

**SKRIPSI**

**PENGARUH PENGGUNAAN ABU VULKANIK GUNUNG RINJANI  
SEBAGAI PENGGANTI *FILLER* UNTUK CAMPURAN  
LASTON (AC-WC) DALAM KARAKTERISTIK UJI *MARSHALL***

Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Studi  
Pada Program Studi Teknik Sipil Jenjang Strata I,  
Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram



**DISUSUN OLEH:**

**NAMA : LALU SEPTIYA FAHMI REZI**

**NIM : 417110085**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM**

**2021**

**HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING**

**SKRIPSI**

**PENGARUH PENGGUNAAN ABU VULKANIK GUNUNG RINJANI  
SEBAGAI PENGGANTI *FILLER* UNTUK CAMPURAN  
LASTON (AC-WC) DALAM KARAKTERISTIK UJI *MARSHALL***

Disusun Oleh:

**LALU SEPTIYA FAHMI REZI**

**417110085**

**Mataram, 06 Agustus 2021**

**Pembimbing I,**



**Ir. Isfanari, ST., MT.**  
**NIDN. 0830086701**

**Pembimbing II,**

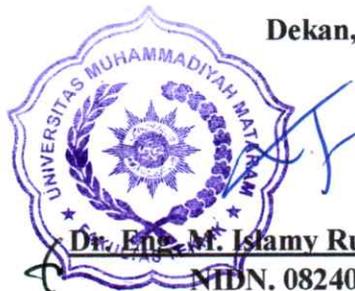


**Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT.**  
**NIDN. 0828087201**

**Mengetahui,**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
FAKULTAS TEKNIK**

**Dekan,**



**Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT.**  
**NIDN. 0824017501**

**HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI**

**SKRIPSI**

**PENGARUH PENGGUNAAN ABU VULKANIK GUNUNG RINJANI  
SEBAGAI PENGANTI *FILLER* UNTUK CAMPURAN  
LASTON (AC-WC) DALAM KARAKTERISTIK UJI *MARSHALL***

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

NAMA : LALU SEPTIYA FAHMI REZI  
NIM : 417110085

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji  
Pada hari : Kamis, 12 Agustus 2021  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

**Susunan Tim Penguji**

1. Penguji I : Ir. Isfanari, ST., MT.
2. Penguji II : Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT.
3. Penguji III : Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT.



Three handwritten signatures are shown, each on a horizontal line. The first signature is in black ink, the second is in black ink, and the third is in blue ink.

**Mengetahui,**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
FAKULTAS TEKNIK**



**Dekan,**

**Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT.**

**NIDN. 0824017501**



A handwritten signature in black ink, likely belonging to the Dean, Dr. Eng. M. Islamy Rusyda.

## LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir/Skripsi dengan judul :

“PENGARUH PENGGUNAAN ABU VULKANIK GUNUNG RINJANI  
SEBAGAI PENGGANTI *FILLER* UNTUK CAMPURAN LASTON (AC-WC)  
DALAM KARAKTERISTIK Uji *MARSHALL*”

Benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide dan hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir/Skripsi ini disebut dalam daftar pustaka. Apalagi terbukti di kemudian hari bahwa Tugas Akhir/Skripsi ini merupakan hasil plagiasi, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat tanpa tekanan dari pihak manapun dan dengan kesadaran penuh terhadap tanggung jawab dan konsekuensi.

Mataram, 20 Agustus 2021

Yang Membuat Pernyataan



**Lalu Septiya Fahmi Rezi**

**NIM : 417110085**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

## UPT. PERPUSTAKAAN

Jl. K.H.A. Dahlan No. 1 Mataram Nusa Tenggara Barat

Kotak Pos 108 Telp. 0370 - 633723 Fax. 0370-641906

Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : [upt.perpusummat@gmail.com](mailto:upt.perpusummat@gmail.com)

### SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : LALU SEPTIYA FAHMI REZI  
NIM : 417110085  
Tempat/Tgl Lahir : Praya, 01 September 1999  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
No. Hp/Email : 081938599335 / laluseptiyafahmirezi0109@gmail.com  
Judul Penelitian : -

Pengaruh Penggunaan Abu Vulkanik Gunung Rinjani Sebagai Pengganti filler untuk campuran LASTON (AC-WE) Dalam Karakteristik Uji Marshall

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 52% 42%

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari karya ilmiah dari hasil penelitian tersebut terdapat indikasi plagiarisme, saya *bersedia menerima sanksi* sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Mataram.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun dan untuk dipergunakan sebagai mana mestinya.

Dibuat di : Mataram

Pada tanggal : 23 Agustus 2021

Penulis

  
Lalu Septiya Fahmi Rezi  
NIM. 417110085

Mengetahui,  
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

  
Istiqbal, S.Sos. M.A.  
NIDN: 0802048904



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
**UPT. PERPUSTAKAAN**

Jl. K.H.A. Dahlan No. 1 Mataram Nusa Tenggara Barat  
 Kotak Pos 108 Telp. 0370 - 633723 Fax. 0370-641906  
 Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : [upt.perpusummat@gmail.com](mailto:upt.perpusummat@gmail.com)

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN  
 PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : LALU SEPTIYA FAHMI REZI  
 NIM : 417110085  
 Tempat/Tgl Lahir : Praya, 01 September 1999  
 Program Studi : Teknik Sipil  
 Fakultas : Teknik  
 No. Hp/Email : 081938590335 / laluseptiya.fahmi.rezi0109@gmail.com  
 Jenis Penelitian :  Skripsi  KTI

Menyatakan bahwa demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Mataram hak menyimpan, mengalih-media/format, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Repository atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama *tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta* atas karya ilmiah saya berjudul:

Pengaruh Penggunaan Abu Vulkanik Gunung Rinjani sebagai Pengganti Filler untuk campuran LASTON (AC-WE) Dalam Karakteristik Uji Marshall

Segala tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.

Dibuat di : Mataram

Pada tanggal : 23 Agustus 2021

Penulis



Lalu Septiya Fahmi Rezi  
 NIM. 417110085

Mengetahui,  
 Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



Skandar, S.Sos.,M.A.  
 NIDN. 0802048904

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul “**Pengaruh Penggunaan Abu Vulkanik Gunung Rinjani Sebagai Pengganti *Filler* Untuk Campuran Laston (AC-WC) Dalam Karakteristik Uji *Marshall***”. Skripsi ini merupakan bagian dari salah satu kurikulum yang wajib diikuti bagi setiap mahasiswa guna memenuhi kewajiban dan penyelesaian tugas akhir untuk memperoleh derajat kesarjanaan S-1 pada program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.

Untuk itu perkenankanlah penulis menghaturkan ucapan dan rasa terima kasih kepada:

1. Dr. H. Arsyad Abd. Gani, M.Pd. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Dr. Eng . M. Islamy Rusyda, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Agustini Ernawati, ST., M.Tech.. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Ir. Isfanari, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Utama.
5. Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Pendamping.
6. Semua Dosen dan Pihak Sekertariat Fakultas Teknik UMMAT.

Skripsi ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang membangun untuk menjadi bahan pembelajaran penulis di masa depan. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat kedepannya.

Mataram, 06 Agustus 2021



**Lalu Septiya Fahmi Rezi**

## ABSTRAK

Penelitian menggunakan abu vulkanik Gunung Rinjani tahun 1994 sebagai pengganti *filler* semen portland pada campuran aspal beton untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan abu vulkanik terhadap kuat tekan lapisan aspal beton (AC-WC) yang merupakan salah satu bagian dari lapis perkerasan yang berfungsi sebagai lapis aus yang berhubungan langsung dengan aktifitas lalu lintas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai Stabilitas, *Flow*, VIM, VMA, VFB dan MQ pada campuran aspal beton AC-WC yang menggunakan abu vulkanik sebagai bahan pengisi.

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen yang dilakukan dengan melakukan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data, penelitian ini dilakukan di Laboratorium Balai Pengujian Material Konstruksi Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang Provinsi Nusa Tenggara Barat dengan menggunakan variasi bahan pengisi (*filler*) dengan kadar abu vulkanik Gunung Rinjani 1%, 2%, dan 3% terhadap berat total agregat dan kadar aspal yang digunakan adalah 5,5%, 6% dan 6,5%. Semua diuji sesuai dengan metode Marshall untuk mendapatkan data stabilitas, *Flow*, VIM, VMA, VFB dan MQ.

Kadar aspal optimum (KAO) yang didapatkan adalah 6,2% dengan variasi *filler* abu vulkanik 1%, 2%, dan 3%. Nilai untuk stabilitas variasi 1% abu vulkanik yaitu 1038 kg, untuk variasi 2% yaitu 942 kg dan untuk variasi 3% yaitu 1107 kg. Dari hasil pengujian ini, dinyatakan bahwa kadar aspal efektif dengan menggunakan abu vulkanik lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan campuran *filler* semen portland dan nilai stabilitas campuran aspal beton dengan menggunakan abu vulkanik lebih rendah dibandingkan nilai stabilitas campuran aspal beton semen portland.

**Kata Kunci :** Abu Vulkanik, AC-WC, *Marshall*, Aspal Optimum

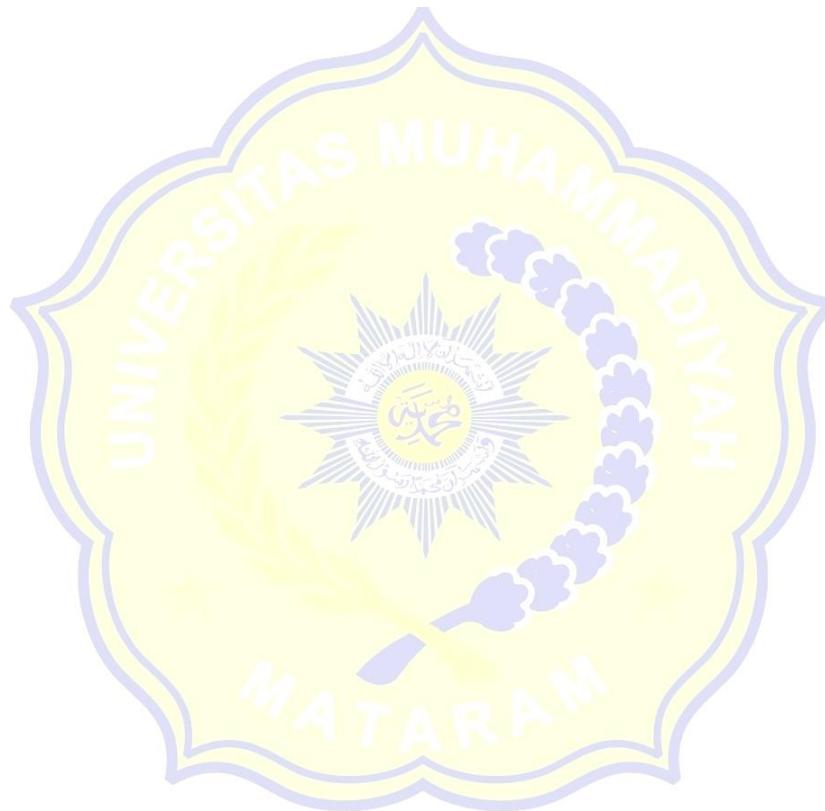


## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b>	<b>iv</b>
<b>SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME .....</b>	<b>v</b>
<b>SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH vi</b>	
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xviii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>xix</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH.....</b>	<b>xx</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Tujuan Penelitian.....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Manfaat Penelitian.....</b>	<b>4</b>
<b>1.5 Batasan Masalah Penelitian .....</b>	<b>4</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Tinjauan Pustaka.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.1 Penelitian Terdahulu .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.2 Perkerasan Jalan .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.3 Konstruksi Perkerasan Jalan.....</b>	<b>7</b>

