{\circ}\text{C} \pm 1$.
5. Angkat, masukkan aspal sesuai persentase gabungan ditambah tanah sesuai persentase pengujian (3% ; 6% ; 9%) kemudian aduk sampai rata.
6. Lakukan pemadatan dengan alat penumbuk sebanyak 2 x 75 kali tumbukan pada suhu pemadatan (80° ; 100° ; 120°)
7. Benda uji didinginkan pada suhu ruang selama 24 jam guna mencegah terjadinya perubahan bentuk jika benda uji dikeluarkan dari cetakan.

3.6 Pengetesan Benda Uji Dengan Alat Marshall

a. Tujuan:

Untuk menentukan *Stabilitas, Flow, Air Void, Void Filled* dan *Marshall Quotient* campuran aspal beton.

b. Prosedur kerja :

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

atau pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji, tekan dan catat pembebanan maksimum atau stabilitas yang dicapai.

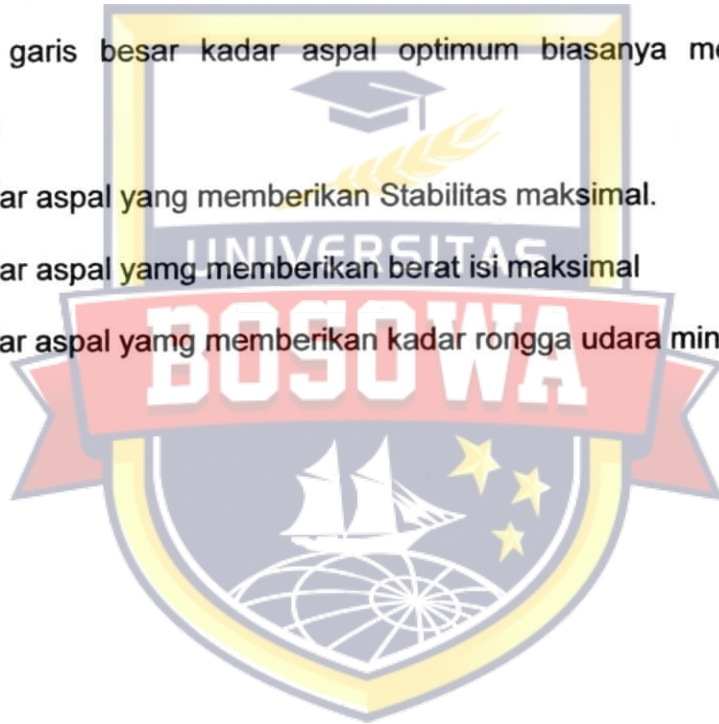
8. Catat nilai pelelehan (*flow*) yang ditunjukkan oleh jarum arloji pengukur pelelehan pada saat pembebanan maksimum tercapai.
9. Ulangi percobaan diatas dengan tumbukan yaitu : 2x75.

Kadar aspal optimum ditentukan dari hasil parameter marshall,

Secara garis besar kadar aspal optimum biasanya memenuhi

kriteria :

- a. Kadar aspal yang memberikan Stabilitas maksimal.
- b. Kadar aspal yang memberikan berat isi maksimal
- c. Kadar aspal yang memberikan kadar rongga udara minimum



BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Penyajian Data

4.1.1 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Tabel 4.1. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Split 1-2 dan 0,5-1)

Jenis Pemeriksaan	Metode	Hasil	Spesifikasi		Satuan
			Min	Max	
Gradasi	AASHTO T27- 82		-	-	%
Berat jenis dan penyerapan(split 1-2)	SNI 03- 1969-1990			3	
1. Bulk		2,58	2,5		-
2. SSD		2,63	2,5		-
3. Semu		2,71	2,5		-
4. Penyerapan		1,83	-		-
Berat jenis dan penyerapan(split 0,5-1)	SNI 03- 1969-1990			3	
1. Bulk		2,57	2,5		-
2. SSD		2,63	2,5		-
3. Semu		2,72	2,5		-
4. Penyerapan		2,07	-		-

Sumber : Hasil Pengujian dan Spesifikasi 2010 Revisi

Tabel 4.2. Hasil Pemeriksaan Abu Batu

Jenis Pemeriksaan	Metode	Hasil	Spesifikasi		Satuan
			Min	Max	
Gradasi	AASHTO T27-82		-	-	%
Berat jenis dan penyerapan	SNI 03-1970- 1990			3	
1. Bulk		2,50	2,5		Gram
2. SSD		2,60	2,5		Gram
3. Semu		2,76	2,5		Gram
4. Penyerapan		2,78	-		Gram

Sumber : Hasil Pengujian dan Spesifikasi 2010 Revisi 3

Tabel 4.3. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat AC-WC

Ukuran Saringan		% lolos saringan			
Inchi	Mm	Gradasi Split 1-2	Gradasi Spilt 0.5-1	Abu batu	Filler
¾"	19	100	100	100	100
½"	12,5	28,65	99,90	99,92	100
3/8"	9,5	12,10	93,21	99,83	100
No. 4	4,75	2,84	63,36	98,05	100
No. 8	2,36	1,45	37,79	77,95	100
No. 16	1,18	1,38	27,70	58,78	100
No. 30	0,6	1,35	20,61	42,20	100
No. 50	0,3	1,31	16,97	25,30	100
NO. 100	0,15	1,27	11,98	15,58	100
No. 200	0,075	1,19	8,85	12,98	98,33
PAN					

Sumber : Hasil Pengujian

4.1.2 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal Minyak

Jenis aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah Aspal Minyak penetrasi 60/70.

Tabel 4.4. Hasil Pemeriksaan Aspal Penetrasi 60/70

No	Pemeriksaan	Prosedur Pemeriksaan	Spesifikasi		Hasil	Satuan
			Min	Maks		
1	Penetrasi (25° C, 5 dtk)	SNI-06-2456-1991	60	79	64,9	0.1 mm
2	Berat jenis (25 ° C)	SNI-06-2441-1991	1,0	-	1,041	Gr/ml

Sumber : hasil penelitian laboratorium dan Pekerjaan Umum

4.2 Analisa Rancangan Campuran

4.2.1 Penentuan Proporsi Agregat Campuran

Sebelum pelaksanaan pembuatan benda uji perlu kiranya memperhitungkan jumlah agregat yang dibutuhkan dari masing – masing fraksi agregat, rancangan dilakukan berdasarkan gradasi dari masing – masing fraksi agregat yang akan dicampur, hasil rancangan tersebut harus dicek dan dievaluasi salah satunya dengan menggunakan metode coba-coba (*Trial and Error*).

Dengan metode coba-coba (*Trial and Error*) tersebut diperoleh proporsi agregat untuk campuran laston yaitu menentukan terlebih dahulu prosentase dari masing-masing agregat sehingga menghasilkan jumlah 100 %, kemudian hasil penggabungan agregat yang diperoleh melalui perkalian prosentase dengan persen lolos dari agregat, harus terdapat dalam batas gradasi dan diusahakan nilai gabungannya mendekati nilai ideal dari data spesifikasi yang disyaratkan sehingga menghasilkan komposisi campuran yang optimal.

Dalam hal ini, penentuan komposisi campuran yang optimal sebaiknya dilakukan sebanyak dua kali sebagai pembanding dari komposisi campuran sebelumnya.

Setelah diperoleh komposisi campuran, kemudian dilakukan penimbangan sesuai presentase tertahan pada masing-masing saringan.

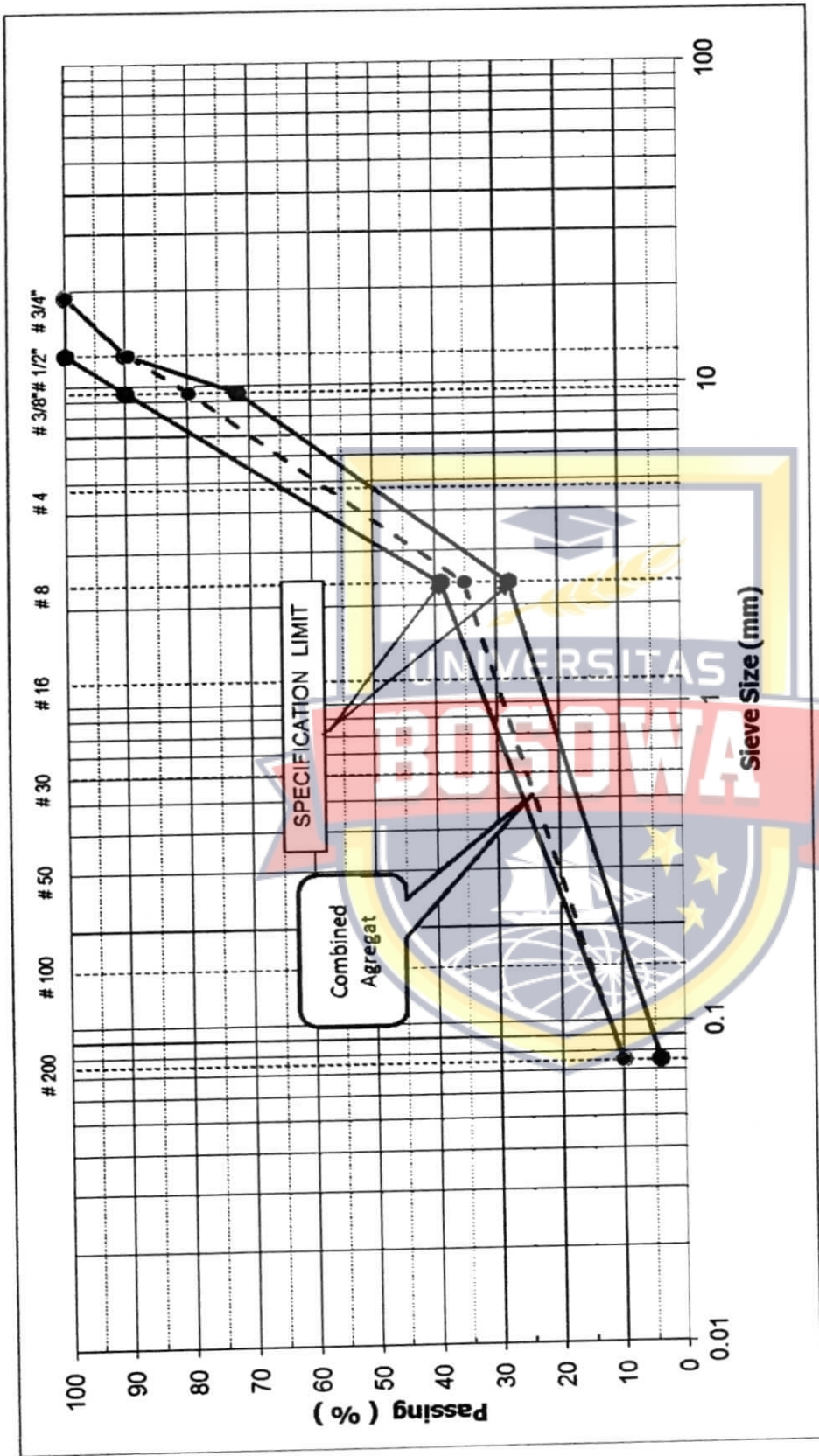
.Presentase agregat yang didapat adalah sebagai berikut :

Nilai presentase agregat gabungan untuk campuran aspal panas (AC – WC) berdasarkan hasil perhitungan pada lampiran 2 adalah :

- Batu Pecah 1-2 = 13,5%
- Batu Pecah 0.5-1 = 75%
- Abu Batu = 11%
- Filler = 0,5%

Tabel 4.5. GRADASI PENGGABUNGAN AGREGAT AC-WC

NO. SARINGAN	GRADASI AGREGAT (RATA-RATA)				Gradasi (%)	SPESIFI KASI 2010 REV.3	FAKTOR LUAS PERMUK AAN
	Batu Pecah 1-2	Batu Pecah 0,5-1	Abu Batu	Semen			
Proporsi	13,5	75	11	0,5			
3/4"	13,5	75	11	0,5	100	100	0,41
1/2"	3,87	74,93	10,99	0,5	90,28	90 – 100	0,41
3/8"	1,63	69,91	10,98	0,5	83,02	77 - 90	0,41
#4	0,38	47,52	10,79	0,5	59,19	53 – 69	0,41
#8	0,20	28,34	8,57	0,5	37,61	33 – 53	0,82
#16	0,19	20,78	6,47	0,5	27,93	21 – 40	1,64
#30	0,18	15,46	4,64	0,5	20,78	14 – 30	2,87
#50	0,18	12,73	2,78	0,5	16,19	9 – 22	6,14
#100	0,17	8,99	1,71	0,5	11,37	6 – 15	12,29
#200	0,16	6,64	1,43	0,49	8,72	4 – 9	32,77



Gambar 4.1. Grafik Penggabungan Untuk Agregat AC-WC

4.3 Pembuatan Benda Uji Untuk Penentuan KAO

Setelah merancang proporsi campuran dan diperoleh komposisi masing – masing agregat maka selanjutnya menentukan kadar aspal rencana untuk mendapatkan kadar aspal optimum (KAO).

4.3.1 Perkiraan Kadar Aspal Optimum Rencana (Pb)

Perkiraan awal kadar aspal rancangan dapat diperoleh dari rumus :

$$P_b = 0,035 (\% CA) + 0,045 (\% FA) + 0,18 (\% \text{Filler}) + \text{Konstanta}$$

Dimana :

P_b = Kadar aspal perkiraan/ kadar aspal tengah (ideal), persen terhadap berat campuran

CA = Persen agregat tertahan saringan No.8

FA = Persen agregat lolos saringan No.8 dan tertahan No.20

FF = Fine Filler lolos saringan 200

Nilai konstanta untuk laston adalah 0,5 – 1,0

- Penentuan kadar aspal untuk campuran aspal panas AC-WC

$$\begin{aligned} P_b &= 0,035 (39) + 0,045 (54,5) + 0,18 (6,5) + 0,75 \\ &= 5,73\% \rightarrow 6\% \end{aligned}$$

Keterangan :

CA =	Tertahan saringan #3/4" - Tertahan saringan #4
=	100 - 61
=	39
MA =	Tertahan saringan #4 - Tertahan saringan #200
=	61 - 6,5
=	49
F =	Tertahan saringan #200
=	6,5

Kadar aspal yang didapatkan untuk AC-WC adalah 6 %, dengan mengambil dua kadar aspal dibawah dan dua kadar aspal diatas menggunakan interval 0.5% maka nilai tersebut adalah 5% ; 5,5% ; 6% ; 6,5% ; 7%.

4.3.2 Penentuan Berat Agregat dan Aspal dalam Campuran

Setelah mendapatkan persentase masing-masing fraksi agregat dan aspal, maka ditentukan berat material untuk rancangan campuran AC-WC dengan aspal penetrasi 60/70 untuk kapasitas *modal* yang ada dan perhitungan campuran tersebut terlihat pada *lampiran 3*.

4.3.3 Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Campuran

Berdasarkan hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat serta berat jenis aspal diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 4.6. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Untuk Campuran AC - WC

Material	Berat Jenis Bulk	Berat Jenis Semu	Berat Jenis Efektif	Proporsi Campuran
	A	B	$c = (a + b / 2)$	%
Split 1 – 2	2,58	2,71	2,64	13,5
Split 0,5 – 1	2,57	2,72	2,65	75
Abu Batu	2,50	2,76	2,63	11
Semen	3,171			0,5
Aspal	1,041			5

(Sumber : Hasil Analisa)

Berdasarkan data hasil pemeriksaan diatas, maka berat jenis gabungan agregat dapat dihitung sebagai berikut :

- Untuk campuran aspal beton AC-WC

Berat jenis bulk agregat (G_{sb}) :

$$\frac{100}{\frac{13.5\%}{2.58} + \frac{75\%}{2.57} + \frac{11\%}{2.50} + \frac{0.5\%}{3.171}} = 2.57$$

Jadi, BJ Bulk untuk campuran AC-WC adalah 2,57

Berat jenis semu agregat (G_{sa}) :

$$\frac{100}{\frac{13.5\%}{2.71} + \frac{75\%}{2.72} + \frac{11\%}{2.76} + \frac{0.50\%}{3.171}} = 2.72$$

Jadi, BJ semu untuk campuran AC-WC adalah 2,72

Berat jenis efektif agregat (G_{se}) :

$$\frac{2,57 + 2,72}{2} = 2,65$$

Jadi, BJ efektif untuk campuran AC-WC adalah 2,65

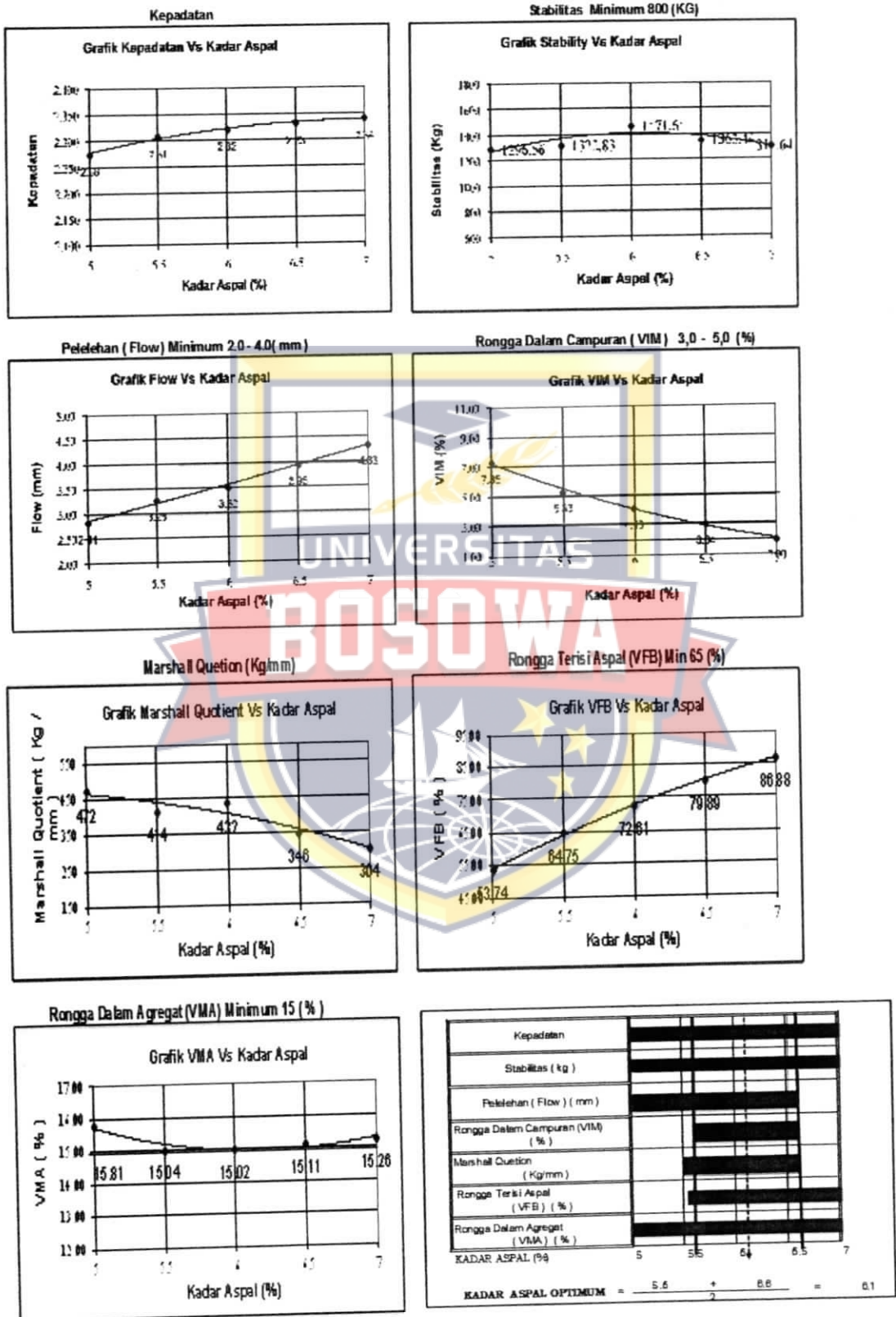
4.3.4 Data Uji Marshall Untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum

