

**PENGARUH PENAMBAHAN LATEKS TERHADAP  
CAMPURAN ASPAL DAN *FLY ASH* SEBAGAI FILLER  
PADA LAPIS *ASPHALT CONCRETE - WEARING COURSE (AC-WC)***



**TUGAS AKHIR**

**Dibuat untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan  
Diploma IV Perancangan Jalan dan Jembatan  
Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya**

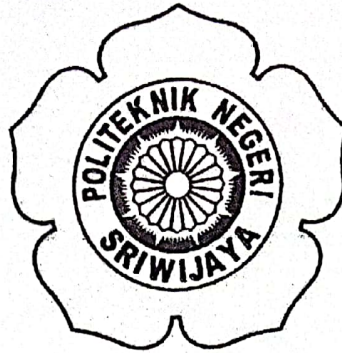
**Disusun Oleh :**

**Ikhsania Irna Ningsih (0619 4011 0222)**

**Feby Rizky Amanda (0619 4011 1881)**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
2023**

LEMBAR PENGESAHAN



TUGAS AKHIR

Palembang, Agustus 2023

Disetujui oleh Pembimbing  
Tugas Akhir  
Jurusan Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Sriwijaya

Pembimbing I

Ibrahim, S.T., M.T.  
NIP. 196905092000031001

Pembimbing II

Ika Sulianti, S.T., M.T.  
NIP. 198107092006042001

Mengetahui,

Ketua Jurusan  
Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Sriwijaya

Ibrahim, S.T., M.T.  
NIP. 196905092000031001

Ketua Program Studi D-IV  
Perancangan Jalan dan  
Jembatan

Ir. Kosim, M.T.  
NIP. 196210181989031002

**PENGARUH PENAMBAHAN LATEKS TERHADAP  
CAMPURAN ASPAL DAN FLY ASH SEBAGAI FILLER  
PADA LAPIS ASPHALT CONCRETE - WEARING COURSE (AC-WC)**

**TUGAS AKHIR**

**Disetujui oleh Penguji Skripsi  
Program Studi Diploma IV Perancangan Jalan dan Jembatan  
Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Nama Penguji**

**Tanda Tangan**

**1. Ir. Kosim, M.T.**

**NIP. 196210181989031002**



**2. M. Sazili Harnawansyah, S.T., M.T.**

**NIP. 197207012006041001**



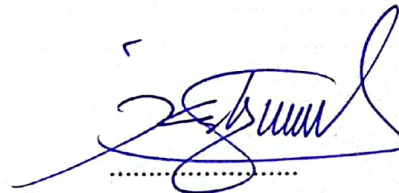
**3. Mahmuda, S.T., M.T.**

**NIP. 196207011989032002**



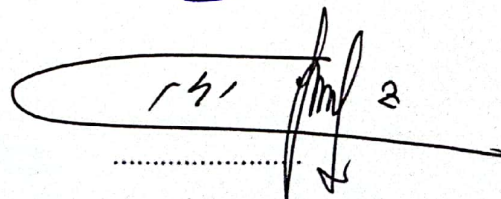
**4. Ika Sulianti, S.T., M.T.**

**NIP. 198107092006042001**



**5. Drs. A. Fuad Z., S.T., M.T.**

**NIP. 195812131986031002**



*“Don't let your dreams just be dream”*

(Ikhsania Irna Ningsih)

Penulis mengucapkan rasa syukur kepada Allah swt., penulis juga mengucapkan terima kasih dan mempersembahkan Tugas Akhir ini kepada :

1. Kedua orang tua tercinta, Bapak Sarmudi dan Mamak Sri Hartati yang tak pernah lelah mengusahakan dan memberikan yang terbaik untuk penulis, baik dari segi materi maupun moril.
2. Saudara-saudara tercinta, kak Edi Gunawan dan adik M. Aziz Kurniawan yang selalu memberi semangat kepada penulis serta tak jarang juga direpotkan untuk membantu selama proses perkuliahan.
3. Keluarga besar dari pihak Bapak maupun Mamak, terutama Mbah yang senantiasa mendukung serta mendoakan yang terbaik untuk penulis.
4. Feby Rizky Amanda, teman yang sudah menjadi seperti saudara yang dari awal telah yakin untuk melakukan perjuangan bersama penulis hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini dengan rasa haru dan bangga.
5. Kedua orang tua Feby, Ibu Berty dan Ayah Feri Sumatoyo yang sangat baik hati dan telah memberi doa, semangat, serta bantuan materi kepada penulis.
6. Nafisa dan Dhea, teman seperjuangan yang dari awal tidak pernah meninggalkan dan selalu membantu semua kesulitan yang dialami penulis.
7. Laki-laki pemilik NIM 105190132 yang telah menemani, mendukung, mendoakan, serta membantu penulis dalam menyelesaikan semua proses penulis.
8. Dosen pembimbing, Bapak Ibrahim, S.T.,M.T. dan Ibu Ika Sulianti, S.T.,M.T. yang telah membantu dan memudahkan jalan penulis dalam proses penyelesaian Tugas Akhir.
9. Teman-teman kelas 8 PJJ B yang telah berjuang bersama dan menjadi penyemangat selama proses perkuliahan.
10. Teman-teman satu atap selama menjadi anak rantau, Sela, Rena, dan Taris yang telah menemani dan mendukung penulis.

## **MOTTO**

“Kamu tidak akan pernah bisa menang, jika kamu terus berpikir kalau kamu tidak bisa”

“Selalu ada harga dalam sebuah proses. Nikmati saja Lelah-lelah itu, lebarkan lagi rasa sabar itu. Semua yang kau investasikan untuk menjadikan dirimu serupa yang kau impikan, mungkin tidak akan selalu berjalan lancar. Tapi, gelombang-gelombang itu nanti yang bisa kau ceritakan”

(Boy Chandra)

## **PERSEMBAHAN**

Alhamdulillahirobbiil’alamiin dengan mengucapkan syukur atas rahmat Allah SWT. Sebagai ucapan terima kasih, skripsi ini penulis persembahkan kepada:

1. Yang pertama penulis mengucapkan terimakasih kepada diri sendiri yang telah mampu berjuang dan bertahan sampai di titik ini, telah mampu melalui proses panjang skripsi ini. Semoga penulis selalu rendah hati, karna ini baru awal dari semuanya.
2. Kedua orang tuaku tercinta dan tersayang yaitu ayah Fery Sumatoyo dan Ibu Yamnun Saberthie, terimakasih atas kepercayaan yang telah diberikan atas izin merantau demi menempuh pendidikan, serta segala pengorbanan yang telah diberikan, do’a yang tak pernah putus untuk penulis, motivasi, semangat dan nasihat serta kata yang sering dilontarkan “Anak ayah pasti bisa” dan “Anak ibu pasti sukses, jangan tinggal sholat dan terus berdo’a” dan terimakasih telah mendukung segala keputusan dan pilihan yang terbaik untuk hidup penulis. Penulis ingin melakukan yang terbaik untuk setiap kepercayaan yang diberikan, penulis akan berusaha untuk menjadi yang terbaik yang penulis bisa. Semoga ayah dan ibu sehat selalu dan bisa terus menemani penulis.
3. Kepada Mama Udi dan Mama Novi penulis ucapkan terimakasih karna telah menyayangi penulis seperti anak kandung, telah memberikan dukungan, do’a, motivasi dan kepercayaan kepada penulis. Semoga mama Udi dan mama

Novi sehat selalu dan semoga apa yang telah mama berikan kepada penulis dapat digantikan yang lebih baik dan lebih banyak lagi oleh Allah SWT.

4. Kepada Mbah kakung dan Mbah uti penulis ucapkan terimakasih atas dukungan, motivasi, nasihat dan do'a nya, semoga mbah kakung dan mbah uti sehat selalu.
5. Kepada sepupu-sepupu tercinta penulis ucapkan terimakasih sudah selalu mengingatkan dalam hal kebaikan, terimakasih atas dukungan, do'a, kritik dan saran yang sudah diberikan kepada penulis.
6. Kepada sahabat terbaik penulis Ikhsania Irna Ningsih, S.Tr.T terimakasih telah menjadi partner terbaik penulis dalam pengerjaan skripsi ini, sudah selalu saling melengkapi di setiap kekurangan penulis, sudah saling menguatkan dan mengingatkan bahwa kita bisa dan mampu untuk sampai di titik ini, semoga kita berdua bisa menjadi orang yang sukses dan bisa mengangkat derajat kedua orang tua kita. Suatu saat jika kita sudah tidak satu kota lagi, penulis berharap kita dapat selalu menjaga silaturahmi ini sampai kapanpun. Dan yang terakhir terimakasih telah mengukir banyak kenangan dalam hidup penulis selama 4 tahun ini.
7. Kepada Bapak Ibrahim, S.T., M.T dan Ibu Ika Sulianti, S.T., M.T selaku pembimbing skripsi penulis, terimakasih atas bimbingan, kritikan dan saran yang telah bapak dan ibu berikan kepada penulis, dan terimakasih juga sudah selalu meluangkan waktunya disela kesibukan bapak dan ibu. Semoga bapak dan ibu sehat selalu dan dilancarkan segala urusannya.
8. Kepada teman-teman PJJ B'19 penulis ucapkan terimakasih atas segala kenangan, bantuan dan dukungannya selama 4 tahun ini, semoga kita semua kelak menjadi orang sukses dan dapat selalu membanggakan orang tersayang.

-Feby Rizky Amanda



## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir dengan judul Pengaruh Penambahan Lateks terhadap Campuran Aspal dan *Fly Ash* sebagai *Filler* pada Lapis *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC-WC). Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan Diploma IV Perancangan Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Sriwijaya.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan pengarahan dan bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan selesainya laporan kerja praktek ini kami ucapkan terima kasih kepada:

1. Yth. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Yth. Bapak Ibrahim, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya dan selaku Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir.
3. Yth. Bapak Ir. Kosim, M.T. selaku Ketua Program Studi Perancangan Jalan dan Jembatan Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Yth. Bapak Andi Herius, S.T., M.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Yth. Ibu Ika Sulianti, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2 Tugas Akhir.
6. Kedua orang tua yang telah memberikan bantuan moril serta materi dalam proses penyelesaian pembuatan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman kelas 8 PJJ B Jurusan Teknik Sipil Prodi Perancangan Jalan dan Jembatan Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberikan bantuan serta doa dalam penyelesaian penulisan Tugas Akhir.

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis sangat menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat kekurangan, baik dari segi isi maupun teknik penulisan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penting untuk

menyempurnakan tugas akhir ini. Tugas akhir ini dibuat, semoga dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, Agustus 2023

Penulis



## DAFTAR ISI

Halaman Sampul.....	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Lembar Penguji.....	iii
Lembar Persembahan.....	iv
Kata Pengantar.....	vii
Daftar Isi.....	ix
Daftar Tabel.....	xii
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Rumus.....	xvi
Ringkasan.....	xvii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Perkerasan Jalan .....	9
2.2.1 Struktur Perkerasan Lentur.....	10
2.3 Agregat .....	12
2.3.1 Jenis Agregat .....	12
2.3.2 Sifat Agregat sebagai Material Perkerasan Jalan .....	16
2.4 <i>Filler</i> .....	19
2.5 Aspal.....	20
2.5.1 Jenis Aspal.....	20
2.5.2 Sifat Aspal .....	22
2.5.3 Pemeriksaan Karakteristik Aspal.....	24
2.6 Lapisan <i>Asphalt Concrete - Wearing Course</i> (AC-WC) .....	25
2.7 Lateks (Karet Alam) .....	26

2.8 Abu Terbang ( <i>Fly ash</i> ) .....	27
2.9 Aspal Modifikasi .....	28
2.10 Karakteristik <i>Marshall</i> .....	29
2.11 Pengujian <i>Marshall</i> .....	31

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	32
3.2 Teknik Pengumpulan Data.....	32
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	32
3.4 Tahapan Penelitian.....	35
3.5 Persiapan Alat dan Material.....	36
3.6 Prosedur Pengujian Material.....	37
3.6.1 Pengujian Agregat.....	37
3.6.2 Prosedur Pengujian Aspal.....	49
3.6.3 Pengujian <i>Lateks</i> .....	57
3.6.4 Pengujian <i>Filler</i> .....	60
3.7 Pembuatan Benda Uji.....	61
3.7.1 Benda Uji Campuran Aspal Normal.....	61
3.7.2 Benda Uji Campuran Aspal dengan dan <i>Fly ash</i> .....	62
3.8 Campuran Aspal dengan Alat <i>Marshall</i> .....	62

### BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat.....	69
4.1.1 Analisa Saringan.....	70
4.1.2 Berat Jenis dan Penyerapan.....	76
4.1.3 Kadar Air dan Kadar Lumpur.....	80
4.1.4 Bobot Isi Gembur dan Padat.....	81
4.1.5 Kekerasan Agregat dengan Bejana Rudolf.....	85
4.1.6 Keausan Agregat Kasar dedngan Mesin <i>Los Angeles</i> .....	85
4.2 Hasil Pengujian <i>Filler</i> .....	87
4.2.1 Berat Jenis Semen.....	87
4.2.2 Berat Jenis <i>Fly Ash</i> .....	87
4.3 Hasil Pengujian Sifat Fisik Aspal.....	88

4.3.1 Berat Jenis Aspal.....	88
4.3.2 Berat Jenis Aspal dan Lateks.....	91
4.3.2 Titik Lembek Aspal.....	92
4.3.3 Penetrasi Aspal.....	92
4.3.4 Daktilitas Aspal.....	92
4.4 Hasil Pengujian Benda Uji Marshall.....	93
4.4.1 Hasil Pengujian Marshall Benda Uji Normal untuk Mendapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO).....	93
4.4.2 Hasil Pengujian Marshall dengan Kadar Aspal Optimum (KAO).....	98
4.4.3 Hasil Pengujian Marshall Campuran Kadar Aspal Normal dan Variasi Kadar Lateks.....	103
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	112
5.2 Saran.....	113
DAFTAR PUSTAKA.....	114
LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ukuran bukaan saringan.....	17
Tabel 2.2 Syarat gradasi bahan pengisi ( <i>filler</i> ) .....	20
Tabel 2.3 Komposisi Kimia pada Abu Terbang.....	28
Tabel 3.1 Daftar gradasi dan berat benda uji.....	48
Tabel 3.2 Perhitungan benda uji normal.....	62
Tabel 3.3 Perhitungan benda uji campuran aspal dengan lateks .....	62
Tabel 4.1 Hasil Rekapitulasi Pengujian Sifat Fisik Agregat Kasar.....	69
Tabel 4.2 Hasil Rekapitulasi Pengujian Sifat Fisik Agregat Halus.....	70
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Analisa Saringan Berat Kering Agregat Kasar1/2.....	71
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Analisa Saringan Berat Kering Agregat Kasar 1/1.....	72
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Analisa Saringan Berat Kering Agregat Halus.....	73
Tabel 4.6 Hasil Rancangan Agregat Gabungan.....	75
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar 1/2.....	77
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar 1/1.....	78
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus.....	79
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kadar Air dan Kadar Lumpur Agregat Kasar 1/2....	80
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Kadar Air dan Kadar Lumpur Agregat Kasar1/1.....	80
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Kadar Air dan Kadar Lumpur Agregat Halus.....	81
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Bobot Isi Agregat Kasar 1/2.....	82
Tabel 4.14 Hasil Pengujian Bobot Isi Agregat Kasar 1/1.....	83
Tabel 4.15 Hasil Pengujian Bobot Isi Gembur dan Padat Agregat Halus.....	84
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Kekerasan Agregat dengan Bejana Rudolf.....	85
Tabel 4.17 Gradasi dan Berat Benda Uji (gram).....	86
Tabel 4.18 Hasil Pengujian Kekerasan Agregat Kasar.....	86
Tabel 4.19 Hasil Pengujian Berat Jenis Semen.....	87
Tabel 4.20 Hasil Rekapitulasi Pengujian Sifat Fisik Aspal.....	88
Tabel 4.21 Hasil Pengujian Berat Jenis Aspal.....	89
Tabel 4.22 Hasil Pengujian Berat Jenis Aspal dengan campuran lateks 8%.....	89
Tabel 4.23 Hasil Pengujian Berat Jenis Aspal dengan campuran lateks 8,5%.....	89

Tabel 4.24 Hasil Pengujian Berat Jenis Aspal dengan campuran lateks 9% .....	90
Tabel 4.25 Hasil Pengujian Titik Lembek Aspal.....	91
Tabel 4.26 Hasil Pengujian Penetrasi Aspal.....	92
Tabel 4.27 Hasil Pengujian Daktilitas Aspal.....	92
Tabel 4.28 Rekapitulasi Hasil Rancangan Campuran untuk Mendapatkan KAO.....	93
Tabel 4.29 Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall untuk Mendapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO).....	94
Tabel 4.30 Rekapitulasi Hasil Rancangan Campuran untuk Mendapatkan KAO.....	99
Tabel 4.31 Rekapitulasi Hasil Rancangan Campuran untuk Mendapatkan KAO.....	99
Tabel 4.32 Rekapitulasi Hasil Pengujian Karakteristik Marshall pada Benda Uji Kadar Aspal Optimum (KAO) .....	104

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Agregat Kasar.....	14
Gambar 2.2 Agregat Halus.....	14
Gambar 2.3 <i>Filler</i> .....	15
Gambar 2.4 Agregat Kasar.....	15
Gambar 2.5 Agregat Halus.....	15
Gambar 2.6 Lapisan Aspal Beton AC-WC, AC-BC, dan AC-Base.....	25
Gambar 2.7 Karet Alam (Lateks).....	27
Gambar 2.8 <i>Fly ash</i> /Abu Terbang.....	28
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	35
Gambar 4.1 Grafik Gradasi Zona II Pasir Agak Kasar.....	74
Gambar 4.2 Grafik Gradasi Agregat Gabungan.....	76
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Kadar Aspal Normal dengan Nilai Stabilitas.....	94
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Kadar Aspal Normal dengan Nilai <i>Flow</i> .....	95
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Kadar Aspal Normal dengan Nilai VIM.....	95
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Kadar Aspal Normal dengan Nilai VMA.....	96
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Kadar Aspal Normal dengan Nilai VFA.....	97
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Kadar Aspal Normal dengan Nilai <i>Marshall Quotient</i> .....	97
Gambar 4.9 Grafik rekapitulasi hasil pengujian marshall untuk mendapatkan kadar aspal optimum (KAO).....	98
Gambar 4.10 Grafik Hubungan Kadar Aspal Optimum dengan Nilai Stabilitas.....	100
Gambar 4.11 Grafik Hubungan Kadar Aspal Optimum dengan Nilai <i>Flow</i> .....	100
Gambar 4.12 Grafik Hubungan Kadar Aspal Optimum dengan Nilai VIM.....	101
Gambar 4.13 Grafik Hubungan Kadar Aspal Optimum dengan Nilai VMA.....	102
Gambar 4.14 Grafik Hubungan Kadar Aspal Optimum dengan Nilai VFA.....	102
Gambar 4.15 Grafik Hubungan Kadar Aspal Optimum dengan Nilai <i>Marshall Quotient</i> .....	103
Gambar 4.16 Grafik Hubungan Variasi Kadar Aspal Normal dan Lateks dengan Nilai Stabilitas.....	105

Gambar 4.17 Grafik Hubungan Variasi Kadar Aspal Normal dan Lateks dengan Nilai <i>Flow</i> .....	106
Gambar 4.18 Grafik Hubungan Variasi Kadar Aspal Normal dan Lateks dengan Nilai VIM.....	107
Gambar 4.19 Grafik Hubungan Variasi Kadar Aspal Normal dan Lateks dengan Nilai VFA.....	108
Gambar 4.20 Grafik Hubungan Variasi Kadar Aspal Normal dan Lateks dengan Nilai VMA.....	109
Gambar 4.21 Grafik Hubungan Variasi Kadar Aspal Normal dan Lateks dengan Nilai Marshall Quotient.....	110



## DAFTAR RUMUS

Rumus 3.1 Modulus Halus Butir.....	39
Rumus 3.2 Berat Jenis Kering.....	42
Rumus 3.3 Berat Jenis Jenuh Kering Permukaan.....	43
Rumus 3.4 Penyerapan.....	43
Rumus 3.5 Kadar Air Agregat.....	44
Rumus 3.6 Kadar Lumpur Agregat.....	45
Rumus 3.7 Bobot Isi Padat.....	46
Rumus 3.8 Bobot Isi Gembur.....	46
Rumus 3.9 Keausan <i>Los Angeles</i> .....	49
Rumus 3.10 Berat Jenis Aspal.....	51
Rumus 3.11 Berat Jenis Aspal.....	59
Rumus 3.12 Berat Jenis Semen.....	61
Rumus 3.13 <i>Voids in Mix</i> (VIM).....	67
Rumus 3.14 <i>Void Mineral Agregate</i> (VMA).....	67
Rumus 3.15 Berat Jenis <i>Bulk</i> Agregat.....	67
Rumus 3.16 Berat Jenis Efektif Agregat.....	67
Rumus 3.17 Berat Jenis Maksimum Campuran.....	68
Rumus 3.18 Marshall Quotient (MQ).....	68

## RINGKASAN

### PENGARUH PENAMBAHAN LATEKS TERHADAP CAMPURAN ASPAL DAN *FLY ASH* SEBAGAI FILLER PADA LAPIS *ASPHALT CONCRETE - WEARING COURSE (AC-WC)*

Ibrahim, Ika Sulianti, Ikhsania Irna Ningsih, Feby Rizky Amanda

Seiring berjalannya waktu, konstruksi jalan terus berkembang dan bahan perkerasan jalan juga terus mengalami perkembangan. Lapis permukaan jalan harus mampu menahan tekanan roda kendaraan terberat dan tahan terhadap perubahan kondisi dan lingkungan di sekitarnya, maka diperlukan kualitas perencanaan campuran perkerasan jalan yang baik. Karet alam (lateks) sebagai zat aditif diharapkan mampu meningkatkan karakteristik dari perkerasan jalan seperti stabilitas, sedangkan abu terbang dari batu bara mengandung unsur pozzolan yang berfungsi sebagai bahan pengisi rongga, penambahan bahan tambah lateks dan penggunaan abu terbang (*fly ash*) sebagai *filler* dengan harapan dapat menghasilkan lapisan perkerasan *Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC)* yang lebih baik baik dan meningkatkan umur rencana pelayanan.

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Bahan Politeknik Negeri Sriwijaya. Pada penelitian ini menggunakan variasi kadar aspal 5%, 6%, dan 7%, kadar *filler* 6% dan variasi kadar lateks 8%; 8,5%; 9%.

Berdasarkan hasil pengujian Marshall dengan variasi kadar aspal 5%; 6%; dan 7%, didapatkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) yaitu 6,75%. Kadar lateks paling optimum dan memenuhi seluruh standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 pada kadar aspal KAO 6,75% dengan kadar lateks 9% dengan nilai stabilitas sebesar 2239,51 kg, nilai *flow* sebesar 3,86 mm, nilai VIM sebesar 4,31%, nilai VFA sebesar 74,96%, nilai VMA sebesar 16,81%, dan nilai *Marshall Quotient* sebesar 580,29 kg/mm. Pengujian menggunakan bahan tambah lateks dan *fly ash* dapat meningkatkan nilai karakteristik Marshall sehingga penggunaan lateks dan *fly ash* layak digunakan sebagai campuran pada lapis *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*.

Kata kunci : Aspal, Lateks, *Fly ash*, Jalan

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Seiring berjalannya waktu, konstruksi jalan terus berkembang dan bahan perkerasan jalan juga terus mengalami perkembangan. Jalan merupakan sarana transportasi darat yang penting dalam kehidupan sehari-hari untuk menghubungkan satu wilayah dengan wilayah yang lainnya. Dalam perkembangannya, terdapat dua jenis perkerasan jalan yang dipakai yaitu perkerasan jalan lentur atau perkerasan jalan beraspal dan perkerasan jalan kaku atau perkerasan jalan beton. Perkerasan jalan lentur paling banyak digunakan di Indonesia karena perkerasan jalan lentur menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan di bawahnya, sehingga mempunyai *flexibilitas*/kelenturan yang dapat menciptakan kenyamanan kendaraan dalam melintas jalan, selain itu perkerasan lentur merupakan perkerasan yang paling diminati pada struktur perkerasan jalan raya. Daya dukung yang besar sehingga mampu menerima beban lalu lintas kendaraan ditambah biaya konstruksi yang lebih ekonomis merupakan kelebihan dari perkerasan lentur dibandingkan dengan perkerasan lainnya (Ac-1 2018).

Peningkatan volume lalu lintas yang semakin pesat dapat mengakibatkan tingkat kerusakan seperti deformasi terhadap lapis permukaan jalan yang disebabkan oleh pengaruh beban lalu lintas yang berlebihan (*overload*), maka diperlukan kualitas campuran perkerasan jalan yang baik dan mempunyai daya tahan atau keawetan yang tinggi. Tujuannya adalah agar jalan yang akan dilalui kendaraan bermuatan berat tidak menyebabkan kerusakan terhadap jalan. Lapis permukaan jalan harus mampu menahan tekanan roda kendaraan terberat dan tahan terhadap perubahan kondisi dan lingkungan di sekitarnya, oleh karena itu lapis permukaan jalan harus terdiri dari bahan-bahan yang terbaik kualitasnya meskipun relatif mahal. Lapis permukaan jalan juga merupakan suatu campuran agregat yang harus menyatu kuat, yang disatukan atau diikat dengan bahan pengikat yang terbuat dari bahan aspal untuk mencegah aus akibat gerusan roda

kendaraan, serta memiliki kerapatan dan kepadatan yang tinggi untuk mencegah masuk atau meresapnya air kedalam lapisan di bawahnya. Kinerja optimum dari suatu lapisan perkerasan dapat dicapai melalui variasi campuran aspal dengan mengkombinasikan beberapa yang masing-masing sifatnya saling menguatkan apabila telah disatukan didalam satu campuran. Untuk mendapatkan stabilitas yang tinggi digunakan campuran berupa lateks sebagai bahan campuran aspal. Lateks merupakan salah satu jenis karet alam yang memiliki sifat daya tahan yang tinggi terhadap keretakan, mempunyai daya aus yang tinggi. Meningkatkan mutu campuran aspal dengan penambahan lateks sebagai zat aditif yang diharapkan bisa meningkatkan karakteristik dari perkerasan jalan, selain penambahan karet alam tersebut dilakukan pemanfaatan *fly ash*/abu terbang sebagai campuran *filler* terhadap campuran aspal lapis *Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC)*. *Fly ash*/abu terbang batu bara adalah partikel halus yang merupakan endapan dari tumpukan bubuk hasil pembakaran batu bara yang dikumpulkan dengan alat elektrostatik presipitator. Abu terbang batu bara termasuk dalam kategori limbah industri yang mempunyai potensi sangat tinggi untuk digunakan dalam konstruksi jalan raya. Abu terbang dari batu bara mengandung unsur pozzolan yang berfungsi sebagai bahan pengisi rongga, penambahan bahan tambah lateks dan penggunaan *fly ash* sebagai *filler* dengan harapan dapat menghasilkan lapisan perkerasan *Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC)* yang lebih baik baik dan meningkatkan umur rencana pelayanan.

Berdasarkan peneliti terdahulu, Andi Afriaziz, Nusa Sebayang, Ester Priskasari (2019) dalam penelitian berjudul “*Pengaruh Penambahan Karet Alam pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus dengan Filler Fly ash*”. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa dengan melakukan penambahan lateks dengan *filler* abu terbang dapat meningkatkan nilai stabilitas, *flow*, *Void Filled Asphalt (VFA)*, dan *Marshall Quotient* dan mengalami penurunan pada nilai *Void in mix (VIM)* dan *Void in mineral aggregate (VMA)*. Penelitian lain juga dilakukan oleh Iyan Irnandi Rahmawan (2019) yang berjudul “*Pengaruh Penambahan Karet Alam (Lateks) pada Campuran Aspal HRS-WC dengan Abu Terbang (Fly ash) sebagai Filler*”. Hasil dari penelitian tersebut menjelaskan bahwa dari proses penambahan

lateks dengan *filler fly ash* dinyatakan layak untuk dicampurkan pada campuran HRS-WC karena dapat meningkatkan stabilitas, *flow*, *Void in mix* (VIM), *Void in mineral aggregate* (VMA), *Void Filled Asphalt* (VFA), dan *Marshall Quotient*. Selain itu penelitian lain oleh Anas Tahir (2009) yang berjudul, “*Karakteristik Campuran Beton Aspal (AC-WC) dengan Menggunakan Variasi Kadar Filler Abu Terbang Batu Bara*”. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan nilai fleksibilitas dan durabilitas campuran mengalami peningkatan. Penelitian lain dilakukan oleh Fauzie Nursandah, Moch. Zaenuri (2019) yang berjudul, “*Penelitian Penambahan Karet Alam (Lateks) pada Campuran Laston AC-WC terhadap Karakteristik Marshall*”. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa nilai stabilitas meningkat, nilai *Flow* meningkat, nilai MQ meningkat, nilai VIM meningkat, nilai VMA meningkat, nilai VFB meningkat.

Berdasarkan uraian diatas dapat menunjukkan bahwa penambahan lateks pada campuran aspal dan penggunaan *fly ash* sebagai *filler* dalam campuran aspal dapat meningkatkan nilai stabilitas dan *flow* pada aspal. Campuran aspal dengan nilai *flow* tinggi dapat menghasilkan lapis perkerasan yang plastis sehingga perkerasan akan mudah mengalami perubahan bentuk, sehingga hal ini diharapkan dapat memperpanjang umur pelayanan konstruksi jalan.

Penelitian ini akan menggabungkan karet alam dan *fly ash* dalam satu campuran aspal, oleh karena itu peneliti melakukan penelitian dengan judul “*Pengaruh Penambahan Lateks terhadap Campuran Aspal dan Fly Ash sebagai Filler pada Lapis Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC)*”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Beberapa rumusan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa nilai kadar aspal optimum (KAO) yang digunakan untuk penambahan lateks terhadap campuran aspal dan *fly ash* sebagai *filler* pada lapis *Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC)*?
2. Berapa kadar lateks paling optimum dan memenuhi seluruh standard spesifikasi umum Binamarga 2018 revisi 2?

3. Bagaimana pengaruh penambahan lateks terhadap campuran aspal dan *fly ash* sebagai *filler* pada lapis *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC-WC)?

### 1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai kadar aspal optimum (KAO) yang digunakan untuk penambahan lateks terhadap campuran aspal dan *fly ash* sebagai *filler* pada lapis *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC-WC).
2. Mengetahui kadar lateks paling optimum dan memenuhi seluruh standard spesifikasi umum Binamarga 2018 revisi 2.
3. Mengetahui pengaruh penambahan lateks terhadap campuran aspal dan *fly ash* sebagai *filler* pada lapis *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC-WC).

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah pengetahuan tentang karakteristik dari *fly ash* dalam fungsinya sebagai *filler* pada campuran aspal beton.
2. Menambah pengetahuan tentang nilai kadar aspal optimum campuran aspal dengan menggunakan lateks.
3. Meningkatkan pengetahuan tentang campuran aspal dan bahan tambahannya.

### 1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini terdapat batasan-batasan masalah, yaitu sebagai berikut.

1. Jenis campuran aspal pada penelitian ini menggunakan lateks dan abu terbang (*fly ash*) sebagai *filler*.
2. Pengujian campuran aspal pada pekerasan *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC-WC) menggunakan alat uji *marshall*.
3. Kadar *fly ash* yang digunakan sebagai campuran *filler* dengan kadar 7%.
4. Kadar lateks yang digunakan pada campuran aspal dengan variasi kadar 8% ;8,5%; 9%.

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pokok-pokok bahasan dalam bab ini adalah latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini berisi teori-teori yang relevan dan memiliki keterkaitan dengan topik permasalahan yang akan dijadikan sebagai landasan atau acuan penelitian.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menguraikan tentang waktu dan lokasi penelitian, rencana kerja penelitian, teknik pengumpulan data, diagram alir proses penelitian, tahapan penelitian serta prosedur-prosedur penelitian, mulai dari awal hingga akhir dari penelitian. Bab ini juga menjelaskan metode-metode yang digunakan dalam penelitian.

### **BAB IV PEMBAHASAN**

Bab ini berisi informasi mengenai hasil pengujian sifat fisik agregat, hasil pengujian filler, hasil pengujian sifat fisik aspal, hasil pengujian getah karet, hasil pembahasan, dan analisis data terhadap nilai karakteristik campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)*.

### **BAB V PENUTUP**

Pada bab ini kesimpulan dari pembahasan pada bab sebelumnya dan saran untuk melakukan pengembangan pada penelitian sejenis selanjutnya.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian ini peneliti menggunakan lateks sebagai campuran aspal dan penambahan *fly ash* sebagai campuran *filler* yang didasari oleh literatur atau referensi yang berhubungan dengan objek pembahasan. Referensi bertujuan untuk memberikan batasan-batasan terhadap pembahasan dari penelitian yang akan dikembangkan serta agar dapat menghasilkan hasil yang lebih baik dari referensi penelitian sebelumnya. Referensi penelitian terdahulu yang peneliti dapatkan dapat dilihat pada uraian berikut.

1. Hasil penelitian Iyan Irnandi Rahmawan (2019)

Penelitian Iyan Irnandi Rahmawan (2019), berjudul “*Pengaruh Penambahan Karet Alam (Lateks) pada Campuran Aspal HRS-WC dengan Abu Terbang (Fly ash) sebagai Filler*”. Penelitian ini dilakukan dengan harapan dengan melakukan penambahan bahan tambah lateks dan penggunaan *fly ash* sebagai *filler* dapat menghasilkan lapisan perkerasan HRS-WC yang lebih baik dan dapat memperpanjang umur rencana pelayanan. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi ITN Malang pada tanggal 2 April 2019 sampai 10 April 2019. Pada penelitian ini menggunakan variasi kadar aspal 7%; 7,5%; 8%, variasi kadar *fly ash* 4%; 5%; 6%; dan variasi kadar lateks 7%, 8%, 9% untuk mencari kadar campuran yang optimum, ditinjau dari nilai karakteristik Marshall.