2.1.4	Aspal Beton ( <i>Asphalt Concrete</i> ).....	10
2.1.5	Bahan-Bahan Konstruksi Lapis Aspal Beton.....	11
2.1.6	<i>Filler</i> Abu Vulkanik.....	19
2.1.7	Karakteristik Perkerasan.....	22
2.2	Landasan Teori.....	24
2.2.1	Pengujian Volumetrik Campuran.....	24
2.2.2	Pengujian <i>Marshall</i> .....	26
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>30</b>
3.1	Metode Penelitian.....	30
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian.....	30
3.3	Teknik Pengumpulan Data.....	31
3.4	Peralatan.....	31
3.5	Bahan.....	36
3.6	Benda Uji.....	37
3.7	Prosedur Pelaksanaan.....	38
3.7.1	Pembuatan Benda Uji.....	38
3.7.2	<i>Volumetrik Test</i> .....	40
3.7.3	<i>Marshall Test</i> .....	40
3.8	Tahap Penelitian.....	41
<b>BAB IV</b>	<b>ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>42</b>
4.1	Umum.....	42
4.2	Pengujian Material.....	42
4.2.1	Hasil Analisa Saringan Pembagian Butiran.....	42
4.2.2	Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat.....	48
4.2.3	Data Pengujian Aspal.....	52
4.2.4	Perhitungan Perkiraan Awal Kadar Aspal Tengah.....	53
4.3	Perencanaan Kadar Aspal Optimum.....	55
4.3.1	<i>Job Mix Formula</i> Perancangan KAO.....	55
4.3.2	Hasil Pengujian Berat Jenis Campuran Maksimum.....	59
4.3.3	Hasil Perancangan Kadar Aspal Optimum.....	60

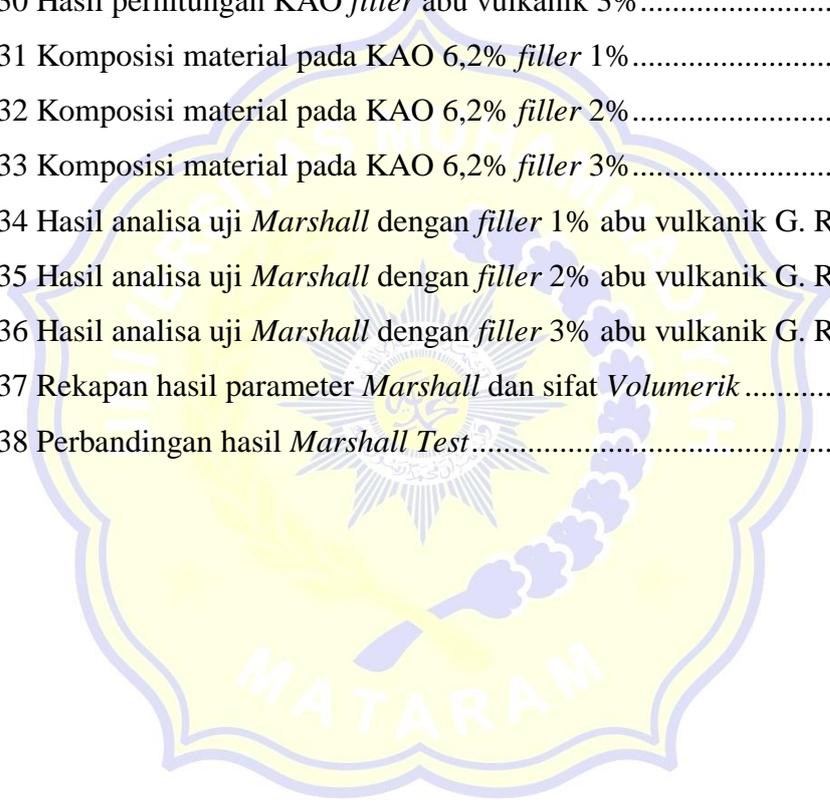
4.4 Analisa <i>Marshall</i> Pada Kadar Aspal Optimum .....	68
4.4.1 <i>Job Mix Formula</i> Pada KAO .....	68
4.4.2 Hasil Analisa <i>Marshall</i> Pada KAO .....	69
4.4.3 Hasil Perbandingan Penggunaan <i>Filler</i> .....	73
BAB V PENUTUP.....	76
5.1 Kesimpulan .....	76
5.2 Saran .....	77
DAFTAR PUSTAKA .....	78
LAMPIRAN .....	80



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbedaan kualitas dasar masing-masing tipe perkerasan .....	9
Tabel 2.2 Spesifikasi pemeriksaan agregat .....	13
Tabel 2.3 Gradasi agregat untuk campuran <i>asphalt concrete</i> (AC) .....	15
Tabel 2.4 Kandungan abu vulkanik Gunung Rinjani .....	20
Tabel 3.1 Jadwal pelaksanaan penelitian .....	29
Tabel 3.2 Kebutuhan benda uji untuk <i>Marshall Test</i> .....	37
Tabel 3.3 Kebutuhan benda uji untuk <i>Marshall Test</i> .....	37
Tabel 4.1 Analisa saringan pembagian butiran fraksi agregat (<3/4) .....	43
Tabel 4.2 Analisa saringan pembagian butiran fraksi agregat (<3/8) .....	42
Tabel 4.3 Analisa saringan pembagian butiran abu batu .....	44
Tabel 4.4 Analisa saringan pembagian butiran abu vulkanik .....	44
Tabel 4.5 Kombinasi analisa agregat <i>filler</i> abu vulkanik 1% .....	45
Tabel 4.6 Kombinasi analisa agregat <i>filler</i> abu vulkanik 2% .....	46
Tabel 4.7 Kombinasi analisa agregat <i>filler</i> abu vulkanik 3% .....	47
Tabel 4.8 Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat fraksi agregat (<3/4)...	50
Tabel 4.9 Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat fraksi agregat (<3/8)...	50
Tabel 4.10 Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat abu batu.....	51
Tabel 4.11 Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat <i>filler</i> .....	52
Tabel 4.12 Karakteristik aspal penetrasi 60/70 .....	53
Tabel 4.13 Perkiraan awal pemakaian kadar aspal tengah (Pb) <i>filler</i> 1%.....	54
Tabel 4.14 Perkiraan awal pemakaian kadar aspal tengah (Pb) <i>filler</i> 2%.....	54
Tabel 4.15 Perkiraan awal pemakaian kadar aspal tengah (Pb) <i>filler</i> 3%.....	55
Tabel 4.16 Komposisi material perancangan KAO 5,5 % <i>filler</i> 1% .....	56
Tabel 4.17 Komposisi material perancangan KAO 5,5 % <i>filler</i> 2% .....	56
Tabel 4.18 Komposisi material perancangan KAO 5,5 % <i>filler</i> 3% .....	56
Tabel 4.19 Komposisi material perancangan KAO 6 % <i>filler</i> 1%.....	57
Tabel 4.20 Komposisi material perancangan KAO 6 % <i>filler</i> 2%.....	57
Tabel 4.21 Komposisi material perancangan KAO 6 % <i>filler</i> 3%.....	57

Tabel 4.22 Komposisi material perancangan KAO 6,5 % <i>filler</i> 1% .....	58
Tabel 4.23 Komposisi material perancangan KAO 6,5 % <i>filler</i> 2% .....	58
Tabel 4.24 Komposisi material perancangan KAO 6,5 % <i>filler</i> 3% .....	58
Tabel 4.25 Hasil pengujian GMM <i>filler</i> 1% .....	59
Tabel 4.26 Hasil pengujian GMM <i>filler</i> 2% .....	59
Tabel 4.27 Hasil pengujian GMM <i>filler</i> 3% .....	60
Tabel 4.28 Hasil perhitungan KAO <i>filler</i> abu vulkanik 1%.....	60
Tabel 4.29 Hasil perhitungan KAO <i>filler</i> abu vulkanik 2%.....	63
Tabel 4.30 Hasil perhitungan KAO <i>filler</i> abu vulkanik 3%.....	65
Tabel 4.31 Komposisi material pada KAO 6,2% <i>filler</i> 1%.....	67
Tabel 4.32 Komposisi material pada KAO 6,2% <i>filler</i> 2%.....	68
Tabel 4.33 Komposisi material pada KAO 6,2% <i>filler</i> 3%.....	68
Tabel 4.34 Hasil analisa uji <i>Marshall</i> dengan <i>filler</i> 1% abu vulkanik G. Rinjani ...	70
Tabel 4.35 Hasil analisa uji <i>Marshall</i> dengan <i>filler</i> 2% abu vulkanik G. Rinjani ...	71
Tabel 4.36 Hasil analisa uji <i>Marshall</i> dengan <i>filler</i> 3% abu vulkanik G. Rinjani ...	72
Tabel 4.37 Rekap hasil parameter <i>Marshall</i> dan sifat <i>Volumerik</i> .....	73
Tabel 4.38 Perbandingan hasil <i>Marshall Test</i> .....	74



## DAFTAR GAMBAR

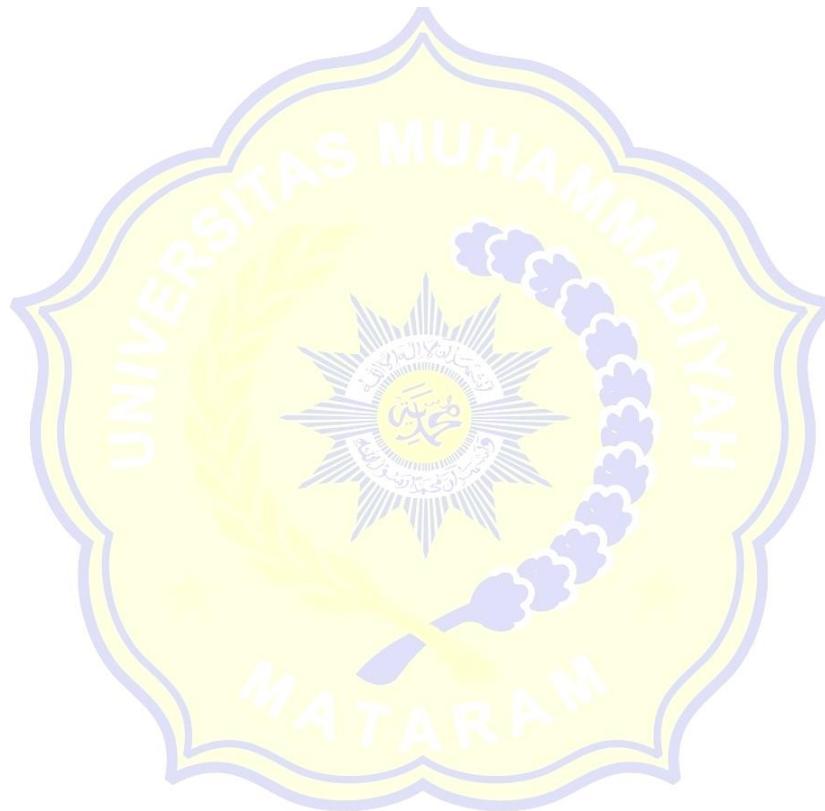
	Halaman
Gambar 2.1 Distribusi beban pada struktur jalan.....	7
Gambar 2.2 Susunan lapis perkerasan lentur .....	8
Gambar 2.3 Susunan lapisan perkerasan kaku .....	8
Gambar 2.4 Ukuran <i>Mikroskopis</i> abu vulkanik .....	22
Gambar 3.1 Saringan standar ASTM .....	31
Gambar 3.2 Oven atau pemanasan agregat .....	31
Gambar 3.3 Timbangan digital .....	32
Gambar 3.4 Termometer .....	32
Gambar 3.5 Cetakan benda uji ( <i>briket</i> ) .....	33
Gambar 3.6 Alat penumbuk .....	33
Gambar 3.7 Dongkrak hidrolis.....	34
Gambar 3.8 <i>Water bath</i> .....	34
Gambar 3.9 Satu set alat <i>Marshall</i> .....	35
Gambar 3.10 <i>Filler</i> abu vulkanik.....	36
Gambar 3.11 Diagram alir penelitian.....	41
Gambar 4.1 Kombinasi analisa agregat <i>filler</i> abu vulkanik 1%.....	46
Gambar 4.2 Kombinasi analisa agregat <i>filler</i> abu vulkanik 2%.....	47
Gambar 4.3 Kombinasi analisa agregat <i>filler</i> abu vulkanik 3%.....	48
Gambar 4.4 Agregat yang digunakan dalam penelitian .....	49
Gambar 4.5 Grafik hasil perhitungan KAO <i>filler</i> 1% (VMA).....	61
Gambar 4.6 Grafik hasil perhitungan KAO <i>filler</i> 1% (VIM).....	61
Gambar 4.7 Grafik hasil perhitungan KAO <i>filler</i> 1% (VFB).....	62
Gambar 4.8 Grafik hasil perhitungan KAO <i>filler</i> 1% (Stabilitas) .....	62
Gambar 4.9 Grafik hasil perhitungan KAO <i>filler</i> 1% (Rekapan) .....	63
Gambar 4.10 Grafik hasil perhitungan KAO <i>filler</i> 2% (VMA).....	63
Gambar 4.11 Grafik hasil perhitungan KAO <i>filler</i> 2% (VIM).....	64
Gambar 4.12 Grafik hasil perhitungan KAO <i>filler</i> 2% (VFB).....	64
Gambar 4.13 Grafik hasil perhitungan KAO <i>filler</i> 2% (Stabilitas) .....	64