Pada pengetesan benda uji dengan alat *Marshall* diperoleh dua data hasil pengujian yaitu pembacaan nilai stabilitas dan nilai flow benda uji. Sebelum pengetesan benda uji, terlebih dahulu benda uji didiamkan selama 24 jam pada suhu ruang, lalu ditimbang untuk mendapatkan berat benda uji di udara, dan ditimbang di dalam air, kemudian setelah itu direndam dalam air selama 24 jam pada suhu ruang. Kemudian ditimbang

dalam air untuk mendapatkan berat benda uji dalam air, lalu benda uji diangkat dan dilap kemudian ditimbang lagi untuk mendapatkan berat benda uji kering permukaan (SSD). Setelah dimasukkan ke dalam wather bath yang telah dipanaskan selama 30 menit dengan suhu 60° C, kemudian di uji dengan alat uji Marshall untuk mendapat nilai stabilitas dan nilai pelelehan (flow). Kemudian semua data yang diperoleh dimasukkan ke dalam rumus untuk mendapat nilai karakteristik. Dari data yang diperoleh maka sifat-sifat campuran beton aspal dapat ditentukan dengan kadar aspal yang bervariasi.

Hasil pengujian/perhitungan Marshall Variasi untuk berbagai kadar aspal antara 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7% dengan interval 0,5% dapat dilihat pada lampiran 3 lalu diplot dalam gambar 4.2 untuk kemudian ditentukan kadar aspal optimum (KAO) lalu dilanjutkan dengan pembuatan benda uji kembali sesuai KAO yang di dapatkan terus dilanjutkan pengujian/perhitungan Marshall KAO dengan metode yang sama dengan Marshall Variasi disajikan pada tabel 4.7 sebagai berikut :

Gambar 4.2. Grafik Marshall Test pada AC-WC



Berdasarkan gambar 4.2 yang memperlihatkan hubungan antara Stabilitas, Flow, Rongga dalam Campuran (VIM) , Marshall Quentient (MQ), Rongga terisi Aspal (VFB), Rongga dalam Agregat (VMA) dengan variasi kadar aspal maka karakteristik untuk campuran AC - WC disajikan secara lengkap pada tabel 4.7 dibawah ini :

Tabel 4.7. Karakteristik Campuran AC–WC pada Kadar Aspal Optimum

Karakteristik Campuran	AC- WC	Spesifikasi	
		Min	Max
Kadar Aspal Optimum (%)	6,10	-	-
Stabilitas (Kg)	1426,32	800	-
Pelelehan / Flow (mm)	3,78	2	4
Rongga dalam Campuran / VIM (%)	3,95	3	5
Marshall Quentient (Kg/mm)	381,18	-	-
Rongga Terisi Aspal / VFB (%)	73,80	65	-
Rongga dalam Agregat / VMA (%)	15,07	15	-
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C	91,6	90	-
Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal (reufusal)	2,3	2	-

(Sumber : Hasil Analisa dan Spesifikasi 2010 Rev.3)

4.4. Pengujian Karakteristik Marshall Berdasarkan Jumlah Kadar Lumpur dengan Variasi Temperatur Pematatan

Setelah diperoleh Karakteristik Marshall dengan Kadar Aspal Optimum yang telah ditentukan maka dilanjutkan untuk komposisi campuran.

4.4.1 Perhitungan Komposisi Campuran

Pada campuran AC – WC dengan masing – masing Kadar Aspal Optimum berdasarkan jumlah kadar lumpur yang digunakan adalah 3 % , 6 % , 9 % dengan suhu pematatan masing – masing 80°C , 100°C , 120°C . Perhitungan komposisi untuk masing –masing campuran dapat dilihat pada lampiran 5 yang kemudian perhitungannya disajikan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.8. Berat Aspal dan Agregat pada Campuran AC – WC

Kadar Lumpur	0%	3%	6%	9%
Berat Aspal Terhadap Campuran (gr)	73.2	73.2	73.2	73.2
Berat Agregat Gabungan (gr)	1126.8	1126.8	1126.8	1126.8
Split 1 - 2 (gr)	152.12	147.55	142.99	138.43
Split 0.5 - 1 (gr)	845.10	819.75	794.39	769.04
Abu Batu (gr)	123.95	120.23	116.51	112.79
Semen (gr)	5.63	5.46	5.30	5.13
Lumpur (gr)	-	33.80	67.61	101.41
Total Berat Campuran (gr)	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00

(Sumber : Hasil Analisa)

4.4.2 Perhitungan Hasil Pengujian Marshall

Hasil pengujian/perhitungan Marshall untuk beberapa kadar lumpur masing – masing disajikan pada lampiran 5 dengan kadar lumpur 3% , 6% , 9% lalu diplot dalam grafik untuk diamati pengaruh kadar lumpur terhadap karakteristik AC – WC itu sendiri dengan variasi pemadatan yaitu 80°C, 100°C , 120°C yang kemudian disajikan secara lengkap pada tabel 4.9 dibawah ini.

Tabel. 4.9. Karakteristik Campuran AC-WC Berdasarkan Jumlah Kadar Lumpur dengan Variasi Temperatur Pemadatan

Parameter Pengujian	Sat.	Syarat Spesifikasi		Suhu Pemadatan	Kadar Lumpur		
		Min	Max		3%	6%	9%
Stabilitas	Kg	800		80	572.51	465.32	389.46
				100	815.00	763.35	747.45
				120	1147.65	914.79	826.96
Flow	Mm	2	4	80	3.13	4.10	4.30
				100	3.00	3.53	5.17
				120	3.23	3.90	5.27
VIM	%	3	5	80	8.94	10.86	11.12
				100	7.00	9.27	9.72
				120	5.79	6.07	8.50
VMA	%	14	-	80	19.48	21.18	21.41
				100	17.77	19.77	20.18
				120	16.70	16.95	19.09
VFB	%	65	-	80	54.13	48.75	48.09
				100	60.59	53.15	51.81
				120	65.34	64.17	55.51
MQ	Kg/mm	-	-	80	183.06	113.60	90.55
				100	271.99	216.04	144.69
				120	355.57	234.63	157.16
Kepadatan		-	-	80	2.20	2.16	2.15
				100	2.25	2.19	2.18
				120	2.28	2.27	2.21

(Sumber : Hasil Analisa)

4.5 Pembahasan Hasil Penelitian

Setelah dilakukan uji Marshall, selanjutnya dapat dilihat hubungan antara karakteristik Marshall berdasarkan jumlah presentasi kadar lumpur dengan variasi temperatur pemadatan.

A. Hubungan Jumlah Kadar Lumpur dengan Variasi Pemadatan terhadap Stabilitas

Stabilitas perkerasan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk seperti gelombang, alur, maupun kegemukan (*bleeding*).



Keterangan : — = Batas Spesifikasi Min 800 (%)

Gambar 4.3. Diagram Persentase Kadar Lumpur dengan Variasi Temperatur Pemadatan terhadap Stabilitas pada AC – WC

Pada grafik AC – WC yang memperlihatkan bahwa prosentase kadar lumpur 3 % pada temperatur pemadatan > 100°C memenuhi standar spesifikasi yaitu 800 kg sedangkan kadar lumpur 6 % dan 9 % hanya pada temperatur pemadatan 120°C yang memenuhi standar spesifikasi. Hal ini disebabkan karena pengaruh kadar lumpur pada temperatur pemadatan 100°C, dimana penggunaan kadar lumpur yang

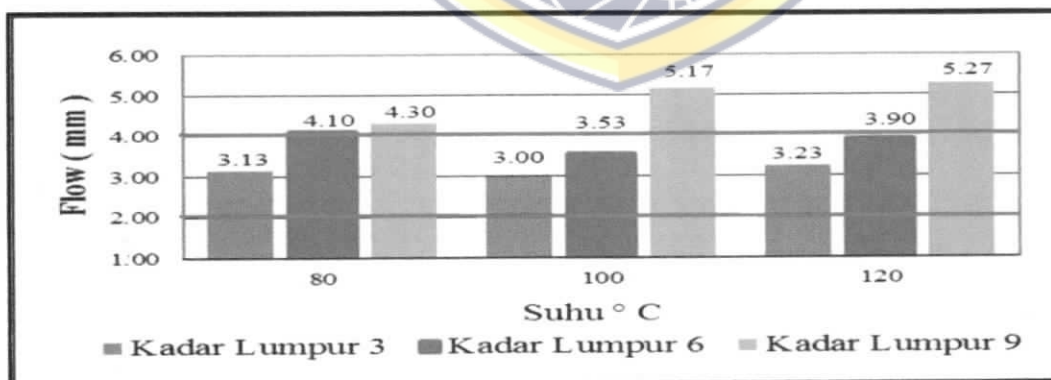
lebih banyak menyebabkan berkurangnya daya lekat aspal.

Nilai stabilitas menurun dengan bertambahnya kadar lumpur, hal ini disebabkan karena dengan bertambahnya kadar lumpur maka aspal akan susah meresap dengan baik dan tidak dapat mengikat agregat lebih sempurna sehingga menghasilkan nilai stabilitas rendah.

Persentase Stabilitas yang terlalu tinggi menyebabkan lapisan itu menjadi kaku dan cepat mengalami keretakan. Sebaliknya nilai stabilitas yang terlalu rendah akan mudah mengalami alur, karena perkerasan bersifat lembek sehingga kurang mampu mendukung beban.

B. Hubungan Jumlah Kadar Lumpur dengan Variasi Pemadatan terhadap Flow

Flow atau kelelahan plastis adalah kemampuan perkerasan untuk menerima lendutan (deflection) akibat beban lalu lintas yang tinggi dan tidak boleh terjadi retak-retak pada lapisan permukaan. Nilai kelelahan merupakan indikator kelenturan dari lapisan perkerasan



Keterangan : ————— = Batas Spesifikasi Min 2-4 (%)

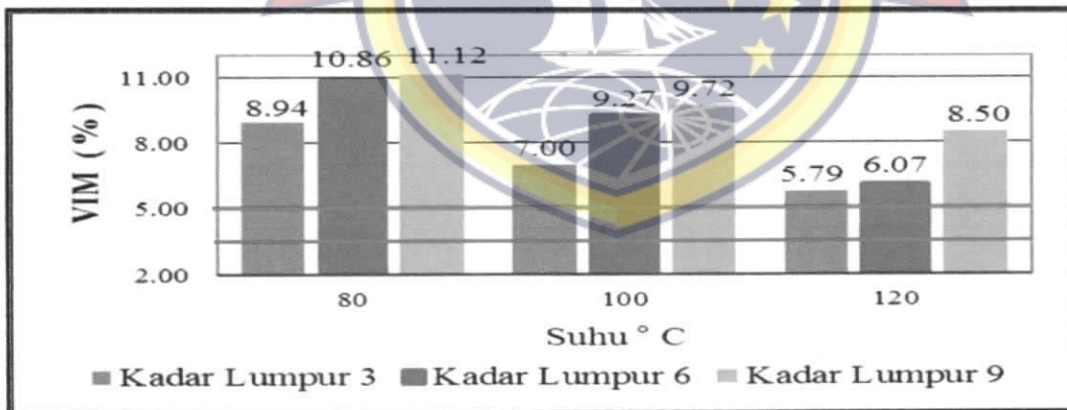
Gambar 4.4. Diagram Persentase Kadar Lumpur dengan Variasi Temperatur Pemadatan terhadap Flow pada AC – WC

Dari grafik campuran AC-WC terlihat bahwa persentase kadar

lumpur 3 % , 6 % pada temperatur pemadatan 80°C - 120°C cenderung memenuhi standar spesifikasi yaitu minimal 2 mm dan maksimal 4 mm. Sedangkan untuk semua kadar lumpur 9 % pada suhu temperatur pemadatan 80°C - 120°C tidak ada yang memenuhi spesifikasi, hal ini disebabkan karena dengan penggunaan lumpur yang terlalu berlebihan mengakibatkan pelelehan pada campuran aspal menjadi besar seiring bertambahnya temperatur pemadatan.

C. Hubungan Jumlah Kadar Lumpur dengan Variasi Pemadatan terhadap VIM

VIM (rongga dalam campuran) merupakan indikator terhadap ketahanan campuran (durabilitas). Rongga udara yang cukup akan memberikan kesempatan untuk pemadatan tambahan yang timbul akibat beban lalu lintas yang berulang-ulang pada masa layanan jalan.



Keterangan : — = Batas Spesifikasi Min 3-5 (%)

Gambar 4.5. Diagram Persentase Kadar Lumpur dengan Variasi Temperatur Pemadatan terhadap VIM pada AC – WC

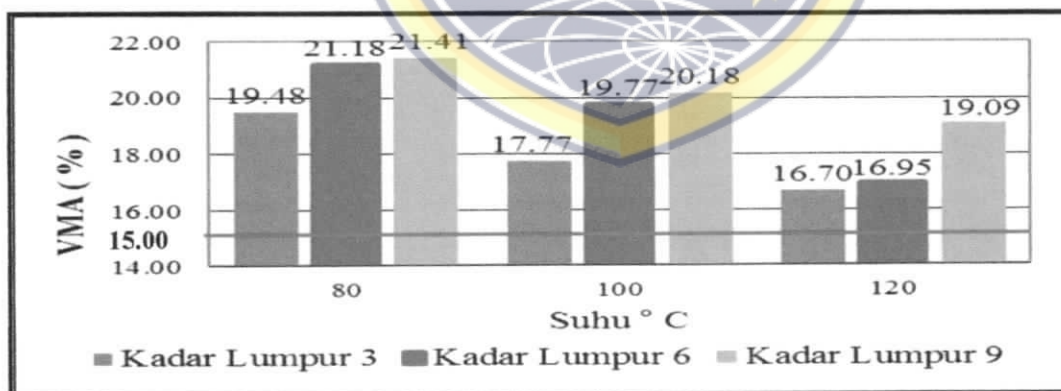
Dari grafik terlihat bahwa persentase kadar lumpur 3 % , 6 % , 9 % pada temperatur pemadatan 80°C – 120°C baik untuk campuran AC – WC

semua tidak memenuhi standar spesifikasi yaitu minimal 3 % dan maksimal 5 %. Hal ini disebabkan karena lumpur yang terlalu banyak menyelimuti agregat mengakibatkan aspal susah untuk meresap kedalam rongga agregat sehingga mengakibatkan rongga agregat semakin bertambah besar meski dalam temperatur pemadatan yang tinggi.

Persentase VIM yang terlalu tinggi dapat mempengaruhi stabilitas konstruksi jalan misalnya jalan cepat mengalami keretakan. Sebaliknya nilai VIM yang terlalu rendah mengakibatkan aspal tidak mampu lagi menyelimuti agregat dengan baik sehingga dapat mengakibatkan kondisi aspal meleleh keluar yang dinamakan *Bleeding*.

D. Hubungan Jumlah Kadar Lumpur dengan Variasi Pemadatan terhadap VMA

VMA adalah banyaknya pori diantara butir – butir agregat dalam aspal beton padat.



Keterangan : ————— = Batas Spesifikasi Min 15 (%)

Gambar 4.6. Diagram Persentase Kadar Lumpur dengan Variasi Temperatur Pemadatan terhadap VMA pada AC – WC

Pada grafik menunjukkan bahwa baik pada campuran AC – WC hubungan antara jumlah kadar lumpur persentase 3 % , 6 % , 9 % dengan

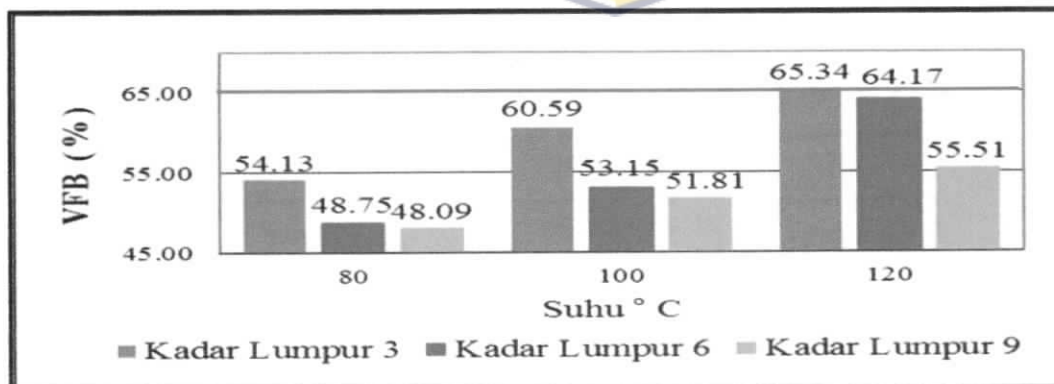
variasi temperatur pemadatan 80° – 120° C semua memenuhi standar.

