

**SKRIPSI**

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH GENTENG TANAH SEBAGAI  
PENGANTI SEBAGIAN *FILLER* TERHADAP NILAI STABILITAS**

***MARSHALL LASTON (AC-WC)***

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



**DISUSUN OLEH:**

**NAMA : DEYAN ADE SAHPUTRA**

**NIM : 417110077**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM**

**2022**

**HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING**

**SKRIPSI**

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH GENTENG TANAH SEBAGAI  
PENGANTI SEBAGIAN *FILLER* TERHADAP NILAI STABILITAS  
*MARSHALL LASTON* (AC-WC)**

Disusun Oleh:

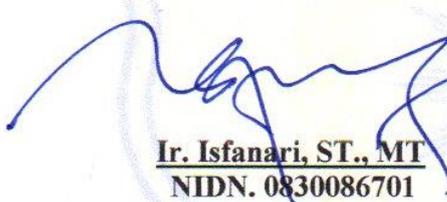
**DEYAN ADE SAHPUTRA**

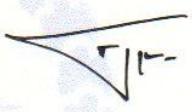
**417110077**

**Mataram, 07 Februari 2022**

**Pembimbing I,**

**Pembimbing II,**

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

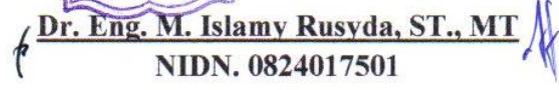
  
**Titik Wahyuningsih, ST., MT**  
**NIDN.0819097401**

**Mengetahui,**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
FAKULTAS TEKNIK**

**Dekan,**



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

**HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI**

**SKRIPSI**

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH GENTENG TANAH SEBAGAI  
PENGANTI SEBAGIAN *FILLER* TERHADAP NILAI STABILITAS  
*MARSHALL LASTON (AC-WC)***

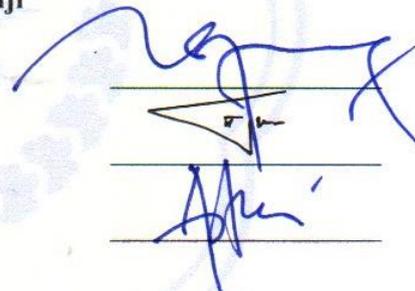
Yang Diperiapkan dan Disusun Oleh:

NAMA : DEYAN ADE SAHPUTRA  
NIM : 417110077

Telah dipertahankan didepan Tim Penguji  
Pada hari: 8 Februari 2022  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

**Susunan Tim Penguji**

1. Penguji I : Ir Isfanari, ST., MT
2. Penguji II : Titik Wahyuningsih, ST., MT
3. Penguji III : Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT.



Three handwritten signatures in blue ink, each written over a horizontal line. The signatures are for Ir Isfanari, ST., MT; Titik Wahyuningsih, ST., MT; and Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT.

**Mengetahui,**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
FAKULTAS TEKNIK**



**Dekan,**

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

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS

Dengan ini menyatakan

1. Skripsi yang berjudul:

“Pengaruh Penambahan Limbah Genteng Tanah Sebagai Pengganti Sebagian *Filler* Terhadap Nilai Stabilitas *Marshall* Laston (AC-WC)” merupakan hasil karya tulis yang saya ajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Muhammadiyah Mataram.

2. Semua sumber yang saya gunakan dalam penulisan skripsi tersebut telah saya cantumkan sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Muhammadiyah Mataram.

3. Jika dikemudian hari terbukti bahwa karya tersebut bukan hasil karya tulis asli atau plagiasi dari orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi yang berlaku di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Muhammadiyah Mataram.

Mataram, 10 Maret 2022

Yang membuat pernyataan



**(DEYAN ADE SAHPUTRA)**

NIM. 417110077



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN  
PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
UPT. PERPUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT

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

SURAT PERNYATAAN BEBAS  
PLAGIARISME

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

Nama : DEYAN ADE SANPUTRA  
NIM : 417110077  
Tempat/Tgl Lahir : DUSUN ENDUT 23 03 1999  
Program Studi : TEKNIK SIPIL  
Fakultas : TEKNIK  
No. Hp : 087 810 283 404  
Email : deyanades@gmail.com

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi/KTI/Tesis\* saya yang berjudul :

PENARUH PENAMBAHAN LIMBAH GENTENG TANAH SEBAGAI PEMBANTU...  
SEBAGI FILLER TERHADAP NILAI STABILITAS MARSHALL LASTON (AC-WC)

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 50%

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari Skripsi/KTI/Tesis\* tersebut terdapat indikasi plagiarisme atau bagian dari karya ilmiah milih orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dan disebutkan sumber secara lengkap dalam daftar pustaka, saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum 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.

Mataram, 11...03.....2022

Penulis



DEYAN ADE SANPUTRA  
NIM. 417110077

Mengetahui,

Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



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

\*pilih salah satu yang sesuai



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN  
PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
UPT. PERPUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT**

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

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN  
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

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

Nama : DEYAN ADE SAHPUTRA  
 NIM : 417110077  
 Tempat/Tgl Lahir : DUSUN ENDUT, 23, 03, 1999  
 Program Studi : TEKNIK SIPIL  
 Fakultas : TEKNIK  
 No. Hp/Email : 087.810.283.404 / deyanades@gmail.com  
 Jenis Penelitian :  Skripsi  KTI  Tesis

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:

PENDARUH PENAMBAHAN LIMBAH DENTENG TANAH SEBAGAI PENGOANTI  
 SEBAGIAN FILLER TERHADAP NILAI STABILITAS MARSHALL LASTON (AC-WC)

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada 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.

Mataram, 11, MARET 2022  
 Penulis



DEYAN ADE SAHPUTRA  
 NIM. 417110077

Mengetahui,  
 Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



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

## 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 memanfaatkannya”*

*(HR. Muslim)*

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

**~ Penulis ~**

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul “**Pengaruh Penambahan Limbah Genteng Tanah Sebagai Pengganti Sebagian Filler Terhadap Nilai Stabilitas Marshall Laston (AC-WC)**”. 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. Titik Wahyuningsih, 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, Januari 2022

**Deyan Ade Sahputra**

## INTISARI

Penelitian menggunakan Genteng tanah sebagai sebagai *filler* terhadap kinerja campuran HRS 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*, Keadatan (*density*), dan MQ pada campuran aspal beton AC-WC yang menggunakan serbuk genteng tanah sebagai bahan pengisi.

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 serbuk genteng tanah 1%, dan 2%, terhadap berat total agregat dan kadar aspal yang digunakan adalah 6%. Semua diuji sesuai dengan metode Marshall untuk mendapatkan data stabilitas, *Flow*, Keadatan (*density*), dan MQ.

Pada penambahan kadar *filler* serbuk genteng tanah dan semen portland nilai dari pengujian *marshall* mengalami perubahan. Variasi kadar *filler* serbuk genteng tanah dan semen portland juga mempengaruhi hasil dari analisis *marshall*. Pada penambahan semen *portland* 1% dengan kadar *filler* serbuk genteng tanah 2% memiliki nilai kepadatan (*density*) yaitu sebesar 233,33 gr/cm<sup>3</sup>, nilai pelelehan (*flow*) sebesar 3,67mm, dan nilai stabilitas sebesar 1508,99 Kg. Dari ketiga variasi tersebut, variasi kadar *filler* semen *portland* 1% dan serbuk genteng tanah 2% memiliki nilai kepadatan (*density*), pelelehan (*flow*), dan stabilitas yang paling tinggi. Dapat disimpulkan bahwa hasil dari Analisa kedua *Filler* ini kadar aspal 6% masuk spesifikasi Devisi Spesifikasi Umum BINA MARGA 2018.

Kata Kunci : Genteng Tanah, AC-WC, Marshall.

## ABSTRACT

Soil tile is used as a filler in this study to improve the performance of the HRS WC mixture, which is a part of the pavement layer that serves as a wear layer and is directly related to traffic activities. This research aimed to find out how much Stability, Flow, Density (density), and MQ mattered in an AC-WC asphalt concrete mixture with soil tile powder as a filler.

This study was carried out at the Construction Materials Testing Center of the Public Works and Spatial Planning Office of West Nusa Tenggara Province, with a range of fillers containing 1% and 2% soil tile powder, to the total weight of the aggregate, and a 6% asphalt content. All were examined using the Marshall method to get data on stability, flow, density, and MQ. The Marshall test's value changed when the filler content of soil tile powder and portland cement was added. Variations also influence the Marshall analysis in the filler content of soil tile powder and portland cement. The addition of 1% portland cement and 2% soil tile powder filler results in a density of 233.33 grams per cubic meter, a flow of 3.67 millimetres, and stability of 1508.99 kilograms. Of the three variations, the filler content of 1% portland cement and 2% soil tile powder has the highest density, flow, and stability values. It can be concluded that the results of the analysis of these two fillers have an asphalt content of 6%, which is included in the specifications for the General Specification Division of BINA MARGA 2018

**Keywords:** Soil Tile, AC-WC, Marshall.



## DAFTAR ISI

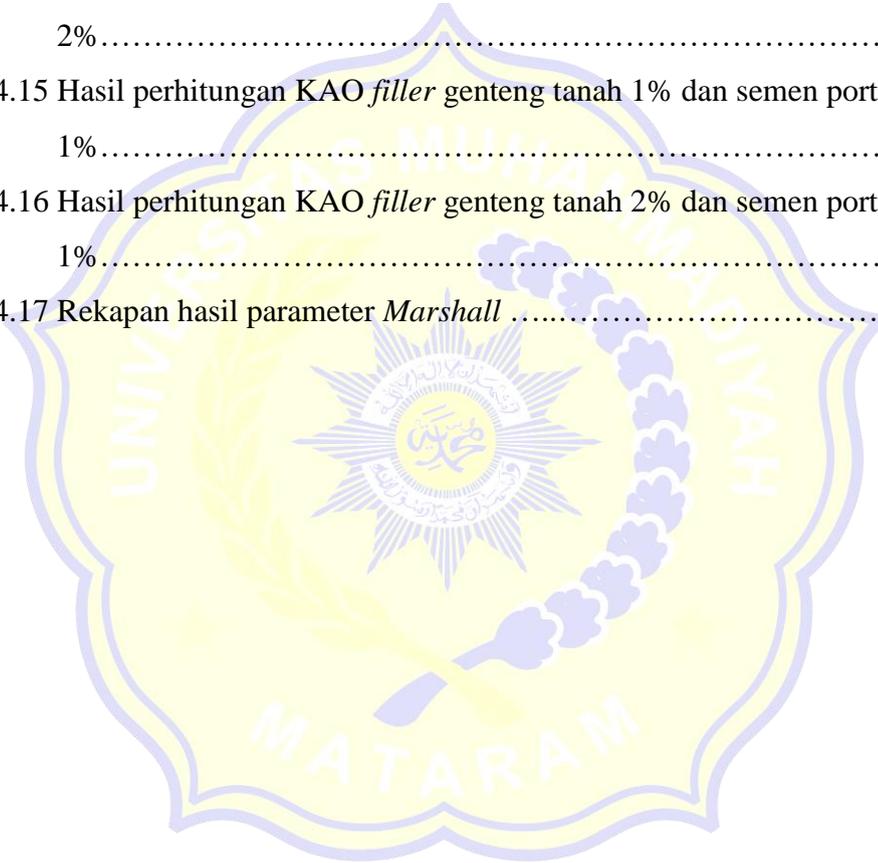
	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS.....</b>	<b>iv</b>
<b>SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME .....</b>	<b>v</b>
<b>SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....</b>	<b>vi</b>
<b>MOTTO HIDUP .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xviii</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH.....</b>	<b>xix</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>2</b>
<b>1.3 Tujuan Penelitian .....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Batasan Masalah.....</b>	<b>3</b>
<b>1.5 Manfaat Penelitian .....</b>	<b>3</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Tinjauan Pustaka .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Landasan Teori.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.1 Perkerasan Jalan.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.2 Lapis Aspal Beton (Laston) .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.3 Bahan Penyusun Campuran Aspal Beton.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.4 Gradasi Agregat .....</b>	<b>17</b>
<b>2.2.5 Genteng Tanah .....</b>	<b>19</b>

