

**PENGARUH PENGGUNAAN PASIR ALAM TERHADAP
KARAKTERISTIK CAMPURAN AC-WC DENGAN
PERENDAMAN BERULANG**



LAPORAN TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
guna memperoleh Gelar Sarjana I (satu)
pada Universitas Bosowa Makassar.*

Disusun Oleh :

**YOSEP WEFMA
45 10 041 029**

**JURUSAN SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR
THN 2017**

**PENGARUH PENGGUNAAN PASIR ALAM TERHADAP
KARAKTERISTIK CAMPURAN AC-WC DENGAN
PERENDAMAN BERULANG**



LAPORAN TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
Guna memperoleh Gelar Strata I (satu)
Pada Universitas Bosowa Makassar.*

Disusun Oleh :

**YOSEP WEFMA
45 10 041 029**

**JURUSAN SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR
THN 2017**



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No. A-167/SK/FT/UNIBOS/XII/2017, Tanggal 25 Desember 2017, Perihal Pengangkatan Panitia Dan Tim Penguji Tugas Akhir, Maka Pada :

Hari/Tanggal : Selasa, 26 Desember 2017
Nama : YOSEP WEFMA
Nomor Stambuk : 45 10 041 029
Fakultas / Jurusan : Teknik / Sipil
Tugas Akhir : **"PENGARUH PENGGUNAAN PASIR ALAM TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN AC-WC DENGAN PERENDAMAN BERULANG"**

Telah diterima dan disahkan oleh panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar setelah dipertahankan didepan tim penguji Ujian Sarjana Strata Satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana Teknik pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.


TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Ketua/Ex Officio : Ir. H. Abd. Rahim Nurdin, MT. (.....)
Sekretaris/Ex Officio : Ir. Tamrin Mallawangeng, MT. (.....)
Anggota : Eka Yuniarto, ST. MT. (.....)
: Arman Setiawan, ST. MT. (.....)

Makassar, 20

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Univ. Bosowa Makassar


Dr. Ridwan, S.T., M.Si
NIDN : 09 101271 01

Ketua Jurusan Sipil
Univ. Bosowa Makassar


Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT
NIDN : 00 010565 02

KATA PENGANTAR

Puji Dan Syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa

Syalom, Salam sejahtera

Segala puji dan syukur kehadiran Tuhan ALLAH yang Maha kuasa, yang rahmat dan kuasa-Nya selalu tercurahkan kepada setiap Hamba-Nya, dengan kasih dan sayang-Nya, telah memperkenankan Penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini walaupun dalam bentuk sederhana yang merupakan salah satu persyaratan akademik guna menyelesaikan studi pada jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Dalam tulisan ini penulis menyajikan pokok bahasan menyangkut masalah dibidang transportasi, dengan judul :

**“PENGARUH PENGGUNAAN PASIR ALAM TERHADAP
KARAKTERISTIK CAMPURAN AC-WC DENGAN
PERENDAMAN BERULANG”**

Terwujudnya tugas ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak dan pada kesempatan ini penulis mengutarakan ucapan rasa terima kasih atas segala petunjuk dan bimbingan dari :

1. Bapak Prof. Dr. H. Muh. Saleh Pallu, M.Eng, Selaku Rektor Universitas Bosowa Makassar
2. Ibu Dr. Hamsina, ST.,MSi., selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.
3. Ibu Savitri Prasandi Mulyani, ST, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar.

4. Bapak Ir. H. Abdul Rahim Nurdin, MT., selaku dosen pembimbing I, atas bimbingan dan arahnya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Ir. Tamrin Mallawangeng, MT., selaku dosen pembimbing II, atas bimbingannya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Bapak Ir. H. Abd. Rahim Nurdin, MT, selaku Kepala Laboratorium Aspal dan Bahan Jalan Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar.
7. Bapak Ir. H. Syahrul Sariman, MT., yang telah memberikan dorongan moril dan arahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
8. Bapak Muh. Hamdan, ST., selaku asisten laboratorium yang selalu meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan masukan sehubungan penelitian ini.
9. Seluruh Staf Dosen Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.
10. Seluruh Keluarga Himpunan Mahasiswa Sipil (HMS) Dan Forum Mahasiswa Teknik Sipil Indonesia (FKMTSI), yang memberikan motivasi yang tiada henti serta bantuan fasilitas dalam penyelesaian tugas akhir ini.
11. Secara khusus penulis ucapkan terimakasih kepada Ayahnda Canisius Tapaimu (Alm) dan Ibunda Agata Tapaimu, Kakak, Adik, Saudara serta segenap keluarga tercinta atas do'a dan dukungannya baik materi maupun moril, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi pada Universitas Bosowa Makassar.

12. Saudara-saudari seperjuangan Mahasiswa Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar, Khususnya untuk **SIPIIL 010**, **TEKNIK 010**, rekan-rekan seperjuangan di laboratorium Aspal dan Bahan Jalan Universitas Bosowa Makassar.

Akhir Kata, sebagai manusia biasa, menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari sempurna karena kesempurnaan hanya milik Tuhan ALLAH semata, olehnya itu mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dari semua pihak, demi kesempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan sumbangsi pemikiran yang positif bagi pembaca. Amin.

Makassar, Maret 2017

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Kata Pengantar.....	iii
Daftar Isi.....	vi
Daftar Tabel.....	xi
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Notasi.....	xvi
Daftar Lampiran.....	xix

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-3
1.3 Maksud dan Tujuan.....	I-3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	I-3
1.5 Batasan Masalah.....	I-4
1.6 Manfaat Penelitian.....	I-4
1.7 Sistematika Penulisan.....	I-4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Perkerasan Jalan Raya	II-1
2.1.1 Pengertian Perkerasan Jalan.....	II-1
2.1.2 Jenis Konstruksi Perkerasan.....	II-3
2.1.3 Pembebanan Pada Perkerasan Jalan.....	II-6

2.2	Rehabilitasi dan Pemeliharaan Jalan.....	II-8
2.3	Konsep Perkerasan yang Menggunakan Pasir Alam.....	II-12
2.4	Agregat.....	II-13
2.4.1	Klasifikasi Agregat.....	II-14
2.4.2	Agregat Kasar.....	II-16
2.4.3	Agregat Halus.....	II-17
2.4.4	Sifat-Sifat Fisik Agregat.....	II-18
2.4.5	Produksi Agregat.....	II-24
2.4.6	Bahan Pengisi (<i>Filler</i>).....	II-28
2.5	Spesifikasi Bahan Pengikat (Aspal)	II-29
2.5.1	Jenis Aspal.....	II-30
2.5.2	Aspal Minyak.....	II-31
2.5.3	Aspal Modifikasi.....	II-33
2.6	Fungsi Aspal Sebagai Material Perkerasan Jalan	II-34
2.7	Spesifikasi Aspal untuk Perkerasan Jalan	II-36
2.8	Sifat Kimiawi Aspal.....	II-37
2.9	Tes Standar Bahan Aspal	II-39
2.9.1	Penetrasi.....	II-39
2.9.2	Titik Lembek.....	II-40
2.9.3	Titik Nyala dan Titik Bakar.....	II-40
2.9.4	Daktilitas.....	II-40
2.9.5	Berat Jenis Aspal.....	II-41
2.9.6	Kehilangan Berat.....	II-41
2.9.7	Pengujian Viskositas Aspal.....	II-41

2.10 Jenis Semen Aspal.....	II-42
2.11 Beton Aspal.....	II-45
2.11.1 Karakteristik Campuran Aspal Beton.....	II-47
2.11.2 Sifat Volumetrik dari Campuran Aspal Beton yang Telah Dipadatkan.....	II-51
2.11.3 Evaluasi Hasil pengujian.....	II-53
2.11.4 Jenis Beton Aspal.....	II-59
2.11.5 Rancangan Campuran Beton Aspal.....	II-62
2.12 Pengaruh Suhu Terhadap Pencampuran dan Pemadatan.....	II-64
2.12.1 Persyaratan Suhu Terhadap Pencampuran dan Pemadatan.....	II-65
2.13 Pengujian Marshall.....	II-67
2.13.1 Karakteristik Marshall.....	II-68

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alur Penelitian.....	III-1
3.2 Lokasi Pengambilan Material.....	III-3
3.3 Lokasi Penelitian.....	III-3
3.4 Waktu Pelaksanaan.....	III-3
3.5 Persiapan Peralatan dan Pengambilan Sampel.....	III-3
3.5.1 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus.....	III-3
3.5.2 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar.....	III-5

3.5.3	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Pasir	
	Alam.....	III-7
3.5.4	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat	
	Halus.....	III-7
3.6	Pemeriksaan Aspal.....	III-9
3.6.1	Pemeriksaan Berat Jenis Aspal.....	III-9
3.6.2	Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar.....	III-11
3.6.3	Pemeriksaan Titik Lembek Aspal.....	III-13
3.6.4	Pemeriksaan Daktilitas.....	III-14
3.6.5	Pemeriksaan Penetrasi Aspal.....	III-16
3.6.6	Pemeriksaan Viskositas.....	III-17
3.7	Penentuan Jumlah dan Persiapan Benda Uji.....	III-18
3.7.1	Penentuan Jumlah Benda Uji.....	III-19
3.7.2	Rancangan Agregat Gabungan.....	III-19
3.7.3	Pembuatan Benda Uji untuk Penentuan Kadar Aspal	
	Optimum.....	III-21
3.8	Pengujian Benda Uji untuk Penentuan Kadar Aspal	
	Optimum.....	III-22

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1	Penyajian Data.....	IV-1
4.1.1	Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat.....	IV-1
4.1.2	Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal Minyak.....	IV-5
4.2	Analisa Rancangan Campuran.....	IV-6
4.2.1	Penentuan Proporsi Agregat Campuran.....	IV-6

4.3 Pembuatan Benda Uji untuk Penentuan KAO (Kadar Aspal Optimum).....	IV-8
4.3.1 Perkiraan Kadar Aspal Opimum Rencana (Pb).....	IV-8
4.3.2 Penentuan Berat Agregat dan Aspal Dalam Campuran.....	IV-9
4.3.3 Perhitungan Berat Jenis dan Peyerapan Campuran.....	IV-11
4.3.4 Data Uji Marshall untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum.....	IV-11
4.4 Analisa Pembahasan Hasil Penggunaan Pasir Alam Terhadap Karakteristik Campuran AC-WC Dengan Perendaman Berulang.....	IV-16
4.4.1 Perhitungan Komposisi Campuran Penggunaan Pasir Alam Terhadap Karakteristik Campuran AC-WC Dengan Perendaman Berulang.....	IV-16
4.4.2 Data Uji Marshall untuk Penentuan Marshall Perendaman.....	IV-17
4.4.3 Grafik Uji Marshall untuk Penentuan Marshall Perendaman.....	IV-19
4.5 Hubungan KAO Dengan Persentase Nilai IKS.....	IV-25

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran.....	V-2

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Ketentuan - Ketentuan Untuk Aspal Keras.....	II-36
Tabel 2.2. Spesifikasi AASHTO Untuk Berbagai Nilai Penetrasi	
Aspal AASHTO 20-70 (1990).....	II-43
Tabel 2.3. Klasifikasi Bina Marga Untuk Berbagai Nilai Penetrasi	
Aspal.....	II-44
Tabel 2.4. Metode Pemeriksaan Aspal.....	II-45
Tabel 2.5. Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston (AC).....	II-63
Tabel 2.6. Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston Yang Dimodifikasi (AC Mod).....	II-64
Tabel 3.1. Perhitungan Benda Uji.....	III-19
Tabel 4.1. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah 1-2).....	IV-1
Tabel 4.2. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah 0,5-1).....	IV-2
Tabel 4.3. Hasil Pemeriksaan Abu Batu.....	IV-3
Tabel 4.4. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir Alam).....	IV-4
Tabel 4.5. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat AC - WC.....	IV-5
Tabel 4.6. Hasil Pemeriksaan Aspal Penetrasi 60/70.....	IV-5
Tabel 4.7. Rancangan Campuran Aspal Panas AC – WC.....	IV-7

Tabel 4.8. Gradasi Penggabungan Agregat AC – WC.....IV-7

Tabel 4.9. Berat Aspal Dan Agregat Pada Campuran Aspal Panas

AC – WC.....IV-10

Tabel 4.10. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat

Untuk Campuran AC – WC.....IV-11

Tabel 4.11. Hasil Pengujian Campuran Panas Marshall AC – WC

Kadar Optimum.....IV-12

Tabel 4.12. Hasil Pengujian Perencanaan Penggunaan Pasir Alam

Terhadap Karakteristik Campuran AC – WC Dengan
Perendaman Berulang.....IV-17

Tabel 4.13. Hubungan KAO Dengan Persentase Nilai IKS.....IV-26

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Komponen Perkerasan Lentur	II-3
Gambar 2.2. Komponen Perkerasan Kaku	II-3
Gambar 2.3. Komponen Perkerasan Komposit.....	II-4
Gambar 2.4. Potongan Lapisan Pada Perkerasan Lentur	II-2
Gambar 2.5. Sistematika Bentuk Perkerasan Jalan.....	II-5
Gambar 2.6. Distribusi beban Roda Melalui Lapisan Perkerasan Jalan	II-7
Gambar 2.7. Ilustrasi Gradasi Agregat.....	II-20
Gambar 2.8. Kandungan Kimia Dari Aspal	II-39
Gambar 2.9. Skematis Berbagai Jenis Volume Beton Aspal	II-52
Gambar 2.10. Pengertian Tentang VIM, Selimut Aspal, Aspal Yang Terabsorpsi	II-53
Gambar 2.11. Ilustrasi Pengertian VMA dan VIM	II-53
Gambar 2.12. Tipikal Ke-1 Kurva Hubungan VMA Dengan Kadar Aspal.....	II-55
Gambar 2.13. Tipikal Ke-2 Kurva Hubungan VMA Dengan Kadar Aspal	II-55
Gambar 2.14. Tipikal Ke-3 Kurva Hubungan VMA Dengan Kadar Aspal.....	II-56

Gambar 2.15. Tipikal Ke-4 Kurva Hubungan VMA Dengan Kadar Aspal.....	II-57
Gambar 2.16. Hubungan antara viskositas (cSt) dan suhu (°F).....	II-65
Gambar 2.17. Alat Uji Marshall	II-67
Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian	III-2
Gambar 3.2. Satu Set Sarinagn.....	III-4
Gambar 3.3. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar ...	III-6
Gambar 3.4. Pengujian Berat Jenis Agregat Halus.....	III-9
Gambar 3.5. Pengujian Berat Jenis Aspal	III-11
Gambar 3.6. Pengujian Daktilitas.....	III-15
Gambar 3.7. Pengujian Penetrasi.....	III-17
Gambar 4.1. Grafik Penggabungan Untuk Agregat AC-WC	IV-8
Gambar 4.2. Grafik Hasil Uji Marshall untuk Penentuan KAO	IV-15
Gambar 4.3. Diagram Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)	IV-16
Gambar 4.4. Hubungan Pasir Alam Terhadap Karakteristik Campuran Dengan Perendaman Berulang.....	IV-19
Gambar 4.5. Hubungan Pasir Alam Terhadap Karakteristik Campuran Dengan Perendaman Berulang Terhadap Stabilitas.....	IV-20

Gambar 4.6. Hubungan Pasir Alam Terhadap Karakteristik Campuran Dengan Perendaman Berulang Terhadap Flow.....	IV-21
Gambar 4.7. Hubungan Pasir Alam Terhadap Karakteristik Campuran Dengan Perendaman Berulang Terhadap VIM.....	IV-22
Gambar 4.8. Hubungan Pasir Alam Terhadap Karakteristik Campuran Dengan Perendaman Berulang Terhadap Marshall Quotient	IV-23
Gambar 4.9. Hubungan Pasir Alam Terhadap Karakteristik Campuran Dengan Perendaman Berulang Terhadap VFB	IV-24
Gambar 4.10. Hubungan Pasir Alam Terhadap Karakteristik Campuran Dengan Perendaman Berulang Terhadap VMA.....	IV-25

DAFTAR NOTASI

AMP	=	<i>Asphalt Mixing Plant</i>
ρ_{dmax}	=	<i>Kepadatan Maksimum</i>
Wopt	=	<i>Kadar Air Optimum</i>
LGA	=	<i>Lawele Granular Asphalt</i>
LPA	=	<i>Lapis Pondasi Atas</i>
LPB	=	<i>Lapis Pondasi Bawah</i>
LTD	=	<i>Lapis Tanah Dasar</i>
AASHTO	=	<i>American Association Of State Highway and Transportation Officials</i>
AC	=	<i>Asphalt Concrete</i>
AC – BC	=	<i>Asphalt Concrete Bearing Course</i>
AC – Base	=	<i>Asphalt Concrete Base</i>
AC - WC	=	<i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>
ASBUTON	=	<i>Aspal Batu Buton</i>
SS	=	<i>Sand Sheer</i>
HRS	=	<i>Hot Rolled Sheet</i>
HRS – WC	=	<i>Hot Rolled Sheet Wearing Course</i>
ASTM	=	<i>American Society For Testing and Materials</i>
MC	=	<i>Medium Curing Cut Back</i>
RC	=	<i>Rapid Curing Cut Back</i>
SC	=	<i>Slow Curing Cut Back</i>
EVA	=	<i>Ethylene Vinyle Acetate</i>

Ba	= Berat Benda Uji Kering Permukaan Jenuh di Dalam Air
BFT	= Bitumen Film Thickness
Bj	= Berat Benda Uji Kering Permukaan Jenuh
Bk	= Berat Benda Uji Kering Oven
cP	= Centipoise
DMF	= Design Mix Formula
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
Vmb	= Volume Bulk
VFB	= Voids Filled With Bitumen
VIM	= Void In Mixed (%)
VMA	= Void In Mineral Agregates (%)
HSMA	= High Stiffnes Modulus Asphalt
JMF	= Job Mix Formula
KAO	= Kadar Aspal Optimum
LATASTON	= Lapisan Tipis Aspal Beton
LATASIR	= Lapisan Tipis Aspal Pasir
LASTON	= Lapisan Aspal Beton

MPBJ	=	<i>Manual Pemeriksaan Bahan Jalan</i>
MQ	=	<i>Marshall Quetiont (kg / mm)</i>
Pa.s	=	<i>Pascal Sekon</i>
Pb	=	<i>Kadar Aspal dalam Persentase dari Total Berat Campuran</i>
Pba	=	<i>Penyerapan Aspal</i>
Pen 60/70	=	<i>Penetrasi 60/70</i>
SI	=	<i>Standar Internasional</i>
SMA	=	<i>Split Mastic Asphalt</i>
SNI	=	<i>Standar Nasional Indonesia</i>
SSD	=	<i>Surface Saturated Dry</i>
IKS	=	<i>Indeks Kekuatan Sisa</i>

BOSOWA

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

1. Data Hasil Pengujian Laboratorium



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan salah satu Negara dengan luas wilayah $\pm 1,905$ juta km², dan jumlah penduduk ± 262 juta jiwa. Perkembangan di bidang politik, ekonomi, sosial, kebudayaan, dan bidang lainnya akan selalu berkembang. Dengan kondisi kemajuan tersebut pembangunan jalur transportasi adalah penunjang utama untuk berkembangnya suatu daerah. dewasa ini masalah transportasi khususnya bahan perkerasan jalan, masih tergantung pada bahan-bahan aspal import karena produksi bahan aspal dalam suatu daerah masih kurang memadai.

Sejalan dengan itu, kondisi kemajuan suatu daerah mengakibatkan bertambahnya kebutuhan jalur lalu lintas.

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak diantara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi. Perkerasan harus mempunyai daya dukung dan keawetan yang memadai, tetapi juga ekonomis. Perkerasan merupakan hal utama untuk jalan yang memberikan pelayanan Aman, Nyaman, Kuat dan Cepat. Untuk memenuhi hal tersebut maka usaha-usaha untuk meningkatkan mutu perkerasan jalan terus dikembangkan dari waktu ke waktu. Hal ini seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan jalan yang optimal.

Kerusakan pada jalan sering terjadi, bahkan kerusakan terjadi sebelum jalan tersebut mencapai umur rencana yang telah ditetapkan. Seperti perubahan bentuk atau deformasi, bleeding, dan retak-retak pada permukaan perkerasan jalan. Dengan kondisi tersebut, selain penampilan dari permukaan yang kurang memuaskan juga masalah layanan tidak sesuai dengan umur rencana. Penyebab kerusakan jalan ada berbagai sebab yakni umur rencana jalan yang telah dilewati, genangan air pada permukaan jalan yang tidak dapat mengalir akibat drainase yang kurang

baik, beban lalu lintas yang berlebihan, penggunaan bahan-bahan jalan yang tidak sesuai spesifikasi. Sebagian hal tersebut menjadi penyebab umur pakai jalan lebih pendek dari perencanaan.

Kualitas aspal beton sebagai konstruksi lapis perkerasan jalan sangat berkaitan dengan material yang akan digunakan, termasuk agregat halus. Dalam Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 yang dimaksud dengan agregat halus adalah agregat dari sumber manapun yang terdiri dari pasir atau pengayakan batu pecah dan terdiri dari material yang lolos saringan nomor 8 (2,36 mm).

Pasir alam sungai pangkajene adalah pasir yang diperoleh langsung dari alam dan langsung dapat digunakan sebagai bahan konstruksi tanpa perlu pengolahan terlebih dahulu.

Pasir alam sungai jeneberang merupakan pasir yang diperoleh langsung dari alam. Pasir alam dapat berupa pasir gunung atau pasir sungai. Di beberapa daerah khususnya di daerah aliran sungai untuk memperoleh pasir alam lebih mudah dari pada pasir atau agregat halus dari pengayakan batu pecah, karena untuk memperolehnya tidak perlu ada proses pemecahan batu terlebih dahulu. Cukup diayak untuk mendapatkan ukuran yang diinginkan.

Melihat kondisi yang terjadi, maka di tuntut kemampuan untuk merencanakan atau mendesain campuran lapis permukaan jalan, khususnya lapisan campuran bahan aspal dengan cara mengubah beberapa komposisi dengan penambahan material yang lain, dan di harapkan mampu memberikan lapisan permukaan yang kinerjanya baik, memuaskan dan dapat meminimalisir biaya.

Konsep perkerasan menggunakan bahan alam pada dasarnya merupakan upaya untuk melakukan penghematan dana dan bahan perkerasan seperti aspal dan agregat. Metode penggunaan bahan alam menjadi suatu pilihan yang menarik untuk bahan perkerasan.

Berdasarkan uraian tersebut diatas menjadi latar belakang untuk mengadakan penelitian di laboratorium dan menuliskannya kedalam bentuk tugas akhir yang berjudul ;

**“PENGARUH PENGGUNAAN PASIR ALAM TERHADAP
KARAKTERISTIK CAMPURAN (AC-WC) DENGAN
PERENDAMAN BERULANG“.**

1.2 Rumusan Masalah

Dari sekilas uraian latar belakang masalah diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan diteliti sebagai berikut :

- Bagaimanakah Pengaruh Penggunaan Pasir Alam (Sungai Pangkajene dan Sungai Jeneberang) Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton (AC–WC) Terhadap Perendaman Berulang.

1.3 Maksud dan Tujuan

a) Maksud :

Untuk mengetahui Pengaruh Penggunaan Pasir Alam (Sungai Pangkajene dan Sungai Jeneberang) Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton (AC–WC) Terhadap Perendaman Berulang.

b) Tujuan :

Untuk menganalisis Pasir Alam (Sungai Pangkajene dan Sungai Jeneberang) Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton (AC–WC) Terhadap Perendaman Berulang.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

- a. Melakukan penelitian laboratorium untuk mengetahui karakteristik Campuran AC-WC
- b. Penentuan persentase kadar aspal optimum yang dapat digunakan dalam campuran Aspal Panas (AC-WC).
- c. Karakteristik Pengaruh campuran yang di tinjau meliputi : kadar aspal optimum (KAO)

1.5 Batasan Masalah

Penulisan skripsi ini dibatasi pada hal - hal sebagai berikut :

1. Pengujian dilakukan di laboratorium Aspal dan Bahan Jalan Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Bosowa Makassar.
2. Jenis perkerasan atau campuran yang digunakan yaitu jenis aspal laston AC–WC (Aspal Concret – Wearing Course)
3. Agregat kasar yang di gunakan adalah agregat kasar dari (Sungai Jeneberang) Kab. Gowa.
4. Agregat halus yang di gunakan adalah pasir sungai yang didatangkan dari (Sungai Pangkajene) Kab. Pangkep, dan (Sungai Jeneberang) Kab. Gowa.
5. Pengujian dilakukan dengan menggunakan Metode Marshall.

1.6 Manfaat Penelitian

Diharapkan dari penelitian ini dapat memberikan manfaat antara lain:

- Memberikan informasi pengaruh penggunaan pasir alam (Sungai Pangkajene) Kab. Pangkep, dan (Sungai Jeneberang) Kab. Gowa. terhadap karakteristik campuran aspal beton (AC-WC) terhadap perendaman berulang.

1.7 Sistematika Penulisan

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

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini merupakan pendahuluan yang menguraikan latar belakang masalah, rumusan masalah, maksud dan tujuan penulisan, ruang lingkup penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II : KAJIAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang teori – teori yang menyangkut penelitian aspal beton (AC-WC).

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini membahas tentang bagan alir penelitian, bahan, lokasi, waktu penelitian, metode pengambilan sampel, dan 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 laboratorium, serta pembahasan hasil penelitian.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

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

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum Perkerasan Jalan Raya

Jalan sebagai salah satu prasarana transportasi darat sangat penting keberadaannya dalam meningkatkan pembangunan di berbagai bidang kehidupan. Oleh karena itu pemerintah mengupayakan pembangunan jalan dengan lancar, efisien dan ekonomis.

Karena kemajuan teknologi dan pembangunan di segala bidang maka jalan mengalami perkembangan sesuai dengan tingkat penggunaan, fungsi, dan klasifikasinya serta segi konstruksinya.

Berdasarkan fungsinya jalan dapat dibedakan atas :

- a. Jalan Arteri, adalah jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
- b. Jalan Kolektor, adalah jalan yang melayani angkutan pengumpulan / pembagian dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- c. Jalan Lokal, adalah jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

2.1.1. Pengertian Perkerasan Jalan

Perkerasan adalah suatu lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar (*Subgrade*) yang telah dipadatkan. Agar dapat memberikan rasa aman dan nyaman kepada pemakai jalan, maka konstruksi perkerasan

jalan haruslah memenuhi syarat-syarat tertentu yang secara umum dapat dikelompokkan menjadi 2 kelompok yaitu :

1. Syarat Berlalu Lintas

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

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

2. Syarat-Syarat Kekuatan/Struktural

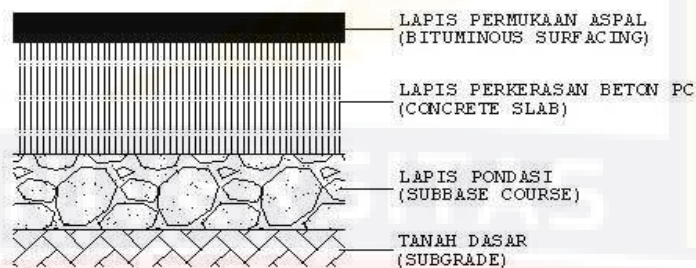
Dipandang dari segi kemampuan memikul dan menyebarkan beban, maka konstruksi perkerasan jalan lentur harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- a. Ketebalan yang cukup sehingga mampu menyebarkan beban atau muatan lalu lintas ke tanah dasar.
- b. Kedap terhadap air, sehingga air tidak mudah meresap ke lapisan di bawahnya.
- c. Permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya dapat cepat dialirkan.
- d. Kekakuan untuk memikul beban yang bekerja tanpa menimbulkan deformasi yang berarti.