Hasil pengujian mendapatkan kadar optimum dengan nilai kadar aspal 7,5%. Menghasilkan nilai karakteristik Marshall dengan Stabilitas 954,38 kg, Flow 4,20%, VIM 4,03%, VMA 19,08%, Marshall Quotient 229,20 kg/mm, VFA 79,90%. Hasil pengujian mendapatkan campuran optimum dengan nilai kadar aspal 7,5%, kadar *fly ash* 4% dan kadar lateks 9%. Menghasilkan nilai karakteristik Marshall dengan Stabilitas 1104,72 kg (Naik 15,75%), Flow 3,40% (Turun 19,05%), VIM 4,85% (Naik 20,35%), VMA 19,77% (Naik 3,62%), Marshall Quotient 317,67 kg/mm (Naik

38,6%), VFA 75,24% (Turun 5,83%). Semua hasil pengujian pada campuran optimum memenuhi persyaratan spesifikasi HRS–WC yang telah ditetapkan oleh Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga 2018. Hasil Analisa korelasi sebesar 0,99899, hal ini menyatakan adanya hubungan yang kuat. Hasil pengujian hipotesis didapatkan adanya pengaruh variasi kadar lateks, variasi kadar *fly ash*, dan variasi kadar aspal pada nilai karakteristik marshall.

2. Hasil penelitian Andi Afriaziz, Nusa Sebayang, Ester Priskasari (2019)

Penelitian Andi Afriaziz, Nusa Sebayang, Ester Priskasari (2019) yang berjudul, “*Pengaruh Penambahan Karet Alam pada Campuran Aspal Beton Lapis Atas dengan Filler Fly ash*”. Penelitian ini bertujuan untuk mengkombinasikan karet alam dengan menggunakan *filler* abu terbang batu bara pada campuran perkerasan AC–WC. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen yang dilakukan di laboratorium. Pada penelitian ini menggunakan variasi kadar aspal 5%; 5,5%; 6%; 6,5%; dan 7%. Sampel benda uji yang dibuat berjumlah 5 benda uji tiap kadar aspal dan didapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 6% kemudian di variasikan dengan kadar karet alam sebesar 6%, 7%, 8%, 9%, 10%. Hasil pengujian mendapatkan Kadar Karet Alam Optimum (KKAO) sebesar 8%. Dari KKAO tersebut didapatkan nilai Stabilitas 1191,2 kg, *Flow* 3,55%, VIM 3,98%, VMA 17,61%, *Marshall Quotient* 335,8 kg/mm, VFA 77,35%. Semua hasil pengujian pada KKAO memenuhi persyaratan spesifikasi AC–WC yang telah ditetapkan oleh peraturan Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga 2018.

3. Hasil penelitian Anas Tahir (2009)

Penelitian Anas Tahir (2009) yang berjudul, “*Karakteristik Campuran Beton Aspal (AC-WC) dengan Menggunakan Variasi Kadar Filler Abu Terbang Batu Bara*”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar nilai karakteristik *Marshall* pada campuran beton aspal dengan menggunakan *filler* abu terbang batu bara. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu dengan suatu percobaan untuk mendapatkan hasil,

dengan demikian akan terlihat pemanfaatan *filler* abu terbang batu bara pada konstruksi beton aspal dengan variasi kadar *filler* 4%, 5%, 6%, 7%, 8% terhadap total campuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *filler* abu terbang batu bara akan mempengaruhi karakteristik campuran beton aspal. Semakin banyak *filler* abu terbang batu bara yang digunakan, menyebabkan nilai stabilitas semakin meningkat. Pada kadar *filler* abu terbang batu bara 4% nilai stabilitas yang didapatkan sebesar 1518.124 kg, pada saat kadar *filler* abu terbang batu bara ditambahkan sampai pada kadar 8%, nilai stabilitas meningkat menjadi 1640.499 kg. Nilai fleksibilitas mengalami peningkatan seiring pertambahan kadar *filler* abu terbang batu bara. Dengan peningkatan rata-rata sebesar 14,87% dari kadar *filler* abu terbang batu bara 4% sampai 8% menunjukkan bahwa campuran lebih bersifat kaku. Durabilitas campuran mengalami peningkatan seiring pertambahan kadar *filler* abu terbang batu bara. Pada saat campuran menggunakan variasi kadar *filler* abu terbang batu bara sebesar 4%, memiliki nilai durabilitas sebesar 91.433%, setelah divariasikan dengan kadar *filler* abu terbang batu bara sampai pada 8%, nilai durabilitas meningkat menjadi 95.703%, dengan rata-rata peningkatan sebesar 2.02%.

4. Hasil penelitian Fauzie Nursandah, Moch. Zaenuri (2019)

Penelitian Fauzie Nursandah, Moch. Zaenuri (2019) yang berjudul, “*Penelitian Penambahan Karet Alam (Lateks) pada Campuran Laston AC-WC terhadap Karakteristik Marshall*”. Penelitian ini bertujuan untuk mencari nilai karakteristik pada laston AC-WC pada nilai KAO dengan penambahan variasi lateks 3%, 5%, 7%, 9%, dan 11% dari total berat aspal pada benda uji. Pengujian menggunakan alat uji Marshall didapat nilai KAO sebesar 6,20% dari campuran laston AC-WC dengan variasi lateks 7% terhadap total berat aspal pada benda uji dimana semua perhitungan dan penelitian menggunakan alat uji marshall memenuhi. Didapat nilaistabilitas 1349,63 kg, nilai *Flow* 3,49 mm, nilai MQ 397,78 kg/mm, nilai VIM 4,35 %, nilai VMA 16,39 %, nilai VFB 72,62.

## 2.2 Perkerasan Jalan

Menurut Saodang (2005), perkerasan jalan adalah lapisan konstruksi yang dipasang di atas tanah dasar badan jalan pada jalur lalu lintas yang bertujuan untuk menerima dan menahan beban langsung dari lalu lintas. Menurut Sukirman (1999), berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas:

1. Konstruksi 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. Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan permukaan (*surface course*), lapisan pondasi atas (*base course*), lapisan pondasi bawah (*sub base course*), lapisan tanah dasar (*subgrade*).
2. Konstruksi 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 lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.
3. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

Keuntungan menggunakan perkerasan lentur (Sukirman 1999) adalah sebagai berikut:

1. Dapat digunakan pada daerah dengan perbedaan penurunan (*differential settlement*) terbatas;
2. Mudah diperbaiki;
3. Tambahan lapisan perkerasan dapat dilakukan kapan saja;
4. Memiliki tahanan geser yang baik;
5. Warna perkerasan memberikan kesan tidak silau bagi pemakai jalan;

6. Dapat dilaksanakan bertahap, terutama pada kondisi biaya pembangunan terbatas atau kurangnya data untuk perencanaan.

Kerugian menggunakan perkerasan lentur (Sukirman 1999) adalah sebagai berikut:

1. Tebal total struktur perkerasan lebih tebal dari pada perkerasan kaku;
2. Kelenturan dan sifat kohesi berkurang selama masa pelayanan;
3. Frekwensi pemeliharaan lebih sering daripada menggunakan perkerasan kaku;
4. Tidak baik digunakan jika sering digenangi air;
5. Membutuhkan agregat lebih banyak.

### **2.2.1 Struktur Perkerasan Lentur**

Struktur dari perkerasan lentur ini terdiri dari beberapa lapisan. Lapisan itu sendiri terdiri dari yang paling atas lapisan permukaan (*surface course*) yaitu lapis aus dan lapis antara, setelah dilanjutkan dengan lapisan pondasi yaitu lapis pondasi atas (*base course*) dan lapis pondasi bawah (*subbase course*). Serta yang paling bawah yaitu tanah dasar (*subgrade*). Setiap lapisan mempunyai peran untuk memikul beban lalu lintas dimana beban lalu lintas yang terpusat disalurkan ke lapisan dibawahnya dengan menyebarkan dari beban itu sendiri.

#### **1. Lapis Permukaan (*surface course*)**

Menurut Sukirman (1999) Lapis permukaan merupakan lapisan yang paling atas dari struktur perkerasan lentur, yang mempunyai fungsi sebagai berikut:

- a. Lapis penahan beban vertikal dari kendaraan, oleh karena itu lapisan harus memiliki stabilitas yang tinggi.
- b. Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atas lapis permukaan tidak meresap ke lapis di bawahnya yang berakibat rusaknya struktur perkerasan jalan.
- c. Lapis yang menyebarkan beban ke lapis pondasi.
- d. Lapis aus (*wearing course*) lapisan yang langsung berhubungan dengan roda kendaraan sehingga menerima gesekan dan getaran roda dari kendaraan hingga mudah menjadi aus.

Menurut Sukirman (2010), lapis permukaan perkerasan lentur menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya sehingga menghasilkan lapis yang kedap air, berstabilitas tinggi, dan memiliki daya tahan selama masa pelayanan. Lapis permukaan ini terdiri dari lapis aus dan antara, perbedaan dari kedua lapis ini yaitu dikarenakan lapis aus (*wearing course*) berada dipaling atas maka mengakibatkan kontak langsung dengan roda kendaraan, hujan, dingin, dan panas sehingga lapis paling atas ini cepat menjadi rusak dan aus. Sedangkan lapis antara (*binder course*) berfungsi untuk memikul beban lalu lintas dan mendistribusikannya ke lapis pondasi.

## 2. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapisan pondasi atas (*Base Course*). Lapis pondasi atas adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi bawah dan lapisan permukaan. Mempunyai fungsi sebagai:

- a. Bagian perkerasan yang menahan gaya dari beban roda dan menyebarkan ke lapisan bawahnya.
- b. Sebagai lapisan peresapan untuk pondasi bawah.
- c. Memberikan bantalan terhadap lapisan permukaan (pemikul beban horizontal dan vertikal).

## 3. Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase*)

Lapis pondasi bawah adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar. Mempunyai fungsi sebagai :

- a. Bagian dari konstruksi perkerasan menyebarkan beban roda ke tanah dasar.
- b. Mengurangi tebal lapisan di atasnya yang lebih mahal.
- c. Efisiensi penggunaan material. Material pondasi bawah lebih relatif murah dibandingkan yang berada di atas.
- d. Lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar ke lapis atas.
- e. Sebagai lapisan peresapan agar air tanah tidak mengumpul di pondasi maupun di tanah dasar.

- f. Sebagai lapisan pertama agar pelaksanaan pekerjaan dapat berjalan lancar.

#### 4. Lapis Tanah Dasar (*Subgrade*)

Lapisan tanah setebal 50-100 cm yang terletak di bawah ketiga lapisan diatas merupakan lapis tanah dasar (*subgrade*). Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan. Jika tanah aslinya baik, tanah yang didatangkan dari daerah lain dan dipadatkan atau tanah yang distabilisasi dengan kapur atau bahan lainnya. Pemadatan yang baik diperoleh jika dilakukan pada kadar air optimum dan diusahakan kadar air tersebut konstan selama umur rencana. Ditinjau dari muka tanah asli, maka lapis tanah dasar dibedakan atas:

- a. Lapisan tanah dasar, tanah galian.
- b. Lapisan tanah dasar, tanah timbunan.
- c. Lapisan tanah dasar, tanah asli.

### 2.3 Agregat

Agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan padat. Menurut ASTM agregat merupakan suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen. Menurut Sukirman (2003) Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90-95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75-85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain.

#### 2.3.1 Jenis Agregat

Menurut Sukirman (2016), agregat dapat dibedakan berdasarkan proses terjadinya, pengolahan, dan ukuran butirnya.

1. Berdasarkan proses terjadinya



a. Agregat Beku (*Igneous Rock*)

Agregat beku (*igneous rock*) adalah agregat yang berasal dari magma yang mendingin dan membeku. Agregat beku dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

- Agregat beku luar (*extusive igneous rock*) dibentuk dari magma yang keluar ke permukaan bumi di saat gunung berapi meletus, dan akibat pengaruh cuaca mengalami pendinginan dan membeku. Pada umumnya agregat beku luar berbutir halus seperti batu apung, *andesit, basalt, obsidian, pumice*.
- Agregat beku dalam (*intrusive igneous rock*) dibentuk dari magma yang tak dapat keluar ke permukaan bumi, mengalami pendinginan dan membeku secara perlahan-lahan di dalam bumi, dapat ditemui di permukaan bumi karena proses erosi dan atau gerakan bumi. Agregat beku dalam umumnya bertekstur kasar seperti *gabbro, diorite, syenit*.

b. Agregat Sedimen (*Sedimentary Rock*)

Agregat sedimen (*sedimentary rock*) dapat berasal dari campuran partikel mineral, sisa-sisa hewan dan tanaman yang mengalami pengendapan dan pembekuan. Pada umumnya merupakan lapisan-lapisan pada kulit bumi, hasil endapan di danau, laut dan sebagainya. Ses mekanik, organis, dan kimiawi.

c. Agregat Metamorfik (*Metamorphic Rock*)

Agregat metamorfik (*metamorphic rock*) adalah agregat sedimen ataupun agregat beku yang mengalami proses perubahan bentuk akibat adanya perubahan tekanan dan temperature kulit bumi. Berdasarkan strukturnya dapat dibedakan atas agregat metamorf yang masif seperti marmer, kwarsit dan agregat metamorf yang berfoliasi, berlapis seperti batu sabak, *filit, sekis*.

2. Berdasarkan Pengolahannya

a. Agregat Siap Pakai

Agregat siap pakai adalah agregat yang dapat dipergunakan sebagai material perkerasan jalan dengan bentuk dan ukuran sebagaimana

diperoleh di lokasi asalnya, atau dengan sedikit proses pengolahan. Agregat ini terbentuk melalui proses erosi dan degradasi. Agregat ini juga sering disebut sebagai agregat alam. Dua bentuk dan ukuran agregat alam yang sering dipergunakan sebagai material perkerasan jalan yaitu kerikil dan pasir.

b. Agregat yang perlu diolah terlebih dahulu sebelum dipakai

Agregat ini merupakan agregat yang diperoleh di bukit-bukit, di gunung-gunung, ataupun di sungai-sungai. Agregat yang berasal dari gunung, bukit, sungai yang perlu melalui proses pengolahan terlebih dahulu di mesin pemecah batu, umumnya lebih baik sebagai material perkerasan jalan, karena mempunyai bidang pecahan, bertekstur kasar dan ukuran agregat sesuai yang diinginkan. Disamping itu terdapat pula agregat yang merupakan hasil olahan pabrik seperti semen dan kapur, atau limbah, atau limbah industri seperti abu terbang.

3. Berdasarkan ukuran butirnya

*The Asphalt Institut* dan *Deskrimpraswil* dalam *Spesifikasi Baru Campuran Panas, 2002* membedakan agregat menjadi:

- a. Agregat kasar, adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari saringan No. 8 (2,36 mm).



Gambar 2.1 Agregat Kasar

- b. Agregat halus, adalah agregat dengan ukuran butir lebih halus dari saringan No. 8 (2,36 mm).



Gambar 2.2 Agregat Halus

- c. Bahan pengisi (*filler*), adalah bagian dari agregat halus yang lolos saringan No. 30 (0,60 mm).



Gambar 2.3 *Filler*

Bina Marga membedakan agregat menjadi:

- a. Agregat kasar, adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari saringan No. 4 (4,75 mm).



Gambar 2.4 Agregat Kasar

- b. Agregat halus, adalah agregat dengan ukuran butir lebih halus dari saringan No. 4 (4,75 mm).



Gambar 2.5 Agregat Halus

### 2.3.2 Sifat Agregat sebagai Material Perkerasan Jalan

Menurut Sukirman (2003), sifat agregat merupakan salah satu faktor penentu kemampuan perkerasan jalan memikul beban lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca. Oleh karena itu perlu pemeriksaan yang teliti sebelum diputuskan apakah suatu agregat dapat digunakan sebagai material perkerasan jalan. Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai material perkerasan jalan adalah gradasi, kebersihan, kekerasan dan ketahanan agregat, bentuk butir, tekstur permukaan, porositas, kemampuan untuk menyerap air, berat jenis, dan daya ikat aspal dengan agregat.

Menurut Saodang (2005), Agregat di Indonesia umumnya mempunyai daya serap yang tinggi (misal absorpsi bitumen rata-rata sekitar 2% terhadap berat campuran aspal), demikian juga pasir bervariasi mulai dari pasir vulkanis yang sangat bear friksinya, pasir yang sukar dipadatkan dan pasir laut yang lembut mudah dipadatkan tapi campuran aspalnya relatif rendah kekuatannya.

Untuk memastikan bahwa campuran aspal dapat dibuat baik diperlukan serangkaian test untuk agregat dan campurannya, oleh karena itu perlu pemeriksaan yang teliti sebelum diputuskan suatu agregat dapat dipergunakan sebagai material perkerasan jalan. Menurut Sukirman (2016), Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai material perkerasan jalan adalah sebagai berikut:

1. Gradasi Agregat

Gradasi agregat merupakan sifat yang sangat luas pengaruhnya terhadap kualitas perkerasan secara keseluruhan. Gradasi adalah susunan butir

agregat sesuai ukurannya. Ukuran butir agregat dapat diperoleh melalui pemeriksaan analisis saringan. Satu set saringan umumnya terdiri dari beberapa ukuran saringan. Gradasi agregat dapat diperiksa dengan melakukan pengujian analisa saringan berdasarkan SNI ASTM C 1360-06-2012. Ukuran saringan dalam ukuran panjang menunjukkan ukuran bukaan, sedangkan nomor saringan menunjukkan banyaknya bukaan dalam 1 inci panjang, seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Ukuran Bukaan Saringan

<b>Ukuran Saringan</b>	<b>Bukaan (mm)</b>	<b>Ukuran Saringan</b>	<b>Bukaan (mm)</b>
4 inch	100	3/8 inch	9,5
3 ½ inch	90	No. 4	4,75
3 inch	75	No. 8	2,36
2 ½ inch	63	No. 16	1,18
2 inch	50	No. 30	0,6
1 ½ inch	37,5	No. 50	0,3
1 inch	25	No. 100	0,15
¾ inch	19	No. 200	0,075
½ inch	12,5		

(Sumber : SNI 03-1968-1990)

Menurut Sukirman (2016), agregat bergradasi buruk tidak memenuhi persyaratan gradasi baik. Terdapat berbagai macam nama gradasi agregat yang dapat dikelompokkan ke dalam agregat bergradasi buruk, seperti:

- a. Agregat bergradasi seragam, adalah agregat yang hanya terdiri dari butir-butir agregat berukuran sama atau hampir sama. Campuran agregat ini mempunyai rongga antar butir yang cukup besar, sehingga sering dinamakan juga agregat bergradasi terbuka. Rentang distribusi ukuran

butir yang ada pada agregat bergradasi seragam tersebar pada rentang yang sempit.

- b. Agregat bergradasi terbuka, adalah agregat yang distribusi ukuran butirnya sedemikian rupa sehingga rongga-rongganya tidak terisi dengan baik.
- c. Agregat bergradasi senjang adalah agregat yang distribusi ukuran butirnya tidak menerus, atau ada bagian ukuran yang tidak ada, jika ada hanya sedikit sekali.

## 2. Ukuran Maksimum Agregat

Ukuran maksimum agregat adalah satu saringan atau ayakan yang lebih besar dari ukuran nominal maksimum, dapat dinyatakan dengan:

- a. Ukuran Maksimum Agregat, menunjukkan ukuran saringan terkecil bilamana agregat yang lolos saringan tersebut sebanyak 100%.
- b. Ukuran Nominal Maksimum Agregat, menunjukkan ukuran saringan terbesar bilamana agregat tertahan tidak lebih dari 10%.

## 3. Kebersihan Agregat (*Cleanliness*)

Kebersihan agregat ditentukan dari banyaknya butir-butir halus yang lolos saringan No. 200, seperti adanya lempung, lanau, ataupun adanya tumbuh-tumbuhan pada campuran agregat.

## 4. Daya Tahan Agregat

Daya tahan agregat merupakan ketahanan agregat terhadap adanya penurunan mutu akibat proses mekanis dan kimiawi. Agregat dapat mengalami degradasi yaitu perubahan gradasi akibat pecahnya butir-butir agregat. Kehancuran agregat dapat disebabkan oleh proses mekanis, seperti gaya-gaya yang terjadi selama proses pelaksanaan jalan, pelayanan terhadap beban lalu lintas, dan proses kimiawi, seperti pengaruh kelembaban, kepanasan dan perubahan suhu sepanjang hari. Ketahanan agregat terhadap degradasi diperiksa dengan pengujian abrasi menggunakan alat abrasi *Los Angeles*, sesuai dengan SNI- 2417-2008.

## 5. Bentuk dan Tekstur Agregat

Berdasarkan bentuknya, partikel atau butir agregat dikelompokkan menjadi berbentuk bulat, lonjong, pipih, kubus, tak beraturan, atau mempunyai bidang pecahan.

#### 6. Berat Jenis Agregat dan Penyerapan

Di dalam perhitungan rancangan campuran dibutuhkan parameter penunjuk berat yaitu berat jenis agregat. Berat jenis agregat adalah perbandingan antara berat volume agregat dan berat volume air. Agregat dengan berat jenis kecil, mempunyai volume yang besar atau berat yang ringan. Terdapat beberapa jenis berat jenis agregat (*specific gravity*) yaitu sebagai berikut:

##### a. Berat Jenis Curah Kering (*Bulk Specific Gravity*)

Berat jenis yang merupakan perbandingan antara berat dari satuan volume agregat (termasuk rongga yang *impermeable* dan *permeable* di dalam butir partikel, tetapi tidak termasuk rongga antara butiran partikel) pada suatu temperatur tertentu terhadap berat di udara dari air suling bebas gelembung dalam volume yang sama pada suatu temperatur tertentu.

##### b. Berat Jenis Curah Jenuh Kering Permukaan (*Saturated Surface Dry*)

Berat jenis yang merupakan perbandingan antara berat dari satuan volume agregat (termasuk berat air yang terdapat di dalam rongga akibat perendaman selama  $(24 \pm 4)$  jam, tetapi tidak termasuk rongga antara butiran partikel) pada suatu temperatur tertentu terhadap berat di udara dari air suling bebas gelembung dalam volume yang sama pada suatu temperatur tertentu.

##### c. Berat jenis semu *apparent* (*Apparent Specific Gravity*)

Berat jenis yang merupakan perbandingan antara berat dari satuan volume suatu bagian agregat yang impermiabel pada suatu temperatur tertentu terhadap berat di udara dari air suling bebas gelembung dalam volume yang sama pada suatu temperatur tertentu.

##### d. Penyerapan Air (*Absorption*)

Penyerapan air adalah penambahan berat dari suatu agregat akibat air yang meresap ke dalam pori-pori, tetapi belum termasuk air yang

tertahan pada permukaan luar partikel, dinyatakan sebagai persentase dari berat keringnya; agregat dikatakan "kering" ketika telah dijaga pada suatu temperatur  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  dalam rentang waktu yang cukup untuk menghilangkan seluruh kandungan air yang ada (sampai beratnya tetap)

#### 2.4 *Filler*

Menurut Risky Aynin Hamzah *et all* (2016), *filler* merupakan material pengisi dalam lapisan aspal. *Filler* dalam campuran beton aspal adalah bahan yang 100% lolos saringan No. 100 dan paling kurang 75% lolos saringan No. 200. Fungsi *filler* yaitu untuk mengisi rongga antar agregat halus dan kasar yang dapat diperoleh dari hasil pemecahan batuan secara alami maupun buatan. Macam bahan pengisi yang dapat digunakan ialah abu batu, kapur padam, *portland cement* (PC), debu *dolomite*, abu terbang, debu tanur tinggi pembuat semen atau bahan mineral tidak plastis lainnya.

Bahan pengisi bertujuan untuk meningkatkan kekentalan bahan bitumen dan untuk mengurangi sifat rentan terhadap temperatur. Keuntungan lain dengan adanya bahan pengisi adalah karena banyak terserap dalam bahan bitumen maka akan menaikkan volumenya. Selain itu bahan pengisi (*filler*) dapat mengurangi volume pori-pori atau rongga sehingga dapat meningkatkan kepadatan dan dapat menurunkan permeabilitas campuran aspal. Berikut ini adalah Tabel 2.2 yang berisi tentang ketentuan mengenai bahan pengisi (*Filler*).

Tabel 2.2 Syarat gradasi bahan pengisi (*filler*)

Ukuran Saringan	% Lolos
No. 30 (0,59 mm)	100
No. 50 (0,279 mm)	95 – 100
No. 100 (0,149 mm)	90 – 100
No. 200 (0,075 mm)	65 – 100

(Sumber: Bina Marga, 1995)

#### 2.5 *Aspal*

Menurut Hardiyatmo (2013) aspal didefinisikan material hasil penyaringan minyak mentah dan merupakan hasil dari industri perminyakan. Aspal merupakan



material untuk perekat, yang berwarna coklat gelap sampai hitam dengan unsur pokok yang dominan adalah bitumen. Aspal dapat diperoleh di alam ataupun merupakan residu dari pengilangan minyak bumi. Aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Jadi, aspal akan mencair jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, dan kembali membeku jika temperatur turun.

### 2.5.1 Jenis Aspal

Menurut Sukirman (2016), berdasarkan tempat diperolehnya, aspal dibedakan atas aspal alam dan aspal minyak. Aspal alam yaitu aspal yang didapatkan di suatu tempat di alam dan dapat digunakan sebagaimana diperolehnya atau dengan sedikit pengolahan. Aspal minyak adalah aspal yang merupakan residu pengilangan minyak bumi.

#### 1. Aspal Alam

Aspal alam ada yang diperoleh di gunung-gunung seperti aspal di Pulau Buton, dan ada pula yang diperoleh di danau seperti di Trinidad. Aspal alam terbesar di dunia terdapat di Trinidad, berupa aspal danau (*Trinidad Lake Asphalt*). Indonesia memiliki aspal alam yaitu di Pulau Buton, yang berupa aspal gunung, terkenal dengan nama Asbuton (Aspal Batu Buton). Asbuton merupakan campuran antara bitumen dengan bahan mineral lainnya dalam bentuk batuan. Karena asbuton merupakan mineral yang ditemukan begitu saja di alam, maka kadar bitumen yang dikandungnya sangat bervariasi dari rendah sampai tinggi.

Produk asbuton dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu:

- a. Produk asbuton yang masih mengandung material *filler*, seperti asbuton kasar, asbuton halus, asbuton mikro, dan *butonite mastic asphalt*.
- b. Produk asbuton yang telah dimurnikan menjadi aspal murni melalui proses ekstraksi atau proses kimiawi.

#### 2. Aspal Minyak

Setiap minyak bumi yang menghasilkan residu jenis *asphaltic base crude oil* yang banyak mengandung aspal, *parafin base crude oil* yang banyak

mengandung parafin atau *mix base crude* yang banyak mengandung campuran antara parafin dan aspal. Untuk perkerasan jalan umumnya digunakan aspal minyak jenis *asphaltic base crude oil*. Jika di lihat bentuknya pada temperatur ruang, aspal minyak di bedakan atas:

a. Aspal padat

Aspal padat adalah aspal yang berbentuk padat atau semi padat pada suhu ruang dan menjadi cair jika dipanaskan. Aspal padat dikenal dengan nama semen aspal (*asphalt cement*).

b. Aspal cair

Aspal cair (*cutback asphalt*) yaitu aspal yang berbentuk cair pada suhu ruang. Aspal cair merupakan semen aspal yang dicairkan dengan bahan pencair hasil penyulingan minyak bumi seperti minyak tanah, bensin, atau solar.

c. Aspal emulsi

Aspal emulsi (*emulsified asphalt*) adalah suatu campuran aspal dengan air atau bahan pengemulsi, yang dilakukan di pabrik pencampur. Aspal emulsi ini lebih cair daripada aspal cair. Di dalam aspal emulsi, butir-butir aspal larut dalam air. Untuk menghindari butiran aspal saling menarik membentuk butir-butir yang lebih besar maka butiran tersebut diberi muatan listrik.

### 2.5.2 Sifat Aspal

Menurut Sukirman (2003), aspal atau dalam istilah baku asphalt bitumen terdiri dari unsur carbon (C) sebagai komponen utama yaitu  $\pm 80\%$ . Aspal yang dipergunakan pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai;

1. Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat itu sendiri.
2. Bahan pengisi, mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri.
3. Bahan pengikat antara lapisan pekerasan lama dengan lapis perkerasan baru.

Penggunaan aspal pada perkerasan jalan dapat melalui dicampurkan pada agregat sebelum dihamparkan (prahampar), seperti lapisan beton aspal atau disiramkan pada lapisan agregat yang telah dipadatkan dan ditutupi oleh agregat-agregat yang lebih halus (pascahampar), seperti perkerasan penetrasi makadam atau pelaburan. Fungsi utama aspal untuk kedua jenis proses pembentukan perkerasan yaitu proses pencampuran prahampar, dan pascahampar itu berbeda. Pada proses prahampar aspal yang dicampurkan dengan agregat akan membungkus atau menyelimuti butir-butir agregat, mengisi pori antar butir, dan meresap ke dalam pori masing-masing butir. Pada proses pascahampar, aspal disiramkan pada lapisan agregat yang telah dipadatkan, lalu di atasnya ditaburi butiran agregat halus. Pada proses ini aspal akan meresap ke dalam pori-pori antar butir agregat dibawahnya. Fungsi utamanya adalah menghasilkan lapisan perkerasan bagian atas yang kedap air dan tidak mengikat agregat sampai ke bagian bawah.

Dalam artian lain berarti aspal haruslah mempunyai daya tahan (tidak cepat rapuh), tahan terhadap cuaca, mempunyai adhesi dan kohesi yang baik serta kekerasan aspal yang memberikan sifat elastis yang baik.

1. Daya Tahan (*Durability*)

Daya tahan aspal adalah kemampuan aspal mempertahankan sifat aslinya akibat pengaruh cuaca selama masa pelayanan jalan. Sifat ini merupakan sifat dari campuran aspal, jadi tergantung dari sift agregat, campuran dengan aspal, faktor pelaksanaan, dan lain sebagainya. Meskipun demikian sifat ini dapat diperkirakan dari pemeriksaan *Thin Film Ovenest* (TFOT).

2. Adhesi dan Kohesi

Adhesi merupakan kemampuan aspal untuk mengikat agregat sehingga dihasilkan ikatan yang baik antara agregat dengan aspal. Kohesi adalah kemampuan aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap di tempatnya setelah terjadi pengikatan.

3. Kepekaan terhadap Temperatur

Aspal adalah material yang termoplastis, berarti akan menjadi keras atau lebih kental jika temperatur bertambah. Sifat ini dinamakan kepekaan

terhadap perubahan temperatur. Kepekaan terhadap temperatur dari setiap hail produksi aspal berbeda-beda tergantung dari asalnya walaupun aspal tersebut mempunyai jenis yang sama.

#### 4. Kekerasan Aspal

Aspal pada proses pencampuran dipanaskan dan dicampur dengan agregat dilapisi aspal atau aspa panas disiramkan ke permukaan agregat yang telah disiapkan pada proses pelaburan. Pada proses pelaksanaan, terjadi oksidasi yang menyebabkan aspal menjadi gas (viskositas bertambah tinggi). Peristiwa perapuhan terus berlangsung setelah masa pelaksanaan selesai. Jadi selama masa pelayanan, aspal mengalami oksidasi dan polimerisasi yang besarnya dipengaruhi juga oleh ketebalan aspal yang meliputi agregat. Semakin tipis lapisan aspal, semakin besar tingkat kerapuhan yang terjadi.

### 2.5.3 Pemeriksaan Karakteristik Aspal

Pemeriksaan aspal perlu dilakukan untuk menentukan sifat fisik dan kimiawi aspal. Secara garis besar sesuai tujuannya pemeriksaan aspal dapat dikelompokkan menjadi 6 bagian pengujian, antara lain:

1. Pengujian untuk menentukan komposisi aspal.
2. Pengujian untuk mendapatkan data yang berguna bagi keselamatan bekerja.
3. Pengujian konsistensi aspal.
4. Pengujian durabilitas aspal.
5. Pengujian kemampuan aspal untuk mengikat agregat.
6. Pengujian berat jenis aspal yang dibutuhkan untuk merencanakan campuran aspal dengan agregat.

Dari pengelompokan tersebut maka dapat dilakukan beberapa pemeriksaan karakteristik aspal antara lain adalah sebagai berikut:

#### 1. Berat Jenis Aspal

Salah satu jenis pengujian yang terdapat dalam persyaratan mutu aspal adalah berat jenis. Selain untuk memenuhi persyaratan aspal, berat jenis juga diperlukan pada saat pelaksanaan untuk konversi dari berat ke volume atau sebaliknya. Pengujian berat jenis aspal dilakukan dengan cara

membandingkan massa suatu bahan dengan massa air pada isi dan temperatur yang sama.

## 2. Daktilitas Aspal

Daktilitas aspal adalah sifat pemuluran aspal yang diukur pada saat putus. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sifat kohesi dan plastisitas aspal dengan cara memasukkan benda uji ke dalam bak perendam selama 85 menit sampai dengan 95 menit, lepaskan benda uji dari pelat dasar dan langsung pasang ke mesin uji dengan cara memasukkan lubang cetakan ke pemegang di mesin lalu jalankan mesin dan ukur pemuluran benda uji pada saat putus.

## 3. Penetrasi Aspal

Pengujian penetrasi aspal bertujuan untuk mengetahui kekerasan pada aspal yang mengacu dari kedalaman masuknya jarum penetrasi secara vertikal yang dinyatakan dalam satuan 0,1 mm pada kondisi beban, waktu dan temperatur yang diketahui.

## 4. Titik Lembek Aspal

Pengujian titik lembek dengan alat cincin dan bola bertujuan untuk menentukan angka titik lembek yang berkisar dari 30°C sampai dengan 157°C.

