

**SKRIPSI**  
**PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH ABU BONGGOL JAGUNG**  
**SEBAGAI BAHAN PENGISI (*FILLER*) DALAM CAMPURAN ASPAL**  
**JENIS AC-WC DENGAN PENGUJIAN *MARSHALL***

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan Mencapai Derajat Sarjana S-1

Pada Program Studi Teknik Sipil



Disusun oleh :

**LATHIFATUZZAHRO'**

**2019D1B068**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM**

**2024**

**HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING**

**PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH ABU BONGGOL JAGUNG  
SEBAGAI BAHAN PENGISI (*FILLER*) DALAM CAMPURAN ASPAL  
JENIS AC-WC DENGAN PENGUJIAN *MARSHAL***

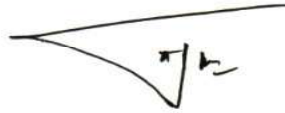
Disusun oleh:

**LATHIFATUZZAHRO'**

**2019D1B068**

**Mataram, 22 Januari 2024**

**Pembimbing I,**



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

**Pembimbing II,**



**Ari Ramadhan Hidayat, ST., M.Eng.**  
**NIDN.0823029401**

**Mengetahui,**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
FAKULTAS TEKNIK**

**Dekan,**



**Dr. H. Aji Syailendra Ubaidillah, ST., M.Sc.**  
**NIDN. 0806027101**

**HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI SKRIPSI**

**“PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH ABU BONGGOL JAGUNG  
SEBAGAI BAHAN PENGISI (*FILLER*) DALAM CAMPURAN ASPAL  
JENIS AC-WC DENGAN PENGUJIAN *MARSHAL*”**

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

LATHIFATUZZAHRO'

2019D1B068

Telah dipertahankan di depan Tim penguji

pada hari kamis, 25 Januari 2024

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

**Susunan Tim Penguji**

Penguji I : Titik Wahyuningsih, ST., MT.

Penguji II : Ari Ramadhan Hidayat, ST., M.Eng.

Penguji III : Nurul Hidayati, ST., M.Eng.



**Mengetahui,**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM**

**FAKULTAS TEKNIK**

**Dekan,**



**Dr. H. Aji Syailendra Ubaidillah, ST., M.Sc.**

**NIDN. 0806027101**

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Limbah Abu Bonggol Jagung Sebagai Bahan Pengisi (*Filler*) Dalam Campuran Aspal Jenis AC-WC Dengan Pengujian *Marshal*” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri dengan arahan dari dosen pembimbing dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pikiran orang lain. Sumber informasi yang digunakan bak dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah dicantumkan dalam daftar pustaka pada skripsi ini. Apabila pada kemudian hari dapat dibuktikan bahwa skripsi ini adalah hasil plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

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

Mataram, 23 Januari 2024



LATHIFATUZZAHRO'

NIM : 2019D1B068





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 : LATHIFATUZZAHRO  
NIM : 2019013068  
Tempat/Tgl Lahir : Karangtuna, 12 Juli 2000  
Program Studi : Teknik HPII  
Fakultas : TEKNIK  
No. Hp : 087 865 695631  
Email : Lathifatuz212@gmail.com

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

PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH ABU BONEGOL JAGUNG  
SEBAGAI BAHAN PEMSISI (FILLER) DALAM CAMPURAN ASPAL  
JENIS AC-WC DENGAN PENGUJIAN MARSHAL

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 48%

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.

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

Mataram, ~~K.H. Dahlan~~ .....2024  
Penulis



Lathifatuzzen  
NIM. 2019013068

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 : LATHIFATURRAHMO'  
 NIM : 201901B068  
 Tempat/Tgl Lahir : Loang huna 12 juli 2000  
 Program Studi : Teknik Sipil  
 Fakultas : TEKNIK  
 No. Hp/Email : 087 865 693 631 / lathifatur12@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:

PENGARUH PENGGUNAAN LUBAH ABU BONGGOL JAGUNG JEDAGAN  
BAHAN PENISI (FILLER) DALAM CAMPURAN ATAPAL JENIS  
AL-WC DENGAN PENDESIAN MARSHAL

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, 14 Maret.....2024  
Penulis



Lathifaturrahmo'  
NIM. 201901B068

Mengetahui,  
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

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



## MOTTO

*“Janganlah pernah menyerah Ketika anda masih mampu berusaha lagi. Tidak ada kata berakhir sampai anda berhenti mencoba”*