Gambar 4.14 Grafik hasil perhitungan KAO <i>filler</i> 2% (Rekapan) .....	64
Gambar 4.15 Grafik hasil perhitungan KAO <i>filler</i> 3% (VMA).....	65
Gambar 4.16 Grafik hasil perhitungan KAO <i>filler</i> 3% (VIM).....	65
Gambar 4.17 Grafik hasil perhitungan KAO <i>filler</i> 3% (VFB).....	67
Gambar 4.18 Grafik hasil perhitungan KAO <i>filler</i> 3% (Stabilitas) .....	67
Gambar 4.19 Grafik hasil perhitungan KAO <i>filler</i> 3% (Rekapan) .....	66



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 : Lembar asistensi .....	81
Lampiran 2 : Surat-surat skripsi .....	85
Lampiran 3 : Peta lokasi pengambilan benda uji .....	87
Lampiran 4 : Gambar peralatan <i>Marshall</i> .....	88
Lampiran 5 : Dokumentasi penelitian .....	92



## DAFTAR NOTASI

<i>A</i>	: Berat benda contoh uji kering oven (gr)
Abu Batu (t200)	: Abu batu yang digunakan pada agregat halus adalah abu batu yang tertahan saringan No. 200
<i>B</i>	: Berat benda uji kering permukaan jenuh (gr)
<i>C</i>	: Berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air (gr)
<i>B<sub>k</sub></i>	: Berat uji kering (gr)
<i>B</i>	: Berat piknometer diisi air (25°) (gr)
<i>B<sub>t</sub></i>	: Berat piknometer + berat benda uji (SSD) + air (25°) (gr)
<i>P</i>	: Kadar aspal tengah, persen terhadap berat campuran
<i>CA</i>	: Persen agregat lolos saringan no. 8
<i>FA</i>	: Persen agregat lolos saringan no. 8 dan tertahan saringan No. 200
<i>K</i>	: Konstanta (0.5-1 untuk laston, 2-3 untuk laston, 1-25 untuk campuran lain)
<i>G<sub>mb</sub></i>	: Berat jenis campuran padat (AASHTO T-166)
<i>G<sub>sb</sub></i>	: Berat jenis curah agregat
<i>G<sub>mm</sub></i>	: Berat jenis maksimum campuran
<i>Ps</i>	: Persen agregat terhadap berat total campuran
<i>r</i>	: Nilai pembacaan arloji stabilitas
<i>S</i>	: Nilai stabilitas terpendang (kg)
<i>t</i>	: Nilai kelelahan/flow (mm)

## MOTTO

*“Jangan pergi mengikuti kemana jalan akan berujung. Buat jalanmu sendiri dan tinggalkanlah jejak”*

*(Ralph Waldo Emerson)*

*“Sistem pendidikan yang bijaksana setidaknya akan mengajarkan kita betapa sedikitnya yang belum diketahui oleh manusia, seberapa banyak yang masih harus ia pelajari”*

*(Sir John Lubbock)*

*“Waktu bagaikan pedang. Jika kamu tidak memanfaatkannya dengan baik, maka ia akan memanfaatkanmu”*

*(HR. Muslim)*

**“LEBIH BAIK LELAH SAAT INI DARI PADA  
HARUS MENUNGGU 1 TAHUN LAGI”**

**~ Penulis ~**



## UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dukungan dari berbagai pihak. Penulis secara khusus mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah membantu. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah Subhanahuwa Ta'ala dengan segala Rahmat dan Karunia-Nya yang memberikan kekuatan bagi peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram
3. Agustini Ernawati, ST. M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Univeritas Muhammadiyah Mataram
4. Ir. Isfanari, ST., MT. Selaku dosen pembimbing akademik sekaligus sebagai dosen pembimbing I.
5. Ir. Agus Partono, MT. selaku Dosen Pembimbing II.
6. Kepada kedua orang tua tercinta Mamiq H. Lalu Abd. Azis dan Mamaq Musimmah tercinta yang selama ini membantu dalam segala hal, serta do'a yang tidak henti-hentinya dipanjatkan demi kelancaran dan kesuksesan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, serta ketiga kakak dan kedua kakak ipar tersayang yang selalu memberi semangat dan ketiga ponakan tersayang.
7. Segenap dosen dan staff akademik yang selalu memabantu memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Terimakasih kepada rekan-rekan Sasak Engineering C, teman-teman PKL Karya, senior-junior-letting Resimen Mahasiswa Sat. 903/JP Ummat, teman, sahabat, dan orang terdekat yang selama ini telah membantu selama proses perkuliahan.
9. *Last but not least, I wanna thank me, for beliving in me, for doing all this hard work, for having no days off, for never quitting, for just being me at all time.*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Jalan raya adalah prasarana transportasi darat yang memegang peranan penting dalam menunjang aktifitas manusia yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap yang diperuntukan bagi lalu lintas. Jalan juga merupakan salah satu sarana transportasi darat yang sangat penting penghubung berbagai tempat dan daerah seperti lahan pertanian, pemukiman, industri, serta sebagai sarana pendistribusian barang dan jasa sebagai penunjang perekonomian masyarakat. Dengan semakin pesatnya pertumbuhan ekonomi dan meningkatnya jumlah penduduk yang berdampak pada meningkatnya mobilisasi manusia dan barang, maka dibutuhkannya sarana jalan raya yang memiliki kualitas dan tingkat perkerasan jalan yang baik.

Perkerasan jalan merupakan hal yang utama dalam menentukan jalan raya yang aman, nyaman dan mudah maka dari itu dibutuhkan perkerasan jalan yang memiliki penerimaan beban lalu lintas yang baik tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada konstruksi perkerasan jalan itu sendiri. Perkerasan jalan memiliki campuran antara agregat dan bahan ikat, berdasarkan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dibedakan menjadi 3 yaitu : perkerasan lentur (*Flexible Pavement*), perkerasan kaku (*Rigid Pavement*), dan perkerasan komposit (*Composite Pavement*).

Jenis perkerasan yang paling umum digunakan di Indonesia adalah jenis perkerasan lentur (*Flexible Pavement*), karena dilihat dari segi kenyamanan perkerasan lentur lebih baik daripada perkerasan kaku, akan tetapi dari segi konstruksinya perkerasan lentur mempunyai tingkat daya dukung terhadap beban lebih rendah, sehingga akan lebih mudah rusak.

Aspal Beton (*Asphalt Concrete*) di Indonesia di kenal dengan Laston (lapisan aspal beton) yaitu lapis permukaan struktural atau lapis pondasi atas pada jalan raya. Aspal beton terdiri dari tiga lapisatn, yaitu Laston lapisan aus (*Asphalt Concrete–Wearing Course*) AC–WC, Laston lapis permukaan antara (*Asphalt Concrete–Binder Course*) AC–BC, dan Laston lapis pondasi (*Asphalt Concrete–*

Base) AC–Base. *Asphal Concrete–Wearing Course* merupakan lapisan perkerasan yang terletak paling atas dan berfungsi sebagai lapisan aus. Walaupun bersifat non struktural, AC–WC dapat menambahkan gaya tahan perkerasan terhadap penurunan mutu dari konstruksi perkerasan.

Pada tanggal 04 Juni 1994 pukul 02.00 Wita terjadi letusan Gunung Rinjani yang sangat kuat yang berasal dari dalam kaldera Rinjani, letusan Gunung Rinjani tersebut mengeluarkan asap hitam membumbung tinggi hingga 400 m dan mengeluarkan material vulkanik yang berukuran abu ke seluruh penjuru pulau Lombok dari wilayah Kabupaten Lombok Timur, Kabupaten Lombok Utara, Kabupaten Lombok Tengah, Kabupaten Lombok Barat, dan Kota Mataram, untuk Kabupaten Lombok Timur memiliki dampak yang paling parah dikarenakan dekat dengan Gunung Rinjani. Karakteristik abu vulkanik ini, relatif berbeda dengan abu tanah kering biasanya yang dijumpai pada musim kemarau. Abu vulkanik hasil piroklastik jatuhnya dan juga awan hitam panas ini menyebabkan banyak sekali kerusakan, kerusakan tanaman, infrastruktur, serta menyebabkan gangguan kesehatan seperti pernafasan dan penglihatan. Sehingga perlu dilakukan cara pemanfaatan penggunaan abu vulkanik sebagai bahan yang memiliki nilai manfaat yang baik. Penelitian tentang pemanfaatan abu vulkanik ini belum banyak digunakan terutama pada bidang jalan raya. Abu vulkanik digunakan sebagai pengganti *filler* pada campuran aspal beton untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan abu vulkanik terhadap kuat tekan lapisan aspal (Sudarmaji dan Hamdi, 2014).

Dalam penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan perpaduan yang baik antara agregat halus, agregat kasar, aspal dan *filler* yang nantinya akan mendapatkan lapisan permukaan yang lentur dan dapat mendukung beban lalu lintas dengan baik dan nyaman tanpa mengalami deformasi atau kerusakan yang berarti dalam jangka waktu tertentu. Abu vulkanik yang digunakan dari Sungai Kokok Lantai Desa Sembalun Lawang, Kabupaten Lombok Timur tepatnya pada aliran sungai Gunung Rinjani mulai dari Pos II sampai dengan aliran sungai Desa Sembalun Lawang, karena aliran sungai ini adalah sungai yang di lewati oleh aliran abu vulkanik yang terbawa arus air sungai dan aliran lava Gunung Rinjani Tahun

1994, ada 2 aliran yang dilewati oleh aliran lava dan aliran abu vulkanik yang terbawa aliran sungai yaitu Sungai Kokok Tanggek Desa Aikmel dan Sungai Kokok Lantai Desa Sembalun Lawang, Kabupaten Lombok Timur. Abu vulkanik ini memiliki kandungan silika dan alumina yang cukup banyak sehingga abu vulkanik ini juga diharapkan dapat meningkatkan kekakuan pada bahan ikat perkerasan serta sebagai alternatif pengganti semen yang lebih ekonomis.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat ditentukan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapa nilai karakteristik *Marshall* dengan menggunakan abu vulkanik Gunung Rinjani AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*) sebagai pengganti *filler* semen portland ?
2. Berapa kadar aspal optimum AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*) dengan abu vulkanik Gunung Rinjani sebagai *filler* ?
3. Bagaimana karakteristik *Marshall* dengan kadar aspal efektif dalam campuran AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*) dengan menggunakan *filler* abu vulkanik Gunung Rinjani ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan nilai uji *Marshall* dengan menggunakan abu vulkanik Gunung Rinjani AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*) sebagai pengganti *filler* semen portland.
2. Mendapatkan kadar aspal efektif dengan menggunakan *filler* abu vulkanik Gunung Rinjani dengan uji *Marshall* pada campuran AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*).
3. Mengetahui karakteristik *Marshall* dengan kadar aspal efektif perkerasan AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*) dengan menggunakan *filler* abu vulkanik Gunung Rinjani.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Menambah pengetahuan sejauh mana *filler* abu vulkanik Gunung Rinjani dapat digunakan sebagai campuran perkerasan (*Asphalt Concrete–Wearing Course*).
2. Mengembangkan pengetahuan di dunia teknik khususnya dibidang konstruksi jalan.
3. Menambah alternatif pilihan penggunaan bahan perkerasan yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan khususnya di bidang konstruksi jalan

#### **1.5 Batasan Masalah Penelitian**

1. Abu Vulkanik yang digunakan adalah abu vulkanik Gunung Rinjani Tahun 1994.
2. Campuran aspal beton yang ditinjau adalah Lapisan Aspal Beton AC-WC (*Asphalt Concrete–Wearing Course*).
3. Penelitian hanya meninjau dari segi kelayakan *filler* abu vulkanik Gunung Rinjani sebagai bahan campuran perkerasan.
4. Variasi kadar aspal antara lain 5%, 5.5%, dan 6% dibuat masing-masing 3 buah benda uji dengan variasi *filler* 1%, 2% dan 3%.
5. Pengujian yang dilakukan ialah pengujian *Marshall Test*.
6. Tidak dibahas reaksi kimia yang terjadi pada campuran terhadap bahan-bahan yang digunakan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

##### **2.1.1 Penelitian Terdahulu**

*Asphalt Concrete* salah satu jenis perkerasan lentur yang umum digunakan di Indonesia, merupakan suatu lapisan pada jalan raya yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Pembuatan Lapis Aspal Beton (LASTON) dimaksudkan untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan atau lapis antara (binder) pada perkerasan jalan mampu memberikan sumbangan daya dukung yang terukur serta berfungsi sebagai lapisan kedap air yang dapat melindungi konstruksi lapisan dibawahnya (Bina Marga, 1987).