2.1.2. Jenis Konstruksi Perkerasaan

Berdasarkan jenis bahan pengikatnya, perkerasan jalan dapat dibedakan atas :

a) Perkerasan lentur (*Flexible Pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.



Gambar 2.1. Komponen Perkerasan Lentur

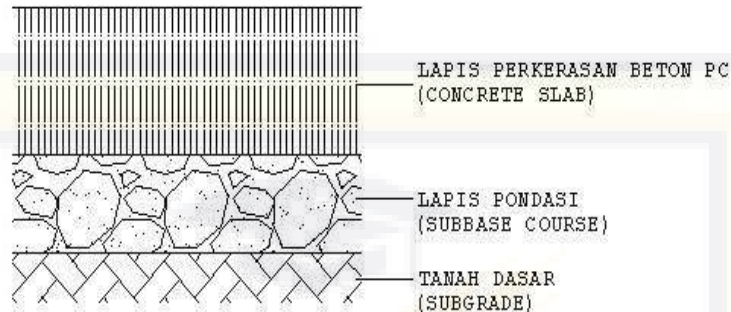
b) Perkerasan kaku (*Rigid Pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*Portland Cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapisan pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian dipikul oleh pelat beton tersebut.



Gambar 2.2. Komponen Perkerasan Kaku

c) Perkerasan komposit (*Composite Pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur. Perkerasan komposit ini

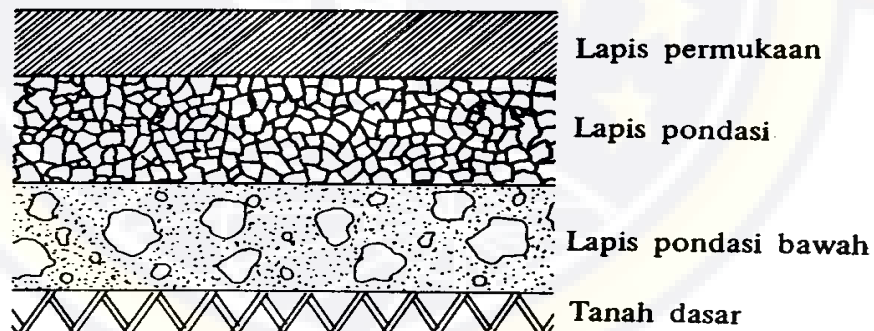
dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.



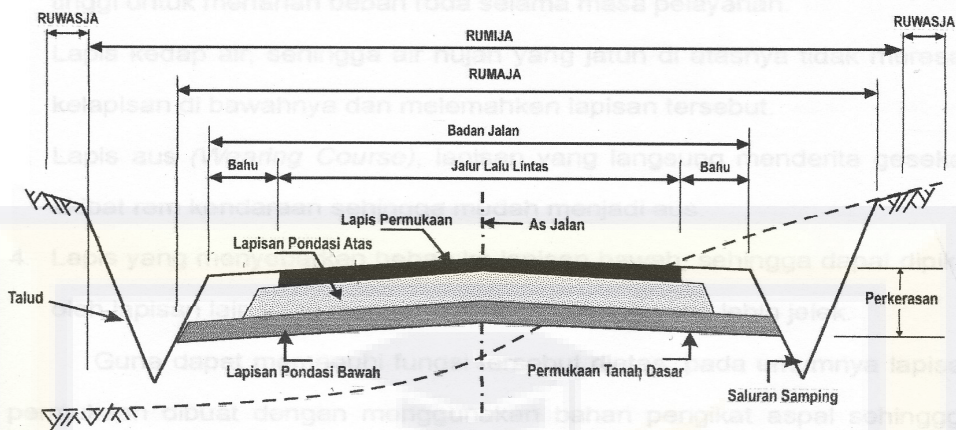
Gambar 2.3. Komponen Perkerasan Komposit

Konstruksi perkerasan jalan yang banyak digunakan di Indonesia adalah konstruksi perkerasan lentur yang terdiri dari lapisan-lapisan yang berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya kelapisan bagian bawah.

Perkerasan pada umumnya terdiri dari beberapa lapisan dengan mutu yang berbeda-beda dan secara umum konstruksi perkerasan jalan terdiri atas :



Gambar 2.4. Potongan Lapisan Pada Perkerasan Lentur



Gambar 2.5 Sistematika Bentuk Perkerasan Jalan

(Sumber : UU No. 38 Tahun 2004)

Adapun fungsi dari lapis perkerasan yaitu :

- ✓ Lapis permukaan adalah lapisan yang terletak pada bagian paling atas dari struktur perkerasan konstruksi jalan dan berfungsi sebagai:
 - Lapisan perkerasan yang ikut mendukung dan menyebarkan beban kendaraan yang diterima oleh perkerasan, baik beban vertikal maupun beban horizontal (gaya geser).
 - Lapisan kedap air, mencegah masuknya air ke dalam lapisan perkerasan yang ada di bawahnya.
 - Lapisan perkerasan menyediakan permukaan yang tetap rata, agar kendaraan dapat berjalan dan memperoleh kenyamanan yang cukup.
 - Lapisan aus (wearing course), lapisan yang langsung akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
 - Lapis Pondasi Atas (LPA) atau *Base Course*
- Lapis pondasi atas adalah bagian dari perkerasan yang terletak

antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah atau dengan tanah apabila tidak menggunakan lapis pondasi bawah. Fungsi lapis ini adalah :

- a. Lapis pendukung bagi lapis permukaan.
- b. Pemikul beban horizontal dan vertikal.
- c. Lapis perkerasan bagi pondasi bawah.
- ✓ Lapis Pondasi Bawah (LPB) atau *Subbase Course*

Lapis Pondasi Bawah adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi dan tanah dasar. Fungsi lapis ini adalah :

- a. Penyebar beban roda.
- b. Lapis peresapan.
- c. Lapis pencegah masuknya tanah dasar ke lapis pondasi.
- d. Lapis pertama pada pembuatan perkerasan.
- ✓ Lapisan Tanah Dasar (TD) atau *Subgrade*

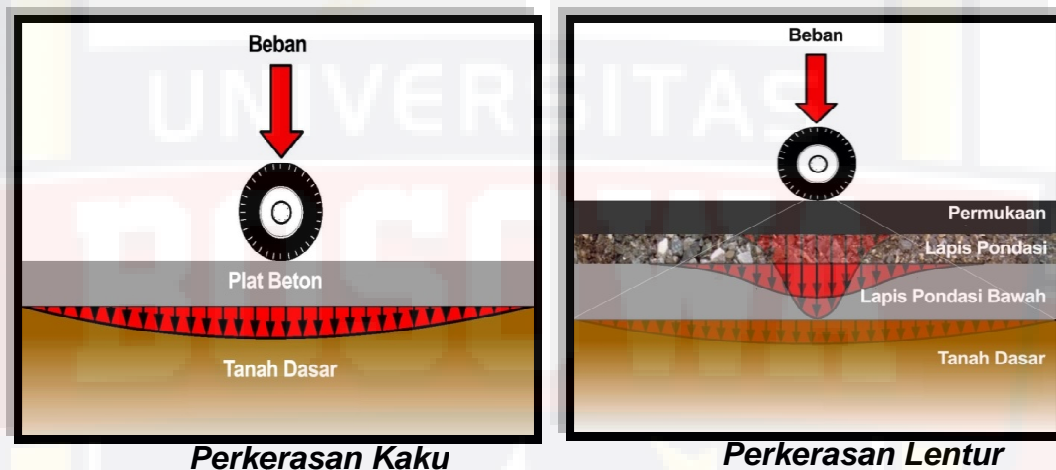
Tanah dasar (*subgrade*) adalah permukaan tanah semula, permukaan tanah galian atau permukaan tanah timbunan yang dipadatkan dan merupakan permukaan tanah dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya.

2.1.3. Pembebanan Pada Perkerasan Jalan

Kendaraan pada posisi berhenti di atas struktur yang diperkeras menimbulkan beban langsung pada arah vertikal (tegangan statis) yang terkonsentrasi pada bidang kontak yang kecil antara roda dan perkerasan. Ketika kendaraan bergerak, timbul tambahan tegangan dinamis pada arah horisontal akibat akselerasi pergerakan kendaraan

serta pada arah vertikal akibat pergerakan kendaraan ke atas dan ke bawah karena perkerasan yang tidak rata. Intensitas tegangan statis dan dinamis terbesar terjadi di permukaan perkerasan dan terdistribusi dengan bentuk piramida dalam arah vertikal pada seluruh ketebalan struktur perkerasan.

Peningkatan distribusi tegangan tersebut mengakibatkan tegangan semakin kecil sampai permukaan lapis tanah dasar. Untuk memperjelas hal tersebut maka ditampilkan pada Gambar 2.6 berikut ini.



Gambar 2.6. Distribusi Beban Roda Melalui Lapisan Perkerasan Jalan

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

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

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

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

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

2.2. Rehabilitasi dan Pemeliharaan Jalan

Lapisan perkerasan jalan selalu cenderung mengalami penurunan kondisi yang di hasilkan dengan terjadinya kerusakan. Maka untuk memperlambat kecepatan penurunan kondisi dan mempertahankannya pada tingkat yang layak, perlu dikelola pemeliharaannya dengan baik agar jalan tersebut tetap dapat berfungsi sepanjang waktu. Pengelolaan pemeliharaan jalan bukanlah pekerjaan yang mudah, lebih – lebih pada

saat kondisi anggaran yang terbatas serta beban kendaraan yang cenderung jauh melampaui batas kondisi cuaca yang kurang bersahabat.

Pemeliharaan jalan didefinisikan sebagai fungsi pelayanan, perbaikan dan pemulihan jalan dan menjaga jalan dalam kondisi yang aman, nyaman, dan ekonomis selama masa pelayanan. Tidak termasuk dalam pemeliharaan adalah aktivitas pembangunan kembali (Rekonstruksi) dan rehabilitasi yang lebih besar (Major Rehabilitation). Meskipun dilaksanakan usaha pemeliharaan yang hati-hati dan mantap, kemampuan pelayanan (Service Ability) jalan akan tetap mengalami kemunduran, sehingga ada saatnya jalan memerlukan rehabilitasi yang lebih besar (Wright dan Pequette, 1979).

Pada awal masa layanan atau saat jalan baru selesai dibangun maka nilai kondisi fisik jalan adalah mantap dan diharapkan mampu memberikan pelayanan selama umur rencana. Agar kondisi pelayanan dapat dipertahankan dan menurun secara wajar seperti yang diperhitungkan maka perlu dilakukan perawatan jalan yaitu kegiatan merawat serta memperbaiki kerusakan-kerusakan setempat secara terencana sesuai dengan kebutuhan.

Rehabilitasi jalan dilakukan setiap kerusakan diluar perhitungan dalam desain, yang berakibat menurunnya kondisi kemantapan secara tidak wajar pada segmen tertentu dari suatu ruas jalan dengan kondisi pelayanan mantap.

Penunjangan jalan dilakukan untuk peningkatan kemampuan pelayanan jalan pada kondisi tidak mantap atau kritis, agar tetap berfungsi

melayani lalu lintas. Kegiatan ini merupakan kegiatan pemeliharaan jalan yang bersifat darurat.

Peningkatan jalan dilakukan untuk memperbaiki kondisi jalan yang kemampuannya tidak mantap atau kritis, sampai suatu kondisi pelayanan yang mantap sesuai dengan umur rencana yang ditetapkan. Kegiatan ini dapat meningkatkan kemampuan struktural jalan sesuai dengan umur rencana. Kondisi pelayanan mantap adalah kondisi pelayanan konstruksi sejak awal umur rencana (IPo) sampai dengan kondisi pelayanan pada batas kemantapan atau akhir umur rencana (IPt), dengan penurunan nilai kemantapan wajar, yang termasuk dalam kondisi ini adalah jalan dengan kondisi Baik (B) dan sedang (S).

Kondisi pelayanan tidak mantap adalah keadaan jalan yang berada diantara batas kemantapan sampai dengan batas kritis. Termasuk dalam kondisi ini adalah jalan dengan kondisi rusak (R) atau kurang baik (KB).

Kondisi kritis adalah keadaan dengan nilai kemantapan mulai dari batas kekritisannya sampai dengan tidak terukur, dimana kondisi tersebut menyebabkan kapasitas jalan menurun. Termasuk dalam kondisi ini jalan dengan kondisi Rusak Berat (RB) atau Buruk.

Menurut Organisation for Economic Co-Operation and Development terdapat hubungan yang erat dan nyata antara pembangunan dan pemeliharaan jalan jika ditinjau dari segi pembiayaan. Suatu jalan yang dibuat secara benar akan menghemat biaya pemeliharaan. Sebaliknya suatu standar perencanaan yang rendah akan mengurangi pembiayaan awal, tetapi biaya pemeliharaan akan menjadi

tinggi. Untuk itu harus dilakukan optimasi dengan mengingat studi ekonomi antara biaya yang dikeluarkan dan keuntungan yang diperoleh serta pengetahuan tentang konsep pemeliharaan (OECD, 1978)

Oglesby dan Hicks pada bukunya Engineering menyatakan bahwa terdapat perbedaan antara pemeliharaan (maintenance) dan rehabilitasi (Oglesby dan Hicks, 1932).

Hal yang sama dikemukakan oleh wright dan pequeete bahwa pemeliharaan dapat dibedakan menjadi dua yaitu pencegahan (preventive) dan perbaikan (correction), sedangkan rehabilitasi merupakan tindakan perbaikan yang bersifat lebih luas terdiri dari :

- 1) Recontriction, yaitu penggantian sistem lapis perkerasan yang ada dengan lapis perkerasan baru.
- 2) Overlay, yaitu penempatan lapis permukaan diatas sistem lapis perkerasan yang sudah ada, dan
- 3) Recycling, yaitu pengolahan kembali bahan lapis perkerasan yang sudah ada dan memasangnya kembali (Wright dan Pequeete, 1979).

Umur pelayanan perkerasan beraspal tergantung pada beberapa faktor antara lain jumlah dan berat beban lalu lintas, cuaca, kualitas material, kekuatan sub grade, drainase serta kualitas struktur lapis perkerasan itu sendiri. Pemeliharaan yang tepat pada waktunya akan dapat memperpanjang umur pelayanan lapis perkerasan.

2.3. Konsep Perkerasan Yang menggunakan Pasir Alam

Kualitas aspal beton sebagai konstruksi lapis perkerasan jalan sangat berkaitan dengan material yang akan digunakan, termasuk agregat halus. Dalam Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 yang dimaksud dengan agregat halus adalah agregat dari sumber manapun yang terdiri dari pasir atau pengayakan batu pecah dan terdiri dari material yang lolos saringan nomor 8 (2,36 mm).

Pasir alam adalah pasir yang diperoleh langsung dari alam dan langsung dapat digunakan sebagai bahan konstruksi tanpa perlu pengolahan terlebih dahulu. Pasir alam dapat berupa pasir gunung atau pasir sungai. Di beberapa daerah khususnya di daerah aliran sungai untuk memperoleh pasir alam lebih mudah dari pada pasir atau agregat halus dari pengayakan batu pecah, karena untuk memperolehnya tidak perlu ada proses pemecahan batu terlebih dahulu. Cukup diayak untuk mendapatkan ukuran yang diinginkan.

Jika ditinjau dari segi biaya penggunaan pasir alam tentu lebih murah dari pada agregat halus hasil pemecahan batu, karena tidak diperlukan biaya tambahan untuk pemecahan. Akan tetapi dalam Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 penggunaan pasir alam sebagai agregat halus dalam campuran AC (*Asphalt Concrete*) dibatasi tidak lebih dari 15% dari total berat campuran.

2.4. 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 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.

2.4.1. Klasifikasi Agregat

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

a. 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 membentuk 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.

b. 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.

c. 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 batuan.

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

a. 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.

b. Agregat yang Diproses

Agregat yang diproses adalah batuan yang telah dipecah atau disaring sebelum digunakan. Pemecahan agregat dilakukan dengan tiga alasan yakni untuk merubah tekstur permukaan partikel dari licin kekasar. Untuk merubah bentuk partikel dari bulat ke angular, dan untuk mengurangi serta meningkatkan distribusi dan rentang ukuran partikel.

Penyaringan yang dilakukan pada agregat yang telah di pecahkan akan menghasilkan partikel agregat dengan rentang gradasi tertentu.

c. 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*).

C. Berdasarkan ukuran partikel-partikel agregat, agregat dapat dibedakan atas :

- Agregat Kasar
- Agregat Halus
- Abu Batu/Filler

2.4.2. 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.

Pada campuran AC-WC kedudukan agregat kasar hanya mengambang (*Floating*) dan ini dimaksudkan agar agregat kasar sebagai bahan tambahan akan memberikan pengaruh pada campuran yaitu menurunkan penggunaan kadar aspal, mengurangi ruang kosong (*void*) dalam campuran. 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 %.

2.4.3. Agregat Halus

Agregat halus adalah material yang pada prinsipnya lolos saringan 2.36 mm dan tertahan pada saringan 75 mm 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 %.

2.4.4. 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 berukuran besar sampai yang terkecil. Semakin besar ukuran maksimum agregat yang di pakai semakin banyak variasi ukurannya dalam campuran tersebut.

Mineral pengisi dan mineral abu dapat terjadi secara almhiah atau dapat juga di hasilkan 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 di tentukan dengan menimbang agregat yang lolos atau tertahan di masing-masing saringan.

Gradasi agregat terbagi atas tiga yakni;

gradasi seragam (*uniform graded*), gradasi rapat (*dense graded*) dan gradasi senjang (*gap graded*).

➤ Gradasi Seragam (*Uniform Graded*)

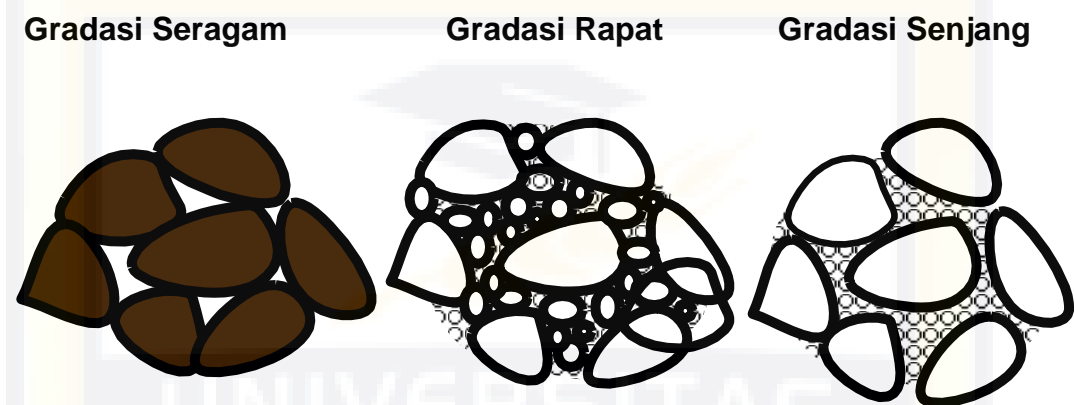
Gradasi seragam (*uniform graded*) adalah gradasi agregat dengan ukuran yang hampir sama, gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka (*open graded*) karena hanya mengandung sedikit agregat halus sehingga terdapat banyak rongga/ruang kosong antar agregat. Campuran agregat yang dibuat dengan gradasi 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 .

➤ 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.



Gambar 2.7. 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 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 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, menyerap dan menahan film aspal. Agregat hidrophobik (tidak menyukai air) adalah agregat yang memiliki sifat kelekatan terhadap aspal yang tinggi, contoh dari agregat ini adalah batu gamping dan 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.

2.4.5. 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, gyratory, 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 *Gyratory*

Pemecah batu jenis *gyratory* 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, bukaan 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 (*Impect*)

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.

5. Pemecah batu jenis silinder (*roll cushers*)

Adadua macam jenis pemecah baturoll yaitu silinder tunggal (*single roll*) serta silinder ganda (*two roll*) atau lebihsmpai 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.

2.4.6. 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 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*

2.5. Spesifikasi Bahan Pengikat (Aspal)

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, 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.

2.5.1. Jenis Aspal

Berdasarkan cara diperolehnya aspal dapat dibedakan atas:

a. Aspal Alam

Aspal alam adalah aspal yang secara alamiah terjadi di alam. Berdasarkan depositnya 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 lelehnya sangat tinggi. Karena aspal ini sangat keras, dalam pemakaiannya aspal ini dicampur dengan aspal keras yang mempunyai angka penetrasi yang tinggi.

2. Aspal Batu (Rock Asphalt)

Aspal batu Kentucky dan Buton adalah aspal yang secara terdeposit di pulau Buton, Indonesia dan di daerah Kentusky, 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 kerana lebih cepat mengeras, peka terhadap perubahan temperatur dan beracun.

2.5.2. Aspal Minyak

Aspal minyak dengan berbahan dasar aspal dapat dibedakan atas:

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

Yaitu aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan panas. Aspal semen pada temperatur ruang (25°-30°C) berbentuk padat. Aspal semen terdiri dari beberapa jenis tergantung dari proses pembuatannya dan jenis

minyak bumi asalnya. Pengelompokan aspal semen dapat dilakukan berdasarkan nilai penetrasinya ataupun berdasarkan nilai viskositasnya.

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 cat 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 cat back*)

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

3. Aspal Emulsi (*Emulsion Asphalt*)

Aspal emulsi di hasilkan dari proses pengemulsian aspal keras. Pada proses ini partikel-partikel aspal keras di pisahkan dan di dispresikan kedalam air yang mengandung emulsifer (*emulgator*). Partikel aspal yang terdispresi berukuran sangat kecil bahkan sebagian besar berukuran koloid. Jenis emulsifer 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.

2.5.3. 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 Butadiene Styrene), SBR (Styrene Butadiene 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 leleh, 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 dancampuran tetapi penambahan yang berlebihan justru akan memberikan pengaruh yang negatif.

2.6. 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 dicampurkan pada agregat sebelum dihamparkan (prahampar), seperti lapisan beton aspal atau disiramkan pada lapisan agregat yang telah dipadatkan dan ditutupi oleh agregat-agregat yang lebih halus (pascahampar), seperti perkerasan penetrasi makadam atau pelaburan.

Pada proses pascahampar, aspal disiramkan pada lapisan agregat yang telah dipadatkan, lalu di atasnya ditaburi butiran agregat halus. Pada keadaan 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

hidrophobic. Agregat yang dapat digunakan sebagai material perkerasan jalan adalah agregat dengan kelekatan agregat terhadap aspal minimum 95%.

2.7. Spesifikasi Aspal untuk Perkerasan Jalan

Saat ini terdapat beberapa spesifikasi aspal namun yang diuraikan hanya spesifikasi aspal yang ada kaitannya dengan aspal minyak.

Tabel 2.1. Ketentuan-ketentuan untuk Aspal Keras

No.	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Tipe I Aspal Pen.60-70	Tipe II Aspal yang Dimodifikasi	
				A ⁽¹⁾	B
				Asbuton yg diproses	Elastomer Sintetis
1.	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI-06-2456-1991	60-70	Min. 50	Min. 40
2.	Viskositas Dinamis 60°C (Pa.s)	SNI-06-6441-2000	160 - 240	240 - 360	320 - 48
3.	Viskositas Kinematis 135°C (cSt)	SNI-06-6441-2000	≥300	385 - 2000	≤3000
4.	Titik Lembek (°C)	SNI-2434:2011	≥48	≥ 53	≥54
5.	Duktilitas pada 25°C, (cm)	SNI-2432:2011	≥100	≥100	≥100
6.	Titik Nyala (°C)	SNI-2433:2011	≥232	≥232	≥232
7.	Kelarutan dalam Trichloroethylene (%)	AASHTO T44-03	≥ 99	≥90 ⁽¹⁾	≥99
8.	Berat Jenis	SNI-2441:2011	≥1,0	≥1,0	≥1,0
9.	Stabilitas Penyimpanan :Perbedaan Titik Lembek (°C)	ASTM D 5976 part 6.1	-	≤2,2	≤2,2
10.	Partikel yang Lebih Halus dari 150 mikron (µm) (%)	-	-	Min. 95 ⁽¹⁾	-
Pengujian Residu hasil TFOT (SNI-06-2440-1991) atau RTFOT(SNI-03-6835-2002) :					
11.	Berat yang Hilang (%)	SNI-06-2441-1991	≤ 0,8	≤ 0,8	≤0,8
12.	Viskositas Dinamis 60°C (Pa.s)	SNI-03-6441-2000	≤ 800	≤ 1200	≤ 1600
13.	Penetrasi pada 25°C (%)	SNI-06-2456-1991	≥ 54	≥ 54	≥ 54
14.	Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI-2432:2011	≥ 100	≥ 50	≥ 25

No.	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Tipe I Aspal Pen.60-70	Tipe II Aspal yang Dimodifikasi	
				A ⁽¹⁾	B
				Asbuton yg diproses	Elastomer Sintetis
15.	Keelastisan setelah Pengembalian (%)	SNI 062432-1991	-	-	≥ 60

Sumber :Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga (Spesifikasi 2010 Revisi 3 hal. 39)

2.8. 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 dikelompokan 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

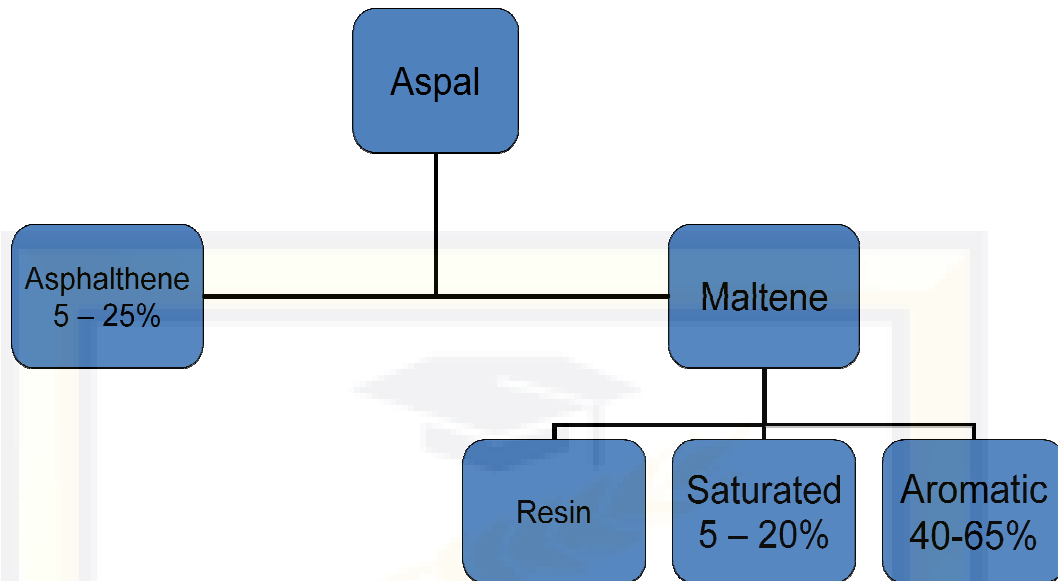
Terdiri dari hidrogen dan karbon, dan sedikit mengandung oksigen, sulfur dan nitrogen. Resin memiliki ukuran antara 1 – 5 nano meter, berwarna coklat, berbentuk semi padat sampai padat, bersifat sangat polar dan memberikan sifat adesif pada aspal.