*(briann dyson)*

*“Kebanyakan kegagalan berasal dari takut gagal”*

*(penulis)*

*“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”*

*(QS. AL-Insyirah;5)*



## LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kelancaran sehinggatugas akhir ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya, dan berkat dorongan dan bantuan baik moral maupun materil dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Allah SWT yang memberikan nikmat yang tak terhingga dan karena atas kehendaknya tugas akhir ini dapat diberikan kelancaran dan kemudahan dalam proses pengerjaan.
2. Kedua orang tua tercinta bapak Tajudin dan Ibu Patmah yang tak pernah merasa lelah memberikan do'a, kasih sayang, pengertian, dorongan semangat, materi dan suport serta menjadi motivasi terbesar sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitiannya tepat pada waktunya.
3. Keluarga tercinta yaitu kakak Kholilurrohman Bikry, Yuliana, dan adik Lu' Lu' Atul Humairoq Fathiyah yang telah memberikan suport sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya.
4. Bapak Dr. H. Aji Syailendra Ubaidillah, ST., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
5. Bapak Adryan Fitrayudha, ST.,MT., selaku Ketua Program studi Teknik sipil Universitas Muhammadiyah Mataram.
6. Ibu Titik Wahyuningsih, ST., MT., selaku dosen pembimbing utama.
7. Bapak Ari Ramadhan Hidayat ST., M.Eng selaku dosen pembimbing pendamping.
8. Kerabat dan sahabat tercinta, Silmi Wirda Fitri, Ema Panida Resti, Mardianti, Junita Andriana Chaisari Lapat, Zulkarnaen, Khairul Hadi, Muchammad Faizt Fahriyan, Doni Amrullah, Hendi Irawan, Rendi Sopyan, Fikri Khaikal Hidayat, Dan Lalu Galih tandayu, Khairul Tamimi, yang telah membantu dalam proses penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunianya penulis dapat menyelesaikan penyusunan proposal skripsi yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Limbah Abu Bonggol Jagung Sebagai Bahan Pengisi (*Filler*) Dalam Campuran Aspal Jenis AC-WC Dengan Pengujian *Marshall*”. Salawat beserta salam tidak lupa pula kita haturkan kepada junjungan alam Nabi besar Nabi Muhammad SAW. dan pada keluarga, sahabat, yang telah berjuang dalam segala hal, berkorban jiwa dan raga untuk menghilangkan kebodohan di muka bumi ini, kepada kita penerus setelah mereka. Sehingga kita bisa merasakan kedamaian dalam menuntut ilmu.

Demikian, semoga skripsi ini bisa diterima sebagai ide atau gagasan yang menambah kekayaan intelektual. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan juga untuk penulis sendiri.

Mataram, 23 januari 2024

LATHIFATUZZAHRO'