Pengujian campuran aspal dengan bahan tambah limbah ban bekas dan abu vulkanik sebagai *filler* ini dilakukan di laboratorium, pengujian kekuatan dilakukan dengan menggunakan alat *Marshall*. Uji *Marshall* tersebut dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (*stabilitas*) dan kelelahan (*flow*) berdasarkan gaya tekan yang diberikan. Hal ini berarti kekuatan material dipresentasikan dengan nilai *Marshall Stability* yaitu kekuatan suatu campuran aspal dalam menerima gaya tekan. Perkerasan jalan di Indonesia umumnya mengalami kerusakan awal (kerusakan dini) antara lain akibat pengaruh beban lalu lintas kendaraan yang berlebihan (*over loading*), temperatur (cuaca), air, dan konstruksi perkerasan yang kurang memenuhi persyaratan teknik (Tarigan dan Saragih, 2017).

Bahan penyusun aspal beton terdiri dari agregat sebagai bahan pokok yaitu agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi (*filler*) dan aspal sebagai bahan pengikat. Jumlah *filler* yang digunakan dalam campuran biasanya tergantung pada formula campuran, kondisi iklim, sifat kimia dan fisika *filler* tersebut. Karakteristik yang harus dimiliki oleh *filler* yaitu tidak reaktif, tidak larut dalam air, tidak higroskopis, berwarna gelap, dan tidak hancur saat proses pencampuran. Dalam hal

ini secara kasat mata abu vulkanik memenuhi karakteristik tersebut (Sitohang dan Sinuhaji, 2018).

Menurut Sukirman (2003) saat ini, terdapat berbagai macam jenis aspal beton campuran panas yang digunakan untuk lapis perkerasan jalan. Perbedaannya terletak pada jenis gradasi dan kadar aspal yang digunakan. Pemilihan jenis aspal beton aspal yang akan digunakan disuatu jenis lokasi, sangat ditentukan oleh karakteristik beton aspal yang lebih diutamakan.

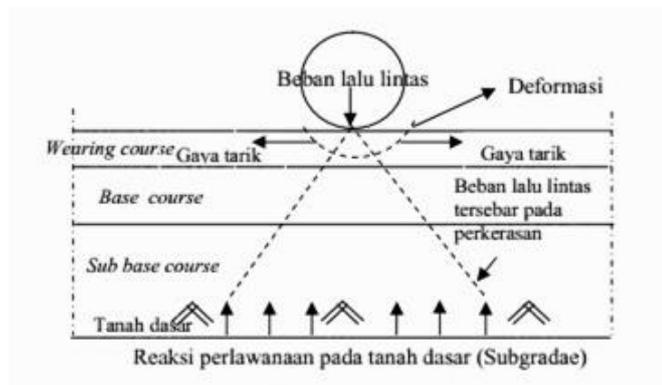
Karakteristik abu vulkanik ini relatif berbeda dengan debu tanah kering yang biasa dijumpai pada musim kemarau. Abu vulkanik terbentuk dari pembekuan magma yang dirupsikan secara eksplosif. Maka dari itu abu vulkanik bisa menjadi bahan pengisi (*filler*) dalam campuran aspal AC-WC (Nurmaidah, 2016).

Hasil dari keseluruhan perhitungan bahwa penggantian Abu Sopotan pada kadar aspal optimum 7,3%, 7,5%, 7,95% dan 9% merupakan campuran HRS-WC yang memenuhi persyaratan karakteristik *Marshall* sesuai dengan Spesifikasi teknik 2010 revisi 3. Dari hasil perhitungan dengan kadar aspal optimum diperoleh substitusi 0% dengan nilai stabilitas 1675 kg, *Flow* 3,3 mm, VIM 4,4%, VMA 18%, VFB 75,2%, *Density* 2,33 gr/cc, *Marshall Quotient* 520 kg/mm. Untuk substitusi 50% dengan nilai stabilitas 1601 kg, *Flow* 3,6 mm, VIM 4,9%, VMA 18,4%, VFB 74,9%, *Density* 2,32 gr/cc, *Marshall Quotient* 441 kg/mm. Substitusi 100% dengan nilai stabilitas 1500 kg, *Flow* 4,2%, VMA 19,2%, VFB 70%, *Density* 2,3 gr/cc, *Marshall Quotient* 360 kg/mm (Tombeg dkk., 2019).

### **2.1.2 Perkerasan Jalan**

Perkerasan jalan merupakan lapisan konstruksi yang diletakkan diatas tanah dasar (*subgrade*) yang telah mengalami pemadatan dan mempunyai fungsi untuk mendukung beban lalu lintas yang kemudian menyebar ke badan jalan agar tanah dasar tidak menerima beban yang terlalu besar dari daya dukung tanah yang diijinkan tersebut. Ketika kendaraan bergerak di jalan, timbul tegangan dinamis akibat pergerakan kendaraan ke atas dan ke bawah karena ketidakrataan perkerasan, beban angin, dan lain sebagainya. Intensitas tegangan statis dan dinamis terbesar terjadi dipermukaan perkerasan dan terdistribusi dalam bentuk piramida dalam arah

vertikal pada seluruh ketebalan struktur perkerasan. Semakin kebawah akan semakin kecil beban yang telah terdistribusikan, sehingga lapis tanah dasar tidak mengalami distorsi atau mengalami kerusakan. Untuk lebih jelasnya disajikan dalam **Gambar 2.1** dibawah ini.



**Gambar 2.1** Distribusi beban pada struktur jalan

Sumber : Skripsi-Ahmad Tanjung Apriawan-2010

### 2.1.3 Konstruksi Perkerasan Jalan

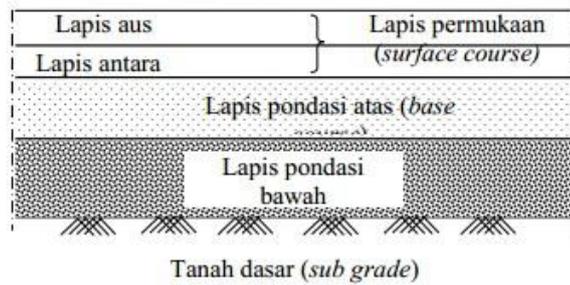
Berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dibedakan menjadi tiga jenis konstruksi perkerasan jalan, yaitu :

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*)
2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*)
3. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*)

#### 2.1.3.1 Konstruksi Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Disebut “lentur” dikarenakan konstruksi ini mengijinkan deformasi vertikal akibat beban lalu lintas. Lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas dari permukaan jalan sampai dengan tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut adalah :

1. Lapisan permukaan (*surface course*)
2. Lapisan pondasi atas (*base course*)
3. Lapisan pondasi bawah (*sub-base course*)
4. Lapisan tanah dasar (*subgrade*)

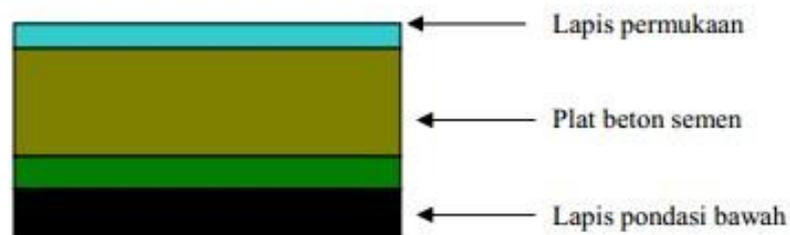


**Gambar 2.2** Susunan lapisan perkerasan lentur

Sumber : Skripsi-Ahmad Tanjung Apriawan-2010

### 2.1.3.2 Konstruksi Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat. Disebut “kaku” karena pelat beton tidak terdefleksi akibat beban lalu lintas dan dirancang untuk umur 40 tahun sebelum dilaksanakan rekonstruksi besar-besaran. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton dengan atau tanpa tulangan yang diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah.



**Gambar 2.3** Susunan lapisan perkerasan kaku

Sumber : Skripsi-Ahmad Tanjung Apriawan-2010

Lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah memberikan peran yang besar terhadap daya dukung perkerasan terutama didapat dari pelat beton. Hal tersebut disebabkan oleh sifat pelat beton yang cukup kaku sehingga dapat memberikan sebaran beban yang luas dan menghasilkan tegangan yang rendah terhadap lapisan-lapisan yang ada dibawahnya.

### 2.1.3.3 Konstruksi Perkerasan Komposite (*Composite Pavement*)

Perkerasan yang mengkombinasikan antara aspal dan semen sebagai bahan pengikatnya. Salah satu jenis perkerasan komposit adalah merupakan gabungan berlapis antara perkerasan kaku menggunakan semen sebagai lapis pondasi dan perkerasan lentur menggunakan aspal sebagai lapis permukaan. Perbedaan antara masing-masing tipe perkerasan disajikan pada **Tabel 2.1** berikut ini :

**Tabel 2.1** Perbedaan kualitas dasar masing-masing tipe perkerasan

Tipe Perkerasan	Kelebihan	Kekurangan
Perkerasan Lentur ( <i>flexible pavement</i> )	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Flexible</i></li><li>• Tidak perlu adanya join</li><li>• Mudah dalam perawatan</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kekuatan struktur jelek</li><li>• Kurang mampu menahan beban</li><li>• Warna permukaan gelap</li></ul>
Perkerasan Kaku ( <i>rigid pavement</i> )	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kekuatan struktur tinggi</li><li>• Warna permukaan cerah</li><li>• Kapasitas daya dukung tinggi</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Waktu ikatan lambat</li><li>• Perlu adanya join</li><li>• Adanya retak</li></ul>
Perkerasan komposit ( <i>semi-flexible pav.</i> )	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Durabilitas</i> cukup tinggi</li><li>• <i>Flexible</i></li><li>• Tidak perlu adanya join</li><li>• Mudah dalam perawatan</li><li>• Warna permukaan cerah</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lapisan perkerasan yang tebal</li><li>• Perlu adanya 2 tingkatan konstruksi</li></ul>

#### 2.1.4 Aspal Beton (*Asphalt Concrete*)

Aspal beton (*Asphalt Concrete*) merupakan salah satu jenis perkerasan lentur yang umum digunakan di Indonesia. Aspal beton merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan raya yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menrus (*well graded*), dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Pembuatan lapis beton aspal dimaksudkan untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan atau lapis antara pada perkerasan jalan raya yang mampu memberikan sumbangan daya dukung terukur yang dapat melindungi konstruksi di bawahnya.

Pembuatan Lapis Aspal Beton (LASTON) dimaksudkan untuk mendapatkan lapisan permukaan atau lapisan antara (*binder*) pada perkerasan jalan yang mampu memberikan kontribusi daya dukung yang terukur dan merata serta berfungsi sebagai lapisan kedap air yang dapat melindungi konstruksi dibawahnya (Bina Marga, 1987).