Semakin besar kadar lumpur yang digunakan akan semakin besar pula rongga dalam agregat (VMA). Hal ini dikarenakan adanya lumpur dalam campuran mengakibatkan agregat sulit untuk diresapi aspal

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa peningkatan temperatur pemadatan dari 80°C sampai 120°C mengakibatkan menurunnya rongga antar agregat (VMA). Pada temperatur pemadatan 80°C viskositas aspal menjadi tinggi, sehingga pada saat dipadatkan sulit dalam penyusunan butiran agregat yang mengakibatkan volume rongga menjadi besar. Sedangkan pada temperatur pemadatan sampai dengan 120°C menyebabkan viskositas aspal menurun sehingga pada saat dilakukan pemadatan, proses penyusunan butiran agregat menjadi lebih mudah, rongga menjadi kecil.

E. Hubungan Jumlah Kadar Lumpur dengan Variasi Pemadatan terhadap VFB

VFB adalah persentase pori antar butir agregat yang terisi aspal.



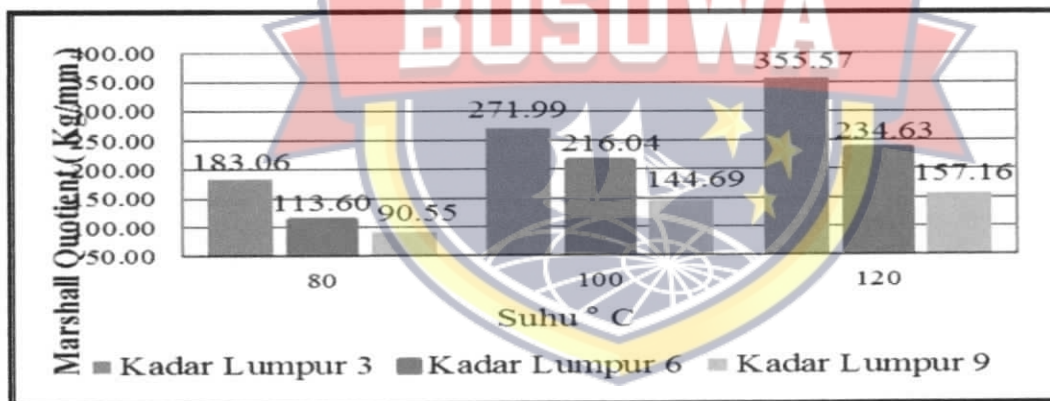
Keterangan : — = Batas Spesifikasi Min 65 (%)

Gambar 4.7. Diagram Persentase Kadar Lumpur dengan Variasi Temperatur Pemadatan terhadap VFB pada AC – WC

Untuk campuran AC – WC dari grafik terlihat bahwa persentase kadar lumpur 3 % , 6 % , 9 % dengan temperatur pemadatan 80° - 100° tidak memenuhi standar spesifikasi yaitu 65 %. Namun dengan kadar lumpur 3 % dan temperatur pemadatan 120°C memenuhi standar spesifikasi, hal ini disebabkan kadar lumpur 3 % pada temperatur tinggi aspal dapat memenuhi rongga terisi aspal.

F. Hubungan Jumlah Kadar Lumpur dengan Variasi Pemadatan terhadap MQ

Marshall Quotient adalah hasil bagi antara stabilitas (kekuatan campuran menahan deformasi atau perubahan bentuk) dengan *flow* (kelelahan atau besarnya deformasi yang terjadi pada campuran).



Gambar 4.8. Diagram Persentase Kadar Lumpur dengan Variasi Temperatur Pemadatan terhadap Marshall Quotient pada AC – WC

Untuk campuran AC – WC prosentase kadar lumpur 3 % , 6 % , 9 % dengan variasi temperatur pemadatan 80°C , 100°C , 120°C menunjukkan penurunan, dimana semakin tinggi kadar lumpurnya nilai MQ semakin rendah. Hal ini disebabkan karena lumpur menyebabkan berkurangnya daya lekat antara aspal dengan agregat sehingga nilai

stabilitas berkurang dan banyaknya pelelehan yang terjadi. Namun pada temperatur pemadatan, MQ semakin besar pada temperatur pemadatan yang tinggi.

G. Hubungan Jumlah Kadar Lumpur dengan Variasi Temperatur Pemadatan terhadap Kepadatan

Kepadatan (Density) menunjukkan kerapatan suatu campuran yang sudah dipadatkan. Faktor yang mempengaruhi kepadatan adalah temperatur, gradasi, kasar filler, energi pemadat dan kadar aspal, porositas butiran. Campuran dengan kepadatan yang lebih tinggi akan lebih mampu menahan beban yang lebih tinggi.



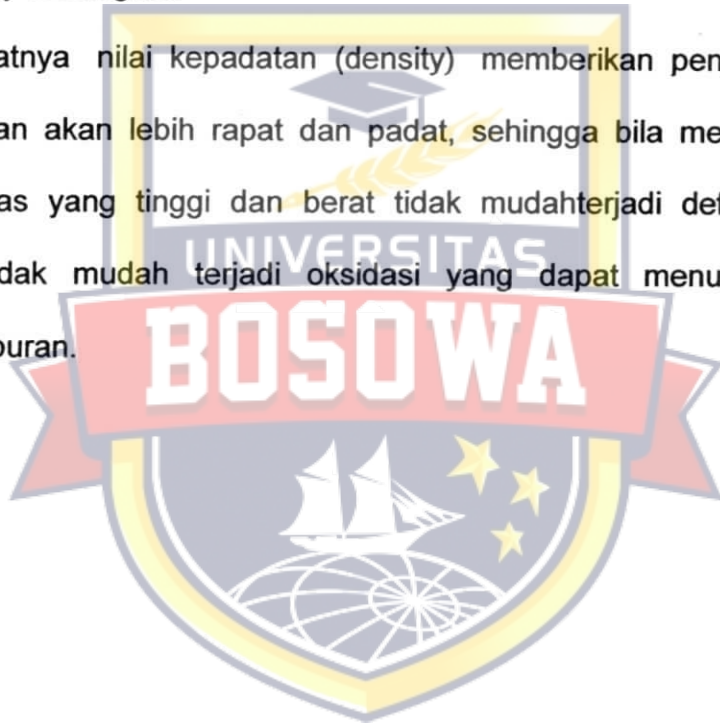
Gambar 4.9. Diagram Persentase Kadar Lumpur dengan Variasi Temperatur Pemadatan terhadap Kepadatan pada AC – WC

Pada grafik diatas hasil pengujian menunjukkan bahwa density pada kadar lumpur 3 %, 6 %, 9 % campuran AC - WC menurun dengan bertambahnya kadar lumpur, hal ini disebabkan karena lumpur menyebabkan aspal tidak dapat mengikat agregat atau daya lekat aspal berkurang sehingga campuran sulit dipadatkan.

Pada campuran AC - WC, hubungan kepadatan (density) dengan

variasi temperatur pemadatan dapat dilihat pada grafik bahwa untuk kadar lumpur 3 %, 6 %, 9 % dengan temperatur pemadatan 80°C pemadatan sulit dilakukan, hal ini disebabkan viskositas aspal pada temperatur tersebut cukup tinggi sehingga menghasilkan nilai density yang rendah. Sedangkan dengan meningkatnya temperatur pemadatan sampai 120°C menjadi lebih mudah dilakukan, hal ini disebabkan viskositas menurun sehingga density meningkat.

Meningkatnya nilai kepadatan (density) memberikan pengertian bahwa campuran akan lebih rapat dan padat, sehingga bila menerima beban lalu lintas yang tinggi dan berat tidak mudah terjadi deformasi plastis, dan tidak mudah terjadi oksidasi yang dapat menurunkan durabilitas campuran.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari rangkaian pengujian dan analisis yang telah dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai stabilitas untuk campuran AC – WC pada temperatur pemadatan 120°C memenuhi standar spesifikasi, sedangkan temperatur pemadatan 100°C hanya kadar lumpur 3% memenuhi standar spesifikasi, dan pada temperatur pemadatan 80°C tidak ada memenuhi standar spesifikasi.
2. Nilai Flow pada campuran AC – WC semakin sedikit kadar lumpur yang dipakai akan semakin memenuhi standar dengan temperatur pemadatan yang digunakan yaitu 80°C , 100°C , 120°C .
3. Nilai VIM baik untuk campuran AC – WC tidak ada yang memenuhi standar spesifikasi. Sedangkan persentase nilai VMA semua memenuhi standar spesifikasi.
4. Nilai VFB untuk campuran AC – WC hanya pada temperatur pemadatan 120°C dengan kadar lumpur 3 % yang memenuhi standar spesifikasi.

5.2 Saran

Saran – saran demi perbaikan dan pengembangan penelitian ini lebih lanjut adalah :

1. Dalam pelaksanaan pekerjaan campuran aspal tidak diperbolehkan

mengandung lumpur karena akan mempengaruhi kualitas campuran aspal tersebut, walaupun dengan variasi suhu pemdatan.

2. Kedepannya diharapkan terus ada pengembangan penelitian tentang pengaruh kadar lumpur dengan temperatur pencampuran yang lebih tinggi agar lumpur yang ada dalam campuran bisa terbakar.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, "**Bahan Kuliah Rekayasa Bahan Konstruksi**", Jurusan Sipil Fakultas Teknik UNHAS Makassar, 2000.
- Anonim, "**Penuntun Praktikum Laboratorium Jalan dan Aspal**", Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas "45" Makassar, 2014.
- Anonim, "**Bahan Kuliah Rekayasa Tanah dan Perkerasan Jalan**", Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas "45" Makassar, 2010.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, "**Divisi VI Spesifikasi**", 2010.
- Departemen Pekerjaan Umum, "**Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas**", Pedoman Teknik, 2008.
- Sukirman, Silvia, "**Beton Aspal Campuran Panas**" Granit, Jakarta, 2003.
- Sukirman, Silvia, "**Perkerasan Lentur Jalan Raya**" Nova, Bandung, 1999.
- Sukirman, Silvia, "**Dasar – Dasar Perencanaan Geometrik Jalan**" Nova, Bandung, 1994.
- Tim Penyusun, "**Pedoman Prosedur dan Tata Cara Penulisan Tugas Akhir**", Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas "45" Makassar, 2007.

LAMPIRAN A :

Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat

Kasar dan Halus

BOSOWA





LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

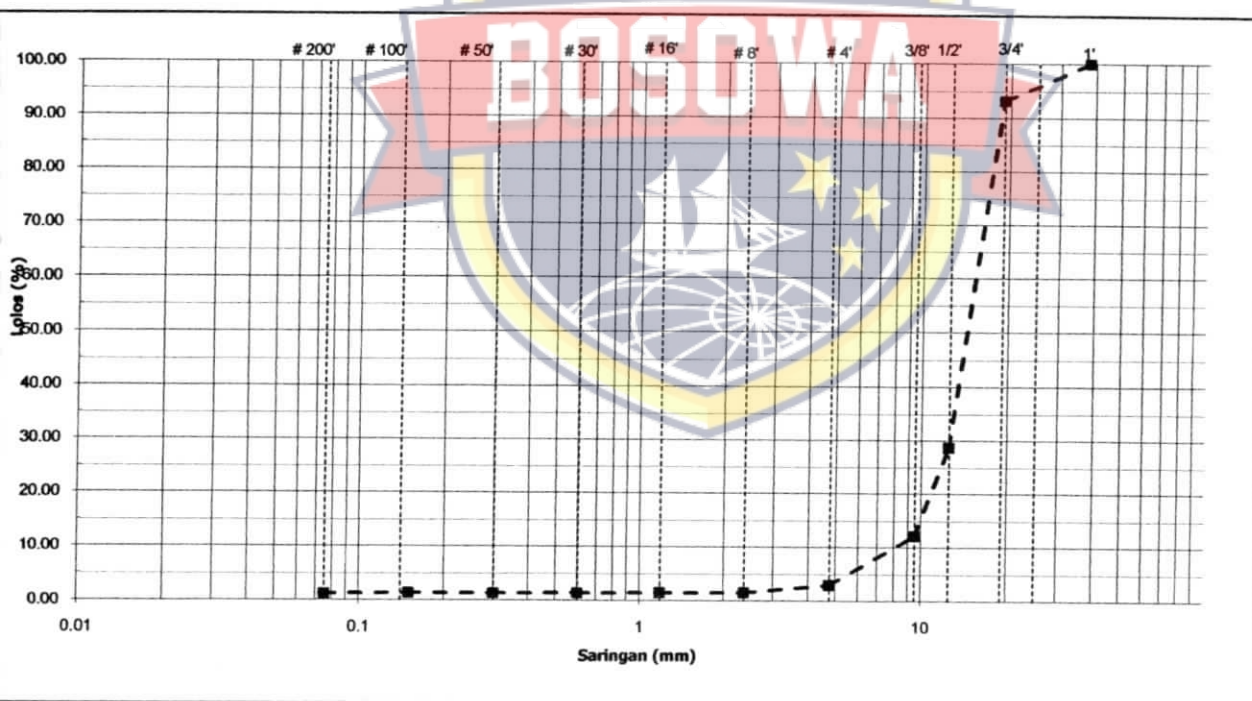
Jln. Urip Sumoharjo Km. 6- Telp. (0411) 452901 – 342789fax. (0411)424568.
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

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

: Batu Pecah 1 - 2
: 17 November 2014
: Bili - Bili

Dikerjakan : Adelina Nindy Saputri
: Deby Marfianti

No	Total : 2913.0			Total : 2958.4			Total :			Rata - rata % Lolos
	Contoh : 1			Contoh : 2			Contoh : 3			
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	
	0.0	0.00	100.00	0	0.00	100.00				100.00
	195.4	6.71	93.29	204.2	6.90	93.10				93.19
	2008.2	68.94	31.06	2182.2	73.76	26.24				28.65
	2483.7	85.26	14.74	2678.7	90.55	9.45				12.10
	2811.7	96.52	3.48	2893.2	97.80	2.20				2.84
	2865.4	98.37	1.63	2921.2	98.74	1.26				1.45
	2867.5	98.44	1.56	2922.9	98.80	1.20				1.38
	2868.5	98.47	1.53	2924	98.84	1.16				1.35
	2869.4	98.50	1.50	2925	98.87	1.13				1.31
	2870.7	98.55	1.45	2926.3	98.91	1.09				1.27
	2873	98.63	1.37	2928.9	99.00	1.00				1.19
	2874	98.66	1.34	2930.4	99.05	0.95				1.14



Diperiksa Oleh :
Asisten Laboratorium

MUH. HAMDAN, ST

Makassar, 5 Februari 2015

Mengetahui :
Kepala Laboratorium

EKA YUNIARTO, ST.MT.
NIDN. 9908066803



**LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS "45" MAKASSAR**

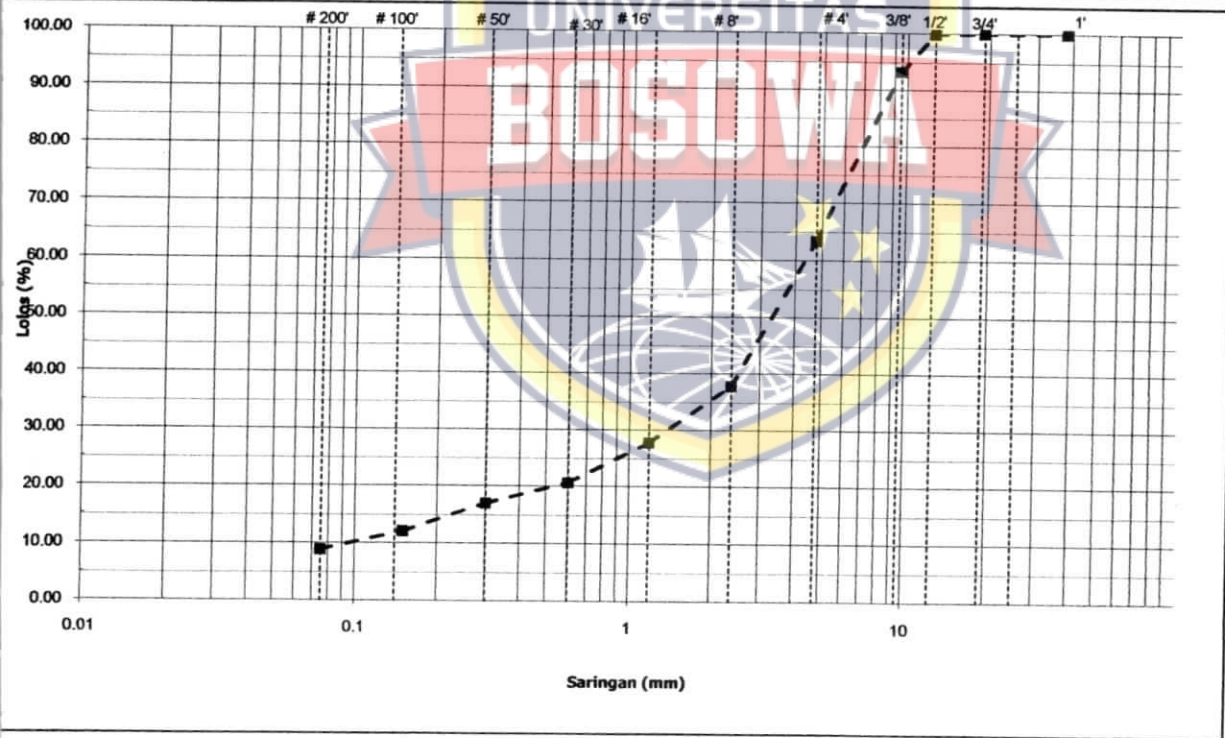
Jln. Urip Sumoharjo Km. 6 – Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568.
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