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 2.8 Kandungan Kimia dari Aspal

2.9. Tes Standar Bahan Aspal

Tes standar bahan aspal adalah tes baku untuk menggolongkan aspal pada jenis atau kelas (*grade*) tertentu untuk memudahkan mengenal sifat-sifat dasarnya dan menetapkan cara kerja atau jenis konstruksi yang paling sesuai dalam rangka mengurangi resiko kegagalan.

2.9.1. Penetrasi

Penetrasi adalah masuknya jarum penetrasi ukuran tertentu, beban tertentu dan waktu tertentu kedalam aspal pada suhu tertentu. Pengujian penetrasi dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kekerasan aspal.

Berdasarkan nilai penetrasinya, semen aspal dibagi menjadi lima kelompok jenis aspal, yaitu aspal 40-50, aspal 60-70, aspal 85-100, aspal 120-150, dan aspal 200-300.

2.9.2. Titik Lembek

Titik lembek adalah suhu dimana suatu lapisan aspal dalam cincin yang diletakkan horisontal didalam larutan air atau gliserin yang dipanaskan secara teratur menjadi lembek karena beban bola baja. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan suhu/angka titik lembek aspal yang berkisar antara 30°C sampai 200°C dengan cara ring dan ball. Hasil pengujian ini selanjutnya dapat digunakan untuk menentukan kepekaan aspal terhadap suhu.

2.9.3. Titik Nyala dan Titik Bakar

Titik nyala adalah suhu pada saat terlihat nyala singkat kurang dari 5 detik pada suatu titik diatas permukaan aspal. Tujuan dari pengujian titik nyala aspal adalah untuk menentukan batas temperatur tertinggi dimana aspal mulai menyala sehingga menjaga keselamatan agar pada waktu pemanasan aspal tidak mudah terjadi kebakaran.

2.9.4. Daktilitas

Daktilitas aspal adalah nilai keelastisitas aspal, yang diukur dari jarak terpanjang, apabila diantara dua cetakan berisi bitumen keras yang ditarik sebelum putus pada suhu 25°C dan dengan kecepatan 50 mm/menit (SNI 06-2432-1991). Jarak minimal benang aspal hasil tarikan adalah minimal 100 cm.

Maksud pengujian ini adalah untuk mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara 2 cetakan yang berisi aspal keras sebelum putus pada temperatur dan kecepatan tarik tertentu. Pengujian ini juga dilakukan untuk mengetahui bahan aspal mengandung bahan lain yang tidak

menyatu dengan aspal, karena bila ada bahan asing yang lain maka benang aspal hasil tarikan mesin tidak akan mencapai panjang 100 cm.

2.9.5. Berat Jenis Aspal

Berat jenis aspal adalah perbandingan antara berat jenis aspal padat dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu 25°C atau 15,6°C. Pengujian ini ditujukan untuk memperoleh nilai berat jenis aspal keras dengan menggunakan rumus berat jenis hasil pengujian. Batasan minimal yang dicantumkan dalam spesifikasi ini mensyaratkan berat jenis diatas 1,0 gram/cc kalau terlalu ringan berarti bahan aspal tersebut kekurangan *asphaltene*.

2.9.6. Kehilangan Berat

Kehilangan berat adalah selisih sebelum dan sesudah pemanasan pada tebal tertentu pada suhu tertentu. Maksud dari pemeriksaan ini untuk mencegah pasokan bahan aspal yang terlalu banyak mengandung minyak-minyak ringan yang kalau dipanaskan lama (pada tes ini sampel dipanaskan 163°C selama 5 jam sebagai simulasi) terlalu banyak yang menguap sehingga aspal akan kering dan sulit dikerjakan (kental dan getas).

2.9.7. Pengujian Viskositas Aspal

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mendapatkan nilai viskositas aspal untuk menentukan suhu pencampuran dan pemadatan campuran beraspal panas. Pengujian viskositas sering kali didasarkan pada laju aliran dapat dengan mudah dilakukan pada suhu yang tinggi seperti temperature 60°C (140°F). Koefisien viskositas adalah perbandingan

antara tegangan geser yang diberikan dengan laju geser. Nilai koefisien ini adalah suatu ukuran ketahanan terhadap pengaliran cairan. Satuan viskositas dalam standar internasional (SI) adalah pascal sekon (Pa.s). Satuan viskositas dalam sistem centimeter gram sekon (cgs) adalah poise (dyreis/cm^2) dan nilai setara dengan 0,1 pascal sekon (Pa.s). Biasanya satuan viskositas dinyatakan dalam centipoise (cP), dimana 1 cP sama dengan 1 milipascal sekon (mPa.s).

2.10. Jenis Semen Aspal

Agregat halus juga harus memenuhi persyaratan-persyaratan semen aspal dapat dibedakan berdasarkan nilai penetrasi atau viskositasnya. Berdasarkan nilai penetrasinya, AASHTO membagi semen aspal kedalam 5 kelompok jenis aspal, yaitu aspal 40-50, aspal 60-70, aspal 85-100, aspal 120-150, dan aspal 200-300. Spesifikasi dari masing-masing kelompok aspal tersebut seperti pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Spesifikasi AASHTO untuk Berbagai Nilai Penetrasi Aspal, AASHTO 20-70 (1990)

Jenis aspal (sesuai penetrasi)	40-50	60-70	85-100	120-150	200-300
Penetrasi (25°C, 100 _{gr} , 5 det)	40-50	60-70	85-100	120-150	200-300
Titik nyala, cleaveland °C	≥ 235	≥ 235	≥ 235	≥ 220	≥ 180
Daktalitas (25°C, 5cm/men, cm)	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100
Solubilitas dlm CC14, %	≥ 99	≥ 99	≥ 99	≥ 99	≥ 99
TFOT, 3.2mm, 5jam, 163°C					
Kehilangan berat, %	≤ 0,8	≤ 0,8	≤ 1	≤ 1,3	≤ 1,5
Penetrasi setelah kehilangan berat	≥ 58	≥ 54	≥ 50	≥ 46	≥ 40
Daktalitas setelah kehilangan berat, (25°C, 5 cm/men, cm)		≥ 50	≥ 75	≥ 100	≥ 100

Sumber : *Beton Aspal Campuran Panas, Sukirman, 2003: 45*

Di Indonesia, aspal yang umum digunakan untuk perkerasan jalan adalah aspal pen 60/70 dan aspal pen 85/100. Persyaratan kualitas aspal yang umum digunakan di Indonesia seperti pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Klasifikasi Bina Marga untuk Berbagai Nilai Penetrasi

Aspal

Jenis Pengujian	Jenis Aspal sesuai penetrasi	
	60	80
Penetrasi (25°C, 100 gr, 5 detik)	60 – 79	80 – 99
Daktalitas (25°C, 5 cm/men,cm)	≥ 100	≥ 100
Titik nyala, cleaveland	≥ 200	≥ 225
Solubilitas dalam CCl ₄ , %	≥ 99	≥ 99
TFOT, 3,2 mm, 5 jam, 163°C	-	-
Kehilangan berat %	≤ 0,4	≤ 0,6
Penetrasi setelah kehilangan berat, % semula	≥ 75	≥ 75
Berat jenis (25°C)	≥ 1	≥ 1

Sumber : Beton Aspal Campuran Panas, Sukirman, 2003: 4

Pembagian semen aspal berdasarkan nilai viskositasnya tak umum digunakan di Indonesia.

Spesifikasi aspal sesuai spesifikasi baru campuran beraspal panas yang diterbitkan oleh Depkimwarsil menetapkan aspal yang digunakan untuk beton aspal campuran panas adalah semen aspal pen. 60/70, sesuai Spesifikasi AASHTO M 20-70 (1990), seperti pada Tabel 2.2.

Metode yang umum digunakan pada pemeriksaan aspal dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.4. Metode Pemeriksaan Aspal

No	Jenis Pengujian	Metode	Syarat
1.	Penetrasi, 25°C; 100 gr; 5 dtk; 0,1 mm	SNI-06-2456-1991	60 – 79
2.	Titik Lembek, °C	SNI-06-2434-1991	48 – 58
3.	Titik Nyala, °C	SNI-06-2433-1991	Min.200
4.	Daktilitas 25°C,5 cm per menit	SNI-06-2432-1991	Min. 100
5.	Berat Jenis	SNI-06-2441-1991	Min. 1.0
6.	Kelarutan Dalam Trichloroethele, %	RSNI M-04-2004	Min. 99
7.	Kehilangan Berat , %	SNI-06-2440-1991	Max. 0.8
8.	Penetrasi Setelah Kehilangan Berat	SNI-06-2456-1991	Min. 54
9.	Daktilitas Setelah Kehilangan Berat	SNI-06-2432-1991	Min. 50

Sumber :Pengantar Rekayasa jalan Sub Jurusan Rekayasa Transportasi Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung.

2.11. Beton Aspal

Beton aspal adalah jenis jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan. Material - material pembentuk beton aspal dicampur di instalasi pencampuran pada suhu tertentu, kemudian diangkut kelokasi, dihampar, dan dipadatkan. Suhu pencampuran berdasarkan jenis aspal yang akan digunakan. Jika digunakan semen aspal, maka suhu pencampuran umumnya antara 145⁰-155⁰C, sehingga disebut beton aspal campuran panas. Campuran ini dikenal pula dengan nama *hotmix*.

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.

Ada beberapa jenis beton aspal campuran panas, namun dalam penelitian ini jenis beton aspal yang ditinjau adalah *AC-WC (Asphalt Concrete-Wearing Course)*. Menurut Sukirman (1999:10), Laston dikenal dengan nama *Asphalt Concrete (AC)*, merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara beberapa agregat bergradasi timpang, mineral pengisi (*filler*) dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas. Ada pula pendapat lain yang mengatakan bahwa laston adalah lapisan penutup konstruksi perkerasan jalan, yang dapat diperhitungkan mempunyai nilai struktural bila kadar agregat kasar lebih dari 30% dan mempunyai tebal nominal minimum 40 mm. Adapun fungsi dari laston (*AC-WC*) sebagai lapisan aus dan mempunyai ketebalan minimal 4 cm.

2.11.1. Karakteristik Campuran Aspal Beton

Karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh campuran aspal beton 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, 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.

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 terjadinyableeding 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 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. 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.

2.11.2. 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:

Vmb = 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*)

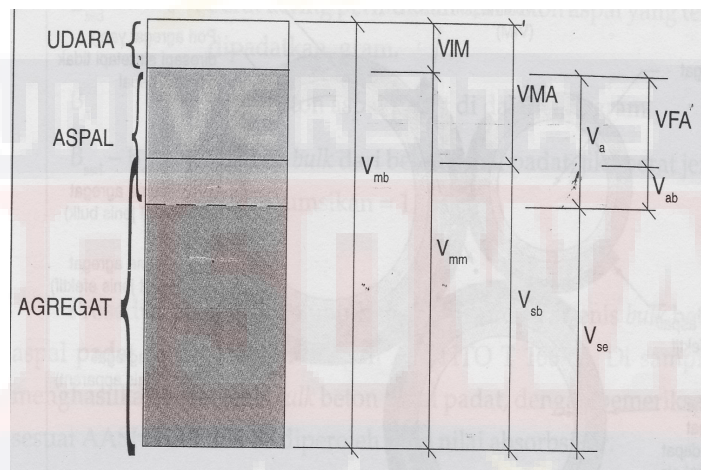
VIM adalah volume pori yang masih tersisa setelah campuran beton aspal dipadatkan. VIM ini dibutuhkan untuk tempat bergesernya butir-butir agregat, akibat pemadatan tambahan yang terjadi oleh repetisi beban lalu lintas, atau tempat jika aspal menjadi lunak akibat meningkatnya temperatur. VIM yang terlalu besar akan mengakibatkan beton aspal padat berkurang kekedapan 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. Tidak termasuk dalam VMA volume pori di dalam

masing – masing butir agregat. VMA akan meningkat jika selimut aspal lebih tebal, atau agregat yang digunakan bergradasi terbuka.

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

Secara skematis berbagai jenis volume yang terdapat didalam campuran beton aspal padat ditunjukkan pada Gambar 2.9. Pada Gambar 2.10. dan Gambar 2.11. dapat dilihat apa yang dimaksud dengan lapisan aspal efektif atau film aspal, VIM, dan aspal terabsorpsi.



Gambar 2.9. Skematis Berbagai Jenis Volume Beton Aspal

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

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.

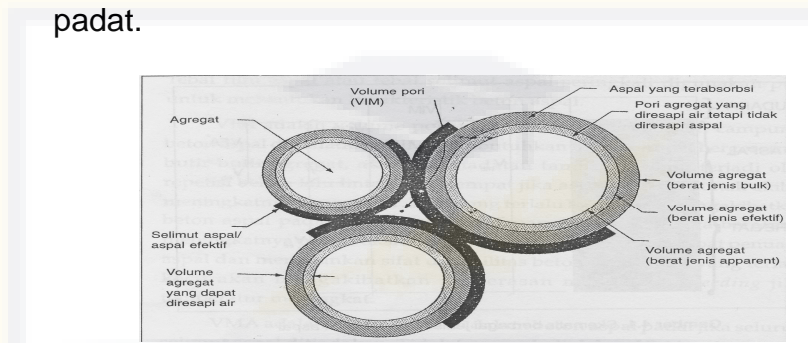
V_{mm} = volume tanpa pori dari beton aspal padat.

VIM = volume pori dalam beton aspal padat.

Va = volume aspal dalam beton aspal padat.

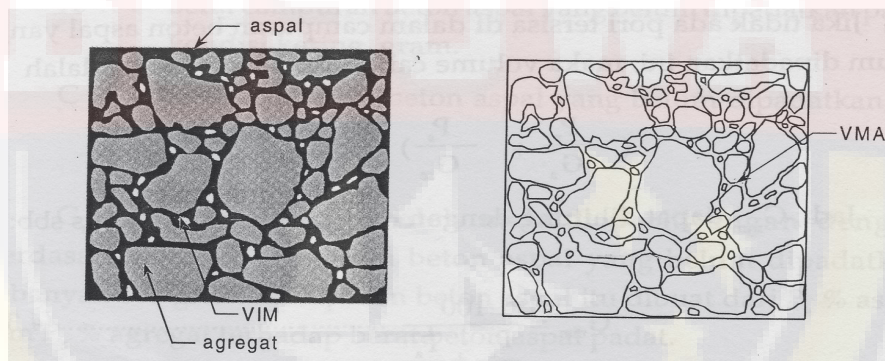
VFA = volume pori beton aspal yang terisi oleh aspal.

Vab = volume aspal yang terabsorbsi ke dalam agregat dari beton aspal padat.



Gambar 2.10. Pengertian Tentang VIM, Selimut Aspal, Aspal yang Terabsorbsi,

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



Gambar 2.11. Ilustrasi Pengertian VMA dan VIM

2.11.3. Evaluasi Hasil Pengujian

a). Evaluasi Nilai VMA

Rongga di antara mineral atau struktur agregat (VMA) suatu campuran beraspal yang telah dipadatkan adalah volume rongga yang terdapat di antara partikel agregat suatu campuran beraspal yang telah dipadatkan, yaitu rongga udara dan volume kadar aspal efektif, yang

dinyatakan dalam persen terhadap volume total benda uji. Volume agregat dihitung dari berat jenis *bulk* (bukan berat jenis efektif atau berat jenis nyata).

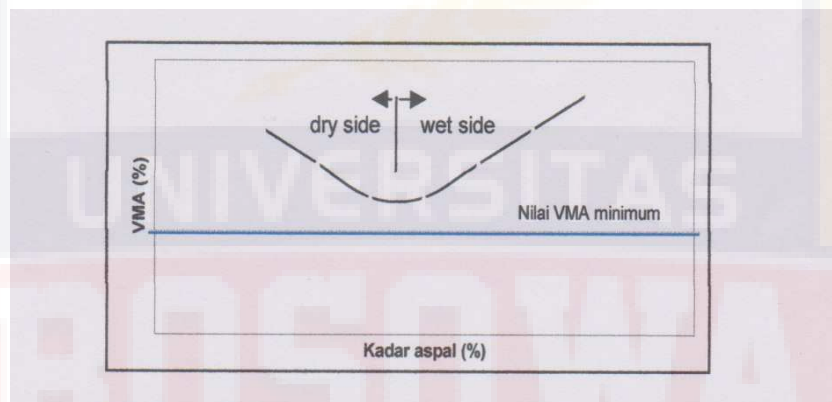
Batas minimum VMA tergantung pada ukuran maksimum agregat yang digunakan. Hubungan antara kadar aspal dengan VMA pada umumnya membentuk cekungan dengan satu nilai minimum, kemudian naik lagi dengan naiknya kadar aspal. Ada beberapa hal pokok yang perlu diperhatikan untuk memilih gradasi campuran berdasarkan grafik hubungan antara kenaikan kadar aspal dengan VMA sebagai berikut :

1. Kurva seperti ditunjukkan pada Gambar 2.12. adalah bentuk kurva VMA dari campuran yang benar. Daerah sebelah kiri nilai VMA minimum disebut sisi kering (*dry side*), sementara daerah sebelah kanan disebut sisi basah (*wet side*).

Bila didapatkan kurva seperti ini, kadar aspal ditentukan pada titik minimum kurva atau digeser sedikit kekiri pada daerah kering (*dry side*) dari kurva tersebut. Usahakan untuk menghindari daerah berkadar aspal di atas titik minimum VMA (*wet side*). Rongga udara diantara agregat pada daerah basah tersebut membesar (kurva naik) karena sebagian agregat telah terdorong oleh aspal. Oleh sebab itu, walaupun daerah tersebut memberikan VMA sesuai persyaratan tetapi kadar aspal pada daerah tersebut cenderung akan menyebabkan terjadinya pelelehan (*bleeding*) atau deformasi plastis. Pada daerah ini aspal cenderung berfungsi sebagai pelumas. Sementara pemilihan kadar aspal yang terlalu

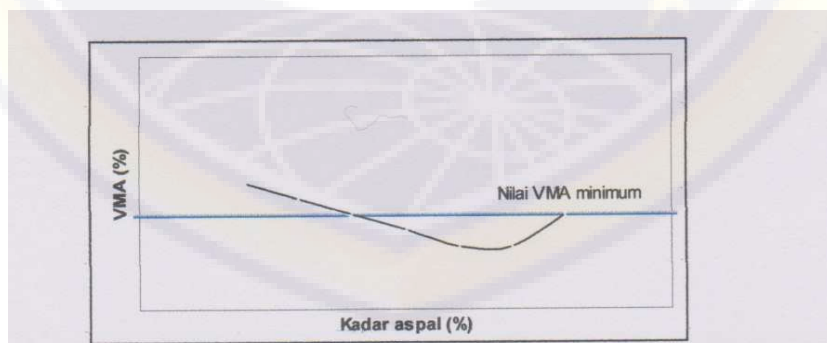
kekiri (arah *dry side*) akan menyebabkan campuran tersebut rentan terhadap retak atau pelepasan butir (disintegrasi).

Pada saat pelaksanaan pencampuran di AMP, pergeseran kadar aspal kekiri atau kekanan dari kadar aspal optimum masih diijinkan, selama persyaratan karakteristik campuran masih terpenuhi. Umumnya batas toleransi pergeseran kadar aspal adalah $\pm 0,3\%$ dari kadar aspal optimum.



Gambar 2.12. Tipikal ke-1 Kurva Hubungan VMA dengan Kadar Aspal

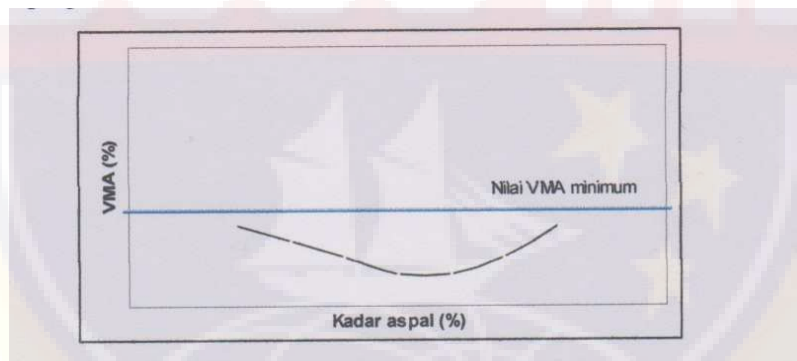
2. Kurva seperti ditunjukkan pada Gambar 2.13. garis hubungan memotong dan mempunyai nilai minimum yang berada di bawah batas minimum VMA.



Gambar 2.13. Tipikal ke-2 Kurva Hubungan VMA dengan Kadar Aspal

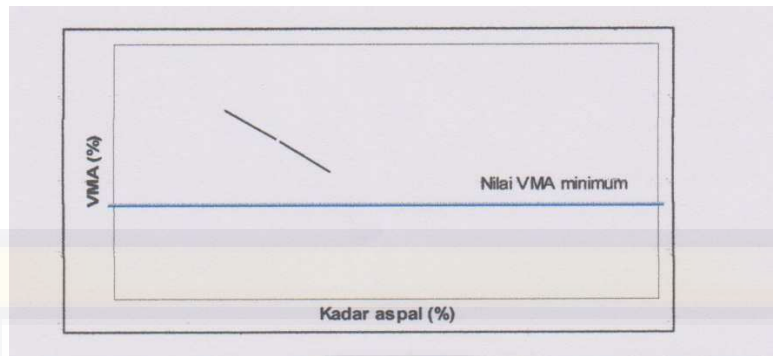
Bila didapat kurva seperti ini, maka VMA yang terjadi akan relatif kecil sehingga dikhawatirkan akan mempunyai VIM di bawah batas minimum pula. Gradasi campuran mungkin mendekati kurva *Fuller*. Campuran akan sangat peka terhadap perubahan kadar aspal sehingga bila kadar aspal ke sebelah kiri maka campuran akan terlalu kering dan rongga udara terlalu tinggi sehingga akan rentan terhadap retak dan disintegrasi. Bila kadar aspal lebih tinggi (ke sebelah kanan) akan mengakibatkan pelelehan dan deformasi plastis.

3. Kurva seperti Gambar 2.14. seluruh kurva hubungan berada di bawah nilai minimum VMA. Bila kurva ini terjadi maka tidak akan tercapai nilai VMA, VFA dan VIM yang minimum sehingga perlu mengganti gradasi lain atau mengganti sumber agregat yang digunakan.



Gambar 2.14. Tipikal ke-3 Kurva Hubungan VMA

4. Bila garis hubungan tidak mempunyai nilai minimum tetapi berada di atas batas minimum, maka tambah contoh uji dengan menambah kadar aspal sehingga terbentuk garis hubungan yang memadai di atas batas minimum VMA. Lihat Gambar 2.15.



Gambar 2.15. Tipikal ke-4 Kurva Hubungan VMA

b). Pengaruh Rongga Udara (VIM)

VIM adalah volume total udara yang berada di antara partikel agregat yang terselimuti aspal dalam suatu campuran yang telah dipadatkan, dinyatakan dengan persen volume bulk suatu campuran.

Rongga udara (VIM) setelah selesai dipadatkan idealnya adalah 8%. Rongga udara yang kurang jauh dari 8% akan rentan terhadap pelelehan, alur dan deformasi plastis. Sementara VIM setelah selesai pemadatan yang jauh dari 8% akan rentan terhadap retak dan pelepasan butir (disintegrasi). Untuk mencapai nilai lapangan tersebut dalam spesifikasi, nilai VIM rencana dibatasi pada interval 3% sampai 6%. Dengan kepadatan lapangan dibatasi minimum 98%.

Hasil penelitian di jalan-jalan utama (lalu-lintas berat) di Pulau Jawa menunjukkan perkerasan Laston yang mempunyai nilai VIM lapangan diatas 10% umumnya sudah menampakkan indikasi awal terjadinya retak. Sementara perkerasan yang mulai menampakkan indikasi awal terjadinya deformasi plastis umumnya sudah mempunyai VIM lapangan di bawah 3%.

Tujuan perencanaan VIM adalah untuk membatasi penyesuaian kadar aspal rencana pada kondisi VIM mencapai tengah-tengah rentang spesifikasi, atau dalam hal khusus agar mendekati batas terendah rentang yang disyaratkan.

c). Pengaruh Rongga Terisi Aspal (VFA atau VFB)

VFA adalah bagian dari rongga yang berada di antara mineral agregat (VMA) yang terisi oleh aspal efektif, dinyatakan dalam persen.

Kriteria VFA bertujuan menjaga keawetan campuran beraspal dengan memberi batasan yang cukup. Pada gradasi yang sama, semakin tinggi nilai VFA semakin banyak kadar aspal campuran tersebut. Sehingga kriteria VFA dapat menggantikan kriteria kadar aspal dan tebal lapisan film aspal (*asphalt film ticknes*).

VFA, VMA dan VIM saling berhubungan karena itu bila dua di antaranya diketahui maka dapat mengevaluasi yang lainnya. Kriteria VFB membantu perencanaan campuran dengan memberikan VMA yang dapat diterima.

Kriteria VFA menyediakan tambahan faktor keamanan dalam merencanakan dan melaksanakan campuran beraspal panas. Karena perubahan dapat terjadi antara tahap perencanaan dan pelaksanaan, maka kesalahan-kesalahan dapat ditampung dengan memperlebar rentang yang dapat diterima.

d). Evaluasi Pengaruh Pematatan

Pada kadar aspal yang sama, maka usaha pematatan yang lebih tinggi akan mengakibatkan rongga udara (VIM) dan rongga di antara mineral agregat (VMA) berkurang.

Bila kadar aspal campuran rencana yang dipadatkan sebanyak 2x50 tumbukan diambil di sebelah kiri VMA terendah, tetapi lalu lintas ternyata termasuk kategori lalu lintas berat (yang mana seharusnya dipadatkan sebanyak 2x75 tumbukan), maka akibat pematatan oleh lalu lintas, keadaan kadar aspal yang sebenarnya akan menjadi lebih tinggi. Akibatnya perkerasan akan mengalami alur plastis.

Sebaliknya bila campuran dirancang untuk 2x75 tumbukan tetapi ternyata lalu lintas cenderung rendah, maka rongga udara akhir akan lebih tinggi sehingga air dan udara akan mudah masuk. Akibatnya campuran akan cepat mengeras, rapuh dan mudah terjadi retak serta adhesivitas aspal berkurang yang dapat menyebabkan pelepasan butir atau pengelupasan. Karena itu maka usaha pematatan yang direncanakan di laboratorium harus dipilih yang menggambarkan keadaan lalu lintas lapangan.