NIM : 2019D1B068

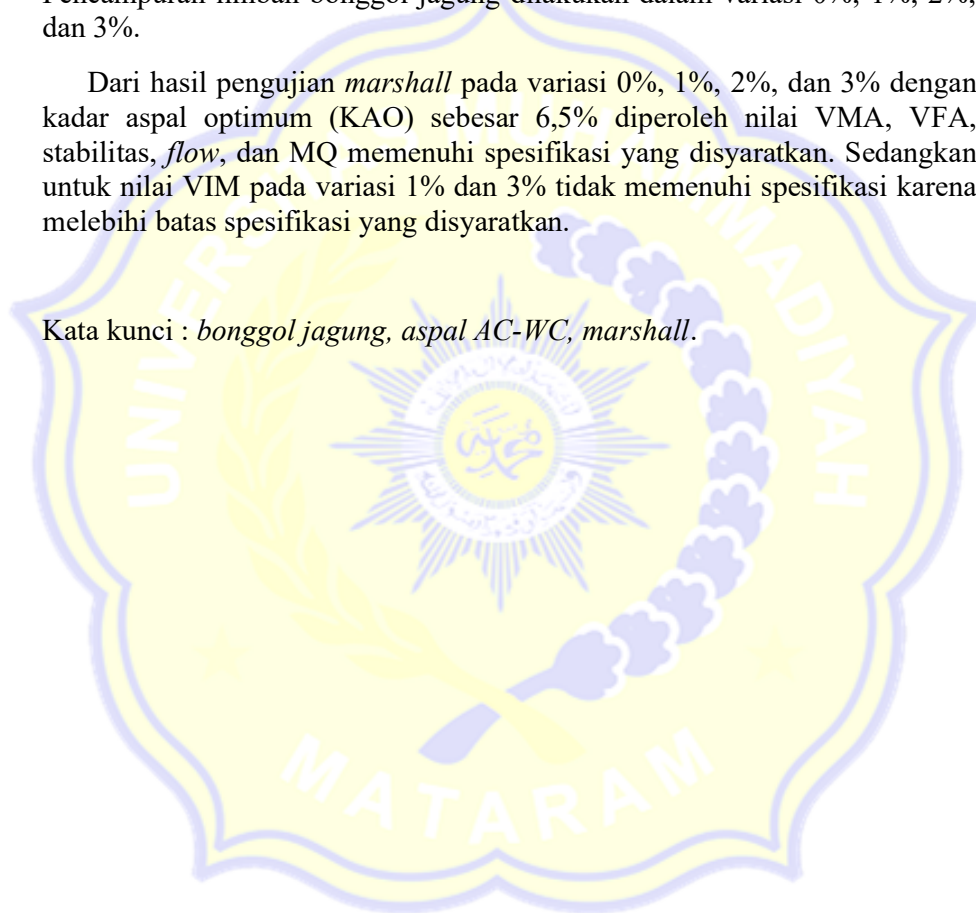
## ABSTRAK

Penelitian ini difokuskan pada eksplorasi limbah abu bonggol jagung sebagai bahan pengisi (*filler*) pada campuran aspal jenis AC-WC. Limbah bonggol jagung dapat dijadikan alternatif sebagai bahan pengisi (*filler*) guna meminimalisir limbah bonggol jagung. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi dampak penggunaan limbah bonggol jagung sebagai bahan pengisi (*filler*).

Metode yang digunakan yaitu metode *marshall*, metode ini digunakan untuk mengetahui pengaruh limbah bonggol jagung pada aspal jenis AC-WC. Pencampuran limbah bonggol jagung dilakukan dalam variasi 0%, 1%, 2%, dan 3%.

Dari hasil pengujian *marshall* pada variasi 0%, 1%, 2%, dan 3% dengan kadar aspal optimum (KAO) sebesar 6,5% diperoleh nilai VMA, VFA, stabilitas, *flow*, dan MQ memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Sedangkan untuk nilai VIM pada variasi 1% dan 3% tidak memenuhi spesifikasi karena melebihi batas spesifikasi yang disyaratkan.

Kata kunci : *bonggol jagung, aspal AC-WC, marshall*.



### ABSTRACT

*The purpose of this study is to investigate the use of corncob ash residue as a filler in an AC-WC asphalt mixture. In order to reduce the amount of corncob waste, it is possible to substitute corncob waste for infill. This study aims to assess the consequences of employing corncob refuse as a filler material. The Marshall Method is the approach utilized to ascertain the impact of corncob detritus on AC-WC-type asphalt. The mixing of corncob waste is carried out in variations of 0%, 1%, 2%, and 3%. From the marshall, test results at 0%, 1%, 2%, and 3% variations with an optimum asphalt content (KAO) of 6.5%, the VMA, VFA, stability, flow, and MQ values meet the required specifications. Meanwhile, the variations in VIM values at 1% and 3% do not meet the specifications because they exceed the required specification limits.*

**Keywords:** *corncob, AC-WC asphalt, marshal.*



## DARTAR ISI

COVER .....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI SKRIPSI .....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....	iv
SURAT PERNYATAAN BEBAS BEBAS PLAGIARISME .....	v
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH .....	vi
MOTTO .....	vii
LEMBAR PERSEMBAHAN .....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
ABSTRAK .....	x
<i>ABSTRACT</i> .....	xi
DARTAR ISI .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR NOTASI.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN .....	xx
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....</b>	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5



2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Perkerasan Jalan .....	7
2.2.2 Aspal .....	10
2.2.3 <i>Asphalt Concrete</i> .....	11
2.2.4 <i>Wearing Course (AC-WC)</i> .....	13
2.2.5 Gradasi Agregat .....	17
2.2.6 Metode Pengujian Material .....	19
2.2.7 Karakteristik Pengujian <i>Marshall</i> .....	24
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>28</b>
3.1 Lokasi Penelitian .....	28
3.2 Teknik Pengumpulan Data .....	28
3.3 Alat Dan Bahan .....	29
3.3.1 Alat .....	29
3.3.2 Bahan.....	34
3.4 Benda Uji.....	36
3.5 Tahap-Tahap Penelitian.....	36
3.5.1 Tahap Persiapan .....	36
3.5.2 Pembuatan Benda Uji.....	38
3.6 <i>Marshall Test</i> .....	39
3.7 Bagan Alir Penelitian.....	40
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>43</b>
4.1 Umum .....	43