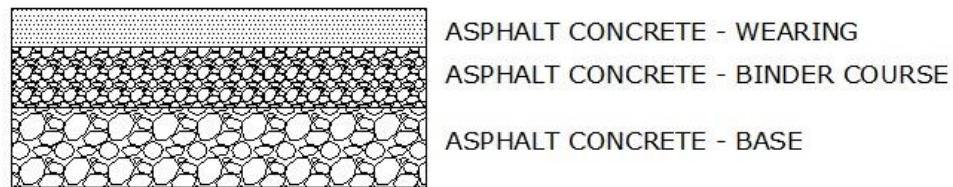
## 5. Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal

Pengujian titik nyala dan titik bakar aspal ini bertujuan untuk mengetahui temperatur dimana aspal mulai menyala dan temperatur dimana aspal mulai terbakar. Informasi ini sangat penting diperlukan serta dibutuhkan untuk proses pencampuran demi keselamatan dalam bekerja.

### **2.6 Lapisan Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC)**

Lapisan AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*) adalah lapisan penutup konstruksi perkerasan jalan yang mempunyai nilai struktural. Campuran ini terdiri atas agregat bergradasi menerus dengan aspal keras, dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Laston adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras

dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu. (Sukirman, 2003).



Gambar 2.6 Lapisan Aspal Beton AC-WC, AC-BC, dan AC-Base

Ada beberapa jenis beton aspal campuran panas, namun dalam penelitian ini jenis beton aspal campuran panas yang akan ditinjau adalah AC-WC. Laston sebagai lapis aus (*Wearing Course*) adalah lapisan perkerasan yang berhubungan langsung dengan ban kendaraan, merupakan lapisan yang kedap air, tahan terhadap cuaca, dan mempunyai kekesatan yang disyaratkan dengan tebal nominal minimum 4 cm. Lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya kelapisan dibawahnya berupa muatan kendaraan (gaya vertikal), gaya rem (horizontal) dan pukulan roda kendaraan (getaran). Karena sifat penyebaran beban, maka beban yang diterima oleh masing–masing lapisan berbeda dan semakin kebawah semakin besar. Lapisan yang paling atas disebut lapisan permukaan dimana lapisan permukaan ini harus mampu menerima seluruh jenis beban yang bekerja. Oleh karena itu lapisan permukaan mempunyai fungsi sebagai berikut:

1. Lapis perkerasan penahan beban roda, harus mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
2. Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan dibawahnya dan melemahkan lapisan–lapisan tersebut.
3. Lapis aus, lapisan yang langsung menerima gesekan akibat gaya rem dari kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
4. Lapisan yang menyebarkan beban kelapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang ada di bawahnya. Untuk dapat memenuhi fungsi tersebut diatas, pada umumnya lapisan permukaan dibuat dengan menggunakan bahan pengikat aspal sehingga menghasilkan lapisan yang

kedap air dengan stabilitas yang tinggi dan daya tahan yang lama. (Sukirman, 2003)

## 2.7 Lateks (Karet Alam)

Lateks adalah getah yang dikeluarkan oleh pohon karet dan merupakan larutan koloid dengan partikel karet dan bukan karet yang tersuspensi didalam suatu media yang banyak mengandung bermacam-macam zat (*substance*). Karet alam adalah hidrokarbon yang merupakan makro molekul *poliisoprene* (C<sub>5</sub> H<sub>8</sub>). Rantai *poliisoprene* tersebut membentuk konfigurasi “Cis” dengan susunan ruang yang teratur, sehingga rumus kimianya 1,4 CIS *poliisoprene* mempunyai sifat kenyal (elastis). Sifat kenyal tersebut berhubungan dengan viskositas atau plastisitas karet (Iyan Irnandi Rahmawan 2019).

Lateks diperoleh dari getah beberapa jenis tumbuhan karet dengan cara melukai kulit pohon sehingga pohon akan memberikan respon yang menghasilkan lebih banyak pada suhu normal, karet tidak berbentuk (*amorfo*). Pada suhu rendah karet akan mengkristal. Dengan meningkatnya suhu, karet akan mengembang, Penurunan suhu akan mengembalikan keadaan mengembang ini. Inilah alasan mengapa karet bersifat elastis. Karet terdiri dari senyawa kimia yang disebut hidrokarbon. Hidrokarbon dari karet alam tersusun atas rantai-rantai panjang yang mengandung 1000-5000 unit *isoprene*. Rantai merupakan rantai *polyisoprene* (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>), Susunan ruang demikian membuat karet mempunyai sifat kenyal. Pada setiap ikatan *isoprene* terdapat ikatan rangkap gugus metilen, gugus ini merupakan gugus reaktif yang dapat menyebabkan reaksi oksidasi sehingga dapat merusak karet (Hofman, 1989).

Menurut Thomson PD (1964), penggunaan Lateks pekat yang diperoleh dengan cara pemusingan dapat mengandung karet mumi enam puluh persen dan sisanya sebanyak empat puluh persen adalah air dan amoniak. Ketmtungan cara ini adalah dapat terpisalnya bahan yang bukan karet, schingga diperoleh lateks pckat yang mengandtmg scdikit zat padat. Kadar protein rendah dan bebas kotoran serta bebas endapan jenis lateks ini dikenal dengan nama lateks KKK 60 (Kadar Karet Kering 60%).



Gambar 2.7 Karet Alam (Lateks)

### 2.8 Abu Terbang (*Fly ash*)

*Fly ash* merupakan salah satu limbah padat yang dihasilkan oleh industri yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar untuk proses produksinya. Menurut Tahir, Anas (2009, p. 264), abu terbang/*fly ash* merupakan bahan organik sisa pembakaran batu bara dan terbentuk dari perubahan bahan mineral karena proses pembakaran. Pada pembakaran batu bara dalam pembangkit tenaga listrik terbentuk dua jenis abu yakni abu terbang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*). *Fly ash* memiliki sifat sebagai pozzolan, yaitu suatu bahan yang mengandung silika atau alumina silika yang tidak mempunyai sifat perekat (sementasi) pada dirinya sendiri tetapi dengan butirannya yang sangat halus bisa bereaksi secara kimia dengan kapur dan air membentuk bahan perekat pada temperatur normal. Berikut ini adalah hasil komposisi kimia abu terbang pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Komposisi Kimia pada Abu Terbang

No.	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji
1	SiO <sub>2</sub>	%	48,51
2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	15,3
3	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	8,68
4	CaO	%	3,76
5	Na <sub>2</sub> O	%	1,71
6	K <sub>2</sub> O	%	1,05
7	MgO	%	2,21
8	H <sub>2</sub> O	%	18,76

(Sumber: Anas Tahir, 2009 p. 269)





Gambar 2.8 *Fly ash/Abu Terbang*

## 2.9 Aspal Modifikasi

Aspal modifikasi merupakan aspal keras yang dicampur dengan suatu bahan tambah yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja aspal yang diinginkan. Menurut Muhammad Hadid *et al* (2020), salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan nilai stabilitas pada campuran aspal sekaligus mengurangi kadar aspal dalam campuran antara lain dengan menambahkan bahan aditif pada campuran aspal, salah satu bahan aditif yang dapat ditambahkan adalah polimer. Plastik merupakan salah satu polimer yang didapat dari turunan minyak bumi sama halnya seperti aspal maka dari itu keduanya menjadi satu kesatuan.

## 2.10 Karakteristik *Marshall*

Pengujian *Marshall* dilakukan pada campuran *asphalt concrete wearing course* (AC-WC) untuk mencari data dari persyaratan campuran dan memperoleh hasil perhitungan akhir dari sifat-sifat *Marshall*, seperti:

### 1. Volume Pori Beton Aspal Padat (*Void In Mix = VIM*)

VIM adalah volume pori yang masih tersisa setelah campuran beton aspal dipadatkan. VIM juga mempunyai arti banyak pori di antara butir-butir agregat yang diselimuti aspal. 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 mengakibatkan beton aspal padat kurang kedapannya, 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. Kecenderungan bentuk lengkung hubungan antara kadar aspal dan VIM akan terus menurun dengan bertambahnya kadar aspal sampai secara ultimit mencapai nilai minimum. Menurut spesifikasi Binamarga 2018 Revisi 2, nilai VIM yang memenuhi standar adalah 3-5 %.

2. Volume Pori Di Antara Butir Agregat Campuran (*Void In The Mineral Aggregate = VMA*)

VMA merupakan volume pori di dalam beton aspal padat jika seluruh selimut aspal ditiadakan. Tidak termasuk di dalam VMA volume pori di dalam pori masing-masing butir agregat. VMA akan meningkat jika selimut aspal lebih tebal, atau agregat yang digunakan bergradasi terbuka. Kecenderungan bentuk lengkung hubungan antara kadar aspal dan VMA akan turun sampai mencapai minimum dan kemudian kembali bertambah dengan bertambahnya kadar aspal. Menurut spesifikasi Binamarga 2018 Revisi 2, nilai VMA yang memenuhi standar adalah >15%

3. Volume Pori Beton Aspal Padat Yang Terisi Oleh Aspal (*Volume Of Voids Filled With Asphalt = VFA*)

Banyaknya pori di antara butir agregat di dalam beton aspal padat, yang terisi oleh aspal dinyatakan sebagai VMA. Persentase pori antara butir agregat yang terisi aspal dinamakan VFA. Jadi, VFA adalah bagian dari VMA yang terisi oleh aspal, tidak termasuk di dalamnya aspal yang terabsorpsi oleh masing-masing butir agregat. Dengan demikian, aspal yang mengisi VFA adalah aspal yang berfungsi untuk menyelimuti butir-butir agregat di dalam beton aspal padat atau dengan kata lain VFA inilah yang merupakan persentase volume beton aspal padat yang menjadi film atau selimut aspal. Menurut spesifikasi Binamarga 2018 Revisi 2, nilai VIM yang memenuhi standar adalah >65%.

4. Stabilitas

Pengujian nilai stabilitas adalah kemampuan maksimum beton aspal padat menerima beban sampai terjadi kelelahan plastis. Pemeriksaan stabilitas

diperlukan untuk mengukur ketahanan benda uji terhadap beban. Nilai stabilitas merupakan nilai arloji pengukuran yang dikalikan dengan nilai kalibrasi *proving ring* dan dikoreksi dengan angka koreksi akibat variasi ketinggian benda uji. Kecenderungan bentuk lengkung hubungan antara kadar aspal dan stabilitas akan meningkat jika kadar aspal bertambah, sampai mencapai nilai maksimum dan setelah itu nilai stabilitas akan menurun. Menurut spesifikasi Binamarga 2018 Revisi 2, nilai stabilitas yang memenuhi standar adalah >800 kg.

#### 5. Kelelahan (*Flow*)

Pengujian kelelahan adalah besarnya perubahan bentuk plastis dari beton aspal padat akibat adanya beban sampai batas keruntuhan. *Flowmeter* mengukur besarnya deformasi yang terjadi akibat beban. Kecenderungan bentuk lengkung hubungan antara kadar aspal dan *flow* akan terus meningkat dengan meningkatnya kadar aspal. Menurut spesifikasi Binamarga 2018 Revisi 2, nilai *flow* yang memenuhi standar adalah 2-4 mm.

#### 6. Marshall Quotient

*Marshall Quotient* merupakan hasil bagi Marshall dengan *flow*. Nilai *flow* menggambarkan nilai fleksibilitas dari campuran. Semakin besar nilai MQ berarti campuran semakin kaku dan sebaliknya semakin kecil nilai MQ, maka campuran semakin lentur. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil bagi Marshall yaitu nilai stabilitas dan *flow*, penetrasi, viscositas aspal, kadar aspal campuran, bentuk dan tekstur permukaan agregat, gradasi agregat.

### 2.11 Pengujian Marshall

Pengujian kinerja beton aspal padat dilakukan melalui pengujian Marshall yang dikembangkan pertama kali oleh *Burce Marshall* dan dilanjutkan oleh *U.S. Corps Engineer*. Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan cincin penguji (*proving ring*) berkapasitas 22,2 KN (=5000lbf) dan *flowmeter*. *Proving ring* digunakan untuk mengukur nilai stabilitas, sedangkan *flowmeter*

digunakan untuk mengukur kelelahan plastis atau *flow*. Benda uji untuk pengujian Marshall berbentuk silinder berdiameter 4 inci (=10,2 cm) dan tinggi 2,5 inci (=6,35 cm). Secara garis besar pengujian Marshall meliputi persiapan benda uji, penentuan berat jenis *bulk* dari benda uji, pemeriksaan nilai stabilitas dan *flow*, dan perhitungan sifat volumetrik benda uji.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan selama 3 (tiga) bulan di Laboratorium Pengujian Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya.

#### **3.2 Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data yang dilakukan, yaitu sebagai berikut:

##### **1. Data Primer**

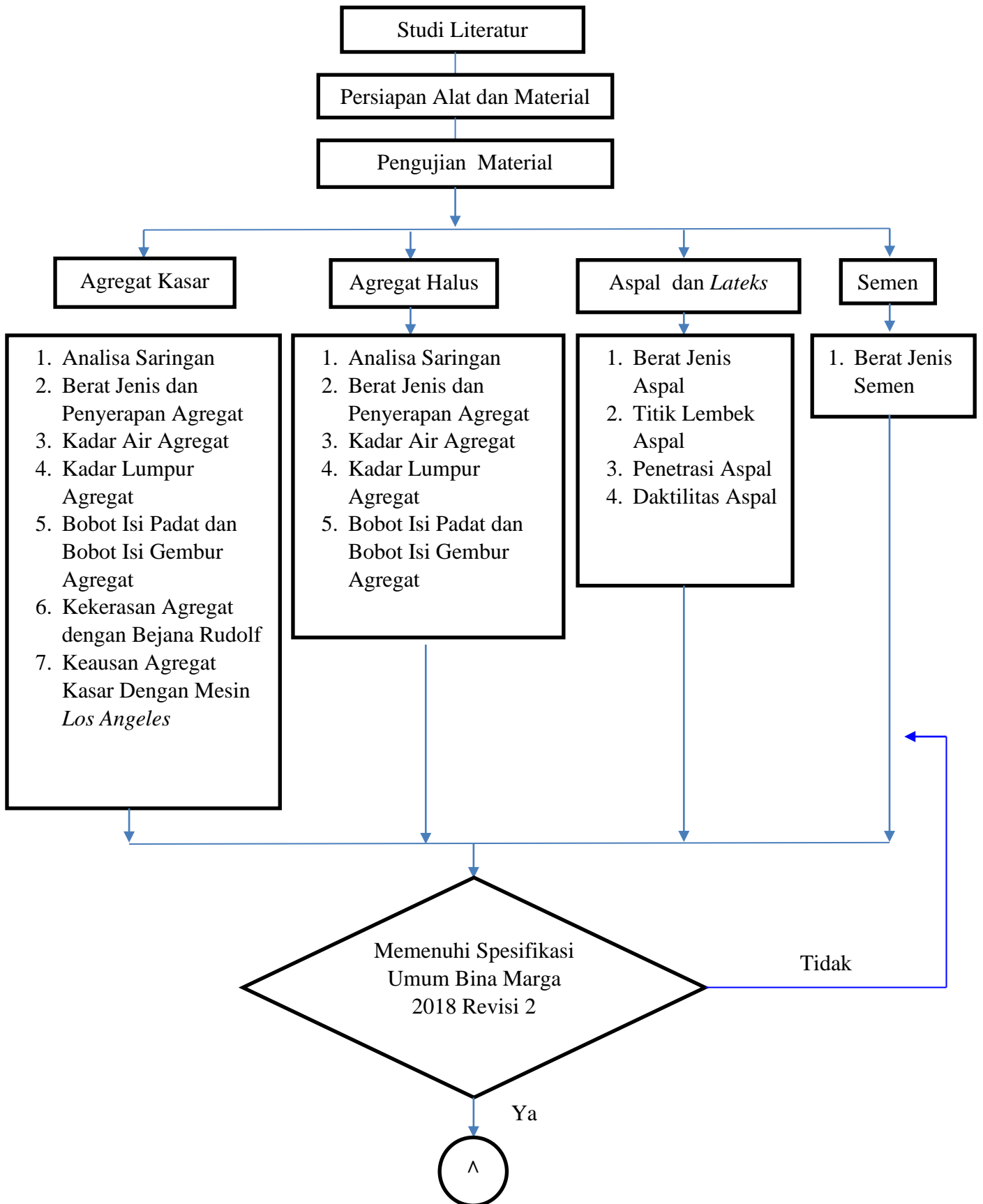
Data primer adalah data yang diperoleh peneliti secara langsung. Data primer pada penelitian ini adalah hasil dari pengujian material pada laboratorium yang dimulai dari pengujian material hingga pengujian karakteristik *marshall* yang dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya.

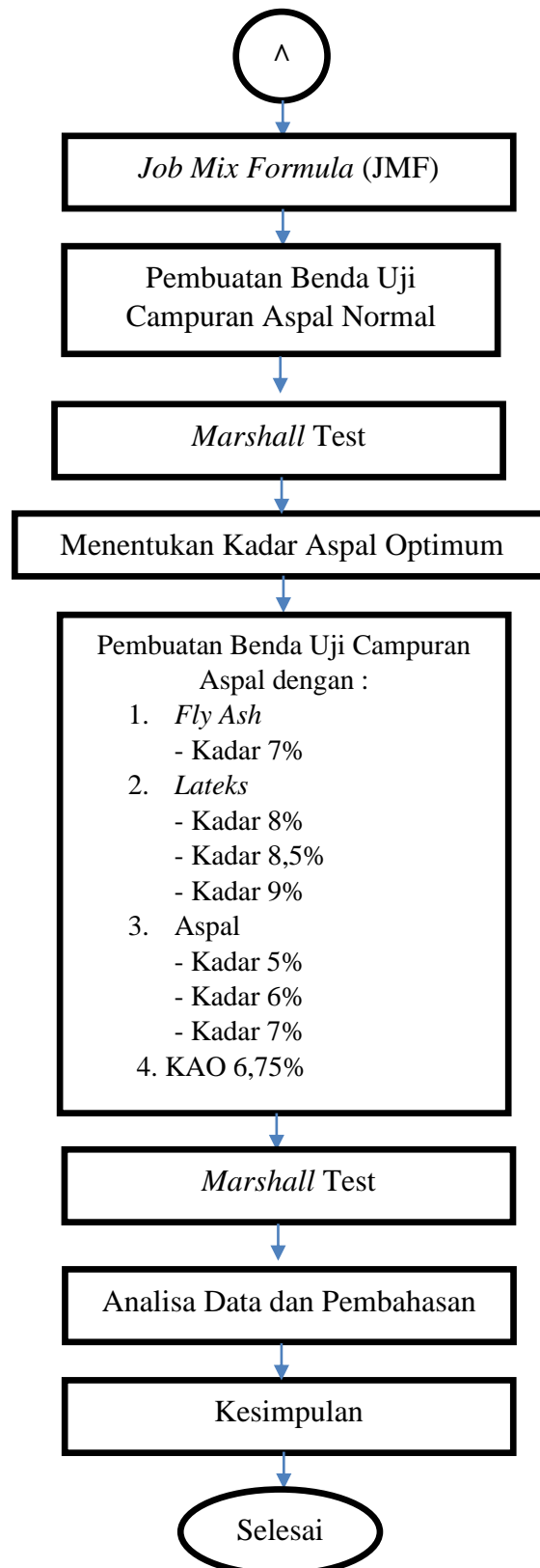
##### **2. Data Sekunder**

Data sekunder adalah data yang diperoleh peneliti dari sumber yang sudah ada. Data sekunder pada penelitian ini didapat dari data Standar Nasional Indonesia (SNI). Spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga 2018 dan jurnal-jurnal terdahulu yang digunakan sebagai acuan dalam melakukan penelitian.

#### **3.3 Diagram Alir Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap analisis serta pembahasan. Tahapan-tahapan penelitian tersebut dapat dilihat pada gambar 3.1.





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.4 Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan yaitu sebagai berikut :

#### 1. Tahapan Persiapan

Tahap persiapan adalah kegiatan persiapan yang dilakukan sebelum penelitian dimulai. Kegiatan yang dilakukan berupa proses pencarian referensi (jurnal) tentang penelitian aspal yang menggunakan campuran karet alam (lateks) dan abu terbang (*fly ash*) sebagai *filler*, penentuan material yang akan digunakan dalam penelitian, melakukan survey pada instansi-instansi yang dapat membantu dalam pengadaan bahan yang akan digunakan dalam penelitian, perencanaan jadwal pelaksanaan penelitian.

#### 2. Tahap Pengujian Material

Tahap pengujian material adalah kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui apakah material yang akan digunakan sudah layak dan memenuhi spesifikasi yang ada. Pengujian material ini terdiri dari:

##### a. Pengujian Agregat

Pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

##### - Agregat Halus

Pengujian-pengujian yang dilakukan pada agregat halus adalah analisa saringan, pengujian kadar air dan kadar lumpur, pengujian bobot isi gembur dan bobot isi padat, dan pengujian berat jenis.

##### - Agregat Kasar

Pengujian-pengujian yang dilakukan pada agregat kasar adalah analisa saringan, pengujian kadar air dan kadar lumpur, pengujian bobot isi gembur dan bobot isi padat, pengujian berat jenis, pengujian keausan dengan mesin *Los Angeles*, kekerasan agregat dengan bejana Rudolf.

##### b. Pengujian Aspal

Pengujian yang dilakukan adalah pengujian berat jenis aspal, pengujian penetrasi aspal, pengujian titik lembek aspal dan pengujian daktilitas aspal.

##### c. Pengujian *Filler*



Pengujian yang dilakukan adalah pengujian berat jenis semen.

### 3. Tahapan Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang dibuat berupa benda uji campuran aspal normal tanpa lateks dan *fly ash* sebagai *filler*, serta benda uji campuran aspal dengan lateks dan *fly ash* sebagai *filler*.

### 4. Tahap Pengujian Benda Uji

Pengujian benda uji berupa pengujian *Marshall* dilakukan untuk mendapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO) dan karakteristik *Marshall* dari campuran aspal normal dan campuran aspal dengan variasi kadar *lateks* dan *fly ash* sebagai *filler*.

## 3.5 Persiapan Alat dan Material

### 1. Material

Material-material yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### a. Semen

Semen yang digunakan adalah semen *portland* dengan tipe 1 dengan merek dagang semen Baturaja.

#### b. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Tanjung Raja, Sumatera Selatan.

#### c. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Lahat, Sumatera Selatan.

#### d. Air

Air yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Laboratorium Pengujian Bahan Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Sriwijaya/air Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM).

#### e. *Fly Ash* (Abu Terbang)

*Fly ash* atau biasa disebut dengan abu terbang yang digunakan pada penelitian ini berasal dari PT. Bukit Asam, Tanjung Enim, Sumatera Selatan.

f. *Lateks* (Karet Alam)

*Lateks* (karet alam) yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Kabupaten Ogan Komering Ilir, Provinsi Sumatera Selatan.

2. Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Alat untuk pengujian agregat

Peralatan yang digunakan untuk pemeriksaan sifat-sifat agregat dalam pembuatan benda uji terdiri dari satu set saringan standar, timbangan digital dan bejana tempat air, alat pengering (*oven*), peralatan pengujian berat jenis agregat, peralatan pengujian kadar air dan kadar lumpur agregat, peralatan pengujian bobot isi gembur dan bobot isi padat dan peralatan pengujian keausan agregat.

b. Alat untuk pengujian aspal

Untuk melakukan pengujian material berupa aspal diperlukan peralatan pengujian berat jenis, peralatan pengujian penetrasi, peralatan pengujian titik lembek, dan peralatan pengujian daktilitas.

c. Alat untuk pengujian campuran aspal

Peralatan pengujian campuran aspal yang digunakan adalah seperangkat alat pengujian *Marshall*.

d. Alat untuk pengujian *filler*

Peralatan pengujian *filler* yang digunakan berupa alat uji berat jenis semen.

### 3.6 Prosedur Pengujian Material

Pengujian material bertujuan untuk mengetahui material-material yang digunakan dalam pembuatan sampel telah memenuhi persyaratan dan standar yang telah ditentukan. Pengujian ini mencakup pengujian agregat, pengujian aspal, pengujian *filler*.

### 3.6.1 Pengujian Agregat

Pengujian agregat kasar dan halus dilakukan untuk memenuhi standar agregat sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan. Pengujian agregat yang dilakukan antara lain:

#### A. Analisa Saringan Agregat

##### 1. Pendahuluan

Analisa saringan adalah suatu kegiatan analisis untuk mengetahui distribusi ukuran agregat menggunakan ukuran-ukuran saringan standart tertentu yang ditunjukkan dengan lubang saringan (mm).

##### 2. Maksud dan Tujuan

Tujuan pengujian analisa saringan ini ialah untuk menghitung perbandingan agregat halus dan agregat kasar menjadi agregat gabungan yang mempunyai gradasi yang diinginkan.

##### 3. Standar Pemeriksaan/Pengujian

Standar pemeriksaan/pengujian yang diinginkan pada pengujian analisa saringan agregat adalah sebagai berikut:

SNI 03-1968-1990 : Metode pengujian tentang analisis saringan agregat halus dan agregat kasar.

##### 4. Peralatan dan material

###### a. Peralatan

Peralatan yang digunakan pada analisa saringan agregat adalah :

- Timbangan
- Ayakan standar
- Mesin penggetar ayakan
- Kuas

###### b. Material

Material yang digunakan pada analisa saringan agregat adalah :

- Agregat halus
- Agregat kasar

##### 5. Prosedur pelaksanaan

Prosedur pelaksanaan analisa saringan agregat adalah:

a. Analisa saringan agregat halus

- Agregat halus ditimbang sebanyak 2000 gram.
- Saringan ditimbang terlebih dahulu sebelum digunakan, kemudian saringan disusun sesuai dengan spesifikasi (dari terbesar ke terkecil).
- Material dimasukkan ke dalam saringan menggunakan density spoon.
- Benda uji diayak dengan menggunakan mesin penggetar  $\pm 15$  menit.
- Kemudian saringan dan agregat yang tertahan ditimbang menggunakan timbangan.
- Sisa agregat yang menempel dibersihkan menggunakan kuas.

b. Analisa agregat kasar

- Agregat kasar ditimbang sebanyak 2000 gram.
- Saringan ditimbang terlebih dahulu sebelum digunakan, kemudian saringan disusun sesuai dengan spesifikasi (dari terbesar ke terkecil).
- Material dimasukkan ke dalam saringan menggunakan density spoon.
- Benda uji diayak dengan menggunakan mesin penggetar  $\pm 15$  menit.
- Kemudian saringan dan agregat yang tertahan ditimbang menggunakan timbangan.
- Sisa agregat yang menempel dibersihkan menggunakan kuas.

6. Perhitungan

$$\text{Modulus Halus Butir (MHB)} = \frac{\% \text{ Kumulatif Tertahan}}{100} \dots\dots\dots(3.1)$$

Untuk menentukan agregat halus menggunakan grafik zona yang telah di tentukan.

B. Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat

## 1. Pendahuluan

Berat jenis adalah perbandingan antara berat volume agregat dan volume air. Besarnya berat jenis agregat penting dalam perencanaan campuran agregat dengan aspal, karena pada umumnya direncanakan berdasarkan perbandingan berat dan juga untuk menentukan banyak pori.

## 2. Maksud dan Tujuan

Tujuan dari pengujian berat jenis dan penyerapan agregat ialah untuk menentukan berat jenis dan persentase berat air yang dapat diserap agregat kasar dihitung terhadap berat kering.

## 3. Standar Pemeriksaan/Pengujian

Standar pemeriksaan/pengujian yang diinginkan pada pengujian berat jenis dan penyerapan agregat adalah sebagai berikut:

SNI 03-1969-1990 : Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air  
Agregat Kasar.

SNI 03-1970-1990 : Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan  
Air  
Agregat Halus

SNI 1969:2008 : Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat  
Kasar

SNI 1970:2008 : Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat  
Halus

## 4. Peralatan dan material

### a. Peralatan

Peralatan yang digunakan pada berat jenis dan penyerapan air agregat adalah:

- Timbangan
- Piknometer/gelas ukur
- Kerucut terpancung
- Batang penumbuk
- *Oven*

- Cawan

b. Material

Material yang digunakan padaberat jenis dan penyerapan air agregat adalah:

- Agregat halus
- Agregat kasar

5. Prosedur pelaksanaan

Prosedur pelaksanaan berat jenis dan penyerapan air agregat adalah

a. Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat kasar

- Agregat kasar ditimbang sebanyak 2000 gram.
- Agregat kasar dicuci untuk menghilangkan debu atau bahan – bahan lain yang melekat pada permukaan agregat.
- Agregat kasar dioven hingga berat konstan, lalu ditimbang.
- Agregat kasar direndam dalam air pada suhu kamar selama  $24 \pm 4$  jam.
- Agregat kasar dikeluarkan dari air, lalu dilap dengan kain majun.
- Piknometer plastik kosong ditimbang, lalu agregat kasar dimasukkan kedalam piknometer plastik kemudian ditimbang berat jenuh nya.
- Ditambahkan air sampai tanda batas.
- Piknometer plastik yang terisi agregat + air ditimbang ( $W_1$ ).
- Piknometer dibersihkan dan dimasukkan lagi air sampai permukaannya ada pada tanda batas.
- Beratnya ditimbang ( $W_2$ ).

b. Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat halus

1. Agregat halus ditimbang sebanyak  $\geq 1000$  gram.
2. Prosedur penentuan SSD Agregat Halus.
  - Agregat halus dimasukkan kedalam kerucut terpancung yang dialasi oleh plat kacadan cawan, dibagi menjadi 3 lapisan yang mana setiap masing masing lapisan ditumbuk

sebanyak 8 kali, ditambah 1 kali penumbukan untuk bagian atasnya (Total 25 kali).

- Cetakan kerucut terpancung diangkat secara perlahan-lahan.
- Sebelum diangkat, sekitar cetakan kerucut terpancung harus dibersihkan dari butiran agregat dengan menggunakan kuas dan pengangkatan harus benar benar vertical.
- Ada 3 kondisi menyatakan keadaan kandungan air agregat tersebut yaitu kering, SSD, dan basah.

Catatan:

- Jika keadaan agregat kering, maka agregat perlu di tambah air.
- Jika keadaan agregat basah, maka agregat perlu dikeringkan di udara.
- Setelah mendapatkan agregat dalam keadaan SSD, agregat halus ditimbang sebanyak 500 gram, kemudian dimasukan kedalam piknometer, dan ditimbang kembali berat agregat beserta piknometernya.
- Masukan air bersih sampai 90% dari piknometer, putar dan diguncang sampai tidak terlihat gelembung udara didalamnya.
- Menambahkan air sampai tanda batas.
- Menimbang piknometer berisi air dan agregat (B1).
- Benda uji dikeluarkan dan dikeringkan dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap kemudian dinginkan benda uji lalu timbang beratnya (B2)..
- Piknometer diisi kembali dengan air sampai tanda batas, lalu timbang beratnya (B3).

## 6. Perhitungan

Adapun rumus yang digunakan pada pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat adalah:

$$\text{Berat jenis kering} = \frac{B2}{B3+500-B1} \dots\dots\dots(3.2)$$

$$\text{Berat jenis jenuh kering permukaan (SSD)} = \frac{500}{B3+500-B1} \dots\dots\dots(3.3)$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{500-B2}{B2} \times 100\% \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan :

B1 = Berat Piknometer kaca + Agregat Halus + Air

B2 = Berat Konstan – Berat Cawan kosong

B3 = Berat piknometer kaca + Air

### C. Kadar Air Dan Kadar Lumpur

#### 1. Pendahuluan

Kadar air agregat adalah besarnya perbandingan antara berat isi yang dikandung agregat dengan agregat dalam keadaan kering, dinyatakan dalam persen. Sedangkan kadar lumpur agregat adalah banyaknya kandungan lumpur yang terkandung dalam agregat yang dinyatakan dalam persen. Kandungan lumpur yang berlebihan pada agregat akan mengurangi daya lekat agregat.

#### 2. Maksud dan Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui persentase air dan lumpur yang terkandung dalam suatu agregat yang diuji.

#### 3. Standar Pemeriksaan/Pengujian

Standar pemeriksaan/pengujian yang digunakan pada pengujian kadar air dan kadar lumpur agregat adalah sebagai berikut :

SNI 03-1971-1990 : Metode Pengujian Kadar Air Agregat

SNI 03-4142-1996 : Metode Pengujian Jumlah Bahan dalam Agregat yang Lolos Saringan No.200 (0,075 mm).

#### 4. Peralatan dan Material

##### a. Peralatan

Peralatan yang digunakan pada pengujian kadar air dan kadar lumpur ini adalah :

a. Cawan

b. *Oven*



c. Timbangan

b. Material

Material yang digunakan pada pengujian kadar air dan kadar lumpur ini adalah:

- Agregat
- Air

5. Prosedur pelaksanaan

Prosedur pelaksanaan pada pengujian kadar air dan kadar lumpur ini adalah :

a. Kadar air agregat

- Berat cawan ditimbang (W1).
- Agregat dimasukkan ke dalam cawan dan timbang beratnya (W2).
- Berat agregat dihitung ( $W3 = W2 - W1$ ).
- Agregat beserta cawan dikeringkan dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  sampai beratnya tetap (konstan).
- Berat cawan dan agregat ditimbang (W4).
- Berat agregat kering oven dihitung ( $W5 = W4 - W1$ ).

b. Kadar lumpur agregat

- Agregat diambil lalu dikeringkan di dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  sampai beratnya tetap (B1).
- Agregat dicuci beberapa kali sampai bersih, ditandai dengan air cucian tampak jernih, pencucian dilakukan dengan hati-hati jangan sampai agregat tersebut ada yang hilang.
- Kemudian agregat dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  sampai beratnya tetap, kemudian ditimbang beratnya (B2).