2.11.4. Jenis Beton Aspal

Jenis beton aspal yang ada di Indonesia saat ini adalah:

1. Laston (Lapisan Aspal Beton), adalah beton aspal bergradasi menerus yang umum di gunakan untuk jalan-jalan dengan beban lalu lintas berat. Laston dikenal pula dengan nama AC (*Asphalt Concrete*) karakteristik beton aspal yang terpenting pada campuran ini adalah

stabilitas. Tebal nominal minimum Laston 4-6 cm sesuai fungsinya Laston mempunyai 3 macam campuran yaitu:

- a. Laston sebagai lapis aus, dikenal dengan nama AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*). Tebal nominal minimum AC-WC adalah 4 cm.
 - b. Laston sebagai lapis pengikat, dikenal dengan nama AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course*). Tebal nominal minimum AC-BC adalah 5 cm.
 - c. Laston sebagai lapis pondasi, dikenal dengan nama AC-Base (*Asphalt Concrete-Base*). Tebal minimum AC-Base adalah 6 cm.
2. Lataston (Lapis Tipis Aspal Beton), adalah beton aspal bergradasi senjang. Lataston biasa pula disebut dengan HRS (*Hot Rolled Sheet*). Karakteristik beton aspal yang terpenting pada campuran ini adalah durabilitas, dan fleksibilitas. Sesuai fungsinya Lataston mempunyai 2 macam campuran yaitu:
- a. Lataston sebagai lapisan aus, dikenal dengan nama HRS-WC (*Hot Rolled Sheet-Wearing Coarse*). Tebal nominal minimum HRS-WC adalah 3 cm.
 - b. Lataston sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama HRS-Base (*Hot Rolled Sheet-Base*). Tebal nominal minimum HRS-Base adalah 3,5 cm.
3. Latasir (Lapisan Tipis Aspal Pasir), adalah beton aspal untuk jalan-jalan dengan lalu lintas ringan, khususnya dimana agregat kasar tidak atau sulit diperoleh. Lapisan ini khusus mempunyai ketahanan alur

(*rutting*) rendah. Oleh karena itu tidak diperkenankan digunakan untuk daerah berlalu lintas berat atau daerah tanjakan. Latasir biasa juga disebut SS (*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-A atau SS-A. Tebal nominal HRSS-A adalah 2 cm. Gradasi agregat HRSS-B lebih kasar.
4. Lapis perata adalah beton aspal yang digunakan sebagai lapisan perata dan pembentuk penampang melintang pada permukaan jalan lama. Semua jenis campuran beton aspal dapat digunakan, tetapi untuk membedakan dengan campuran untuk lapisan perkerasan jalan baru, maka setiap campuran beton aspal tersebut ditambahkan huruf L. Jadi ada jenis campuran AC-WC (L), AC-BC(L), AC-Base (L).
5. SMA (*Split Mastic Asphalt*), adalah beton aspal bergradasi terbuka dengan selimut aspal yang tebal. Bahan ini mempergunakan bahan tambahan berupa fiber selulosa yang berfungsi untuk menstabilisasikan kadar aspal yang tinggi. Lapisan ini terutama digunakan untuk jalan-jalan dengan beban lalu lintas berat. Ada 3 jenis SMA, yaitu:
- a. SMA 0/5 dengan tebal perkerasan 1,5 – 3 cm
 - b. SMA 0/8 dengan tebal perkerasan 2 – 4 cm
 - c. SMA 0/11 dengan tebal perkerasan 3 – 5 cm

6. HSMA (*High Stiffnes Modulus Asphalt*), adalah beton aspal yang mempergunakan aspal berpenetrasi rendah yaitu 30/40. Lapis terutama digunakan untuk jalan-jalan dengan lalu lintas berat.

2.11.5. Rancangan Campuran Beton Aspal

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

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

1. Menguji sifat agregat dan aspal yang akan dipergunakan sebagai bahan dasar campuran.
2. Rancangan campuran di laboratorium yang menghasilkan rumus campuran rancangan. Rumus campuran rancangan ini dikenal dengan nama DMF (*Design Mix Formula*). DMF ini harus disetujui oleh direksi pekerjaan sebelum dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya.
3. Kalibrasi hasil rancangan campuran ke instalasi pencampuran yang akan digunakan.
4. Berdasarkan hasil kedua tahap di atas, dilakukan percobaan produksi di instalasi pencampuran, dilanjutkan dengan penghamparan dan pemadatan dari hasil campuran percobaan. Percobaan produksi paling sedikit dilakukan sebanyak 50 ton campuran. Seluruh pekerjaan menggunakan seluruh peralatan yang akan digunakan dalam prosedur

pemadatan yang direncanakan. Kendali mutu dengan melakukan kontrol kualitas untuk setiap tahap produksi. DMF dapat disetujui menjadi rumus perbandingan campuran (JMF = Job Mix Formula) jika percobaan pencampuran di instalasi pencampuran dan penghamparan memenuhi semua persyaratan, seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.5. Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston (AC)

Sifat-Sifat Campuran		Laston		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Pondasi
Jumlah tumbukan per bidang		75		112 ⁽¹⁾
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min.	1,0		
	Maks.	1,4		
Rongga dalam campuran (%) ⁽²⁾	Min.	3,0		
	Maks.	5,0		
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	15	14	13
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	65	65	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800		1800 ⁽¹⁾
Pelelehan (mm)	Min.	2		3
	Maks.	4		6 ⁽¹⁾
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C ⁽³⁾	Min.	90		
Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal (refusal) ⁽⁴⁾	Min.	2		

Sumber :Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga Spesifikasi Tahun 2010 (Revisi 3 Divisi 6 hal. 43-44).

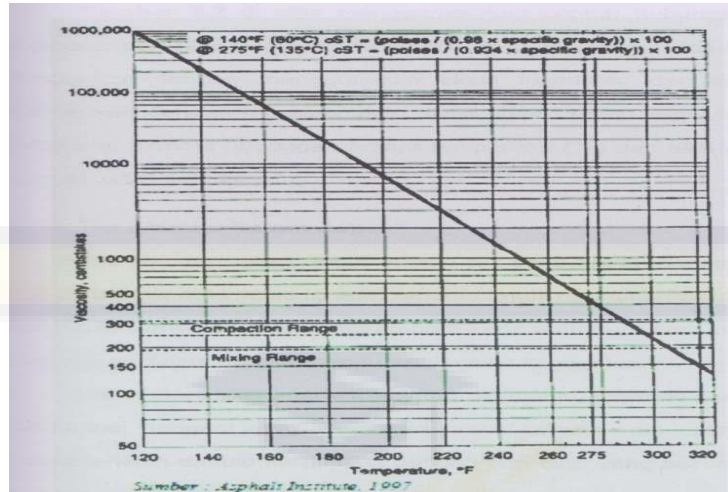
**Tabel 2.6. Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston Yang Dimodifikasi
(AC Mod)**

Sifat-sifat Campuran		Laston ⁽⁶⁾		
Jumlah tumbukan per bidang		75	112 ⁽¹⁾	
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min.	1,0		
	Maks	1,4		
Rongga dalam campuran (%) ⁽²⁾	Min.	3,0		
	Maks	5,0		
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	15	14	13
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	65	65	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	1000		2250 ⁽¹⁾
Pelelehan (mm)	Min.	2	3	
	Maks	4	6 ⁽¹⁾	
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C ⁽³⁾	Min.	90		
Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal (refusal) ⁽⁴⁾	Min.	2		
Stabilitas Dinamis, lintasan/mm ⁽⁵⁾	Min.	2500		

Sumber : Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga Spesifikasi Tahun 2010 (Revisi 3 Divisi 6 hal. 44).

2.12. Pengaruh Suhu Terhadap Pencampuran dan Pemadatan

Suhu pencampuran aspal panas merupakan faktor yang paling penting dalam pemadatan, karena suhu pada saat pemadatan sangat mempengaruhi viskositas aspal yang digunakan dalam campuran. Jika suhu pada saat pemadatan rendah, berarti viskositas tinggi dan membuat sulit dipadatkan.



Gambar 2.16. Hubungan antara Viskositas (cSt) dan Suhu (°F)

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. suhu pencampuran adalah suhu pada saat aspal mempunyai viskositas kinematis sebesar 170 ± 20 centistokes, dan suhu pemadatan adalah suhu pada saat aspal mempunyai nilai viskositas kinematis sebesar 280 ± 30 centistokes.

2.12.1. Persyaratan Suhu Terhadap Pencampuran dan Pemadatan

➤ 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.

2.13. 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 2.17. Alat Uji Marshall

Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi *proving ring* (cincin pengujian) 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 sm).

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.

2.13.1. Karakteristik *Marshall*

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. Nilai stabilitas dipengaruhi oleh bentuk, kualitas, tekstur permukaan dan gradasi agregat yaitu gesekan antar butiran agregat dan penguncian antar agregat, daya lekat dan kadar aspal dalam campuran. 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) Kelelehan (*Flow*)

Kelelehan (*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 kelelehan rendah dengan stabilitas tinggi cenderung menjadi kaku dan getas. Sedangkan campuran yang memiliki angka kelelehan 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.

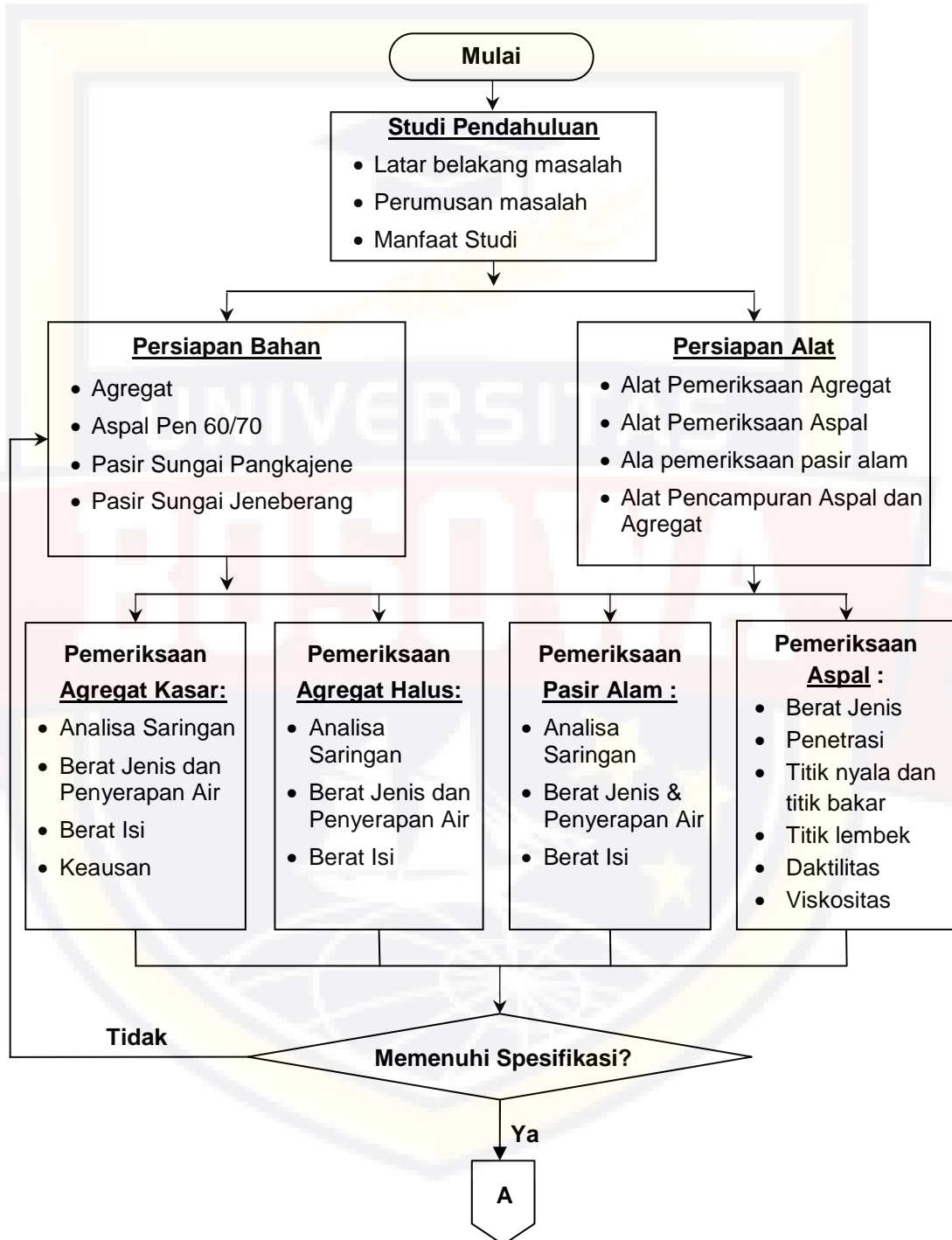
c) **MQ (Marshall Quotient)**

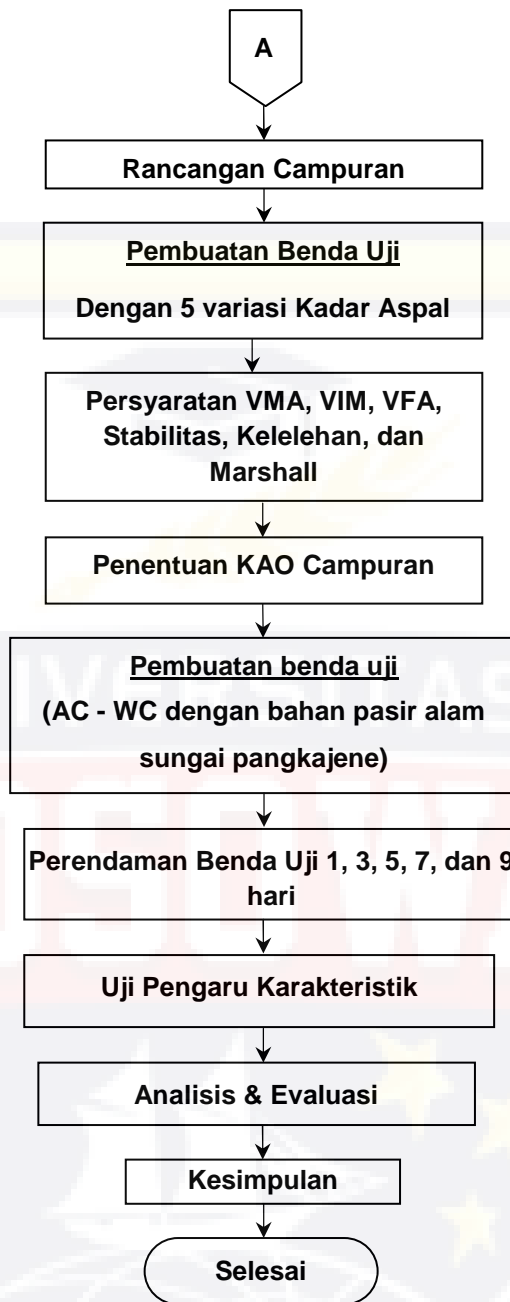
Marshall quotient merupakan hasil bagi antara stabilitas (kekuatan campuran menahan deformasi atau perubahan bentuk) dengan *flow* (kelelahan atau besarnya deformasi yang terjadi pada campuran).



BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alur Penelitian





Gambar 3.1. Bagan Alur Penelitian

3.2. Lokasi Pengambilan Material

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu Pecah 1-2, Batu Pecah 0,5-1, Abu batu yang di datangkan dari PT. Pemecah Batu Cikal Jln. Jurusan Malino, Pa Katto, Km 25, pasir alam yang didatangkan dari Sungai Pangkajene Kab. Pangkep, dan Sungai Jeneberang Kab. Gowa.

3.3. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Aspal dan Bahan Jalan Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Bosowa Makassar.

3.4. Waktu Pelaksanaan

Waktu pelaksanaan penelitian ini di laksanakan pada tanggal 6 Agustus 2017.

3.5. 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*).

3.5.1. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus

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 :

Batu Pecah1 – 2, Batu Pecah 0,5 – 1, Abu Batu, dan Pasir Alam.

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 batu pecah 1-2, batu pecah 0,5-1, abu batu, pasir alam, maupun semen dimasukkan kedalam 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.

e. Rumus :

$$\% \text{ tertahan per saringan} = \frac{\text{Jumlah Kumulatif Tertahan}}{\text{Total Agregat}} \times 100 \dots(3.1)$$

$$\% \text{ lolos} = 100\% - \% \text{ tertahan per saringan} \dots\dots\dots(3.2)$$



Gambar 3.2. Satu Set Saringan

Sumber : http://pkib-ubi.com/image/Analisa_Saringan_resize

3.5.2. 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 :

1. Batu Pecah 1 - 2
2. Batu Pecah 0,5 - 1

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 (*Bj*).

4. Masukkan benda uji kedalam keranjang kemudian dicelupkan kedalam air lalu timbang, sehingga didapatkan berat dalam air (B_a).
5. Keluarkan benda uji dari dalam keranjang, kemudian keringkan dalam oven selama ± 24 jam.
6. Keluarkan benda uji dari dalam oven, biarkan dalam suhu ruangan hingga dingin kemudian timbang, sehingga didapat berat benda uji kering (B_k).

e. Rumus :

$$\text{Berat Jenis (Bulk Specific Gravity)} = \frac{B_k}{B_j - B_a} \dots\dots(3.3)$$

$$\text{Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (SSD)} = \frac{B_j}{B_j - B_a} \dots\dots(3.4)$$

$$\text{Berat Jenis Semu (Apparent)} = \frac{B_k}{B_k - B_a} \dots\dots(3.5)$$

$$\text{Penyerapan (Absorption)} = \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\% \dots\dots(3.6)$$



Gambar 3.3. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

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

3.5.3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Pasir Alam

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 Pasir Alam.

3.5.4. 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*)
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 :

- Abu Batu

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 kedalam kerucut terpacung, padatkan dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali, angkat kerucut terpacung. 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 kedalam piknometer. Masukkan air suling kedalam piknometer kira-kira 3/4 bagian, putar sambil guncang sampai tidak terlihat gelembung udara didalamnya.
5. Tambahkan air sampai mencapai tanda batas.
6. Timbang piknometer berisi air dan benda uji (Bt).
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).

e. Rumus :

$$\text{Berat Jenis (Bulk Specific Gravity)} = \frac{Bk}{B + SSD - Bt} \dots\dots\dots(3.7)$$

$$\text{Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD)} = \frac{SSD}{B + SSD - Bt} \dots\dots\dots(3.8)$$

$$\text{Berat jenis Semu (Apparent Specific Gravity)} = \frac{B_k}{B + B_k - B_t} \dots (3.9)$$

$$\text{Penyerapan (Absorption)} = \frac{(SSD - B_k)}{B_k} \times 100\% \dots (3.10)$$



Gambar 3.4. Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Sumber : <http://imglanding?q=berat+jenis+agregat+halus&ball>

3.6. Pemeriksaan Aspal

3.6.1. 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 cm³
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 \pm 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 lembek aspal.
- Tuang benda uji tersebut kedalam piknometer hingga terisi 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 aspal dengan air suling dan diamkan agar gelembung-gelembung udara keluar kemudian tekan

penutupnya hingga rapat.

- Masukkan piknometer yang berisi aspal dan air kedalam bak perendam dan diamkan selama 30 menit.
- Angkat lalu timbang piknometer yang berisi aspal dan air (D).

a. Rumus yang digunakan :

$$\text{Berat jenis aspal} = \frac{(C - A)}{(B - A) - (D - C)} \dots \dots \dots (3.11)$$

Keterangan :

$\bar{\delta}$ = Berat jenis aspal

A = Berat piknometer (dengan penutup) (gram)

B = Berat piknometer berisi air (gram)

C = Berat piknometer berisi aspal (gram)

D = Berat piknometer berisi aspal dan air (gram)



Gambar 3.5. Pengujian Berat Jenis Aspal

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

3.6.2. 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 di 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

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 diatas permukaan benda uji. Baca temperatur dan catat titik nyala.
8. Lanjutkan prosedur 7 sampai terlihat nyala agak lama kurang lebih 3 detik diatas permukaan benda uji. Baca temperatur dan catat titik nyala.

3.6.3. 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 kedalam 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 $5^{\circ}\text{C}/\text{menit}$.
3. Catat suhu dan waktu pada saat bola menyentuh pelat dasar.

3.6.4. 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, *Glyserin*

d. Prosedur Kerja :

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



Gambar 3.6. Pengujian Daktilitas

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

3.6.5. 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

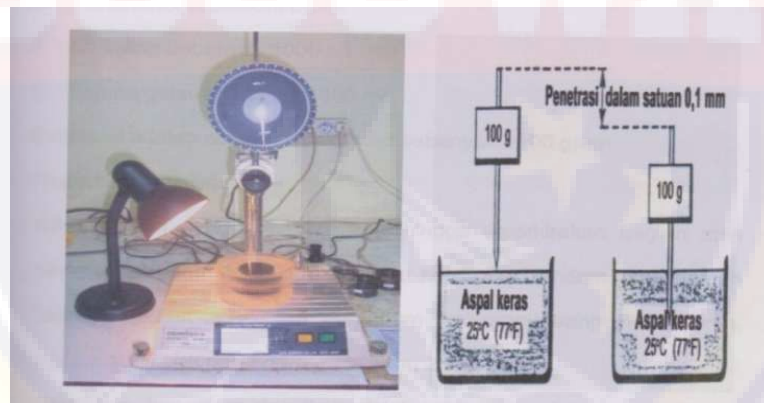
c. Benda Uji :

- 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 diatas jarum untuk memperoleh beban sebesar (110 ± 0.1) gram.
3. Pindahkan tempat air dari bak perendam tepat dibawah 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 diatas 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 3.7. Pengujian Penetrasi

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

3.6.6. Pemeriksaan Viskositas

a. Tujuan :

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan temperatur pencampuran dan temperatur pemadatan.

b. Peralatan :

1. Satu set alat viskositas
2. Termometer
3. *stopwatch*

4. Labu viskositas

c. Benda Uji :

- Aspal Minyak

d. Prosedur Kerja :

1. Panaskan benda uji pada suhu 120°C
2. Tuangkan benda uji kedalam tabung viskositas (suhu pemanasan aspal harus sama dengan suhu aspal didalam 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 140°, 160°C dan 180°C.

3.7. Penentuan Jumlah dan Persiapan Benda Uji

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

3.7.1. 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		
Variasi Kadar Aspal (%)	Jumlah Benda Uji	
AC-WC	AC-WC	
5	3	3
5,5	3	3
6	3	3
6,5	3	3
7	3	3
2. Pengujian Marshal Tes (Aspal Standar)		
Kadar Aspal (%)	AC-WC	Jumlah
Optimum	3	3
Optimum	3	3
3. Pengujian Pengaru Pasir Alam (Aspal Beton)		
Kadar Aspal (%)	AC-WC	Jumlah
Optimum	3	3
Optimum	3	3
Total Benda Uji		27

Sumber : Hasil Analisa

3.7.2. Rancangan 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 prosentase batu pecah 1-2, dilihat dari jarak antara grafik gradasi batu pecah 0.5-1 terhadap tepi atas yang mana nilainya harus sama dengan nilai batu pecah 1-2.
7. Setelah didapatkan garis yang sama maka tariklah garis bantu vertical sampai memotong diagonal yang kemudian dari titik potong ini ditarik garis horizontal ke kanan yang menunjukkan batas besarnya nilai persentase komposisi campuran batu pecah 1-2.
8. Dengan cara yang sama pada No.6 dan No.7 didapat nilai prosentase komposisi campuran untuk spilt 0.5-1 dan abu batu. Setelah diperoleh proporsi dari setiap jenis gradasi agregat dibuat suatu table 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.

3.7.3. Pembuatan Benda Uji untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum

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 :

$$Pb = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%F) + \text{Konstanta} \dots (3.12)$$

Dimana :

Pb = Perkiraanan *bitument* (kadar aspal)

CA = Batu pecah 1 - 2

MA = Batu pecah 0,5 - 1

F = Agregat halus yang 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 minyak penetrasi 60/70 yang sudah dipanaskan kedalam campuran agregat yang berada dalam panis dan kemudian aduk sampai menyatu secara baik.
7. Ukur temperatur pemadatan yaitu 131°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.