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

: Batu Pecah 0.5 - 1
: 17 November 2014
: Bili - Bili

Dikerjakan : Adelina Nindy Saputri
: Deby Marfianti

No	Total : 2950.3			Total : 2924.8			Total :			Rata - rata % Lolos
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	
0	0	0	100	0	0	100				100.00
0	0	0	100	0	0	100				100.00
0	0.00	0.00	100.00	5.8	0.20	99.80				99.90
196.9	6.67	6.67	93.33	202.1	6.91	93.09				93.21
1060.9	35.96	35.96	64.04	1091.8	37.33	62.67				63.36
1845	62.54	62.54	37.46	1809.9	61.88	38.12				37.79
2141.2	72.58	72.58	27.42	2106.4	72.02	27.98				27.70
2344.3	79.46	79.46	20.54	2319.9	79.32	20.68				20.61
2446.7	82.93	82.93	17.07	2431.5	83.13	16.87				16.97
2577.5	87.36	87.36	12.64	2593.4	88.67	11.33				11.98
2683	90.94	90.94	9.06	2672.1	91.36	8.64				8.85
2930.4	99.33	99.33	0.67	2686.5	91.85	8.15				4.41



Diperiksa Oleh :
sisten Laboratorium

H. HAMDAN, ST

Makassar, 5 Februari 2015
Mengetahui :
Kepala Laboratorium

EKA YUNIARTO, ST.MT.
NIDN. 0808066803



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

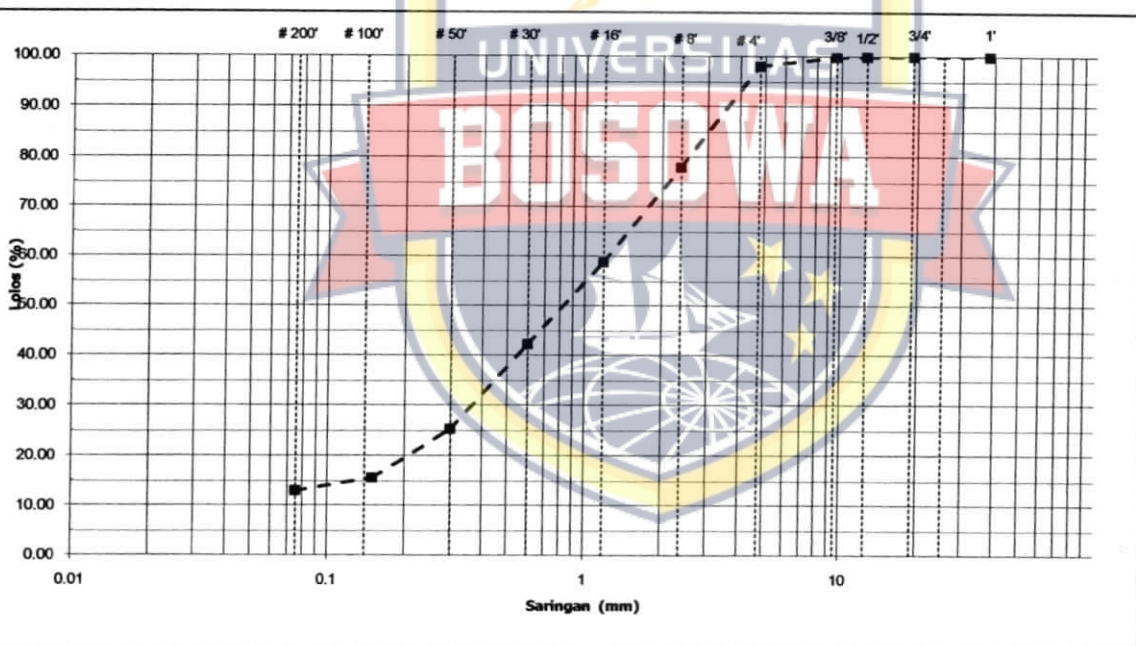
Jln. Urip Sumoharjo Km. 6- Telp. (0411) 452901 - 342789fax.(0411)424568.
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

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

Material : Abu Batu
Tanggal : 17 November 2014
Sumber : Bili - Bili

Dikerjakan : Adelina Nindy Saputri
: Deby Marfianti

No Saringan	Total : 2901.0			Total : 2958.3			Total :			Rata - rata % Lolos
	Contoh : 1			Contoh : 2			Contoh : 3			
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	
1"	0	0	100	0	0	100				100.00
3/4"	0.0	0.00	100.00	0	0.00	100.00				100.00
1/2"	2	0.07	99.93	2.5	0.08	99.92				99.92
3/8"	3.5	0.12	99.88	6.5	0.22	99.78				99.83
No. 4	49.3	1.70	98.30	65	2.20	97.80				98.05
No. 8	604.7	20.84	79.16	688.2	23.26	76.74				77.95
No. 16	1159.3	39.96	60.04	1256.7	42.48	57.52				58.78
No. 30	1658.6	57.17	42.83	1728.5	58.43	41.57				42.20
No. 50	2134.4	73.57	26.43	2243.4	75.83	24.17				25.30
No. 100	2433.6	83.89	16.11	2513.4	84.96	15.04				15.58
No. 200	2532.3	87.29	12.71	2566.3	86.75	13.25				12.98
Pan										



Diperiksa Oleh :
Asisten Laboratorium

MUH. HAMDAN, ST

Makassar, 5 Februari 2015

Mengetahui :
Kepala Laboratorium

EKA YUNIARTO, ST.MT.
NIDN. 0908066803



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

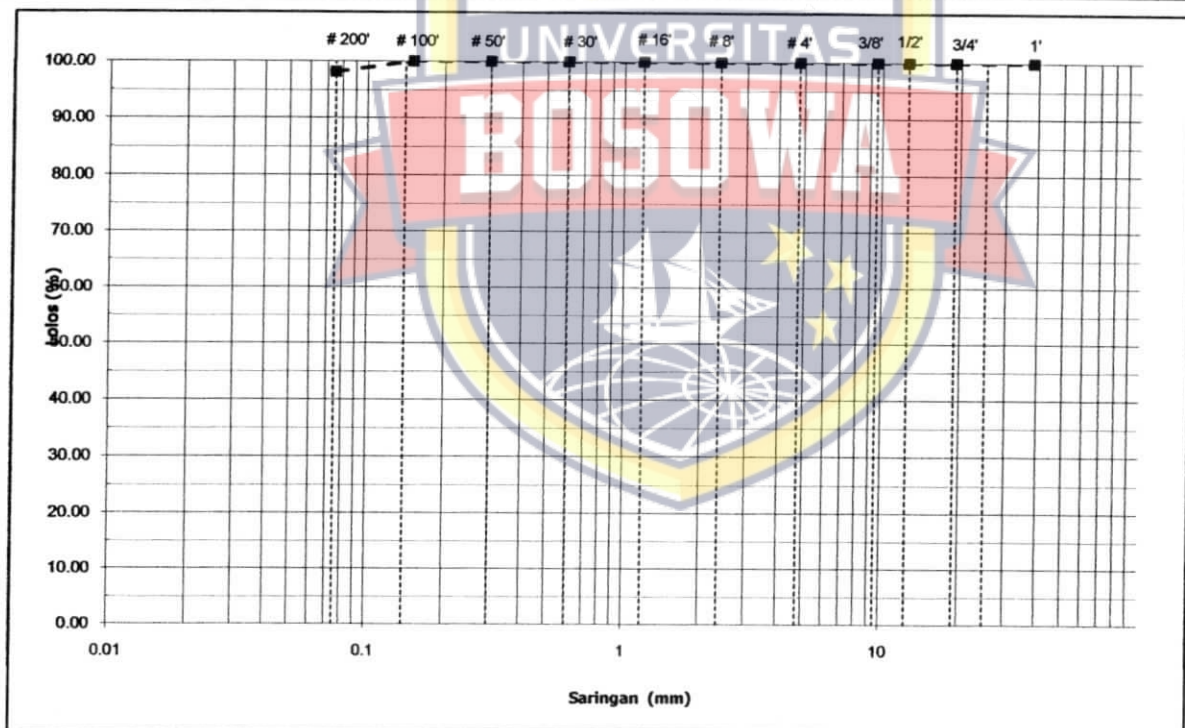
Jln. Urip Sumoharjo Km. 6- Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568.
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

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

Material : Semen
Tanggal : 17 November 2014
Sumber : Tonasa

Dikerjakan : Adelina Nindy Saputri
: Deby Marfianti

No Saringan	Total : 2000.0			Total : 2000			Total : 2000			Rata - rata % Lolos
	Contoh : 1			Contoh : 2			Contoh : 3			
	Kumulati	% Tertahan	% Lolos	Kumula	%	% Lolos	Kumulati	%	% Lolos	
"	0	0	100	0	0	100	0	0	100	100.00
74"	0	0	100	0	0	100	0	0	100	100.00
72"	0	0	100	0	0	100	0	0	100	100.00
78"	0	0	100	0	0	100	0	0	100	100.00
o. 4	0	0	100	0	0	100	0	0	100	100.00
o. 8	0	0	100	0	0	100	0	0	100	100.00
o. 16	0	0	100	0	0	100	0	0	100	100.00
o. 30	0	0	100	0	0	100	0	0	100	100.00
o. 50	0	0	100	0	0	100	0	0	100	100.00
o. 100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	100.00
o. 200	38.6	1.93	98.07	37.2	1.86	98.14	39.2	1.96	98.04	98.08
an										



Diperiksa Oleh :
Asisten Laboratorium

MuH. HAMDAN, ST

Makassar, 5 Februari 2015

Mengetahui :
Kepala Laboratorium

EKA YUNIARTO, ST.MT.
NIDN. 0908066803

LAMPIRAN B :





LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6- Telp. (0411) 452901 - 342789fax.(0411)424568.
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

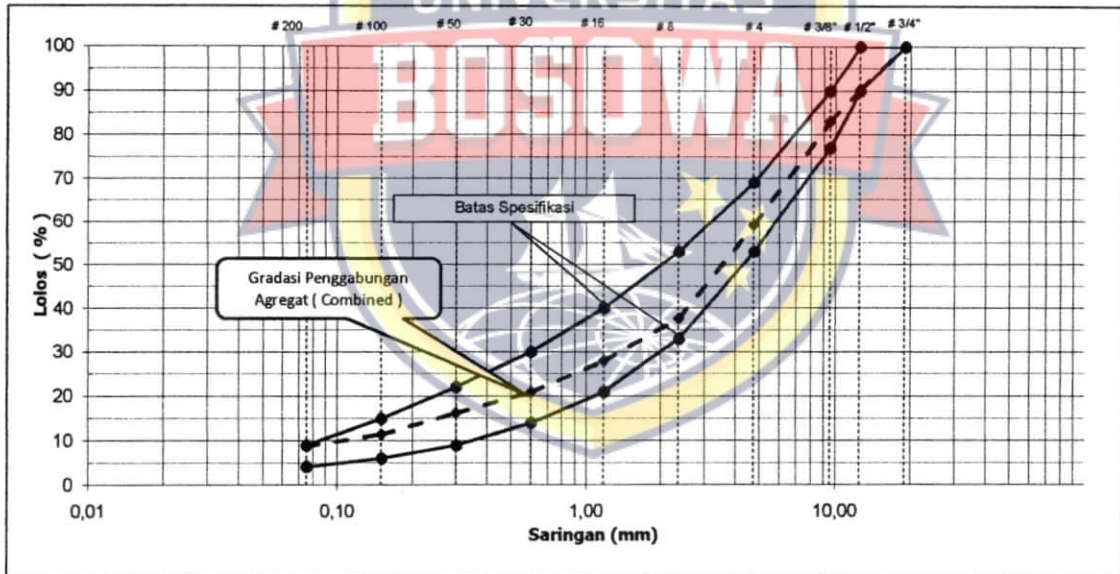
**GRADASI PENGGABUNGAN AGREGAT
(COMBINED)**

Material : Penggabungan
Tanggal : 17 November 2014
Sumber : Bili - Bili

Dikerjakan : Adelina Nindy Saputri
: Deby Marfianti

No. Saringan	Gradasi Agregat Individu (Rata - rata)				Gradasi Penggabungan Agregat (Combined) AC - WC		Spesifikasi 2010 Rev 3	Faktor Luas Permukaan Agregat
	a	b	c	d	I	II		
3/4"	100	100	100,00	100	100,00	100,00	100	0,41
1/2"	28,65	99,90	99,92	100	90,28	90,28	90 - 100	0,41
3/8"	12,10	93,21	99,83	100	83,02	83,02	77 - 90	0,41
# 4	2,84	63,36	98,05	100	59,19	59,19	63 - 69	0,41
# 8	1,45	37,79	77,95	100	37,61	37,61	33 - 53	0,82
# 16	1,38	27,70	58,78	100	27,93	27,93	21 - 40	1,64
# 30	1,35	20,61	42,20	100	20,78	20,78	14 - 30	2,87
# 50	1,31	16,97	25,30	100	16,19	16,19	9 - 22	6,14
# 100	1,27	11,98	15,58	100	11,37	11,37	6 - 15	12,29
# 200	1,19	8,85	12,98	98,33	8,72	8,72	4 - 9	32,77

Rasio Komposisi Agregat (% terhadap Total Agregat)	a. Batu Pecah 1 - 2	13,5	13,5
	b. Batu Pecah 0,5 - 1	75	75
	c. Abu Batu	11	11
	d. Filler	0,5	0,5
Total Luas Permukaan Agregat (M ² / KG)		6,85	7,19



Diperiksa Oleh :
Asisten Laboratorium

MUH. HAMDAN, ST

Makassar, 5 Februari 2015

Mengetahui :
Kepala Laboratorium

EKA YUNIARTO, ST.MT.
NIDN.0808065803

LAMPIRAN C :

*Hasil Pengujian Marshall untuk
Penentuan KAO AC – WC*





LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6– Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

Perhitungan Fraksi Campuran Aspal Panas AC-WC Untuk Variasi Kadar Aspal

Penetrasi 60/70

Tanggal : 18 Desember 2014

- Perhitungan untuk campuran aspal panas AC-WC dengan menggunakan Aspal penetrasi 60/70 sebagai Aspal dan agregat sebagai berikut :

No. Saringan	Spesifikasi 2010 Rev.3	% Lolos Gradasi Ideal	% Tertahan Gradasi Ideal
¾"	100	100	100
½"	90 – 100	95	5
3/8"	77 – 90	83,5	11,5
#4	53 – 69	61	22,5
#8	33 – 53	43	18
#16	21 – 40	30,5	12,5
#30	14 – 30	22	8,5
#50	9 – 22	15,5	6,5
#100	6 – 15	10,5	5
#200	4 – 9	6,5	4
Lolos 200	-	-	6,5

- Kadar aspal = 5 %
- Kapasitas mold = 1200 gram
 - = 1200 x 5% gram = 60 gram
 - = 1200 gram – 60 gram = 1140 gram



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6– Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

No. Saringan	% Tertahan	Berat Tot. Agregat	Berat Tertahan
3/4"	= -		
1/2"	= 5 %	x 1140 gram =	57 gram
3/8"	= 11,5 %	x 1140 gram =	131,1 gram
#4	= 22,5 %	x 1140 gram =	256,5 gram
#8	= 18 %	x 1140 gram =	205,2 gram
#16	= 12,5 %	x 1140 gram =	142,5 gram
#30	= 8,5 %	x 1140 gram =	96,9 gram
#50	= 6,5 %	x 1140 gram =	74,1 gram
#100	= 5 %	x 1140 gram =	57 gram
#200	= 4 %	x 1140 gram =	45,6 gram
lolos 200	= 6,5 %	x 1140 gram =	74,1 gram
			<u>1140 gram</u>



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6- Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

Batu Pecah (1 – 2) = 13,5 %

No. Saringan	Komposisi Camp.	Berat Tertahan	Berat Tertahan.
3/4"	= -		
1/2"	= 13,5 %	x 57 gram	= 7,7 gram
3/8"	= 13,5 %	x 131,1 gram	= 17,7 gram
#4	= 13,5 %	x 256,5 gram	= 34,6 gram
#8	= 13,5 %	x 205,2 gram	= 27,7 gram
#16	= 13,5 %	x 142,5 gram	= 19,2 gram
#30	= 13,5 %	x 96,9 gram	= 13,1 gram
#50	= 13,5 %	x 74,1 gram	= 10,0 gram
#100	= 13,5 %	x 57 gram	= 7,7 gram
#200	= 13,5 %	x 45,6 gram	= 6,2 gram
lolos 200	= 13,5 %	x 74,1 gram	= 10,0 gram
			153,9 gram





LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6– Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

• Batu Pecah (0,5 – 1) = 75 %

No. Saringan	Komposisi Camp.	Berat Tertahan	Berat Tertahan.
3/4"	= -		
1/2"	= 75 %	x 57 gram	= 42,8 gram
3/8"	= 75 %	x 131,1 gram	= 98,3 gram
#4	= 75 %	x 256,5 gram	= 192,4 gram
#8	= 75 %	x 205,2 gram	= 153,9 gram
#16	= 75 %	x 142,5 gram	= 106,9 gram
#30	= 75 %	x 96,9 gram	= 72,7 gram
#50	= 75 %	x 74,1 gram	= 55,6 gram
#100	= 75 %	x 57 gram	= 42,8 gram
#200	= 75 %	x 45,6 gram	= 34,2 gram
lolos 200	= 75 %	x 74,1 gram	= 55,6 gram
			855,0 gram



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6- Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

• Abu Batu = 11 %

No. Saringan	Komposisi Camp.	Berat Tertahan	Berat Tertahan
3/4"	= -		
1/2"	= 11 %	x 57 gram	= 6,3 gram
3/8"	= 11 %	x 131,1 gram	= 14,4 gram
#4	= 11 %	x 256,5 gram	= 28,2 gram
#8	= 11 %	x 205,2 gram	= 22,6 gram
#16	= 11 %	x 142,5 gram	= 15,7 gram
#30	= 11 %	x 96,9 gram	= 10,7 gram
#50	= 11 %	x 74,1 gram	= 8,2 gram
#100	= 11 %	x 57 gram	= 6,3 gram
#200	= 11 %	x 45,6 gram	= 5,0 gram
Lolos 200	= 11 %	x 74,1 gram	= 8,1 gram
			125,4 gram



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6– Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