2.2.6 Semen Portland.....	20
2.2.7 Metode Pengujian <i>Marshall</i> .....	21
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>28</b>
3.1 Metode Penelitian ..	28
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	28
3.3 Teknik Pengumpulan Data .....	29
3.4 Peralatan Penelitian .....	29
3.5 Bahan Penelitian .....	39
3.6 Tahap-Tahap Penelitian .....	42
3.7 Bagan Alir Tahap Penelitian .....	48
<b>BAB IV ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>50</b>
4.1 Umum .....	50
4.2 Pengujian Material .....	50
4.2.1 Hasil Analisa Saringan Pembagian Agregat.....	50
4.2.2 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat .....	55
4.2.3 Data Pengujian Aspal .....	59
4.2.4 Perhitungan Perkiraan Awal Kadar Aspal Tengah (PB).....	60
4.3 Perencanaan Kadar Aspal Optimum.....	60
4.3 Job Mix Formula (JMF).....	60
4.4 Analisa Marshall Pada Kadar Aspal Optimum.....	62
4.4.1 Nilai Kepadatan ( <i>density</i> ).....	62
4.4.2 Nilai Pelelehan ( <i>flow</i> ).....	63
4.4.3 Nilai Stabilitas.....	64
4.4.4 Nilai MQ ( <i>marshall quotient</i> ).....	64
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>66</b>
5.1 Kesimpulan.....	66
5.2 Saran .....	66
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>68</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>69</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Ketentuan sifat campuran laston yang dimodifikasi (AC Modified).....	9
Tabel 2.2 Ketentuan pengujian agregat kasar .....	15
Tabel 2.3 Ketentuan pengujian agregat halus .....	17
Tabel 2.4 Amplop gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal.....	19
Tabel 2.5 Kposisi semen Portland.....	20
Tabel 2.6 Faktor koreksi Stabilitas.....	25
Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian .....	28
Tabel 3.2 Acuan pengujian aspal .....	42
Tabel 3.3 Acuan pengujian agregat kasar .....	43
Tabel 3.4 Acuan pengujian agregat halus .....	43
Tabel 3.5 Acuan pengujian <i>filler</i> .....	44
Tabel 3.6 Persentase komposisi bahan campuran benda uji .....	44
Tabel 3.7 Berat komposisi bahan campuran benda uji.....	45
Tabel 4.1 Hasil Pengujian gradasi agregat gabungan .....	50
Tabel 4.2 Kombinasi analisa agregat <i>Filler</i> Genteng Tanah 1%, dan Semen Portland 2% .....	51
Tabel 4.3 Kombinasi analisa agregat <i>Filler</i> Genteng Tanah 1%, dan Semen Portland 1% .....	53
Tabel 4.4 Kombinasi analisa agregat <i>Filler</i> Genteng Tanah 2%, dan Semen Portland 1% .....	54
Tabel 4.5 Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat fraksi agregat (<3/4) 56	
Tabel 4.6 Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat fraksi agregat(<3/8)57	
Tabel 4.7 Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat abu batu .....	58
Tabel 4.8 Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan <i>filler</i> .....	59
Tabel 4.9 Hasil pengujian aspal .....	60
Tabel 4.10Perkiraan awal pemakaian Kadar Aspal Tengah (Pb).....	60

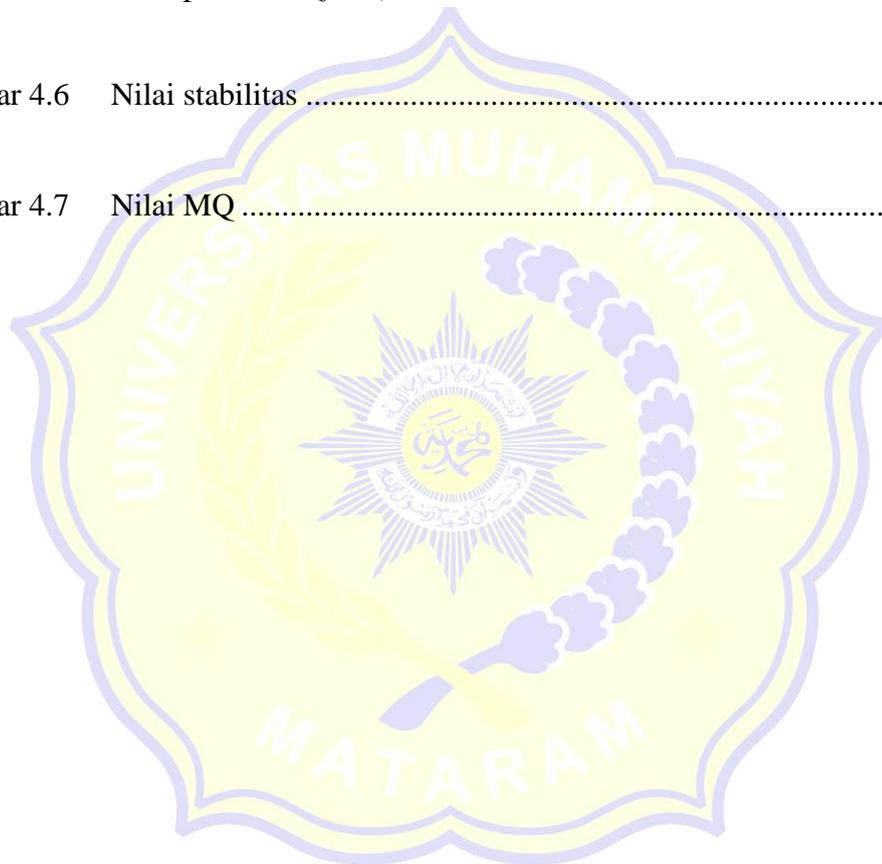
Tabel 4.11 Komposisi material perancangan KAO 6 % <i>filler</i> 1% dan semen portland 2%: .....	62
Tabel 4.12 Komposisi material perancangan KAO 6 % <i>filler</i> 1% dan semen portland 1%:.....	62
Tabel 4.13 Komposisi material perancangan KAO 6 % <i>filler</i> 2% dan semen portland 1%.....	63
Tabel 4.14 Hasil perhitungan KAO <i>filler</i> genteng tanah 1% dan semen portland 2%.....	63
Tabel 4.15 Hasil perhitungan KAO <i>filler</i> genteng tanah 1% dan semen portland 1%.....	64
Tabel 4.16 Hasil perhitungan KAO <i>filler</i> genteng tanah 2% dan semen portland 1%.....	65
Tabel 4.17 Rekap hasil parameter <i>Marshall</i> .....	67



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Lapis perkerasan lentur .....	8
Gambar 3.1 Neraca <i>o'hauss</i> .....	30
Gambar 3.2 <i>Picnometer</i> labu.....	31
Gambar 3.3 <i>Stopwatch</i> .....	31
Gambar 3.4 Penetrometer.....	32
Gambar 3.5 Jarum penetrasi.....	33
Gambar 3.6 Cawan .....	33
Gambar 3.7 Termometer .....	34
Gambar 3.8 Cincin penguji .....	34
Gambar 3.9 Bola baja .....	35
Gambar 3.10 Gelas ukur .....	35
Gambar 3.11 Dudukan benda uji .....	36
Gambar 3.12 Kompor listrik .....	36
Gambar 3.13 Plat penghantar .....	36
Gambar 3.14 <i>Cleveland open cup</i> .....	37
Gambar 3.15 Batang penyulut api.....	37
Gambar 3.16 Penjepit termometer .....	38
Gambar 3.17 <i>Mould</i> .....	38
Gambar 3.18 Bak pengaduk.....	39
Gambar 3.19 Penumbuk benda uji .....	39
Gambar 3.20 Satu set alat test <i>marshall</i> .....	40
Gambar 3.21 Aspal .....	40
Gambar 3.22 Serbuk genteng tanah.....	41
Gambar 3.23 Agregat halus.....	41
Gambar 3.24 Agregat kasar.....	41
Gambar 3.25 Semen <i>Portland</i> .....	42
Gambar 3.26 Minyak tanah .....	42
Gambar 3.27 Diagram alir penelitian.....	48

Gambar 4.1	Kombinasi analisa agregat <i>Filler</i> Genteng Tanah 1%, dan Semen Portland 2% .....	52
Gambar 4.2	Kombinasi analisa agregat <i>Filler</i> Genteng Tanah 1%, dan Semen Portland 1% .....	53
Gambar 4.3	Kombinasi analisa agregat <i>Filler</i> Genteng Tanah 2%, dan Semen Portland 1% .....	54
Gambar 4.4	Nilai kepadatan ( <i>density</i> ).....	63
Gambar 4.5	Nilai pelelehan ( <i>flow</i> ).....	63
Gambar 4.6	Nilai stabilitas .....	64
Gambar 4.7	Nilai MQ .....	65



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 : Lembar asistensi .....	72
Lampiran 2 : Surat-surat skripsi .....	74
Lampiran 4 : Gambar peralatan <i>Marshall</i> .....	75
Lampiran 5 : Dokumentasi penelitian .....	78



## DAFTAR NOTASI

<i>A</i>	: Berat benda contoh uji kering oven (gr)
Abu Batu	: 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>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 keelehan/ <i>flow</i> (mm)

## 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. Titik Wahyuningsih, ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing II.
6. Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT. Selaku dosen penguji.
7. Kepada kedua orang tua tercinta Bapak Sahnani Hadi. dan Ibu Raimah. 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.
8. Segenap dosen dan staff akademik yang selalu membantu memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Terimakasih kepada rekan-rekan Sasak Engineering C, teman, sahabat, dan orang terdekat yang selama ini telah membantu selama proses perkuliahan.
10. *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

Lapisan perkerasan merupakan bagian paling penting dari konstruksi jalan untuk menopang beban lalu lintas kendaraan. Pengadaan jalan raya yang aman dan nyaman diperlukan oleh manusia untuk memperlancar perjalanan yang bebas dari hambatan. Kerusakan jalan banyak terjadi sebelum akhir masa pakainya karena jumlah kendaraan meningkat dan menjadi semakin padat. Studi ini berlangsung bertujuan supaya ada peningkatan campuran agregat aspal dan mencegah kerusakan dini jalan, seperti retak, gouging (jalur kendaraan) dan *bleeding*.

Di NTB jalan-jalan nasional maupun jalan daerah sudah memadai namun rentan terjadi kerusakan akibat curah hujan yang tinggi, Ada kemungkinan besar kerusakan jalan setelah musim hujan. Untuk itu, pemerintah pusat dan daerah melakukan berbagai pemeliharaan jalan untuk mencegah hal tersebut.

Salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas sarana dan prasarana transportasi jalan raya yaitu dengan cara memodifikasi campuran pada lapisan perkerasan jalan paling atas dan berhubungan langsung dengan roda kendaraan yaitu lapisan *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC).

Sedemikian rupa penelitian dilakukan dengan upaya meningkatkan campuran aspal dengan cara memodifikasi campuran, variasi kadar aspal dengan berbagai acuan. Banyak penelitian telah dilakukan untuk mendapatkan campuran aspal berkualitas tinggi yang ekonomis, berkualitas baik dan tahan lama, serta diharapkan pemerintah dapat menekan pengeluaran.