3.8. Pengujian Benda Uji untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum

a. Tujuan:

Untuk menentukan Stabilitas, kelehan (flow), rongga dalam campuran (VIM), rongga dalam agregat (VMA), rongga terisi aspal (VFB) 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

Bahan agregat yang digunakan pada penelitian ini, terdiri dari agregat kasar dan agregat halus diperoleh dari bili-bili, *Filler* yang digunakan diperoleh dari PT. Semen Bosowa. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat sesuai dengan metode pengujian yang dipakai dan spesifikasi yang disyaratkan dan disajikan dalam Tabel 4.1.- 4.2. dan hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar dan halus disajikan dalam Tabel 4.3. – 4.4 Sebagai berikut :

Tabel 4.1. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah 1-2)

Jenis Pemeriksaan	Metode	Hasil	Spesifikasi		Satuan
			Min	Max	
Berat jenis dan penyerapan(Batu Pecah 1-2)	SNI 03-1969-1990				
1. Bulk		2.53	2.5	3	-
2. SSD		2.58	2.5		-
3. Semu		2.68	2.5		-
4. Penyerapan		2.23	-		-

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium dan Spesifikasi

Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar (*Batu Pecah 1-2*)

Rumus:

$$\text{Berat Jenis (Bulk Specific Gravity)} = \frac{B_k}{B_j - B_a}$$

$$\text{Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD)} = \frac{B_j}{B_j - B_a}$$

$$\text{Berat jenis semu (Appermt Specific Gravity)} = \frac{B_k}{B_k - B_a}$$

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

Keterangan :

B_k = Berat benda kering oven

B_j = Berat benda uji kering- Permukaan jenuh

B_a = Berat benda uji di dalam air

Tabel 4.2. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah 0,5 - 1)

Jenis Pemeriksaan	Metode	Hasil	Spesifikasi		Satuan
			Min	Max	
Berat jenis dan penyerapan(Batu Pecah 0,5-1)					
1. Bulk	SNI 03-1969-1990	2.55	2.5	3	-
2. SSD		2.62	2.5		-
3. Semu		2.74	2.5		-
4. Penyerapan		2.76	-		-

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium dan Spesifikasi

Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar (Batu Pecah 0,5-1)

Rumus:

$$\text{Berat Jenis (Bulk Specific Gravity)} = \frac{B_k}{B_j - B_a}$$

$$\text{Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD)} = \frac{B_j}{B_j - B_a}$$

$$\text{Berat jenis semu (Appermt Specific Gravity)} = \frac{B_k}{B_k - B_a}$$

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

Keterangan :

Bk = Berat benda kering oven

Bj = Berat benda uji kering– Permukaan jenuh

Ba = Berat benda uji di dalam air

Tabel 4.3. Hasil Pemeriksaan Abu Batu

Jenis Pemeriksaan	Metode	Hasil	Spesifikasi		Satuan
			Min	Max	
Gradasi	AASHTO T27-82		-	-	%
Berat jenis dan penyerapan	SNI 03-1970-1990				
1. Bulk		2.57	2.5	3	Gram
2. SSD		2.63	2.5		Gram
3. Semu		2.74	2.5		Gram
4. Penyerapan		2.52	-		Gram

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium dan Spesifikasi

Pemeriksaan Berat Jenis Abu Batu :

Rumus :

$$\text{Berat Jenis (Bulk)} = \frac{Bk}{B + 500 - Bt}$$

$$\text{Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD)} = \frac{500}{B + 500 - Bt}$$

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

$$\text{Penyerapan} = \frac{(500 - Bk)}{Bk} \times 100\%$$

Keterangan :

SSD = Berat benda uji kering – Permukaan jenuh

Bk = Berat benda kering oven

B = Berat picnometer + air

Bt = Berat picnometer + air + benda uji

Tabel 4.4. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir Alam)

Jenis Pemeriksaan	Metode	Hasil	Spesifikasi		Satuan
			Min	Max	
Gradasi	AASHTO T27-82		-	-	%
Berat jenis dan penyerapan	SNI 03-1970-1990				
1. Bulk		2.79	2.5	3	Gram
2. SSD		2.84	2.5		Gram
3. Semu		2.93	2.5		Gram
4. Penyerapan		1,75	-		Gram

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium dan Spesifikasi

Pemeriksaan Berat Jenis Pasir Alam :

Rumus :

$$\text{Berat Jenis (Bulk)} = \frac{Bk}{B + 500 - Bt}$$

$$\text{Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD)} = \frac{500}{B + 500 - Bt}$$

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

$$\text{Penyerapan} = \frac{(500 - Bk)}{Bk} \times 100\%$$

Keterangan :

SSD = Berat benda uji kering – Permukaan jenuh

Bk = Berat benda kering oven

B = Berat picnometer + air

Bt = Berat picnometer + air + benda uji

Tabel 4.5. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat AC-WC

Ukuran Saringan		Gradasi Batu Pecah 1-2	Gradasi Batu Pecah 0,5-1	Abu Batu	Abu Batu	Filler Semen
Inchi	Mm					
3/4"	25	100	100	100	100	100
1/2"	19	100	100	100	100	100
3/8'	12,5	36,94	97,19	100	100	100
No.8	2,36	2,00	12,09	78,59	100	100
No.200	0,075	1,43	3,95	13,01	17,49	98,33
PAN						

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium (Terlampir)

4.1.2 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal Minyak

Jenis aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah Aspal Minyak penetrasi 60/70. Hasil pengujian sifat-sifat fisik aspal sesuai hasil pengujian dan penelitian yang dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar, diperlihatkan pada tabel 4.6 sebagai berikut :

Tabel 4.6. 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	-	1,0419	Gr/ml
3	Daktalitas	SNI-06-2432-1991	100	-	120	mm
4	Viscositas Pemadatan	AASHTOT-72-97	120	140	131	°C
5	Viscositas Pencampuran	AASHTOT-72-97	130	165	162	°C
6	Titik Lembek	SNI- 06 -2433 1991	48	58	51	°C
7	Titik Nyala & Titik Bakar	SNI-06-2433-1991	200	-	272,5	%

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium dan Daftar Pustaka

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 proporsi agregat, rancangan dilakukan berdasarkan gradasi dari masing-masing proporsi 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 aspal minyak yaitu menentukan terlebih dahulu presentase dari masing-masing agregat sehingga menghasilkan jumlah 100 %, kemudian hasil penggabungan agregat yang diperoleh melalui perkalian presentase 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 pembandingan 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 = 15,00%
- Batu Pecah 0.5-1 = 50,00%
- Abu Batu = 25,00%
- Pasir Alam = 9,00 %
- Filler Semen = 1,00%

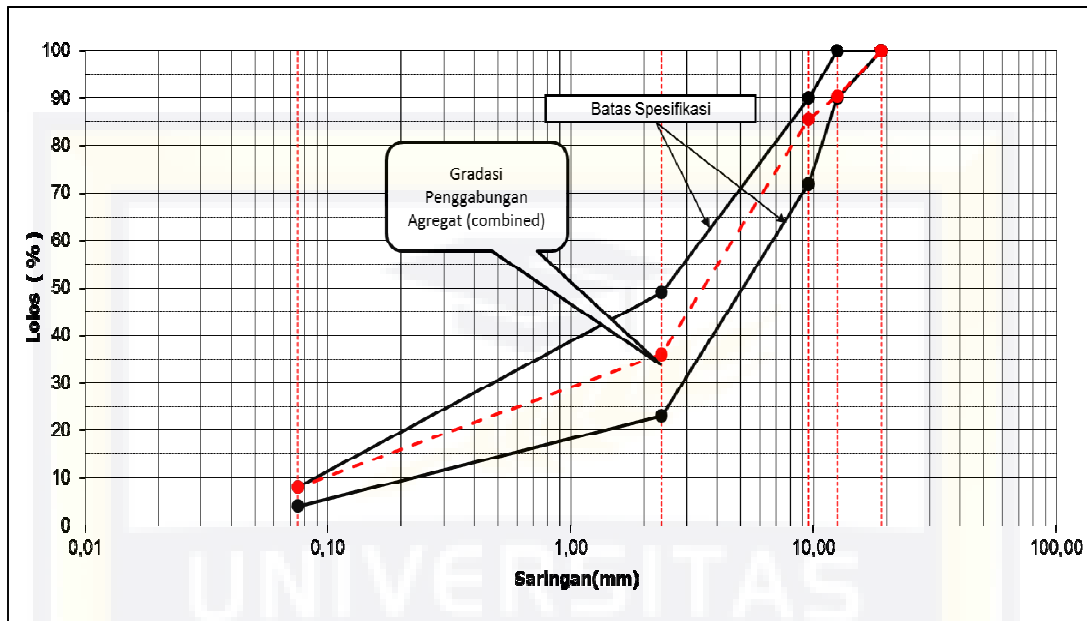
Tabel 4.7. Rancangan Campuran Aspal Panas AC-WC

Ukuran saringan		Lolos saringan	
Inchi	Mm	Spesifikasi (%)	Gradasi (%)
3/4"	25	100	100
1/2"	19	90-100	90,40
3/8"	12,5	Maks.90	85,56
No.8	2,36	28-58	36,00
No.200	0,075	4-10	8,03

Sumber: Hasil analisis data

Tabel 4.8. Gradasi Penggabungan Agregat AC-WC

No. Saringan	Gradasi Argegat Individu (Rata - Rata)					Gradasi Penggabungan Agregat (Combined) AC - WC					Spesifikasi	Faktor Luas Permukaan Agregat
	a	b	c	d	e	I	II	III	IV	V		
	3/4"	100	100	100	100	100	100,00	100,00	100,00			
1/2"	36	100	100	100	100	90,40	90,40	91,04			90 - 100	0,41
3/8"	13	97	100	100	100	85,56	85,79	86,65			Maks. 90	0,41
# 8	2,00	12,09	78,59	100	100	36,00	41,96	42,51			28 - 58	0,82
# 200	1,43	3,95	13,14	17,49	98,33	8,03	8,90	8,97			4 - 10	32,77
Rasio Komposisi Agregat (% terhadap Total Agregat)		a. Batu Pecah 1-2				15	15	14				
		b. Batu Pecah 0,5-1				50	42	42				
		c. Abu Batu				25	30	32				
		d. Pasir Alam				9	12	11				
		e. Filer Semen				1	1	1				
Total Luas Permukaan Agregat (M2 / KG)						3,28	3,61	3,64				



Gambar 4.1. Grafik Penggabungan Untuk Agregat AC-WC

4.3. Pembuatan Benda Uji Untuk Penentuan KAO (Kadar Aspal Optimum)

Setelah merancang 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 :

$$Pb = 0.035 (\% CA) + 0.045 (\% FA) + 0.18 (\% \text{ Filler}) + \text{Konstanta}$$

Dimana :

Pb = 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. 200

FF = Fine Filler lolos saringan 200

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

Penentuan kadar aspal untuk campuran aspal panas AC-WC

$$\begin{aligned}P_b &= 0,035 (64,00) + 0,045 (20,00) + 0,18 (8,03) + 0,75 \\ &= 2,24 + 1,26 + 1,45 + 0,75 \\ &= 5,69\% \rightarrow 5,5\%\end{aligned}$$

Keterangan :

$$\begin{aligned}CA &= \text{Tertahan saringan \#3/4"} - \text{Tertahan saringan \#8} \\ &= 100 - 36,00 \\ &= 64,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}FA &= \text{Tertahan saringan \#8} - \text{Tertahan saringan \#200} \\ &= 36,00 - 8,03 \\ &= 28,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}F &= \text{Tertahan saringan \#200} \\ &= 8,03\end{aligned}$$

Kadar Aspal yang didapatkan untuk campuran panas AC-WC adalah 5,5% dengan mengambil dua kadar aspal dibawah dan dua kadar aspal diatas menggunakan interval 0,5% maka nilainya adalah 4,5% ; 5% ; 5,5% ; 6% ; 6,5%.

4.3.2 Penentuan Berat Agregat dan Aspal dalam Campuran

Setelah mendapatkan persentase masing-masing proporsi agregat dan aspal, maka ditentukan berat material untuk rancangan campuran AC-WC dengan filler semen dan aspal penetrasi 60/70 untuk kapasitas

modal yang ada dan perhitungan campuran tersebut terlihat pada lampiran 10.

Contoh perhitungan untuk campuran aspal panas AC-WC dengan menggunakan filler semen, Aspal dan agregat sebagai berikut :

- Kadar Aspal = 4,5 % → 100% - 4,5% = 95,5
- Total Agregat = 1200 gr
- Berat Agregat

$$\text{Batu Pecah 1-2} = 14\% \times 95,5\% = 0,143 \times 1200 = 171,9$$

$$\text{Batu Pecah 0.5-1} = 50\% \times 95,5\% = 0,478 \times 1200 = 573,0$$

$$\text{Abu Batu} = 25\% \times 95,5\% = 0,239 \times 1200 = 286,5$$

$$\text{Pasir Alam} = 9\% \times 95,5\% = 0,086 \times 1200 = 103,1$$

$$\text{Filler Semen} = 1\% \times 95,5\% = 0,010 \times 1200 = 11,5$$

$$\text{Aspal Penetrasi 60/70} = 4,5\% \times 1200 = 54,0$$

$$\text{Total campuran} = 1200 \text{ gr}$$

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

Tabel 4.9. Berat Aspal Dan Agregat Pada Campuran Aspal Panas AC-WC

Kadar aspal	4,5	5	5,5	6	6,5
Batu Pecah 1-2	171,9	171,7	170,1	169,2	168,3
Batu Pecah 0,5 - 1	573,0	570,0	567,0	564,0	561,0
Abu Batu	286,5	285,0	283,5	282,0	280,5
Pasir Alam	103,1	102,6	102,1	101,5	11,2
Filer Semen	11,5	11,4	11,3	11,3	11,2
Aspal Penetrasi 60/70	54,0	60,0	66,0	72,0	78,0
jumlah	1200	1200	1200	1200	1200

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium dan Spesifikasi Bina Marga

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

Material	Berat Jenis Bulk	Berat Jenis Semu	Berat Jenis Efektif	Penyerapan Agregat
	A	B	$C = (a + b / 2)$	D
Batu Pecah 1–2	2,53	2,68	3,87	2,23
Batu Pecah 0,5–1	2,55	2,74	3,92	2,76
Abu Batu	2.57	2.74	3,94	2,52
Pasir Alam	2.79	2.93	4,26	1,75
Filler Semen	3.17			
Aspal	1,0419			

(Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium dan Speifikasi)

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

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 stabilitas dan 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, 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

itu benda uji di rendam dalam waterbath selama 30 menit pada suhu 60°C dan dilakukan pengujian Marshall. Dari data yang diperoleh maka sifat-sifat campuran beton aspal dapat ditentukan dengan kadar aspal yang bervariasi.

Dari data yang diperoleh maka sifat-sifat campuran beton aspal dapat ditentukan dengan kadar aspal yang bervariasi, dapat di lihat pada tabel 4.11 dan data keseluruhan terlampir.

Tabel 4.11. Hasil Pengujian Campuran Panas Marshall AC-WC Kadar Optimum

No.	Pemeriksaan	AC-WC Standar					Spesifikasi 2007
		4,5%	5%	5,5%	6%	6,5%	
1.	Kepadatan	2,28	2,29	2,30	2,30	2,31	
2.	Stabilitas (Kg)	950,02	1137,37	1296,90	1112,53	1021,74	Min.700
3.	Flow (mm)	3,6	3,9	4,2	4,5	4,7	Min.3
4.	VIM (%)	8,3	7,3	6,3	5,5	4,4	Min.4 – Maks.6
5.	MQ (kg/mm)	265	290	311	248	218	Min.250
6.	VMA (%)	15,4	15,4	15,6	15,9	16,0	Min.14
7.	VFB (%)	45,98	53,12	59,91	65,70	72,69	Min.63

Sumber : Hasil Penelitian Laboratoriu

Hasil pengujian marshal AC-WC :

Rumus :

$$\text{Kepadatan} = \frac{\text{Berat Di Udara}}{\text{Volume Benda Uji}}$$

$$\text{Stabilitas (Kg)} = (\text{Pembacaan} \times \text{Kalibrasi Alat}) \times \text{Angka Korelasi}$$

Flow (mm) = Data pengujian Marshall

$$\text{VIM (\%)} = \frac{100 (\text{Bj Maks Camp Teoritis} - \text{Bj Bulk camp Kepadatan})}{\text{Bj Maks Camp Teoritis}}$$

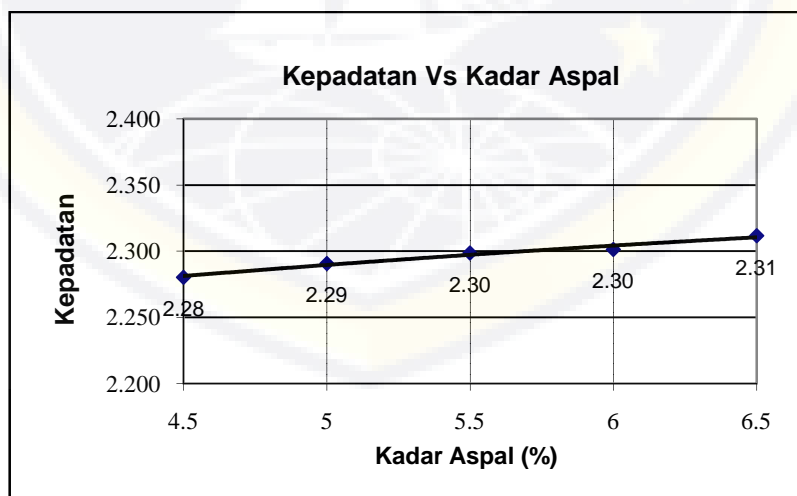
$$\text{MQ (Kg/mm)} = \frac{\text{Stabilitas}}{\text{Pelelehan}}$$

$$\text{VMA (\%)} = 100 - (\text{Bj Bulk Campuran Kepadatan} / \text{Bj Bulk Gabungan}) \times (100 - \text{Kadar Aspal})$$

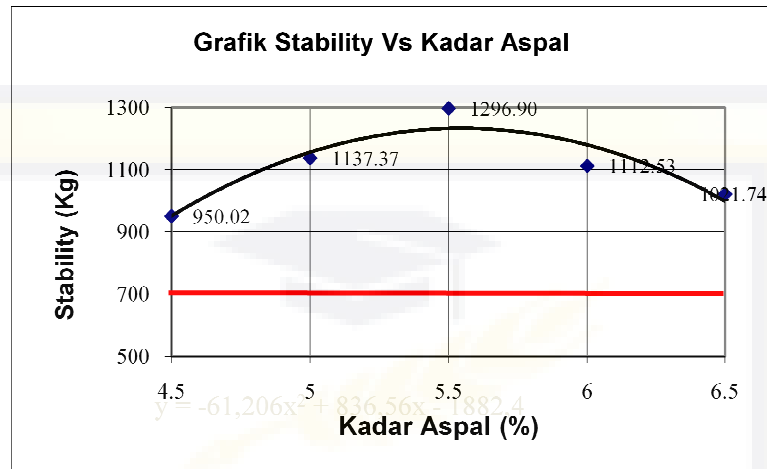
$$\text{VFB (\%)} = \frac{(\text{VMA} - \text{VIM})}{\text{VMA}} \times 100$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada lampiran, lalu diplot kedalam grafik untuk kemudian ditentukan kadar aspal optimum (KAO) seperti pada Gambar 4.2. dan 4.3.

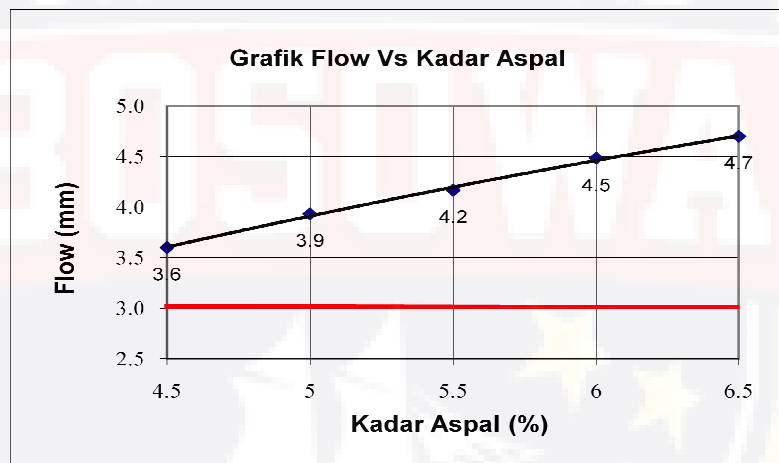
KEPADATAN



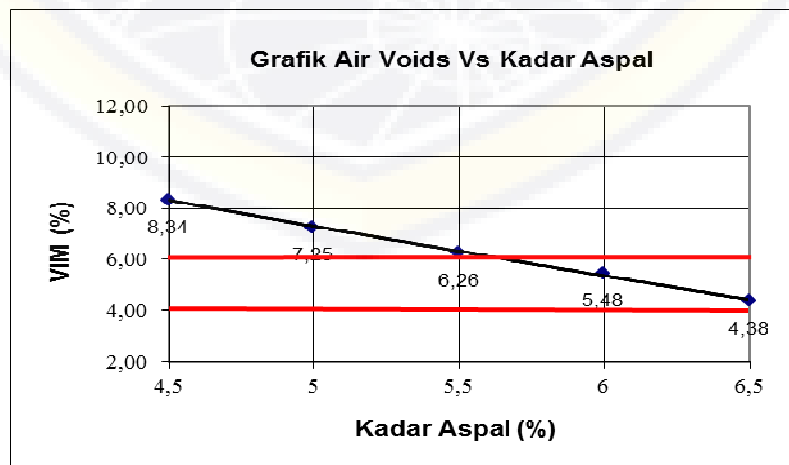
STABILITAS MARSHALL (STABILITY) Minimum 700 (KG)



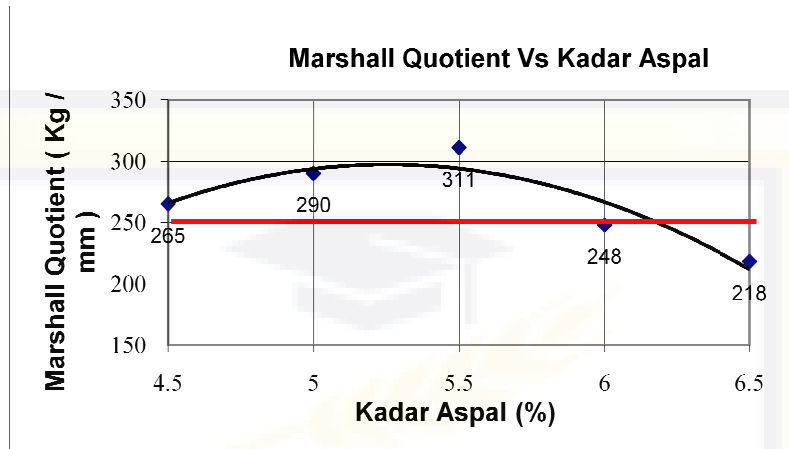
PELELEHAN (FLOW) MINIMUM 3 (MM)



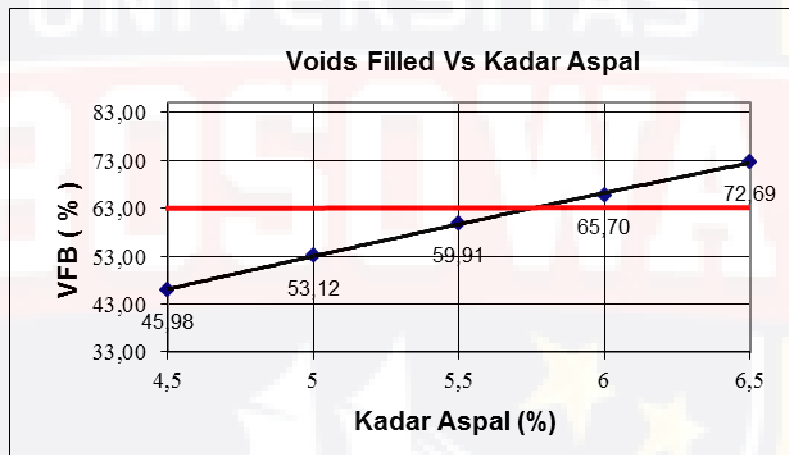
RONGGA DALAM CAMPURAN (VIM) 4 - 6 (%)



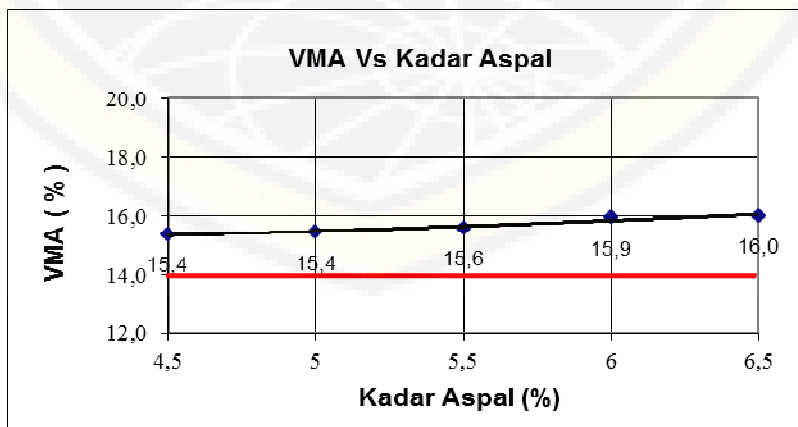
MARSHALL QUOTIENT MINIMUM 250 (Kg/MM)



RONGGA TERISI ASPAL (VFB) MINIMUM 63 (%)



RONGGA DALAM AGREGAT (VMA) MINIMUM 14 (%)



Gambar 4.2. Grafik Hasil Uji Marshall untuk Penentuan KAO

KEPADATAN						
STABILITAS MARSHALL (STABILITY) (KG)						
PELELEHAN (FLOW) (MM)						
RONGGA DALAM CAMPURAN (VIM) (%)						
RONGGA TERISI ASPAL (VFB) (%)						
RONGGA DALAM AGREGAT (VMA) (%)						
MARSHALL QUOTIENT (KN/MM)						
KADAR ASPAL (%)		4,5	5	5,5	6,0	6,5
					↓ 6	
KADAR ASPAL OPTIMUM	=	5,7	+	6,2	=	6,0
				—————		
				2		

Gambar 4.3. Diagram Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

4.4 Analisa Pembahasan Hasil Penggunaan Pasir Alam Terhadap Karakteristik Campuran AC – WC dengan Perendaman Berulang

Setelah dilakukan uji Marshall, selanjutnya dapat pengaruh penggunaan pasir alam terhadap karakteristik campuran dengan perendaman berulang.

4.4.1 Perhitungan Komposisi Campuran Penggunaan Pasir Alam Terhadap Karakteristik Campuran AC–WC dengan Perendaman Berulang

Pada campuran AC–WC Marshall Perendaman dengan Kadar Aspal Optimum 6% Terlampir :

4.4.2 Data Uji Marshall Untuk Penentuan Marshall Perendaman

Pada pengetesan benda uji dengan alat *Marshall* diperoleh dua data hasil pengujian yaitu pembacaan stabilitas dan 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, 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) dan dilakukan Pengujian Marshall. Dari data yang diperoleh maka sifat-sifat campuran beton aspal dapat ditentukan dengan kadar aspal Optimum.

Dari data yang diperoleh maka sifat-sifat campuran beton aspal dapat ditentukan dengan kadar aspal optimum, dapat di lihat pada tabel 4.12

Tabel 4.12. Hasil Pengujian Perencanaan Penggunaan Pasir Alam Terhadap Karakteristik Campuran AC – WC dengan Perendaman Berulang

No.	Pemeriksaan	AC-WC Modifier Asbuton			Spesifikasi 2007
		Perendaman III Hari	Perendaman V Hari	Perendaman VII Hari	
1.	Kepadatan	2,20	2,20	2,21	
2.	Stabilitas (Kg)	1221,80	1178,09	1112,53	Min.700
3.	Flow (mm)	4,2	4,6	4,7	Min.3
4.	VIM (%)	9,8	9,5	9,2	Min.4 – Maks.6

5.	MQ (kg/mm)	294,6	256,6	238,6	Min.250
6.	VMA (%)	19,8	19,5	19,3	Min.14
7.	VFB (%)	50,48	51,43	52,09	Min.63

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium

Hasil pengujian marshal AC-WC Perendaman :

Rumus :

$$\text{Kepadatan} = \frac{\text{Berat Di Udara}}{\text{Volume Benda Uji}}$$

$$\text{Stabilitas (Kg)} = (\text{Pembacaan} \times \text{Kalibrasi Alat}) \times \text{Angka Korelasi}$$

$$\text{Flow (mm)} = \text{Data pengujian Marshall}$$

$$\text{VIM (\%)} = \frac{100(\text{Bj Maks Camp Teoritis} - \text{Bj Bulk camp Kepadatan})}{\text{Bj Maks Camp Teoritis}}$$

$$\text{MQ (Kg/mm)} = \frac{\text{Stabilitas}}{\text{Pelelehan}}$$

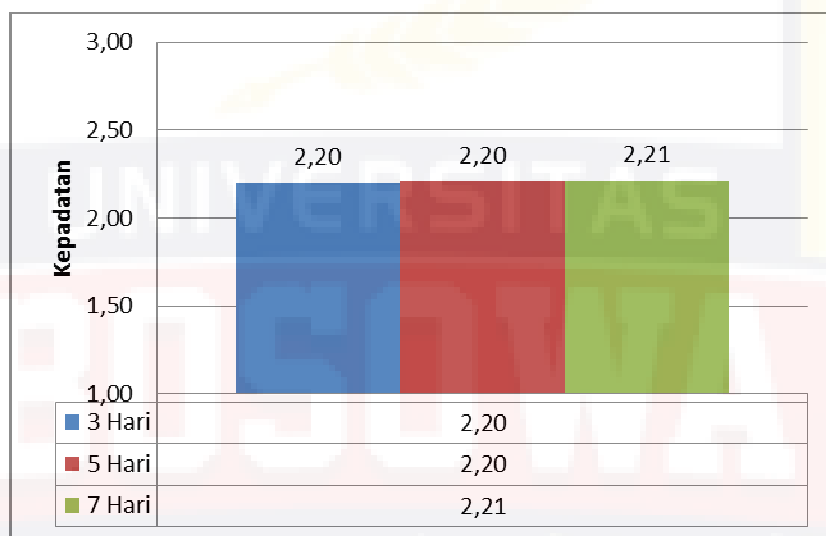
$$\text{VMA (\%)} = 100 - (\text{Bj Bulk Campuran Kepadatan} / \text{Bj Bulk Gabungan}) \times (100 - \text{Kadar Aspal})$$

$$\text{VFB (\%)} = \frac{(\text{VMA} - \text{VIM})}{\text{VMA}} \times 100$$

4.4.3 Grafik Uji Marshall Untuk Penentuan Marshall Perendaman

Setelah dilakukan uji Marshall, selanjutnya dapat dilihat Penggunaan Pasir Alam Terhadap Karakteristik Campuran AC-WC dengan Perendaman Berulang.