Aspal betom (AC) memiliki sejumlah sifat sebagai lapis perkerasan jalan, yaitu :

1. Pembentukan gaya geser melalui gaya kunci (*interlock*) antar partikel dan kohesi antara butir yang diperoleh dari bitumen pengikat.
2. Dapat menahan beban lalu lintas di atasnya (mempunyai nilai struktural).
3. Mempunyai *stabilitas* yang tinggi.
4. Kedap air.
5. Tidak mudah aus akibat beban lalu lintas.
6. Peka terhadap suhu.
7. Peka terhadap penyimpangan perencanaan dan pelaksanaan.

Berdasarkan fungsinya aspal beton (*asphalt concrete*) dapat dibedakan atas :

a. *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC)

AC-WC merupakan lapis permukaan yang langsung berhubungan dengan beban kendaraan dan aktifitas lalu lintas. Sehingga lapisan ini harus mampu mendukung dan menyebarkan beban yang diterima kelapisan dibawahnya.

Selain itu lapisan ini juga harus memiliki sifat kedap air agar dapat melindungi badan jalan dari kerusakan yang diakibatkan cuaca.

Lapisan Aus (*Wearing Course*), memiliki sifat :

1. Lapisan aus yang semakin lama akan semakin tipis karena langsung berhubungan dengan roda-roda kendaraan yang melewatinya, dan dapat diganti atau ditambahkan dengan yang baru.
2. Memiliki permukaan jalan yang aman dan kesat (anti selip).
3. Tebal minimum AC-WC adalah 4 cm.

b. *Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC)*

1. Menerima beban langsung dari lalu lintas dan menyebarkannya untuk mengurangi tegangan pada lapisan bawah jalan.
2. Memiliki permukaan jalan yang baik dan rata sehingga nyaman dilalui.
3. Ketebalan minimumnya adalah 5 cm.

c. *Asphalt Concrete-Base (AC-Base)*

Lapis pondasi atas adalah bagian dari perkerasan yang terletak di antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah atau dengan tanah apabila tidak menggunakan lapis pondasi bawah yang berfungsi sebagai :

1. Lapis pendukung bagi lapis permukaan
2. Pemikul beban horizontal dan vertikal
3. Lapis perkerasan bagi lapis pondasi bawah
4. Tebal minimum adalah 6 cm

## **2.1.5 Bahan-Bahan Konstruksi Lapis Aspal Beton**

### **2.1.5.1 Agregat**

Butir-butir agregat adalah bahan utama yang langsung menerima beban roda kendaraan sehingga berfungsi sebagai pendukung stabilitas mekanis. Bentuk butir agregat ini berpengaruh pada mutu suatu campuran. Bentuk butir agregat yang menyudut dan mempunyai banyak bidang pecah (*cubical*) memberikan internal *friction* dan *interlocking* antar butir agregat yang baik sehingga kestabilan

campurannya diharapkan makin tinggi. Butir agregat yang pipih dan panjang tidak memberikan *internal friction* dan *interlocking* antar butir agregat yang baik sehingga kestabilan campurannya yang didapatkan tidak tinggi. Pemakaian butir-butir agregat dengan permukaan kasar lebih disukai karena semakin kasar permukaan agregat, semakin tinggi nilai stabilitas dan keawetan suatu campuran.

Berdasarkan ukuran butirnya, agregat dibedakan atas :

a. Agregat Kasar

Butir-butir agregat yang tertahan pada saringan No. 0 terdiri dari batu pecah (kerikil pecah). Butir-butir tersebut terdiri atas butiran yang mempunyai ukuran dari yang kasar hingga halus tetapi butiran dengan ukuran yang kasar lebih banyak dari pada butiran yang halus. Agregat yang dimaksud dengan agregat kasar merupakan butiran batu pecah yang mempunyai ukuran  $>2$  mm menurut **AASHTO**.

b. Agregat Halus

Butir-butir lolos saringan No. 8 sampai No. 200 yang terdiri atas pasir. *Screening* (hasil pemecahan batu, slag atau kerikil, atau campuran keduanya), butir-butir ini menentukan tingkat *fleksibilitas* suatu campuran. Agregat halus terdiri atas butiran-butiran yang berbidang kasar, bersudut tajam dan bersih dari kotoran-kotoran atau bahan-bahan lain yang tidak dikehendaki. Agregat halus mempunyai ukuran  $<2$  mm dan  $>0,0075$  mm menurut **AASHTO**.

c. Abu Batu

Abu batu adalah hasil dari pengolahan batu pecah dengan menggunakan stone crusher, abu batu yang digunakan adalah abu batu yang tertahan saringan No. 200.

d. *Filler*

*Filler* (mineral pengisi) dapat berupa batu kapur, semen, kapur, debu dan material halus lainnya yang tidak kurang dari 75% lolos melalui saringan No. 200. Pemakaian *filler* pada suatu campuran tidak harus ditambahkan. Bila setelah perhitungan presentase lolos saringan, baru dipakai alternatif pemakaian *filler*.

Bahan-bahan yang digunakan sebagai *filler* sebaiknya tidak tercampur dengan kotoran atau bahan lainnya yang dikehendaki dan *filler* yang digunakan harus dalam keadaan kering, dimana kadar air maksimum yang diperoleh adalah sebesar 1%.

Agregat yang akan digunakan dalam perencanaan perkerasan jalan, harus memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Persyaratan untuk agregat kasar dan agregat halus berdasarkan ketentuan dari “petunjuk pelaksanaan lapis aspal beton untuk jalan raya (AASHTO T96-7)” seperti yang terdapat pada **Tabel 2.2** sebagai berikut :

**Tabel 2.2** Spesifikasi pemeriksaan agregat

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1.	Keausan (%)	Max. 40%
2.	Penyerapan (%)	Max. 3%
3.	Berat jenis <i>Bulk</i>	Min. 2,5 gr/cc
4.	Berat jenis SSD	Min. 2,5 gr/cc

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton Untuk Jalan Raya (AASHTO T96-7)

Agregat yang akan dipakai pada perkerasan harus memperhatikan sifat-sifat agregat yaitu :

1. Gradasi

Berdasarkan penggunaannya di lapangan, baik untuk penggunaan lapisan agregat tanpa bahan pengikat aspal maupun untuk campuran beraspal, agregat tersebut dibedakan atas gradasinya. Gradasi adalah distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregatnya. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan *stabilitas* dan kemudahan dalam proses penggunaan di lapangan. Gradasi agregat dibedakan atas :

a. Agregat Bergradasi Menerus;

Sering disebut dengan agregat yang bergradasi baik (*well graded*) atau gradasi rapat (*dense graded*) karena campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang berimbang. Agregat dengan gradasi ini akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan stabilitas tinggi (campuran tersebut relatif kaku karena *interlocking* dari butiran), berat volume besar dan *skid resistance* yang tinggi. Campuran agregat ini digunakan untuk campuran beraspal pada *Asphalt Concrete (AC)*.

b. Agregat Bergradasi Senjang (*gap graded*);

Sering disebut juga dengan agregat bergradasi buruk (*poorly graded*), yaitu merupakan agregat dengan 1 fraksi hilang atau 1 fraksi sedikit. Agregat dengan gradasi ini menghasilkan lapis perkerasan dengan sifat stabilitas campuran sedang, dan juga *skid resistance* yang rendah. Stabilitas tersebut diperoleh dari mortar. Gradasi agregat ini digunakan untuk campuran beraspal pada Lapis Aspal Beton (Lataston) atau *Hot Rolled Sheet (HRS)*.

c. Agregat Bergradasi Terbuka (*open graded*);

Agregat yang digunakan merupakan agregat dengan ukuran yang sama. Agregat dengan gradasi ini akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan sifat permeabilitas tinggi, stabilitas kurang dan berat volumenya kecil. Lapisan perkerasan yang menggunakan gradasi ini seperti yang digunakan untuk agregat pokok pada Lapis Penetrasi Makadam.

Pada penelitian ini menggunakan acuan spesifikasi gradasi yang ditetapkan oleh Pustran Balitbang PU (2004). Seperti pada **Tabel 2.3** sebagai berikut :

**Tabel 2.3** Gradasi agregat untuk campuran *Asphalt Concrete (AC)*

Ukuran Ayakan		% Berat yang Lolos		
ASTM	(mm)	AC-WC	AC-BC	AC-Base
1 ½"	37,5			100
1"	25		100	90-100
¾"	19	100	90-100	Maks. 90
½"	12,5	90-100	Maks. 90	
3/8	9,5	Maks. 90		
No. 4	4,75			
No. 8	2,36	28-58	23-49	19-45
No. 16	1,18			
No. 30	0,6			
No. 200	0,075	4-10	4-8	3-7
Daerah Larangan				
No. 4	4,75	-	-	39,5
No. 8	2,36	39,1	34,6	26,8-30,8
No. 16	1,18	25,6-31,6	22,3-28,3	18,1-24,1
No. 30	0,6	19,2-23,1	16,7-20,7	13,6-17,6
No. 50	0,3	15,5	13,7	11,4

Sumber : Pustran Balitbang PU, 2004.

## 2. Kebersihan

Agregat yang mengandung substansi asing merusak harus dihilangkan sebelum digunakan dalam campuran perkerasan, seperti tumbuh-tumbuhan, partikel halus dan gumpalan lumpur. Hal ini disebabkan substansi asing dapat mengurangi daya lekat aspal terhadap batuan sehingga mempengaruhi perkerasan.

### 3. Kekuatan dan Kekerasan

Kekuatan agregat adalah ketahanan agregat untuk tidak hancur atau pecah oleh pengaruh mekanis atau kimiawi. Agregat yang digunakan untuk lapisan perkerasan haruslah mempunyai daya tahan terhadap degradasi (pemecahan) yang mungkin timbul selama proses pencampuran, pemadatan, repitisi beban lalu lintas dan disitegradasi (penghancuran) yang terjadi selama masa pelayanan jalan tersebut.

### 4. Bentuk Permukaan

Bentuk permukaan agregat mempengaruhi *stabilitas* dari lapisan perkerasan yang dibentuk oleh agregat tersebut. Partikel berbentuk kubus dan bersudut tajam memberikan *interlock/saling mengunci* yang lebih besar sehingga agregat bentuk kubus ini paling baik digunakan sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan.

### 5. Tekstur Permukaan

Tekstur permukaan yang kasar dan kasar akan memberikan gaya gesek yang lebih besar sehingga dapat menahan gaya-gaya pemisah yang bekerja pada batuan. Selain itu tekstur kasar juga memberikan *adhési* lebih baik antar aspal dan batuan. Batuan yang halus lebih mudah terselimuti aspal namun tidak bisa menahan kelekatan aspal dengan baik. Bila tekstur permukaan semakin kasar umumnya *stabilitas* dan *durabilitas* campuran akan semakin tinggi.

### 6. Porositas

Porositas berpengaruh besar terhadap nilai ekonomis suatu campuran lapis perkerasan. Semakin besar porositas batuan maka aspal yang digunakan semakin banyak. Hal ini disebabkan kemampuan absorsi dari batuan terhadap aspal juga semakin tinggi.

### 7. Kelekatan Terhadap Aspal

Daya kelekatan dengan aspal dipengaruhi juga oleh sifat agregat terhadap air. Granit dan batuan yang mengandung silika merupakan agregat bersifat *hydrophilie* yaitu agregat yang cenderung menyerap air. Agregat demikian tidak baik untuk digunakan sebagai bahan campuran aspal, karena mudah terjadi *stripping* yaitu lepasnya lapis aspal dari agregat akibat pengaruh air.

### 2.1.5.2 Aspal

Aspal dikenal sebagai bahan atau material yang bersifat *viskos* atau padat, pada temperatur ruang yang berbentuk padat sampai dengan sedikit padat, memiliki warna hitam atau coklat, mempunyai daya lekat (*adhesi*), dan memiliki sifat *termoplastis*. Jadi aspal akan mencair jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, dan kembali mengeras jika temperatur turun. Fungsi aspal pada konstruksi jalan adalah untuk mengikat butiran batu, mengisi rongga anatara butir-butir agregat sehingga melindunginya terhadap masuknya air ke dalam batu dan memberikan semacam bantalan kepada batuan.