4.2 <i>Properties</i> Agregat .....	43
4.2.1 Agregat Kasar dan Agregat Halus .....	43
4.3 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat .....	45
4.3.1 Agregat Kasar .....	45
4.3.2 Agregat Halus .....	47
4.3.3 <i>Filler</i> .....	48
4.4 <i>Properties</i> Aspal .....	48
4.5 Gradasi Gabungan Campuran AC-WC .....	49
4.6 Perhitungan Campuran dan Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) <i>Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)</i> .....	53
4.6.1 Perhitungan Kadar Aspal Rencana .....	53
4.7 Proporsi Agregat dan <i>Filler</i> Berdasarkan Kadar Aspal Optimum .....	60
4.7.1 Hasil Analisa Marshalll Pada Kadar Aspal Optimum .....	62
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>71</b>
5.1 Kesimpulan .....	71
5.2 Saran .....	71
<b>DARTAR PUSTAKA</b> .....	<b>72</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ketentuan Agregat Halus .....	14
Tabel 2. 2 Ketentuan Agregat Kasar .....	15
Tabel 2. 3 Persyaratan Aspal 60/70.....	16
Tabel 2. 4 Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Aspal.....	18
Tabel 3. 1 Jumlah Sampel Pengujian .....	37
Tabel 3. 2 Kekentalan Aspal Keras Untuk Pencampuran Dan Pemadatan.....	39
Tabel 4. 1 Analisa saringan pembagian butiran fraksi agregat (3/4) .....	43
Tabel 4. 2 Analisa saringan pembagian butiran fraksi agregat (3/8) .....	44
Tabel 4. 3 Analisa saringan Abu Batu .....	44
Tabel 4. 4 Analisa saringan <i>filler</i> abu bonggol jagung .....	45
Tabel 4. 5 Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat fraksi agregat (<3/4) .....	46
Tabel 4. 6 Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat fraksi agregat (<3/8) .....	46
Tabel 4. 7 Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Abu Batu.....	47
Tabel 4. 8 pemeriksaan berat jenis dan penyerapan <i>filler</i> abu bonggol jagung ....	48
Tabel 4. 9 Gradasi <i>filler</i> 0% .....	49
Tabel 4. 10 Gradasi <i>filler</i> 1% .....	50
Tabel 4. 11 Gradasi <i>filler</i> 2% .....	51
Tabel 4. 12 Gradasi <i>filler</i> 3% .....	52
Tabel 4. 13 komposisi agregat dalam satuan gram .....	55
Tabel 4. 14 komposisi campuran agregat.....	57
Tabel 4. 15 Rekap hasil pengujian <i>marshall</i> .....	57
Tabel 4. 16 proporsi campuran berdasarkan KAO 6.5 untuk <i>filler</i> 0% abu bonggol jagung.....	60
Tabel 4. 17 Proporsi Campuran Berdasarkan KAO 6.5 untuk <i>Filler</i> 1% abu bonggol jagung.....	61
Tabel 4. 18 Proporsi Campuran Berdasarkan KAO 6.5 untuk <i>Filler</i> 2% abu bonggol jagung.....	61

Tabel 4. 19 Proporsi Campuran Berdasarkan KAO 6.5 untuk <i>Filler</i> 3% abu bonggol jagung.....	62
Tabel 4. 20 hasil pengujian stabilitas .....	63
Tabel 4. 21 Hasil Pengujian <i>Flow</i> (Kelelehan) .....	64
Tabel 4. 22 Hasil Pengujian VIM ( <i>Void In Mix</i> ).....	66
Tabel 4. 23 Hasil Pengujian VFA ( <i>Void Filled By Asphalt</i> ).....	67
Tabel 4. 24 Hasil Pengujian VMA ( <i>Void Mix Agregat</i> ).....	68
Tabel 4. 25 Rekap Hasil Pengujian <i>Filler</i> Bonggol Jagung Dengan Pengujian <i>Marshall</i> .....	70