Dalam penelitian ini, peneliti berusaha untuk menggunakan serbuk genteng tanah sebagai bahan pengisi, untuk membedakan jumlah yang

ditambahkan ke setiap benda uji. Variasi yang digunakan sebagai pengisi serbuk genteng tanah dan semen adalah 1%: 2%, 1%: 1%, dan 2%: 1%.

Penggunaan serbuk genteng tanah untuk mendaur ulang limbah genteng tanah dari hasil pembongkaran atap bangunan yang tidak terpakai dan penghancuran genteng tanah, sehingga diperoleh partikel halus. Ada juga beberapa limbah genteng tanah yang tidak terpakai, peningkatan mobil yang mengurangi kualitas aspal jalan, meningkatnya kebutuhan umum akan kualitas perkerasan jalan yang ekonomis dan berkualitas, dan kebutuhan akan bahan pembantu alternatif.

Pengolahan limbah genteng tanah adalah dengan mendaur ulang limbah yang tidak terpakai agar menjadi produk yang memiliki nilai ekonomis dalam suatu konstruksi pembangunan jalan. Penulis mengambil Tugas Akhir dengan Judul "Pengaruh Penambahan Limbah Genteng Tanah Sebagai Pengganti Sebagian *Filler* Terhadap Nilai Stabilitas Marshall Laston (ACWC)".

## 1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang didapatkan dari batasan masalah yang ada didapatkan rumusan masalah yakni:

1. Bagaimana pengaruh dari penambahan bahan genteng tanah dan semen *portland* sebesar 2% : 1% , 1% : 1% , dan 1% : 2% sebagai *filler* terhadap nilai stabilitas *marshall* campuran lapis aspal beton (laston)?
2. Apakah hasil uji *Marshall* dengan ditambahkan bahan serbuk genteng tanah sebagai *filler* sudah masuk persyaratan Bina Marga 2018?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh dari penambahan *filler* genteng tanah terhadap sement portland.
2. Mengetahui hasil uji *Marshall* dengan ditambahkan serbuk genteng tanah sebagai *filler* dengan persyaratan Bina Marga 2018.

## 1.4 Batas Masalah

Untuk memudahkan pembahasan penulisan, penulis menyatakan

batasan masalah:

1. Bahan pengisi yang digunakan untuk lolos saringan nomor 200 (0,075mm) adalah serbuk genteng tanah dari penggilingan pecahan genteng tanah liat.
2. Lapisan aspal beton AC-WC dari aspal pertamina dengan tingkat penetrasi 60/70.
3. Persyaratan Bina Marga yang digunakan adalah persyaratan Bina Marga 2018.

### **1.5 Manfaat Studi**

Dari Penelitian ini dapat dipetik manfaat ialah:

1. Secara teoritis

Apabila penelitian ini selesai dilakukan, peneliti berharap penelitian ini bisa menjadi referensi kepada peneliti setelahnya dan berkaitan dengan perkerasan atau material perkerasan jalan dan akan menambah pengetahuan ilmiah khususnya di bidang tehnik sipil dengan bahan uji perkerasan jalan.

2. Secara praktik

Hasil dari penelitian ini dapat berupa pemecahan masalah atau penggunaan kembali serbuk genteng tanah yang sebelumnya tidak dimanfaatkan secara optimal. Selain itu, dapat dijadikan sebagai solusi permasalahan yang berkaitan dengan kebutuhan akan inovasi khususnya peningkatan kualitas jalan melalui material alternatif, pemberian ide dan literatur tentang teknologi ini kepada pihak yang berkepentingan (perusahaan konstruksi, Bina Marga) untuk meningkatkan konstruksi jalan raya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Lapisan aspal beton (Laston) adalah lapisan konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat bertahap, yang dicampur secara terus menerus, dihamburkan dan dipadatkan pada temperatur tertentu dan temperatur tinggi (SNI-03-1737-1989).

Studi terkait dengan penelitian ini dilakukan oleh Iman Darmawan. (2003) Hasil penelitian yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Serbuk Genteng Tanah Sebagai *filler* Terhadap Kinerja Campuran HRS WC” menunjukkan bahwa semua campuran HRS WC dengan komposisi *filler* masuk dalam syarat VIM, VMA, stabilitas, *flow* dan marshall qoutient. Dan Index Retention Strength (IRS) ditentukan oleh spesifikasi baru untuk beton aspal campuran panas, edisi Agustus 2001 (terbaru) dari Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah.

Penggunaan *filler* serbuk genteng tanah sebagian atau seluruhnya pada HRS WC meningkatkan kadar aspal yang optimal dibandingkan dengan campuran HRS WC yang hanya menggunakan *filler* abu batu. Hal ini menunjukkan bahwa daya serap bahan *filler* genteng tanah lebih besar daripada daya serap bahan pengisi abu batu. Stabilitas terendah pada saat dicampur dengan 100% pengisi genteng tanah (988,79 kg) dan tertinggi ketika dicampur dengan 100 pengisi batu (1204,35 kg). Sebaliknya *flow* minimum pada campura abu batu 100% (3,025 mm) dan *flow* maksimum pada campuran abu batu 50% + serbuk genteng 50% (4,4 mm). Nilai *flow* campuran pada kadar aspal 7% juga cenderung meningkat seiring dengan penurunan *filler* dan *filer* serbuk genteng tanah secara bertahap meningkat. Hal ini membuktikan bahwa peningkatan *flow* disebabkan oleh penurunan *filler* abu batu, dan peningkatan bertahap *filler* serbuk genteng, juga disebabkan oleh peningkatan kadar aspal. Nilai kepadatan cenderung

menurun saat berkurangnya *filler* pengisi abu batu dan secara bertahap meningkatkan *filler* serbuk genteng tanah. Nilai *density* terendah pada saat dicampurkan dengan 100% *filler* serbuk genteng tanah (2,304 g/cc) dan nilai *density* tertinggi pada saat dicampur dengan *filler* 100% abu batu (2,350 gr/cc). Nilai kepadatan campuran pengisi yang berbeda dengan kadar aspal 7% cenderung menurun dengan penurunan *filler* abu batu dan peningkatan bertahap dalam *filler* serbuk genteng tanah. Hal ini menunjukkan bahwa selain *filler* abu batu berkurang dan bahan pengisi serbuk genteng berangsur-angsur meningkat, sedangkan nilai *density* menurun dengan bertambahnya kadar aspal. Campuran HRS WC dengan komposisi *filler* yang berbeda dapat menahan kerusakan yang disebabkan oleh kerentanan air ( $IRS \geq 85\%$ ).

Dari analisis ini, campuran HRS WC harus digunakan dengan *filler* genteng tanah untuk jalan dengan volume lalu lintas sedang ( $> 0,5$  juta ESA dan  $< 1$  juta ESA).

Penelitian kedua oleh Fauzi Satyagraha (2018) yang berjudul, “Pengaruh Penambahan Limbah Ban Dalam Bekas Kendaraan Dan *Filler* Limbah Karbit Pada Laston (AC-BC) Terhadap Karakteristik Marshall”. Dari penelitian ini penggunaan KAO 6% dengan limbah karbit sebagai bahan pengisi adalah 6%, dan kadar limbah ban dalam bekas adalah 0%, 2%, 3%, dan 4%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan ban karet bekas dan pengisi limbah karbit berpengaruh terhadap karakteristik *Marshall*.

Semakin tinggi persentase ban karet bekas, maka semakin tinggi pula nilai VIM, VMA, Stability, dan MQ. Sedangkan VFA dan *flow* nilai *density* menurun. Penambahan yang paling efektif adalah pada kadar 3% dengan *density* 2,23 g/cc, VIM 6,62%, VMA 14,61%, VFA 54,81%, nilai *flow* 3,23 mm, nilai stabilitas 3071,37 kg, nilai MQ. 954,61 kg/mm. Secara keseluruhan, penambahan ban karet bekas kendaraan dan *filler* limbah karbit terhadap karakteristi sesuai dengan Standar Jalan Raya 2010.

Studi ketiga oleh Pramita (2018), dengan judul “Pengaruh Penambahan Plastik PET (Polyethylene Terephthalate) dan *Filler* Limbah Karbit Pada Laston (AC-BC) Terhadap Karakteristik *Marshall*”. Dalam penelitian ini menggunakan KAO 6% dengan jumlah limbah karbit sebagai *filler* 5%, dan pada jumlah limbah plastik PET 0%, 1%, 1,5%, dan 2%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan plastik PET dan *filler* limbah karbit mempengaruhi nilai karakteristik aspal pada pengujian *Marshall*.

Semakin tinggi kandungan plastik PET, semakin tinggi nilai VIM, VMA, stabilitas, dan MQ. VFA, *flow* dan nilai kepadatan menurun. Penambahan yang paling efektif adalah kepadatan 2,23 gr/cc, nilai VIM 4,82%, nilai VMA 14,58%, nilai VFA 67,18%, *flow* 3,30 mm, nilai stabilitas 3060,42 kg, dan nilai MQ 936,79 kg/mm. Secara keseluruhan, penambahan plastik PET dan *filler* limbah karbit terhadap nilai karakteristik sesuai dengan Standar Bina Marga 2010. Karya terakhir yang mendukung karya penulis Esentia (2014) yang berjudul “Pengaruh Penggantian Sebagian *Filler* Semen Dengan Kombinasi 40% Serbuk Batu Bata dan 60% Abu Cangkang Lokan Pada Campuran *Asphalt Concrete Binder course* (AC-BC)”. Pada penelitian ini, kondisi KAO adalah 6%, 5,75%, 6,5% dengan perbandingan komposisi *filler* 100:0, 50:50, dan 0:100.

Dari hasil pengujian karakteristik *Marshall* disimpulkan nilai stabilitas meningkat seiring dengan perubahan *filler*, dengan nilai stabilitas tertinggi pada komposisi *filler* 0 : 100 (mengandung kapur dan silika tinggi) sebesar 926,545 kg dan nilai (VIM) yang kecil sebesar 3,226%.

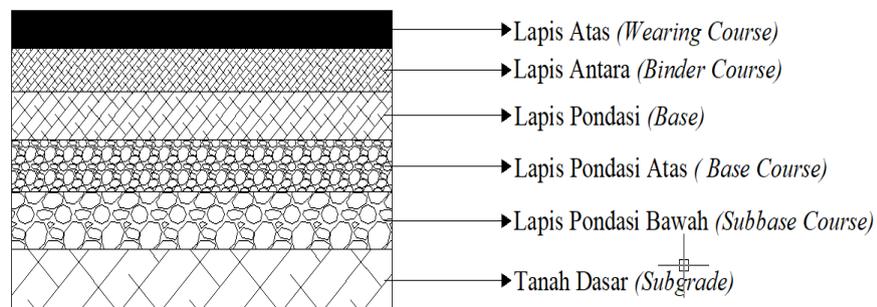
## **2.2 Landasan Teori**

### **2.2.1 Perkerasan Jalan**

Menurut Sukirman (2003), perkerasan jalan adalah lapisan perkerasan yang ditempatkan di antara dasar jalan dan roda kendaraan, yang berfungsi untuk memberikan pelayanan angkutan dan diharapkan tidak menimbulkan kerusakan yang berarti selama masa pakai yang jarang terjadi.

Menurut Sukirman (1999), berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi:

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu konstruksi perkerasan jalan dengan menggunakan aspal sebagai pengikatnya. Lapisan jalan dimaksudkan untuk memikul beban lalu lintas dan menyebarkannya ke dalam tanah di bawahnya. Struktur perkerasan jalan lentur dibangun berlapis-lapis dan terdiri dari lapisan atas (*surface course*) yaitu lapisan aus dan lapisan tengah. Lapisan bawah adalah lapisan pondasi, yang terdiri dari pondasi atas (*base course*) dan pondasi bawah (*subbase course*). Lapisan ini ditempatkan di atas lapisan tanah yang dipadatkan. Setiap elemen atas, termasuk tanah dasar menanggung beban lalu lintas bersama-sama. Ketebalan struktur jalan diatur sedemikian rupa sehingga daya dukung beban bangunan bawah sehubungan dengan beban lalu lintas dan ketebalan struktur jalan sangat tergantung pada kondisi dan daya dukung beban bangunan bawah. Struktur perkerasan keras adalah perkerasan yang menggunakan semen portland sebagai bahan pengikatnya. Pelat beton, dengan atau tanpa tulangan, ditempatkan di tanah di bawahnya dengan atau tanpa lapisan dasar. Beban lalu lintas terutama dipikul oleh pelat beton.
2. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu kombinasi antara perkerasan kaku dengan perkerasan lentur yang dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.