6. Perhitungan

Adapun rumus yang digunakan pada pengujian kadar air dan kadar lumpur agregat :

$$\text{Kadar air agregat} = \frac{w_3 - w_5}{w_5} \times 100 \dots \dots \dots (3.5)$$

Keterangan:

$W_3$  = Berat agregat semula (gram)

$W_5$  = Berat agregat kering oven sebelum dicuci (gram)

$$\text{Kadar lumpur agregat} = \frac{B_1 - B_2}{B_2} \times 100 \dots \dots \dots (3.6)$$

Keterangan :

$B_1$  = Berat agregat kering oven sebelum dicuci (gram)

$B_2$  = Berat agregat kering oven setelah dicuci (gram)

#### D. Bobot Isi Padat dan Bobot Isi Gembur Agregat

##### 1. Pendahuluan

Agregat adalah material granular misalnya pasir, batu pecah, dan kerak tungku besi, yang dipakai bersama-sama dengan suatu beton semen hidrolis atau adukan. Berat isi agregat adalah berat agregat per satuan isi.

##### 2. Maksud dan tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berat isi agregat yang diujidalam keadaan padat dan gembur.

##### 3. Standar Pemeriksaan/Pengujian

Standar pemeriksaan/pengujian yang digunakan pada pengujian bobot isi padat dan bobot isi gembur agregat adalah sebagai berikut :

SNI 03-4804-1998 : Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara  
Dalam Agregat

##### 4. Peralatan dan Material

###### a. Peralatan

Adapun peralatan yang digunakan pada pengujian bobot isi padat dan bobot isi gembur adalah:

- Timbangan
- Bejana silinder
- Batang penumbuk
- *Density spoon*
- Cawan

b. Material

Adapun material yang digunakan pada pengujian bobot isi padat dan bobot isi gembur adalah :

- Agregat

5. Prosedur pelaksanaan

Prosedur pelaksanaan pada pengujian bobot isi padat dan bobot isi gembur adalah :

a. Bobot isi padat agregat

- Penakar diisi sepertiga dari volume penuh dan ratakan dengan batang penumbuk
- Lapisan agregat ditusuk dengan 25x tusukan batang penumbuk
- Kemudian penakar diisi lagi sampai menjadi dua pertiga penuh kemudian ratakan dan tusuk seperti diatas
- Lalu penakar diisi sampai berlebih dan tusuk lagi
- Permukaan agregat diratakan dengan batang penumbuk
- menentukan berat penakar dan isinya dan berat penakar itu sendiri lalu dicatat beratnya
- bobot isi gembur agregat
- Penakar diisi dengan agregat memakai density spoon secara berlebihan dan hindarkan terjadinya pemisahan dari butir agregat
- Permukaan diratakan dengan batang perata
- menentukan berat penakar dan isinya dan berat penakar sendiri lalu dicatat beratnya

6. Prosedur pelaksanaan

Adapun rumus yang digunakan pada pengujian bobot isi padat dan bobot isi gembur agregat adalah :

$$\text{Volume Bejana Kosong} = \pi.R^2.t$$

$$\text{a. Bobot isi padat} = \frac{\text{Berat Agregat Padat}}{\text{Volume Bejana Kosong}} \dots\dots\dots(3.7)$$

$$\text{b. Bobot isi gembur} = \frac{\text{Berat Agregat Gembur}}{\text{Volume Bejana Kosong}} \dots\dots\dots(3.8)$$

## E. Keausan Agregat Kasar dengan Alat Los Angeles

### 1. Pendahuluan

Keausan agregat adalah perbandingan antara berat bahan yang hilang atau tergerus (akibat benturan bola-bola baja) terhadap berat bahan awal (semula).

### 2. Maksud dan Tujuan

Keausan agregat adalah perbandingan antara berat bahan yang hilang atau tergerus (akibat benturan bola-bola baja) terhadap berat bahan awal (semula).

### 3. Standar Pemeriksaan/Pengujian

Standar pemeriksaan/pengujian yang digunakan pada pengujian keausan agregat kasar dengan alat los angeles adalah sebagai berikut :

SNI 2417:2008 : Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi

*Los Angeles*

### 4. Peralatan dan Material

#### a. Peralatan

Peralatan yang digunakan pada pengujian keausan agregat kasar dengan alat *los angeles* adalah :

- Mesin abrasi *Los Angeles*
- Saringan
- Timbangan
- Bola-bola baja
- *Oven*
- Cawan

#### b. Material

Material yang digunakan pada pengujian keausan agregat kasar dengan alat los angeles adalah :

- Agregat Kasar

### 5. Prosedur Pelaksanaan

Prosedur pelaksanaan pengujian keausan agregat kasar dengan alat *los angeles* adalah:

a. Persiapan benda uji

- Agregat dicuci dan dikeringkan pada temperatur  $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap.
- Agregat dipisah-pisahkan ke dalam fraksi-fraksi yang dikehendaki dengan cara penyaringan dan lakukan penimbangan.
- Kemudian gabungkan kembali fraksi-fraksi agregat sesuai grading yang dikehendaki.
- Dicatat berat contoh dengan ketelitian mendekati 1 gram.

b. Cara Pengujian

Pengujian ketahanan agregat kasar terhadap keausan dapat dilakukan dengan salah satu dari 7 (tujuh) cara dalam berikut :

**Tabel 3.1 Daftar Gradasi dan Berat Benda Uji**

Ukuran saringan				Gradasi Dan Berat Benda Uji (Gram)						
Lolos saringan		Tertahan saringan		A	B	C	D	E	F	G
mm	inci	mm	inci							
73	3,0	63	2 ½	-	-	-	-	2500±50	-	-
63	2 ½	50	2,0	-	-	-	-	2500±50	-	-
50	2,0	37,5	1 ½	-	-	-	-	2500±50	5000±50	-
37,5	1 ½	25	1	1250±25	-	-	-	-	5000±50	5000±25
25	1	19	¾	1250±25	-	-	-	-	-	5000±25
19	¾	12,5	½	1250±25	2500±10	-	-	-	-	-
12,5	½	9,5	3/8	1250±25	2500±10	-	-	-	-	-
9,5	3/8	6,3	¼	-	-	2500±10	-	-	-	-
6,3	¼	4,75	No. 4	-	-	2500±10	2500±10	-	-	-
4,75	No. 4	2,36	No.8	-	-	-	2500±10	-	-	-
Total				5000±10	5000±10	5000±10	5000±10	10000±10	10000±10	10000±10
Jumlah				12	11	8	6	12	12	12
Berat bola (gram)				5000±25	4584±10	330±20	500±25	5000±25	5000±25	5000±25

(Sumber : SNI 2417:2008)

- c. Benda uji dan bola baja dimasukkan ke dalam mesin abrasi *los angeles*.
- d. Putaran mesin dengan kecepatan 30 rpm sampai dengan 33 rpm, jumlah putaran gradasi A, gradasi B, dan gradasi D adalah 500 putaran dan untuk gradasi E, gradasi F, dan gradasi G adalah 1000 putaran.
- e. Setelah selesai pemutaran, benda uji dikeluarkan dari mesin kemudian saring dengan saringan 2,36 mm lalu timbang.

#### 6. Perhitungan

Untuk menghitung hasil pengujian, gunakan rumus berikut :

$$\frac{a-b}{a} \times 100\% \dots\dots\dots (3.9)$$

Keterangan :

a = berat benda uji semula (gram)

b = berat benda uji tertahan saringan 2,36 mm (gram)

### 3.6.2 Prosedur Pengujian Aspal

Pengujian aspal dilakukan agar aspal yang digunakan untuk membuat benda uji campuran aspal dalam penelitian ini sudah sesuai dengan standar. Pengujian aspal yang dilakukan antara lain:

#### A. Berat Jenis Aspal

##### 1. Pendahuluan

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.

##### 2. Maksud dan Tujuan

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis bitumen keras dan ter dengan piknometer. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mendapatkan berat jenis dari aspal yang kita uji.

##### 3. Standar Pemeriksaan/Pengujian

Standar pemeriksaan/pengujian yang digunakan pada pengujian berat jenis aspal adalah sebagai berikut :

SNI 2441: 2011: Metode Pengujian Berat Jenis Aspal Padat.

#### 4. Peralatan dan Material

##### a. Peralatan

Peralatan yang digunakan pada pengujian berat jenis aspal adalah:

- Termometer
- Bak perendam
- Piknometer
- Bejana gelas

##### b. Material

Material yang digunakan pada pengujian berat jenis aspal adalah:

- Aspal
- Air

#### 5. Prosedur Pelaksanaan

Prosedur pelaksanaan pengujian berat jenis aspal adalah:

##### a. Pembuatan benda uji

- Contoh bitumen keras atau ter. Panaskan sejumlah  $\pm 50$  gram, sampai menjadi cair dan aduklah untuk mencegah pemanasan setempat Pemanasan tidak boleh lebih dari 30 menit pada suhu  $56^{\circ}\text{C}$  di atas titik lembek.
- Contoh tersebut dituangkan ke dalam piknometer yang telah kering hingga terisi  $\frac{3}{4}$  bagian.

##### b. Cara pengujian

- Bejana diisi dengan air suling sehingga diperkirakan bagian atas piknometer yang tidak terendam 40 mKemudian direndam dan jepit bejana tersebut dalam bak perendam sehingga terendam sekurang-kurangnya 100mm. Aturilah suhu bak perendam pada suhu  $25^{\circ}\text{C}$ .
- Piknometer dibersihkan, dikeringkan dan ditimbang dengan ketelitian 1 miligram (A).
- Bejana diangkat dari bak perendam dan piknometer diisidengan air suling kemudian piknometer ditutup tanpa ditekan.

- Piknometer diletakkan ke dalam bejana dan penutup ditekan sehingga rapat, kembalikan bejana berisi piknometer ke dalam bak perendam. Diamkan bejana tersebut di dalam bak perendam selama sekurang-kurangnya 30 menit, kemudian piknometer diangkat dan dikeringkan dengan lap.
- Piknometer ditimbang dengan ketelitian 1 miligram (B).
- Benda uji tersebut dituangkan ke dalam piknometer yang telah kering terisi  $\frac{3}{4}$  bagian.
- Piknometer dibiarkan sampai dingin, waktu tidak kurang dari 40 menit dan ditimbang dengan penutupnya dengan ketelitian 1 miligram (C).
- Piknometer yang terisi benda uji diisi dengan air suling dan ditutup tanpa ditekan, lalu didiamkan agar gelembung-gelembung udara keluar.
- Bejana diangkat dari bak perendam dan piknometer diletakkan di dalamnya dan penutup ditekan hingga rapat. Bejana dimasukkan dan didiamkan dalam bak perendam selama sekurang-kurangnya 30 menit. Kemudian piknometer diangkat, dikeringkan dan ditimbang (D).

#### 6. Perhitungan

Rumus yang digunakan pada pengujian berat jenis aspal :

$$BJ \text{ Aspal} = \frac{(C-A)}{(B-A)(D-C)} \times 100\% \dots\dots\dots(3.10)$$

Keterangan :

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)

#### B. Penetrasi Aspal

##### 1. Pendahuluan



Penetrasi merupakan suatu pengujian yang sangat penting itu dikarenakan penetrasi dapat menunjukkan mutu suatu aspal. Penetrasi adalah masuknya jarum penetrasi kedalam permukaan aspal dalam waktu 5 detik dengan bahan 100 gram pada suhu 25°C (SNI 06-2456-1991).

## 2. Maksud dan Tujuan

Tujuan dari pengujian penetrasi aspal ini ialah untuk mengetahui sifat penetrasi bahan-bahan bitumen.

## 3. Standar Pemeriksaan/Pengujian

Standar pemeriksaan/pengujian yang diinginkan pada pengujian penetrasi aspal adalah sebagai berikut:

SNI 06-2456-1991 : Metode pengujian penetrasi bahan-bahan bitumen

## 4. Peralatan dan Material

### a. Peralatan

Peralatan yang digunakan pada pengujian penetrasi aspal adalah:

- Alat penetrasi/penetrometer
- Pemegang jarum seberat  $(47,5 \pm 0,5)$  gram
- Pemberat dari  $(50 \pm 0,5)$  gram dan  $(100 \pm 0,5)$  gram
- Jarum penetrasi
- Cawan
- Pengukur waktu / *stopwatch*

### b. Material

Material yang digunakan pada pengujian penetrasi aspal adalah:

- Aspal

## 5. Prosedur Pelaksanaan

Prosedur pelaksanaan pengujian penetrasi aspal adalah:

### a. Pembuatan benda uji

- Contoh dipanaskan dan diaduk perlahan-lahan hingga cukup air.
- Pemanasan contoh untuk ter tidak lebih dari 60°C di atas titik lembek.
- Pemanasan contoh untuk bitumen tidak lebih dari 90°C di atas titik lembek.

- Waktu pemanasan tidak lebih dari 30 menit.
- Contoh dituangkan ke dalam tempat contoh dan diamankan sampai dingin, tinggi contoh tidak kurang dari angka penetrasi ditambah 10 mm.
- Benda uji ditutup agar bebas dari debu dan diamankan pada suhu ruang selama 1 sampai 1,5 jam untuk benda uji kecil dan 1,5-2 jam untuk yang besar.

#### b. Cara Pengujian

- Benda uji dimasukkan dalam tempat air yang kecil dan letakkan tempat air tersebut dalam bak perendam yang telah ditentukan suhunya, diamankan selama 1-1,5 jam untuk benda uji kecil dan 1,5-2 jam untuk benda uji yang besar.
- Jarum penetrasi dipasang pada pemegangnya dengan baik dan dibersihkan dengan pelarut kemudian disikat/lap hingga kering.
- Pemberat 50 gram dipasang di atas jarum untuk beban  $100 \pm 0,1$  gram.
- Tempat air dipindahkan dari bak perendam di bawah alat penetrasi.
- Jarum penetrasi diturunkan perlahan-lahan hingga menyentuh permukaan benda uji.
- Arloji penetrometer diatur pada angka 0.
- Arloji penetrometer diputar dan dibaca angka penetrasi yang ditunjukkan oleh jarum pada arloji, bulatkan hingga angka 0,1 mm terdekat.
- Jarum dilepaskan dari pemegangnya dan siapkan alat penetrasi untuk pekerjaan berikutnya.
- Pekerjaan di atas dilakukan tidak kurang dari 3 kali untuk benda uji yang sama jarak titik pemeriksaan yang satu sama dengan yang lain dan dari tepi tidak kurang dari 10 mm.

### C. Daktilitas Aspal

#### 1. Pendahuluan

Daktilitas aspal adalah nilai keelastisitasan aspal, yang diukur dari jarak terpanjang, apabila antara dua cetakan berisi bitumen keras yang ditarik sebelum putus pada suhu 25°C dengan kecepatan 50 mm/menit.

## 2. Maksud dan Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui eleastisitas bahan aspal yang kita uji.

## 3. Standar Pemeriksaan/Pengujian

Standar pemeriksaan/pengujian yang digunakan pada pengujian daktilitas aspal adalah sebagai berikut :

SNI 2432 : 2011 : Metode Pengujian Daktilitas Bahan-Bahan Bitumen

## 4. Peralatan dan Material

### a. Peralatan

Peralatan yang digunakan pada pengujian daktilitas aspal adalah :

- Termometer
- Cetakan daktilitas
- Cawan
- Mesin uji daktilitas
- Pelat
- *Hot plate*
- Penjepit
- Spatula
- *Stop watch*
- Mistar

### b. Material

Material yang digunakan pada pengujian daktilitas aspal adalah :

- Aspal
- Oli

## 5. Prosedur pelaksanaan

Prosedur pelaksanaan pengujian daktilitas aspal adalah:

### a. Pembuatan benda uji

- Semua bagian dalam cetakan daktilitas dan bagian atas pelat dasar dilapisi dengan campuran *glycerin* dan *dextrin* atau *glycerin* dan *talk* atau *glycerin* dan *kaolin* atau mailgram.
  - Cetakan daktilitas dipasang di atas pelat dasar.
  - Contoh aspal dipanaskan kira-kira 100 gram hingga air cair Pemanasan antara suhu 80°C sampai 100°C di atas titik lembek.
  - Contoh dipanaskan hati-hati ke dalam cetakan dari ujung ke ujung hingga penuh.
  - Cetakan didinginkan pada suhu ruang selama 30 sampai 40 menit.
  - Permukaan benda uji diratakan dengan spatula atau pisau panas.
- b. Cara pengujian
- Benda uji dilepaskan dari pelat dasar dan sisi-sisi cetaknya.
  - Benda uji dipasang dan ditarik secara teratur dengan kecepatan 5 cm/menit sampai benda uji putus.
  - Jarak antara pemegang kecepatan dibaca, benda uji harus selalu terendam sekurang-kurangnya 2,5 cm dari permukaan air dan suhu dipertahankan tetap  $(25 \pm 0,5)^\circ\text{C}$

#### D. Titik Lembek

##### 1. Pendahuluan

Titik lembek aspal adalah temperatur pada saat bola baja dengan berat tertentu, mendesak turun lapisan aspal yang tertahan dalam cincin berukuran tertentu, sehingga aspal menyentuh pelat dasar yang terletak di bawah cincin jarak 25,4 mm, sebagai akibat kecepatan pemanasan tertentu.

##### 2. Maksud dan Tujuan

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan angka titik lembek aspal yang berkisar dari 30 sampai dengan 157°C dengan cara *ring and ball*. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui titik aspal yang kita uji.

### 3. Standar Pemeriksaan/Pengujian

Standar pemeriksaan/pengujian yang digunakan pada pengujian titik lembek aspal adalah sebagai berikut :

SNI 2434:2011 : Cara Uji Titik Lembek dengan Alat Cincin dan Bola  
(*Ring and Ball*)

### 4. Peralatan dan Material

#### a. Peralatan

Peralatan yang digunakan pada pengujian titik lembek aspal adalah:

- Termometer
- Cincin kuningan
- Bola baja, diameter 9,53 mm berat 3,45 sampai 3,55 gram
- Alat pengarah bola
- Bejana gelas tahan panas
- Dudukan benda uji
- Penjepit

#### b. Material

Material yang digunakan pada pengujian titik lembek aspal adalah sebagai berikut :

- Aspal
- Air
- Es batu
- Oli

### 5. Prosedur Pelaksanaan

#### a. Pembuatan benda uji

- Contoh dipanaskan perlahan-lahan sambil diaduk hingga cair.
- Dua buah cincin dipanaskan sampai mencapai suhu tuang contoh dan kedua cincin diletakkan di atas pelat kuningan yang diberi lapisan dari campuran talk dan sabun.

- Contoh dituangkanke dalam 2 buah cincin. Didiamkan pada suhu sekurang-kurangnya 8°C di bawah titik lembeknya selama sekurang-kurangnya 30 menit.
- b. Cara pengujian
- Kedua benda uji dipasang dan diatur di atas dudukannya, pengarah bola diletakkan di atasnya, seluruh peralatan dimasukkan ke dalam bejana gelas.
  - Bejana diisi dengan air suling baru dengan suhu  $(5\pm 1)^\circ\text{C}$  sehingga tinggi permukaan air antara 101,6 sampai 108 mm.
  - Termometer diletakkan sesuai di antara kedua benda uji ( $\pm 12,7$  mm dari tiap cincin).Jarak antara permukaan pelat dasar dengan dasar benda uji diatur menjadi 25,4 mm.
  - Bola-bola baja yang bersuhu  $5^\circ\text{C}$  diletakkan diatas dan ditengah-tengah masing-masing permukaan benda uji yang bersuhu  $5^\circ\text{C}$  dengan memakai penjepit dengan memasang kembali pengarah bola.
  - Bejana dipanaskan dengan kenaikan suhu  $5^\circ\text{C}/\text{menit}$ . Kecepatan pemanasan ini tidak boleh diambil kecepatan pemanasan rata-rata dari awal sampai akhir. Untuk 3 menit yang pertama perbedaan kecepatan pemanasan tidak boleh melampaui  $0,5^\circ\text{C}$ .

### 3.6.3 Pengujian Lateks

#### A. Berat Jenis Lateks

Pengujian ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui karakteristik dan sifat fisik baik aspal dengan kadar lateks 7%; 8,5%; 9%. Adapun pengujian-pengujian tersebut antara lain :

##### 1. Pendahuluan

Berat jenis aspal adalah perbandingan antara berat jenis aspal padat dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu  $25^\circ\text{C}$  atau  $15,6^\circ\text{C}$ .

##### 2. Maksud dan Tujuan

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis bitumen keras dan ter dengan piknometer. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mendapatkan berat jenis dari aspal dengan campuran variasi lateks yang kita uji.

### 3. Standar Pemeriksaan/Pengujian

Standar pemeriksaan/pengujian yang digunakan pada pengujian berat jenis aspal adalah sebagai berikut :

SNI 2441: 2011: Metode Pengujian Berat Jenis Aspal Padat.

### 4. Peralatan dan Material

#### a. Peralatan

Peralatan yang digunakan pada pengujian berat jenis aspal adalah:

- Termometer
- Bak perendam
- Piknometer
- Bejana gelas

#### b. Material

Material yang digunakan pada pengujian berat jenis aspal adalah:

- Aspal
- Lateks 8%; 8,5%; 9%
- Air

### 5. Prosedur Pelaksanaan

Prosedur pelaksanaan pengujian berat jenis lateks adalah:

#### a. Pembuatan benda uji

- Lateks yang telah dijemur kering dipanaskan hingga mencair sebanyak 8%; 8,5%; 9% dari 50 gr aspal yang digunakan.
- Aspal dipanaskan hingga menjadi cair dan diaduk untuk mencegah pemanasan setempat. Pemanasan tidak boleh lebih dari 30 menit pada suhu 56°C di atas titik lembek.
- Lateks dicampurkan dengan aspal yang telah mencair.

- Contoh tersebut dituangkan ke dalam piknometer yang telah kering hingga terisi  $\frac{3}{4}$  bagian.

b. Cara pengujian

- Bejana diisi dengan air suling sehingga diperkirakan bagian atas piknometer yang tidak terendam 40 mm. Kemudian direndam dan jepit bejana tersebut dalam bak perendam sehingga terendam sekurang-kurangnya 100 mm. Aturilah suhu bak perendam pada suhu 25°C.
- Piknometer dibersihkan, dikeringkan dan ditimbang dengan ketelitian 1 miligram (A).
- Bejana diangkat dari bak perendam dan piknometer diisi dengan air suling kemudian piknometer ditutup tanpa ditekan.
- Piknometer diletakkan ke dalam bejana dan penutup ditekan sehingga rapat, kembalikan bejana berisi piknometer ke dalam bak perendam. Diamkan bejana tersebut di dalam bak perendam selama sekurang-kurangnya 30 menit, kemudian piknometer diangkat dan dikeringkan dengan lap.
- Piknometer ditimbang dengan ketelitian 1 miligram (B).
- Benda uji tersebut dituangkan ke dalam piknometer yang telah kering terisi  $\frac{3}{4}$  bagian.
- Piknometer dibiarkan sampai dingin, waktu tidak kurang dari 40 menit dan ditimbang dengan penutupnya dengan ketelitian 1 miligram (C).
- Piknometer yang terisi benda uji diisi dengan air suling dan ditutup tanpa ditekan, lalu didiamkan agar gelembung-gelembung udara keluar.
- Bejana diangkat dari bak perendam dan piknometer diletakkan di dalamnya dan penutup ditekan hingga rapat. Bejana dimasukkan dan didiamkan dalam bak perendam selama sekurang-kurangnya 30 menit. Kemudian piknometer diangkat, dikeringkan dan ditimbang (D).



## 6. Perhitungan

Rumus yang digunakan pada pengujian berat jenisaspal :

$$BJ \text{ Aspal} = \frac{(C-A)}{(B-A)(D-C)} \times 100\% \dots\dots\dots(3.10)$$

Keterangan :

A = Berat Piknometer dengan Penutup (gram)

B = Berat Piknometer Berisi Air (gram)

C = Berat Piknometer Berisi Aspal+Lateks (gram)

D = Berat Piknometer Berisi Aspal+Lateks dan Air (gram)

### 3.6.4 Pengujian *filler*

#### A. Berat Jenis Semen

##### 1. Pendahuluan

Berat jenis semen adalah perbandingan antara berat kering semen pada suhu kamar dengan satuan isi. Berat jenis semen penting untuk diketahui karena dengan mengetahui berat jenis akan dapat dilihat kualitas semen itu.

##### 2. Maksud dan Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat jenis semen yang digunakan sebagai filler dan mengetahui sifat berat jenis dari semen.

##### 3. Standar Pemeriksaan/Pengujian

Standar pemeriksaan/pengujian yang digunakan pada pengujian berat jenis semen adalah sebagai berikut :

SNI 03-2531-1991 : Metode Pengujian Berat Jenis Semen Portland

##### 4. Peralatan dan Material

###### a. Peralatan

Peralatan yang digunakan pada pengujian berat jenis semen adalah:

- Botol Le chatelier
- Kawat

###### b. Material

Material yang digunakan pada pengujian berat jenis semen adalah:

- Semen *Portland*
- Minyak tanah

#### 5. Prosedur pelaksanaan

Prosedur pelaksanaan pengujian berat jenis semen adalah sebagai berikut:

- Botol *Le chatelier* diisi dengan kerosin atau naptha sampai antara skala 0 dan 1, bagian dalam botol di atas permukaan cairan dikeringkan.
- Botol dimasukkan ke dalam bak air dengan suhu yang ditetapkan pada botol  $\pm 20^{\circ}\text{C}$  untuk menyamakan suhu cairan dalam botol dengan suhu yang ditetapkan pada botol.
- Setelah suhu cairan dalam botol sama dengan suhu yang ditetapkan pada botol, skala pada botol dibaca ( $V_1$ ).
- Kemudian memasukkan semen portland sebanyak 64 gram, sedikit demi sedikit ke dalam botol, hindarkan penempelan semen pada dinding botol di atas cairan.
- Setelah semua benda uji dimasukkan, botol diputar dengan posisimiring secara perlahan-lahan sampai gelembung udara tidak lagi pada permukaan cairan.
- Ulang pekerjaan no. 2, setelah suhu cairan dalam botol sama dengan suhu yang ditetapkan pada botol, baca skala pada botol ( $V_2$ ).

#### 6. Perhitungan

Untuk menghitung berat jenis semen gunakan rumus :

$$\frac{\text{Berat Semen}}{(V_1 - V_2)d} \dots\dots\dots(3.11)$$

Keterangan :

$V_1$  = Pembacaan skala pertama pada botol

$V_2$  = Pembacaan skala kedua pada skala botol

$d$  = Berat jenis pada suhu  $4^{\circ}\text{C}$

### 3.7 Pembuatan Benda Uji

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan benda uji Marshall untuk mencari Kadar Aspal Optimum (KAO) dengan variasi kadar aspal 5%; 6%; 7% sebanyak 3 buah benda uji *Marshall* untuk setiap variasi. Dari ketiga kadar aspal tersebut didapatkan hasil kadar aspal optimum. Kemudian pembuatan benda uji *Marshall* dengan campuran karet alam (*lateks*) variasi 8%; 8,5%; 9% dan *fly ash* sebagai *filler* dengan kadar 7% Sehingga total seluruh benda uji *Marshall* yang dibuat dalam penelitian ini adalah sebanyak 45 buah benda uji *Marshall*.

#### 3.7.1 Benda Uji Campuran Aspal Normal

Perhitungan benda uji campuran aspal normal dengan rentang kadar aspal 5%; 6%; dan 7% yang dibuat pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.2 Perhitungan Benda Uji Normal

Kadar Aspal	Jumlah Benda Uji (Sampel)
5%	3
6%	3
7%	3
Total Benda Uji	9

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2023)

#### 3.7.2 Benda Uji Campuran Aspal dengan Lateks dan *Fly Ash*

Perhitungan benda uji campuran aspal dengan lateks dan *fly ash* sebagai *filler* dengan variasi lateks sebesar 8%; 8,5%; 9% dan *fly ash* sebesar 7% yang dibuat pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 3.3 Perhitungan Benda Uji campuran aspal dengan lateks

No.	Kadar Aspal (%)	Kadar Lateks (%)		
		8	8,5	9
1	5	3	3	3
2	6	3	3	3

3	7	3	3	3
4	KAO	3	3	3
Total Benda Uji				36

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2023)

### 3.8 Campuran Aspal dengan Alat *Marshall*

Metode *Marshall* ditemukan oleh Bruce Marshall, Prinsip dasar metode *Marshall* adalah pemeriksaan stabilitas dan keelehan (*flow*), serta analisis kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk. Alat *Marshall* merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan *proving ring* (cincin penguji) berkapasitas 22,2 KN (5000 lbs) dan *flow*. *Proving ring* digunakan untuk mengukur nilai stabilitas dan *flow* untuk mengukur keelehan plastis atau *flow*.

#### 1. Maksud dan Tujuan

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap keelehan plastis (*flow*) dari campuran aspal.

#### 2. Standar Pemeriksaan/Pengujian

Standar pemeriksaan/pengujian yang digunakan pada pengujian campuran aspal dengan alat *marshall* adalah sebagai berikut :

SNI 06-2489- 1991: Metode Pengujian Campuran aspal dengan Alat  
*Marshall*

#### 3. Peralatan dan Material

##### a. Peralatan

Peralatan yang digunakan untuk membuat campuran aspal dengan alat *marshall* sebagai berikut :

- 9 buah cetakan benda uji yang berdiameter 10 cm (4") dan tinggi 7,5 cm (3") lengkap dengan pelat alas dan leher sambung.
- Landasan pemadat terdiri dari balok kayu (jati atau yang sejenis) berukuran kira-kira (20x20x45) cm.
- Penumbuk yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder, dengan berat 4,536 kg (10 pound), dan tinggi jauh lebih bebas 45,7 cm (18").
- Mesin tekan lengkap dengan:

- Kepala penekan berbentuk lengkung (*breaking head*).
- Cincin penguji yang berkapasitas 2500 kg (5000 pound) dengan ketelitian 12,5 kg (25 pound) dilengkapi dengan ketelitian 0,0025 cm (0,0001”).
- Arloji kelelahan dengan ketelitian 0,25 mm (0,001”) dengan perlengkapannya.
- Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai  $(200\pm 3)^{\circ}\text{C}$ .
- Bak perendam (waterbath) dilengkapi dengan pengatur suhu minimum  $20^{\circ}\text{C}$ .
- Panci-panci untuk memanaskan agregat, aspal dan campuran aspal.
- Thermometer berkapasitas  $250^{\circ}\text{C}$  dan  $100^{\circ}\text{C}$  dengan ketelitian 1% dari kapasitas.
- Timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gram.yang dilengkapi penggantung benda uji.
- *Hotplate* (baja pelat pemanas)
- Kompor gas
- Sarung asbes dan karet
- Sendok aduk

#### b. Material

Material yang digunakan untuk membuat campuran aspal dengan alat marshall sebagai berikut :

- Aspal
- Agregat

#### 4. Prosedur Pengujian Benda Uji Dengan *Marshall*

Pengujian *Marshall* dilakukan dengan mengikuti tahapan pengujian yang tercantum pada PEDC Bandung 1983, seperti berikut :

##### a. Persiapan Benda Uji

Pengeringan agregat sampai beratnya tetap. Lalu kita memisahkan agregat dengan cara penyaringan kering ke dalam fraksi-fraksi yang dikehendaki.

##### b. Penentuan Suhu Pencampuran dan Pematatan

Suhu pencampuran dan pemadatan harus ditentukan sehingga bahan pengikat yang dipakai menghasilkan viskositas.

c. Persiapan Campuran

- Pada awal pengujian, untuk setiap benda uji diperlukan agregat sebanyak  $\pm 1200$  gram, sehingga akan menghasilkan tinggi benda uji kira-kira  $6,25 \text{ cm} \pm 0,125 \text{ cm}$  ( $2,5'' \pm 0,5''$ ).
- Lalu kita memanasi mould beserta agregat kira-kira  $150^\circ\text{C}$  di atas suhu pencampur untuk aspal panas dan aduk benda uji tersebut sampai rata, untuk aspal di panaskan sampai  $135^\circ\text{C}$  di atas suhu pencampuran.
- Panaskan sampai suhu pencampuran, aspal dituangkan sebanyak yang dibutuhkan ke dalam agregat yang sudah dipanaskan tersebut, kemudian diaduk dengan cepat dan sampai agregat terlapis merata.

d. Pemadatan Benda Uji

- Perlengkapan cetakan benda uji dibersihkan serta bagian muka penumbuk dengan seksama dan memanaskan sampai suhu antara  $93,3^\circ\text{C}$  dan  $148,9^\circ\text{C}$ .
- Selebar kertas saring atau kertas penghisap yang telah menurut ukuran cetakan digunting diletakkan ke dalam dasar cetakan. Masukkan seluruh campuran ke dalam cetakan dan tusuk-tusuk campuran keras-keras dengan spatula yang dipanaskan atau aduk dengan sendok semen 15 kali keliling pinggirnya dan 10 kali didalamnya.
- Lehernya dilepaskan dan ratakanlah permukaan campuran dengan mempergunakan sendok semen menjadi bentuk sedikit cembung.
- Cetakan diletakan diatas landasan pematat, lalu dilakukan pemadatan dengan alat penumbuk sebanyak 75, 50 atau 35 sesuai kebutuhan dengan tinggi jatuh 45 cm ( $18''$ ), selama pemadatan tahanlah agar suhu palu pematat selalu tegak lurus

- Pada alat cetakan. Keping alas dan lehernya dilepaskan dan alat cetak yang berisi benda uji dibalikan dan tumbuklah dengan jumlah tumbukan yang sama.
- Benda uji diletakkan diatas permukaan rata, kemudian dibiarkan selama kira-kira 24 jam pada suhu ruang.

e. Prosedur Pelaksanaan

Prosedur pelaksanaan pengujian *marshall* adalah sebagai berikut:

- Benda uji dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel dan berilah tanda pengenal pada masing-masing benda uji.
- Benda uji diukur dengan ketelitian 0,1 mm.
- Benda uji ditimbang.
- Benda uji direndam kira-kira 24 jam pada suhu ruang dan timbang dalam air untuk mendapatkan isi.
- Benda uji ditimbang dalam kondisi kering permukaan jenuh.
- Benda uji aspal panas direndam dalam bak perendam selama 30sampai 40 menit atau dipanaskan di dalam oven selama 2 jam dengan suhu tetap  $(60\pm 1)^{\circ}\text{C}$ .