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Lokasi Pengambilan Sampel Dan Penelitian .....	28
Gambar 3. 2 Satu Set Alat Uji Saringan .....	29
Gambar 3. 3 Oven Atau Pemanas Agregat .....	29
Gambar 3. 4 Timbangan Digital .....	30
Gambar 3. 5 Termometer .....	30
Gambar 3. 6 Cetakan.....	31
Gambar 3. 7 Alat Penumpuk.....	31
Gambar 3. 8 Dongkrak Hidrolik .....	32
Gambar 3. 9 Satu Set Alat <i>Marshall</i> .....	33
Gambar 3. 10 Satu Set <i>Water Bath</i> .....	33
Gambar 3. 11 Wajan .....	34
Gambar 3. 12 Panci.....	34
Gambar 3. 13 Sarung Tangan.....	35
Gambar 3. 14 Aspal Pen 60/70 .....	35
Gambar 3. 15 Agregat.....	36
Gambar 3. 16 Abu Bonggol Jagung.....	36
Gambar 3. 17 Bagan Alir Penelitian .....	42
Gambar 4. 1 Gradasi <i>Filler</i> 0%.....	50
Gambar 4. 2 Gradasi <i>Filler</i> 1%.....	51
Gambar 4. 3 Gradasi <i>Filler</i> 2%.....	52
Gambar 4. 4 Gradasi <i>Filler</i> 3%.....	53
Gambar 4. 5 Grafik Hasil Pengujian VMA ( <i>Void In Mineral Agregat</i> )/Rongga dalam campuran .....	58
Gambar 4. 6 Grafik Hasil Pengujian VFA ( <i>Void Filled by Asphalt</i> )/Rongga terisi aspal.....	58
Gambar 4. 7 Grafik Hasil Pengujian Vim ( <i>Void In The Mix</i> )/Rongga Dalam Campuran .....	59
Gambar 4. 8 Grafik Hasil Pengujian Stabilitas <i>Marshall</i> .....	59
Gambar 4. 9 Grafik Perhitungan Kadar Aspal Optimum.....	60
Gambar 4. 10 Grafik Stabilitas.....	64

Gambar 4. 11 Grafik <i>Flow</i> (Kelelahan) .....	65
Gambar 4. 12 Grafik VIM ( <i>Void In Mix</i> )/Rongga Dalam Campuran .....	66
Gambar 4. 13 Grafik Hasil Pengujian VFA ( <i>Void Filled By Asphalt</i> )/Rongga Terisi Aspal .....	68
Gambar 4. 14 VMA ( <i>Void Mix Agregat</i> ) .....	69



## DAFTAR NOTASI

- A* : Massa Piknometer Dan Penutup  
*B* : Massa Piknometer Dan Penutup Berisi Air  
*C* : Massa Piknometer, Penutup Dan Benda Uji  
*D* : Massa *Piknometer*, Penutup, Benda Uji Dan Air  
*WT* : berat isi air pada temperatur pengujian  
*R1* : Pembacaan Awal Posisi Air Pada Labu Le Chatelier  
*R2* : Pembacaan Akhir Posisi Air Pada Labu Le Chatelier  
*S1* : Berat Benda Uji Jkp Yang Dimasukkan Ke Labu (gram)  
*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).  
*J* : Bj campuran maksimal  
*l* : persentase volume agregat  
*p* : kalibrasi proving ring pada o (kg)  
*r* : nilai pembacaan arloji  
*t* : Nilai *Flow Marshall* (mm)  
*A* : Berat Benda Uji Kering Oven (gram)  
*B* : Berat Piknometer Yang Berisi Air (gram)  
*C* : Berat Piknometer Dengan Benda (gram)  
*S* : Berat Benda Uji Kondisi Jenuh Kering Permukaan (gram)

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Lembar Asistensi

Lampiran 2 : Hasil Pengujian

Lampiran 3 : Dokumentasi Penelitian





# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1.Latar Belakang

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan pelengkapannya diperuntukkan bagi lalu lintas (Peraturan pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 pasal 6 tentang Jalan). Jalan raya sebagai salah satu sarana transportasi darat yang memiliki peranan penting dalam menunjang aktivitas manusia serta sebagai penghubung berbagai tempat dan daerah seperti lahan pertanian, pemukiman, industri, dan sebagai sarana pendistribusian barang dan jasa sebagai penunjang perekonomian masyarakat. Semakin pesatnya pertumbuhan ekonomi dan meningkatnya jumlah penduduk yang berdampak pada meningkatnya mobilitas 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. Perkerasan jalan memiliki campuran antara agregat dan bahan ikat. Berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dikelompokkan menjadi perkerasan lentur (*Flexible Pavement*), perkerasan kaku (*Rigid Pavement*), dan perkerasan komposit (*Composite Pavement*). Jenis perkerasan yang paling umum digunakan di Indonesia adalah perkerasan lentur (*Flexible Pavement*). Perkerasan lentur adalah perkerasan jalan yang tersusun dari agregat halus, agregat kasar serta bahan pengisi (*filler*) dengan bahan pengikat aspal.