Aspal yang digunakan dalam penelitian adalah aspal keras dengan penetrasi 60/70 yang seragam, tidak mengandung air, jika dipanaskan sampai dengan suhu 175 °C, tidak berbusa dan memenuhi persyaratan sesuai dengan ketetapan. Digunakan aspal penetrasi 60/70 karena apabila menggunakan aspal dengan penetrasi lebih rendah akan menyebabkan campuran tidak saling mengunci maksimal. Aspal yang digunakan sebagai campuran perkerasan jalan hendaknya memiliki atau memenuhi syarat sebagai berikut :

a. Sifat adhesi dan kohesi

Aspal memiliki adhesi dapat diartikan bahwa aspal mampu mengikat agregat sampai didapatkan ikatan yang baik antara campuran agregat dan aspal. Sedangkan aspal yang memiliki kohesi adalah aspal yang memiliki ikatan didalam molekul aspal untuk mempertahankan agregat tetap ditempatnya setelah terjadi pengikatan.

b. Kepekaan terhadap temperatur

Aspal merupakan bahan yang mempunyai sifat *termoplastis*, akan menjadi keras atau lebih kental jika temperaturnya berkurang dan akan lunak atau lebih cair jika temperaturnya bertambah. Sifat ini yang perlu diperhatikan agar aspal tetap memiliki ketahanan terhadap cuaca, misalnya konsistensinya ketika cuaca terjadi tidak banyak berubah, misalnya konsistensi gesek atau *skid resistance*, sehingga memenuhi syarat atau kebutuhan lalu lintas serta tahan lama.

c. Daya tahan (*durability*)

Aspal dikatakan memiliki daya tahan apabila mempunyai kemampuan mempertahankan sifat aslinya dari pengaruh cuaca selama umur pelayanannya.

d. Kekakuan

Sifat kekakuan aspal sangat penting, karena aspal yang mengikat agregat akan menerima beban yang cukup besar dan berulang-ulang. Pada proses pelaksanaan terjadi oksidasi yang menyebabkan aspal menjadi getas atau *viskositas* bertambah tinggi. Selama masa pelayanan aspal mengalami *oksidasi* dan *polimerisasi* yang besarnya dipengaruhi oleh aspal yang menyelimuti agregat. Semakin tipis lapisan aspal, semakin besar tingkat kerapuhan aspal yang terjadi dan demikian pula sebaliknya.

e. Sifat pengerjaan (*workability*)

Aspal yang dipilih akan memiliki *workability* yang cukup dalam pelaksanaan pengaspalan. Hal ini mempermudah pelaksanaan penghamparan dan pemadatan untuk memperoleh lapisan yang padat yang kuat, dikarenakan aspal pada lapis perkerasan berfungsi sebagai bahan ikat antara agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak, sehingga akan memberikan kekuatan masing-masing agregat.

Aspal harus memiliki beberapa persyaratan agar dapat diterima sebagai bahan pengikat pada perkerasan jalan lentur, yaitu harus elastis terhadap deformasi, tahan terhadap *thermal stress*, memiliki sifat adhesi yang baik dan yang terpenting ialah tidak terlalu sensitif terhadap perubahan temperatur. Jenis aspal yang digunakan sebagai bahan lapisan perkerasan jalan terdiri atas :

1. Aspal alam

Aspal alam adalah aspal yang didapat disuatu tempat di alam dan dapat langsung digunakan atau dengan sedikit proses pengolahan. Aspal alam terdapat di Pulau Buton (Sulawesi Tenggara), Swiss, Perancis, dan Amerika Latin. Menurut sifat kekerasannya, aspal alam terbagi menjadi :

- a. Batuan (*Rock Asphalt*) atau aspal gunung, contoh : Aspal Buton (Asbuton)
- b. Plastis (*Trinidad Lake Asphalt/TLA*) atau aspal danau

c. Cair (*Bermuda Lake Asphalt/BLA*)

Sedangkan menurut tingkat kemurniannya terbagi menjadi :

- a. Murni dan hampir murni, contoh : *Bermuda Lake Asphalt (BLA)*
- b. Tercampur dengan mineral, contoh : *Aspal Buton (Asbuton)* dan *Trinidad Lake Asphalt (TLA)*

2. Aspal buatan

Aspal buatan (minyak) adalah aspal yang merupakan residu pengilangan minyak bumi.

### 2.1.6 Filler Abu Vulkanik

Sukirman (2003) menyatakan *filler* adalah material yang sebagian besar lebih kecil dari 0,075 mm (saringan No. 200). Pada prakteknya *filler* berfungsi untuk meningkatkan *viskositas* dari aspal dan untuk mengurangi kepekaan terhadap temperatur dengan meningkatkan komposisi *filler* dalam campuran dapat meningkatkan stabilitas campuran tetapi menurunkan kadar air *void* (rongga udara) dalam campuran.

Meskipun demikian komposisi *filler* dalam campuran tetap dibatasi, apabila kadar *filler* yang ditambahkan terlalu tinggi akan mengakibatkan campuran menjadi getas (*brittle*) dan retak (*crack*) ketika menerima beban lalu lintas, sedangkan apabila kandungan *filler* terlalu rendah akan mengakibatkan campuran menjadi lunak ketika cuaca panas.

Pada konstruksi perkerasan *filler* berfungsi sebagai pengisi ruang kosong (*voids*) di antara agregat kasar sehingga rongga udara menjadi terisi dan memiliki kerapatan massanya lebih kasar. Dengan bahan isian yang berbulir halus maka luas permukaan akan bertambah, sehingga luas bidang kontak yang dihasilkan juga akan bertambah luasnya, yang akan mengakibatkan tahanan terhadap gaya geser menjadi lebih besar sehingga nilai stabilitas geserannya akan bertambah.

Persyaratan *filler* sebagai berikut :

1. Agregat lolos saringan No. 100
2. Lebih dari 75% saringan No. 200
3. Bersifat non plastis
4. *Spesific Grafity* lebih dari sama dengan 2,75 gr/cm<sup>3</sup>

**Tabel 2.4** Kandungan abu vulkanik Gunung Rinjani

Unsur	Ri-16	Ri-17	Ri-18	Ri-27
SiO <sub>2</sub>	48.95	52.62	53.37	56.86
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.82	18.65	17.48	17.54
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.80	8.63	8.93	7.60
CaO	8.78	7.76	7.33	6.69
MgO	4.91	5.08	5.35	3.65
Na <sub>2</sub> O	4.54	3.74	3.93	3.85
K <sub>2</sub> O	1.33	1.91	1.79	1.96
MnO	0.15	0.13	0.13	0.13
TiO <sub>2</sub>	0.89	1.02	0.85	0.78
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.31	0.31	0.30	0.42
H <sub>2</sub> O-	0.26	0.06	0.03	0.06
HD	1.18	0.02	0.02	0.35
<b>Jumlah</b>	<b>99.92</b>	<b>99.93</b>	<b>99.03</b>	<b>99.89</b>

Sumber : Penelitian Volcanologi Gunung Rinjani (Santosa, 1994)

Abu Vulkanik biasanya dapat ditemui di sekitar lereng ataupun di aliran sungai yang dilalui oleh lava dingin di sekitar Gunung Rinjani dan memiliki kandungan *Evolusi Magmatis* berdasarkan konsentrasi unsur utama Gunung Rinjani terhadap kandungan SiO<sub>2</sub> dan TiO<sub>2</sub> menunjukkan *fraksinasi kristal* mineral-mineral *piroksen* dan *plagioklas*, sedangkan korelasi negatif antara SiO<sub>2</sub> terhadap unsur-unsur Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO dan CaO menunjukkan adanya dominasi *fenokris* dari *plagioklas*, *piroksen* dan *olivin* dapat membentuk ikatan kompleks.

Sifat-sifat tanahnya adalah sebagai berikut :

- a. Profil tanahnya dalam.
- b. Lapisan atas maupun permukaannya gembur serta berwarna hitam.
- c. Lapisan subsoilnya berwarna kecoklatan dan terasa licin bila digosok menggunakan tangan.
- d. *Bulk density*nya sangat rendah ( $<0,85$ ).
- e. Daya tahan terhadap air tinggi.
- f. Perkembangan struktur tanah baik.
- g. Daya lekat maupun plastisitasnya tidak ada bila dalam keadaan lembab.
- h. Sukar dibasahi kembali bila sudah kering serta dapat mengapung diatas permukaan air.

Mineralogi tanah berasal dari Gunung Rinjani dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu :

- a. Mineral skeletal yang berasal dari mineral primer (mineral pasir dan debu) serta agregat mikro kristalin.
- b. Fragment semuanya berasal dari induk, mineral liat dan *liatamorf*.

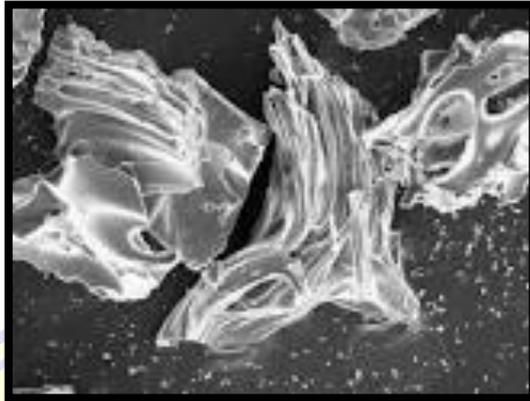
Sumber : [http://volcanoloindonesia.blogspot.co.id/2010/11/rinjani\\_24.html?m=1](http://volcanoloindonesia.blogspot.co.id/2010/11/rinjani_24.html?m=1)

Abu Vulkanik terdiri dari batuan, mineral dan gelas vulkanik fragment yang lebih kecil dari 2 mm (0,1 inch) dengan diameter yang sedikit lebih besar dari ukuran sebuah kepala peniti. Abu Vulkanik tidak memiliki tekstur seperti bulu yang lembut, abu yang dihasilkan dari pembakaran kayu, daun ataupun kertas. Abu Vulkanik juga tidak mudah larut di dalam air dan abu vulkanik dapat menjadi partikel yang sangat kecil kurang dari 0,026 mm (1/1000 inch) dengan diameter yang umum.

Secara geologis, Abu Vulkanik adalah material batuan vulkanik yang berasal dari magma panar dan cair yang membeku secara cepat. Batuan beku sejatinya merupakan kumpulan mineral yang membeku dan mengkristal dari magma cair. Karena membeku cepat maka magma ini tidak sempat mengkristal

dengan baik, karena tidak mengkristal dalam istilah geologi material bekuannya tersebut dinamakan gelas.

Mikroskop abu vulkanik ini memiliki bentuk yang runcing-runsing seperti gambar dibawah ini :



**Gambar 2.4** Ukuran *mikroskopis* abu vulkanik

*Sumber : Blue Frame, Media Elektronik.*

### 2.1.7 Karakteristik Perkerasan

Suatu lapis perkerasan yang baik harus memenuhi karakteristik tertentu sehingga kuat menahan beban serta aman dan nyaman ketika dilalui kendaraan.

#### 1. Stabilitas (*Stability*)

Stabilitas adalah kemampuan campuran aspal untuk menahan deformasi akibat beban yang bekerja tanpa mengalami deformasi permanen seperti gelombang, alur ataupun *bleeding* dinyatakan dalam satuan kg atau lb. stabilitas terjadi dari hasil geseran antar butir, penguncian antar partikel dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal. Sehingga stabilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan mengusahakan penggunaan :

- a. Agregat dengan gradasi menerus.
- b. Agregat dengan permukaan kasar.
- c. Agregat berbentuk kubus.
- d. Aspal dengan penetrasi rendah.
- e. Aspal dalam jumlah yang mencukupi untuk ikatan antar butir.

## 2. Kelelahan (*Flow*)

*Flow* adalah besarnya deformasi vertikal benda uji yang terjadi mulai saat awal pembebanan sampai kondisi kestabilan maksimum sehingga sampel sampai batas runtuh dinyatakan dalam satuan (mm). Nilai *flow* yang tinggi mengindikasikan campuran tersebut memiliki banyak rongga kosong yang tidak terisi aspal sehingga campuran berpotensi untuk mudah retak.