• Filler = 0,5 %

No. Saringan	Komposisi Camp.	Berat Tertahan	Berat Tertahan
3/4"	= -		
1/2"	= 0,5 %	x 57 gram	= 0,3 gram
3/8"	= 0,5 %	x 131,1 gram	= 0,7 gram
#4	= 0,5 %	x 256,5 gram	= 1,3 gram
#8	= 0,5 %	x 205,2 gram	= 1,0 gram
#16	= 0,5 %	x 142,5 gram	= 0,7 gram
#30	= 0,5 %	x 96,9 gram	= 0,5 gram
#50	= 0,5 %	x 74,1 gram	= 0,4 gram
#100	= 0,5 %	x 54 gram	= 0,3 gram
#200	= 0,5 %	x 45,6 gram	= 0,2 gram
lolos 200	= 75 %	x 74,1 gram	= 0,4 gram
			<hr/> 5,7 gram



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6– Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568
website: www.teknisipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

$$\begin{aligned} \text{Berat Total Agregat} &= \text{Batu Pecah (1 – 2)} + \text{Batu Pecah (0,5 – 1)} + \text{Abu Batu} + \text{Filler} \\ &= 153,9 + 855,0 + 125,40 + 5,70 = 1140 \text{ gram} \end{aligned}$$

Selanjutnya untuk berat aspal dan berat aggregate pada masing-masing kadar aspal dapat dilihat sebagai berikut :

- Kadar aspal = 5,5 %
 - Kapasitas mold = 1200 gram
- $$= 1200 \text{ gram} \times 5,5\% = 66 \text{ gram}$$
- $$= 1200 \text{ gram} - 66 \text{ gram} = 1134 \text{ gram}$$

Saringan	Berat Tertahan	Batu Pecah 1 – 2	Batu Pecah 0,5 – 1	Abu Batu	Filler
3/4"	-	-	-	-	-
1/2"	56,7	7,7	42,5	6,2	0,3
3/8"	130,4	17,6	97,8	14,3	0,7
# 4	255,2	34,4	191,4	28,1	1,3
# 8	204,1	27,6	153,1	22,5	1,0
# 16	141,8	19,1	106,3	15,6	0,7
# 30	96,4	13,0	72,3	10,6	0,5
# 50	73,7	10,0	55,3	8,1	0,4
# 100	56,7	7,7	42,5	6,2	0,3
#200	45,4	6,1	34,0	5,0	0,2
Lolos 200	73,7	10,0	55,3	8,1	0,4
Jumlah	1134	153,1	850,5	124,7	5,7



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6– Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

$$\begin{aligned} \text{Berat Total Agregat} &= \text{Batu Pecah (1 – 2)} + \text{Batu Pecah (0,5 – 1)} + \text{Abu Batu} + \text{Filler} \\ &= 153,1 + 850,5 + 124,7 + 5,7 = 1134 \text{ gram} \end{aligned}$$

- Kadar aspal = 6 %

- Kapasitas mold = 1200 gram

$$= 1200 \text{ gram} \times 6\% = 72 \text{ gram}$$

$$= 1200 \text{ gram} - 72 \text{ gram} = 1128 \text{ gram}$$

Saringan	Berat Tertahan	Batu Pecah 1 – 2	Batu Pecah 0,5 – 1	Abu Batu	Filler
3/4"	-	-	-	-	-
1/2"	56,4	7,6	42,3	6,2	0,3
3/8"	129,7	17,5	97,3	14,3	0,6
# 4	253,8	34,3	190,4	27,9	1,3
# 8	203,0	27,4	152,3	22,3	1,0
# 16	141,0	19,0	105,8	15,5	0,7
# 30	95,9	12,9	71,9	10,5	0,5
# 50	73,3	9,9	55,0	8,1	0,4
# 100	56,4	7,6	42,3	6,2	0,3
#200	45,1	6,1	33,8	5,0	0,2
Lolos 200	73,3	9,9	55,0	8,1	0,4
Jumlah	1128	152,3	846,0	124,1	5,6

$$\begin{aligned} \text{Berat Total Agregat} &= \text{Batu Pecah (1 – 2)} + \text{Batu Pecah (0,5 – 1)} + \text{Abu Batu} + \\ &\text{Filler} \end{aligned}$$

$$= 152,3 + 846,0 + 124,1 + 5,6 = 1128 \text{ gram}$$



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6– Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

- Kadar aspal = 6,5 %
- Kapasitas mold = 1200 gram
 - = 1200 gram x 6,5% = 78 gram
 - = 1200 gram – 78 gram = 1122 gram

Saringan	Berat Tertahan	Batu Pecah 1 – 2	Batu Pecah 0,5 – 1	Abu Batu	Filler
3/4"	-	-	-	-	-
1/2"	56,1	7,6	42,1	6,2	0,3
3/8"	129,0	17,4	96,8	14,2	0,6
# 4	252,5	34,1	189,3	27,8	1,3
# 8	202,0	27,3	151,5	22,2	1,0
# 16	140,3	18,9	105,2	15,4	0,7
# 30	95,4	12,9	71,5	10,5	0,5
# 50	72,9	9,8	54,7	8,0	0,4
# 100	56,1	7,6	42,1	6,2	0,3
#200	44,9	6,1	33,7	4,9	0,2
Lolos 200	72,9	9,8	54,7	8,0	0,4
Jumlah	1122	151,5	841,5	123,4	5,6

$$\begin{aligned} \text{Berat Total Agregat} &= \text{Batu Pecah (1 – 2)} + \text{Batu Pecah (0,5 – 1)} + \text{Abu Batu} + \\ &\quad \text{Filler} \\ &= 151,5 + 841,5 + 123,4 + 5,6 = 1122 \text{ gram} \end{aligned}$$

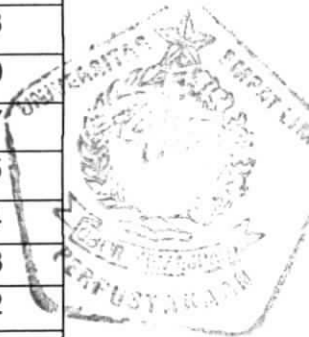


LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6– Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

- Kadar aspal = 7 %
- Kapasitas mold = 1200 gram
 - = 1200 gram x 7% = 84 gram
 - = 1200 gram – 84 gram = 1116 gram

Saringan	Berat Tertahan	Batu Pecah 1 – 2	Batu Pecah 0,5 – 1	Abu Batu	Filler
3/4"	-	-	-	-	-
1/2"	55,8	7,5	41,9	6,1	0,3
3/8"	128,3	17,3	96,3	14,1	0,6
# 4	251,1	33,9	188,3	27,6	1,3
# 8	200,9	27,1	150,7	22,1	1,0
# 16	139,5	18,8	104,6	15,3	0,7
# 30	94,9	12,8	71,1	10,4	0,5
# 50	72,5	9,8	54,4	8,0	0,4
# 100	55,8	7,5	41,9	6,1	0,3
#200	44,6	6,0	33,5	4,9	0,2
Lolos 200	72,5	9,8	54,4	8,0	0,4
Jumlah	1116	150,7	837,0	122,8	5,6



Berat Total Agregat = Batu Pecah (1 – 2) + Batu Pecah (0,5 – 1) + Abu Batu +
Filler

$$= 150,7 + 837,0 + 122,8 + 5,6 = 1116 \text{ gram}$$



**LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS "45" MAKASSAR**

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6 - Telp. (0411) 452901 - 342789. Fax (0411) 424568. Website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yaboo.com

MARSHALL TEST
(AASHTO T. 245 - 37 (2003))

Prenetrasi Aspal		60/70
Berat Jenis Aspal		1.041 gr/cc
di Tes Oleh		Adelina Nindy Saputri
		Deby Marlianti

Campuran : AC - WC
 Test : Variasi Kadar Aspal
 Tanggal Tes : 24 Desember 2014
 Dikerjakan : Adelina Nindy Saputri
 : Deby Marlianti

No	Agregat	Bj Bulk	Bj Semu
a	Batu Pecah 1 - 2	2.58	2.71
b	Batu Pecah 0.5 - 1	2.57	2.72
c	Abu Batu	2.50	2.76
d	Filler	3.17	3.17

No	Proporsi Campuran (% Berat Total Agregat)				Kadar Aspal Efektif (%)		Bj Bulk Gabungan	Bj Efektif Gabungan	Maksimum Campuran (GMM)	Berat (Gram)				Keing Permukaan (SSD)	Volume Campuran (Kepadatan)	% Rongga Dalam Campuran (VIM)	Stabilitas (Kg)		Pelelehan (mm)	Marshall Quolient (kg/mm)	Luas Permukaan Agregat	Absorpsi Aspal Terhadap Berat Total Campuran	Tebal Film TO (100-A)	Rongga Dalam Agregat (VMA)	Rongga Tersisi Aspal (VFB)
	a	b	c	d	Kadar Aspal Efektif	Kadar Aspal terhadap total Campura				D	E	F	G				H	I							
I	13.5	75	11	0.5	3.93	5	2.57	2.65	2.456	1176.9	675.2	1184.5	511.3	2.30	6.29	10.5	1532.0	2.63	562.49	6.85	1.13	5.72	14.85	57.84	
II	13.5	75	11	0.5	3.93	5	2.57	2.65	2.456	1174.5	661.6	1185.2	523.6	2.24	8.68	8.5	1190.5	3.55	335.36	6.85	1.13	5.72	17.02	49.01	
III	13.5	75	11	0.5	3.93	5	2.57	2.65	2.456	1180.8	667.2	1184.5	517.3	2.28	7.07	8.0	1167.2	2.35	496.68	6.85	1.13	5.72	15.56	54.56	
Rata - rata					3.93		2.57	2.65	2.456	1177.4	667.3	1184.7	517.4	2.28	7.35	9.0	1290.6	2.84	471.51	6.85	1.13	6.72	15.81	53.74	
I	13.5	75	11	0.5	4.44	6	2.57	2.65	2.439	1175.9	672.2	1185.7	513.5	2.29	6.11	9.0	1313.1	4.10	320.27	6.85	1.12	6.50	15.74	61.20	
II	13.5	75	11	0.5	4.44	6	2.57	2.65	2.439	1184.2	681.9	1188.7	507.2	2.33	4.27	9.5	1441.5	3.10	465.00	6.85	1.12	6.50	14.09	69.70	
III	13.5	75	11	0.5	4.44	6	2.57	2.65	2.439	1168.6	667.7	1175.3	507.6	2.30	5.60	8.0	1213.9	2.65	458.07	6.85	1.12	6.50	15.29	63.34	
Rata - rata					4.44		2.57	2.65	2.439	1176.2	673.8	1183.2	508.4	2.31	5.33	8.8	1322.8	3.28	414.45	6.85	1.12	6.50	15.04	64.75	
I	13.5	75	11	0.5	4.95	6	2.57	2.65	2.422	1173.3	671.2	1178.6	505.4	2.32	4.14	9.5	1441.5	3.60	400.41	6.85	1.12	7.29	15.03	72.48	
II	13.5	75	11	0.5	4.95	6	2.57	2.65	2.422	1174.4	669.1	1178.4	509.3	2.31	4.78	10.5	1532.0	4.25	360.46	6.85	1.12	7.29	15.60	69.35	
III	13.5	75	11	0.5	4.95	6	2.57	2.65	2.422	1179.2	678.7	1183.1	504.4	2.34	3.46	9.5	1441.5	2.70	533.89	6.85	1.12	7.29	14.43	76.01	
Rata - rata					4.95		2.57	2.65	2.422	1175.6	673.0	1179.4	506.4	2.32	4.13	9.8	1471.6	3.52	431.59	6.85	1.12	7.29	15.02	72.81	
I	13.5	75	11	0.5	5.46	7	2.57	2.65	2.405	1176.0	673.3	1178.3	505.0	2.33	3.16	9.5	1510.8	3.90	387.38	6.85	1.11	8.08	15.22	79.23	
II	13.5	75	11	0.5	5.46	7	2.57	2.65	2.405	1176.9	674.2	1179.2	505.0	2.34	3.09	8.5	1289.8	3.90	330.71	6.85	1.11	8.08	15.15	79.63	
III	13.5	75	11	0.5	5.46	7	2.57	2.65	2.405	1179.0	676.3	1181.1	504.8	2.34	2.87	8.5	1289.8	4.05	318.46	6.85	1.11	8.08	14.97	80.79	
Rata - rata					5.46		2.57	2.65	2.405	1177.3	674.8	1179.5	504.9	2.33	3.04	8.8	1363.4	3.95	348.52	6.85	1.11	8.08	15.11	79.89	
I	13.5	75	11	0.5	5.97	7	2.57	2.65	2.388	1175.1	674.4	1176.7	502.3	2.34	2.03	9.0	1431.3	4.30	332.86	6.85	1.10	8.89	15.28	86.70	
II	13.5	75	11	0.5	5.97	7	2.57	2.65	2.388	1180.3	673.9	1182.4	503.5	2.34	1.83	8.5	1289.8	4.10	314.57	6.85	1.10	8.89	15.11	87.86	
III	13.5	75	11	0.5	5.97	7	2.57	2.65	2.388	1174.5	673.9	1176.5	502.6	2.34	2.14	8.0	1213.9	4.60	263.89	6.85	1.10	8.89	15.38	86.07	
Rata - rata					5.97		2.57	2.65	2.388	1176.6	675.7	1178.5	502.8	2.34	2.00	8.5	1311.6	4.33	303.77	6.85	1.10	8.89	15.26	86.68	
SPESIFIKASI																									
																Min 3.0 - 5.0	Min 2.0 - 4.0	Min 800	Min 15	Min 65					

Makassar, 25 Februari 2015
 Mengetahui:
 Kepala Laboratorium

 EKA YUNIARTO, ST. MT.
 NIDN. 7090656803

Diperiksa Oleh:
 Asisten Laboratorium

 MUKHAMMADAN, ST.

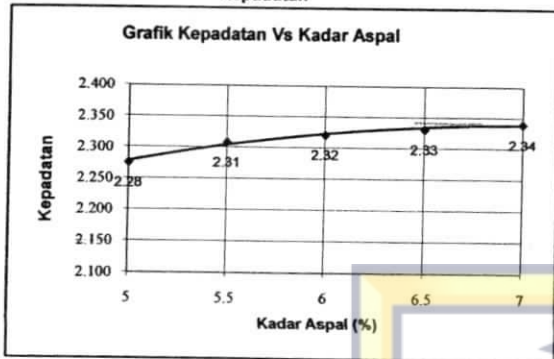


LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS " 45 " MAKASSAR

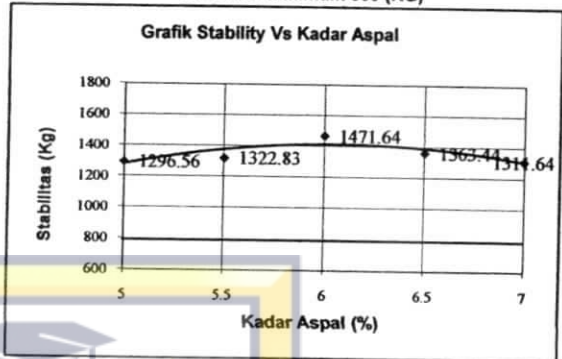
Jln. Urip Sumoharjo Km. 6 - Telp. (0411) 452901 - 342789. Fax (0411) 424568.
Website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

GRAFIK KARAKTERISTIK MARSHALL TEST Jenis Campuran AC - WC

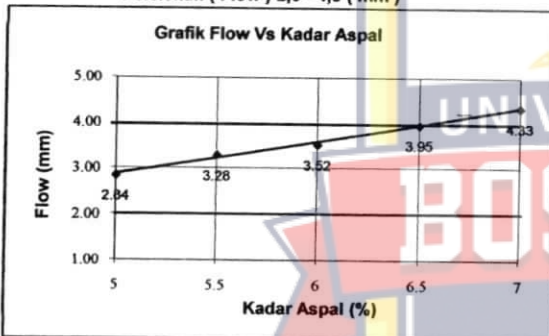
Kepadatan



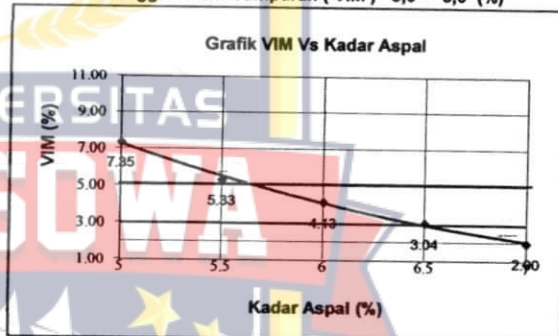
Stabilitas Minimum 800 (KG)



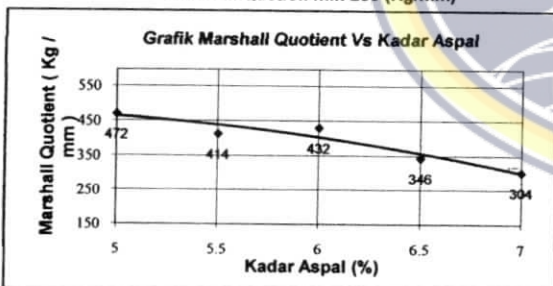
Pelelehan (Flow) 2,0 - 4,0 (mm)



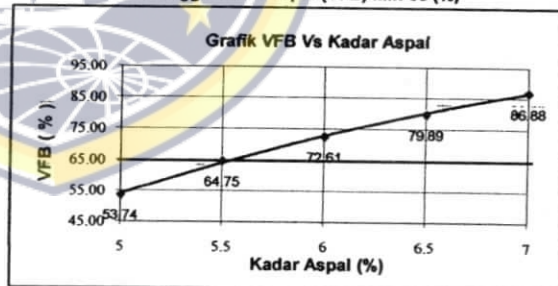
Rongga Dalam Campuran (VIM) 3,0 - 5,0 (%)



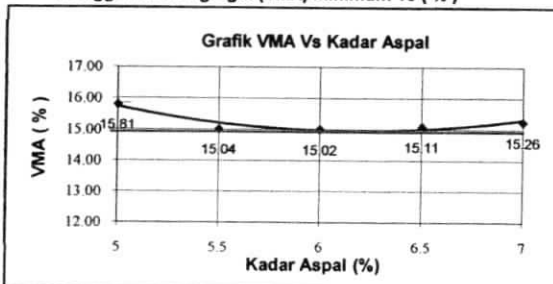
Marshall Quotion min 250 (Kg/mm)