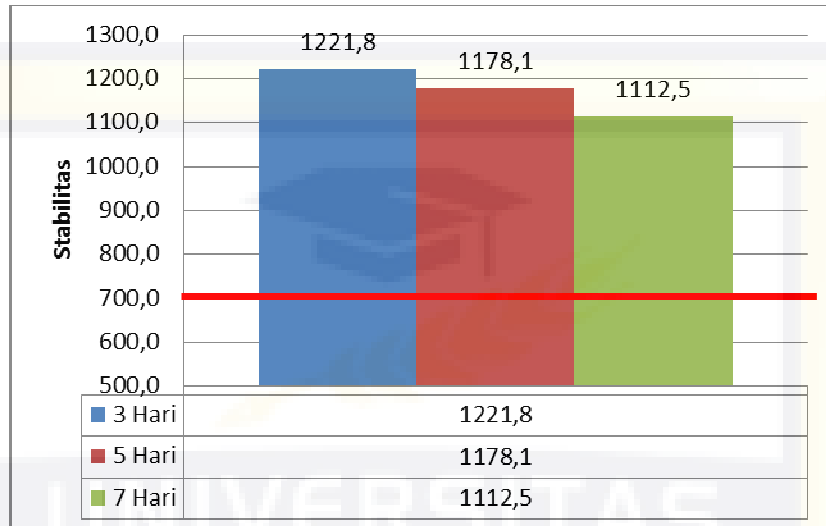
a. Hubungan Pasir Alam Terhadap Karakteristik Campuran Dengan perendaman Berulang



Gambar 4.4. Hubungan Pasir Alam Terhadap Karakteristik Campuran Dengan perendaman Berulang

Dari gambar 4.4 diatas terlihat bahwa nilai kepadatan untuk Perndaman I Hari 2,20 %, Perndaman III Hari dan Perendaman VII Hari 2,21 %. Dalam hal ini lama perendaman mempengaruhi tingkat kepadatan.

b. Hubungan Pasir Alam Terhadap Karakteristik Campuran Dengan perendaman Berulang, Stabilitas Minimum 700 (Kg)



Gambar 4.5. Hubungan Pasir Alam Terhadap Karakteristik Campuran Dengan perendaman Berulang Terhadap Stabilitas

Stabilitas merupakan ukuran kemampuan dari campuran untuk menahan beban yang diterima. Nilai stabilitas dipengaruhi oleh bentuk, kualitas, tekstur permukaan dan gradasi agregat serta kadar dan daya lekat aspal dalam campuran. Nilai stabilitas berpengaruh juga dengan bahan yang digunakan.

Dari gambar 4.5. diatas terlihat bahwa nilai stabilitas semakin menurun seiring dengan lama perendaman. Dimana nilai stabilitas aspal perendaman I hari 1221,8 kg, perendaman III hari 1178,1 kg dan perendaman I hari 1112,5 kg.

c. Hubungan Pasir Alam Terhadap Karakteristik Campuran Dengan perendaman Berulang (Flow) Minimum 3 (mm)



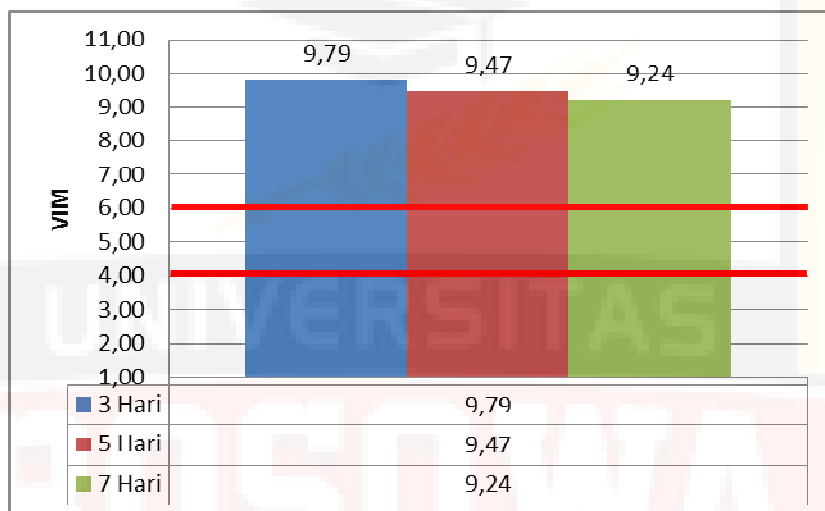
Gambar 4.6. Hubungan Pasir Alam Terhadap Karakteristik Campuran Dengan perendaman Berulang Terhadap Flow

Flow atau pelelehan plastis adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam mm atau 0,01". Flow merupakan parameter akan sifat suatu kelenturan suatu campuran. Nilai flow dipengaruhi oleh kadar viskositas aspal, gradasi agregat, jumlah dan suhu pemadatan. Campuran dengan nilai stabilitas tinggi dan flow rendah cenderung menjadi kaku, sedangkan nilai campuran dengan nilai flow tinggi dan stabilitas rendah cenderung menjadi plastis dan mudah berubah bentuk.

Dari gambar 4.6 terlihat bahwa nilai flow cenderung meningkat seiring lama perendaman. Dimana saat perendaman I hari 4,17 mm, perendaman III hari 4,60 mm dan perendaman VII hari 4,67 mm. Memenuhi standar spesifikasi Jendral Bina Marga Spesifikasi 2007.

Dalam hal ini dengan adanya perendaman tidak terlalu mempengaruhi sifat kelelahan campuran.

d. Hubungan Pasir Alam Terhadap Karakteristik Campuran Dengan perendaman Berulang Terhadap Rongga Dalam Campuran (VIM) Min 4 – Maks 6 (%)

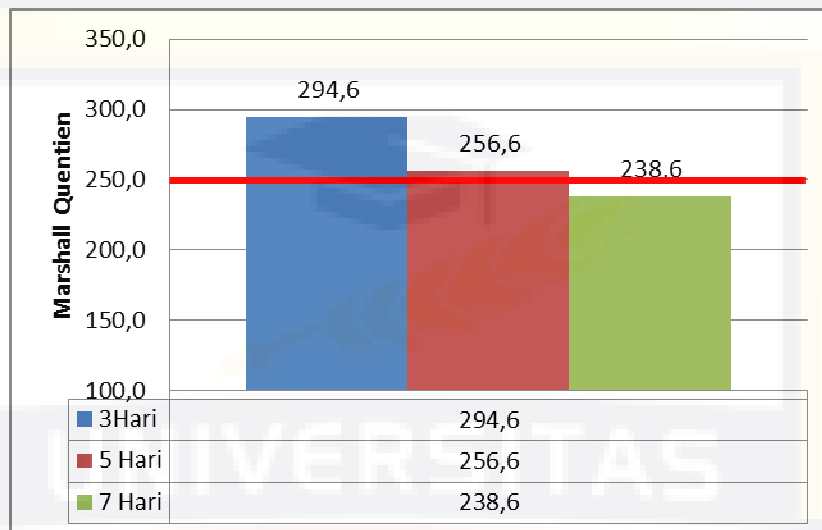


Gambar 4.7. Hubungan Pasir Alam Terhadap Karakteristik Campuran Dengan perendaman Berulang Terhadap VIM

Nilai VIM berpengaruh pada keawetan lapis perkerasan. Semakin tinggi nilai VIM menunjukkan semakin besar rongga yang terdapat didalam campuran sehingga campuran bersifat porous. Hal ini mengakibatkan campuran menjadi kurang kedap air dan kedap udara sehingga aspal mudah teroksidasi oleh udara dan mengakibatkan kadar aspal dalam campuran akan terus berkurang.

Dari gambar 4.7 di atas terlihat nilai VIM pada campuran pasir alam baik perendaman I hari dengan nilai 9,79%, perendaman II hari 9,47% maupun dengan perendaman VII 9,24% tidak memenuhi standar spesifikasi Jendral Bina Marga 2007. Disebabkan karena Pasir alam tertarik keluar sehingga banyak rongga yang kosong.

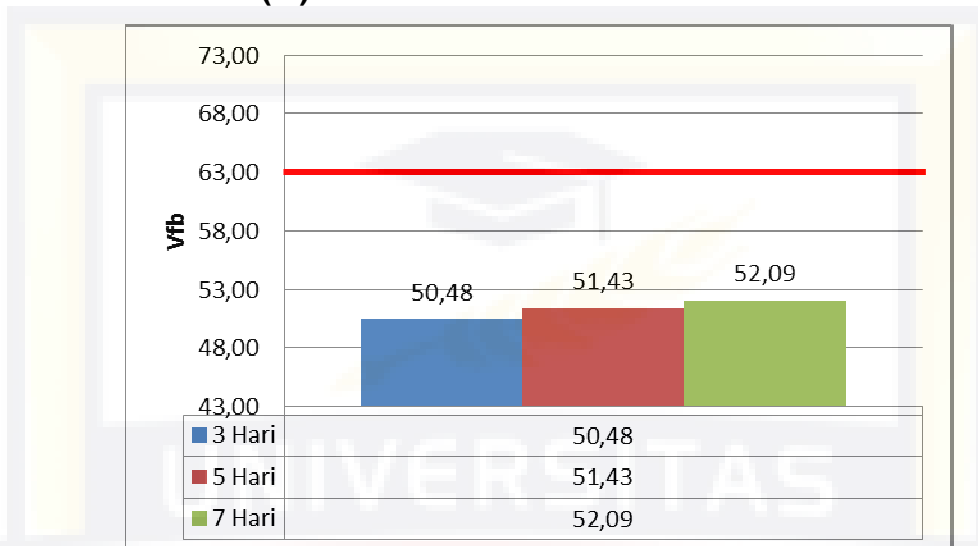
e. Hubungan Pasir Alam Terhadap Karakteristik Campuran Dengan perendaman Berulang Terhadap Marshall Quetient Minimum 250 (Kg/mm)



Gambar 4.8. Hubungan Pasir Alam Terhadap Karakteristik Campuran Dengan perendaman Berulang Terhadap Marshall Quotient

Dari gambar 4.8 di atas terlihat bahwa nilai MQ ada yang memenuhi dan tidak memenuhi standar spesifikasi, perendaman I hari nilai MQ sebesar 294,6 kg/mm dan perendaman III hari nilai MQ Sebesar 256,6 kg/mm memenuhi standar spesifikasi sedangkan perendaman VII hari nilai MQ sebesar 238,6 kg/mm tidak memenuhi standar. Disebabkan karena persentase material pada campuran pasir alam tidak dapat teridentifikasi dengan baik sehingga penggunaan aspalnya tidak sesuai dengan material yang akan diselimuti.

f. Hubungan Pasir Alam Terhadap Karakteristik Campuran Dengan perendaman Berulang Terhadap Rongga Terisi Aspal (VFB) Minimum 63 (%)

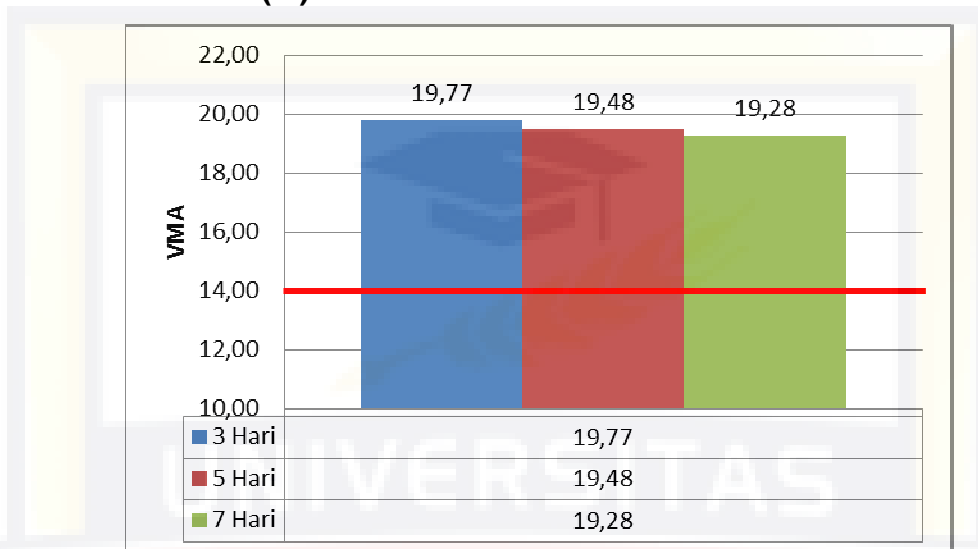


Gambar 4.9. Hubungan Pasir Alam Terhadap Karakteristik Campuran Dengan perendaman Berulang Terhadap VFB

VFB adalah persentase pori antar butir agregat yang terisi aspal. Nilai VFB pada campuran berpengaruh pada sifat kededapan dan elastisitas campuran. Semakin tinggi nilai VFB berarti semakin banyak rongga terisi aspal sehingga semakin kedap air dan kedap udara.

Dari gambar 4.9 di atas terlihat bahwa nilai VFB berada di bawah standar spesifikasi baik perendaman I hari dengan nilai VFB 50,48 %, perendaman III hari dengan nilai VFB 51,43 % maupun perendaman VII hari dengan nilai VFB 52,09 %. Hal ini menunjukkan bahwa campuran tersebut tidak kedap air dan udara.

g. Pasir Alam Terhadap Karakteristik Campuran Dengan perendaman Berulang Terhadap Rongga Terisi Agregat (VMA) Minimum 14 (%)



Gambar 4.10. Hubungan Pasir Alam Terhadap Karakteristik Campuran Dengan perendaman Berulang Terhadap VMA

VMA adalah banyaknya pori diantara butir-butir agregat didalam aspal minyak modifier padat.

Dari gambar 4.10 di atas terlihat bahwa nilai VMA meningkat seiring lama perendaman. Dimana nilai VMA perendaman I hari yaitu 19,77 %, perendaman III hari yaitu 19,48 % dan perendaman VII hari yaitu 19,28 %. Dalam hal ini disebabkan karna pasir alam dalam campuran terkelupas sehingga banyak rongga-rongga yang kosong.

4.5. Hubungan KAO Dengan Persentase Nilai IKS

Hubungan kadar aspal optimum dengan persentase nilai indeks kekuatan sisa dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.13. Hubungan KAO dengan Persentase Nilai IKS

KAO	Waktu perendaman suhu 60°C		IKS %	Spek. %
	30 Menit	24 Jam		
	1143,33	1028,10	89,92	90

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium

Dari tabel 4.13. terlihat bahwa nilai stabilitas untuk campuran AC-WC pada kadar aspal optimum terhadap perendaman 30 menit dan 24 jam pada suhu 60°C menunjukkan bahwa nilai stabilitas yang diperoleh untuk perendaman 24 jam mengalami penurunan terhadap nilai stabilitas yang diperoleh untuk perendaman 30 menit pada suhu yang sama.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa data yang dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian karakteristik marshall campuran penggunaan pasir alam terhadap campuran dengan perendaman tidak semua dari parameter marshall memenuhi spesifikasi Jendral Bina Marga 2007
2. Dari hasil pengujian terlihat nilai *Stabilitas* pada campuran pasir alam dengan perendaman I hari 1221,8 Kg, perendaman III hari 1178,1 dan perendaman VII hari 1112,5 Kg, memenuhi standar spesifikasi Jendral Bina Marga 2007. Hasil nilai *Flow* pada campuran pasir alam dengan perendaman I hari 4,17 mm, perendaman III hari 4,60 mm dan perendaman VII 4,67 mm, memenuhi standar spesifikasi Jendral Bina Marga 2007. Hasil nilai *VIM* pada campuran pasir alam dengan perendaman I hari dengan nilai 9,79%, perendaman III hari dengan nilai 9,47% maupun dengan perendaman VII hari dengan nilai 9,24% tidak memenuhi standar spesifikasi Jendral Bina Marga 2007. Hasil nilai *Marshall Quotient* pada campuran pasir alam tidak semua memenuhi spesifikasi dengan perendaman I hari dengan nilai 294,6 Kg/mm, perendaman III hari dengan nilai 256,6 Kg/mm memenuhi spesifikasi Jendral Bina Marga 2007 sedangkan perendaman VII hari

dengan nilai 238,6 Kg/mm tidak memenuhi standar spesifikasi Jendral Bina Marga 2007. Hasil nilai *VFB* pada campuran pasir alam baik perendaman I Hari dengan nilai 50,48 %, perendaman III Hari dengan nilai 51,43 % maupun dengan perendaman VII hari dengan nilai 52,09 % tidak memenuhi standar spesifikasi Jendral Bina Marga 2007. Hasil nilai *VMA* pada campuran pasir alam baik perendaman I Hari dengan nilai 19,77 %, perendaman III Hari dengan nilai 19,48 % dan perendaman VII 19,28 %, memenuhi standar spesifikasi Jendral Bina Marga 2007.

5.2. Saran

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

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan agar menggunakan penumbuk listrik (*Electric Compaction*), agar beban yg diterima pada benda uji tetap sama.
2. Peralatan yang digunakan dalam laboratorium sebaiknya dikalibrasi secara rutin, supaya hasil yang diperoleh lebih akurat.
3. Perlu dikembangkan jenis-jenis perlakuan pengujian lainnya terhadap Campuran Pasir Alam, sehingga nantinya mampu meminimalisir pemakaian di lokasi.

DAFTAR PUSTAKA

Abdul Rosyid, 1998. "***Pertambangan Aspal Alam Pulau Buton***", PPTM, Bandung.

Anonim, "***Bahan Kuliah Rekayasa Tanah dan Perkerasan Jalan***", Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar, 2010.

Anonim, "***Penuntun Praktikum Laboratorium Jalan dan Aspal***", Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar, 2014.

Anonim, "***Bahan Kuliah Rekayasa Tanah dan Perkerasan Jalan***", Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar, 2010.

Asiyanto, "***Metode Konstruksi Proyek Jalan***", Universitas Indonesia, Jakarta, 2008.

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, "***Spesifikasi***", 2007.

Departemen Pekerjaan Umum, "***Pemanfaatan Asbuton***", Pedoman Teknik, 2006.

Hardiyatmo, Hary Christady, "***Pemeliharaan Jalan Raya***" Gajah Mada University Press, 2007.

Sukirman, Silvia, "***Perkerasan Lentur Jalan Raya***" Nova, Bandung, 1999.

Sukirman, Silvia, "***Dasar – Dasar Perencanaan Geometrik Jalan***" Nova, Bandung, 1994.

Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga "***Spesifikasi 2010 Revisi 3 hal. 39***"

Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga **“Spesifikasi Tahun 2010
Revisi 3 Divisi 6 hal. 43-44”**

Spesifikasi AASHTO 20-70 (1990) **“Untuk Berbagai Nilai Penetrasi
Aspal.”**

Saodang, Hamirhan, Ir. MSCE, **“Konstruksi Jalan Raya”**, Nova,
Bandung, 2009.

Tim Penyusun, **“Pedoman Prosedur dan Tata Cara Penulisan Tugas
Akhir”**, Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa
Makassar, 2007.

Sukirman, 2003: 45 **“Beton Aspal Campuran Panas”**

Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 **“Agregat Halus”**

Sub Jurusan Rekayasa Transportasi Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi
Bandung. **“Pengantar Rekayasa jalan”**

BOSUWA



LAMPIRAN I :

Data Hasil Penelitian Laboratorium





LABORATORIUM ASPAL & BAHAN JALAN UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

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

Material : CA 1 - 2

Dikerjakan : YOSEP WEFMA

Tanggal : Agustus 2017

Sumber : PT. Pemecah Batu Cikal

		A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering oven	B_k	2464.8	2717.5	2591.15
Berat benda uji kering - permukaan jenuh	B_j	2517.9	2780.1	2649
Berat benda uji didalam air	B_a	1546.3	1699.9	1623.1

		A	B	Rata - rata
Berat jenis (Bulk)	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2.54	2.52	2.53
Berat jenis kering - permukaan jenuh	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2.59	2.57	2.58
Berat jenis semu (Apparent)	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2.68	2.67	2.68
Penyerapan (Absorption)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	2.15	2.30	2.23

Diperiksa Oleh ;
Asisten Laboratorium

MUH. HAMDAN, ST



LABORATORIUM ASPAL & BAHAN JALAN UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

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

Material : MA 0,5 - 1

Dikerjakan : YOSEP WEFMA

Tanggal : Agustus 2017

Sumber : PT. Pemecah Batu Cikal

		A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering oven	B_k	2459.2	2426	2442.6
Berat benda uji kering - permukaan jenuh	B_j	2529.3	2490.7	2510
Berat benda uji didalam air	B_a	1563.2	1537.7	1550.45

		A	B	Rata - rata
Berat jenis (Bulk)	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2.55	2.55	2.55
Berat jenis kering - permukaan jenuh	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2.62	2.61	2.62
Berat jenis semu (Apparent)	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2.74	2.73	2.74
Penyerapan (Absorption)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	2.85	2.67	2.76

Diperiksa Oleh ;
Asisten Laboratorium

MUH. HAMDAN, ST



LABORATORIUM ASPAL & BAHAN JALAN UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

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

Material : ABU BATU

Dikerjakan : YOSEP WEFMA

Tanggal : Agustus 2017

Sumber : PT. Pemecah Batu Cikal

	A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering - permukaan jenuh (SSD) _____ 500	500	500	500
Berat benda uji kering oven _____ B_k	486.6	488.8	487.7
Berat piknometer diisi air (25°C) _____ B	667.8	667.9	667.85
Berat piknometer + benda uji (SSD) + air(25°C) _____ B_t	977.8	977.8	977.8

	A	B	Rata - rata
Berat jenis (Bulk) _____ $\frac{B_k}{(B + 500 - B_t)}$	2.561	2.571	2.57
Berat jenis kering - permukaan jenuh _____ $\frac{500}{(B + 500 - B_t)}$	2.632	2.630	2.63
Berat jenis semu (Apparent) _____ $\frac{B_k}{(B + B_k - B_t)}$	2.755	2.732	2.74
Penyerapan (Absorption) _____ $\frac{(500 - B_k)}{B_k} \times 100\%$	2.75	2.29	2.52

Diperiksa Oleh ;
Asisten Laboratorium

MUH. HAMDAN, ST



LABORATORIUM ASPAL & BAHAN JALAN UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

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

Material : PASIR ALAM
Tanggal : Agustus 2017
Sumber : Sungai Pangkajene

Dikerjakan : YOSEP WEFMA

	A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering - permukaan jenuh (SSD) $\frac{500}{500}$	500	500	500
Berat benda uji kering oven $\frac{B_k}{500}$	493.7	489.1	491.4
Berat Piknometer diisi air (25°C) $\frac{B}{654.3}$	654.3	650.1	652.2
Berat piknometer + benda uji (SSD) + air(25°C) $\frac{B_t}{979.9}$	979.9	972.4	976.15

	A	B	Rata - rata
Berat jenis (Bulk) $\frac{B_k}{(B + 500 - B_t)}$	2.831	2.752	2.79
Berat jenis kering - permukaan jenuh $\frac{500}{(B + 500 - B_t)}$	2.867	2.814	2.84
Berat jenis semu (Apparent) $\frac{B_k}{(B + B_k - B_t)}$	2.937	2.932	2.93
Penyerapan (Absorption) $\frac{(500 - B_k)}{B_k} \times 100\%$	1.28	2.23	1.75

Diperiksa Oleh ;
Asisten Laboratorium

MUH. HAMDAN, ST



LABORATORIUM ASPAL DAN BAHAN JALAN UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

PEMERIKSAAN BERAT JENIS SEMEN PORTLAND (SNI 15 - 2531 - 1991)

Material : Semen

Dikerjakan : YOSEP WEFMA

Tanggal : Agustus 2017

Sumber : PT. Bosowa

Benda Uji	(A)	65	gr
Volume Benda Uji	(B)	20.5	cc
Berat Isi	$\frac{(A)}{(B)}$	3.17	gr / cc
Berat Jenis Semen Bosowa		3.17	

Makassar, Agustus 2017

Diperiksa Oleh :
Asisten Laboratorium

MUH. HAMDAN. ST



LABORATORIUM ASPAL DAN BAHAN JALAN UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

PEMERIKSAAN BERAT JENIS ASPAL MINYAK PENETRASI 60/70 (SNI 15 - 2531 - 1991)

Material : ASPAL MINYAK
Tanggal : Agustus 2017
Sumber :

Dikerjakan : YOSEP WEFMA

URAIAN		I	II
Berat Piknometer (gram)	A	50.1	51.4
Berat Piknometer + Air (gram)	B	114.1	112.5
BERAT AIR / ISI PIKNOMETER (gram)	$(B - A)$	64	61.1
Berat Piknometer + Aspal (gram)	C	88.5	88.6
BERAT ASPAL (gram)	$(C - A)$	38.4	37.2
Berat Piknometer + Air + Aspal (gram)	D	113.7	115.7
BERAT AIR (gram)	$(D - C)$	25.2	27.1
Berat Jenis Aspal	$\frac{(C - A)}{(B - A) - (D - C)}$	0.990	1.094
Rata-rata		1.0419	

Diperiksa Oleh :
Asisten Laboratorium

MUH. HAMDAN, ST



LABORATORIUM ASPAL & BAHAN JALAN UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

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

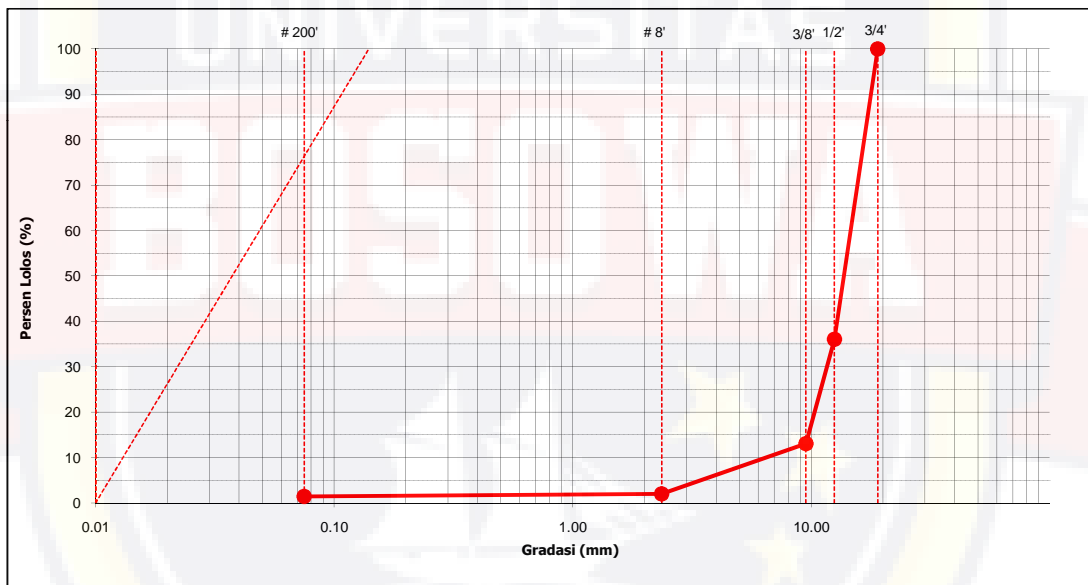
Material : CA 1 - 2

Dikerjakan : YOSEP WEFMA

Tanggal : Agustus 2017

Sumber : PT. Pemecah Batu Cikal

No. Saringan	Total : 2521 gram			Total : 2523.4 gram			Total : 2589.9 gram			Rata-Rata % Lolos
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	
3/4"	0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	100.00
1/2"	1667.7	66.15	33.85	1525.8	60.47	39.53	1691.1	65.30	34.70	36.03
3/8"	2167.6	85.98	14.02	2194.7	86.97	13.03	2272.8	87.76	12.24	13.10
No. 8	2472.4	98.07	1.93	2462.1	97.57	2.43	2547.4	98.36	1.64	2.00
No. 200	2480.7	98.40	1.60	2485.7	98.51	1.49	2559.1	98.81	1.19	1.43
Pan										