Gambar 2.1 Lapisan perkerasan lentur  
(Sumber: Sukirman, 1999)

### 2.2.2 Lapis Aspal Beton (Laston)

Menurut Petunjuk Teknis Badan Jalan Umum (1987) No. 13/PT/B/1987, lapisan aspal beton (ruston) adalah lapisan konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat, dengan gradasi menerus dan spesifik. Panas pada suhu dan dicampur, tersebar dan dikompresi.

Sesuai spesifikasi Ditjen Bina Marga (2010), Laston (AC) memiliki tiga campuran Laston Lapis Aus (ACWC), Laston Lapis Aus (ACBC), dan Laston Lapis Foundation (ACBase), dan ukuran maksimal setiap campuran terdiri dari. Agregatnya adalah 19mm, 25.4mm dan 37.5mm. Semua jenis campuran AC yang menggunakan aspal reforming dengan aspal alam disebut reforming ACWC, reforming ACBC, dan reforming ACBase.

#### a. AC WC (Asphalt Concrete Wearing Course)

*Asphalt concrete-wearing course* adalah lapisan dari tiga macam campuran lapis aspal beton yaitu AC-WC, AC-BC, dan AC-Base yang terletak dibagian permukaan dan digunakan sebagai lapisan permukaan. Lapisan ini merupakan lapisan yang bersentuhan langsung dengan roda kendaraan, sehingga harus memiliki permukaan yang rata, nyaman dan elastisitas yang tinggi.

#### b. AC BC (Asphalt Concrete Binder Course)

Kursus pengikat beton aspal adalah lapisan perkerasan yang diapit antara lapisan atas (ACWC) dan lapisan bawah (ACBase). Lapisan ACBC ini membantu melakukan atau mentransfer beban yang diserap ke lapisan di bawahnya atau di bawahnya. Lapisan ini tidak berhubungan langsung dengan cuaca, tetapi harus cukup tebal dan kaku untuk mengurangi tegangan dan regangan lapisan di bawahnya, dasar jalan dan beban lalu lintas yang diteruskan ke dasar jalan. Sifat terpenting dari campuran lapisan ACBC ini adalah stabilitas

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

Basis beton aspal terdiri dari lapis dari lapis perkerasan di bawah lapis ACBC dan di atas lapis pondasi. Lapisan ini membantu untuk

mendukung atau menerima beban kendaraan dari lapisan ACBC, yang ditransfer ke lapisan substruktur. Di bawah ini adalah peraturan properti campuran ACWC, ACBC, dan ACBase berdasarkan Spesifikasi Jalan Raya 2018.

Tabel 2.1. Ketentuan sifat campuran laston yang dimodifikasi (AC Modified)

Sifat-sifat campuran		Lapis aspal beton (laston)		
		Lapis aus	Lapis antara	Pondasi
Jumlah tumbukan per bidang		75		112
Rasio partikel lolos ayakan 0,075mm dengan kadar aspal efektif	Min	1,0		
	Mak	1,4		
Rongga dalam campuran (%)	Min	3,0		
	Mak	5,0		
Rongga dalam agregat (%)	Min	15	14	13
Rongga terisi aspal (%)	Min	65	65	65
Stabilitas <i>marshall</i> (kg)	Min	1000		2250
Pelelehan (mm)	Min	2		3
	Mak	4		6
Stabilitas <i>Marshall</i> sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min	90		
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal	Min	2		

Stabilitas dinamis, lintasan/mm	Min	2500
------------------------------------	-----	------

(Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 divisi 6 revisi 3 perkerasan aspal tabel 6.3.3 (1d))

Menurut (Sukirman, 2003) ada terdapat tujuh karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh beton aspal yakni sebagai berikut:

- a. Stabilitas adalah kekuatan campuran aspal, yang dapat menahan deformasi akibat beban berulang yang konstan tanpa runtuh (aliran plastis). Jalan dengan lalu lintas padat dan sebagian besar kendaraan berat membutuhkan stabilitas yang lebih tinggi daripada jalan dengan lalu lintas padat yang hanya terdiri dari mobil penumpang. Stabilitas dihasilkan dari geser antar partikel, penguncian antar partikel, dan agregasi lapisan aspal yang baik. Oleh karena itu, stabilitas yang tinggi dapat dicapai, antara lain, dengan mencoba menggunakan agregat yang cukup miring, agregat padat dan agregat mineral (VMA) dengan rongga kecil. Namun, jika VMA kecil, aspal tidak akan menutupi agregat dengan baik dan penggunaan aspal yang banyak akan menyebabkan bleeding.
- b. Keawetan adalah kemampuan suatu campuran aspal untuk menahan pelapukan, air, perubahan suhu, dan keausan yang disebabkan oleh gesekan roda kendaraan. Keawetan beton aspal dipengaruhi oleh ketebalan lapisan aspal atau perkerasan, jumlah pori-pori dalam campuran, densitas dan kedap air campuran. Besarnya pori-pori yang tertinggal dalam campuran setelah pemadatan mengurangi durabilitas beton aspal. Semakin besar pori-pori yang tersisa, semakin sedikit kedap air beton aspal, semakin banyak udara yang dimilikinya, dan semakin banyak udara yang mengoksidasi perkerasan aspal, sehingga lebih rapuh dan kurang tahan lama. Sebuah rongga kecil diperlukan dalam campuran untuk mencapai resistensi yang tinggi. Ini karena udara hampir tidak (atau sama sekali) masuk ke dalam campuran,

yang dapat menyebabkan penggetasan. VMA yang besar juga diperlukan agar aspal dapat menutupi agregat dengan lebih baik.

- c. Fleksibilitas adalah kemampuan suatu lapisan untuk mengikuti deformasi yang diakibatkan oleh beban lalu lintas berulang tanpa mengalami retak fatik atau penurunan muka tanah akibat berat timbunan yang dibuat di dalam tanah aslinya. Fleksibilitas tinggi membutuhkan penggunaan VMA besar, VIM kecil, dan aspal permeabel, atau penggunaan agregat kelas terbuka.
- d. Ketahanan slip adalah kemampuan untuk memberikan permukaan kasar yang cukup untuk mencegah perkerasan aspal tergelincir baik pada permukaan basah maupun kering. Faktor-faktor untuk memperoleh kekasaran jalan sama dengan faktor-faktor untuk memperoleh stabilitas yang tinggi: kekasaran permukaan partikel agregat, luas kontak antar partikel atau bentuk partikel, gradasi agregat, densitas campuran. .. , Dan ketebalan film aspal. Ukuran partikel maksimum agregat juga menentukan kekasaran permukaan. Untuk mencapai viskositas tinggi, perlu menggunakan kadar aspal yang sesuai untuk menghindari pendarahan dan menggunakan agregat kasar yang cukup.
- e. Kedap air (impermeable) adalah kemampuan beton aspal untuk mencegah air dan udara menembus lapisan beton aspal. Air dan udara dapat mempercepat proses penuaan aspal dan memisahkan perkerasan aspal dari permukaan batuan. Banyaknya pori-pori yang tersisa setelah beton aspal dipadatkan merupakan indikator kedap air dari campuran tersebut, dan tingkat kedap air beton aspal berbanding terbalik dengan durabilitasnya.
- f. Kekuatan leleh (fatigue resistance) yaitu kemampuan aspal beton untuk menahan beban berulang tanpa mengalami kelelahan berupa retak atau rutting.
- g. Workability adalah kemudahan dalam mengolah campuran aspal. Faktor-faktor yang mempengaruhi workability antara lain grading

yang mudah diolah dengan kadar agregat yang baik, dan kandungan filler yang sulit diolah karena kandungan filler yang tinggi.

### 2.2.3 Bahan Penyusun Campuran Aspal Beton

Komponen campuran aspal dan beton adalah agregat halus, agregat kasar, aspal dan filler. Saat merancang perkerasan, analisis parameter desain berfokus pada komposisi campuran aspal dan beton. Salah satu parameter kekuatan konstruksi jalan adalah dalam pemilihan bahan bangunan yang tepat (Saodang, 2005). Berikut ini adalah penjelasan dari masing-masing komponen yang membentuk campuran aspal beton.

#### 1. Aspal

Aspal adalah bahan termoplastik yang mengeras atau menjadi lebih kental pada suhu yang lebih rendah dan melunak atau menjadi lebih cair pada suhu yang lebih tinggi. Sifat ini, yang disebut kepekaan terhadap perubahan suhu, dipengaruhi oleh komposisi kimia aspal, tetapi mungkin memiliki nilai penetrasi atau viskositas yang sama pada suhu tertentu. Selain agregat, aspal merupakan bahan pembentuk campuran permukaan jalan (Sukirman, 2003).

Aspal bersifat termoplastik pada suhu ruang, sehingga ketika dipanaskan sampai suhu tertentu, aspal mencair dan membeku kembali ketika suhu turun. Jumlah aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4-10% dalam berat campuran dan 10-15% berdasarkan volume campuran (Sukirman, 2003).

Aspal adalah unsur hidrokarbon yang sangat kompleks, dan sangat sulit untuk memisahkan molekul-molekul penyusun aspal. Juga, setiap sumur menghasilkan komposisi molekul yang berbeda. Komposisi aspal terdiri dari aspal dan metana. Asphaltene adalah zat hitam atau coklat tua yang tidak larut dalam heptana. Marten larut dalam heptana, cairan kental yang terbuat dari resin dan minyak. Pitch adalah cairan berwarna kuning tua atau coklat tua yang memberikan daya rekat pada aspal. Aspal merupakan bagian yang mudah hilang atau rusak selama umur jalan (Sukirman, 1999). Aspal yang digunakan

sebagai bahan paving memiliki fungsi sebagai berikut:

- a. Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara sesama aspal.
- b. Bahan pengisi, mengisi rongga antar butir agregat dan pori-pori yang ada didalam butir agregat itu sendiri.

Aspal yang digunakan untuk bahan perkerasan jalan terdiri beberapa jenis (Saodang, 2005):

a. Aspal alam

Aspal alam terbentuk ketika deposit minyak bumi di dalam bumi disuling secara alami. Aspal ini dapat muncul melalui retakan/retak di permukaan bumi. Ketika aspal muncul ke permukaan dalam bentuk lembah-lembah, maka terciptalah endapan alami dari aspal yang dikenal sebagai aspal laut. Sebaliknya, aspal yang muncul di permukaan bumi dan menembus batuan berpori membentuk aspal pegunungan. Indonesia memiliki aspal alam yang disebut aspal batu buton atau aspal. Aspal alam ini terbentuk dari aliran minyak melalui celah-celah kerak. Setelah minyak menguap, aspal menempel pada batuan yang bersilangan.

b. Aspal minyak (petroleum asphalt)

Bentuk padat atau semi padat sebagai prekursor bitumen yang diperoleh dari eksplorasi minyak bumi. Aspal minyak dapat dibagi sebagai berikut.

1) Aspal keras-panas (asphaltic-cement, AC)

Aspal ini padat pada suhu kamar. Di Indonesia, semen aspal dicirikan oleh nilai penetrasinya. Misalnya AC dengan permeabilitas 40/50, 60/70, 85/100. Aspal permeabilitas rendah digunakan di daerah panas dan lalu lintas tinggi, dan aspal permeabilitas tinggi digunakan di daerah dingin. Digunakan dalam prakiraan cuaca atau area lalu lintas.