Perhatian!

- a. Untuk benda uji aspal dingin lama pemanasannya minimum 2 jam pada suhu tetap  $(25\pm 1)^{\circ}\text{C}$ .
  - b. Sebelum pengujian batang penuntun (*guide rod*) dan permukaan dalam dari kepala penekan (*test heads*) dibersihkan dan batang penuntun tersebut dilumasi agar kepala penekan dapat menuntun bebas.
  - c. Bila dikehendaki kepala penekan dapat bersama-sama benda uji pada suhu antara  $21-38^{\circ}\text{C}$ .
- Benda uji dikeluarkan dari bak perendam atau dari oven dan letakan kedalam segmen bawah penekan.
  - Segmen atas dipasang diatas benda uji dan letakan kedudukannya dalam mesin penguji.

- Arloji kelelahan (flow meter) dipasang pada kedudukannya salah satu batang penuntun dan atur kedudukan jarum penunjuk pada angka nol.

Perhatian!!!

Selubung tangkai arloji (sleeve) dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan (breeding head) dan tekan selubung tangkai arloji kelelahan tersebut pada segmen atas dari kepala penekan selama pembebanan berlangsung.

- Kepala penekan beserta benda ujinya dinaikan hingga menyentuh alas cincin penguji sebelum pembebanan. Kedudukan jarum penunjuk pada angka nol.
- Pembebanan benda uji diberikan dengan kecepatan tetap sebesar 50 mm/menit sampai pembebanan maksimum tercapai atau pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji tekan.
- Catat pembebanan maksimum.
- Selubung tangkai arloji kelelahan (*sleeve*) dilepaskan pada saat pembebanan mencapai maksimum dan catat nilai kelelahan yang ditunjukkan jarum arloji kelelahan.

##### 5. Perhitungan

Rumus-rumus yang digunakan pada pengujian *marshall* adalah :

- a. Rongga Udara dalam Campuran / Voids in Mix (VIM)

$$VIM = 100 - \frac{100 \times G}{H} \dots\dots\dots(3.12)$$

Keterangan :

G = Berat isi campuran

H = Berat jenis *bulk* campuran padat

- b. Rongga pada Campuran Agregat / Void Mineral Agregate (VMA)

$$VMA = 100 - \frac{(100-B) \times G}{B_j \text{ Bulk Agregate}} \dots\dots\dots(3.13)$$

Keterangan :

B = % aspal terhadap campuran

G = Berat isi campuran



## c. Rongga Terisi Aspal / Void Filled with Asphalt (VFA)

$$VFA = 100 \times \frac{(VMA - VIM)}{VMA}$$

Keterangan :

VMA = Rongga diantara mineral agregat

VIM = Rongga udara campuran, persen total campura

## d. Berat Jenis Bulk Agregat

$$Gsb \dots = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{\left(\frac{P_1}{G_1}\right) + \left(\frac{P_2}{G_2}\right) + \dots + \left(\frac{P_n}{G_n}\right)} \dots \dots \dots (3.14)$$

Keterangan :

Gsb = Berat jenis bulk total agregat

P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, ... P<sub>n</sub> = Persentase masing-masing fraksi agregat

G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, ... G<sub>n</sub> = Berat jenis bulk masing-masing fraksi agregat

## e. Berat Jenis Efektif Agregat

$$Gse = \frac{P_{mm} + P_b}{\left(\frac{P_{mm}}{G_{mm}}\right) + \left(\frac{P_b}{G_b}\right)} \dots \dots \dots (3.15)$$

Keterangan :

P<sub>mm</sub> = Persentase berat total campuran (100%)

G<sub>mm</sub> = Berat jenis maksimum agregat

P<sub>b</sub> = Kadar aspal berdasarkan berat jenis maksimum (%)

G<sub>b</sub> = Berat jenis aspal

## f. Berat Jenis Maksimum Campuran

$$Bj \text{ Maksimum} = \frac{100}{\frac{\%AK}{Bj \text{ efektif } AK} + \frac{\%AS}{Bj \text{ efektif } AS} + \frac{\%AH}{Bj \text{ efektif } AH} + \frac{\%aspal}{BJ \text{ aspal}}} \dots \dots \dots (3.16)$$

## g. Marshall Quotient (MQ)

$$MQ = \frac{S}{F} \dots \dots \dots (3.17)$$

Keterangan :

S = Nilai stabilitas terkoreksi (Kg)

F = Nilai flow (mm)

**BAB IV**  
**HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat**

Pengujian sifat fisik agregat dilakukan berdasarkan standar SNI dan berdasarkan prosedur yang ada pada SNI. Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Lahat dan agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Tanjung Raja. Hasil rekapitulasi pengujian sifat-sifat fisik agregat yang dilakukan pada material agregat kasar berupa *split*  $\frac{1}{2}$  dan *split*  $\frac{1}{1}$  pada Tabel 4.1 dan agregat halus berupa pasir pada Tabel 4.2 berikut ini:

Tabel 4.1 Hasil Rekapitulasi Pengujian Sifat Fisik Agregat Kasar

Jenis Pengujian	Hasil		Satuan	Spesifikasi Umum Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI)
	Agregat Kasar			
	1/2	1/1		
Analisa Saringan	6,85	6,510	-	SNI 03-1968-1990
Berat Jenis Bulk	2,565	2,543	-	SNI 03-1969-1990 SNI 1969:2008
Berat Jenis SSD	2,598	2,586	-	SNI 03-1969-1990 SNI 1969:2008
Berat Jenis Semu	2,653	2,656	-	SNI 03-1969-1990 SNI 1969:2008
Berat Jenis Efektif	2,609	2,600	-	SNI 03-1969-1990 SNI 1969:2008
Penyerapan	1,290	1,659	%	SNI 03-1969-1990 SNI 1969:2008
Kadar Air	0,959	0,874	%	SNI 03-1971-1990
Kadar Lumpur	0,232	0,719	%	SNI 03-4142-1996
Bobot Isi Gembur	1,266	1,309	gr/cm <sup>3</sup>	SNI 03-4804-1998
Bobot Isi Padat	1,438	1,496	gr/cm <sup>3</sup>	SNI 03-4804-1998
Kekerasan Agregat	20,313		%	-
Keausan Agregat	29,674		%	SNI 2417:2008

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)

Tabel 4.2 Hasil Rekapitulasi Pengujian Sifat Fisik Agregat Halus

Jenis Pengujian	Hasil	Satuan	Spesifikasi Umum Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI)
Analisa Saringan	3,728	-	SNI 03-2834-2000
Berat Jenis Bulk	2,423	-	SNI 03-1970-1990 SNI 1970:2008
Berat Jenis SSD	2,518	-	SNI 03-1970-1990 SNI 1970:2008
Berat Jenis Semu	2,676	-	SNI 03-1970-1990 SNI 1970:2008
Berat Jenis Efektif	2,550	-	SNI 03-1970-1990 SNI 1970:2008
Penyerapan	3,907	%	SNI 03-1970-1990 SNI 1970:2008
Kadar Air	3,659	%	SNI 03-1971-1990
Kadar Lumpur	0,891	%	SNI 03-4142-1996
Bobot Isi Gembur	1,216	gr/cm <sup>3</sup>	SNI 03-4804-1998
Bobot Isi Padat	1,359	gr/cm <sup>3</sup>	SNI 03-4804-1998

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)

Berdasarkan pengujian terhadap sifat fisik agregat yang dilakukan diketahui bahwa hasil pengujian agregat kasar dan agregat halus yang digunakan memenuhi spesifikasi. Pengujian yang dilakukan antara lain sebagai berikut.

#### 4.1.1 Analisa Saringan

Pengujian analisa saringan ini bertujuan untuk menghitung perbandingan agregat halus dan kasar menjadi agregat gabungan yang mempunyai gradasi yang diinginkan. Dari hasil pengujian analisa saringan agregat kasar  $1/2$  diperoleh data yang dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Analisa Saringan Berat Kering Agregat Kasar  $1/2$ 

Ukuran Saringan (mm)	Agregat Tertinggal		% Kumulatif Agregat	
	Gram	%	Tertahan	Lolos
19	0	0,000	0,000	100,000
12,5	2,9	0,145	0,145	99,855
9,5	1221,1	61,055	61,200	38,800
4,75	221,1	11,055	72,255	27,745
2,36	8,2	0,410	72,665	27,335
1,18	192,1	9,605	82,270	17,730
0,6	297,5	14,875	97,145	2,855
0,3	51,3	2,565	99,710	0,290
0,15	1,4	0,070	99,780	0,220
0,075	1,1	0,055	99,835	0,165
<b>Pan</b>	3,3	0,165	-	-
<b>Total</b>	2000	100,000	685,005	314,995

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)

Berdasarkan Tabel 4.3 diperoleh nilai modulus halus butir untuk agregat kasar  $1/2$  dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Modulus Halus Butir (MHB)} = \frac{\% \text{ Kumulatif Tertahan}}{100} = \frac{685,005}{100} = 6,85$$

Berdasarkan pengujian analisa saringan agregat kasar  $1/2$  yang dilakukan diketahui bahwa Modulus Halus Butir (MHB) yang didapatkan sebesar 6,85 telah memenuhi spesifikasi SNI 03-1968-1990.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Analisa Saringan Berat Kering Agregat Kasar  $1/1$ 

Ukuran Saringan (mm)	Agregat Tertinggal		% Kumulatif Agregat	
	Gram	%	Tertahan	Lolos
19	0	0,000	0,000	100,000
12,5	0	0,000	0,000	100,000
9,5	213,9	10,695	10,695	89,305
4,75	1135,3	56,765	67,460	32,540
2,36	112,2	5,610	73,070	26,930
1,18	537,3	26,865	99,935	0,065
0,6	0,3	0,015	99,950	0,050
0,3	0,3	0,015	99,965	0,035
0,15	0,1	0,005	99,970	0,030
0,075	0,3	0,015	99,985	0,015
<b>Pan</b>	0,3	0,015	-	-
<b>Total</b>	2000	100,000	651,030	348,970

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)

Berdasarkan Tabel 4.4 diperoleh nilai modulus halus butir untuk agregat kasar  $1/1$  dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Modulus Halus Butir (MHB)} = \frac{\% \text{ Kumulatif Tertahan}}{100} = \frac{651,030}{100} = 6,510$$

Berdasarkan pengujian analisa saringan agregat kasar  $1/1$  yang dilakukan diketahui bahwa Modulus Halus Butir (MHB) yang didapatkan sebesar 6,510 telah memenuhi spesifikasi SNI 03-1968-1990.

Dari hasil pengujian analisa saringan agregat halus diperoleh data yang dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut ini.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Analisa Saringan Berat Kering Agregat Halus (Pasir)

Ukuran Saringan (mm)	Agregat Tertinggal		% Komulatif Agregat	
	Gram	%	Tertahan	Lolos
4,75	6,3	0,63	0,63	99,37
2,36	22,4	2,24	2,87	97,13
1,18	73,2	7,32	10,190	89,81
0,6	340,8	34,080	44,27	55,73
0,3	405,1	40,51	84,78	15,22
0,15	115,9	11,59	96,37	3,63
0,075	30,2	3,02	99,39	0,61
<b>Pan</b>	6,1	0,61	-	-
<b>Total</b>	1000	100	336,760	363,240

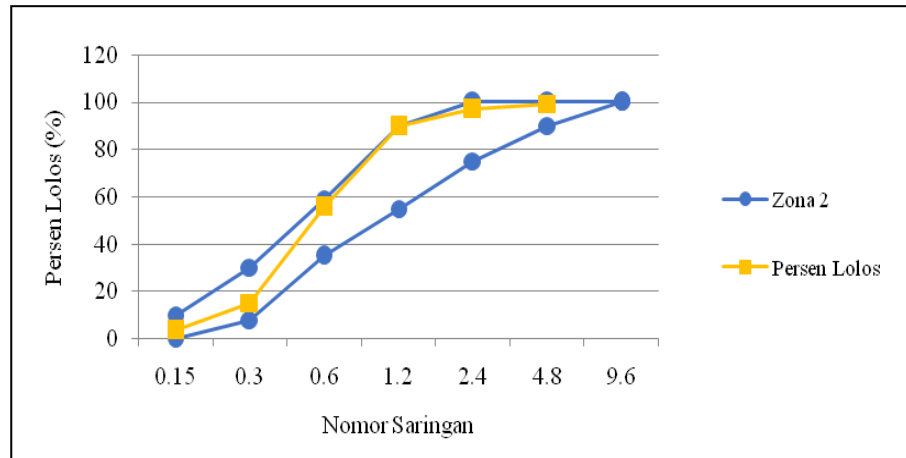
(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)

Berdasarkan Tabel 4.5 diperoleh nilai modulus halus butir untuk agregat halus dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Modulus Halus Butir (MHB)} = \frac{\% \text{ Komulatif Tertahan}}{100} = \frac{336,760}{100} = 3,368$$

Berdasarkan pengujian analisa saringan agregat halus yang dilakukan diketahui bahwa Modulus Halus Butir (MHB) yang didapatkan sebesar 3,368 telah memenuhi spesifikasi SNI 03-1968-1990.

Berdasarkan hasil perhitungan modulus halus butir diatas didapatkan grafik zona gradasi agregat halus pada gambar di bawah ini yang menunjukkan bahwa agregat halus yang digunakan berada pada zona II yang tergolong pasir sedang.



Gambar 4.1 Grafik Gradasi Zona II Pasir Agak Kasar

(Sumber: Data Laboratorium, 2023)

Dari hasil pengujian analisa saringan agregat kasar dan agregat halus di atas didapatkan hasil rancangan agregat gabungan pada Tabel 4.6 berikut ini.

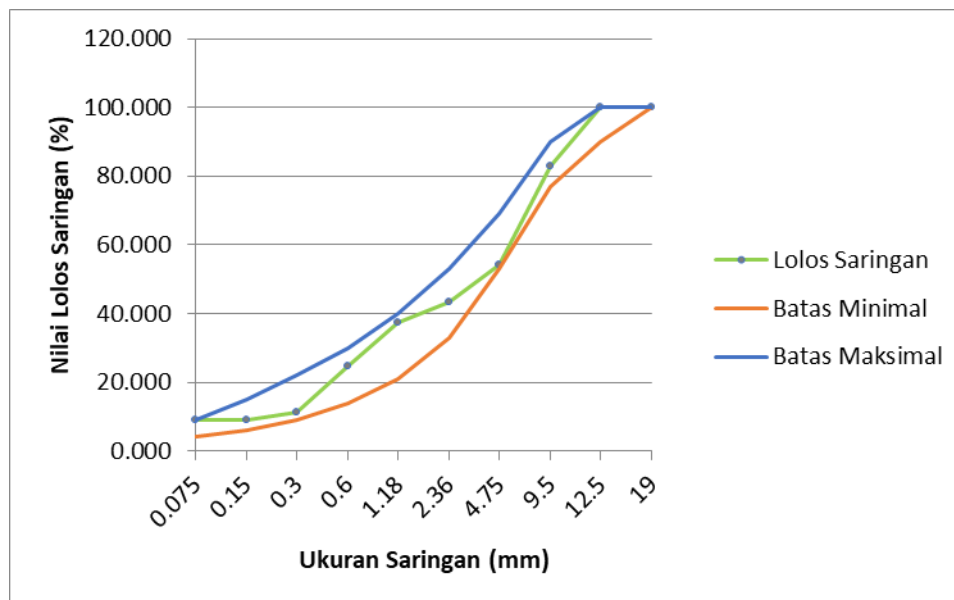
Tabel 4.6 Hasil Rancangan Agregat Gabungan

Keterangan	Ukuran Saringan											
	Inchi	1 1/2"	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#8	#16	#30	#50	#100	#200
mm	38,1	19	12,5	9,5	4,75	2,36	1,18	0,6	0,3	0,15	0,075	
<b>Gradasi Material</b>												
Pasir	100,00	100,00	100,00	100,00	99,37	99,13	91,55	55,73	15,22	3,63	0,61	
Agregat 1/1	100,00	100,00	100,00	89,305	32,540	26,930	0,065	0,050	0,035	0,030	0,015	
Agregat 1/2	100,00	100,00	99,855	38,800	27,745	27,335	17,730	2,855	0,290	0,220	0,165	
Pasir	100,00	100,00	100,00	100,00	99,370	97,130	91,550	55,730	15,220	3,630	0,610	
Fly Ash	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Semen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>Kombinasi Gradasi</b>												
Agregat 1/1	<b>21%</b>	21,00	20,970	8,136	2,257	0,617	0,109	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000
Agregat 1/2	<b>38%</b>	38,000	38,000	33,936	11,043	2,974	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pasir	<b>32%</b>	32,000	32,000	32,000	31,798	30,886	28,276	15,758	2,398	0,087	0,001	
Fly Ash	<b>7%</b>	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000
Semen	<b>2%</b>	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100,00</b>	<b>99,970</b>	<b>83,072</b>	<b>54,099</b>	<b>43,477</b>	<b>37,387</b>	<b>24,761</b>	<b>11,398</b>	<b>9,087</b>	<b>9,000</b>	
<b>Batas Maksimal</b>		<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>90,00</b>	<b>69,00</b>	<b>53,00</b>	<b>40,00</b>	<b>30,00</b>	<b>22,00</b>	<b>15,00</b>	<b>9,00</b>	
<b>Batas Minimal</b>		<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>77,00</b>	<b>53,00</b>	<b>33,00</b>	<b>21,00</b>	<b>14,00</b>	<b>9,00</b>	<b>6,00</b>	<b>4,00</b>	

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)



Berdasarkan Tabel 4.6 diatas didapatkan grafik gradasi agregat gabungan hubungan persen butir lolos dan ukuran saringan agregat sebagai berikut.



Gambar 4.2 Grafik Gradasi Agregat Gabungan

(Sumber: Data Laboratorium, 2023)

Pada Gambar 4.2 dapat ditarik kesimpulan bahwa kombinasi gradasi dengan cara melakukan percobaan untuk menghasilkan persentase agregat halus (pasir) sebesar 39%, agregat kasar  $1/1$  sebesar 44%, agregat kasar  $1/2$  sebesar 15%, dan *filler* sebesar 2% yang akan digunakan untuk rancangan campuran pembuatan benda uji normal.

#### 4.1.2 Berat Jenis dan Penyerapan

Berat jenis dan penyerapan ini digunakan untuk menentukan berat jenis dan prosentase berat air yang dapat diserap agregat halus dihitung terhadap berat kering.

Dari hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar  $1/2$  diperoleh data yang dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut ini.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar  $1/2$ 

Pengujian	Hasil	Satuan
Berat Uji Agregat Konstan (Bk)	1968,3	Gram
Berat Uji Jenuh Air (Bj)	1993,7	Gram
Berat Uji Dalam Air (Ba)	1226,4	Gram

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)

Berdasarkan Tabel 4.7 diperoleh nilai berat jenis dan penyerapan untuk agregat kasar  $1/2$  dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{- BJ Kering} &= \frac{Bk}{Bj - Ba} = \frac{1968,3 \text{ gr}}{1993,7 \text{ gr} - 1226,4 \text{ gr}} = 2,565 \\
 \text{- BJ Kering Permukaan} &= \frac{Bj}{Bj - Ba} = \frac{1993,7 \text{ gr}}{1993,7 \text{ gr} - 1226,4 \text{ gr}} = 2,598 \\
 \text{- Penyerapan} &= \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100 = \frac{1993,7 \text{ gr} - 1968,3 \text{ gr}}{1968,3 \text{ gr}} \times 100 \\
 &= 1,290\% \\
 \text{- BJ Semu} &= \frac{Bk}{Bk - Ba} = \frac{1968,3 \text{ gr}}{1968,3 \text{ gr} - 1226,4 \text{ gr}} = 2,653 \\
 \text{- BJ Efektif} &= \frac{Bj \text{ Bulk} + Bj \text{ Semu}}{2} = \frac{2,565 + 2,653}{2} = 2,609
 \end{aligned}$$

Berdasarkan pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar  $1/2$  yang dilakukan diketahui bahwa hasil pengujian berat jenis bulk yaitu 2,565, berat jenis SSD 2,598, berat jenis semu 2,653, berat jenis efektif 2,609 dari semua hasil pengujian tersebut telah memenuhi spesifikasi SNI 03-1969-1990 dan SNI 1969:2008 yang disyaratkan 2,5 - 2,7 dan hasil pengujian penyerapan yaitu 1,290% telah memenuhi spesifikasi SNI 03-1969-1990 dan SNI 1969:2008 yang disyaratkan 3%.

Dari hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar  $1/1$  diperoleh data yang dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut ini.

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar  $1/1$ 

Pengujian	Hasil	Satuan
Berat Uji Agregat Konstan (Bk)	1874,3	Gram
Berat Uji Jenuh Air (Bj)	1905,4	Gram
Berat Uji Dalam Air (Ba)	1168,5	Gram

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)

Berdasarkan Tabel 4.8 diperoleh nilai berat jenis dan penyerapan untuk agregat kasar  $1/1$  dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{- BJ Kering} &= \frac{Bk}{Bj - Ba} = \frac{1874,3 \text{ gr}}{1905,4 \text{ gr} - 1168,5 \text{ gr}} = 2,543 \\
 \text{- BJ Kering Permukaan} &= \frac{Bj}{Bj - Ba} = \frac{1905,4 \text{ gr}}{1905,4 \text{ gr} - 1168,5 \text{ gr}} = 2,586 \\
 \text{- Penyerapan} &= \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100 = \frac{1905,4 \text{ gr} - 1874,3 \text{ gr}}{1874,3 \text{ gr}} \times 100 \\
 &= 1,659\% \\
 \text{- BJ Semu} &= \frac{Bk}{Bk - Ba} = \frac{1874,3 \text{ gr}}{1874,3 \text{ gr} - 1168,5 \text{ gr}} = 2,656 \\
 \text{- BJ Efektif} &= \frac{Bj \text{ Bulk} + Bj \text{ Semu}}{2} = \frac{2,543 + 2,656}{2} = 2,600
 \end{aligned}$$

Berdasarkan pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar  $1/1$  yang dilakukan diketahui bahwa hasil pengujian berat jenis *bulk* yaitu 2,543, berat jenis SSD 2,586, berat jenis semu 2,656, berat jenis efektif 2,600 dari semua hasil pengujian tersebut telah memenuhi spesifikasi SNI 03-1969-1990 dan SNI 1969:2008 yang disyaratkan 2,5 - 2,7 dan hasil pengujian penyerapan yaitu 1,659% telah memenuhi spesifikasi SNI 03-1969-1990 dan SNI 1969:2008 yang disyaratkan 3%.

Dari hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus diperoleh data yang dapat dilihat pada Tabel 4.9 berikut ini.

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Pengujian	Hasil	Satuan
Berat Kering Permukaan Jenuh Air (Bj)	500	Gram
Berat Uji Agregat Konstan (Bk)	481,2	Gram
Berat Piknometer+Tutup+Air (B)	1387,1	Gram
Berat Piknometer+ Tutup+Agregat+Air (Bt)	1688,5	Gram

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)

Berdasarkan Tabel 4.9 diperoleh nilai berat jenis dan penyerapan untuk agregat halus dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{- BJ Kering} &= \frac{Bk}{B+Bj-Bt} = \frac{481,2 \text{ gr}}{1387,1 \text{ gr}+500 \text{ gr}-1688,5 \text{ gr}} \\
 &= 2,423 \\
 \text{- BJ Kering Permukaan} &= \frac{Bj}{B+Bj-Bt} = \frac{500 \text{ gr}}{1387,1 \text{ gr}+500 \text{ gr}-1688,5 \text{ gr}} \\
 &= 2,518 \\
 \text{- Penyerapan} &= \frac{Bj-Bk}{Bk} \times 100 = \frac{500 \text{ gr}-481,2 \text{ gr}}{481,2 \text{ gr}} \times 100 \\
 &= 3,907\% \\
 \text{- BJ Semu} &= \frac{Bk}{B+Bk-Bt} = \frac{481,2 \text{ gr}}{1387,1 \text{ gr}+481,2 \text{ gr}-1688,5 \text{ gr}} \\
 &= 2,676 \\
 \text{- BJ Efektif} &= \frac{Bj \text{ Bulk}+Bj \text{ Semu}}{2} = \frac{2,423+2,676}{2} = 2,550
 \end{aligned}$$

Berdasarkan pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus yang dilakukan diketahui bahwa hasil pengujian berat jenis bulk yaitu 2,423, berat jenis SSD 2,581, berat jenis semu 2,676, berat jenis efektif 2,550 dari semua hasil pengujian tersebut telah memenuhi spesifikasi SNI 03-1969-1990 dan SNI 1969:2008 yang disyaratkan 2,5 - 2,7 dan hasil pengujian penyerapan yaitu 1,659% telah memenuhi spesifikasi SNI 03-1969-1990 dan SNI 1969:2008 yang disyaratkan 3%.

### 4.1.3 Kadar Air dan Kadar Lumpur

Pengujian kadar air dan kadar lumpur bertujuan untuk mengetahui persentase air dan lumpur yang terkandung di dalam agregat.

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kadar Air dan Kadar Lumpur Agregat Kasar  $1/2$

Pengujian	Hasil	Satuan
Berat Agregat (W1)	2000	Gram
Berat Agregat Konstan sebelum di cuci (W2)	1981	Gram
Berat Agregat Konstan setelah dicuci (W3)	1976,4	Gram

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)

Berdasarkan Tabel 4.10 diperoleh nilai kadar air dan kadar lumpur untuk agregat kasar  $1/2$  dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{- Kadar Air} = \frac{W1-W2}{W2} \times 100\% = \frac{2000-1981}{1981} \times 100\% = 0,959\%$$

$$\text{- Kadar Lumpur} = \frac{W2-W3}{W2} \times 100\% = \frac{1981-1976,4}{1981} \times 100\% = 0,232\%$$

Berdasarkan pengujian kadar air agregat kasar  $1/2$  yang dilakukan diketahui bahwa hasil pengujiannya yaitu 0,959% telah memenuhi spesifikasi SNI 03-1971-1990 dan hasil pengujian kadar lumpur yaitu 0,232% telah memenuhi spesifikasi SNI 03-4142-1996 yang disyaratkan  $< 1\%$ .

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Kadar Air dan Kadar Lumpur Agregat Kasar  $1/1$

Pengujian	Hasil	Satuan
Berat Agregat (W1)	1950	Gram
Berat Agregat Konstan sebelum di cuci (W2)	1933,1	Gram
Berat Agregat Konstan setelah dicuci (W3)	1908,5	Gram

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)

Berdasarkan Tabel 4.11 diperoleh nilai kadar air dan kadar lumpur untuk agregat kasar  $1/1$  dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{- Kadar Air} = \frac{W1-W2}{W2} \times 100\% = \frac{1950-1933,1}{1933,1} \times 100\% = 0,874\%$$

$$\text{- Kadar Lumpur} = \frac{W2-W3}{W2} \times 100\% = \frac{1933,1-1919,2}{1933,1} \times 100\% = 0,719\%$$

Berdasarkan pengujian kadar air agregat kasar  $1/1$  yang dilakukan diketahui bahwa hasil pengujiannya yaitu 0,874% telah memenuhi spesifikasi SNI 03-1971-1990 dan hasil pengujian kadar lumpur yaitu 0,719% telah memenuhi spesifikasi SNI 03-4142-1996 yang disyaratkan  $< 1\%$ .

Dari hasil pengujian kadar air dan kadar lumpur agregat halus diperoleh data yang dapat dilihat pada Tabel 4.12 berikut ini.

Tabel 4.12 Hasil Pengujian Kadar Air dan Kadar Lumpur Agregat Halus

Pengujian	Hasil	Satuan
Berat Agregat (W1)	1000	Gram
Berat Agregat Konstan Sebelum dicuci (W2)	964,7	Gram
Berat Agregat Konstan Setelah dicuci (W3)	956,1	Gram

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)

Berdasarkan Tabel 4.12 diperoleh nilai kadar air dan kadar lumpur untuk agregat halus dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{- Kadar Air} = \frac{W1-W2}{W2} \times 100\% = \frac{1000-964,7}{964,7} \times 100\% = 3,659\%$$

$$\text{- Kadar Lumpur} = \frac{W2-W3}{W2} \times 100\% = \frac{964,7-956,1}{964,7} \times 100\% = 0,891\%$$

Berdasarkan pengujian kadar air agregat halus yang dilakukan diketahui bahwa hasil pengujian nya yaitu 3,659% telah memenuhi spesifikasi SNI 03-1971-1990 dan hasil pengujian kadar lumpur yaitu 0,891% telah memenuhi spesifikasi SNI 03-4142-1996 yang disyaratkan  $< 3\%$ .

#### 4.1.4 Bobot Isi Gembur dan Padat

Pengujian bobot isi agregat ini bertujuan untuk mengetahui berat isi agregat yang diuji dalam keadaan padat dan gembur.

Dari hasil pengujian bobot isi gembur dan padat agregat kasar  $1/2$  diperoleh data yang dapat dilihat pada Tabel 4.13 berikut ini.

Tabel 4.13 Hasil Pengujian Bobot Isi Agregat Kasar  $1/2$ 

Pengujian	Hasil	Satuan
Volume Bejana (A)	2650,719	Cm <sup>3</sup>
Berat Bejana (B)	2178,6	Gram
Berat Bejana + Agregat Gembur (C)	1) 5511,2	Gram
	2) 5529,2	Gram
	3) 5564,6	Gram
Berat Bejana + Agregat Padat (D)	1) 5926,9	Gram
	2) 5951,2	Gram
	3) 6091,2	Gram

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)

Berdasarkan Tabel 4.13 diperoleh nilai bobot isi gembur dan padat untuk agregat kasar  $1/2$  dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{- Bobot Isi Gembur : 1) } \frac{C1-B}{A} = \frac{5511,2-2178,6}{2650,719} = 1,257 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{: 2) } \frac{C2-B}{A} = \frac{5529,2-2178,6}{2650,719} = 1,264 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{: 3) } \frac{C3-B}{A} = \frac{5564,6-2178,6}{2650,719} = 1,277 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Rata-rata} = \frac{(1,257+1,264+1,277) \text{ gr/cm}^3}{3} = 1,266 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{- Bobot Isi Padat : 1) } \frac{D1-B}{A} = \frac{5926,9-2178,6}{2650,719} = 1,414 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{: 2) } \frac{D2-B}{A} = \frac{5951,2-2178,6}{2650,719} = 1,423 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{: 3) } \frac{D3-B}{A} = \frac{6091,2-2178,6}{2650,719} = 1,476 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Rata-rata} = \frac{(1,414+1,423+1,476) \text{ gr/cm}^3}{3} = 1,438 \text{ gr/cm}^3$$

Berdasarkan pengujian bobot isi gembur agregat kasar  $1/2$  yang dilakukan diketahui hasil pengujian nya yaitu  $1,266 \text{ gr/cm}^3$  dan bobot isi padat yaitu  $1,438 \text{ gr/cm}^3$  telah memenuhi spesifikasi SNI 03-4804-1998 yang disyaratkan min 1,2.

Dari hasil pengujian bobot isi gembur dan padat agregat kasar  $1/1$  diperoleh data yang dapat dilihat pada Tabel 4.14 berikut ini.

Tabel 4.14 Hasil Pengujian Bobot Isi Agregat Kasar  $1/1$

Pengujian	Hasil	Satuan
Volume Bejana (A)	2650,719	Cm <sup>3</sup>
Berat Bejana (B)	2178,6	Gram
Berat Bejana + Agregat Gembur (C)	1) 5709,7	Gram
	2) 5666,9	Gram
	3) 5565,2	Gram
Berat Bejana + Agregat Padat (D)	1) 6134,5	Gram
	2) 6182,3	Gram
	3) 6117,4	Gram

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)

Berdasarkan Tabel 4.14 diperoleh nilai bobot isi gembur dan padat untuk agregat kasar  $1/1$  dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{- Bobot Isi Gembur} & : 1) \frac{C1-B}{A} = \frac{5709,7-2178,6}{2650,719} = 1,332 \text{ gr/cm}^3 \\
 & : 2) \frac{C2-B}{A} = \frac{5666,9-2178,6}{2650,719} = 1,316 \text{ gr/cm}^3 \\
 & : 3) \frac{C3-B}{A} = \frac{5565,2-2178,6}{2650,719} = 1,278 \text{ gr/cm}^3 \\
 \text{Rata-rata} & = \frac{(1,332+1,316+1,278)\text{gr/cm}^3}{3} = 1,309 \text{ gr/cm}^3 \\
 \text{- Bobot Isi Padat} & : 1) \frac{D1-B}{A} = \frac{6134,5-2178,6}{2650,719} = 1,492 \text{ gr/cm}^3 \\
 & : 2) \frac{D2-B}{A} = \frac{6182,3-2178,6}{2650,719} = 1,510 \text{ gr/cm}^3 \\
 & : 3) \frac{D3-B}{A} = \frac{6117,4-2178,6}{2650,719} = 1,486 \text{ gr/cm}^3 \\
 \text{Rata-rata} & = \frac{(1,492+1,510+1,486)\text{gr/cm}^3}{3} = 1,496 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

Berdasarkan pengujian bobot isi gembur agregat kasar  $1/1$  yang dilakukan diketahui hasil pengujian nya yaitu 1,309 gr/cm<sup>3</sup> dan bobot isi padat yaitu 1,496 gr/cm<sup>3</sup> telah memenuhi spesifikasi SNI 03-4804-1998 yang disyaratkan min 1,2.



Dari hasil pengujian bobot isi gembur dan padat agregat halus diperoleh data yang dapat dilihat pada Tabel 4.15 berikut ini.