Rongga Terisi Aspal (VFB) Min 65 (%)



Rongga Dalam Agregat (VMA) Minimum 15 (%)

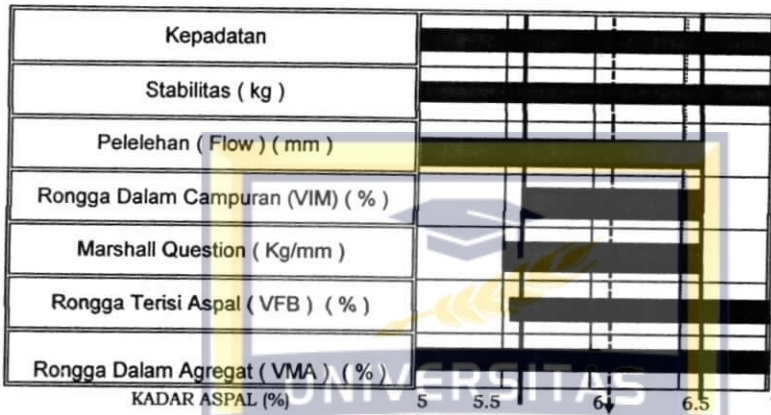




LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS " 45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6 - Telp. (0411) 452901 - 342789. Fax (04110 424568.
Website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

DIAGRAM PENENTUAN KADAR ASPAL OPTIMUM



$$\text{KADAR ASPAL OPTIMUM} = \frac{5.6 + 6.6}{2} = 6.1$$



LAMPIRAN D :

Hasil Pengujian Marshall KAO
AC - WC





LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6– Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

Perhitungan Fraksi Campuran Aspal Panas AC-WC Untuk KAO

Tanggal : 25 Desember 2014

No. Saringan	Spesifikasi 2010 Rev.3	% Lolos Gradasi Ideal	% Tertahan Gradasi Ideal
¾"	100	100	100
½"	90 – 100	95	5
3/8"	77 – 90	83,5	11,5
#4	53 – 69	61	22,5
#8	33 – 53	43	18
#16	21 – 40	30,5	12,5
#30	14 – 30	22	8,5
#50	9 – 22	15,5	6,5
#100	6 – 15	10,5	5
#200	4 – 9	6,5	4
Lolos 200	-	-	6,5

- Kadar aspal = 6.1 %
- Kapasitas mold = 1200 gram
 $= 1200 \times 6.1 \% \text{ gram} = 73 \text{ gram}$
 $= 1200 \text{ gram} - 60 \text{ gram} = 1126,8 \text{ gram}$

No. Saringan	% Tertahan	Berat Tot. Agregat	Berat Tertahan
--------------	------------	--------------------	----------------

¾"	=	-	
----	---	---	--

½"	=	5 %	x 1126,8 gram = 56,34 gram
----	---	-----	----------------------------



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6– Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

3/8"	=	11,5 %	x	1126,8	gram =	129,58 gram
#4	=	22,5 %	x	1126,8	gram =	253,53 gram
#8	=	18 %	x	1126,8	gram =	202,82 gram
#16	=	12,5 %	x	1126,8	gram =	140,85 gram
#30	=	8,5 %	x	1126,8	gram =	95,778 gram
#50	=	6,5 %	x	1126,8	gram =	73,242 gram
#100	=	5 %	x	1126,8	gram =	56,34 gram
#200	=	4 %	x	1126,8	gram =	45,072 gram
Colos 200	=	6,5 %	x	1126,8	gram =	73,242 gram
						1126,8 gram
Batu Pecah (1 – 2)	=	13,5 %				

No. Saringan Komposisi Camp. Berat Tertahan Berat Tertahan

1/4"	=	-				
1/2"	=	13,5 %	x	56,34	gram =	7,606 gram
3/8"	=	13,5 %	x	129,58	gram =	17,49 gram



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6– Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

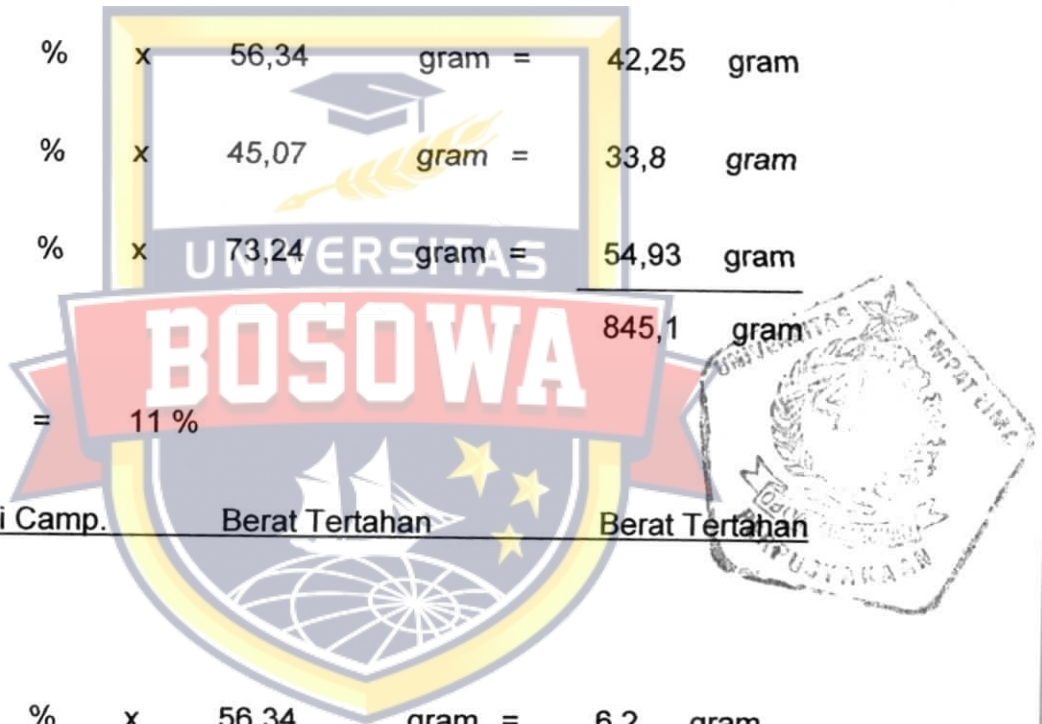
#4	=	13,5 %	x	253,53	gram =	34,22 gram
#8	=	13,5 %	x	202,82	gram =	27,38 gram
#16	=	13,5 %	x	140,85	gram =	19,01 gram
#30	=	13,5 %	x	95,78	gram =	12,93 gram
#50	=	13,5 %	x	73,24	gram =	9,88 gram
#100	=	13,5 %	x	56,34	gram =	7,6 gram
#200	=	13,5 %	x	45,072	gram =	6,08 gram
Lolos 200	=	13,5 %	x	73,24	gram =	9,88 gram
						152,118 gram
		Batu Pecah (0,5 – 1) =		75 %		
<u>No. Saringan</u>	<u>Komposisi Camp.</u>			<u>Berat Tertahan</u>		<u>Berat Tertahan</u>
1/4"	=	-				
1/2"	=	75 %	x	56,34	gram =	42,25 gram
3/8"	=	75 %	x	129,58	gram =	97,18 gram
4"	=	75 %	x	253,53	gram =	190,14 gram



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6– Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

#8	=	75	%	x	202,82	gram =	152,12	gram
#16	=	75	%	x	140,85	gram =	105,63	gram
#30	=	75	%	x	95,78	gram =	71,83	gram
#50	=	75	%	x	73,24	gram =	54,93	gram
#100	=	75	%	x	56,34	gram =	42,25	gram
#200	=	75	%	x	45,07	gram =	33,8	gram
Lolos 200	=	75	%	x	73,24	gram =	54,93	gram
							845,1	gram
Abu Batu	=	11	%					
No. Saringan					Berat Tertahan			Berat Tertahan
3/4"	=	-						
1/2"	=	11	%	x	56,34	gram =	6,2	gram
3/8"	=	11	%	x	129,58	gram =	14,25	gram
4"	=	11	%	x	253,53	gram =	27,88	gram
8"	=	11	%	x	202,82	gram =	22,31	gram





LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6– Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

#16	=	11	%	x	140,85	gram =	15,5	gram
#30	=	11	%	x	95,78	gram =	10,53	gram
#50	=	11	%	x	73,24	gram =	8,05	gram
#100	=	11	%	x	56,34	gram =	6,2	gram
#200	=	11	%	x	45,07	gram =	4,95	gram
Lolos 200	=	11	%	x	73,24	gram =	8,05	gram
							<u>123,948</u>	gram

• Filler = 0,5 %

No. Saringan Komposisi Camp. Berat Tertahan Berat Tertahan

3/4"	=	-						
1/2"	=	0,5	%	x	56,34	gram =	0,28	gram
3/8"	=	0,5	%	x	129,58	gram =	0,64	gram
4	=	0,5	%	x	253,53	gram =	1,26	gram
8	=	0,5	%	x	202,82	gram =	1,01	gram
16	=	0,5	%	x	140,85	gram =	0,7	gram



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

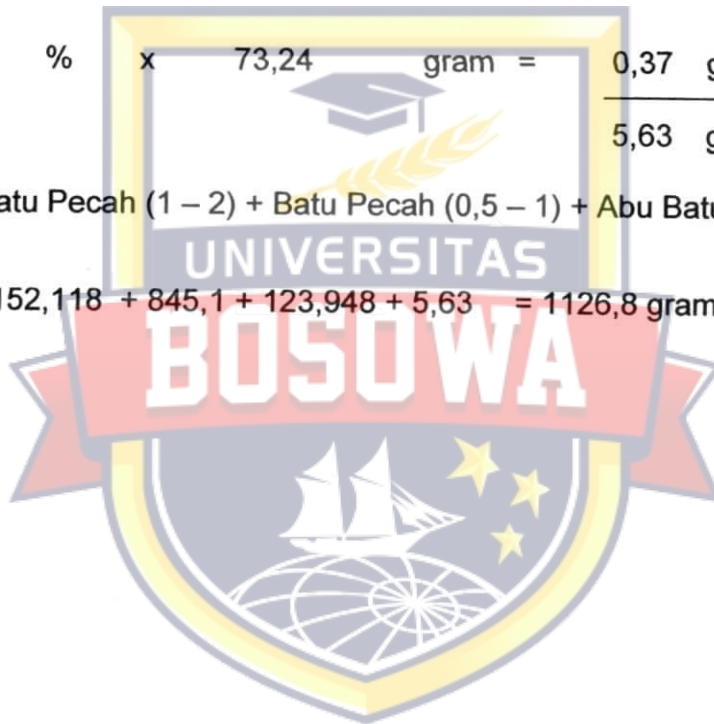
Jln. Urip Sumoharjo Km. 6– Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

#30	=	0,5	%	x	95,78	gram	=	0,48	gram
#50	=	0,5	%	x	73,24	gram	=	0,36	gram
#100	=	0,5	%	x	56,34	gram	=	0,28	gram
#200	=	0,5	%	x	45,07	gram	=	0,22	gram
Lolos 200	=	75	%	x	73,24	gram	=	0,37	gram

5,63 gram

Berat Total Agregat = Batu Pecah (1 – 2) + Batu Pecah (0,5 – 1) + Abu Batu + Filler

$$= 152,118 + 845,1 + 123,948 + 5,63 = 1126,8 \text{ gram}$$





LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6 - Telp. (0411) 452901 - 342789, Fax (04110 424568, Website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

MARSHALL TEST (AASHTO T. 245 - 97 (2003))

Penetrasi Aspal : 60/70
Berat Jenis Aspal : 1.041 gr/cc
di Tes Oleh : Adelina Nindy Saputri
Deby Marfianti

Campuran : AC-WC
Test : Kadar Aspal Optimum (KAO)
Tanggal Tes : 7 Januari 2015
Dikerjakan : Adelina Nindy Saputri
Deby Marfianti

No	Agregat	Bj Bulk	Bj Semu
a	Batu Pecah 1 - 2	2.58	2.71
b	Batu Pecah 0,5 - 1	2.57	2.72
c	Abu Batu	2.50	2.76
d	Filler	3.17	3.17

No	Proporsi Campuran (% Berat Total Agregat)				Kadar Aspal Efektif (%)	Kadar Aspal total (%)	Bj Bulk Gabungan	Bj Efektif Gabungan	Bj Maksimum Campuran	Berat (Gram)				Volume Benda Uji	Bj Bulk Campuran (kepadat Campuran)	% Rongga Dalam Campuran	Stabilitas (Kg)	Pelebaran (mm)	Marshall Quotient	Luas Permukaan Agregat	Absorsi Aspal Terhadap Berat Total Campuran	Tebal Film	Rongga Dalam Agregat (VMA)	Rongga Terisi Aspal (VFB)
	a	b	c	d						E	F	G	H											
I	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.65	2.418	1174.5	672.3	1179	506.20	2.32	4.05	11.2	1699.4	3.1	548.21	6.85	1.11	7.44	15.17	73.27
II	13.5	75	11	0.5	6.1	6.1	2.57	2.85	2.418	1165	667.5	1170	502.00	2.32	4.03	9.4	1426.3	4.4	327.89	6.85	1.11	7.44	15.15	73.37
III	13.5	75	11	0.5	6.1	6.1	2.57	2.85	2.418	1184	678.3	1189	511.10	2.32	4.19	10.6	1546.5	3.3	463.04	6.85	1.11	7.44	15.28	72.59
	Perendaman selama 30 Menit dengan suhu 60° C																							
I	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.65	2.418	1175	672.7	1179	506.43	2.32	4.09	10.40	1557.4	3.6	446.38	6.85	1.11	7.44	15.20	73.08
II	13.5	75	11	0.5	6.1	6.1	2.57	2.65	2.418	1176.5	672.9	1180	506.70	2.32	3.99	9.0	1365.6	4.26	320.57	6.85	1.11	7.44	15.10	73.62
III	13.5	75	11	0.5	6.1	6.1	2.57	2.65	2.418	1179	675.3	1183	507.40	2.32	3.89	9.7	1471.8	3.5	415.77	6.85	1.11	7.44	15.02	74.10
	Perendaman Selama 24 Jam dengan suhu 60° C																							
I	13.5	75	11	0.5	6.1	6.1	2.57	2.65	2.418	1175	673.1	1179	506.07	2.32	3.95	9.40	1426.3	3.8	381.18	6.85	1.11	7.44	15.09	73.67
	SPESIFIKASI																							
					Min 5.1					Min 3.0 - 5.0					Min 800	Min 3	Min 250					Max 1.2	Min 65	

Stabilitas Sisa = $\frac{1426.3}{1557.4} \times 100\% = 91.58 > 90$

Makassar, 5 Februari 2015

Mengetahui:

Kepala Laboratorium

EKA YUNIARTO, ST. MT.
NIDN. 0906068603

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

M. H. HAMDAN, ST.

LAMPIRAN E :

*Hasil Pengujian Marshall Untuk
Variasi Kadar Lumpur dan Variasi
Temperatur Pemadatan AC – WC*





LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6– Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

Perhitungan Fraksi Campuran Aspal Panas AC - WC Untuk Variasi Kadar Lumpur

Tanggal : 8 Januari 2015

➤ Untuk kadar lumpur 3 % pada campuran AC-WC dengan kadar aspal 6.1% dan agregat sebagai berikut :

- Untuk Kadar Lumpur
- Kadar Aspal
- Kapasitas mold

$$= 3 \%$$

$$= 6.1 \%$$

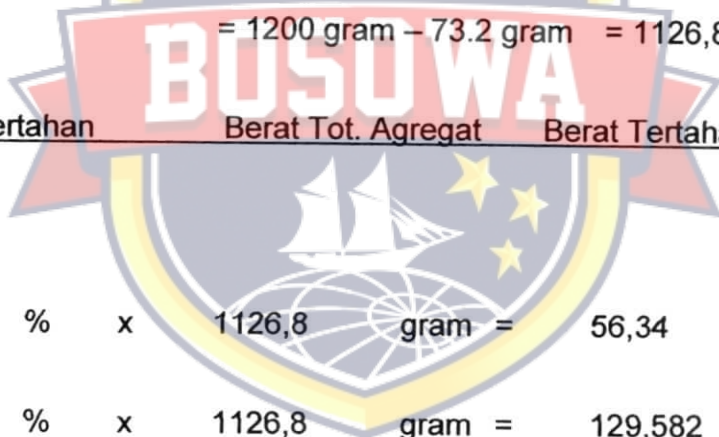
$$= 1200 \text{ gram}$$

$$= 1200 \text{ gram} \times 6.1 \%$$

$$= 73.2 \text{ gram}$$

$$= 1200 \text{ gram} - 73.2 \text{ gram} = 1126,8 \text{ gram}$$

No. Saringan	% Tertahan	Berat Tot. Agregat	Berat Tertahan
3/4"	= -		
1/2"	= 5 %	x 1126,8 gram	= 56,34 gram
3/8"	= 11,5 %	x 1126,8 gram	= 129,582 gram
4"	= 22,5 %	x 1126,8 gram	= 253,53 gram
8"	= 18 %	x 1126,8 gram	= 202,824 gram
16"	= 12,5 %	x 1126,8 gram	= 140,85 gram





LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6– Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

#30	=	8,5 %	x	1126,8	gram	=	95,778	gram
#50	=	6,5 %	x	1126,8	gram	=	73,242	gram
#100	=	5 %	x	1126,8	gram	=	56,34	gram
#200	=	4 %	x	1126,8	gram	=	45,072	gram
Lolos 200	=	6,5 %	x	1126,8	gram	=	73,242	gram
							1126,8	gram
CA (1 – 2)	=	13,5 %						
No. Saringan	Komposisi Camp.			Berat Tertahan			Berat Tertahan	
3/4"	=	-						
1/2"	=	13,5 %	x	56,34	gram	=	7,6	gram
3/8"	=	13,5 %	x	129,582	gram	=	17,49	gram
4"	=	13,5 %	x	253,53	gram	=	34,22	gram
8"	=	13,5 %	x	202,824	gram	=	27,38	gram
16"	=	13,5 %	x	140,85	gram	=	19,01	gram
30"	=	13,5 %	x	95,778	gram	=	12,93	gram
50"	=	13,5 %	x	73,242	gram	=	9,88	gram
100"	=	13,5 %	x	56,34	gram	=	7,605	gram