2) Aspal dingin-cair (cut-back asphalt)

Aspal digunakan dalam kondisi cair dan dingin. Aspal

dingin adalah campuran pabrik dari aspal panas dan pengencer dari penyulingan minyak bumi.

### 3) Aspal emulsi (emulsion asphalt)

Ini disediakan dalam bentuk emulsi dan dapat digunakan dingin. Ada dua jenis emulsi: aspal emulsi asam (kationik), yang merupakan emulsi arus positif, dan aspal emulsi alkali (anionik), yang merupakan emulsi arus negatif.

## 2. Agregat

Menurut ASTM 1995 (Waani, 2013), batuan didefinisikan sebagai suatu material yang tersusun dari mineral padat berupa bongkahan besar atau debris. Ada dua jenis agregat, agregat alam dan agregat buatan, berdasarkan proses pembentukannya. Agregat alam dibagi lagi menjadi batuan sedimen, batuan beku dan batuan metamorf berdasarkan proses pembentukannya. Setelah diproses, agregat dibagi menjadi agregat alami dan buatan.

Selain itu agregat juga dibagi berdasarkan ukuran butirannya menurut Bina Marga Tahun 2018 yaitu:

### a. Agregat kasar

Agregat kasar memiliki partikel yang tajam, kuat dan keras. Selamanya, itu tidak akan rusak atau hancur oleh cuaca. Agregat kasar harus mengandung tidak lebih dari 1% lanau (fraksi yang lolos saringan 0,060 mm) dan kemudian kerikil harus dicuci. Tidak boleh mengandung zat organik atau basa yang dapat merusak beton. Fraksi yang terlalu besar dari versi campuran yang tertahan pada saringan #4 (4,75 mm) harus memiliki distribusi ukuran (gradasi) yang sesuai untuk mengurangi rongga.

Agregat kasar yang baik tidak mengandung garam. Agregat kasar ini memiliki ketahanan slip yang tinggi untuk membuat perkerasan lebih stabil dan untuk menjamin keselamatan lalu lintas. Bentuk agregat kasar yang bulat memudahkan proses kompresi tetapi kurang stabil, sedangkan agregat yang tersudut lebih sulit untuk

dipadatkan tetapi lebih stabil.

Tabel 2.2. Ketentuan pengujian agregat kasar

Pengujian		Standar	Nilai (%)
Kekekalan bentuk Agregat terhadap larutan	Natrium sulfat	SNI	Maks. 12
	Magnesium sulfat	3407:2008	Maks. 18
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC	100 Putaran	Maks. 6
	Modifikasi	500 Putaran	Maks. 30
	Campuran aspal bergradasi	100 Putaran	SNI 2417:2008
	lain	500 Putaran	Maks. 8
Kelakatan agregat terhadap aspal		SNI 2439:2011	Min. 95
Butir pecah pada agregat kasar		SNI 7619:2012	95/90
Partikel pipih dan lonjong		ASTM D4791	Maks. 10
Material lolos ayakan No. 200		SNI 03-4142-1996	Maks. 2

Sumber: Spesifikasi umum Bina Marga 2018 divisi 6 revisi 3 perkerasan aspal tabel 6.3.2 (1a))

b. Agregat halus

Agregat halus berasal dari bahan mentah apapun harus berupa pasir atau abu batu dan harus lolos saringan no.4 (4,75 mm). Agregat halus tidak boleh kotor, bahan keras yang tidak mengandung tanah liat atau bahan lain yang diinginkan.

Tabel 2.3. Spesifikasi pengujian agregat halus

Pengujian	Standar	Nilai (%)
Nilai setara pasir	SNI 03-4428- 1997	Min. 60
Angularitas dengan uji kadar rongga	SNI 03-6877- 2002	Min. 45
Gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat	SNI 03-4141- 1996	Maks. 1
Agregat lolos ayakan No. 200	SNI ASTM C117:2012	Maks. 10

(Sumber: Spesifikasi umum Bina Marga 2018 divisi 6 revisi 3 perkerasanaspal tabel 6.3.2. (2))

c. Bahan pengisi atau *filler*

*Filler* adalah material berbutir halus yang lolos saringan nomor 200 (0,075 mm) dan berfungsi sebagai bahan pengisi dalam lapisan aspal. *Filler* yang akan ditambahkan harus kering dan tidak menggumpal dan jika diuji dengan pengayakan sesuai SNI 03-1968-1990 harus mengandung bahan yang lolos ayakan No.200 (75 micron) tidak kurang dari 75% terhadap beratnya.

2.2.4 Gradasi Agregat

Gradasi adalah penempatan partikel agregat berdasarkan ukuran. Ukuran partikel agregat dapat diperoleh dengan penelitian analisis pengayakan (Sukirman, 2003). Grading agregat menentukan ukuran rongga atau pori-pori yang dapat terjadi pada agregat campuran.

Agregat campuran dengan ukuran yang sama bersifat berlubang atau sangat berpori karena tidak ada agregat kecil yang dapat mengisi rongga yang dihasilkan. Sebaliknya, jika campuran agregat terdistribusi secara merata dari agregat besar ke kecil, rongga pori-pori akan lebih sedikit. Hal ini dikarenakan rongga-rongga yang terbentuk akibat penempatan agregat besar terisi oleh agregat kecil.

Gradasi agregat ditentukan dengan analisis pengayakan dan gradasi agregat dinyatakan sebagai persen berat dari setiap sampel yang melewati saringan tertentu. Persentase ini ditentukan dengan melewati setiap saringan atau menimbang agregat yang tertahan pada setiap saringan. Gradasi agregat dapat dikategorikan sebagai berikut:

1. Gradasi seragam (*uniform graded*)

Gradasi seragam adalah tentang ukuran agregat. Perataan seragam juga dikenal sebagai perataan terbuka, yang hanya mengandung sedikit agregat halus. Oleh karena itu, ada banyak celah atau rongga antara agregat. Campuran aspal yang diproduksi di kelas ini berpori atau sangat permeabel, kurang stabil dan kurang padat.

2. Gradasi rapat (*dense graded*)

Gradien padat sering disebut sebagai gradien kontinu atau tepat karena merupakan gradien agregat dengan partikel dari agregat kasar ke agregat halus. Campuran gradien ini sangat stabil, kedap air dan memiliki densitas curah yang tinggi.

3. Gradasi senjang (*gap graded*)

Gradien celah adalah gradien agregat di mana ukuran agregat tidak lengkap, agregat tidak ada, atau hanya ada sedikit.

Menurut spesifikasi umum yang dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum, Administrasi Jalan Revisi 3 2010, gradasi total campuran aspal dan beton tergantung pada jenis perkerasan. Berikut ini adalah kombinasi gradasi agregat campuran aspal tipe Lastton

Tabel 2.4. Amplop gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos Laston (AC)		
(Inch)	(mm)	AC-WC	AC-BC	AC-Base
1 ½"	37,5	-	-	100
1"	25	-	100	90-100
¾"	19	100	90-100	76-90
½"	12,5	90-100	75-90	60-78
3/8"	9,5	77-90	66-82	52-71
No. 4	4,75	53-69	46-64	35-54
No. 8	2,36	33-53	30-49	23-41
No. 16	1,18	21-40	18-38	13-30
No. 30	0,6	14-30	12-28	10-22
No. 50	0,3	9-22	7-20	6-15
No. 100	0,15	6-15	5-13	4-10
No. 200	0,075	4-9	4-8	3-7

(Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 divisi 6 revisi 3 perkerasan aspal tabel 6.3.2 (3))

### 2.2.5 Genteng Tanah

Genteng merupakan bahan bangunan yang digunakan sebagai penutup atap. Tanah liat adalah bahan baku dari genteng dimana tanah liat itu dibakar (genteng keramik) atau dengan cara lain misalnya, dari campuran semen Portland, pasir, dan air yang di cetak dan sesudah itu dibiarkan mengeras ([http://digilib.petra.ac.id/ads-cgi/viewer.pl/jiunkpe/s1/sip4/2002/jiunkpe-ns-s1-2002-21497158-1188-tanah merah-chapter2.pdf](http://digilib.petra.ac.id/ads-cgi/viewer.pl/jiunkpe/s1/sip4/2002/jiunkpe-ns-s1-2002-21497158-1188-tanah%20merah-chapter2.pdf)).

Definisi genteng tanah dalam bahasa buku (KBBI) disebut “genteng” merupakan komponen dari konstruksi atap rumah atau bangunan yang terbuat dari tanah liat.

Banyak literatur yang menggunakan genteng tanah sebagai *filler* untuk penelitian perkerasan jalan ataupun untuk keperluan konstruksi bangunan beton karena bersifat keras dan kuat terhadap tekan. Genteng tanah mengandung  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  lebih dari 70% sehingga tergolong sebagai *pozzolan* aktif (Widodo, 2004).

#### 2.2.6 Semen Portland

Semen portland dibuat menjadi bubuk setelah mencampur mineral seperti batu kapur (limestone) dalam tungku pembakaran dan pembakaran. Ketika dicampur dengan air, reaksi kimianya mengeraskan bubuk dan membentuk ikatan yang kuat (Putrowijoyo, 2006).

Menurut SNI 1520492004, Semen portland adalah semen hidrolis yang dibuat dengan cara menghancurkan terak semen portland, yang terutama tersusun dari kalsium silikat hidraulik dan ditambahkan berupa satu atau lebih senyawa kristal kalsium sulfat. Komposisi kimia semen Portland ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 2.5. Komposisi semen Portland

No.	Oksidasi	Lambang	Kode	Presentase
1.	Calcium Oxide	CaO	C	60-65
2.	Magnesium Oxide	MgO	M	0-5
3.	Alumunium Oxide	$\text{Al}_2\text{O}_3$	A	4-8
4.	Ferrie Oxide	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	F	2-5

5.	Silicon Oxide	SiO <sub>2</sub>	S	20-24
6.	Sulfur Oxide	SI <sub>3</sub>	S	1-3

(Sumber: Putrowijoyo, 2006)

Faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton juga bisa dipengaruhi oleh jenis semen *portland*. Untuk itu, Ada juga harus tahu jenis semen *portland* yang terstandarisasi di Indonesia. Menurut SNI 1520492004, semen portland dibedakan menjadi lima jenis.

1. Tipe I - *Ordinary Portland Cement*

Semen yang tidak memerlukan persyaratan khusus (panas hidrasi, ketahanan terhadap sulfat, kekuatan awal) yakni semen yang biasa dipakai.

2. Tipe II - *Moderate Sulphate Cement*

Semen beton yang mempunyai hidrasi sedang dengan ketahanan sedang.

3. Tipe III - *High Early Strength Cement*

Semen dengan kecepatan mengeras yang tinggi atau biasa disebut semen dengan kekuatan awal tinggi.

4. Tipe IV - *Low Heat of Hydration Cement*

Semen dengan kecepatan mengeras rendah atau biasa disebut semen dengan kekuatan awal rendah.

5. Tipe V - *High Sulphate Resistance Cement*

Semen dengan ketahanan tinggi terhadap kadar sulfat.