Tabel 4.15 Hasil Pengujian Bobot Isi Gembur dan Padat Agregat Halus

Pengujian	Hasil	Satuan
Volume Bejana (A)	2035,752	Cm <sup>3</sup>
Berat Bejana (B)	838,1	Gram
Berat Bejana + Agregat Gembur (C)	1) 3273,5	Gram
	2) 3344,3	Gram
	3) 3319,9	Gram
Berat Bejana + Agregat Padat (D)	1) 3582,8	Gram
	2) 3606,5	Gram
	3) 3627,4	Gram

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)

Berdasarkan Tabel 4.15 didapatkan nilai bobot isi gembur dan padat untuk agregat halus dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{- Bobot Isi Gembur} & : 1) \frac{C1-B}{A} = \frac{3273,5-838,1}{2035,752} = 1,196 \text{ gr/cm}^3 \\
 & : 2) \frac{C2-B}{A} = \frac{3344,3-838,1}{2035,752} = 1,231 \text{ gr/cm}^3 \\
 & : 3) \frac{C3-B}{A} = \frac{3319,9-838,1}{2035,752} = 1,219 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata} = \frac{(1,196+1,231+1,219)\text{gr/cm}^3}{3} = 1,216 \text{ gr/cm}^3$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Bobot Isi Padat} & : 1) \frac{D1-B}{A} = \frac{3582,8-838,1}{2035,752} = 1,348 \text{ gr/cm}^3 \\
 & : 2) \frac{D2-B}{A} = \frac{3606,5-838,1}{2035,752} = 1,360 \text{ gr/cm}^3 \\
 & : 3) \frac{D3-B}{A} = \frac{3627,4-838,1}{2035,752} = 1,370 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata} = \frac{(1,348+1,360+1,370)\text{gr/cm}^3}{3} = 1,359 \text{ gr/cm}^3$$

Berdasarkan pengujian bobot isi gembur agregat halus yang dilakukan diketahui hasil pengujian nya yaitu  $1,216 \text{ gr/cm}^3$  dan bobot isi padat yaitu  $1,359 \text{ gr/cm}^3$  telah memenuhi spesifikasi SNI 03-4804-1998.

#### 4.1.5 Kekerasan Agregat dengan Bejana Rudolf

Tabel 4.16 Hasil Pengujian Kekerasan Agregat dengan Bejana Rudolf

Pengujian	Hasil	Satuan
Berat Benda Uji (A)	3000	Gram
Berat Benda Uji yang Tertahan diatas Ayakan 2,36 mm (B)	2390,6	Gram

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)

Berdasarkan Tabel didapatkan nilai bobot isi gembur dan padat untuk agregat halus dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Benda Uji Menembus Lubang Ayakan 2,36 mm} &= \frac{A-B}{A} \times 100\% \\
 &= \frac{3000-2390,6}{3000} \times 100\% \\
 &= 20,313\%
 \end{aligned}$$

#### 4.1.6 Keausan Agregat Kasar dengan Mesin *Los Angeles*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui angka keausan yang dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus terhadap berat semula dalam persen.

## 1. Gradasi A

Tabel 4.17 Gradasi dan Berat Benda Uji (gram)

Ukuran Saringan				Gradasi dan Berat Benda Uji (gram)
Lolos Saringan		Tertahan Saringan		A
mm	inci	mm	inci	
75	3,0	63	2 1/2	-
63	2 1/2	50	2,0	-
50	2,0	37,5	1 1/2	-
37,5	1 1/2	25	1	1250±25
25	1	19	3/4	1250±25
19	3/4	12,5	1/2	1250±10
12,5	1/2	9,5	3/8	1250±10
9,5	3/8	6,3	1/4	-
6,3	1/4	4,75	No. 4	-
4,75	No. 4	2,36	No. 8	-
Total				5000±10
Jumlah Bola				12
Berat Bola (gram)				5000±25

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)

Tabel 4.18 Hasil Pengujian Keausan Agregat Kasar

Pengujian	Hasil	Satuan
Berat Benda Uji (A)	5000	Gram
Berat Benda Uji yang Tertahan diatas Ayakan 2,36 mm (B)	3516,3	Gram

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)

Berdasarkan Tabel didapatkan nilai bobot isi gembur dan padat untuk agregat halus dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Benda Uji Menembus Lubang Ayakan 2,36 mm} = \frac{A-B}{A} \times 100\%$$

$$= \frac{5000 - 3516,3}{5000} \times 100\%$$

$$= 29,674\%$$

Berdasarkan pengujian keausan agregat yang dilakukan diketahui bahwa hasil pengujian nya yaitu 29,674% telah memenuhi spesifikasi SNI 2471 yang disyaratkan antara <40%.

## 4.2 Hasil Pengujian *Filler*

Penelitian ini menggunakan *filler* berupa semen *Portland* Tipe 1. Berikut hasil pengujian yang dilakukan pada setiap pengujian semen sebagai *filler*.

### 4.2.1 Berat Jenis Semen

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat jenis semen yang digunakan sebagai *filler* dan mengetahui sifat berat jenis dari semen. Dari hasil pengujian berat jenis semen diperoleh data sebagai berikut.

Tabel 4.19 Hasil Pengujian Berat Jenis Semen

Pengujian	Hasil	Satuan
Berat Semen	64	gram
Tinggi Minyak Tanah Konstan (V1)	0,7	ml
Tinggi Minyak Tanah + Semen (V2)	21,9	ml

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)

Berdasarkan Tabel 4.19 didapatkan nilai berat jenis semen dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Berat Jenis Semen Portland} = \frac{\text{Berat Semen}}{(V2-V1) \times 1} = \frac{64}{(21,9-0,7) \times 1} = 3,01 \text{ gr/cm}^3$$

Berdasarkan pengujian berat jenis semen yang dilakukan diketahui bahwa hasil pengujian *filler* yang digunakan yaitu 3,01  $\text{gr/cm}^3$  telah memenuhi spesifikasi SNI 03-2531-1991 yang disyaratkan antara 3 – 3,2  $\text{gr/cm}^3$ .

### 4.2.2 Berat Jenis *Fly Ash*

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat jenis *fly ash* yang digunakan sebagai *filler* dan mengetahui sifat berat jenis dari *fly ash*.

### 4.3 Hasil Pengujian Sifat Fisik Aspal

Tabel 4.20 Hasil Rekapitulasi Pengujian Sifat Fisik Aspal

Jenis Pengujian	Hasil	Satuan	Spesifikasi Umum Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI)
Berat Jenis Aspal	1,034	-	SNI 2441:2011
Titik Lembek Aspal	49,5	°C	SNI 2434:2011
Penetrasi	122,833	mm	SNI 06-2456-1991
Daktilitas	143,675	cm	SNI 2432:2011

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)

#### 4.3.1 Berat Jenis Aspal

##### a. Berat Jenis Aspal Normal

Tabel 4.21 Hasil Pengujian Berat Jenis Aspal

Pegujian	Hasil	Satuan
Berat bejana gelas (A)	183,1	Gram
Berat bejana gelas + air (B)	309,9	Gram
Berat bejana gelas + aspal (C)	223,2	Gram
Berat bejana gelas + aspal + air (D)	311,2	Gram

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)

Berdasarkan Tabel 4.22 diperoleh berat jenis aspal dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Jenis Aspal} &= \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}} \\
 &= \frac{C-A}{(B-A)-(D-C)} \\
 &= \frac{223,2 \text{ gr} - 183,1 \text{ gr}}{(309,9 \text{ gr} - 183,1 \text{ gr}) - (311,2 \text{ gr} - 223,2 \text{ gr})} \\
 &= 1,034
 \end{aligned}$$

## b. Berat Jenis Aspal dengan Campuran Lateks

Tabel 4.22 Hasil Pengujian Berat Jenis Aspal dengan campuran lateks 8%

Pegujian	Hasil	Satuan
Berat bejana gelas (A)	176,8	Gram
Berat bejana gelas + air (B)	296,3	Gram
Berat bejana gelas + aspal + lateks 8% (C)	229,8	Gram
Berat bejana gelas + aspal + lateks 8% + air (D)	300,6	Gram

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)

Berdasarkan Tabel 4.23 diperoleh berat jenis aspal dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Jenis Aspal} &= \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}} \\
 &= \frac{C-A}{(B-A)-(D-C)} \\
 &= \frac{229,8 \text{ gr} - 176,8 \text{ gr}}{(296,3 \text{ gr} - 176,8 \text{ gr}) - (300,6 \text{ gr} - 229,8 \text{ gr})} \\
 &= 1,088
 \end{aligned}$$

Tabel 4.23 Hasil Pengujian Berat Jenis Aspal dengan campuran lateks 8,5%

Pegujian	Hasil	Satuan
Berat bejana gelas (A)	182	Gram
Berat bejana gelas + air (B)	307,3	Gram
Berat bejana gelas + aspal + lateks 8,5% (C)	237,9	Gram
Berat bejana gelas + aspal + lateks 8,5% + air (D)	305,6	Gram

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)

Berdasarkan Tabel 4.24 diperoleh berat jenis aspal dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Jenis Aspal} &= \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}} \\
 &= \frac{C-A}{(B-A)-(D-C)}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{237,9 \text{ gr} - 182 \text{ gr}}{(307,3 \text{ gr} - 182 \text{ gr}) - (305,6 \text{ gr} - 237,9 \text{ gr})}$$

$$= 1$$

Tabel 4.24 Hasil Pengujian Berat Jenis Aspal dengan campuran lateks 9%

Pegujian	Hasil	Satuan
Berat bejana gelas (A)	177,7	Gram
Berat bejana gelas + air (B)	298,1	Gram
Berat bejana gelas + aspal + lateks 9% (C)	230,8	Gram
Berat bejana gelas + aspal + lateks 9% + air (D)	301	Gram

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)

Berdasarkan Tabel 4.25 diperoleh berat jenis aspal dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Berat Jenis Aspal} = \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}}$$

$$= \frac{C-A}{(B-A)-(D-C)}$$

$$= \frac{230,8 \text{ gr} - 177,7 \text{ gr}}{(298,1 \text{ gr} - 177,7 \text{ gr}) - (301 \text{ gr} - 230,8 \text{ gr})}$$

$$= 1,058$$

Berdasarkan pengujian berat jenis aspal yang dilakukan diketahui bahwa hasil pengujian nya telah memenuhi spesifikasi SNI 2441:2011 yang disyarat kan  $\geq 1,0$

### 4.3.2 Titik Lembek Aspal

Tabel 4.25 Hasil Pengujian Titik Lembek Aspal

Suhu yang diamati ( °C )	Waktu (detik)		Titik Lembek ( °C )	
	I	II	I	II
5	0	0		
10	0°03'18"	0°3'18"		
15	0°10'46"	0°10'46"		
20	0°13'59"	0°13'59"		
25	0°19'01"	0°19'01"		
30	0°23'29"	0°23'29"		
35	0°29'44"	0°29'44"		
40	0°35'12"	0°35'12"		
45	0°41'31"	0°41'31"		
50	0°49'34"	0°49'12"	(49,6°C) 0°49'34"	(49,4°C) 0°49'12"
55				

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)

Berdasarkan Tabel 4.26 diperoleh nilai titik lembek aspal dengan perhitungan sebagai berikut:

- Rata-rata suhu titik lembek :  $\frac{49,6^{\circ}\text{C} + 49,64^{\circ}\text{C}}{2} = 49,5^{\circ}\text{C}$
- Rata-rata waktu titik lembek :  $\frac{0^{\circ}49'34'' + 0^{\circ}49'12''}{2} = 0^{\circ}49'23''$

Berdasarkan pengujian titik lembek aspal yang dilakukan diketahui bahwa hasil pengujian nya yaitu 49,5°C telah memenuhi spesifikasi SNI 2434:2011 yang disyaratkan  $\geq 48$ .





Berdasarkan pengujian daktilitas aspal yang dilakukan diketahui bahwa hasil pengujian nya yaitu 143,675 cm telah memenuhi spesifikasi SNI 2432:2011 yang disyarat kan  $\geq 100$ .

#### 4.4 Hasil Pengujian Benda Uji Campuran Aspal dengan Alat Marshall

Hasil pengujian pada benda uji pada penelitian ini, meliputi hasil pengujian Marshall untuk mendapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO) dan hasil pengujian Marshall untuk mendapatkan Kadar Lateks Optimum.

##### 4.4.1 Hasil Pengujian Marshall Benda Uji Normal Untuk Mendapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Standar-standar pada pengujian ini mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2. Hasil rancangan campuran yang digunakan untuk pembuatan benda uji ini adalah hasil rancangan agregat campuran yang telah diperoleh dari hasil pengujian dan variasi kadar aspal yang digunakan adalah sebesar 5%, 6%, 7% yang dapat dilihat pada Tabel 4.29 di bawah ini.

Tabel 4.28 Rekapitulasi Hasil Rancangan Campuran untuk Mendapatkan KAO

Material	Persentase (%)	Kadar Aspal		
		Berat (gr)		
		5%	6%	7%
Agregat 1-2	21	239,4	236,9	234,4
Agregat 1-1	38	433,2	428,6	424,1
Pasir	32	364,8	361,0	357,1
Fly Ash	7	79,8	79,0	78,1
Semen	2	22,8	22,6	22,3
Aspal	-	60	72	84
<b>TOTAL</b>	100	<b>1200</b>	<b>1200</b>	<b>1200</b>

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)

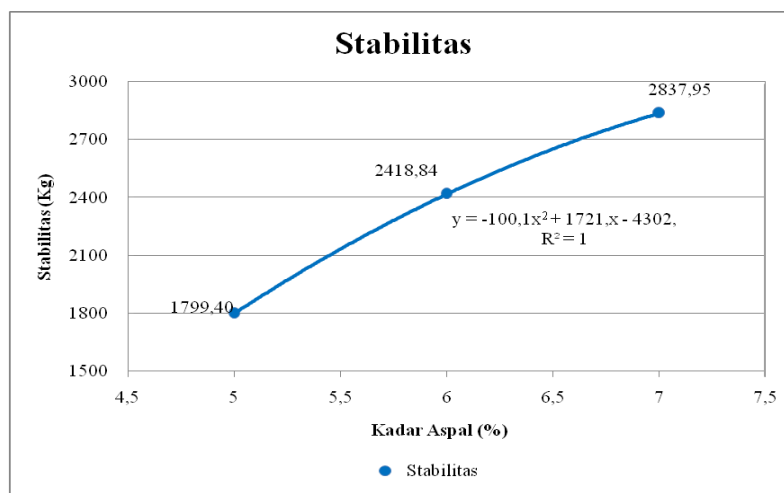
Berikut hasil pengujian Marshall terhadap aspal normal untuk mendapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO) berdasarkan parameternya.

Tabel 4.29 Rekapitulasi Hasil Pengujian Karakteristik Marshall pada Benda Uji Normal

Karakteristik Campuran	Satuan	Kadar Aspal (%)			Spesifikasi
		5	6	7	
Stabilitas	kg	1799,40	2418,84	2837,95	Min. 800
Flow	mm	3,21	3,67	3,70	2-4
VIM	%	11,36	6,37	4,33	3-5
VFA	%	41,85	62,63	74,37	Min. 65
VMA	%	19,52	16,86	16,88	Min. 15
Marshall Quotient	kg/mm	561,03	658,49	766,39	-

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)

### 1. Stabilitas

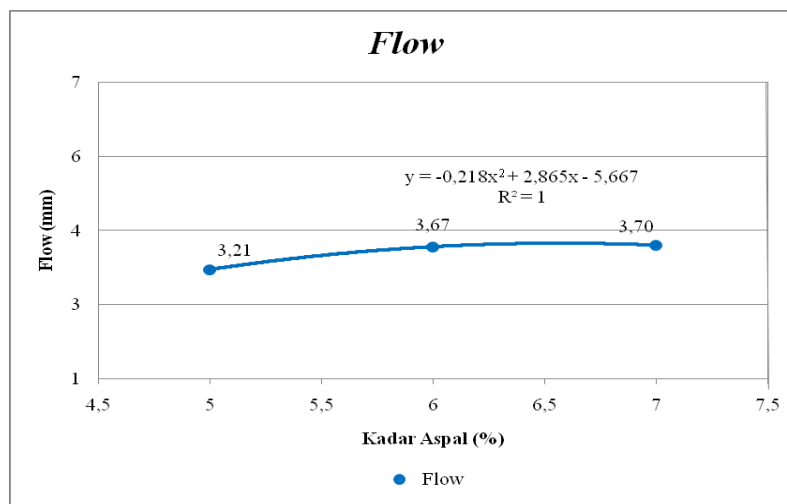


Gambar 4.3 Grafik Hubungan Kadar Aspal Normal dengan Nilai Stabilitas

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2023)

Dapat dilihat pada gambar 4.3 bahwa pada nilai stabilitas mengalami peningkatan hingga jumlah kadar aspal sebesar 7%. Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, standar nilai stabilitas Marshall adalah minimum 800 kg, maka dapat disimpulkan bahwa nilai stabilitas pada semua variasi kadar aspal memenuhi standar.

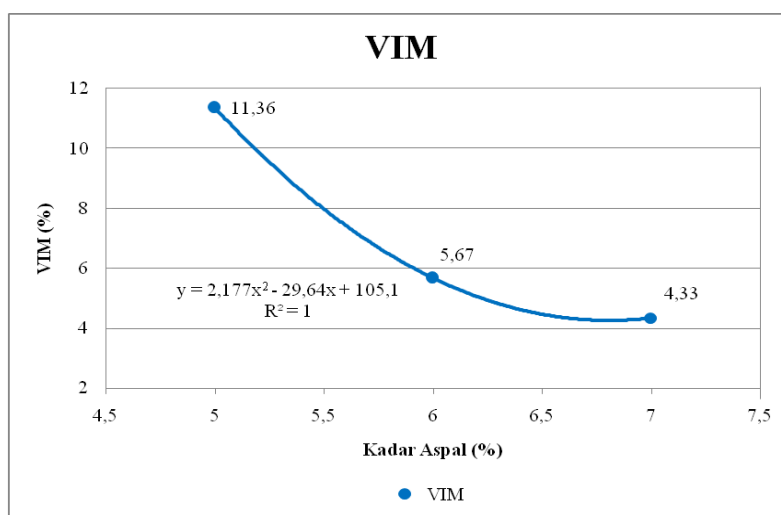
## 2. Flow



Gambar 4.4 Grafik Hubungan Kadar Aspal Normal dengan Nilai *Flow*  
(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2023)

Dapat dilihat pada gambar 4.4 bahwa nilai *flow* terus mengalami peningkatan hingga jumlah kadar aspal sebesar 7%. Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, standar nilai *flow* pada Marshall adalah 2 - 4 mm, maka dapat disimpulkan bahwa nilai *flow* pada semua variasi kadar aspal memenuhi standar.

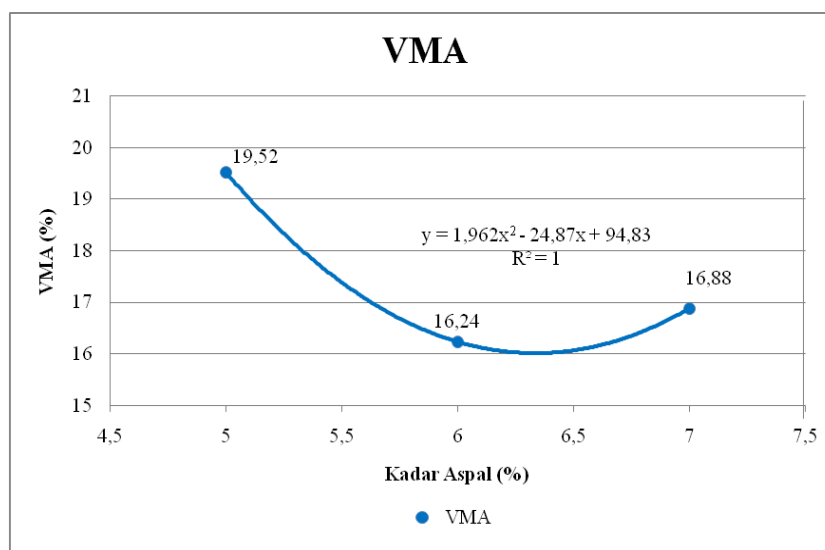
## 3. VIM



Gambar 4.5 Grafik Hubungan Kadar Aspal Normal dengan Nilai VIM  
(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2023)

Dapat dilihat pada gambar 4.5 bahwa nilai VIM mengalami penurunan hingga jumlah kadar aspal sebesar 7%. Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 standar nilai VIM pada Marshall adalah 3-5 %, maka dapat disimpulkan bahwa hanya nilai VIM dengan jumlah kadar aspal sebesar 6,5% sampai dengan 7,0% yang memenuhi standar.

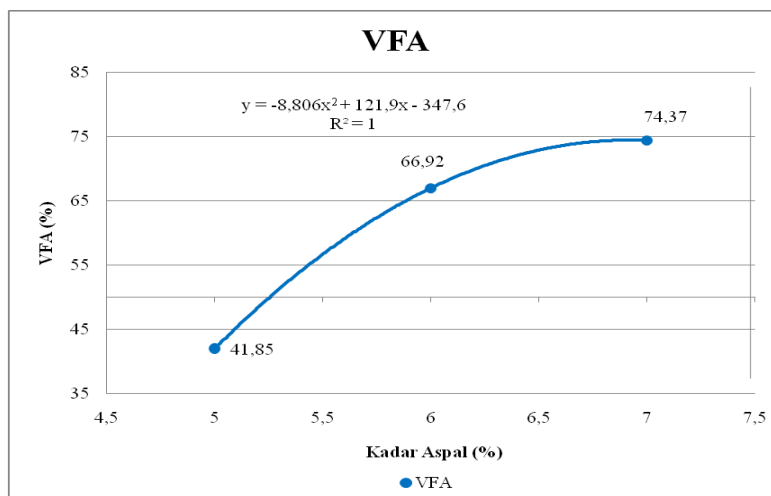
#### 4. VMA



Gambar 4.6 Grafik Hubungan Kadar Aspal Normal dengan Nilai VMA  
(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2023)

Dapat dilihat pada gambar 4.6 bahwa pada awalnya nilai VMA mengalami penurunan hingga jumlah kadar aspal sebesar 6%, setelah itu nilai VMA kembali mengalami peningkatan hingga kadar laspal 7%. Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, standar nilai VMA pada Marshall adalah minimum 15%, maka dapat disimpulkan bahwa hanya nilai VIM dengan jumlah kadar aspal sebesar 5,0% sampai dengan 7% memenuhi standar.

## 5. VFA

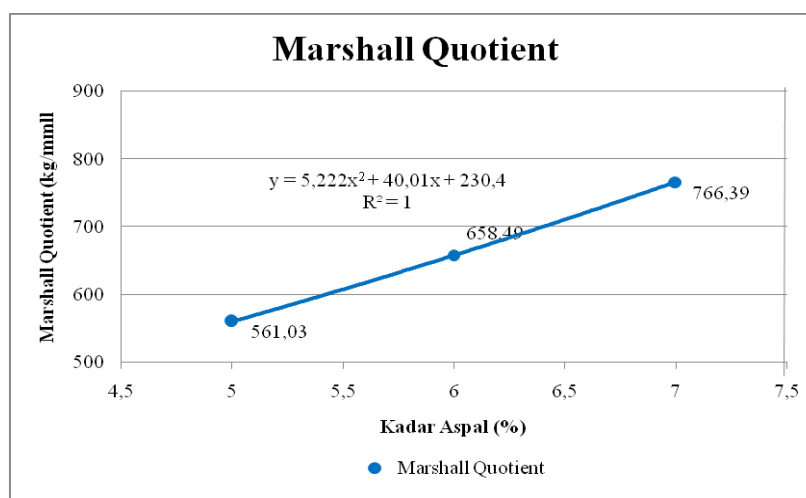


Gambar 4.7 Grafik Hubungan Kadar Aspal Normal dengan Nilai VFA

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2023)

Dapat dilihat pada gambar 4.7 bahwa pada awalnya nilai VFA mengalami peningkatan hingga jumlah kadar aspal sebesar 7%. Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, standar nilai VFA pada Marshall minimum 65%, maka dapat disimpulkan bahwa nilai VFA pada jumlah kadar aspal 61,5% sampai dengan 7,0% yang memenuhi standar.

## 6. Marshall Quotient

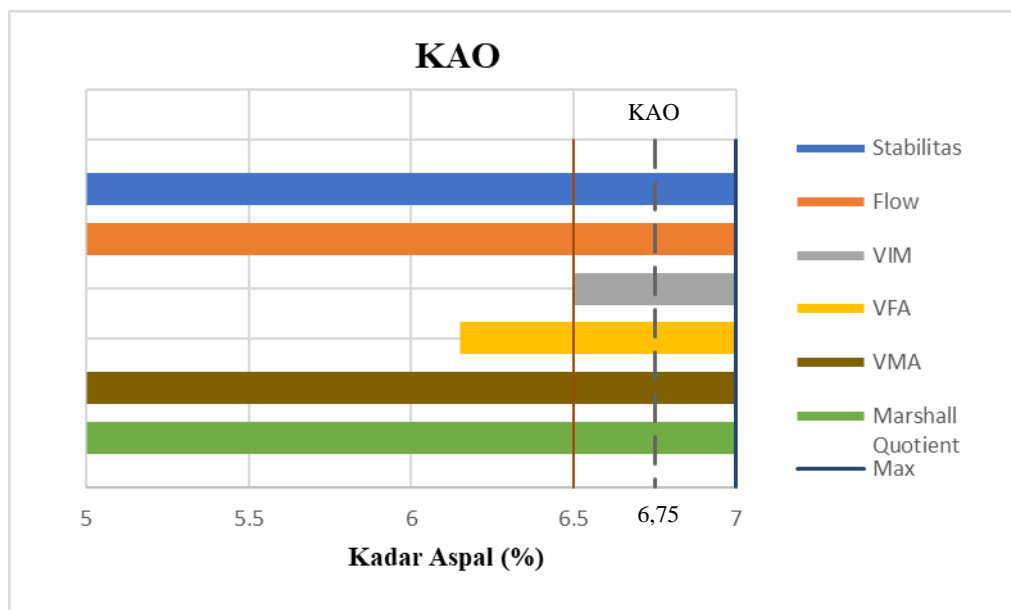


Gambar 4.8 Grafik Hubungan Kadar Aspal Normal dengan Nilai *Marshall Quotient*

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2023)

Dapat dilihat pada gambar 4.8 bahwa pada awalnya nilai *Marshall Quetient* mengalami peningkatan hingga jumlah kadar aspal sebesar 7%, nilai *Marshall Quetient* optimum berada pada kadar aspal 7%.

Berdasarkan analisis diatas, maka hasil pengujian Marshall untuk mendapatkan kadar aspal optimum (KAO) adalah sebagai berikut.



Gambar 4.9 Grafik Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall untuk Mendapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO)

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2023)

Berdasarkan hasil analisa pengujian Marshall, maka dapat dilihat pada gambar 4.9 bahwa variasi kadar aspal yang memenuhi standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 adalah variasi kadar aspal 6,5% sampai dengan 7%. Dapat disimpulkan bahwa kadar aspal optimum (KAO) yang digunakan untuk penelitian ini adalah jumlah kadar aspal sebesar 6.75%.

#### 4.4.2 Hasil Pengujian Marshall Dengan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Campuran pengujian marshall ini berupa Kadar Aspal Optimum (KAO) yang telah diperoleh sebelumnya yaitu 6,75% dengan variasi kadar lateks sebesar 8% ; 8,5% ; 9% dan kadar *fly ash* sebesar 7%.

Tabel 4.30 Rekapitulasi Hasil Rancangan Campuran untuk Mendapatkan KAO

Material	Persentase (%)	Kadar Aspal
		Berat (gr)
		6,75%
Agregat 1-2	21	235
Agregat 1-1	38	425,2
Pasir	32	358,1
Fly Ash	7	78,3
Semen	2	22,4
Aspal	-	81
<b>TOTAL</b>	100	<b>1200</b>

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)

Berikut hasil pengujian Marshall terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO) berdasarkan parameternya.

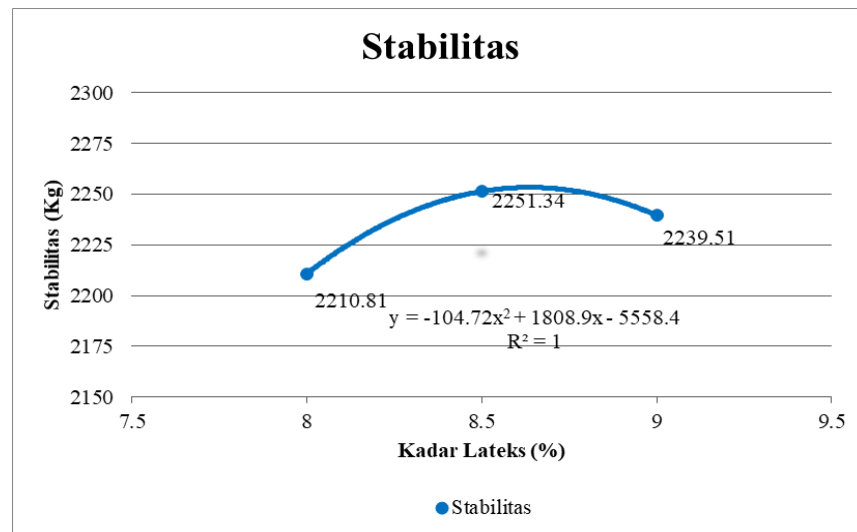
Tabel 4.31 Rekapitulasi Hasil Pengujian Karakteristik Marshall pada Benda Uji Kadar Aspal Optimum (KAO)

No.	Karakteristik Marshall	Satuan	Kadar Lateks			Spesifikasi
			8	8.5	9	
1	Stabilitas	Kg	2210.81	2251.34	2239.51	min 800
2	Flow	mm	3.40	3.57	3.86	2 sd 4
3	VIM	%	4.00	4.16	4.31	3 sd 5
4	VFA	%	75.24	73.47	74.39	min 65
5	VMA	%	16.14	15.67	16.82	min 15
6	Marshall Quotient	Kg/mm	650.88	630.98	580.29	-

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)



## 1. Stabilitas

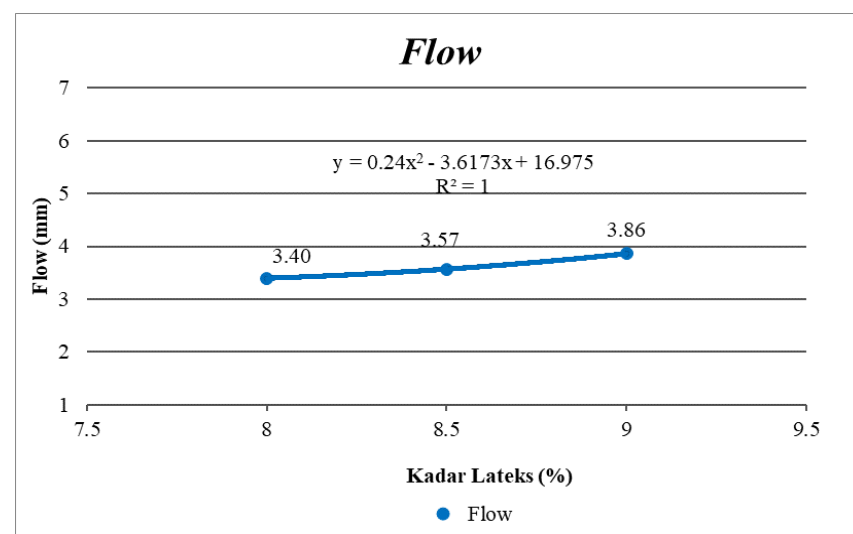


Gambar 4.10 Grafik Hubungan Kadar Aspal Optimum dengan Nilai Stabilitas

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2023)

Dapat dilihat dari gambar 4.10 bahwa nilai stabilitas meningkat hingga kadar lateks 8,5% dan menurun hingga kadar lateks 9%. Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, standar nilai stabilitas Marshall adalah minimum 800 kg, dapat disimpulkan bahwa nilai stabilitas pada semua variasi kadar lateks memenuhi standar.

## 2. Flow

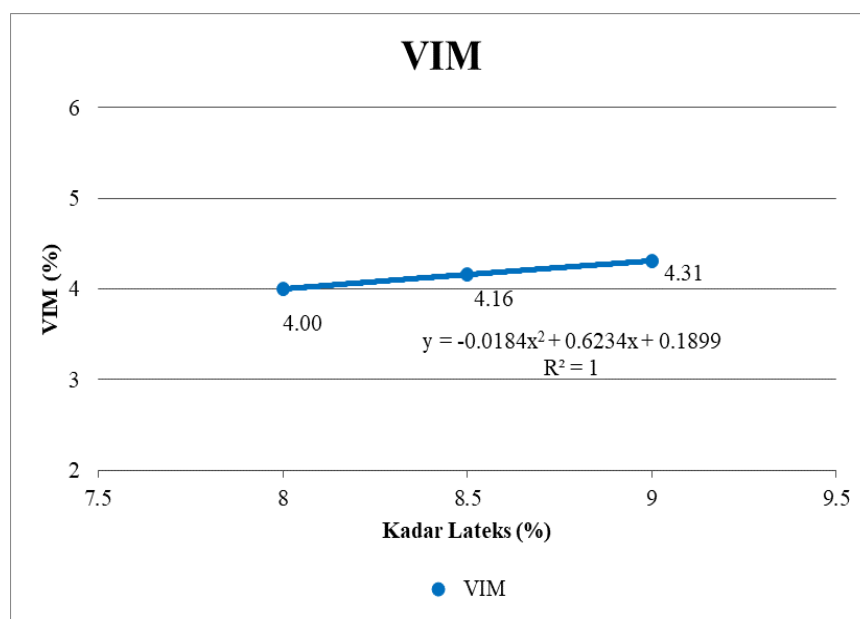


Gambar 4.11 Grafik Hubungan Kadar Aspal Optimum dengan Nilai Flow

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2023)

Dapat dilihat pada gambar 4.11 bahwa penambahan kadar lateks terhadap campuran aspal mengakibatkan nilai *flow* mengalami kenaikan hingga kadar lateks 9%. Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, standar nilai *flow* pada Marshall adalah 2-4 mm, maka dapat disimpulkan bahwa nilai *flow* pada semua variasi kadar lateks memenuhi standar.