Diperiksa Oleh ;
Asisten Laboratorium

MUH. HAMDAN, ST



LABORATORIUM ASPAL & BAHAN JALAN UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

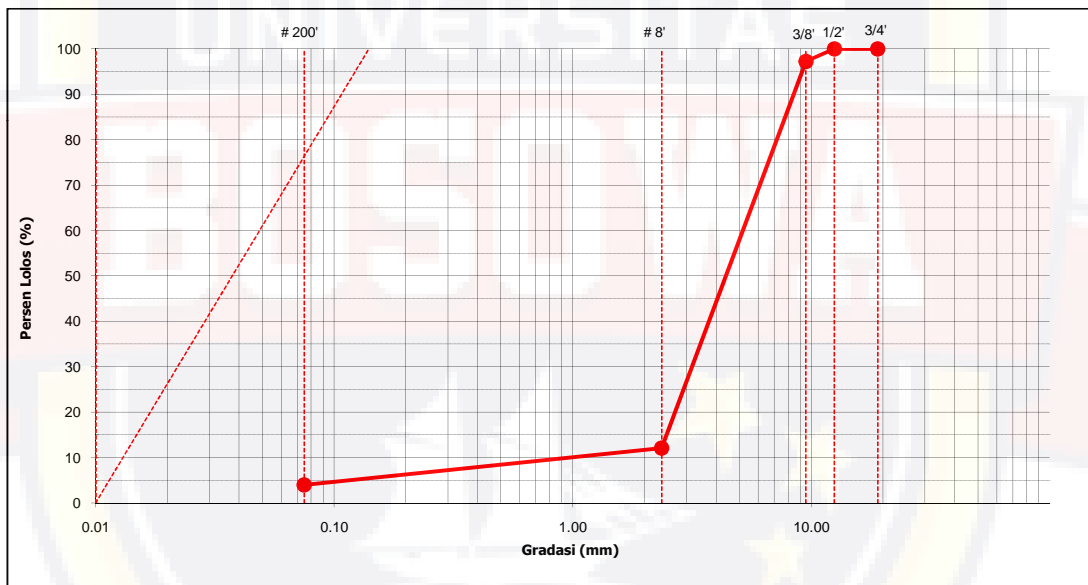
Jln. Urip Sumoharjo Km. 6– Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568.
website: www.bosowa.ac.id/ email: tsipil@yahoo.com

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

Material : MA 0,5 - 1
Tanggal : Agustus 2017
Sumber : PT. Pemecah Batu Cikal

Dikerjakan : YOSEP WEFMA

No. Saringan	Total : 2589 gram			Total : 2574.5 gram			Total : 2576.4 gram			Rata-Rata % Lolos
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	
3/4"	0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	100.00
1/2"	0.0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	100.00
3/8"	52.2	2.02	97.98	89.3	3.47	96.53	75.6	2.93	97.07	97.19
No. 8	2337.1	90.26	9.74	2183.2	84.80	15.20	2284	88.65	11.35	12.09
No. 200	2500.1	96.56	3.44	2462.6	95.65	4.35	2471.5	95.93	4.07	3.95
Pan										



Diperiksa Oleh ;
Asisten Laboratorium

MUH. HAMDAN, ST



LABORATORIUM ASPAL & BAHAN JALAN UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

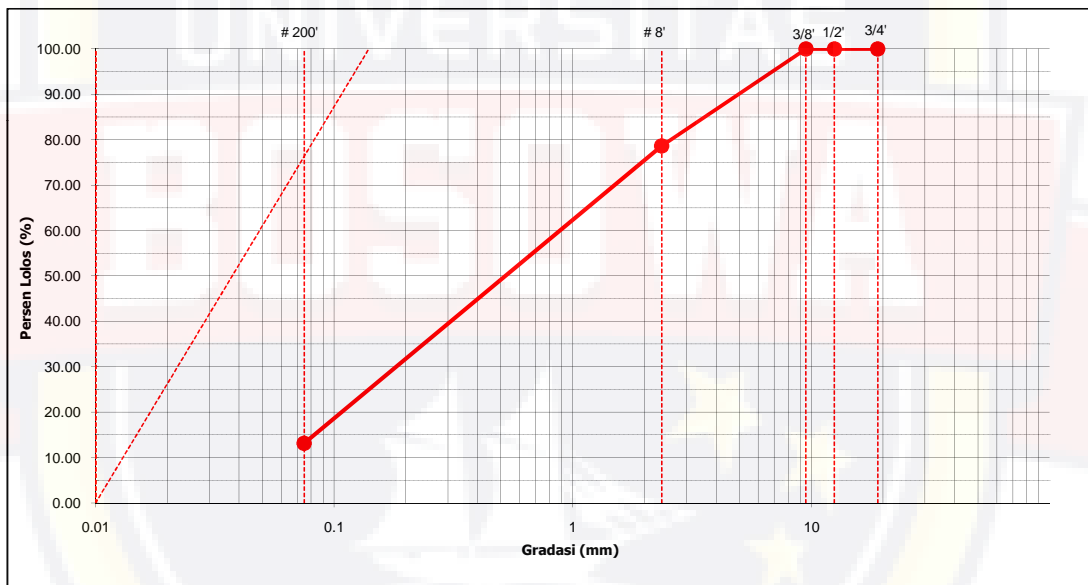
Jln. Urip Sumoharjo Km. 6– Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568.
website: www.bosowa.ac.id/ email: tsipil@yahoo.com

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

Material : ABU BATU
Tanggal : Agustus 2017
Sumber : PT. Pemecah Batu Cikal

Dikerjakan : YOSEP WEFMA

No. Saringan	Total : 2594.1 gram			Total : 2560.1 gram			Total : 2592 gram			Rata-Rata % Lolos
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	
3/4"	0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	100.00
1/2"	0.0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	100.00
3/8"	0.0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	100.00
No. 8	571.4	22.03	77.97	559.5	21.85	78.15	527.3	20.34	79.66	78.59
No. 200	2249.8	86.73	13.27	2227.6	87.01	12.99	2251.2	86.85	13.15	13.14
Pan										



Diperiksa Oleh ;
Asisten Laboratorium

MUH. HAMDAN, ST



LABORATORIUM ASPAL & BAHAN JALAN UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

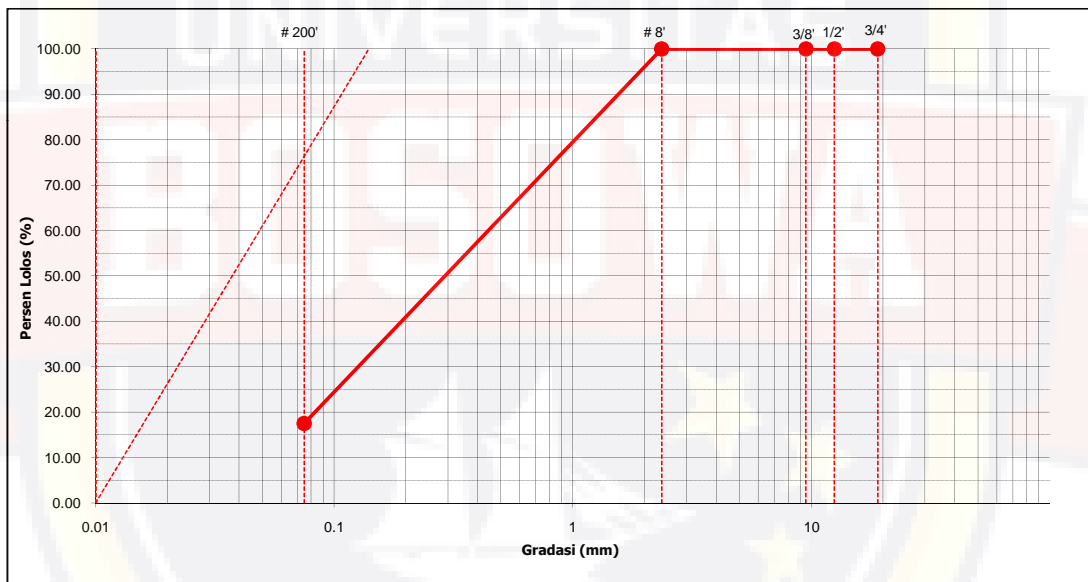
Jln. Urip Sumoharjo Km. 6– Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568.
website: www.bosowa.ac.id/ email: tsipil@yahoo.com

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

Material : PASIR ALAM
Tanggal : Agustus 2017
Sumber : Sungai Jeneberang

Dikerjakan : YOSEP WEFMA

No. Saringan	Total : 2500.0 gram			Total : 2500 gram			Total : 2500 gram			Rata-Rata % Lolos
	Contoh : 1			Contoh : 2			Contoh : 3			
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	
3/4"	0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	100.00
1/2"	0.0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	100.00
3/8"	0.0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	100.00
No. 8	0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	100.00
No. 200	2043.8	81.75	18.25	2082.6	83.30	16.70	2061.5	82.46	17.54	17.49
Pan										



Diperiksa Oleh ;
Asisten Laboratorium

MUH. HAMDAN, ST



LABORATORIUM ASPAL & BAHAN JALAN UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

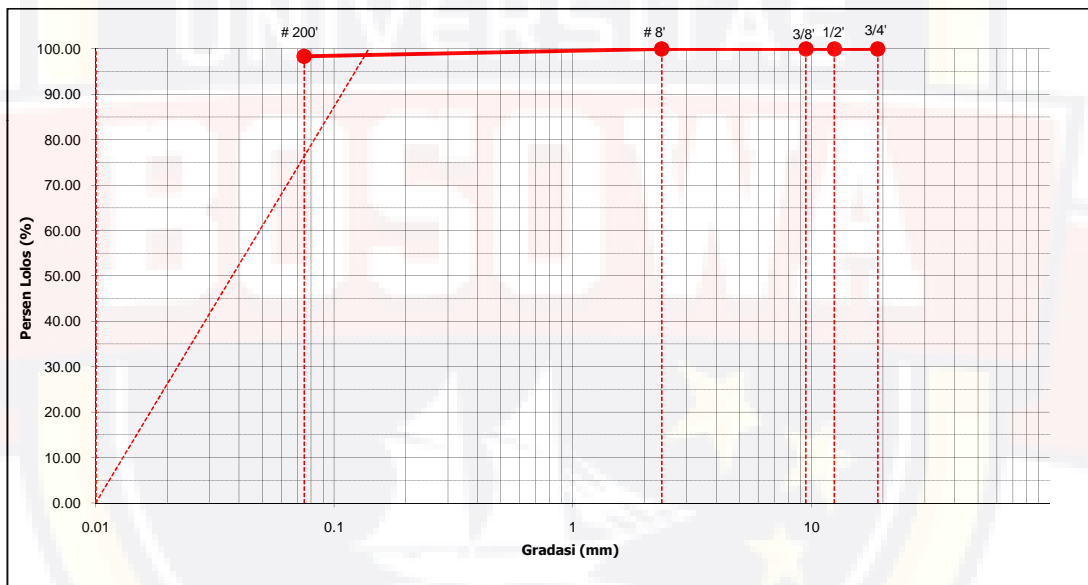
Jln. Urip Sumoharjo Km. 6– Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568.
website: www.bosowa.ac.id/ email: tsipil@yahoo.com

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

Material : FILLER SEMEN
Tanggal : Agustus 2017
Sumber : PT. Semen Bosowa

Dikerjakan : YOSEP WEFMA

No. Saringan	Total : 2300.0 gram			Total : 2300 gram			Total : 2300 gram			Rata-Rata % Lolos
	Contoh : 1			Contoh : 2			Contoh : 3			
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	
3/4"	0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	100.00
1/2"	0.0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	100.00
3/8"	0.0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	100.00
No. 8	0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	0	0.00	100.00	100.00
No. 200	38.6	1.68	98.32	37.2	1.62	98.38	39.2	1.70	98.30	98.33
Pan										



Diperiksa Oleh ;
Asisten Laboratorium

MUH. HAMDAN, ST



LABORATORIUM ASPAL & BAHAN JALAN UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6 – Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568.
website: www.bosowa.ac.id/ email: tsjipil@yahoo.com

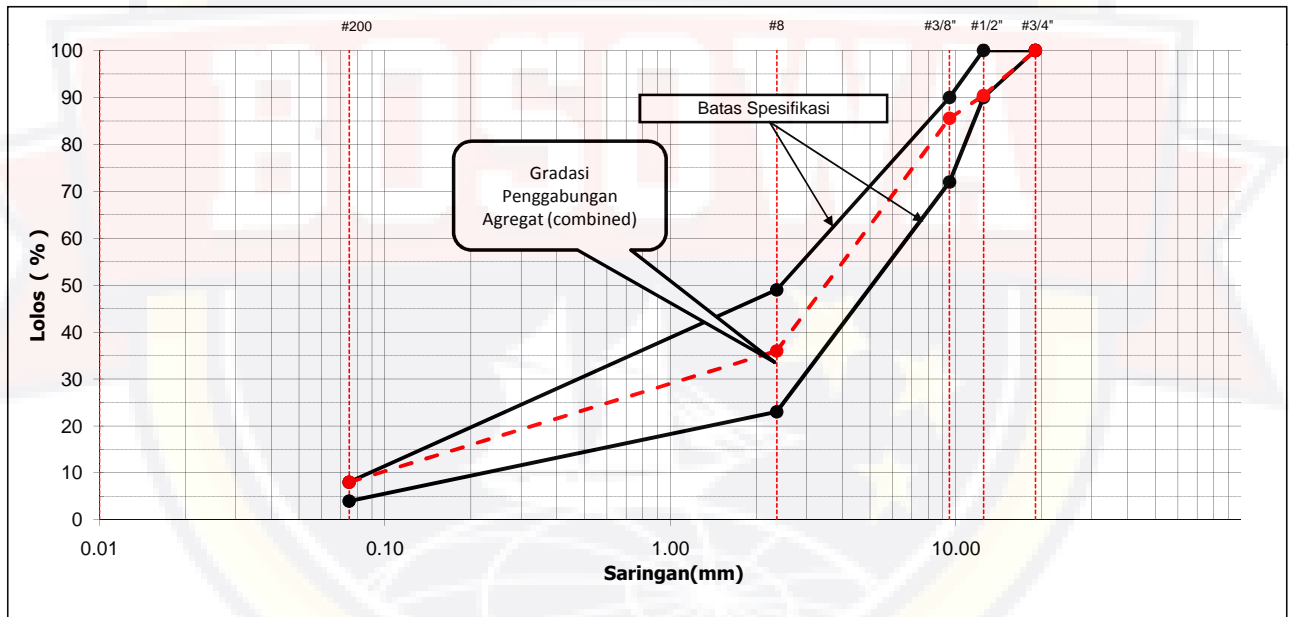
GRADASI PENGGABUNGAN AGREGAT (COMBINED)

Material :
Tanggal : September 2017

Dikerjakan : YOSEP WEFMA

No. Saringan	Gradasi Argegat Individu (Rata - Rata)					Gradasi Penggabungan Agregat (Combined) AC - WC					Spesifikasi	Faktor Luas Permukaan Agregat
	a	b	c	d	e	I	II	III	IV	V		
3/4"	100	100	100	100	100	100.00	100.00	100.00			100	0.41
1/2"	36	100	100	100	100	90.40	90.40	91.04			90 - 100	0.41
3/8"	13	97	100	100	100	85.56	85.79	86.65			Maks. 90	0.41
# 8	2.00	12.09	78.59	100	100	36.00	41.96	42.51			28 - 58	0.82
# 200	1.43	3.95	13.14	17.49	98.33	8.03	8.90	8.97			4 - 10	32.77
Rasio Komposisi Agregat (% terhadap Total Agregat)						a. Batu Pecah 1-2	15	15	14			
						b. Batu Pecah 0,5-1	50	42	42			
						c. Abu Batu	25	30	32			
						d. Pasir Alam	9	12	11			
						e. Filer Semen	1	1	1			
Total Luas Permukaan Agregat (M ² / KG)						3.28	3.61	3.64				

100.00



$$\begin{aligned}
 P_b &= 0.035 \times 64.00 + 0.045 \times 28.0 + 0.18 \times 8.03 + 0.75 \\
 &= 2.24 + 1.26 + 1.45 + 0.75 \\
 &= 5.69
 \end{aligned}$$

Perkiraan Butumen = 4.5% 5% 5.5% 6% 6.5%

Diperiksa Oleh ;
Asisten Laboratorium

MUH. HAMDAN, ST

Rumus untuk komposisi campuran AC - WC STANDAR

Kadar Aspal = 4.5 %		100 % - 4.5 % = 95.5	
Hasil Penggabungan Agregat (Combined)			
Batu Pecah 1 - 2	15 %	x 95.5 % = 0.143	x 1200 = 171.9
Batu Pecah 0,5 - 1	50 %	x 95.5 % = 0.478	x 1200 = 573.0
Abu Batu	25 %	x 95.5 % = 0.239	x 1200 = 286.5
Pasir Alam	9 %	x 95.5 % = 0.086	x 1200 = 103.1
Filler Semen	1 %	x 95.5 % = 0.010	x 1200 = 11.5
Aspal	4.5 %	X	1200 = <u>54.0</u>
			1200

Kadar Aspal = 5 %		100 % - 5 % = 95	
Hasil Penggabungan Agregat (Combined)			
Batu Pecah 1 - 2	15 %	x 95 % = 0.143	x 1200 = 171.0
Batu Pecah 0,5 - 1	50 %	x 95 % = 0.475	x 1200 = 570.0
Abu Batu	25 %	x 95 % = 0.238	x 1200 = 285.0
Pasir Alam	9 %	x 95 % = 0.086	x 1200 = 102.6
Filler Semen	1 %	x 95 % = 0.010	x 1200 = 11.4
Aspal	5 %	X	1200 = <u>60.0</u>
			1200

Kadar Aspal = 5.5 %		100 % - 5.5 % = 94.5	
Hasil Penggabungan Agregat (Combined)			
Batu Pecah 1 - 2	15 %	x 94.5 % = 0.142	x 1200 = 170.1
Batu Pecah 0,5 - 1	50 %	x 94.5 % = 0.473	x 1200 = 567.0
Abu Batu	25 %	x 94.5 % = 0.236	x 1200 = 283.5
Pasir Alam	9 %	x 94.5 % = 0.085	x 1200 = 102.1
Filler Semen	1 %	x 94.5 % = 0.009	x 1200 = 11.3
Aspal	5.5 %	X	1200 = <u>66.0</u>
			1200

Kadar Aspal = 6 %		100 % - 6 % = 94	
Hasil Penggabungan Agregat (Combined)			
Batu Pecah 1 - 2	15 %	x 94 % = 0.141	x 1200 = 169.2
Batu Pecah 0,5 - 1	50 %	x 94 % = 0.470	x 1200 = 564.0
Abu Batu	25 %	x 94 % = 0.235	x 1200 = 282.0
Pasir Alam	9 %	x 94 % = 0.085	x 1200 = 101.5
Filler Semen	1 %	x 94 % = 0.009	x 1200 = 11.3
Aspal	6 %	X	1200 = <u>72.0</u>
			1200

Kadar Aspal = 6.5 %		100 % - 6.5 % = 93.5	
Hasil Penggabungan Agregat (Combined)			
Batu Pecah 1 - 2	15 %	x 93.5 % = 0.140	x 1200 = 168.3
Batu Pecah 0,5 - 1	50 %	x 93.5 % = 0.468	x 1200 = 561.0
Abu Batu	25 %	x 93.5 % = 0.234	x 1200 = 280.5
Pasir Alam	9 %	x 93.5 % = 0.084	x 1201 = 101.1
Filler Semen	1 %	x 93.5 % = 0.009	x 1200 = 11.2
Aspal	6.5 %	X	1200 = <u>78.0</u>
			1200



LABORATORIUM ASPAL & BAHAN JALAN UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

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

Penetrasi Aspal	: 60/ 70
Berat Jenis Aspal	: 1,0419 gr/cc

Campuran : **AC - WC STANDAR**
Test : **STANDAR**
Tanggal Test : **September 2017**

DIKERJAKAN : YOSEP WEFMA	No	Agregat	Bj Bulk	Bj Semu
DIPERIKSA : Muh. Hamdan, ST	a	Batu Pecah 1-2	2.53	2.68
	b	Batu Pecah 0,5-1	2.55	2.74
	c	Abu Batu	2.57	2.74
	d	Pasir Alam	2.79	2.93
	e	Filler Semen	3.17	3.17

No	Kadar Aspal					Bj Bulk Gabungan	Bj Efektif Gabungan	Bj Maksimum Campuran (teoritis)	Berat (Gram)			Volume Benda Uji	Bj Bulk campuran (Kepadatan)	Marshal test				Nilai Volumetrik						
									Di Udara (In Air)	Di Air (In Water)	Kering Permukaan			Stability Kg	(mm)	(Kg/mm)	%	Luas Permukaan Agregat	Absorpsi Aspal Terhadap Berat Total Campuran	Tebal Film	%	%		
																							Pembaan	Disesuaikan (kalibrasi)
a	b	c	d	e	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
	Batu Pecah 1-2	Batu Pecah 0,5-1	Abu Batu	Pasir Alam	Filler Semen	% Terhadap Total Pencampuran									(Pembacaan x Kalibrasi Alat) x Angka Korelasi									
								$\frac{100}{100-A + \frac{A}{T}}$				G - F	$\frac{E}{H}$			$\frac{K}{M}$	$\frac{100(D-I)}{D}$	Combined	$A + \frac{T(100-A)B}{100.TD}$	$\frac{1000(A-P)}{TO(100-A)}$	$100 - \frac{(I/B) \times (R-N)}{(100-A)R} \times 100$			
I	15	50	25	9	1	4.5	2.57	2.66	2.488	1181.7	686.0	1196.4	510.4	2.32	65.00	968.50	3.30	293.5	6.9	3.28	1.29	9.85	14.1	50.74
II	15	50	25	9	1	4.5	2.57	2.66	2.488	1186.0	685.8	1212.1	526.3	2.25	68.00	972.67	3.90	249.4	9.4	3.28	1.29	9.85	16.4	42.47
III	15	50	25	9	1	4.5	2.57	2.66	2.488	1184.6	685.5	1206.8	521.3	2.27	61.00	908.90	3.60	252.5	8.7	3.28	1.29	9.85	15.7	44.75
									Rata-Rata				519	2.28	64.7	950.02	3.6	265.1	8.3	3.28	1.29	9.85	15.4	45.98
I	15	50	25	9	1	5	2.57	2.66	2.470	1184.1	679.0	1201.8	522.8	2.26	73.00	1087.70	4.20	259.0	8.3	3.28	1.28	11.47	16.4	49.37
II	15	50	25	9	1	5	2.57	2.66	2.470	1179.6	680.9	1192.5	511.6	2.31	82.00	1221.80	3.90	313.3	6.6	3.28	1.28	11.47	14.9	55.34
III	15	50	25	9	1	5	2.57	2.66	2.470	1179.4	679.6	1192.1	512.5	2.30	74.00	1102.60	3.70	298.0	6.8	3.28	1.28	11.47	15.0	54.64
									Rata-Rata				515.6	2.29	76.3	1137.37	3.9	290.1	7.3	3.28	1.28	11.47	15.4	53.12
I	15	50	25	9	1	5.5	2.57	2.66	2.452	1176.0	679.1	1187.9	508.8	2.31	78.00	1208.69	4.00	302.2	5.7	3.28	1.27	13.10	15.1	62.03
II	15	50	25	9	1	5.5	2.57	2.66	2.452	1180.1	679.2	1197.4	518.2	2.28	86.00	1281.40	4.20	305.1	7.1	3.28	1.27	13.10	16.4	56.45
III	15	50	25	9	1	5.5	2.57	2.66	2.452	1180.5	680.9	1192.6	511.7	2.31	94.00	1400.60	4.30	325.7	5.9	3.28	1.27	13.10	15.3	61.27
									Rata-Rata				512.9	2.30	86.0	1296.90	4.2	311.0	6.3	3.28	1.27	13.10	15.6	59.91
I	15	50	25	9	1	6	2.57	2.66	2.435	1178.0	677.6	1190.8	513.2	2.30	71.00	1057.90	4.35	243.2	5.7	3.28	1.27	14.75	16.2	64.58
II	15	50	25	9	1	6	2.57	2.66	2.435	1182.8	676.9	1193.7	516.8	2.29	74.00	1102.60	4.40	250.6	6.0	3.28	1.27	14.75	16.4	63.43
III	15	50	25	9	1	6	2.57	2.66	2.435	1182.2	677.8	1187.4	509.6	2.32	79.00	1177.10	4.70	250.4	4.7	3.28	1.27	14.75	15.3	69.09
									Rata-Rata				513.2	2.30	74.7	1112.53	4.5	248.1	5.5	3.28	1.27	14.75	15.9	65.70
I	15	50	25	9	1	6.5	2.57	2.66	2.417	1182.0	674.1	1187.9	513.8	2.30	66.00	983.40	5.00	196.7	4.8	3.28	1.26	16.41	16.4	70.51
II	15	50	25	9	1	6.5	2.57	2.66	2.417	1180.9	674.4	1185.8	511.4	2.31	69.00	1028.10	4.40	233.7	4.5	3.28	1.26	16.41	16.1	72.16
III	15	50	25	9	1	6.5	2.57	2.66	2.417	1181.0	677.1	1185.0	507.9	2.33	68.00	1053.73	4.70	224.2	3.8	3.28	1.26	16.41	15.5	75.41
									Rata-Rata				511.0	2.31	67.7	1021.74	4.7	218.2	4.4	3.28	1.26	16.41	16.0	72.69
SPESIFIKASI													Min 700	Min 3	Min 250	4 - 6					Min 14	Min 63		

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

MUH. HAMDAN, ST

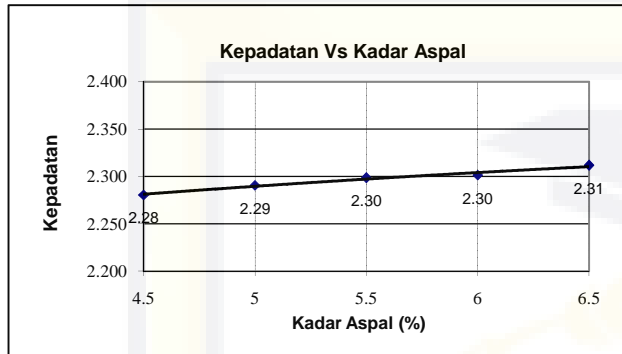


LABORATORIUM ASPAL & BAHAN JALAN UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

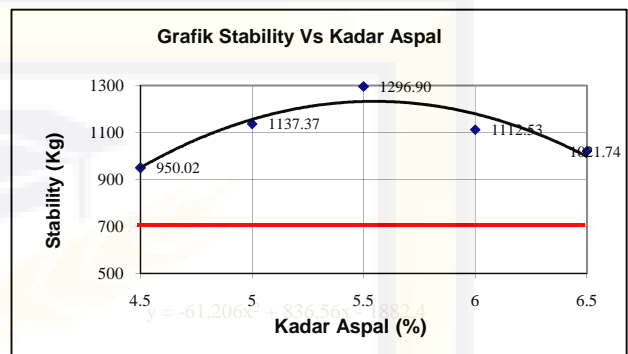
Jln. Urip Sumoharjo Km. 6- Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568.
website: www.bosowa.ac.id / email: tsipil@yahoo.com