Aspal Beton (*Asphalt Concrete*) di Indonesia dikenal dengan Laston (lapisan aspal beton) yaitu lapis permukaan struktural atau lapis pondasi atas pada jalan raya. Aspal beton terdiri dari tiga lapisan, yaitu Laston lapis aus (*Asphalt Concrete–Wearing Course*) AC–WC, Laston lapis permukaan antara (*Asphalt Concrete–Binder Course*) AC–BC, dan Laston lapis pondasi (*Asphalt Concrete– 2 Base*) AC–Base. *Asphalt Concrete–Wearing Course* merupakan lapisan perkerasan yang terletak paling atas dan berfungsi sebagai lapisan aus,

dimana campuran aspal *concrete wearing course* ini terdiri dari agregat halus, agregat kasar, bahan pengisi, dan aspal.

Campuran aspal dapat dimodifikasi dengan menambahkan berbagai jenis campuran bahan pengisi (*filler*), mulai dari bahan tambahan kimia, bahan alam, dan limbah sisa. Beberapa jenis bahan yang biasa dijadikan sebagai bahan pengisi pada campuran aspal yaitu abu batu, semen dan *fly ash*. Akan tetapi, jenis *filler* ini sulit didapatkan dan harganya relatif mahal (Triadi, 2019).

Salah satu alternatif yang bisa digunakan sebagai bahan *filler* campuran beraspal adalah bonggol jagung. Keberadaan bonggol jagung saat ini sudah cukup banyak dan hanya menjadi limbah yang tidak termanfaatkan terutama di Nusa Tenggara Barat (NTB). Menurut pusat statistik, produksi jagung 3 tahun terakhir rata-rata mengalami peningkatan. Pada tahun 2020 produksi jagung NTB mencapai 860.494,72 ton, tahun 2021 produksi jagung mengalami peningkatan mencapai 1.019.224,88 ton, dan tahun 2022 produksi jagung kembali mengalami peningkatan menjadi 1.421.921,9 ton (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2023).

Bonggol jagung yang sudah tidak digunakan ternyata dapat digunakan sebagai bahan substitusi semen karena bonggol jagung yang dibakar dan menjadi abu mengandung senyawa silika yang memiliki kerapatan yang sama seperti semen (Hederanti, 2021). Kandungan senyawa silika yang abu bonggol jagung miliki kesamaan senyawa semen sehingga abu bonggol jagung dapat dijadikan alternatif sebagai bahan pengisi (*filler*) pada campuran beraspal.

Identifikasi yang ditemukan berdasarkan masalah diatas, maka dapat disimpulkan bahwa tujuan penelitian ini untuk mengetahui apakah abu bonggol jagung dapat digunakan atau tidak sebagai bahan alternatif yang ekonomis yang dapat dijadikan sebagai bahan pengisi (*filler*), dengan menggunakan metode pengujian *marshall*.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan di atas, didapatkan beberapa rumusan masalah, yaitu :

1. Bagaimana nilai karakteristik *marshall* terhadap campuran aspal AC-WC menggunakan abu bonggol jagung sebagai *filler* di setiap variasi campuran?
2. Bagaimana variasi campuran optimum dalam mencapai stabilitas yang disyaratkan dengan penggunaan *filler* abu bonggol jagung?

## 1.3. Tujuan penelitian

Tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

- 1) Mengetahui berapa nilai stabilitas *Marshall* pada campuran aspal dengan menggunakan limbah bonggol jagung sebagai *filler* untuk setiap variasi campuran.
- 2) Mendapatkan variasi campuran optimum dalam mencapai stabilitas yang disyaratkan dengan penggunaan *filler* abu bonggol jagung.