### 3. VIM

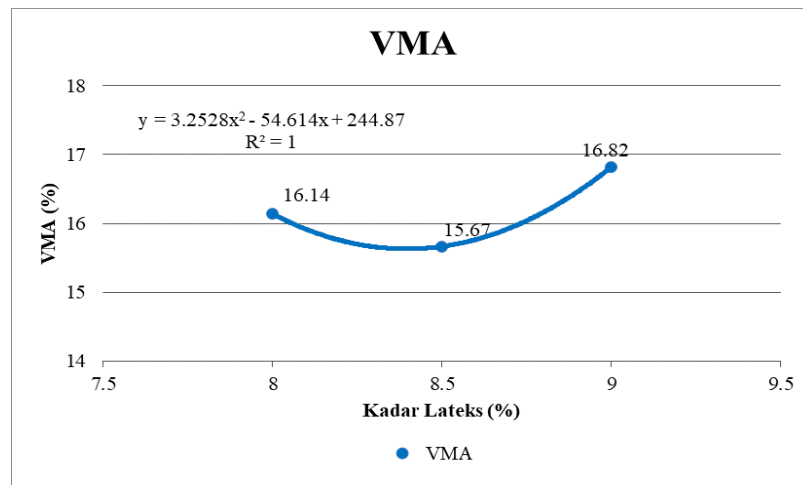


Gambar 4.12 Grafik Hubungan Kadar Aspal Optimum dengan Nilai VIM

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2023)

Dapat dilihat pada gambar 4.12 bahwa nilai VIM bertambah seiring bertambahnya kadar lateks, sehingga nilai VIM optimum berada pada kadar lateks 9%. Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, standar nilai VIM pada Marshall adalah 3-5%, maka dapat disimpulkan bahwa nilai VIM pada semua variasi kadar lateks memenuhi standar.

## 4. VMA

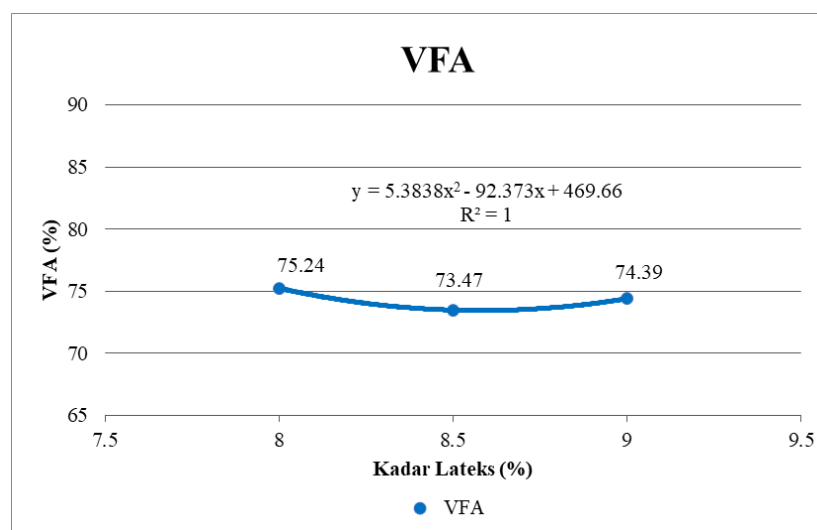


Gambar 4.13 Grafik Hubungan Kadar Aspal Optimum dengan Nilai VMA

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2023)

Dapat dilihat pada gambar 4.13 bahwa nilai VMA mengalami penurunan hingga kadar lateks 8,5% dan meningkat kembali hingga kadar lateks 9%. Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, standar nilai VMA pada Marshall adalah lebih dari 15% maka dapat disimpulkan bahwa nilai VMA pada semua variasi kadar lateks memenuhi standar.

## 5. VFA

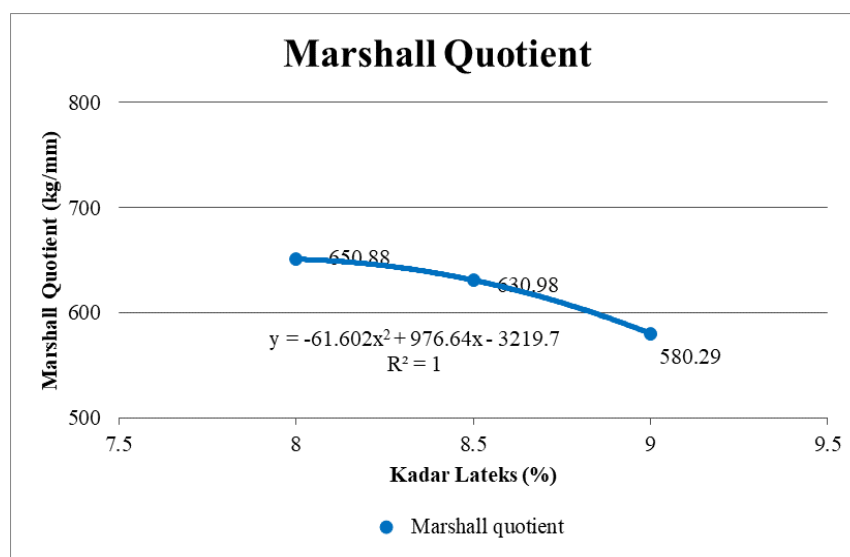


Gambar 4.14 Grafik Hubungan Kadar Aspal Optimum dengan Nilai VFA

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2023)

Dapat dilihat pada gambar 4.14 bahwa penambahan kadar lateks terhadap campuran aspal dengan lateks mengakibatkan nilai VFA mengalami penurunan pada kadar lateks 8,5% dan mengalami kenaikan pada kadar lateks 9%. Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, standar nilai VFA pada Marshall adalah lebih dari 65% maka dapat disimpulkan bahwa nilai VFA pada semua variasi kadar lateks memenuhi standar.

#### 6. Marshall Quotient



Gambar 4.15 Grafik Hubungan Kadar Aspal Optimum dengan Nilai Marshall Quotient

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2023)

Dapat dilihat pada gambar 4.15 bahwa penambahan kadar lateks terhadap campuran aspal dengan lateks nilai Marshall Quotient mendapatkan nilai optimum pada kadar lateks 9%.

#### 4.4.3 Hasil Pengujian Marshall Campuran Variasi Kadar Aspal Lateks

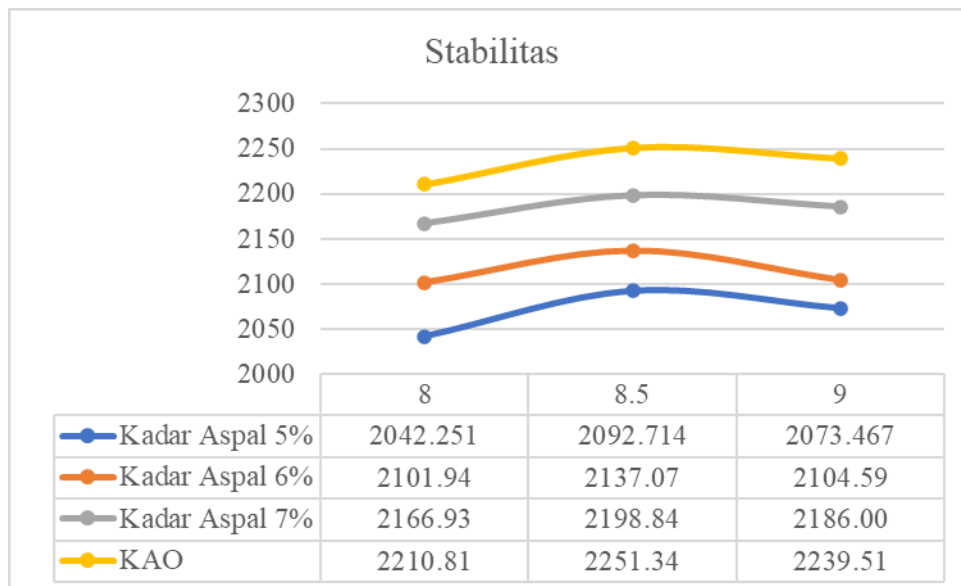
Campuran pengujian marshall ini berupa modifikasi kadar aspal normal yaitu 5%, 6%, 7% dan variasi kadar lateks sebesar 8%; 8,5%; 9% dan kadar fly ash sebesar 7%. Berikut adalah hasil pengujian Marshall berdasarkan parameternya.

Tabel 4.32 Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall Campuran Kadar Aspal dan Lateks

Karakteristik Marshall	Kadar Aspal	Kadar Lateks			Spesifikasi
		8	8,5	9	
Stabilitas (kg)	5	2042,25	2092,71	2073,47	Min. 1000
	6	2101,94	2137,07	2104,59	
	7	2166,93	2198,84	2186,00	
	KAO	2210,81	2251,34	2239,51	
Flow (mm)	5	2,81	2,95	3,10	2-4
	6	3,01	3,15	3,26	
	7	3,21	3,41	3,53	
	KAO	3,40	3,57	3,86	
VIM (%)	5	3,90	3,99	4,05	3-5
	6	4,05	4,20	4,41	
	7	4,41	4,45	4,71	
	KAO	3,99	4,16	4,31	
VFA (%)	5	69,39	70,13	70,98	Min. 65
	6	72,14	73,21	74,43	
	7	70,25	71,29	73,28	
	KAO	73,90	74,50	74,96	
VMA (%)	5	15,01	15,08	15,48	Min. 15
	6	15,46	15,57	16,40	
	7	15,07	15,39	16,20	
	KAO	15,90	15,86	16,81	
Marshall Quotient	5	727,99	709,39	668,36	-
	6	699,02	678,51	645,05	
	7	674,29	645,64	619,73	
	KAO	650,88	630,98	580,29	

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2023)

A. Hasil Pengujian Marshall terhadap Nilai Stabilitas pada Variasi Kadar Aspal dan Lateks

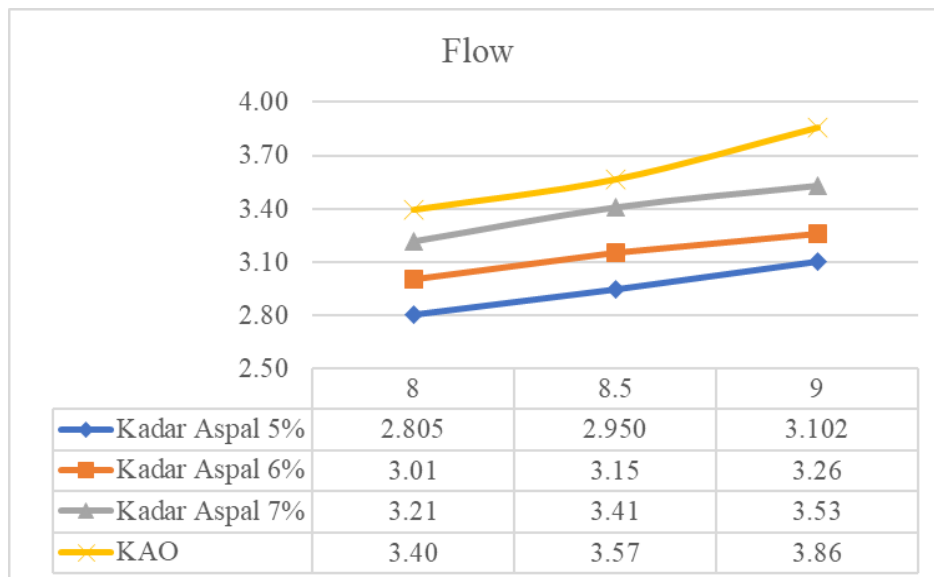


Gambar 4.16 Grafik Hubungan Variasi Kadar Aspal dan Lateks dengan Nilai Stabilitas

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2023)

Data yang didapatkan pada penelitian yang telah dilakukan ditampilkan pada gambar 4.16 yang menunjukkan grafik hubungan kadar aspal 5%, 6%; 7% dan variasi kadar lateks 8%; 7,5%; 9% terhadap stabilitas. Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa nilai stabilitas meningkat hingga kadar lateks 8,5% dan menurun hingga kadar lateks 9%. Nilai optimum berada pada kadar optimum dan kadar lateks 8,5%, yaitu 2251,34 kg. Nilai stabilitas yang terlalu rendah akan menyebabkan *rutting* karena adanya beban lalu lintas. Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, standar nilai stabilitas Marshall adalah minimum 800 kg, maka dapat disimpulkan bahwa nilai stabilitas pada semua variasi kadar lateks memenuhi standar.

B. Hasil Pengujian Marshall terhadap Nilai *Flow* pada Variasi Kadar Aspal dan Lateks

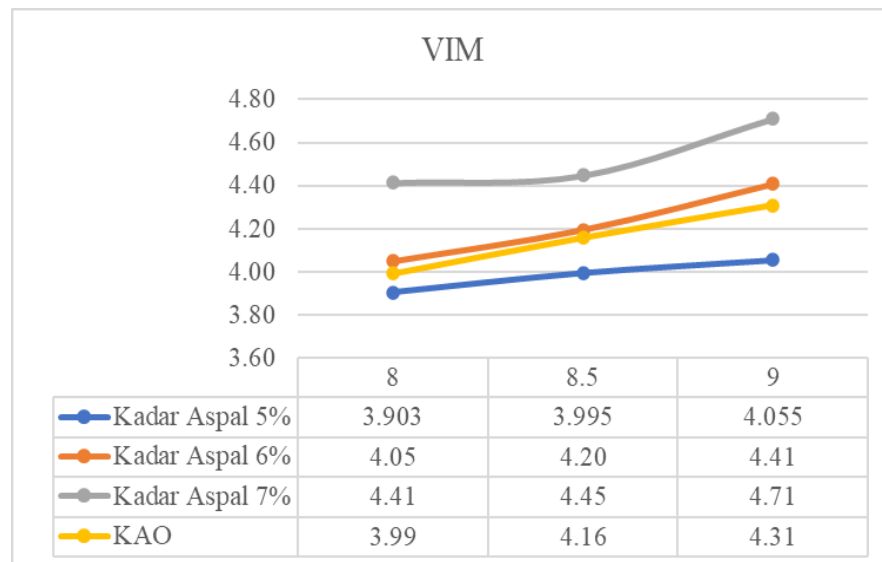


Gambar 4.17 Grafik Hubungan Variasi Kadar Aspal Normal dan Lateks dengan Nilai *Flow*

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2023)

Pada gambar 4.17 dapat diketahui bahwa penambahan kadar lateks terhadap campuran aspal mengakibatkan nilai *flow* mengalami kenaikan hingga kadar lateks 9%. Semakin tinggi nilai *flow*, maka menunjukkan campuran aspal bersifat plastis dan mudah mengalami perubahan bentuk akibat beban lalu lintas, apabila nilai *flow* rendah maka campuran aspal akan bersifat kaku. Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, standar nilai *flow* pada Marshall adalah 2-4 mm, maka dapat disimpulkan bahwa nilai *flow* pada semua variasi kadar lateks memenuhi standar.

### C. Hasil Pengujian Marshall terhadap Nilai VIM pada Variasi Kadar Aspal dan Lateks

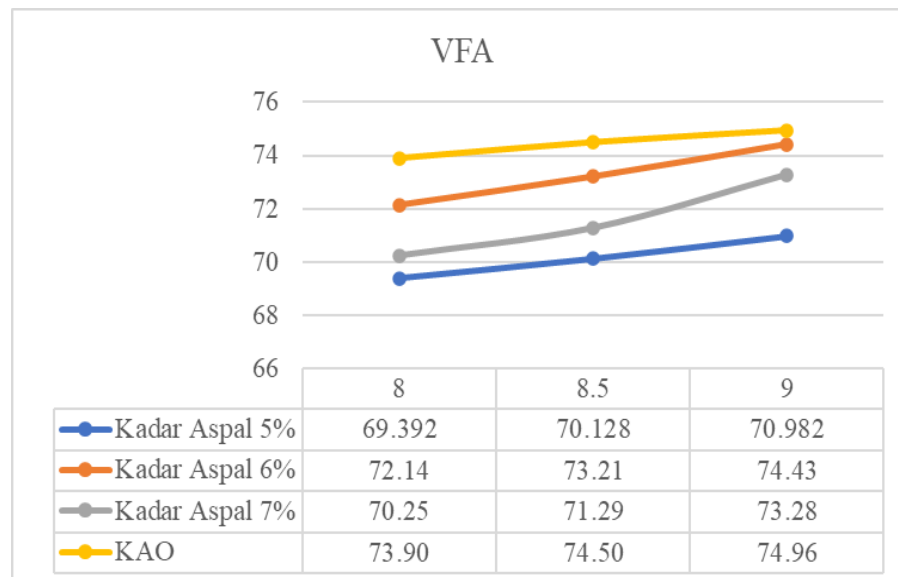


**Gambar 4.18 Grafik Hubungan Variasi Kadar Aspal Normal dan Lateks dengan Nilai VIM**  
(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2023)

Pada gambar 4.18 menunjukkan nilai VIM meningkat seiring dengan bertambahnya kadar aspal dan lateks. Semakin tinggi nilai VIM yang didapatkan maka semakin besar rongga yang ada dalam campuran, sehingga mempercepat penuaan aspal dan menurunkan keawetan dari beton aspal. Selain itu nilai VIM juga dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya bentuk butiran, tekstur permukaan, gradasi, kadar aspal, suhu dan faktor pemadatan. Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, standar nilai VIM pada Marshall adalah 3-5%, maka dapat disimpulkan bahwa nilai VIM pada semua variasi kadar lateks memenuhi standar.



D. Hasil Pengujian Marshall terhadap Nilai VFA pada Variasi Kadar Aspal dan Lateks

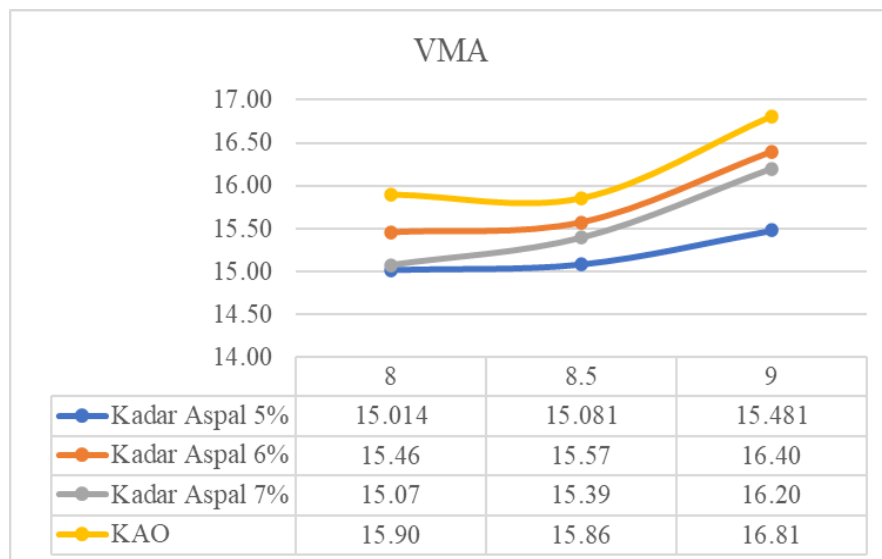


Gambar 4.19 Grafik Hubungan Variasi Kadar Aspal Normal dan Lateks dengan Nilai VFA

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2023)

Pada gambar 4.19 menunjukkan penambahan kadar lateks terhadap campuran aspal dengan lateks mengakibatkan nilai VFA mengalami peningkatan. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai VFA antara lain kadar aspal, gradasi agregat, dan temperatur pematangan. Nilai VFA yang terlalu tinggi mengakibatkan aspal naik ke permukaan pada saat temperatur tinggi dan apabila nilai VFA terlalu rendah mengakibatkan campuran bersifat *porous* dan mudahnya teroksidasi. Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, standar nilai VFA pada Marshall adalah lebih dari 65%, maka dapat disimpulkan bahwa seluruh nilai VFA memenuhi standar spesifikasi.

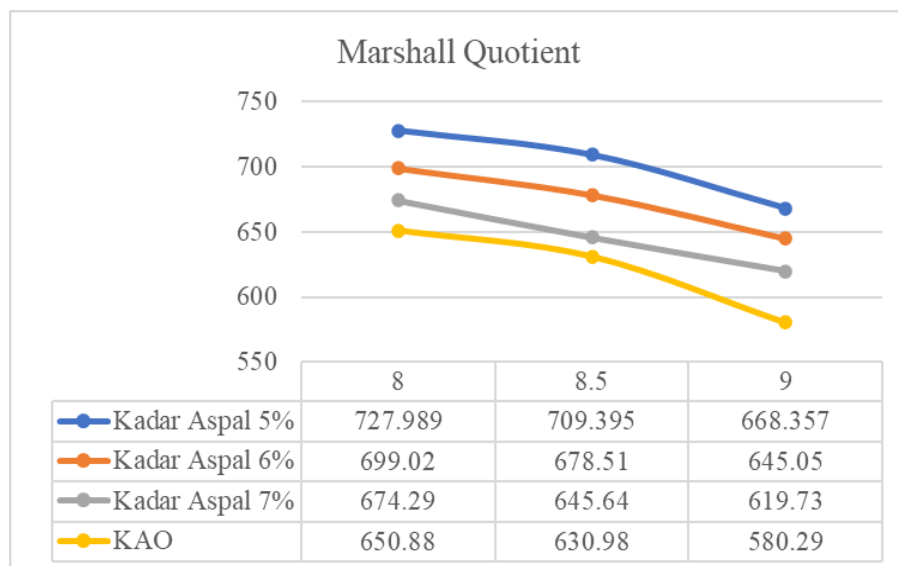
E. Hasil Pengujian Marshall terhadap Nilai VMA pada Variasi Kadar Aspal dan Lateks



Gambar 4.20 Grafik Hubungan Variasi Kadar Aspal Normal dan Lateks dengan Nilai VMA  
(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2023)

Pada gambar 4.20 menunjukkan bahwa penambahan kadar lateks menyebabkan nilai VMA mengalami kenaikan. Semakin bertambahnya kadar lateks maka nilai VMA semakin tinggi. Hal ini menyebabkan kerapatan campuran meningkat karena rongga antara agregat lebih kecil sehingga pengikatan agregat oleh aspal menjadi lebih baik. Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, standar nilai VMA pada Marshall adalah lebih dari 15% maka dapat disimpulkan bahwa nilai VMA pada semua variasi kadar lateks memenuhi standar.

F. Hasil Pengujian Marshall terhadap Nilai Marshall Quotient pada Variasi Kadar Aspal dan Lateks



Gambar 4.21 Grafik Hubungan Variasi Kadar Aspal Normal dan Lateks dengan Nilai Marshall Quotient  
(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2023)

Pada gambar 4.21 menunjukkan penambahan kadar lateks terhadap campuran aspal dengan lateks mengakibatkan nilai *Marshall Quotient* cenderung mengalami penurunan hingga kadar lateks 9%. Nilai *Marshall Quotient* yang tinggi menyebabkan tingginya kekakuan suatu campuran, namun semakin kecil nilai *Marshall Quotient* mengakibatkan campuran aspal semakin lentur. Dari hasil pengujian *marshall* menunjukkan bahwa campuran tanpa lateks cenderung lebih besar dibandingkan dengan campuran menggunakan lateks, maka dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa campuran menggunakan lateks cukup kuat menahan beban stabilitas. Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, standar nilai *Marshall Quotient* adalah 250 kg/mm, maka dapat disimpulkan bahwa nilai *Marshall Quotient* pada semua variasi kadar lateks memenuhi standar.

Berdasarkan hasil pengujian Marshall diatas dapat diketahui bahwa nilai karakteristik Marshall optimum pada kasar aspal 5%, 6%, 7%, kadar lateks 8%; 8,5%; 9%, dan *fly ash* 7% untuk stabilitas berada pada kadar aspal optimum dan lateks 9% sebesar 2239,51 kg, untuk nilai flow berada pada kadar aspal optimum dan kadar lateks 9% sebesar 3,86 mm, untuk nilai VIM berada pada kadar aspal 7% dan kadar lateks 7% sebesar 4,71%, untuk nilai VFA berada pada kadar aspal optimum dan kadar lateks 9% sebesar 16,81%, untuk *Marshall Quotient* berada pada kadar aspal 5% dan kadar lateks 8% sebesar 727,99. Berdasarkan hasil analisa pengujian Marshall, maka dapat disimpulkan bahwa seluruh nilai karakteristik Marshall pada variasi kadar aspal 5%, 6%, 7% dan variasi lateks 8%; 8,5%; 9% memenuhi Standar Spesifikasi Umum Binamarga 2018 Revisi 2.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan analisa data dari hasil pengujian pada penelitian Pengaruh Penambahan Lateks terhadap Campuran Aspal dan *Fly Ash* sebagai *Filler* pada Lapis *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC-WC), peneliti menarik kesimpulan antara lain :

1. Berdasarkan hasil pengujian Marshall dengan variasi kadar aspal 5%, 6%, 7%, didapatkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) yaitu 6,75%.
2. Berdasarkan hasil pengujian Marshall pada variasi aspal 5%, 6%, 7% dan KAO 6,75% dengan penambahan Lateks sebagai substitusi campuran aspal dan *fly ash* sebagai campuran *filler*, maka dapat disimpulkan bahwa kadar lateks paling optimum dan memenuhi seluruh standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 pada kadar aspal KAO 6,75% dengan kadar lateks 9% dengan nilai stabilitas sebesar 2239,51 kg, nilai *flow* sebesar 3,86 mm, nilai VIM sebesar 4,31%, nilai VFA sebesar 74,96%, nilai VMA sebesar 16,81%, dan nilai *Marshall Quotient* sebesar 580,29 kg/mm.
3. Berdasarkan hasil pengujian Marshall dapat disimpulkan bahwa melakukan pengujian menggunakan bahan tambah lateks dan *fly ash* dapat meningkatkan nilai karakteristik Marshall sehingga penggunaan lateks dan *fly ash* layak digunakan sebagai campuran pada lapis *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC).

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka peneliti memberi saran antara lain :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh penggunaan lateks dan *fly ash* pada campuran aspal lapis *Asphalt Concrete – Wearing Course* terhadap nilai karakteristik marshall dengan menggunakan range kadar lateks yang lebih kecil agar bisa mendapatkan nilai karakteristik marshall yang lebih baik.
2. Perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut mengenai sifat kimia dari lateks dan *fly ash* untuk mendapatkan nilai karakteristik Marshall yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afriaziz Andi, Nusa Sebayang, Ester Priskasari, 2019, *Pengaruh Penambahan Karet Alam pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus dengan Filler Fly ash*, Jurusan Teknik Sipil S1 Institut Teknologi Nasional Malang, *Student Journal* GELAGAR
- Kementrian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Marga. 2018. *Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Nursandah Fauzie, Moch. Zaenuri, 2019, *Penelitian Penambahan Karet Alam (Lateks) pada Campuran Laston AC-WC terhadap Karakteristik Marshall*, Civil Engineering Departement, Kadiri University, Jalan Selomangleng 1 Kediri Indonesia, *Jurnal Civilla*.
- Rahmawan, Iyan Irnandi, 2019, *Pengaruh Penambahan Karet Alam (Lateks) Pada Campuran Aspal HRS-WC Dengan Abu Terbang (Fly ash) Sebagai Filler*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Bendungan Sigura-gura No.2 Malang, Jawa Timur.
- Saodang, Hamirhan. 2005. *Konstruksi Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- SNI 1990. No 03-1968, *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar*. Bandung: Pusjatan – Balitbang PU. Sukirman, Silvia. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- SNI 03-1971-1990 : *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*
- SNI 03-4142-1996 : *Metode Pengujian Jumlah Bahan dalam Agregat yang Lolos Saringan No.200 (0,075 mm)*

SNI 03-4804-1998 : *Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara Dalam Agregat*

SNI 2417:2008 : *Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles*

SNI 2441: 2011: *Metode Pengujian Berat Jenis Aspal Padat* SNI 06-2456-1991 :  
*Metode pengujian penetrasi bahan-bahan bitumen*

SNI 2432 : 2011 : *Metode Pengujian Daktilitas Bahan-Bahan Bitumen*

SNI 2434:2011 : *Cara Uji Titik Lembek dengan Alat Cincin dan Bola (Ring and Ball)*

SNI 06-2489- 1991: *Metode Pengujian Campuran aspal dengan Alat Marshall*

SNI 03-1968-1990 : *Metode pengujian tentang analisis saringan agregat halus dan agregat kasar.*

SNI 03-1969-1990 : *Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar.*

Sukirman, Silvia. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Grafika Yuana Marga: Bandung

Sukirman, Silvia, 2010. *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*. Bandung: Nova

Sukirman, Silvia, 2016. *Beton Aspal Campuran Panas*. Bandung: Institut Teknologi Nasional

Tahir, Anas, 2019, *Karakteristik Campuran Beton Aspal (AC-WC) Dengan Menggunakan Variasi Kadar Filler Abu Terbang Batu Bara*, Smartek



**LAMPIRAN I**  
**KELENGKAPAN ADMINISTRASI**

## LEMBAR REKOMENDASI SIDANG SKRIPSI

Pembimbing Skripsi memberikan rekomendasi kepada:

Nama : Ikhsania Irna Ningsih  
NIM : 061940110222  
Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil/D IV Perancangan Jalan dan Jembatan  
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Lateks terhadap Campuran Aspal dan *Fly Ash* sebagai *Filler* pada Lapis *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC-WC)

Mahasiswa tersebut telah memenuhi persyaratan dan dapat mengikuti Sidang Skripsi pada tahun akademik 2023.

Pembimbing I,

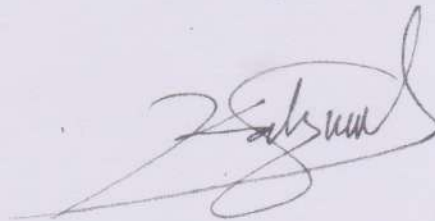


Ibrahim, S.T., MT.

NIP. 196905092000031001

Palembang, 31 Juli 2023

Pembimbing II,



Ika Sulianti, S.T., M.T.

NIP 198107092006042001

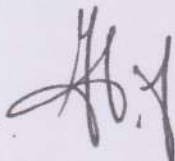
## LEMBAR REKOMENDASI SIDANG SKRIPSI

Pembimbing Skripsi memberikan rekomendasi kepada:

Nama : Feby Rizky Amanda  
NIM : 061940111881  
Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil/D IV Perancangan Jalan dan Jembatan  
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Lateks terhadap Campuran Aspal dan *Fly Ash* sebagai *Filler* pada Lapis *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC-WC)

Mahasiswa tersebut telah memenuhi persyaratan dan dapat mengikuti Sidang Skripsi pada tahun akademik 2023.

Pembimbing I,

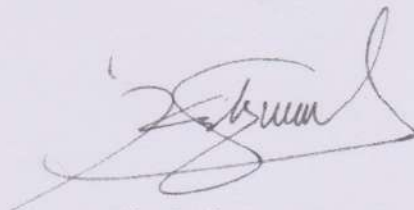


Ibrahim, S.T., MT.

NIP. 196905092000031001

Palembang, 31 Juli 2023

Pembimbing II,



Ika Sulianti, S.T., M.T.

NIP 198107092006042001

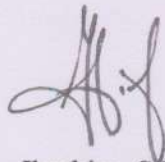
## LEMBAR REKOMENDASI SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Pembimbing Skripsi memberikan rekomendasi kepada:

Nama : Ikhsania Irna Ningsih  
NIM : 061940110222  
Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil/D IV Perancangan Jalan dan Jembatan  
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Karet Alam (Lateks) terhadap Campuran Aspal dan *Fly Ash* sebagai *Filler* pada Lapis *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC-WC)

Mahasiswa tersebut telah memenuhi persyaratan dan dapat mengikuti Seminar Proposal Skripsi pada tahun akademik 2023.

Pembimbing I,



Ibrahim, S.T.,M.T.

NIP 196905092000031001

Palembang, Mei 2023

Pembimbing II,



Ika Sulianti, S.T.,M.T.

NIP 198107092006042001

## LEMBAR REKOMENDASI SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Pembimbing Skripsi memberikan rekomendasi kepada:

Nama : Feby Rizky Amanda  
NIM : 061940111881  
Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil/D IV Perancangan Jalan dan Jembatan  
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Karet Alam (Lateks) terhadap Campuran Aspal dan *Fly Ash* sebagai *Filler* pada Lapis *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC-WC)

Mahasiswa tersebut telah memenuhi persyaratan dan dapat mengikuti Seminar Proposal Skripsi pada tahun akademik 2023.

Pembimbing I,

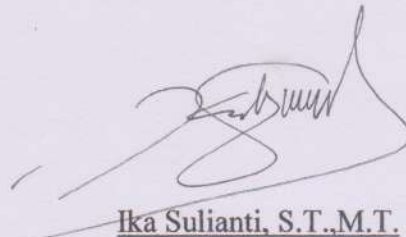


Ibrahim, S.T.,M.T.

NIP 196905092000031001

Palembang, Mei 2023

Pembimbing II,



Ika Sulianti, S.T.,M.T.

NIP 198107092006042001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
Jalan Srijaya Negara, Palembang 30139  
Telp. 0711-353414 Fax. 0711-355918  
Website : [www.polsri.ac.id](http://www.polsri.ac.id) E-mail : [info@polsri.ac.id](mailto:info@polsri.ac.id)



### KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : 1. Ikhsania Irna Ningsih (061940110222)  
2. Feby Rizky Amanda (061940111881)

Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil/D-IV Perancangan Jalan dan Jembatan

Judul Laporan : Pengaruh Penambahan Lateks terhadap Campuran  
Aspal dan *Fly ash* sebagai *Filler* pada Lapis *Asphalt*  
*Concrete - Wearing Course (AC-WC)*

Dosen Pembimbing 1 : Ibrahim, S.T., M.T.