2.2.7 Metode Pengujian *Marshall*

Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode *Marshall*. Konsep pengujian *Marshall test* dikembangkan oleh Bruce Marshall, seorang insiyur perkerasan pada Mississippi State Highway. Pada tahun 1948 US Cops of Engineering meningkatkan dan menambah beberapa standar pada prosedurtesnya, terutama standar rancangan campuran. Sejak itu, tes ini banyak diadopsi oleh berbagai organisasi dan pemerintahan di banyak negara, dengan beberapa perubahan pada prosedur dan interpretasi

hasil. Untuk mendapatkan mutu beton aspal yang baik perlu memperhatikan karakteristik campuran beton aspal pada saat merencanakan campuran. Menurut Petunjuk Teknis No. 025/T/BM/1999 Badan Pengatur Jalan Umum (1999), kinerja campuran aspal ditentukan oleh volumetrik campuran (padat) yang terdiri dari:

1. Berat jenis *bulk* dari total agregat

Dari semua agregat dan sebagian bahan pengisi (*filler*) memiliki berat jenis yang berbeda, Untuk menentukan berat jenis bulk ( $G_{sbtotal}$ ) adalah:

$$G_{sbtotal} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_{sb1}} + \frac{P_2}{G_{sb2}} + \frac{P_3}{G_{sb3}} + \frac{P_n}{G_{sbn}}} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan:

- $G_{sbtotal}$  : Berat jenis *bulk* agregat gabungan, (gr/cc)
- $P_1, P_2, P_3$  : Persentase berat dari masing-masing agregat, (%)
- $G_{sb1}, G_{sb2}, G_{sb3}$  : Berat jenis *bulk* masing-masing agregat (gr/cc)

2. Berat jenis semu dari total agregat

Berikut adalah rumus untuk mencari nilai dari berat jenis semu:

$$G_{satotal} = \frac{p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n}{\frac{p_1}{G_{sa1}} + \frac{p_2}{G_{sa2}} + \frac{p_3}{G_{sa3}} + \frac{p_n}{G_{san}}} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dengan:

- $G_{satotal}$  : Berat jenis semu agregat gabungan, (gr/cc)
- $P_1, P_2, P_3$  : Persentase berat dari masing-masing agregat, (%)
- $G_{sa1}, G_{sa2}, G_{sa3}$  : Berat jenis semu masing-masing agregat, (gr/cc)

3. Berat jenis efektif agregat

Berat jenis efektif total agregat, partikel-partikel yang ada dalam rongga agregat dan menyerap aspal, rumus yang digunakan untuk mencari nilai berat jenis efektif adalah:

$$G_{se} = \frac{G_{sb} + G_{sa}}{2} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dengan:

- $G_{se}$  : Berat jenis efektif total agregat, (gr/cc)

$Gsb$  : Berat jenis bulk agregat gabungan, (gr/cc)

$Gsa$  : Berat jenis semu masing-masing agregat, (gr/cc)

4. Berat jenis maksimum campuran

Dalam mencari rongga udara dalam campuran diperlukan mengetahui berat jenis maksimum campuran. Apabila Akurasi hasil pengujian mendekati kadar aspal optimum maka nilai tersebut adalah nilai terbaik. Untuk mencari nilai dari berat maksimum campuran adalah:

$$Gmm = \frac{Pmm}{\frac{Ps}{Gse} + \frac{Pb}{Gsb}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dengan:

$Gmm$  : Berat jenis maksimum campuran, (gr/cc)

$Pmm$  : Persentase berat total campuran, (=100)

$Ps$  : Persentase kadar agregat terhadap berat totalcampuran, (%)

$Pb$  : Persentase kadar aspal terhadap berat totalcampuran, (%)

$Gse$  : Berat jenis efektif total agregat, (gr/cc)

$Gsb$  : Berat jenis *bulk* agregat gabungan, (gr/cc)

5. Berat jenis *bulk* campuran padat

Rumus yang digunakan untuk mencari berat jenis *bulk* campuran padat sebagai berikut:

$$Gmb = \frac{Wa}{Vbulk} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dengan:

$Gmb$  : Berat jenis *bulk* campuran setelah pemadatan,(gr/cc)

$Vbulk$  : Volume campuran setelah pemadatan, (cc)

$Wa$  : Berat diudara, (gr)

6. Kepadatan (*density*)

Kepadatan (*density*) adalah kepadatan campuran ketika sudah dipadatkan. Untuk mendapatkan nilai kepadatan Nilai kepadatan (*density*)bisa dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Kepadatan} = \frac{W_m}{(W_{mssd} - W_{mpw})} \dots \dots \dots (2.6)$$

Dengan:

$W_m$  : Berat benda uji setelah dipadatkan, (gr)

$W_{mssd}$  : Berat benda uji ssd setelah dipadatkan, (gr)

$W_{mpw}$  : Berat benda uji dalam air setelah dipadatkan, (gr)

7. Pelelehan (*flow*)

Pelelehan (*flow*) merupakan tingkat kelelehan campuran ketika diuji dalam keadaan suhu ekstrim yaitu 60°C. Karena tidak adanya alat *flow* meter di laboratorium, maka nilai *flow* mendapat hasil dari mengurangi rata-rata diameter awal benda uji sebelum pengujian dengan rata-rata diameter benda uji setelah pengujian.

8. Stabilitas

Nilai stabilitas benda uji didapatkan dari pembacaan arloji stabilitas pada saat pengujian menggunakan alat *Marshall*. Setelah itu dicocokkan dengan angka kalibrasi *proving ring* dengan satuan lbs atau kilogram, tetapi masih perlu dikoreksi dengan faktor koreksi ketebalan benda uji. Rumus untuk mencari nilai stabilitas adalah:

$$S = p \times q \dots \dots \dots (2.11)$$

Dengan:

$S$  : Nilai stabilitas, (kg)

$p$  : Pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat

$q$  : Angka koreksi tebal benda uji

Tabel 2.6. Faktor Koreksi Stabilitas

Isi Benda Uji (cm <sup>3</sup> )	Tebal Benda Uji (mm)	Angka Koreksi
200-213	25,4	5,56
214-225	27,0	5,00
226-237	28,6	4,55
238-250	30,2	4,17

251-264	31,8	3,85
265-276	33,3	3,57
277-289	34,9	3,33
290-301	36,5	3,03
302-316	38,1	2,78
317-328	39,7	2,50
329-340	41,3	2,27
341-353	42,9	2,08
354-367	44,4	1,92
368-379	46,0	1,79
380-392	47,6	1,67
393-405	49,2	1,56
406-420	50,8	1,47
421-431	52,4	1,39
432-443	54,0	1,32
444-456	55,6	1,25
457-470	57,2	1,19
471-482	58,7	1,14
483-495	60,3	1,09
496-508	61,9	1,04
509-522	63,5	1,00
523-535	65,1	0,96
536-546	66,7	0,93

547-559	68,3	0,89
560-573	69,9	0,86
574-585	71,4	0,83
586-598	73,0	0,81
599-610	74,6	0,78
611-625	76,2	0,76

(Sumber: SNI 06-2489-1991)

9. *Marshall quotient (MQ)*

*Marshall quotient (MQ)* adalah hasil pembagian stabilitas dan *flow*. Untuk mencari nilai MQ menggunakan rumus:

$$MQ = \frac{S}{F} \dots\dots\dots(2.12)$$

Dengan:

MQ : Nilai *marshall quotient*, (kg/mm)

*S* : Nilai stabilitas, (kg)

*F* : Nilai *flow*, (mm)

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu metode yang dilakukan dengan melakukan kegiatan eksperimen dan memperoleh data. Data tersebut diolah untuk mendapatkan suatu hasil perbandingan dengan kondisi yang ada. Penelitian ini dapat dilakukan didalam maupun diluar laboratorium. Penelitian eksperimen ini dilakukan di Balai Penelitian Jalan Raya Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Nusa Tenggara Barat. Secara umum tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari penambahan *filler* semen *portland* dan *filler* serbuk genteng tanah terhadap nilai dari stabilitas *Marshall*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Marshall*. Dibuat benda uji sebanyak 9 buah, semua benda uji ditambahkan serbuk genteng tanah dengan campuran semen portland persentase 1:1%, 1:2% dan 2:1% masing-masing 3 variasi.

#### 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dan uji coba dimulai tanggal 16 Desember 2021 sampai dengan tanggal 2 Januari 2022. Penelitian dilaksanakan di Balai Pengujian Material Konstruksi Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang Provinsi Nusa Tenggara Barat. Dan jadwal pelaksanaan penelitian pada **Tabel 3.1** :

**Tabel 3.1** Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Bulan	Desember			Januari
Pekan	2	3	4	1
Persiapan alat dan bahan				
Pemeriksaan Bahan				
Pemeriksaan 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 eksperimen yang dilakukan sendiri dengan mengacu pada petunjuk manual yang ada seperti mengadakan penelitian atau pengujian secara langsung. Data primer dalam penelitian ini adalah data penelitian hasil pengujian yang meliputi *volumerik* benda uji, hasil uji *Marshall*, mencari kadar aspal optimum dan hasil pengujian kadar aspal efektif.

#### 2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari hasil penelitian sebelumnya atau yang dilakukan dan masih relevan dengan penelitian. 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 Penelitian

Alat penelitian yaitu item yang dirancang untuk membantu dalam melakukan proses penelitian. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

#### 1. Alat pengujian agregat

##### a. Satu set alat pengujian gradasi

Satu set saringan adalah saringan dengan ukuran 25 mm (1"); 19,1 mm (3/4"); 12,5 mm (1/2"); 9,5 mm (3/8"); 4,75 mm (No. 4); 2,36 mm (No. 8); 1,18 mm (No. 16); 0,600 mm (No. 30); 0,300 mm

(No. 50); 0,150 mm (No. 100); 0,075 mm (No. 200). Semua saringan disusun secara berurutan mulai dari yang ukuran terbesar di posisi paling atas dan terkecil di posisi paling bawah.

b. Satu set alat pengujian berat jenis dan penyerapan

Satu set alat pengujian berat jenis dan penyerapan berupa oven, timbangan, piring seng, alat uji SSD (saturated surface dry) dan gelas ukur.

2. Alat pengujian aspal

Alat yang digunakan untuk menguji aspal antara berbagai alat untuk pengujian berat jenis aspal, pengujian penetrasi, pengujian titik nyala, dan bakar, serta satu set titik lembek.

a. Alat-alat pengujian berat jenis aspal

Alat-alat yang digunakan dalam pengujian berat jenis aspal meliputi sebagai berikut:

1) Neraca *o'hauss*

Neraca *o'hauss* adalah alat mengukur massa suatu benda dengan ketelitian 0,01 gram. Prinsip kerja neraca ini hanyalah membandingkan massa benda yang akan diukur dengan beratnya.



Gambar 3.1. Neraca *o'hauss*

2) *Piknometer* labu

*Piknometer* labu adalah wadah kaca oval dengan tanda pembatasan air yang digunakan untuk mengukur berat jenis aspal.



Gambar 3.2. *Piknometer* labu

b. Alat-alat pengujian penetrasi aspal

Alat yang digunakan dalam pengujian penetrasi aspal meliputi sebagai berikut:

1) *Stopwatch*

*Stopwatch* berfungsi untuk menghitung waktu lamanya proses penetrasi.



Gambar 3.3. *Stopwatch*

2) Penetrometer

Penetrometer merupakan benda yang dipakai dalam menguji penetrasi aspal. Beberapa alat ini memiliki jarum yang dipakai untuk menekan aspal padat untuk mengetahui nilai penetrasinya. Untuk mengetahui nilai penetrasi aspal, tombol disebelah atas jarum ditekan supaya jarum dapat menekan aspal. Pada bagian atas akan keluar nilai penetrasi dan diperlihatkan oleh jarum penunjuk angka. Penetrometer bisa melepaskan pegangan jarum supaya bisa bergerak

keatas atau kebawah tanpa ada gesekan dan menunjukkan kedalaman terdekat jarum yang masuk sampai 0,1 mm. Dalam keperluan pengecekan berat pemegang jarum harus mudah dilepas. Untuk memastikan posisi jarum tegak ( $90^\circ$ ) harus dilengkapi dengan waterpass dan sesuai dengan ketentuan yang diinginkan (SNI 06-2456-1991).