## 3. Keawetan (*Durability*)

Durabilitas adalah kemampuan suatu lapisan perkerasan jalan untuk mempertahankan diri dari kerusakan atau mencegah keausan karena pengaruh lalu lintas, pengaruh cuaca dan perubahan suhu yang terjadi selama umur rencana.

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

*Skid Resistance* adalah menunjukkan kekesatan permukaan perkerasan untuk mengurangi selip pada kendaraan pada saat perkerasan dalam keadaan basah ataupun kering.

## 5. Kelenturan (*Fleksibilitas*)

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

## 6. Porositas (VIM)

Porositas adalah kandungan udara yang terdapat pada campuran perkerasan. Porositas berfungsi untuk mengalirkan air permukaan secara sempurna bersamaan dengan kemiringan perkerasan sehingga dapat mengurangi beban drainase yang terjadi di permukaan.

## 7. *Workability*

*Workability* adalah kemudahan suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga memenuhi hasil yang diharapkan. Faktor yang mempengaruhi kemudahan dalam pelaksanaan adalah gradasi agregat, temperatur campuran dan kandungan bahan pengisi.

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Pengujian Volumetrik Campuran

Pengujian *volumetrik* adalah pengujian untuk mengetahui besarnya nilai densitas, *specific gravity* campuran dan porositas dari masing–masing benda uji. Pengujian meliputi pengukuran tinggi, diameter, berat SSD, berat di udara, berat dalam air dari sampel dan berat jenis agregat, *filler* dan aspal. Sebelum dilakukan pengujian *Marshall*, benda uji dilakukan pengujian *Volumetrik* untuk masing-masing benda uji.

Data-data yang diperoleh dari penelitian laboratorium, dianalisis dengan menggunakan rumus-rumus berikut ini :

#### A. Berat Jenis

a) Berat jenis agregat kasar dengan rumus sebagai berikut :

$$Bulk = \frac{A}{(B-C)} \quad (2.2)$$

$$SSD = \frac{B}{(B-C)} \quad (2.3)$$

$$APPT = \frac{A}{(A-C)} \quad (2.4)$$

$$Penyerapan = \frac{(B-A)}{BA} \times 100\% \quad (2.5)$$

dengan, *Bulk* = Berat jenis

*SSD* = Berat jenis kering permukaan

*APPT* = Berat jenis semu

*A* = Berat benda contoh uji kering oven (gram)

*B* = Berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)

*C* = Berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air (gram)

b) Berat jenis agregat halus & filler dengan rumus sebagai berikut :

$$Bulk = \frac{BK}{(B+500-Bt)} \quad (2.6)$$

$$SSD = \frac{500}{(BC+500-BD)} \quad (2.7)$$

$$APPT = \frac{BK}{(B+BK-Bt)} \quad (2.8)$$

$$Penyerapan = \frac{500-BK}{BK} \times 100 \quad (2.9)$$

dengan, *Bulk* = Berat jenis

*SSD* = Berat jenis kering permukaan

*APPT* = Berat jenis semu

*Bk* = Berat kering (gram)

*B* = Berat piknometer + berat air (gram)

*Bt* = Berat piknometer + berat benda uji + berat air (gram)

c) Berat jenis *Bulk* gabungan (*U*)

$$U = \frac{100}{\left(\frac{a}{B_j a Bulk}\right) + \left(\frac{b}{B_j b Bulk}\right) + \left(\frac{c}{B_j c Bulk}\right) + \left(\frac{d}{B_j d Bulk}\right)} \quad (2.10)$$

d) Berat jenis *Apparent* gabungan (*App*)

$$App = \frac{100}{\left(\frac{a}{B_j a App}\right) + \left(\frac{b}{B_j b App}\right) + \left(\frac{c}{B_j c App}\right) + \left(\frac{d}{B_j d App}\right)} \quad (2.11)$$

e) Berat jenis efektif (*V*)

$$V = \frac{U + App}{2} \quad (2.12)$$

Dari data tersebut dapat diperoleh harga *Density*, *Stabilitas* dan *Marshall Quotient*.

### 2.2.2 Pengujian *Marshall* (Karakteristik sifat-sifat *Marshall*)

#### A. Kelelahan (*Flow*)

Nilai *flow* = *r* didapat dari pembacaan arloji *flow* yang menyatakan deformasi benda uji dalam satuan 0,01 mm.

#### B. *Stabilitas*

*Stabilitas* merupakan kemampuan lapis keras untu menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja di atasnya tanpa mengalami perubahan bentuk tetap, seperti gelombang, alur dan naiknya aspal ke permukaan.

Nilai *stabilitas* dari benda uji didapat dari pembacaan arloji *stabilitas* alat tekan *Marshall*. Angka ini dikoreksi dengan angka kalibrasi alat dan angka koreksi ketebalan benda uji.

Rumus *stabilitas* adalah :

$$S = P \times r \quad (2.13)$$

dengan,  $P$  = Kalibrasi *proving ring* pada o

$r$  = Nilai pembacaan arloji *stabilitas*

### C. Marshall Quotient

Perhitungan nilai Marshall Quotient didasarkan atas rumus berikut :

$$MQ = \frac{S}{t} \quad (2.14)$$

dengan,  $S$  = Nilai *stabilitas* terpadang (Kg)

$t$  = Nilai kelelehan/*flow* (mm)

$MQ$  = Nilai *Marshall Quotient* (Kg/mm)

### D. Density

Nilai *density* dihitung dengan rumus :

$$h = g - f \quad (2.15)$$

$$i = \frac{h}{e} \quad (2.16)$$

dengan,  $e$  = Berat benda uji sebelum direndam (gram)

$f$  = Berat benda uji jenuh air (gram)

$g$  = Berat benda uji dalam air (gram)

$h$  = Isi benda uji (ml)

$i$  = Berat isi benda uji (gram/ml)

E. *Void In the Mix (VIM)*

VIM adalah nilai presentase rongga udara yang ada dalam campuran, didapat dengan rumus sebagai berikut :

$$VIM = 100 - i x j \quad (2.17)$$

dengan,  $i$  = Bj benda uji

$j$  = Bj campuran maksimal

F. *Void Filled Asphalt (VFA)*

VFA adalah nilai presentase rongga yang terisi aspal efektif, didapat dari rumus sebagai berikut :

$$VFB = 100 x \frac{VMA - VIM}{VMA} \quad (2.18)$$

dengan,  $VFB$  = Rongga terisi aspal persen terhadap VMA

$VMA$  = Rongga diantara mineral agregat

$VIM$  = Rongga di dalam campuran

G. *Void Mineral Agregat (VMA)*

VMA adalah rongga udara antara butir agregat dalam campuran agregat aspal padat, termasuk rongga udara dan kadar aspal efektif yang merupakan persen volume rongga di agregat yang terisi oleh aspal yang dinyatakan dalam persen terhadap total volume.

VMA adalah presentase kadar mineral pada sample briket yang didapat dengan rumus sebagai berikut :

$$VMA = 100 - l \quad (2.19)$$

dengan,  $l$  = Presentase volume agregat

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu metode yang dilakukan dengan melakukan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Data tersebut diolah untuk mendapatkan suatu hasil perbandingan dengan syarat-syarat yang telah ada. Penelitian ini dapat dilaksanakan didalam ataupun diluar laboratorium. Dalam penelitian ini dilakukan di Laboratorium Balai Pengujian Material Konstruksi Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang Provinsi Nusa Tenggara Barat dengan menggunakan variasi bahan pengisi (*filler*) dengan kadar abu vulkanik Gunung Rinjani 1%, 2%, dan 3% terhadap berat total agregat dan kadar aspal yang digunakan adalah 5,5%, 6% dan 6,5%.

### 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dan uji coba dimulai tanggal 28 Juni 2021 sampai dengan tanggal 12 Juli 2021. Penelitian dilaksanakan di Balai Pengujian Material Konstruksi Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang Provinsi Nusa Tenggara Barat. Dengan jadwal pelaksanaan penelitian pada **Tabel 3.1** :

**Tabel 3.1** Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Bulan	Juni		Juli	
PEKAN	3	4	1	2
Persiapan Alat dan Bahan				
Pemeriksaan Bahan				
Pembuatan Benda Uji				
Pengujian Benda Uji				
Analisa				

### 3.3 Teknik Pengumpulan Data

Jenis data dalam penelitian ini terdiri dari :

1. Data Primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan secara langsung melalui serangkaian kegiatan percobaan yang dilakukan sendiri dengan mengacu pada petunjuk manual yang ada, misalnya dengan mengadakan penelitian atau pengujian secara langsung. Data primer dalam penelitian ini adalah data penelitian hasil uji yang meliputi *volumerik* benda uji, hasil uji *Marshall*, mencari kadar aspal optimum dan hasil uji *Marshall* kadar aspal efektif.

2. Data Sekunder

Data sekunder yaitu data yang diambil dari hasil penelitian sebelumnya atau yang dilaksanakan yang masih berhubungan dengan penelitian tersebut. Data sekunder dalam penelitian ini adalah data pemeriksaan agregat yang diperoleh dari Laboratorium Pengujian Material Konstruksi Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang Provinsi Nusa Tenggara Barat dan data hasil pemeriksaan karakteristik aspal dari Laboratorium Pengujian Material Konstruksi Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang Provinsi Nusa Tenggara Barat. Data sekunder tersebut dapat dilihat pada lampiran.

### 3.4 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Alat pemeriksaan agregat, terdiri dari :

- a. Satu set alat uji saringan (*sieve*) standar ASTM.



**Gambar 3.1** Saringan Standar ASTM

- b. Satu set alat Pengujian *Volumetrik*
2. Oven dan pengatur suhu.



**Gambar 3.2** Oven atau pemanas agregat

### 3. Timbangan Digital



**Gambar 3.3** Timbangan Digital

### 4. Termometer



**Gambar 3.4** Termometer

5. Alat pembuat *briket* campuran aspal hangat terdiri dari :
- Satu set cetakan (*mold*) berbentuk silinder dengan diameter 101,45 mm, tinggi 80 mm lengkap dengan plat atas dan leher sambung.



**Gambar 3.5** Cetakan Benda Uji (*Briket*)

- b. Alat penumbuk (*compactor*) yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder, dengan berat 4,536 kg (10 lbs), tinggi jatuh bebas 45,7 cm (18<sup>2</sup>).



**Gambar 3.6** Alat Penumbuk

- c. Satu Set Alat Pengangkat *Briket* (Dongkrak Hidrolis).



**Gambar 3.7** Dongkrak Hidrolis

6. Satu Set *Water Bath*



**Gambar 3.8** *Water Bath*

7. Satu set alat *Marshall*, terdiri dari :
- Kepala penekan yang berbentuk lengkung (*Breaking Head*).
  - Cincin penguji berkapasitas 1475 kg dengan arloji tekan.
  - Arloji penunjuk kelelahan .



**Gambar 3.9** Satu Set Alat *Marshall*

8. Alat Penunjang

Panci, kompor, sendok, spatula, sarung tangan, kunci pas, obeng, roll kabel dan wajan.

**3.5 Bahan**

Bahan-bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Agregat

Agregat yang digunakan berasal dari AMP PT. Sinarbali Binakarya Jalan Raya Mujur, Lombok Tengah. Hasil pemeriksaan agregat merupakan data sekunder yang diperoleh dari Laboratorium Bahan Jalan Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Nusa Tenggara Barat Aspal.

Aspal penetrasi 60 / 70 produksi PERTAMINA yang diperoleh dari PT Lombok Infrastruktur Perkasa.

2. *Filler*

*Filler* adalah suatu mineral agregat dari fraksi halus yang sebagian besar (+85%) lolos saringan nomor 200 (0,075 mm). Penelitian ini menggunakan *filler* abu vulkanik Gunung Rinjani yang berasal dari

aliran Sungai Pos II Gunung Rinjani sampai dengan Sungai Kokok Lantai Desa Sembalun Lawang.



**Gambar 3.8** *Filler* Abu Vulkanik

### **3.6 Benda Uji**

Kebutuhan benda uji Marshall untuk mencari kadar aspal efektif terdiri dari 27 jenis campuran AC–WC :

1. Campuran AC–WC dengan campuran *filler* abu vulkanik 1%, 2%, dan 3% dengan kadar aspal 5,5%.
2. Campuran AC–WC dengan campuran *filler* abu vulkanik 1%, 2%, dan 3% dengan kadar aspal 6%.
3. Campuran AC–WC dengan campuran *filler* abu vulkanik 1%, 2%, dan 3% dengan kadar aspal 6,5%.