## 1.4. Manfaat penelitian

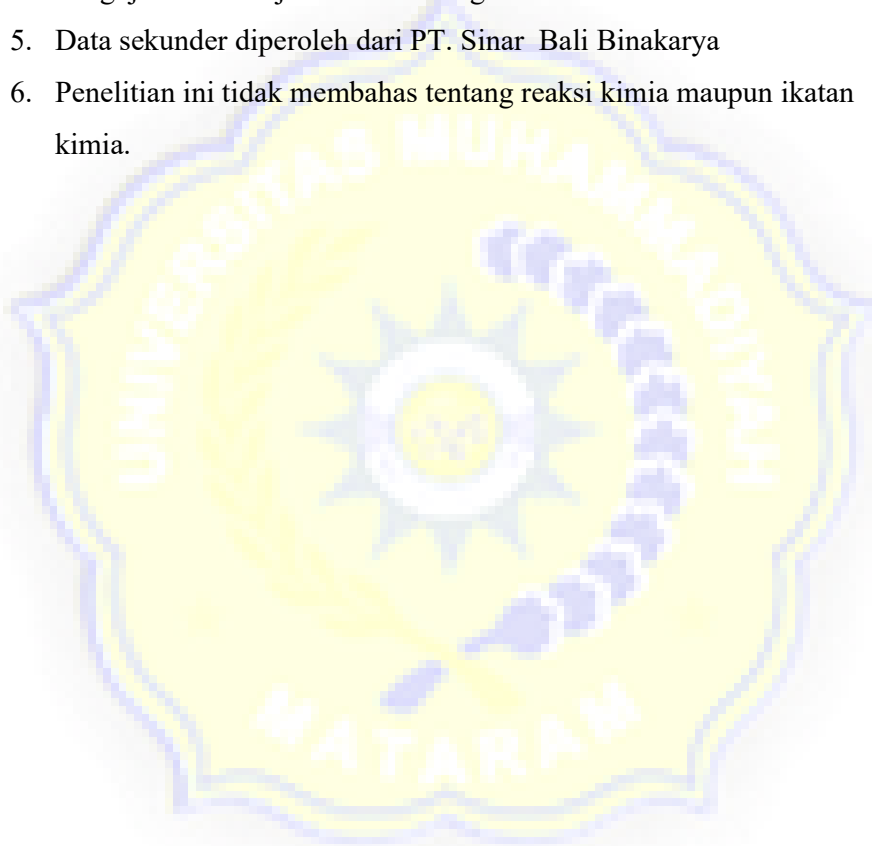
Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Dapat mengetahui stabilitas aspal AC-WC dengan menggunakan campuran abu limbah bonggol jagung sebagai bahan pengisi (*filler*)
2. Bagi instansi terkait sebagai bahan penelitian bagaimana Stabilitas aspal AC-WC dengan proporsi campuran abu limbah bonggol jagung sebagai pengisi (*filler*).
3. Bagi Universitas Muhammadiyah Mataram dapat dijadikan sebagai salah satu referensi bagi mahasiswa khususnya mahasiswa fakultas teknik sipil dalam pengujian aspal AC-WC

## 1.5. Batasan masalah

Untuk mempermudah dalam pelaksanaan penelitian, maka permasalahan yang ditinjau dibatasi sebagai berikut :

1. Limbah bonggol jagung yang digunakan adalah bonggol jagung yang sudah kering kemudian dibakar dan dihaluskan hingga lolos saringan No. 200
2. Campuran aspal jenis AC-WC mengacu pada spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2018.
3. Aspal yang digunakan aspal penetrasi 60/70 yang diambil dari PT. Sinar Bali Binakarya
4. Pengujian benda uji dilakukan dengan *marshall test*.
5. Data sekunder diperoleh dari PT. Sinar Bali Binakarya
6. Penelitian ini tidak membahas tentang reaksi kimia maupun ikatan kimia.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Nofriandi (2020), telah melakukan penelitian tentang “Pengaruh Penambahan Abu Batang Jagung Terhadap Karakteristik *Marshall* Pada Aspal AC-WC”. Penelitian ini dilakukan menggunakan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 2) dan menggunakan metode *marshall test*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan abu batang jagung sebagai *filler* pada campuran *asphalt concrete-wearing course* (AC-WC) terhadap karakteristik *marshall*. Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan *filler* abu batang jagung pada aspal AC-WC memenuhi spesifikasi bina marga 2010 (revisi 2) terhadap nilai karakteristik *marshall*, Semakin besar persentase campuran *filler* abu batang jagung, maka nilai VMA dan VIM semakin rendah. Namun pada nilai VFA dan MQ semakin tinggi. pada nilai *flow* dan stabilitas, nilai mengalami peningkatan dan penurunan yaitu pada variasi *filler* (100% abu batu) sehingga (50% abu batu + 50% abu batang jagung) nilai semakin tinggi, namun nilai stabilitas dan *flow* mengalami penurunan pada variasi *filler* (25% abu batu + 75% abu batang jagung) hingga (100% abu batang jagung) nilai semakin rendah. Untuk semua persentase campuran *filler*, persentase maksimal dari campuran *filler* abu batang jagung didapat dari campuran 50% abu batu + 50% abu batang jagung dengan nilai VMA sebesar 16,434%, VIM sebesar 3,880%, VFA sebesar 76,392%, stabilitas sebesar 2529,413 kg, *flow* 3,52% mm dan MQ sebesar 719,264 kg/mm.