Gambar 3.4. Penetrometer

### 3) Jarum penetrasi

Jarum penetrasi terbuat dari *stainless steel* dan bahan yang kuat, Grade 440-C atau yang setara, HRC 54 sampai 60. Jarum normal memiliki panjang sekitar 50 mm sedangkan jarum panjang memiliki panjang sekitar 60 mm (2,4 inch). Diameter jarum antara 1,00 mm sampai dengan 1,02 mm. Ujung jarum berbentuk kerucut terpancung dengan sudut antara  $8,7^\circ$  dan  $9,7^\circ$ . Ujung jarum agar terletak satu garis dengan permukaan yang lurus tidak boleh melebihi 0,2 mm.

Diameter ujung kerucut terpancung 0,14 mm sampai 0,16 mm dan terpusat terhadap sumbu jarum. Ujung jarum harus runcing, tajam dan halus. Panjang bagian jarum standar yang tampak harus antara 40 sampai 45 mm sedangkan untuk jarum panjang antara 50 mm hingga 55 mm (1,97 inch hingga 2,17 inch). Berat jarum harus 2,50 gram  $\pm 0,05$  gram. Jarum penetrasi yang akan digunakan untuk pengujian mutuaspal harus memenuhi kriteria tersebut diatas disertai

dengan hasil pengujian dari pihak yang berwenang (SNI 06-2456-1991).



Gambar 3.5. Jarum penetrasi

#### 4) Cawan

Cawan dipakai untuk tempat aspal padat. Dalam SNI-2456-2011:3, cawan berbentuk silinder dan terbuat dari logam atau gelas.



Gambar 3.6. Cawan

#### c. Alat-alat pengujian titik lembek aspal

Alat yang dipakai untuk pengujian titik lembek aspal meliputi sebagai berikut:

##### 1) Termometer

Termometer merupakan alat untuk mengukur suhu. Dalam pengujian ini, termometer dipakai untuk mengukur suhu aspal yang akan diuji titik lembeknya.



Gambar 3.7. Termometer

2) Cincin penguji

Cincin penguji yang berkapasitas 45 Gram. Berdasarkan SNI 06- 2434-1991, dua cincin yang terbuat dari bahan kuningan, berfungsi sebagai wadah aspal dan bola baja.



Gambar 3.8. Cincin penguji

3) Bola baja

Berdasarkan SNI 06-2434-1991, dua bola dengan diameter 9,5 mm, kedua bola tersebut memiliki berat masing-masing  $3,5 \pm 0,005$  gram dan digunakan sebagai beban pada aspal untuk pengujian titik lemek.



Gambar 3.9. Bola baja

#### 4) Gelas ukur

Gelas ukur tahan panas, memiliki ukuran diameter dalam tidak boleh lebih kecil dari 85 mm dan tinggi tidak boleh kurang dari 120 mm dari alas bejana yang langsung terkena pemanasan (SNI 2434 - 2011).



Gambar 3.10. Gelas ukur

#### 5) Dudukan benda uji

Dudukan benda uji adalah alat yang dipakai untuk meletakkan alat pengujian yang sudah diletakkan dalam cincin kuning. Dudukan alat uji ini dilengkapi dengan wadah untuk menaruh benda uji (cincin kuning yang sudah berisi aspal) yang berlubang pada bagian wadah meletakkan cincin kuning dan dilengkapi dengan plat alas dengan jarak tertentu yang dipakai agar bisa menahan bola baja ketika jatuh.



Gambar 3.11. Dudukan benda uji

#### 6) Kompor listrik

Pada waktu pengujian titik lembek, kompor berfungsi untuk memanaskan benda uji yang sedang diuji.



Gambar 3.12. Kompor listrik

7) Plat penghantar

Plat penghantar digunakan sebagai perantara diantara kompor dengan gelas ukur. Hal ini dilakukan agar gelas ukur tidak langsung bersentuhan dengan kompor supaya penambahan panas tidak terlalu banyak dan gelas ukur pecah akibat panas.



Gambar 3.13. Plat penghantar

d. Alat-alat pengujian titik nyala dan bakar

Alat yang dipakai untuk menguji titik nyala dan bakar aspal meliputi sebagai berikut:

1) *Cleveland open cup*

*Cleveland open cup* dipakai sebagai wadah untuk memanaskan aspal pada saat waktu pengujian. *Cleveland open cup* berbentuk seperti cawan yang memiliki pegangan yang digunakan untuk mengangkat *cleveland open cup* ketika aspal masih panas.



Gambar 3.14. *Cleveland open cup*

## 2) Alat penyulut api

Alat penyulut api berfungsi sebagai menghantarkan api dari nyala penguji yang setelahnya dilewatkan diatas permukaan aspal.



Gambar 3.15. Batang penyulut api

## 3) Penjepit termometer

Penjepit ini berfungsi sebagai menjepit termometer agar ujung termometer yang dipakai tidak menyentuh alas dari cawan, sehingga suhu yang terlihat murni dari suhu aspal pada saat proses pengujian titik nyala dan titik bakar aspal berlangsung.



Gambar 3.16. Penjepit termometer

## 3. Alat pembuat benda uji

Dalam proses pembuatan benda uji ada beberapa alat yang masuk kedalamnya seperti, komor listrik, *mould*, pengeluar benda uji, dan lain-lain.

a. *Mould*

*Mould* adalah alat yang digunakan untuk mencetak benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10,2 cm dengan tinggi 7,62 cm. *Mould* yang dipakai berjumlah 2 buah dan digunakan sebagai cetakan benda uji.



Gambar 3.17. *Mould*

b. Bak pengaduk

Bak pengaduk ini dibuat dari logam seng berbentuk persegi dengan ukuran kurang lebih panjangnya 30 cm, lebarnya 20 cm dan kedalamannya sekitar 10-15 cm. Bak ini digunakan untuk tempat memanaskan dan mengaduk bahan campuran benda uji secara keseluruhan seperti aspal dan agregat hingga mencapai suhu maksimal pencampuran yang sudah ditentukan.



Gambar 3.18. Bak pengaduk

c. Satu set alat Tumbuk

Dalam melakukan penumbukan benda uji yang akan di tumbuk dimasukkan kedalam alat penumbuk yang berbentuk silinder dengan

berat 4,536 kg dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm. Alat penumbuk benda uji juga dilengkapi dengan alas pematik yang berukuran 20,32x20,32 dengan tebal 3cm.



Gambar 3.19. Penumbuk benda uji

#### 4. Alat pengujian benda uji metode *Marshall*

Peralatan uji *Marshall* mencakup seperti, alat *Marshall test* model 76-B0038/CB serial nomor 06118321, kompor listrik, water batt, dan lain-lain.



Gambar 3.20. *Marshall test*

### 3.5 Bahan Penelitian

Bahan yang diteliti dibagi menjadi dua bagian yaitu bahan yang diuji dan bahan pendukung sebagai bahan yang mendukung proses pengujian. Adapun bahan penelitian untuk magang ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Aspal

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari

pertaminapenetrasi 60/70.



Gambar 3.21. Aspal

## 2. Serbuk genteng tanah

Serbuk genteng tanah dihasilkan dari pecahan genteng tanah yang sudah dilakukan penggilingan sebagaibahan pengisi (*filler*) dan harus lolos saringan nomor 200 (0,075 mm).



Gambar 3.22. Serbuk genteng tanah

## 3. Agregat halus

Agregat halus yang dipakai adalah agregat yang diambil dari Bumi Agung.



Gambar 3.23. Agregat halus

4. Agregat kasar

Agregat kasar yang dipakai diambil dari agregat batu pecah dari Bumi Agung



Gambar 3.24. Agregat kasar

5. Semen *portland*

Semen *portland* yang digunakan adalah semen dengan merk Tiga Roda dipakai sebagai bahan tambah.



Gambar 3.25. Semen *Portland*

6. Minyak tanah

Minyak tanah digunakan sebagai pembersih alat yang terkena aspal setelah melakukan pengujian.



Gambar 3.26. Minyak Tanah

### 3.6 Tahap-tahap Penelitian

Tahap penelitian yang dilakukan sesuai dengan diagram penelitian, yaitu:

1. Mempersiapkan alat dan bahan

Alat yang dipakai adalah alat yang ada di Laboratorium Jalan Raya Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Nusa Tenggara Barat, dan untuk bahan agregat kasar ataupun agregat halus diambil dari AMP PT.Bumi Agung. Aspal yang digunakan adalah aspal yang berasal dari Pertamina yaitu aspal pen 60/70. Sebelum masuk ke dalam laboratorium perlu memeriksa seluruh persiapan seperti alat dan bahan.

2. Perencanaan uji aspal yang mencakup penetrasi, titik leleh, titik nyala dan bakar, dan berat jenis aspal menggunakan ketentuan yang dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Ketentuan pengujian aspal

No.	Jenis Pengujian	Acuan	Persyaratan		Satuan
			Min	Maks	
1.	Penetrasi	SNI 06-2456-1991	60	70	mm
2.	Titik leleh	SNI 06-2434-1991	53	-	°C
3.	Titik nyala dan	SNI 06-2433-	232	-	°C

	titik bakar	1991			
4.	Berat jenis	SNI 06-2441-1991	1,0	-	gr/cc

3. Perencanaan uji agregat kasar yang mencakup berat jenis dan penyerapan air menggunakan ketentuan yang dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Ketentuan pengujian agregat kasar

No.	Jenis Pengujian	Acuan	Persyaratan		Satuan
			Min	Maks	
1.	Gradasi agregat	SNI 03-1968-1990	-	-	-
2.	Berat jenis	SNI 03-1969-1990	2,5	-	gr/cc
3.	Penyerapan air	SNI 03-1969-1990	-	3	%

4. Perencanaan uji agregat halus yang mencakup berat jenis dan penyerapan air menggunakan ketentuan yang bisa dilihat pada Tabel 3.4

Tabel 3.4. Ketentuan pengujian agregat halus

No.	Jenis Pengujian	Acuan	Persyaratan		Satuan
			Min.	Maks.	
1.	Berat jenis	SNI 03-1970-1990	2,5	-	gr/cc
2.	Penyerapan air	SNI 03-1970-1990	-	3	%

5. Perencanaan pengujian bahan pengisi. Untuk ketentuan yang digunakan bisa dilihat dalam Tabel 3.5.

Tabel 3.5. Ketentuan pengujian *filler*

No.	Jenis Pengujian	Acuan	Persyaratan	Satuan
-----	-----------------	-------	-------------	--------

			<b>Min</b>	<b>Maks</b>	
1.	Berat jenis	AASHTO T-89-81	-	-	gr/cc

#### 6. Perencanaan campuran

Untuk menentukan tahapan atau proses campuran bisa dilihat dalam urutan sebagai berikut:

- a. Memastikan takaran yang digunakan dari berat campuran seperti semen *portland* yang dimana setiap benda uji sebanyak 1% dan 2%.
- b. Memastikan kadar *filler* bubuk genteng tanah setiap benda uji sebanyak 1%, dan 2% dari berat total agregat agar sama dengan ketentuan penelitian yang dipakai.
- c. Memastikan agar berat total campuran sama dengan ketentuan penelitian menggunakan takaran aspal sebesar 6%.
- d. Memastikan gradasi campuran yang digunakan adalah gradasi campuran total dengan jenis AC WC dan setiap persentase lolos saringan menggunakan batas tengah.
- e. Kebutuhan berat bahan dihitung sesuai dengan variasi yang ada dan data komposisi agregat bahan setiap benda uji dapat dilihat pada Tabel 3.6 hingga Tabel 3.7.