NIP : 196905092000031001

Dosen Pembimbing 2 : Ika Sulianti, S.T., M.T.

NIP : 198107092006042001

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan
1.	7-3-2023	- Penentuan topik - Jurnal - Jurnal	
2.	13-3-2023	- Variasi campuran aspal - Surat Kesepakatan bimbingan	
3.	21-3-2023	- Surat izin Lab - Bab I Pendahuluan	
4.	28-3-2023	- Bab I OK - Bab II Tinjauan Pustaka	
5.	12-4-2023	- Bab II Tinjauan pustaka OK - Bab III Metodologi Penelitian	
6.	26-4-2023	- Bab III Metodologi Penelitian OK. - Buat RPT	





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
Jalan Srijaya Negara, Palembang 30139  
Telp. 0711-353414 Fax. 0711-355918  
Website : [www.polsri.ac.id](http://www.polsri.ac.id) E-mail : [info@polsri.ac.id](mailto:info@polsri.ac.id)



### KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : 1. Ikhsania Irna Ningsih (061940110222)  
2. Feby Rizky Amanda (061940111881)  
Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil/D-IV Perancangan Jalan dan Jembatan  
Judul Laporan : Pengaruh Penambahan Lateks terhadap Campuran  
Aspal dan *Fly ash* sebagai *Filler* pada Lapis *Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC)*  
Dosen Pembimbing 1 : Ibrahim, S.T., M.T.  
NIP : 196905092000031001  
Dosen Pembimbing 2 : Ika Sulianti, S.T., M.T.  
NIP : 198107092006042001

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan
7.	27-4-2023	ACC Proposal SIAP IKUT SEMINAR PROPOSAL	
8.	12-5-2023	- Data Analisa Saringan - Data Berat jenis AK dan AH - Bobot Isi Padat dan Gembur	
9.	19-5-2023	- Kadar air AK dan AH - Kadar lumpur AK dan AH - Keausan Agregat	
10.	26-5-2023	- Sifat fisik aspal	
11.	9-6-2023	Rancangan komposisi	
12.	16-6-2023	Data Marshall benda Uji Normal - KAO	
13.	23-6-2023	Data Marshall benda Uji KAO	



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**  
Jalan Srijaya Negara, Palembang 30139  
Telp. 0711-353414 Fax. 0711-355918  
Website : [www.polsri.ac.id](http://www.polsri.ac.id) E-mail : [info@polsri.ac.id](mailto:info@polsri.ac.id)



**KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : 1. Ikhsania Irna Ningsih (061940110222)  
2. Feby Rizky Amanda (061940111881)

Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil/D-IV Perancangan Jalan dan Jembatan

Judul Laporan : Pengaruh Penambahan Lateks terhadap Campuran  
Aspal dan *Fly ash* sebagai *Filler* pada Lapis *Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC)*

Dosen Pembimbing 1 : Ibrahim, S.T., M.T.  
NIP : 196905092000031001

Dosen Pembimbing 2 : Ika Sulianti, S.T., M.T.  
NIP : 198107092006042001

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan
14.	7 - 7 - 2023	Data Marshall Benda uji Variasi	
15.	14 - 7 - 2023	BAB IV Pembahasan -Perbaiki grafik	
16.	21 - 7 - 2023	- BAB IV OK - BAB V Perbaiki kesimpulan dan saran	
17.	28 - 7 - 2023	- Bab V OK - Buat PPT - Siapkan lampiran	
18	31 - 7 - 2023	- PPT OK - Lampiran OK ACC IKUT SIDANG SKRIPSI	
19.	31 - 8 - 2023	Diperbolehkan untuk dijilid dan diperbanyak !!!	





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**  
Jalan Srijaya Negara, Palembang 30139  
Telp. 0711-353414 Fax. 0711-355918  
Website : [www.polsri.ac.id](http://www.polsri.ac.id) E-mail : [info@polsri.ac.id](mailto:info@polsri.ac.id)



**KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : Ikhsania Irna Ningsih (061940110222)  
Feby Rizky Amanda (061940111881)

Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil / D-IV Perancangan Jalan dan Jembatan

Judul Laporan : Pengaruh Penambahan Lateks terhadap Campuran  
Aspal dan *Fly Ash* sebagai *Filler* pada Lapis *Asphalt  
Concrete-Wearing Course (AC-WC)*

Dosen Pembimbing 1 : Ibrahim, S.T., M.T.  
NIP : 196905092000031001

Dosen Pembimbing 2 : Ika Sulianti, S.T., M.T.  
NIP : 198107092006042001

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan
1.	24/2/2023	- Diskusi Topik TA - Cari jurnal yg relevan.	
2.	3/3/2023	- Tambah referensi jurnal - Topik OK!	
3.	10/3/2023	- Buat rencana judul - Buat outline - Buat Bab I	
4.	17/3/2023	- Perbaiki Bab I ⊕ latar belakang - format penomoran & spasi - Pertajam tujuan & perumusan	
5.	24/3/2023	- Perbaiki Bab I - Buat Bab II - rencanakan variasi benda uji - siapkan referensi	



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**  
Jalan Srijaya Negara, Palembang 30139  
Telp. 0711-353414 Fax. 0711-355918  
Website : [www.polsri.ac.id](http://www.polsri.ac.id) E-mail : [info@polsri.ac.id](mailto:info@polsri.ac.id)



**KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : Ikhsania Irna Ningsih (061940110222)  
Fcby Rizky Amanda (061940111881)  
Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil / D-IV Perancangan Jalan dan Jembatan  
Judul Laporan : Pengaruh Penambahan Lateks terhadap Campuran  
Aspal dan *Fly Ash* sebagai *Filler* pada Lapis *Asphalt*  
*Concrete-Wearing Course* (AC-WC)  
Dosen Pembimbing 1 : Ibrahim, S.T., M.T.  
NIP : 196905092000031001  
Dosen Pembimbing 2 : Ika Sulianti, S.T., M.T.  
NIP : 198107092006042001

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan
6	31/3/2023	- Bab I OK! - Bab II perbaiki sesuai instruksi - Buat Bab III	
7	3/4/2023	Perbaiki Bab II & III	
8	5/4/2023	- Bab II OK! - Perbaiki Bab III flowchart & kalimat prosedur	
9	10/4/2023	- Bab III perbaiki - flowchart - Buat Sadwal & RAB - Buat ppt	



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**  
Jalan Srijaya Negara, Palembang 30139  
Telp. 0711-353414 Fax. 0711-355918  
Website : [www.polsri.ac.id](http://www.polsri.ac.id) E-mail : [info@polsri.ac.id](mailto:info@polsri.ac.id)



**KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : Ikhsania Irna Ningsih (061940110222)  
Feby Rizky Amanda (061940111881)  
Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil / D-IV Perancangan Jalan dan Jembatan  
Judul Laporan : Pengaruh Penambahan Lateks terhadap Campuran  
Aspal dan *Fly Ash* sebagai *Filler* pada Lapis *Asphalt*  
*Concrete-Wearing Course (AC-WC)*  
Dosen Pembimbing 1 : Ibrahim, S.T., M.T.  
NIP : 196905092000031001  
Dosen Pembimbing 2 : Ika Sulianti, S.T., M.T.  
NIP : 198107092006042001

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan
10.	28/4/2023	- Bab I, II, III ok! - ACC y/ ikut sempro - GOOD Luck!	
11.	5/5/2023	- Persiapan uji laboratorium - Labuan pengujian asregat.	
12.	19/5/2023	- Lanjutkan pengujian asregat & aspal - Buat Bab IV	
13.	31/5/2023	- Perbaiki penulisan tabel pengujian - cek satuan.	





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**  
Jalan Srijaya Negara, Palembang 30139  
Telp. 0711-353414 Fax. 0711-355918  
Website : [www.polsri.ac.id](http://www.polsri.ac.id) E-mail : [info@polsri.ac.id](mailto:info@polsri.ac.id)



**KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : Ikhsania Irna Ningsih (061940110222)  
Feby Rizky Amanda (061940111881)  
Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil / D-IV Perancangan Jalan dan Jembatan  
Judul Laporan : Pengaruh Penambahan Lateks terhadap Campuran Aspal dan *Fly Ash* sebagai *Filler* pada Lapis *Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)*  
Dosen Pembimbing 1 : Ibrahim, S.T., M.T.  
NIP : 196905092000031001  
Dosen Pembimbing 2 : Ika Sulianti, S.T., M.T.  
NIP : 198107092006042001

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan
14.	2/5/2023	- Rancangan komposisi Benda uji	
15.	9/5/2023	- Lanjutkan pembuatan Benda uji	
16.	23/5/2023	- Pengambilan data Marshall Benda uji normal. - Rapihan BAB IV	
17	30/5/2023	- Data Marshall Benda uji KAO - Lanjutkan pembuatan Benda uji variasi	
18.	7/7/2023	- Data Marshall variasi - Rapihkan BAB IV	



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**  
Jalan Sriwijaya Negara, Palembang 30139  
Telp. 0711-353414 Fax. 0711-355918  
Website : [www.polsri.ac.id](http://www.polsri.ac.id) E-mail : [info@polsri.ac.id](mailto:info@polsri.ac.id)



**KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : Ikhsania Irna Ningsih (061940110222)  
Feby Rizky Amanda (061940111881)

Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil / D-IV Perancangan Jalan dan Jembatan

Judul Laporan : Pengaruh Penambahan Lateks terhadap Campuran Aspal dan *Fly Ash* sebagai *Filler* pada Lapis *Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)*

Dosen Pembimbing 1 : Ibrahim, S.T., M.T.  
NIP : 196905092000031001

Dosen Pembimbing 2 : Ika Sulianti, S.T., M.T.  
NIP : 198107092006042001

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan
19.	14/7/2023	- Perbaiki kalimat - Perbaiki grafik - Gabungkan grafik-kombinasi	
20.	21/7/2023	- Perbaiki grafik - Buat Bab <u>D</u> - Siapkan ppt & lampiran	
21.	30/7/2023	- Bab <u>IV</u> OK! - Bab <u>D</u> OK! - Perbaiki ppt.	



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
Jalan Srijaya Negara, Palembang 30139  
Telp. 0711-353414 Fax. 0711-355918  
Website : [www.polsri.ac.id](http://www.polsri.ac.id) E-mail : [info@polsri.ac.id](mailto:info@polsri.ac.id)



**KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : Ikhsania Irna Ningsih (061940110222)  
Feby Rizky Amanda (061940111881)  
Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil / D-IV Perancangan Jalan dan Jembatan  
Judul Laporan : Pengaruh Penambahan Lateks terhadap Campuran  
Aspal dan *Fly Ash* sebagai *Filler* pada Lapis *Asphalt  
Concrete-Wearing Course (AC-WC)*  
Dosen Pembimbing 1 : Ibrahim, S.T., M.T.  
NIP : 196905092000031001  
Dosen Pembimbing 2 : Ika Sulianti, S.T., M.T.  
NIP : 198107092006042001

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan
22	1/8/2023	- Bab I, II, III, IV, V Ok! - ACC u/ mensikuti Sidang Tugas Akhir - GOOD LUCK	
23	29/8/2023	- ACC JILID! - Boleh diperbanyak. - GOOD LUCK "FS"	

**LAMPIRAN II**  
**PENGOLAHAN DATA**

Tabel 1 Hasil Rancangan Agregat Gabungan

Keterangan	Ukuran Saringan											
	Inchi	1 1/2"	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#8	#16	#30	#50	#100	#200
mm		38,1	19	12,5	9,5	4,75	2,36	1,18	0,6	0,3	0,15	0,075
<b>Gradasi Material</b>												
Pasir	100,00	100,00	100,00	100,00	99,37	99,13	91,55	55,73	15,22	3,63	0,61	
Agregat 1/1	100,00	100,00	100,00	89,305	32,540	26,930	0,065	0,050	0,035	0,030	0,015	
Agregat 1/2	100,00	100,00	99,855	38,800	27,745	27,335	17,730	2,855	0,290	0,220	0,165	
Pasir	100,00	100,00	100,00	100,00	99,370	97,130	91,550	55,730	15,220	3,630	0,610	
Fly Ash	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
Semen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
<b>Kombinasi Gradasi</b>												
Agregat 1/1	<b>21%</b>	21,00	20,970	8,136	2,257	0,617	0,109	0,003	0,000	0,000	0,000	
Agregat 1/2	<b>38%</b>	38,000	38,000	33,936	11,043	2,974	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	
Pasir	<b>32%</b>	32,000	32,000	32,000	31,798	30,886	28,276	15,758	2,398	0,087	0,001	
Fly Ash	<b>7%</b>	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	
Semen	<b>2%</b>	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100,00</b>	<b>99,970</b>	<b>83,072</b>	<b>54,099</b>	<b>43,477</b>	<b>37,387</b>	<b>24,761</b>	<b>11,398</b>	<b>9,087</b>	<b>9,000</b>	
<b>Batas Maksimal</b>		<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>90,00</b>	<b>69,00</b>	<b>53,00</b>	<b>40,00</b>	<b>30,00</b>	<b>22,00</b>	<b>15,00</b>	<b>9,00</b>	
<b>Batas Minimal</b>		<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>77,00</b>	<b>53,00</b>	<b>33,00</b>	<b>21,00</b>	<b>14,00</b>	<b>9,00</b>	<b>6,00</b>	<b>4,00</b>	

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)



Tabel 2 Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall untuk Mendapatkan  
Kadar Aspal Optimum (KAO)

Karakteristik Campuran	Satuan	Kadar Aspal (%)			Spesifikasi
		5	6	7	
Stabilitas	kg	1799,40	2418,84	2837,95	Min. 800
<i>Flow</i>	mm	3,21	3,67	3,70	2-4
VIM	%	11,36	6,37	4,33	3-5
VFA	%	41,85	62,63	74,37	Min. 65
VMA	%	19,52	16,86	16,88	Min. 15
<i>Marshall Quotient</i>	kg/mm	561,03	658,49	766,39	-

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2023)

Tabel 3 Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall Campuran Kadar Aspal dan Variasi Kadar Lateks

Karakteristik Marshall	Kadar Aspal	Kadar Lateks			Spesifikasi
		8	8,5	9	
Stabilitas (kg)	5	2042,25	2092,71	2073,47	<800
	6	2101,94	2137,07	2104,59	
	7	2166,93	2198,84	2186,00	
	KAO	2210,81	2251,34	2239,51	
Flow (mm)	5	2,81	2,95	3,10	2-4
	6	3,01	3,15	3,26	
	7	3,21	3,41	3,53	
	KAO	3,40	3,57	3,86	
VIM (%)	5	3,90	3,99	4,05	3-5
	6	4,05	4,20	4,41	
	7	4,41	4,45	4,71	
	KAO	3,99	4,16	4,31	
VFA (%)	5	69,39	70,13	70,98	>65
	6	72,14	73,21	74,43	
	7	70,25	71,29	73,28	
	KAO	73,90	74,50	74,96	
VMA (%)	5	15,01	15,08	15,48	>15
	6	15,46	15,57	16,40	
	7	15,07	15,39	16,20	
	KAO	15,90	15,86	16,81	
Marshall Quotient	5	727,99	709,39	668,36	-
	6	699,02	678,51	645,05	
	7	674,29	645,64	619,73	
	KAO	650,88	630,98	580,29	

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2023)

Tabel 4 Perhitungan Kebutuhan Bahan untuk Campuran Lapis *Asphalt Concrete - Wearing Course*

Perhitungan kebutuhan agregat untuk campuran (0%)							Perhitungan Komposisi KAO	
Berat total campuran	1200	gram	1200	gram	1200	gram	1200	gram
% aspal	5	%	6	%	7	%	6,75	%
Berat aspal	60	gram	72	gram	84	gram	81	gram
% agregat	95	%	94	%	93	%	93,25	%
Berat agregat	1140	gram	1128	gram	1116	gram	1119	gram
Kode	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>		<b>KAO</b>	

Perhitungan Berat per Jenis Agregat					
		A	B	C	KAO
Kadar Aspal		5,0%	6,0%	7,0%	6,75%
Berat Agregat (gr)		1.140,0	1.128,0	1.116,0	1.119,0
Batu 1-2	21%	239,4	236,9	234,4	235,0
Batu 1-1	38%	433,2	428,6	424,1	425,2
Pasir	32%	364,8	361,0	357,1	358,1
Fly Ash	7%	79,8	79,0	78,1	78,3
Semen	2%	22,8	22,6	22,3	22,4
$\Sigma$	100%	1.140,0	1.128,0	1.116,0	1.119,0

Tabel 5 Formulir Perhitungan Sifat Volumetrik Benda Uji Normal

		Berat Jenis, G,			Komposisi campuran, % dari berat total benda uji, P			
		gram				Benda Uji ke		
			Efektif	Bulk		1	2	3
1	Agregat 1/2	G1	2.609	2.565	P1	20.000	19.811	19.626
2	Agregat 1/1	G2	2.600	2.543	P2	36.190	35.849	35.514
3	Fly Ash	G3	3.010	3.010	P3	6.667	6.604	6.542
4	Pasir	G4	2.550	2.423	P4	30.476	30.189	29.907
5	Semen	G5	3.010	3.010	P5	1.905	1.887	1.869
6	Campuran Agregat	Gs			Ps	95.238	94.340	93.458
7	Kadar Aspal	Ga		1.034	Pa	4.762	5.660	6.542

		Berat Jenis, G,			Komposisi campuran, % dari berat total benda uji, P			
		gram				Benda Uji ke		
			Efektif	Bulk		1	2	3
8	Agregat 1/2	G1	2.609	2.511	P1	21	21	21
9	Agregat 1/1	G2	2.600	2.529	P2	38	38	38
10	Fly Ash	G3	3.010	3.010	P3	7	7	7
11	Pasir	G4	2.550	2.520	P4	32	32	32
12	Semen	G5	3.010	3.010	P5	2	2	2
13	Campuran Agregat	Gs			Ps	100	100	100
14	Kadar Aspal	Ga		1.034	Pa	5	6	7

15	Berat jenis bulk agregat campuran, gr	Gsb	2.559	2.559	2.559
16	Berat jenis maksimum benda uji, gr	Gmm	2.440	2.409	2.379
17	Berat jenis efektif agregat campuran, gr	Gse	2.618	2.618	2.618
18	Kadar aspal terabsorpsi, %	Pab	0.902	0.902	0.902
19	Kadar aspal efektif, %	Pae	3.903	4.810	5.699

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2023)

Tabel 6 Formulir Perhitungan Sifat Volumentrik Benda Uji KAO

		Berat Jenis, G,			Komposisi campuran, % dari berat total benda uji, P			
		gram						
			Efektif	Bulk		Benda Uji ke		
						8%	8.5%	9%
1	Agregat 1/2	G1	2.609	2.565	P1	19.672	19.672	19.672
2	Agregat 1/1	G2	2.600	2.543	P2	35.597	35.597	35.597
3	Fly Ash	G3	3.010	3.010	P3	6.557	6.557	6.557
4	Pasir	G4	2.550	2.423	P4	29.977	29.977	29.977
5	Semen	G5	3.010	3.010	P5	1.874	1.874	1.874
6	Campuran Agregat	Gs			Ps	93.677	93.677	93.677
7	Kadar Aspal	Ga		1.034	Pa	6.323	6.323	6.323

		Berat Jenis, G,			Komposisi campuran, % dari berat total benda uji, P			
		gram						
			Efektif	Bulk		Benda Uji ke		
						8	8.5	9
8	Agregat 1/2	G1	2.609	2.511	P1	21	21	21
9	Agregat 1/1	G2	2.600	2.529	P2	38	38	38
10	Fly Ash	G3	3.010	3.010	P3	7	7	7
11	Pasir	G4	2.550	2.520	P4	32	32	32
12	Semen	G5	3.010	3.010	P5	2	2	2
13	Campuran Agregat	Gs			Ps	100	100	100
14	Kadar Aspal	Ga		1.034	Pa	6.75	6.75	6.75

15	Berat jenis bulk agregat campuran, gr	Gsb	2.559	2.559	2.559
16	Berat jenis maksimum benda uji, gr	Gmm	2.386	2.404	2.375
17	Berat jenis efektif agregat campuran, gr	Gse	2.618	2.618	2.618
18	Kadar aspal lateks terabsorpsi, %	Ps	0.949	0.872	0.922
19	Kadar aspal efektif, %	Pa	5.434	5.506	5.460

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2023)

Tabel 7 Formulir Perhitungan Sifat Volumetrik Benda Uji Variasi

		Berat Jenis, G,			Komposisi campuran, % dari berat total benda uji, P			
		gram						
			Efektif	Bulk		Benda Uji ke		
						8%	8.5%	9%
1	Agregat 1/2	G1	2.609	2.565	P1	20.000	19.811	19.626
2	Agregat 1/1	G2	2.600	2.543	P2	36.190	35.849	35.514
3	Fly Ash	G3	3.010	3.010	P3	6.667	6.604	6.542
4	Pasir	G4	2.550	2.423	P4	30.476	30.189	29.907
5	Semen	G5	3.010	3.010	P5	1.905	1.887	1.869
6	Campuran Agregat	Gs			Ps	95.238	94.340	93.458
7	Kadar Aspal	Ga		1.034	Pa	4.762	5.660	6.542

		Berat Jenis, G,			Komposisi campuran, % dari berat total benda uji, P			
		gram						
			Efektif	Bulk		Benda Uji ke		
						8	8.5	9
7	Agregat 1/2	G1	2.609	2.511	P1	21	21	21
8	Agregat 1/1	G2	2.600	2.529	P2	38	38	38
9	Fly Ash	G3	3.010	3.010	P3	7	7	7
9	Pasir	G4	2.550	2.520	P4	32	32	32
10	Semen	G5	3.010	3.010	P5	2	2	2
11	Campuran Agregat	Gs			Ps	100	100	100
12	Kadar Aspal	Ga		1.034	Pa	5	6	7

15	Berat jenis bulk agregat campuran, gr	Gsb	2.559	2.559	2.559
16	Berat jenis maksimum benda uji, gr	Gmm	2.440	2.425	2.367
17	Berat jenis efektif agregat campuran, gr	Gse	2.618	2.618	2.618
18	Kadar aspal lateks terabsorpsi, %	Pab	0.949	0.872	0.922
19	Kadar aspal efektif, %	Pae	3.858	4.838	5.680

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2023)

**LAMPIRAN III**  
**DOKUMENTASI**



**DOKUMENTASI PENGUJIAN LABORATORIUM**

1. Persiapan Material



Gambar 1.1 Pematangan Lateks



Gambar 1.2 Lateks yang Telah dijemur





## DOKUMENTASI PENGUJIAN LABORATORIUM

### 2. Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar



Gambar 2.1 Penimbangan Berat Saringan Kosong



Gambar 2.2 Penyusunan Saringan Sesuai Nomor Saringan



Gambar 2.3 Pemasukan Benda Uji kedalam Saringan



Gambar 2.4 Pengayakan Benda Uji Selama 15 Detik



**DOKUMENTASI PENGUJIAN LABORATORIUM**



Gambar 2.5 Penimbangan Berat Agregat Tertahan Dalam Saringan

3. Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus



Gambar 3.1 Penimbangan Berat Saringan Kosong



Gambar 3.2 Penyusunan Saringan Sesuai Nomor Saringan



Gambar 3.3 Pemasukan Benda Uji kedalam Saringan



## DOKUMENTASI PENGUJIAN LABORATORIUM



Gambar 3.4 Pengayakan Benda Uji Selama 15 Detik



Gambar 3.5 Penimbangan Berat Agregat Tertahan Dalam Saringan

### 4. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar



Gambar 4.1 Penimbangan Berat Benda Uji



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**  
Jalan Srijaya Negara, Palembang 30139  
Telp. 0711-353414 Fax. 0711-355918  
Website : [www.polsri.ac.id](http://www.polsri.ac.id) E-mail : [info@polsri.ac.id](mailto:info@polsri.ac.id)



## DOKUMENTASI PENGUJIAN LABORATORIUM



Gambar 4.2 Pencucian Benda Uji



Gambar 4.3 Oven Benda Uji



Gambar 4.4 Timbang Berat Konstan





**DOKUMENTASI PENGUJIAN LABORATORIUM**



Gambar 4.5 Perendam Benda Uji



Gambar 4.6 Penimbangan Benda Uji

5. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus



Gambar 5.1 Penentuan SSD



**DOKUMENTASI PENGUJIAN LABORATORIUM**



Gambar 5.2 Penimbangan Benda Uji Agregat Halus Keadaan Kering Permukaan Jenuh/SSD



Gambar 5.3 Penimbangan Pycnometer kosong dan penimbangan pycnometer + Air



Gambar 5.4 Penimbangan Pycnometer + Agregat Halus + Air



**DOKUMENTASI PENGUJIAN LABORATORIUM**

6. pengujian kadar air dan kadar lumpur agregat kasar



Gambar 6.1 Penimbangan Agregat kasar



Gambar 6.2 Pengovenan Agregat Kasar Hingga Berat Konstan



Gambar 6.3 Pencucian Agregat Kasar Yang Sudah Konstan



**DOKUMENTASI PENGUJIAN LABORATORIUM**

7. Pengujian Kadar Air dan Kadar Lumpur Agregat Halus



Gambar 7.1 Penimbangan Agregat Halus



Gambar 7.2 Pengovenan Agregat Halus hingga berat konstan



Gambar 7.3 Pencucian Agregat Halus





**DOKUMENTASI PENGUJIAN LABORATORIUM**

8. Pengujian Bobot Isi Gembur Dan Bobot Isi Padat Agregat Kasar



Gambar 8.1 Penimbangan Bejana Kosong



Gambar 8.2 Penuangan Agregat Kasar ke Dalam Bejana Silinder



Gambar 8.3 Penimbangan Agregat kasar



Gambar 8.4 Penumbukan Penumbukan Agregat Halus Sebanyak 25 kali Tumbukan pada Setiap Lapisan



**DOKUMENTASI PENGUJIAN LABORATORIUM**



Gambar 8.5 Perataan Agregat Kasar



Gambar 8.6 Penimbangan Agregat Kasar

9. Pengujian Bobot Isi Gembur Dan Bobot Isi Padat Agregat Halus



Gambar 9.1 Penimbangan Bejana Silinder Kosong



**DOKUMENTASI PENGUJIAN LABORATORIUM**



Gambar 9.2 Penuangan Agregat Halus ke Dalam Bejana Silinder



Gambar 9.3 Penimbangan Bejana Silinder + Agregat Halus



Gambar 9.4 Penumbukan Agregat Halus Sebanyak 25 kali tumbukan  
pada Setiap Lapisan

10. Pengujian Keausan dengan Mesin Abrasi *Los Angeles* Agregat Kasar



Gambar 10.1 Pencucian Agregat



**DOKUMENTASI PENGUJIAN LABORATORIUM**



Gambar 10.2 Penimbangan Berat Konstan



Gambar 10.3 Pemasukkan Benda Uji Ke Dalam Mesin *Los Angeles*



Gambar 10.4 Pemasukkan Bola Baja Ke Dalam Mesin *Los Angeles*



Diputar 500 kali putaran

Gambar 10.5 Mesin *Los Angeles* diputar 500 kali





**DOKUMENTASI PENGUJIAN LABORATORIUM**



Gambar 10.10 Penimbangan Berat Agregat Tertahan disaringan 2,36 mm

### 11. Pengujian Berat Jenis Aspal



Gambar 11.1 Pemanasan Aspal



Gambar 11.2 Penimbangan Bejana Gelas



**DOKUMENTASI PENGUJIAN LABORATORIUM**



Gambar 11.3 Penimbangan Bejana Gelas + Air



Gambar 11.4 Penimbangan Bejana Gelas + Aspal



Gambar 11.5 Penimbangan Bejana Gelas + Aspal + Air

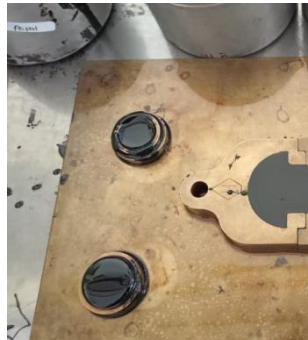


**DOKUMENTASI PENGUJIAN LABORATORIUM**

12. Pengujian Titik Lembek



Gambar 12.1 Pemanasan Aspal



Gambar 12.2 Penuangan Aspal ke Cetakan Cincin Kuningan



Gambar 12.3 Pengaturan Temperatur Air Hingga Mencapai Suhu 5°C



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**  
Jalan Srijaya Negara, Palembang 30139  
Telp. 0711-353414 Fax. 0711-355918  
Website : [www.polsri.ac.id](http://www.polsri.ac.id) E-mail : [info@polsri.ac.id](mailto:info@polsri.ac.id)



## DOKUMENTASI PENGUJIAN LABORATORIUM



Gambar 12.3 Pemasangan cincin kuningan, alat pengarah bola, bola-bola baja dan termometer diatas dudukan benda uji



Gambar 12.4 Pengujian Titik Lembek





**DOKUMENTASI PENGUJIAN LABORATORIUM**

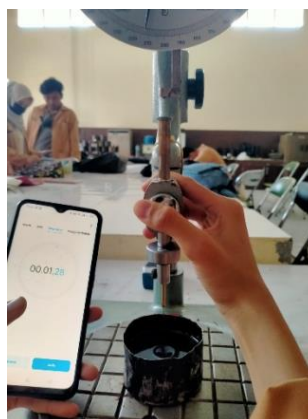
13. Pengujian Penetrasi Aspal



Gambar 13.1 Penyiapan Benda Uji



Gambar 13.2 Pemasangan Pemberat dan Jarum  
Penetrasi Penetrometer



Gambar 13.3 Pengujian Penetrasi



**DOKUMENTASI PENGUJIAN LABORATORIUM**



Gambar 13.4 Pembacaan Angka Penetrasi

14. Pengujian Daktilitas



Gambar 14.1 Pemanasan Aspal



Gambar 14.2 Penyiapan Cetakan Daktilitas



**DOKUMENTASI PENGUJIAN LABORATORIUM**



Gambar 14.3 Penuangan Aspal ke Cetakan Daktilitas



Gambar 14.4 Perletakkan Benda Uji ke Alat Uji Daktilitas

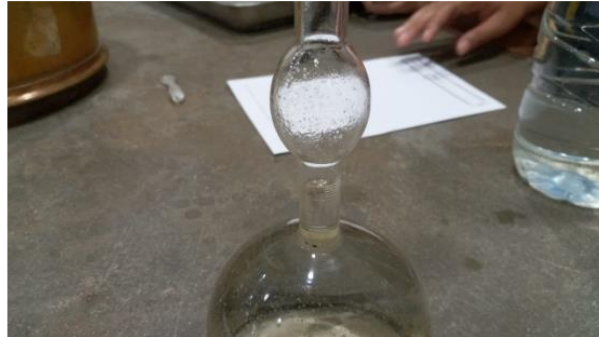


Gambar 14.5 Pengujian Daktilitas Aspal



**DOKUMENTASI PENGUJIAN LABORATORIUM**

15. Pengujian Berat Jenis Semen



15.1 Pemasukkan minyak tanah ke dalam botol *le chatelier*



15.2 Pemasukkan semen Portland sebanyak 64 gram

16. Pengujian Berat Jenis *Fly Ash*



Gambar 16.1 Pemasukkan Minyak Tanah ke Dalam Botol *Le Chatelier*



**DOKUMENTASI PENGUJIAN LABORATORIUM**



Gambar 16.12 Pemasukkan *fly ash* Sebanyak 64 gram

17. Pembuatan Benda Uji



Gambar 17.1 Pemanasan Mould



Gambar 17.2 Pemasukkan Material ke Wajan





**DOKUMENTASI PENGUJIAN LABORATORIUM**



Gambar 17.3 Pemasakkan Benda Uji Hingga Suhu 150°C



Gambar 17.4 Pencampuran Aspal



Gambar 17.5 Pemasakkan Benda Uji hingga Suhu 165°C



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**  
Jalan Srijaya Negara, Palembang 30139  
Telp. 0711-353414 Fax. 0711-355918  
Website : [www.polsri.ac.id](http://www.polsri.ac.id) E-mail : [info@polsri.ac.id](mailto:info@polsri.ac.id)



## DOKUMENTASI PENGUJIAN LABORATORIUM



Gambar 17.6 Penyusunan mould dialat penumbuk Marshall



Gambar 17.7 Pemasukkan Campuran Aspal



Gambar 17.8 Penusukkan Bagian Pinggir 15x dan Tengah 10x



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**  
Jalan Srijaya Negara, Palembang 30139  
Telp. 0711-353414 Fax. 0711-355918  
Website : [www.polsri.ac.id](http://www.polsri.ac.id) E-mail : [info@polsri.ac.id](mailto:info@polsri.ac.id)



## DOKUMENTASI PENGUJIAN LABORATORIUM



Gambar 17.9 Penyusunan Kertas Saring



Gambar 17.10 Penguncian Alat



Gambar 17.11 Pengaturan Jumlah Tumbukan





**DOKUMENTASI PENGUJIAN LABORATORIUM**



Gambar 17.12 Pengeluaran Benda Uji Dari Cetakan

18. Pengujian Marshall



Gambar 18.1 Penyiapan *Waterbath* Hingga Suhu 60°C



Gambar 18.2 Pengukuran Tinggi dan Diameter Benda Uji



**DOKUMENTASI PENGUJIAN LABORATORIUM**



Gambar 18.3 Penimbangan Berat Kering di Udara



Gambar 18.4 Penimbangan Berat Dalam Air



Gambar 18.5 Penimbangan berat kering permukaan



Gambar 18.6 Perendaman benda uji di dalam *Waterbath* selama 30 menit



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**  
Jalan Srijaya Negara, Palembang 30139  
Telp. 0711-353414 Fax. 0711-355918  
Website : [www.polsri.ac.id](http://www.polsri.ac.id) E-mail : [info@polsri.ac.id](mailto:info@polsri.ac.id)



## DOKUMENTASI PENGUJIAN LABORATORIUM



Gambar 18.7 Pengujian Marshall