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6– Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

#200	=	13,5 %	x	45,072	gram =	6,08	gram
Lumpur	=	13,5 %	x	73,242	gram =	9,88	gram
						<hr/>	
						152,118	gram

Selanjutnya berat agregat per fraksi untuk komposisi yang lain masing – masing dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

BERAT AGREGAT PERFRAKSI UNTUK BATU PECAH 1 – 2

No. Saringan	Rata - rata % Lolos	Berat Agregat Per Saringan
Mm	%	Gram
¾	100	-
½	28.65	7,6
3/8	12.10	17,49
4	2.84	34,226
8	1.45	27,38
16	1.38	19,01
30	1.35	12,93
50	1.31	9,88
100	1.27	7,6
200	1.19	6,08
Lumpur	0.00	9,88



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6- Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

BERAT AGREGAT PERFRAKSI UNTUK BATU PECAH 0,5 -1

No. Saringan	Rata - rata % Lolos	Berat Agregat Per Saringan
Mm	%	Gram
¾	100	-
½	99.90	42,255
3/8	93.21	97,186
4	63.36	190,147
8	37.79	152,118
16	27.70	105,63
30	20.61	71,83
50	16.97	54,93
100	11.98	42,225
200	8.85	33,804
Lumpur	0.00	54,93

BERAT AGREGAT PERFRAKSI UNTUK ABU BATU

No. Saringan	Rata - rata % Lolos	Berat agregat per saringan
Mm	%	Gram
¾	100	-
½	99.92	6,197
3/8	99.83	14,25
4	98.05	27,88
8	77.95	22,31
16	58.78	15,49
30	42.20	10,535
50	16.97	8,05
100	15.58	6,197
200	12.98	4,95
Lumpur	0.00	8,05



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6– Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

BERAT AGREGAT PERFRAKSI UNTUK FILLER

No. Saringan	Rata - rata % Lolos	Berat Agregat Per Saringan
Mm	%	Gram
$\frac{3}{4}$	100	-
$\frac{1}{2}$	100	0,28
$\frac{3}{8}$	100	0,64
4	100	1,26
8	100	1,01
16	100	0,7
30	100	0,47
50	100	0,36
100	100	0,28
200	98.33	0,22
Lumpur	0.00	0,36



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS " 45 " MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6 - Telp. (0411) 452901 - 342789. Fax (04110) 424568. Website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

MARSHALL TEST

(AASHTO T. 245 - 97 (2003))

Penerasi Aspal : 60/70
 Berat Jenis Aspal : 1.041 gr/cc
 di Tes Oleh : Adeline Nindy Saputri
 Deby Marfiantli

Campuran : AC - WC
 Test : Variasi Kadar Lumpur dan Variasi Suhu
 Tanggal Tes : Adeline Nindy Saputri
 Dikerjakan : Deby Marfiantli

No	Agregat	Bj Buluk	Bj Semu
a	Batu Pecah 1 - 2	2.58	2.71
b	Batu Pecah 0.5 - 1	2.57	2.72
c	Abu Batu	2.50	2.78
d	Filler	3.17	3.17

No	Proporsi Campuran (% Berat Total Agregat)				Kadar Aspal Efektif (%)		Kadar Aspal Efektif (%)	Bj Buluk Gabungan	Bj Efektif Gabungan	Maksimum Campuran (GMM)	Berat (Gram)		Volume Kering Permu Uj (SSD)	Volume Campuran (Kepadatan)	Rongga Dalam Campuran (VIM)	Stabilitas (Kg)	Pelelehan (mm)	Marshall Quetient	Luas Permukaan Agregat	Absorsi Aspal Terhadap Berat Total Campuran	Tebal Film	Rongga Dalam Agregat (VMA)	Rongga Terisi Aspal (VFB)
	a	b	c	d	A	B					D	E											
I	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.85	2.418	1184.3	678.0	1196.6	518.6	2.28	5.57	4.5	2.10	312.64	6.85	1.11	7.45	18.50	66.27
II	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.85	2.418	1179.5	673.4	1194.6	521.2	2.28	4.42	4.4	2.00	320.98	6.85	1.11	7.45	17.26	62.80
III	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.85	2.418	1180.3	671.2	1194.0	522.8	2.28	6.64	4.8	2.00	350.18	6.85	1.11	7.45	17.45	61.95
Kadar Lumpur 3% Suhu 80°																							
I	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.85	2.418	1181.4	674.2	1195.1	520.9	2.27	6.21	4.6	2.03	327.93	6.85	1.11	7.45	17.07	63.67
II	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.85	2.418	1180.1	676.2	1187.5	511.3	2.31	4.56	6.0	2.40	364.75	6.85	1.11	7.45	15.81	70.80
III	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.85	2.418	1216.8	700.9	1224.8	523.9	2.32	3.96	7.5	2.50	420.19	6.85	1.11	7.45	15.08	73.76
Kadar Lumpur 3% Suhu 100°																							
I	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.85	2.418	1184.4	683.3	1191.0	507.7	2.33	3.53	7.0	2.60	408.62	6.85	1.11	7.45	14.70	75.98
II	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.85	2.418	1193.8	686.8	1201.1	514.3	2.32	4.02	6.8	2.50	397.82	6.85	1.11	7.45	16.13	73.52
III	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.85	2.418	1185.1	684.5	1191.5	507.0	2.34	3.34	7.5	3.70	307.57	6.85	1.11	7.45	14.54	77.02
Kadar Lumpur 3% Suhu 120°																							
I	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.85	2.418	1186.2	683.9	1199.1	515.2	2.31	4.63	7.6	3.00	308.01	6.85	1.11	7.45	15.88	70.46
II	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.85	2.418	1184.9	682.5	1193.0	510.5	2.32	4.02	7.2	3.30	318.33	6.85	1.11	7.45	15.14	73.44
III	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.85	2.418	1186.1	683.8	1194.5	510.9	2.32	4.00	7.4	3.63	311.30	6.85	1.11	7.45	15.12	73.64
SPESIFIKASI																	Min 3.0 - 5.0	Min 800	Min 2.0 - 4.0	Min 15	Min 65		

Diperiksa Oleh:
 Asisten Laboratorium

(Signature)
 MCH. HAMDAN, ST

Makassar, 5 Februari 2015

Mengetahui:

Kepala Laboratorium

(Signature)

EKA YUNJARTO, ST. MT.

NIDN. 0908066803



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS " 45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6 - Telp. (0411) 452901 - 342789. Fax (04110) 424568. Website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

MARSHALL TEST

(AASHTO T. 246 - 97 (2003))

Penetrasi Aspal
Berat Jenis Aspal
di Tes Oleh

: 80/70
: 1.041 gr/cc
: Adeline Nindy Saputri
Deby Marlanti

Campuran
Test
Tanggal Tes
Dikerjakan

: AC - WC
: Variasi Kadar Lumpur dan Variasi Suhu
: Adeline Nindy Saputri
: Deby Marlanti

No	Proporsi Campuran (% Berat Total Agregat)				Kadar Aspal Efektif		Kadar Aspal Aspal		Bj Bulk Gabungan	Bj Efektif Gabungan	Maksimum Campuran (GMM)	Berat (Gram)				Volume Benda Uji	Bj Bulk Campuran (Kecepatan)	% Rongga Dalam Campuran (VIM)	Stabilitas (Kg)		Pelelehan (mm)	Marshali Quellent (kg / mm)	Luas Permukaan Agregat	Absorpsi Aspal Terhadap Berat Total Campuran	Tebal Film	Rongga Dalam Agregat (VMA)	Rongga Terisi Aspal (VFB)
	a	b	c	d	Kadar Aspal Efektif	Kadar Aspal	A	B				E	F	G	H				I	J							
												D															
I	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.85	2.418	1174.4	671.9	1184.3	512.4	2.29	5.22	5.5	802.5	2.10	382.12	6.85	1.11	7.45	18.20	67.76			
II	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.65	2.418	1179.3	671.5	1193.3	521.8	2.26	6.54	5.5	802.5	2.40	334.35	6.85	1.11	7.45	17.37	62.33			
III	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.65	2.418	1184.1	676.2	1193.4	517.2	2.29	5.33	5.2	758.7	2.00	379.34	6.85	1.11	7.45	16.29	67.30			
					5.05		2.57	2.65	2.418	1179.3	673.2	1190.3	517.1	2.28	5.70	5.4	787.9	2.17	366.27	6.85	1.11	7.45	16.82	65.80			
I	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.65	2.418	1178.9	675.9	1190.8	514.9	2.29	5.32	5.5	802.5	2.30	348.89	6.85	1.11	7.45	16.29	67.30			
II	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.65	2.418	1182.7	674.2	1194.9	520.7	2.27	6.07	5.3	773.3	2.40	322.20	6.85	1.11	7.45	15.29	64.17			
III	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.65	2.418	1180.0	676.2	1199.3	513.1	2.30	4.90	5.6	817.0	2.10	389.07	6.85	1.11	7.45	15.91	69.20			
					5.05		2.57	2.65	2.418	1180.5	675.4	1191.7	516.2	2.29	5.43	5.8	797.8	2.27	353.38	6.85	1.11	7.45	16.38	68.90			
I	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.65	2.418	1183.5	680.5	1199.5	509.0	2.33	3.85	7.3	1065.1	3.00	355.02	6.85	1.11	7.45	14.98	74.30			
II	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.65	2.418	1178.3	677.5	1195.1	507.6	2.32	4.01	6.7	1016.9	3.20	317.70	6.85	1.11	7.45	15.13	73.50			
III	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.65	2.418	1180.2	677.7	1195.4	507.7	2.32	3.87	7.4	1122.8	3.30	340.28	6.85	1.11	7.45	15.01	74.19			
					5.05		2.57	2.65	2.418	1180.7	678.8	1196.7	508.1	2.32	3.91	7.1	1068.2	3.17	337.86	6.85	1.11	7.45	15.04	74.00			
SPESIFIKASI																						Min 800	Min 2.0 - 4.0	Min 3.0 - 5.0	Min 15	Min 65	

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

M. H. HAMDAN, ST

Makassar, 5 Februari 2015

Mengetahui:

Kepala Laboratorium

EKA YUNJARTO, ST, MT.
NIDN. 0808066803



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6 - Telp. (0411) 452901 - 342789. Fax (0411) 424568. Website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipi@yahoo.com

MARSHALL TEST

(AASHTO T. 245 - 97 (2003))

Penetrasi Aspal
Berat Jenis Aspal
di Tes Oleh

: 60/70
: 1.041 gr/cc
: Adelina Nindy Saputri
Deby Marlanti

Campuran
Test
Tanggul Tes
Dikerjakan
: AC - WC
: Variasi Kadar Lumpur dan Variasi Suhu
: Adelina Nindy Saputri
: Deby Marlanti

No	Agregat	Bj Bulk	Bj Semu
a	Batu Pecah 1 - 2	2.58	2.71
b	Batu Pecah 0.5 - 1	2.57	2.72
c	Abu Batu	2.50	2.76
d	Filler	3.17	3.17

No	Proporsi Campuran (% Berat Total Agregat)				Kadar Aspal Efektif		Bj Bulk Gabungan	Bj Efektif Gabungan	Bj Maksimum Campuran (GMM)	Berat (Gram)				Bj Bulk Campuran	% Rongga Dalam Campuran (VIM)	Stabilitas (Kg)		Luas Permukaan Agregat	Absorsi Aspal Terhadap Berat Total Campuran	Tebal Film	Rongga Dalam Agregat (VMA)	Rongga Tenisi Aspal (VFB)
	a	b	c	d	Kadar Aspal Efektif	A-((P/100) x (100-A))				D	E	F	G			H	I					
I	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.65	2.418	1179.1	665.4	1194.2	525.8	2.23	7.74	4.5	600.3	6.85	1.11	7.45	18.43	57.99
II	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.65	2.418	1185.0	676.5	1198.8	520.3	2.28	5.82	4.8	700.3	6.85	1.11	7.45	16.73	65.21
III	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.65	2.418	1179.3	672.7	1183.4	510.7	2.30	5.00	5.0	729.5	6.85	1.11	7.45	16.00	68.77
	Kadar Lumpur 9% Suhu 80°																					
I	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.65	2.418	1177.1	672.6	1191.6	518.9	2.27	6.19	4.8	686.7	6.85	1.11	7.45	17.05	63.99
II	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.65	2.418	1180.7	674.7	1193.2	518.5	2.28	5.84	5.2	768.7	6.85	1.11	7.45	16.74	65.14
III	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.65	2.418	1182.9	676.8	1193.4	516.6	2.29	5.31	5.0	739.5	6.85	1.11	7.45	16.28	67.36
	Kadar Lumpur 9% Suhu 100°																					
I	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.65	2.418	1175.9	675.1	1182.4	510.3	2.30	4.94	5.2	777.0	6.85	1.11	7.45	14.82	75.26
II	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.65	2.418	1182.3	678.7	1189.8	509.9	2.32	4.12	7.5	1094.3	6.85	1.11	7.45	15.22	72.95
III	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.65	2.418	1181.0	677.7	1186.3	508.6	2.32	3.98	8.0	1187.2	6.85	1.11	7.45	15.10	73.65
	Kadar Lumpur 9% Suhu 120°																					
I	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.65	2.418	1177.0	674.6	1181.5	508.9	2.32	3.98	7.8	1183.5	6.85	1.11	7.45	15.10	73.63
II	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.65	2.418	1180.1	677.0	1185.9	508.5	2.32	4.03	7.8	1148.3	6.85	1.11	7.45	15.14	73.41
III	13.5	75	11	0.5	5.05	6.1	2.57	2.65	2.418	1180.1	677.0	1185.9	508.5	2.32	4.03	7.8	1148.3	6.85	1.11	7.45	15.14	73.41
	SPESIFIKASI																					
															Min 3.0 - 5.0	Min 800	Min 2.0 - 4.0				Min 15	Min 85

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

MUM. HAMDAN, ST

Makassar, 5 Februari 2015
Mengetahui:

Kepala Laboratorium

EKA YUNIARTO, ST. MT.
NIDN. 0908068803



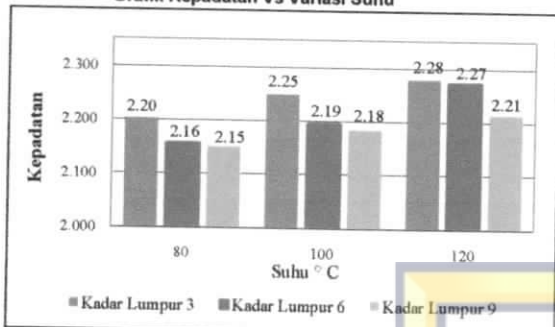
LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6 - Telp. (0411) 452901 - 342789. Fax (04110) 424568.
Website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

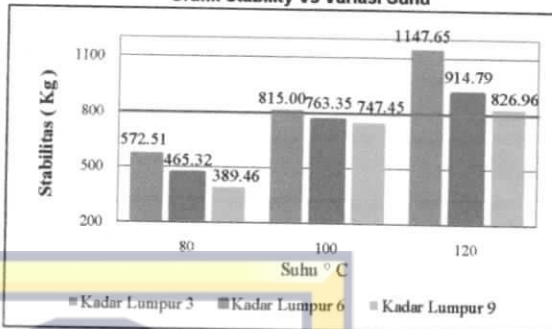
GRAFIK KARAKTERISTIK MARSHALL TEST

Jenis Campuran AC - WC terhadap prosentase Kadar Lumpur dengan Variasi Temperatur Pematatan

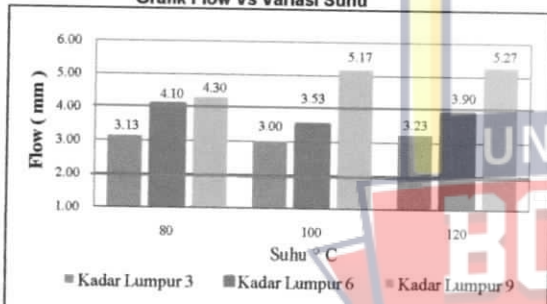
Grafik Kepadatan Vs Variasi Suhu



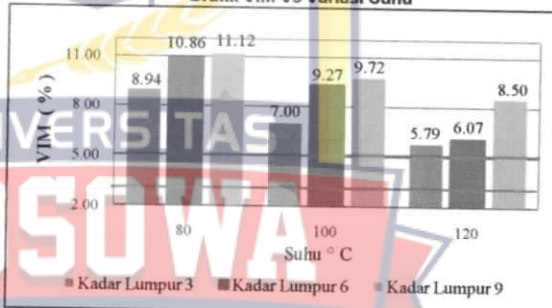
Grafik Stability Vs Variasi Suhu



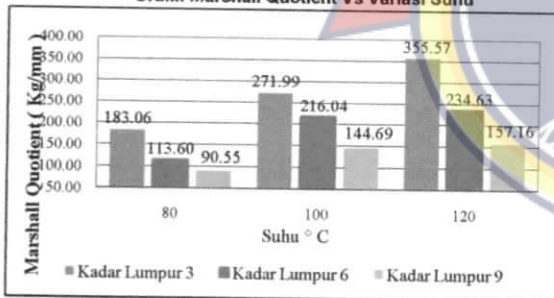
Grafik Flow Vs Variasi Suhu



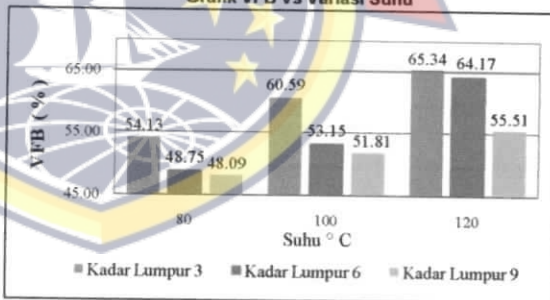
Grafik VIM Vs Variasi Suhu



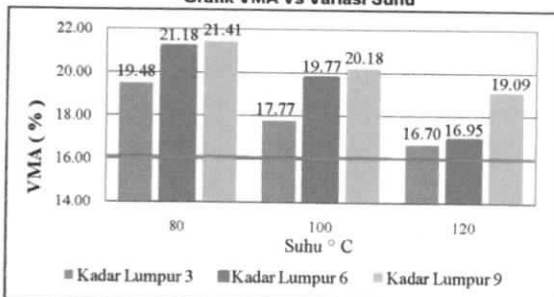
Grafik Marshall Quotient Vs Variasi Suhu