Tabel 3.6. Persentase komposisi bahan campuran benda uji

No.	Kadar <i>filler</i> Serbuk Genteng Tanah (%)	Kadar aspal (%)	Kadar agregat kasar (%)	Kadar agregat halus (%)	Kadar semen (%)
1.	2	6,0	42	55	1
2.	1	6,0	40	58	1
3.	1	6,0	42	55	2

Tabel 3.7. Berat komposisi bahan campuran benda uji

No.	Kadar <i>filler</i> serbuk batu bata (gr)	Kadar aspal (gr)	Kadar agregat kasar (gr)	Kadar agregat halus (gr)	Kadar semen (gr)
1.	22,56	72	620,4	473,46	11,28
2.	11,28	72	451,2	654,24	11,28
3.	11,28	72	473,76	620,4	22,56

#### 7. Membuat benda uji

Dari penelitian ini untuk pembuatan benda uji adalah sebagai berikut:

- a. Menyediakan seluruh bahan-bahan dan bahan tambah serbuk genteng tanaha yang sudah disiapkan dan di bungkus dengan takaran yang sudah di tentukan.
- b. Menyediakan seluruh alat yang akan digunakan di laboratorium untuk membuat benda uji.
- c. Mulai memanaskan aspal degan suhu yang menjadi acuan sebelum memulai pencampuran.
- d. Menggoreng campuran dengan cara diaduk aduk dengan mencaai suhu 120°C.
- e. Selanjutnya ketika campuran talah mencapai suhu yang sudah menjadi acuan, aspal dan agregat dicampur. Aduk semua bahan hingga merata. Suhu maksimum untuk pencampuran bahanditetapkan sekitar 160 °C.
- f. Menyiapkan cetakan benda uji (*mould*) lengkap menggunakan alas cetakan yang diolesi minyak pelumas dan dipanaskan. Lalu langkah selanjutnya memberi kertas penyaring atau lakmus pada bagian dasar cetakan atau diatas cetakan.
- g. Masukkan semua bahan yang dicampur pada suhu pencampuran maksimum ke dalam cetakan, bor lubang dengan spatula yang sudah

dipanaskan. Untuk menusuk dengan spatula, tusuk bagian tepinya 15 kali dan bagian tengahnya 10kali

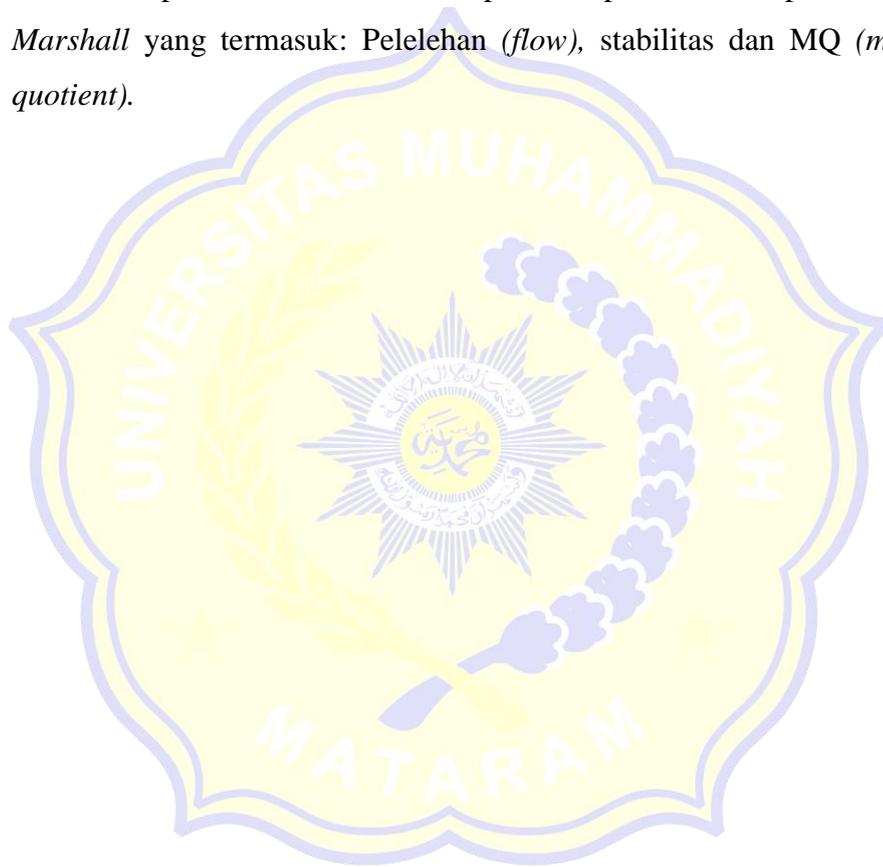
- h. Setelah itu dilakukan penumbukan benda uji sebanyak 2x 75 kali dengan alat enumbuk benda uji.
  - i. Kemudian usai melakukan penumbukan dikeluarkan dari cetakan menggunakan alat pengeluar benda uji.
  - j. Memberikan tanda pengenal kepada benda uji agar tidak tertukar dengan yang lain.
  - k. Setelah itu ditimbang supaya mendapatkan nilai uji kering akan tetapi dibiarkan terlebih dahulu sampai mengeras.
  - l. Kemudian direndam dalam wadah selama  $\pm 24$  jam.
  - m. Selesai direndam selama  $\pm 24$  jam selanjutnya dilap dengan kain lap sampai benda uji dalam keadaan jenuh atau kering permukaan.
  - n. Kemudian ditimbang kembali agar mendapatkan nilai jenuh kering permukaan.
  - o. Selanjutnya, ditimbang kembali di dalam air agar mendapatkan nilai berat dalam air.
  - p. Setelah melakukan penimbangan dalam air setiap benda uji di analisa menggunakan alat *Marshall*.
8. Pengujian dengan alat *Marshall*

Langkah-langkah yang perlu di perhatikan pada saat pengujian *Marshall* adalah sebagai berikut:

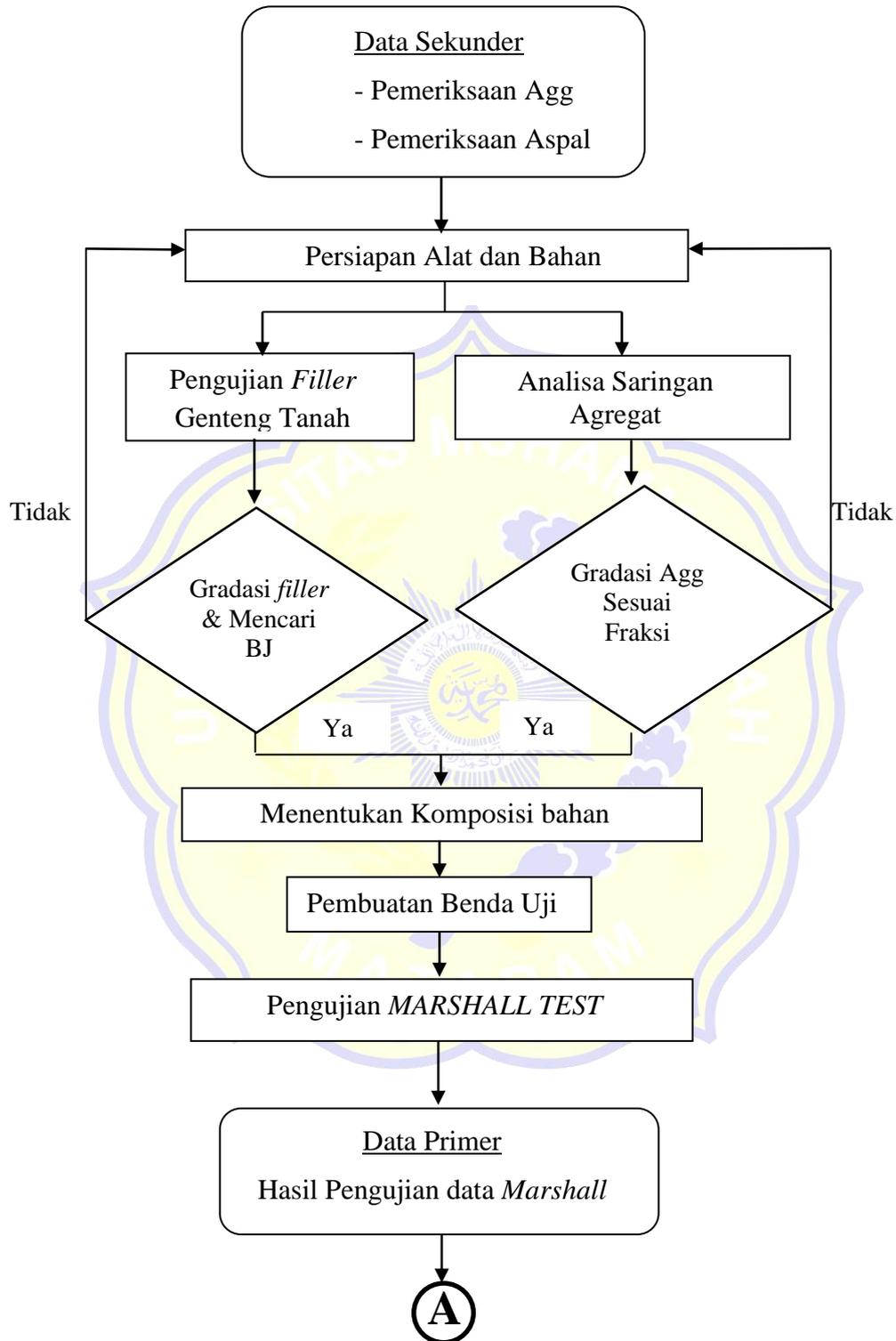
- a. Sebelum pengujian melakukan pengukuran diameter dan tebal benda terlebih dahulu.
- b. Memberikan pelumas dan membersihkan permukaan penekan bagian dalam kepala agar benda uji mudah dilepaskan.
- c. Menaruh dibagian bawah kepala penekan dan ditaruh ditengah. Kemudian menaruh bagian atas kepala penekan dan diletakkan di tengah alat pembebanan.
- d. Mengangkat alat penekan sampai menyentuh dasar cincin penguji. Setelah itu arloji penekan diatur kedudukannya.

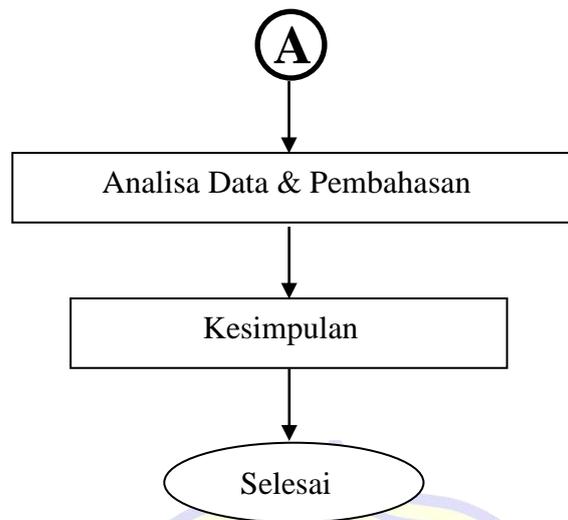
- e. Waktu yang digunakan menjadi bebannya yaitu tetap 51 mm permenit, dan di baca setelah arloji pembebanan berhenti kemudian kembali berputar menurun.
  - f. Selanjutnya mengeluarkan benda uji dari alat *Marshall*.
  - g. Setelah pengujian dilakukan pengukuran diameter dan tebal benda uji.
9. Analisa dan pembahasan

Seperti ketentuan studi sebelumnya, studi ini berfokus kepada pokok bahasan seperti kualitas dari campuran aspal beton kepada stabilitas *Marshall* yang termasuk: Pelelehan (*flow*), stabilitas dan MQ (*marshall quotient*).



### 3.7 Bagan Alir Tahap Penelitian





**Gambar 3.9** Diagram Alir Penelitian