GRAFIK KARAKTERISTIK MARSHALL TEST Jenis Campuran AC - WC Standar

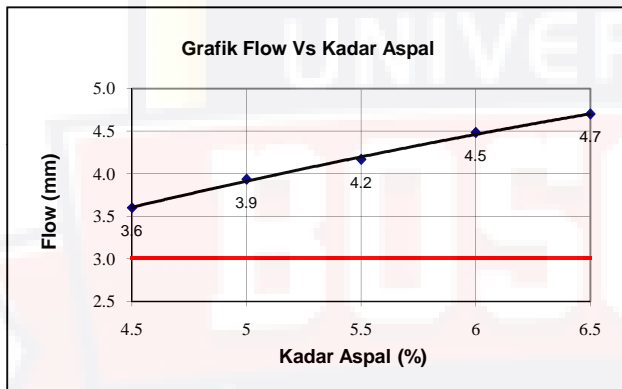
KEPADATAN



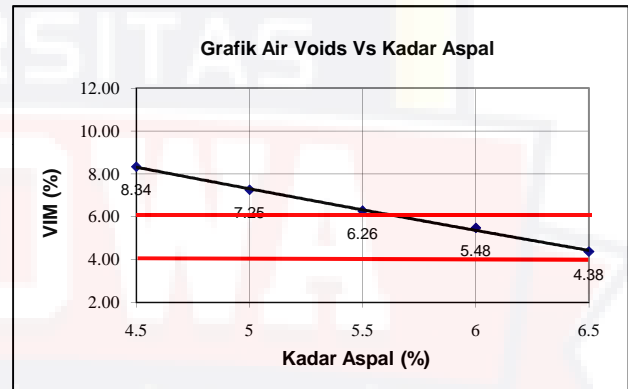
STABILITAS MARSHALL (STABILITY) Minimum 700 (KG)



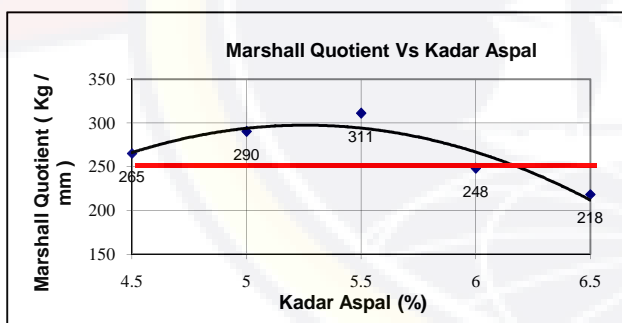
PELEHAN (FLOW) MINIMUM 3 (MM)



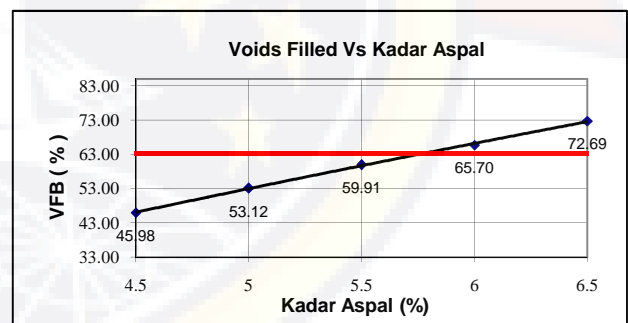
RONGGA DALAM CAMPURAN (VIM) 4 - 6 (%)



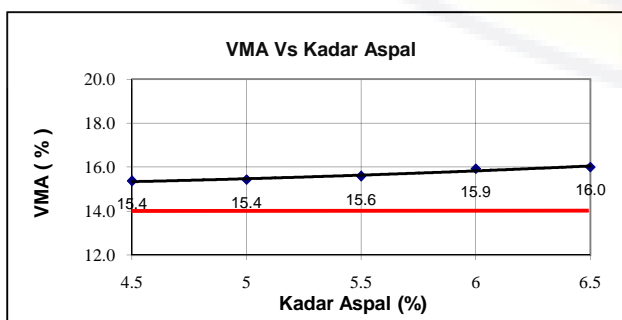
MARSHALL QUOTIENT MINIMUM 250 (Kg/MM)



RONGGA TERISI ASPAL (VFB) MINIMUM 63 (%)



RONGGA DALAM AGREGAT (VMA) MINIMUM 14 (%)

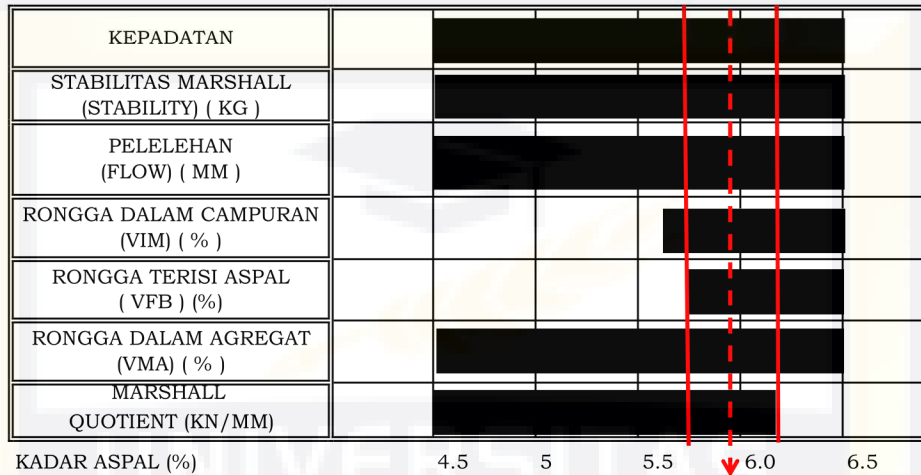




LABORATORIUM ASPAL & BAHAN JALAN UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

DIAGRAM PENENTUAN KADAR ASPAL OPTIMUM



$$\text{KADAR ASPAL OPTIMUM} = \frac{5.7 + 6.2}{2} = 6.0$$

BOSOWA



Rumus Untuk Komposisi Campuran AC - WC Marshall Sisa

$$\text{Kadar Aspal} = 6 \% \quad 100 \% - 6 \% = 94$$

Hasil Penggabungan Agregat (Combined)

Batu Pecah 1 - 2	15 %	x	94 %	=	0.141	x	1200	=	169.2
Batu Pecah 0,5 - 1	50 %	x	94 %	=	0.470	x	1200	=	564.0
Abu Batu	25 %	x	94 %	=	0.235	x	1200	=	282.0
Pasir Alam	9 %	x	94 %	=	0.085	x	1200	=	101.5
Filler Semen	1 %	x	94 %	=	0.009	x	1200	=	11.3
Aspal	6 %		X				1200	=	72.0
									1200

UNIVERSITAS

BOSOWA





LABORATORIUM ASPAL & BAHAN JALAN UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

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

Penetrasi Aspal : 60/ 70 Berat Jenis Aspal : 1,0419 gr/cc	
--------------------------------------------------------------	--

Campuran : AC - WC MARSHALL SISA
Test : :
Tanggal Test : September 2017

DIKERJAKAN : YOSEP WEFMA DIPERIKSA : Muh. Hamdan, ST	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Agregat</th> <th>Bj Bulk</th> <th>Bj Semu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a</td> <td>Batu Pecah 1-2</td> <td>2.53</td> <td>2.68</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>Batu Pecah 0,5-1</td> <td>2.55</td> <td>2.74</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>Abu Batu</td> <td>2.57</td> <td>2.74</td> </tr> <tr> <td>d</td> <td>Pasir Alam</td> <td>2.79</td> <td>2.93</td> </tr> <tr> <td>e</td> <td>Filler Semen</td> <td>3.17</td> <td>3.17</td> </tr> </tbody> </table>	No	Agregat	Bj Bulk	Bj Semu	a	Batu Pecah 1-2	2.53	2.68	b	Batu Pecah 0,5-1	2.55	2.74	c	Abu Batu	2.57	2.74	d	Pasir Alam	2.79	2.93	e	Filler Semen	3.17	3.17
No	Agregat	Bj Bulk	Bj Semu																						
a	Batu Pecah 1-2	2.53	2.68																						
b	Batu Pecah 0,5-1	2.55	2.74																						
c	Abu Batu	2.57	2.74																						
d	Pasir Alam	2.79	2.93																						
e	Filler Semen	3.17	3.17																						

No	Proporsi Campuran (% Berat Total Agregat)					Kadar Aspal	Bj Bulk Gabungan	Bj Efektif Gabungan	Bj Maksimum Campuran (teoritis)	Berat (Gram)			Volume Benda Uji	Bj Bulk campuran (Kepadatan)	Marshal test				Nilai Volumetrik							
										Di Udara (In Air)	Di Air (In Water)	Kering Permukaan			Stability Kg	(mm)	(Kg/mm)	%	Rongga dalam Campuran (VIM)	Luas Permukaan Agregat	Absorpsi Aspal Terhadap Berat Total Campuran	Tebal Film	%	%	Rongga Dalam Agregat (VMA)	Rongga Terisi Aspal (VFB)
a	b	c	d	e	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S			
	Batu Pecah 1-2	Batu Pecah 0,5-1	Abu Batu	Pasir Alam	Filler Semen	% Terhadap Total Pencampuran			$\frac{100}{100-A + \frac{A}{T}}$				G - F	$\frac{E}{H}$	(Pembacaan x Kalibrasi Alat) x Angka Korelasi	$\frac{K}{L}$	$100 \frac{(D - I)}{D}$	Combined	$A + \frac{T(100-A)}{100 \frac{B}{D}}$	$\frac{1000(A - P)}{T.O (100 - A)}$	$100 - \frac{(I/B) \times (R - N)}{(100 - A)}$	$\frac{(R - N)}{R} \times 100$				
I	15	50	25	9	1	6	2.57	2.66	2.435	1176.1	675.3	1186.3	511.0	2.30	75.00	1117.50	3.60	310.4	5.5	3.28	1.27	14.75	15.9	65.67		
II	15	50	25	9	1	6	2.57	2.66	2.435	1177.4	676.8	1190.8	514.0	2.29	72.00	1072.80	3.20	335.3	5.9	3.28	1.27	14.75	16.3	63.76		
III	15	50	25	9	1	6	2.57	2.66	2.435	1177.2	674.9	1181.8	506.9	2.32	80.00	1239.68	3.80	326.2	4.6	3.28	1.27	14.75	15.2	69.58		
	Perendaman Selama 30 Menit Suhu 60° c								Rata-Rata				510.6	2.30	75.7	1143.33	3.5	324.0	5.3	3.28	1.27	14.75	15.8	66.34		
I	15	50	25	9	1	6	2.57	2.66	2.435	1181.8	671.0	1185.0	514.0	2.30	68.00	1013.20	4.30	235.6	5.6	3.28	1.27	14.75	16.0	65.25		
II	15	50	25	9	1	6	2.57	2.66	2.435	1180.9	674.5	1184.8	510.3	2.31	69.00	1028.10	3.80	270.6	5.0	3.28	1.27	14.75	15.5	67.99		
III	15	50	25	9	1	6	2.57	2.66	2.435	1181.4	670.8	1184.9	514.1	2.30	70.00	1043.00	4.10	254.4	5.6	3.28	1.27	14.75	16.1	65.03		
	Perendaman Selama 24 Jam Suhu 60° c								Rata-Rata				512.8	2.30	69.0	1028.10	4.1	253.5	5.4	3.28	1.27	14.75	15.8	66.09		
SPESIFIKASI														Min 700	Min 3	Min 250	4 - 6							Min 14	Min 63	

Keterangan :

Volume : Berat Dalam Air - Berat Kering Permukaan
Stability : Pembacaan x 14,9 x Angka Korelasi
Marshall Quetient : $\frac{Stability}{Pelelehan}$
VIM : $\frac{100 (BJ Maksimum Teoritis - BJ Kepadatan)}{BJ Maksimum Teoritis}$
Absorpsi Aspal Terhadap Total Campuran : $\frac{Kadar Aspal \cdot \frac{Berat Jenis Aspal (100 - Kadar Aspal)}{BJ Bulk Gabungan}}{\frac{100 \times Berat Jenis Aspal}{BJ Maksimum Campuran Teoritis}}$
Tebal Film : $\frac{1000 (BJ Gabungan - Absorpsi Aspal)}{(Berat Jenis Aspal \times Luas Permukaan Agregat) \times (100 - Kadar Aspal)}$
VMA : $100 - \frac{(BJ Bulk Campuran Kepadatan/BJ Bulk Gabungan) \times (100 - Kadar Aspal)}{(VMA - VIM) \times 100}$
VFB : $\frac{(VMA - VIM)}{VMA} \times 100$

$$\text{Stabilitas Sisa} = \frac{1028.1}{1143.3} \times 100\% = 89.92 > 90$$

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

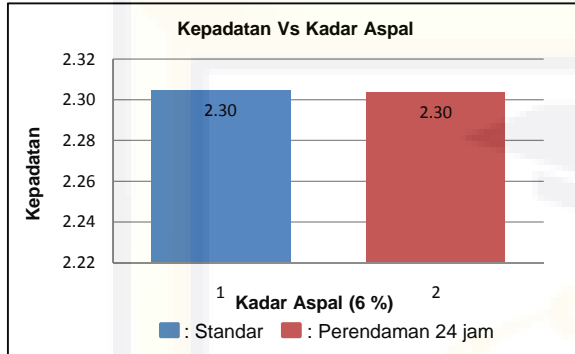


LABORATORIUM ASPAL & BAHAN JALAN UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

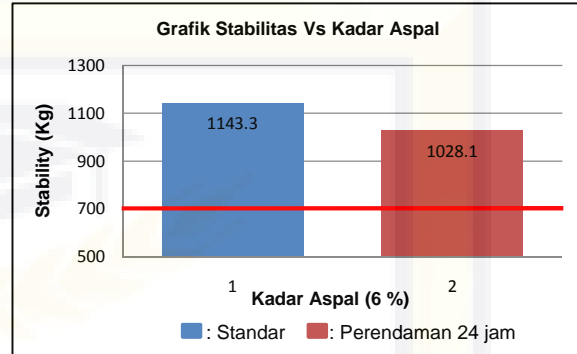
Jln. Urip Sumoharjo Km. 6 – Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568.
website: www.bosowa.ac.id / email: tsipil@yahoo.com

GRAFIK KARAKTERISTIK MARSHALL SISA Jenis Campuran AC - WC Standar 6 %

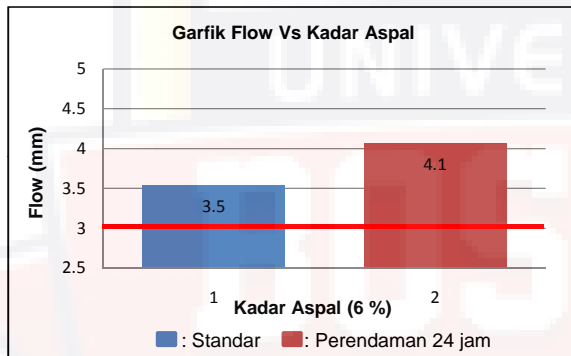
KEPADATAN



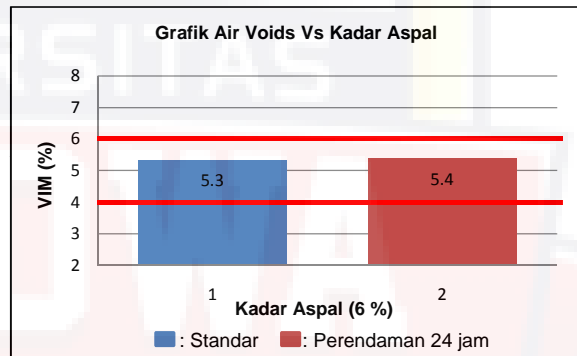
STABILITAS MARSHALL (STABILITY) Minimum 700 (KG)



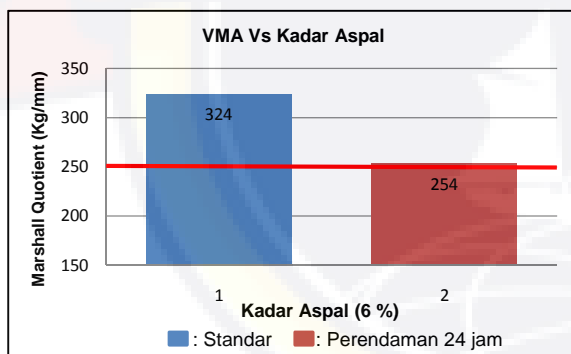
PELELEHAN (FLOW) MINIMUM 3 (MM)



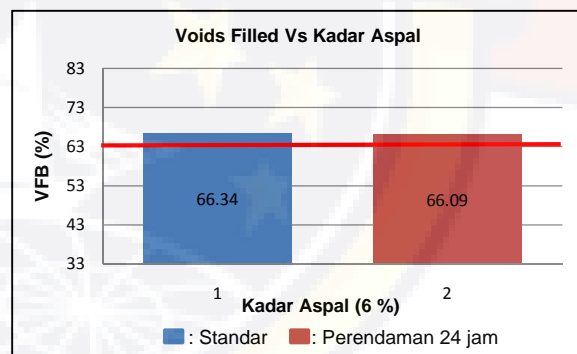
RONGGA DALAM CAMPURAN (VIM) 4 - 6 (%)



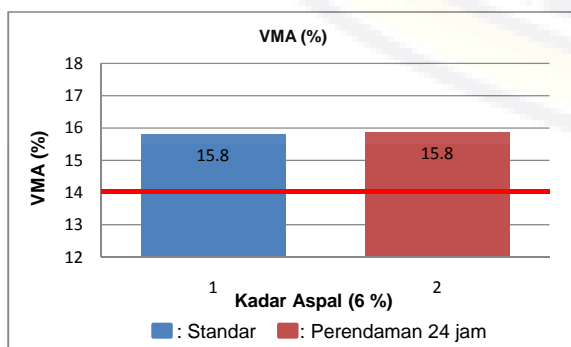
MARSHALL QUOTIENT MINIMUM 250 (Kg/MM)



RONGGA TERISI ASPAL (VFB) MINIMUM 63 (%)



RONGGA DALAM AGREGAT (VMA) MINIMUM 14 (%)





LABORATORIUM ASPAL & BAHAN JALAN UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

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

Penetrasi Aspal	: 60/ 70
Berat Jenis Aspal	: 1,0419 gr/cc

Campuran : **AC - WC PERENDAMAN**
 Test :
 Tanggal Test : **September 2017**

DIKERJAKAN : YOSEP WEFMA DIPERIKSA : Muh. Hamdan, ST	No	Agregat	Bj Bulk	Bj Semu
	a	Batu Pecah 1-2	2.53	2.68
	b	Batu Pecah 0,5-1	2.55	2.74
	c	Abu Batu	2.57	2.74
	d	Pasir Alam	2.79	2.93
	e	Filler Semen	3.17	3.17

No	Kadar Aspal					Bj Bulk Campuran (Kepadatan)	Berat (Gram)				Volume Benda Uji	Marshal test				Nilai Volumetrik									
	a	b	c	d	e		Di Udara (In Air)	Di Air (In Water)	Kering Permukaan	Stability Kg		(mm)		(Kg/mm)	%	Luas Permukaan Agregat	Absorpsi Aspal Terhadap Berat Total Campuran	Tebal Film	%						
												Pembacaan	Disesuaikan (kalibrasi)						Pelelehan	Marshall Quetient	Rongga dalam Campuran (VIM)	Rongga Dalam Agregat (VMA)	Rongga Terisi Aspal (VFB)		
Batu Pecah 1-2		Batu Pecah 0,5-1	Abu Batu	Pasir Alam	Filler Semen	% Terhadap Total Pencampuran	$\frac{100}{\frac{100-A}{C} + \frac{A}{T}}$		G - F	$\frac{E}{H}$	$\frac{K}{M}$	$\frac{100(D-I)}{D}$	Combined	$A + \frac{B}{100 \cdot \frac{T}{D}}$	$\frac{1000(A-P)}{TO(100-A)}$	$100 - \frac{(I \cdot B)}{(100 - A)}$	$\frac{(R - N)}{R} \times 100$								
I		15	50	25	9	1	6	2.57	2.66	2.435	1179.5	654.7	1190.0	535.3	2.20	80.00	1192.00	4.00	298.0	9.5	3.28	1.27	14.75	19.5	51.32
II		15	50	25	9	1	6	2.57	2.66	2.435	1164.9	640.2	1171.3	531.1	2.19	79.00	1177.10	4.50	261.6	9.9	3.28	1.27	14.75	19.9	50.14
III		15	50	25	9	1	6	2.57	2.66	2.435	1180.0	647.0	1185.3	538.3	2.19	87.00	1296.30	4.00	324.1	10.0	3.28	1.27	14.75	19.9	49.99
Perendaman III Hari							Rata-Rata		535	2.20	82.0	1221.80	4.2	294.6	9.8	3.28	1.27	14.75	19.8	50.48					
I		15	50	25	9	1	6	2.57	2.66	2.435	1181.0	653.9	1189.7	535.8	2.20	80.00	1239.68	4.80	258.3	9.5	3.28	1.27	14.75	19.5	51.41
II		15	50	25	9	1	6	2.57	2.66	2.435	1185.5	657.9	1193.2	535.3	2.21	75.00	1117.50	4.70	237.8	9.0	3.28	1.27	14.75	19.1	52.68
III		15	50	25	9	1	6	2.57	2.66	2.435	1186.4	657.1	1197.9	540.8	2.19	79.00	1177.10	4.30	273.7	9.9	3.28	1.27	14.75	19.9	50.19
Perendaman V Hari							Rata-Rata		537.3	2.20	78.0	1178.09	4.6	256.6	9.5	3.28	1.27	14.75	19.5	51.43					
I		15	50	25	9	1	6	2.57	2.66	2.435	1180.9	652.5	1187.1	534.6	2.21	76.00	1132.40	4.60	246.2	9.3	3.28	1.27	14.75	19.3	51.98
II		15	50	25	9	1	6	2.57	2.66	2.435	1181.8	652.7	1187.2	534.5	2.21	75.00	1117.50	4.60	242.9	9.2	3.28	1.27	14.75	19.2	52.24
III		15	50	25	9	1	6	2.57	2.66	2.435	1178.7	652.6	1186.1	533.5	2.21	73.00	1087.70	4.80	226.6	9.3	3.28	1.27	14.75	19.3	52.03
Perendaman VII Hari							Rata-Rata		534.2	2.21	74.7	1112.53	4.7	238.6	9.2	3.28	1.27	14.75	19.3	52.09					
SPESIFIKASI												Min 700	Min 3	Min 250	4 - 6								Min 14	Min 63	

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

MUH. HAMDAN, ST



LABORATORIUM ASPAL & BAHAN JALAN UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

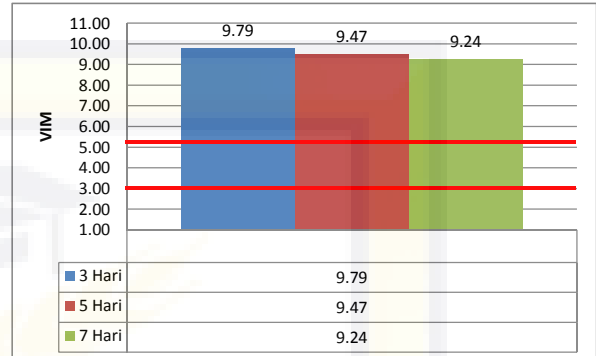
Jln. Urip Sumoharjo Km. 6– Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568.
website: www.bosowa.ac.id/ email: tsipil@yahoo.com

GRAFIK PERENDAMAN

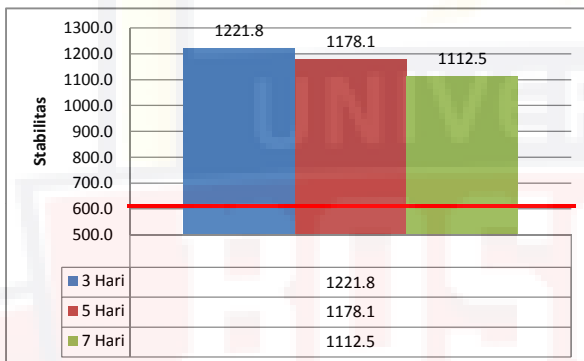
KEPADATAN



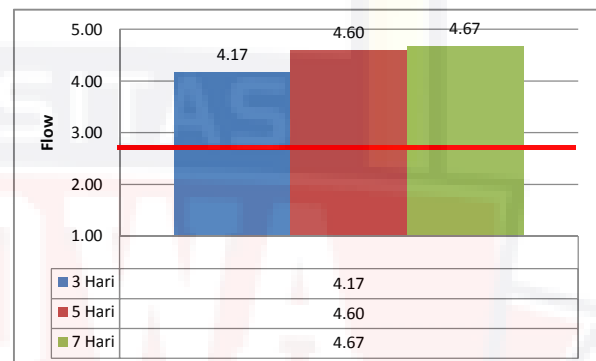
RONGGA DALAM CAMPURAN (VIM) 4 - 6 (%)



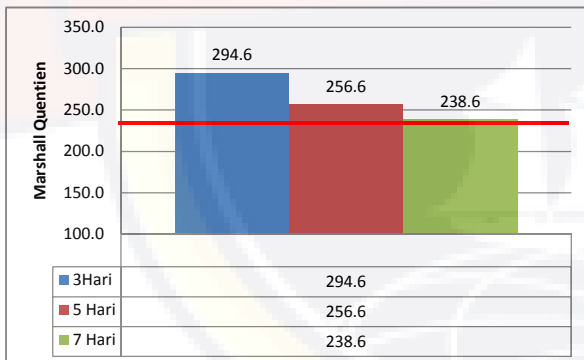
STABILITAS MARSHALL (STABILITY) Minimum 700 (KG)



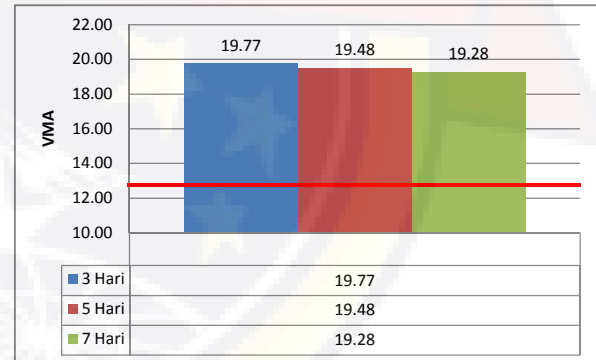
PELELEHAN (FLOW) MINIMUM 3 (MM)



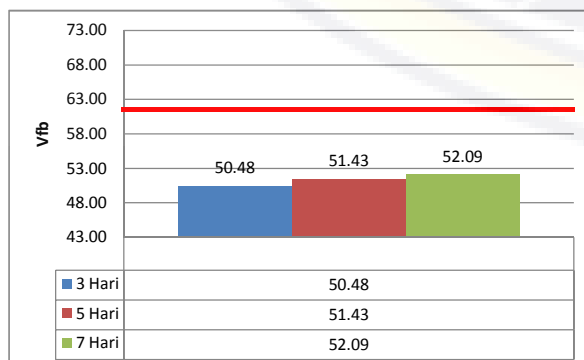
MARSHALL QUOTIENT MINIMUM 250 (Kg/MM)



RONGGA DALAM AGREGAT (VMA) MINIMUM 14 (%)



RONGGA TERISI ASPAL (Vfb) MINIMUM 63 (%)



ANGKA KORELASI STABILITAS

Isi 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	2.50
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