Grafik VFB Vs Variasi Suhu



Grafik VMA Vs Variasi Suhu



LAMPIRAN F :

Pemeriksaan Berat Jenis Agregat

Kasar dan Halus





LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6- Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568.
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

PEMERIKSAAN BERAT JENIS ASPAL (SNI - 06-2441-1991)

Material : Aspal
Tanggal : 5 Desember 2104

Dikerjakan : Adelina Nindy Saputri
: Deby Marfianti


URAIAN		I	II
Berat Piknometer (gram)	A	51.7	51.2
Berat Piknometer + Air (gram)	B	114.3	112.2
BERAT AIR / ISI PIKNOMETER (gram)	$(B - A)$	62.6	61
Berat Piknometer + Aspal (gram)	C	91.4	89.1
BERAT ASPAL (gram)	$(C - A)$	39.7	37.9
Berat Piknometer + Air + Aspal (gram)	D	113.5	115.7
BERAT AIR (gram)	$(D - C)$	22.1	26.6
Berat Jenis Aspal	$\frac{(C - A)}{(B - A) - (D - C)}$	0.980	1.102
Rata-rata		1.041	

Diperiksa Oleh ;
Asisten Laboratorium


M.H. HAMDAN, ST

Makassar, 5 Februari 2015
Mengetahui :

Kepala Laboratorium


EKA YUNIARTO, ST.MT.
NIDN 0908066803



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6- Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568.
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

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

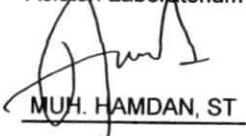
Material : Batu Pecah 1-2
Tanggal : 3 Desember 2014
Sumber : Bili - Bili

Dikerjakan : Adelina Nindy Saputri
: Deby Marfianti

		A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering oven	B_k	1671.1	1741.1	1706.1
Berat benda uji kering - permukaan jenuh	B_j	1702.5	1772	1737.25
Berat benda uji didalam air	B_a	1054.2	1097.8	1076

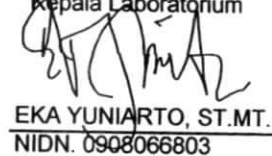
		A	B	Rata - rata
Berat jenis (Bulk)	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2.58	2.58	2.58
Berat jenis kering - permukaan jenuh	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2.63	2.63	2.63
Berat jenis semu (Apparent)	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2.71	2.71	2.71
Penyerapan (Absorption)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	1.88	1.77	1.83

Diperiksa Oleh ;
Asisten Laboratorium


MUH. HAMDAN, ST

Makassar, 5 Februari 2015

Mengetahui :
Kepala Laboratorium


EKA YUNIARTO, ST.MT.
NIDN. 0908066803



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6– Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568.
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

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

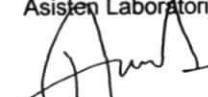
Material : Batu Pecah 0.5-1
Tanggal : 3 Desember 2014
Sumber : Bili - Bili

Dikerjakan : Adelina Nindy Saputri
: Deby Marfianti

		A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering oven	B_k	997.5	946.1	971.8
Berat benda uji kering - permukaan jenuh	B	1018.8	965.1	991.95
Berat benda uji didalam air	B_a	629.5	598.9	614.2


		A	B	Rata - rata
Berat jenis (Bulk)	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2.56	2.58	2.57
Berat jenis kering - permukaan jenuh	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2.62	2.64	2.63
Berat jenis semu (Apparent)	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2.71	2.72	2.72
Penyerapan (Absorption)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	2.14	2.01	2.07

Diperiksa Oleh ;
Asisten Laboratorium


MUH. HAMDAN, ST

Makassar, 5 Februari 2015
Mengetahui :

Kepala Laboratorium


EKA YUNIARTO, ST.MT.
NIDN. 0966066803



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6– Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568.
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

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


Material : Abu Batu
Tanggal : 3 Desember 2014
Sumber : Bili - Bili

Dikerjakan : Adelina Nindy Saputri
: Deby Marfianti

	A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering - permukaan jenuh (SSD) _____ 500	500	500	500
Berat benda uji kering oven _____ B_k	480.7	482.9	481.8
Berat Piknometer diisi air (25°C) _____ B	661.5	669.6	665.55
Berat piknometer + benda uji (SSD) + air(25°C) _____ B_t	968.6	977.2	972.9

	A	B	Rata - rata
Berat jenis (Bulk) $\frac{B_k}{(B + 500 - B_t)}$	2.492	2.510	2.50
Berat jenis kering - permukaan jenuh $\frac{500}{(B + 500 - B_t)}$	2.592	2.599	2.60
Berat jenis semu (Apparent) $\frac{B_k}{(B + \frac{B_k}{B_k} - B_t)}$	2.769	2.755	2.76
Penyerapan (Absorption) $\frac{(500 - \frac{B_k}{B_k})}{B_k} \times 100\%$	4.01	3.54	3.78

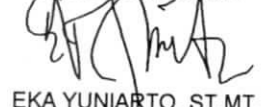
Diperiksa Oleh ;
Asisten Laboratorium


MUH. HAMDAN, ST

Makassar, 5 Februari 2015

Mengetahui :

Kapala Laboratorium



EKA YUNIARTO, ST.MT.
NIDN. 0968066803



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6– Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568.
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS SNI 15 - 2531 - 1991

Material : Semen
Tanggal : 4 Desember 2014
Sumber : Tonasa

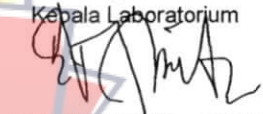
Dikerjakan : Adelina Nindy Saputri
: Deby Marfianti

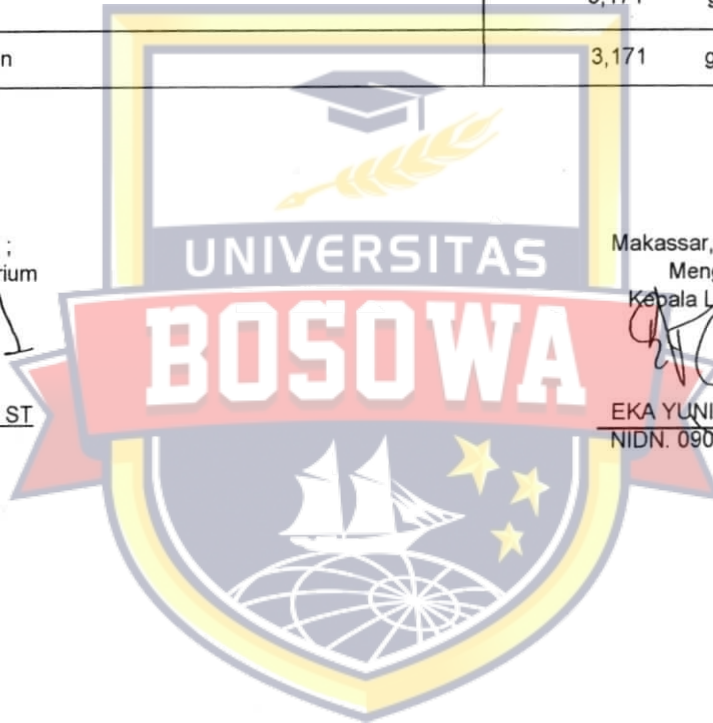
Benda Uji	65	gr
Volume Benda Uji	20,5	gr
Berat Isi	3,171	gr/cc
Berat Jenis Semen	3,171	gr/cc

Diperiksa Oleh ;
Asisten Laboratorium


MUH. HAMDAN, ST

Makassar, 5 Februari 2015
Mengetahui :
Kepala Laboratorium


EKA YUNIARTO, ST.MT.
NIDN. 0908066803



LAMPIRAN G :

Pemeriksaan Aspal Penetrasi 60/70





LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS "45" MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6— Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568.
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL (SNI - 06-2456-1991)

Material : Aspal
Tanggal : 5 Desember 2014
Sumber : Pertamina

Dikerjakan : Adelina Nindy Saputri
: Deby Marfianti

Penetrasi pada suhu 25° C		I	II	III
Beban 50 gram, selama 5 detik				
Pengamatan	1	65	67	65
	2	62	65	66
	3	64	63	63
	4	65	66	67
	5	68	62	65
	Rata - rata	64,8	64,6	65,2
	Penetrasi Rata - rata	64,9		

Diperiksa Oleh ;
Asisten Laboratorium


MUH. HAMDAN, ST

Makassar, 5 Februari 2015

Mengetahui :
Kepala Laboratorium


EKA YUMARTO, ST.MT.
NIDN. 0908066803

LAMPIRAN H :



ANGKA KORELASI STABILITAS

si Benda Uji (cm)	Tabel Benda Uji		Angka Korelasi
	(in)	(mm)	
200 - 213	1	25.4	5.56
214 - 225	1 1/16	27.0	5.00
226 - 237	1 1/8	28.6	4.55
238 - 250	1 3/16	30.2	4.17
251 - 264	1 1/4	31.8	3.85
265 - 276	1 5/16	33.3	3.57
277 - 289	1 3/8	34.9	3.33
290 - 301	1 7/16	36.5	3.03
302 - 316	1 1/2	38.1	2.78
317 - 328	1 9/16	39.7	2.5
329 - 340	1 5/8	41.3	2.27
341 - 353	1 11/16	42.9	2.08
354 - 367	1 3/4	44.4	1.92
368 - 379	1 13/16	46.0	1.79
380 - 392	1 7/8	47.6	1.67
393 - 405	1 15/16	49.2	1.56
406 - 420	2	50.8	1.47
421 - 431	2 1/16	52.4	1.39
432 - 443	2 1/8	54.0	1.32
444 - 456	2 3/16	55.6	1.25
457 - 470	2 1/4	57.2	1.19
471 - 482	2 5/16	58.7	1.14
483 - 495	2 3/8	60.3	1.09
496 - 508	2 7/16	61.9	1.04
509 - 522	2 1/2	63.5	1.00
523 - 535	2 9/16	64.0	0.96
536 - 546	2 5/8	65.1	0.93
547 - 559	2 11/16	66.7	0.89
560 - 573	2 3/4	68.3	0.86
574 - 585	2 13/16	71.4	0.83
586 - 598	2 7/8	73.0	0.81
599 - 610	2 15/16	74.6	0.78
611 - 625	3	76.2	0.76

LAMPIRAN I :





" Pengaruh Kadar Lumpur Terhadap Karakteristik AC-BC AC-WC Dengan Variasi Pematatan "

Uraian : Pengambilan Agregat
Lokasi : PT. Cisco Sinar Jaya



" Pengaruh Kadar Lumpur Terhadap Karakteristik AC-BC AC-WC Dengan Variasi Pematatan "

Uraian : Persiapan Agregat
Lokasi : Laboratorium Jalan dan Aspal



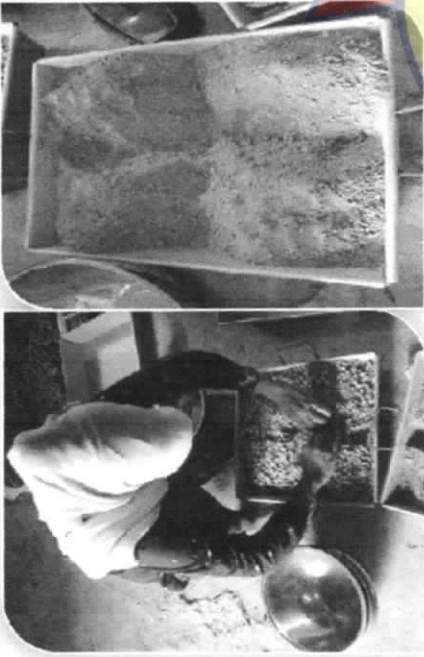
" Pengaruh Kadar Lumpur Terhadap Karakteristik AC-BC AC-WC Dengan Variasi Pematatan "

Uraian : Pengujian Analisa Saringan
Lokasi : Laboratorium Jalan dan Aspal

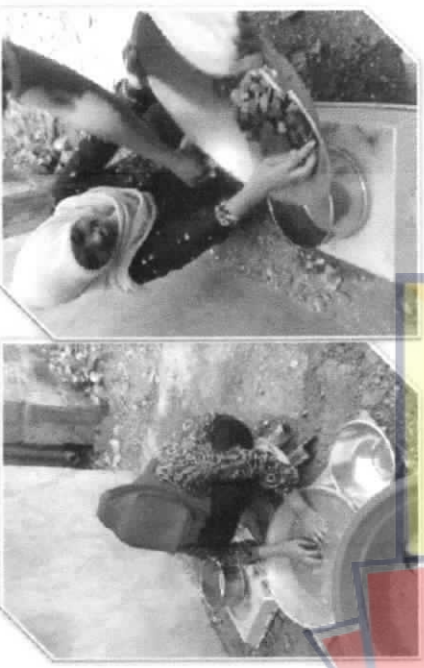


" Pengaruh Kadar Lumpur Terhadap Karakteristik AC-BC AC-WC Dengan Variasi Pematatan "

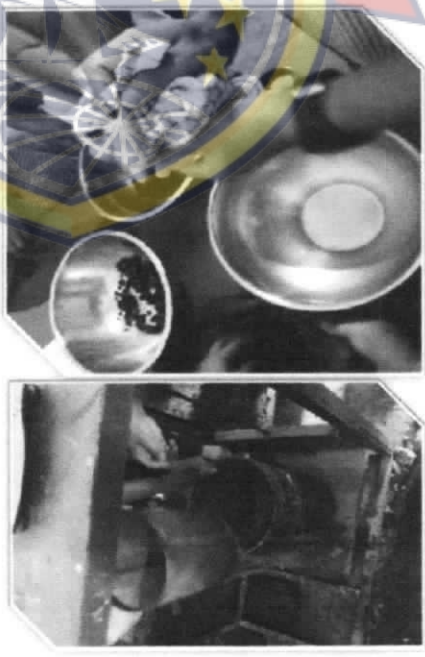
Uraian : Pengujian Analisa Saringan
Lokasi : Laboratorium Jalan dan Aspal



" Pengaruh Kadar Lumpur Terhadap Karakteristik AC-BC AC-WC Dengan Variasi Pemadatan "
 Uraian : Pengujian Berat Jenis (Perempatan Agregat)
 Lokasi : Laboratorium Jalan dan Aspal



" Pengaruh Kadar Lumpur Terhadap Karakteristik AC-BC AC-WC Dengan Variasi Pemadatan "
 Uraian : Pengujian Berat Jenis (Pencucian Agregat)
 Lokasi : Laboratorium Jalan dan Aspal



" Pengaruh Kadar Lumpur Terhadap Karakteristik AC-BC AC-WC Dengan Variasi Pemadatan "
 Uraian : Pengujian Berat Jenis (Kondisi SSD)
 Lokasi : Laboratorium Jalan dan Aspal



" Pengaruh Kadar Lumpur Terhadap Karakteristik AC-BC AC-WC Dengan Variasi Pemadatan "
 Uraian : Pengujian Berat Jenis (Kondisi SSD)
 Lokasi : Laboratorium Jalan dan Aspal

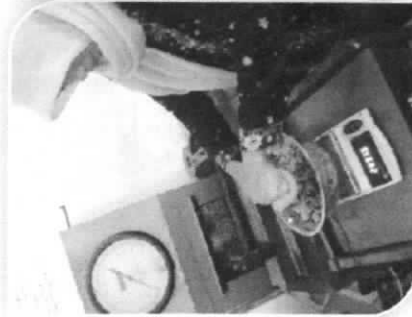




" Pengaruh Kadar Lumpur Terhadap Karakteristik
AC-BC AC-WC Dengan Variasi Pemadatan "

Uraian : *Persiapan Agregat*

Lokasi : *Laboratorium Jalan dan Aspal*



" Pengaruh Kadar Lumpur Terhadap Karakteristik
AC-BC AC-WC Dengan Variasi Pemadatan "

Uraian : *Penimbangan Agregat*

Lokasi : *Laboratorium Jalan dan Aspal*



" Pengaruh Kadar Lumpur Terhadap Karakteristik

AC-BC AC-WC Dengan Variasi Pemadatan
Persiapan Agregat Gabungan (Perfraksi)

Lokasi : *Laboratorium Jalan dan Aspal*



" Pengaruh Kadar Lumpur Terhadap Karakteristik

AC-BC AC-WC Dengan Variasi Pemadatan
Penyaringan Agregat Lolos Saringan No.200

Lokasi : *Laboratorium Jalan dan Aspal*



" Pengaruh Kadar Lumpur Terhadap Karakteristik AC-BC AC-WC Dengan Variasi Pematadatan "

Uraian : Penambahan Lumpur

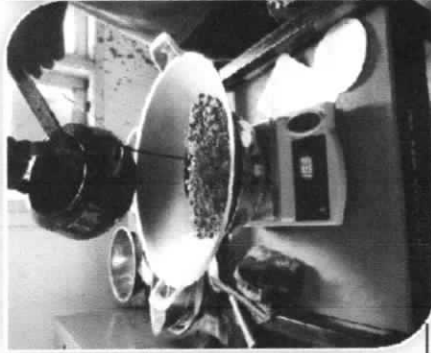
Lokasi : Laboratorium Jalan dan Aspal



" Pengaruh Kadar Lumpur Terhadap Karakteristik AC-BC AC-WC Dengan Variasi Pematadatan "

Uraian : Pencampuran Agregat

Lokasi : Laboratorium Jalan dan Aspal



" Pengaruh Kadar Lumpur terhadap Karakteristik AC-BC AC-WC Dengan Variasi Pematadatan "

Uraian : Penambahan Aspal

Lokasi : Laboratorium Jalan dan Aspal



" Pengaruh Kadar Lumpur Terhadap Karakteristik AC-BC AC-WC Dengan Variasi Pematadatan "

Uraian : Pembuatan Benda Uji (Briket)

Lokasi : Laboratorium Jalan dan Aspal