Kebutuhan benda uji *Marshall* kadar aspal efektif terdiri dari 9 jenis benda uji AC–WC dengan campuran *filler* abu vulkanik 1%, 2% dan 3% dengan kadar aspal efektif.

Untuk benda uji dibuat tiga sample per variasi campuran.

**Tabel 3.2** Kebutuhan Benda Uji untuk *Marshall Test*

Komposisi		Jumlah Benda Uji
Kadar Aspal	Kadar <i>Filler</i>	
5,5%	1%	3
	2%	3
	3%	3
6%	1%	3
	2%	3
	3%	3
6,5%	1%	3
	2%	3
	3%	3
<b>Jumlah Total Benda Uji</b>		<b>27 Buah</b>

**Tabel 3.2** Kebutuhan Benda Uji untuk *Marshall Test*

Kadar Aspal Efektif	Variasi <i>Filler</i> 1%	Variasi <i>Filler</i> 2%	Variasi <i>Filler</i> 3%	Jumlah
6,2 %	3	3	3	<b>9</b>

### 3.7 Prosedur Pelaksanaan

#### 3.7.1 Pembuatan Benda Uji

Sebelum pembuatan benda uji diadakan pembuatan rancang campur (*mix design*). Perencanaan rancang campur meliputi perencanaan gradasi agregat, penentuan aspal dan pengukuran komposisi masing-masing fraksi baik agregat, aspal, dan *filler*. Gradasi yang digunakan sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) dengan menggunakan gradasi rencana campuran **Spesifikasi Umum Bina Marga 2018**.

Prosedur pembuatan benda uji dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu:

1. Tahap I

Merupakan tahap persiapan untuk mempersiapkan bahan dan alat yang akan digunakan. Menentukan presentase masing-masing butiran untuk mempermudah pencampuran dan melakukan penimbangan secara kumulatif untuk mendapatkan proporsi campuran yang lebih tepat.

2. Tahap II

Menentukan berat aspal penetrasi 60/70, berat *filler* dan berat agregat yang akan dicampur berdasarkan variasi kadar aspal. Presentase ditentukan berdasarkan berat total campuran, yaitu 1200 gram. Kadar aspal ditentukan dengan perhitungan komposisi agg campuran. Kadar aspal yang digunakan sesuai **Tabel 3.2.**

3. Tahap III

Aspal Penetrasi 60/70 dituang ke dalam wajan yang berisi agregat yang diletakkan di atas timbangan sesuai dengan presentase *bitumen content* berdasarkan berat total agregat.

4. Tahap IV

Setelah aspal dituangkan ke dalam agregat, campuran ini diaduk sampai rata dan kemudian didiamkan hingga mencapai suhu pemadatan. Selanjutnya campuran dimasukkan ke dalam *mould* yang telah disiapkan dengan melapisi bagian bawah dan atas *mould* dengan kertas pada alat penumbuk.

5. Tahap V

Campuran dipadatkan dengan alat pemadat sebanyak 75 kali tumbukan untuk masing - masing sisinya. Selanjutnya benda uji didinginkan pada suhu ruangs selama  $\pm 2$  jam, barulah dikeluarkan dari *mould* dengan bantuan dongkrak hidraulis.

6. Tahap VI

Setelah benda uji dikeluarkan dari *mould*, kemudian dilakukan pengujian *volumetrik test* dan pengujian dengan alat uji *Marshall*.

### 3.7.2 *Volumetrik Test*

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui VIM dari masing – masing benda uji. Adapun tahap pengujiannya adalah sebagai berikut :

1. Tahap I

Benda uji yang telah di pisahkan menurut ukurannya di rendam untuk menghilangkan debu selama sehari, kemudian di jemur

2. Tahap II

Dari hasil pengukuran tinggi, berat, serta diameter benda uji. Dapat dihitung volume bulk dan densitas dengan rumus pada pengujian *Volumetrik* hal 29.

3. Tahap III

Pada tahap ketiga ini dihitung berat jenis (*Specific Gravity*) masing – masing benda uji dengan menggunakan rumus 2.2, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8 dan 2.9.

4. Tahap IV

Tahap keempat perhitungan dalam karakteristik sifat-sifat *Marshall* dengan menggunakan rumus 2.13 – 2.19

5. Tahap V

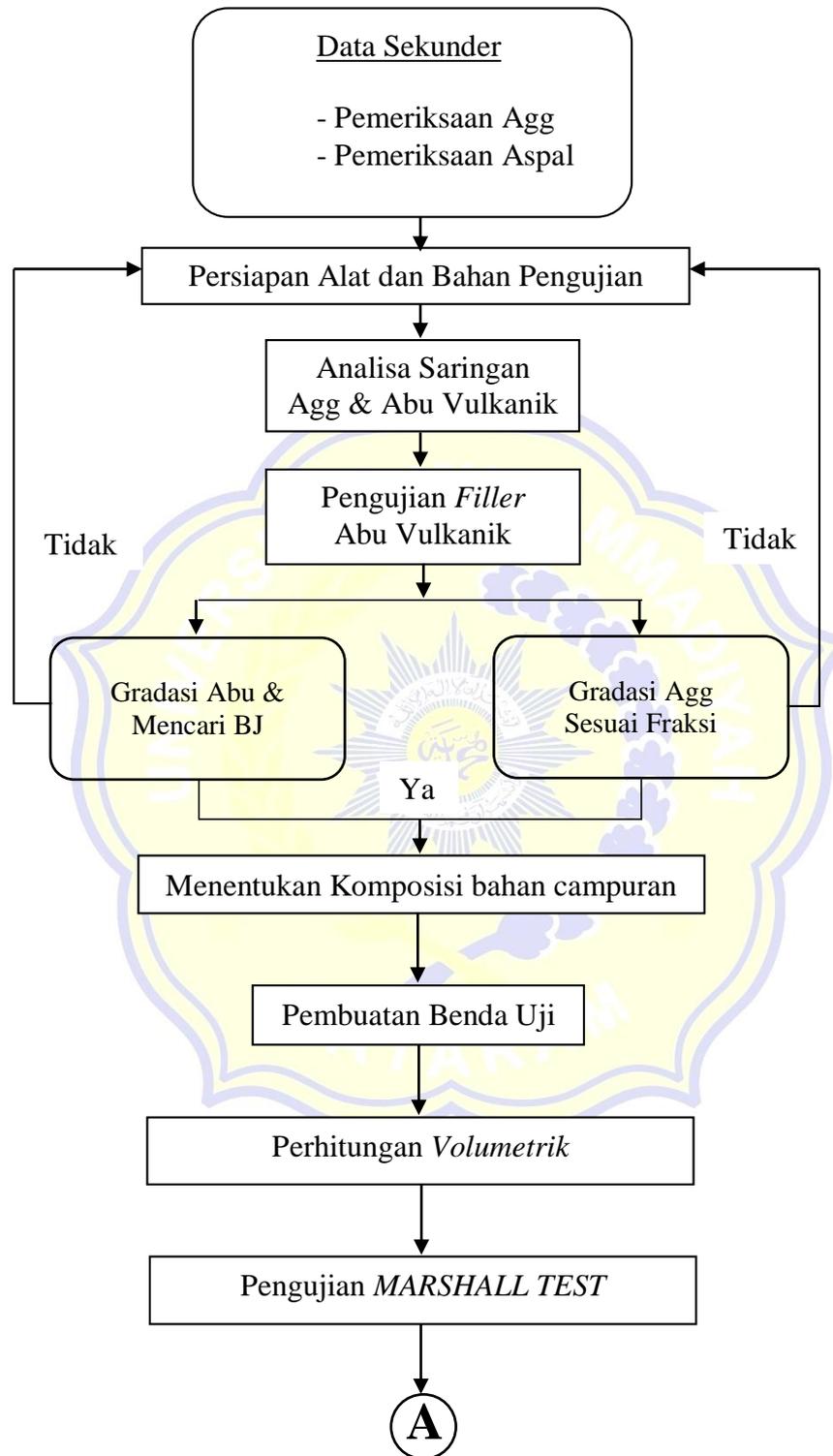
Dari perhitungan tersebut akan diperoleh grafik yang nantinya pada grafik ini akan disatukan.

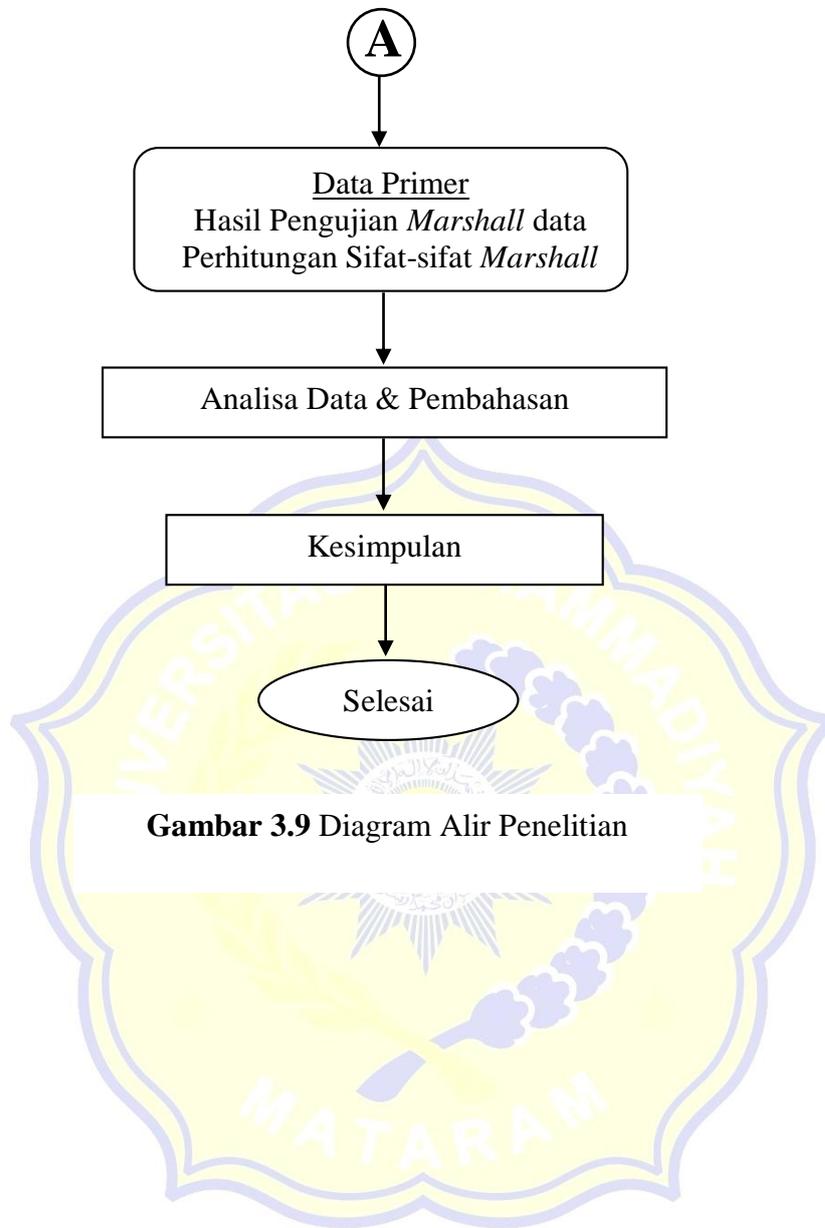
### 3.7.3 *Marshall Test*

Langkah dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Benda uji direndam selama kurang lebih 24 jam.
2. Benda uji direndam dalam *Water Bath* (bak perendam) selama 30 menit dengan suhu 60 °C.
3. Benda uji dikeluarkan kemudian diletakkan pada alat uji *Marshall* untuk dilakukan pengujian.
4. Dari hasil pengujian ini didapat nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*).
5. Perhitungan nilai *stabilitas* dan *marshall quotient* di dapatkan dengan rumus 2.14.

### 3.8 Tahap Penelitian





**Gambar 3.9** Diagram Alir Penelitian