Wisnu (2022) telah melakukan penelitian tentang “Karakteristik Campuran AC-WC Dengan Bahan Abu Tongkol Jagung”. bertujuan untuk mengetahui pengaruh dan karakteristik campuran AC-WC dengan penambahan abu tongkol jagung pada campuran yang menggunakan agregat dari Sungai Leoran, Kabupaten Enrekang. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengatasi permasalahan limbah tongkol jagung. Metode uji *Marshall* digunakan untuk mengetahui karakteristik campuran AC-WC. Hasil uji *Marshall* pada campuran AC-WC dengan penambahan abu tongkol jagung menunjukkan nilai stabilitas



rata-rata berkisar antara 949,25 kg hingga 988,52 kg, nilai VIM berkisar antara 4,03% hingga 3,32%, nilai aliran berkisar antara 3,09 mm hingga 3,36 mm, nilai VMA berkisar antara 21,61% hingga 20,97%, dan nilai VFB berkisar antara 81,36% hingga 84,18%. Berdasarkan hasil penelitian, penambahan abu tongkol jagung pada kisaran 0% hingga 2% telah memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan dalam Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018.

Tahir dkk. (2023), melakukan penelitian tentang “Analisis Campuran AC-WC Memanfaatkan Limbah Tongkol Jagung Sebagai Bahan Substitusi *filler*”. pemanfaatan limbah tongkol jagung sebagai bahan substitusi *filler* pada campuran AC-WC. Penggunaan beton aspal untuk jalan dengan volume lalu lintas yang tinggi sering kali menemui permasalahan, karena kinerja lapisan permukaannya tidak selalu memuaskan sehingga dapat menyebabkan kerusakan dini. Selain itu, peningkatan volume lalu lintas yang pesat, ditambah dengan kondisi iklim tropis Indonesia yang ditandai dengan suhu tinggi, dapat secara langsung berkontribusi terhadap kerusakan dini pada struktur jalan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi bahan *filler* alternatif yang ramah lingkungan dan ekonomis. Penelitian dilakukan selama dua bulan (Desember - Februari) di Balai Besar Pelaksana Jalan Nasional Sulawesi Selatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi bahan pengisi limbah tongkol jagung pada campuran Asphalt Concrete Wearing Course (ACWC) yang ditentukan melalui pengujian *Marshall* telah memenuhi spesifikasi yang ditetapkan dalam standar Bina Marga 2018, dengan komposisi optimal semen 80%: 20% limbah tongkol jagung dan 60% semen: 40% limbah tongkol jagung.

Sau'ulangi A.S. dkk. (2021), telah melakukan penelitian dengan judul “Pemanfaatan Limbah Bongkol Jagung Sebagai Bahan Substitusi *filler* untuk Campuran AC-WC”. Campuran aspal dapat dimodifikasi dengan memasukkan berbagai jenis bahan tambahan, termasuk bahan tambahan kimia, bahan alami, dan residu limbah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik campuran AC-WC yang memanfaatkan abu limbah bongkol jagung sebagai bahan substitusi *filler*. Metode yang dilakukan meliputi serangkaian pengujian karakteristik *filler* abu bongkol jagung, dilanjutkan dengan pembuatan benda

uji campuran AC-WC dan pengujian *Marshall*. Hasil pengujian menunjukkan stabilitas berkisar antara 1110,17 kg hingga 1436,40 kg untuk 0%-100%, nilai aliran berkisar antara 2,41 mm hingga 3,47 mm untuk 0%-100%, nilai VIM berkisar antara 3,21% hingga 4,16% untuk 0%-100% , nilai VMA berkisar antara 14,56% hingga 15,72% untuk 0%-100%, dan nilai VFB berkisar antara 73,55% hingga 77,96% untuk 0%-100%. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa campuran AC-WC dengan substitusi *filler* abu bongkol jagung yang memenuhi spesifikasi umum Bina Marga 2018 berada pada rentang 0% hingga 60%.

Rodji (2023) melakukan penelitian tentang “Pengaruh Serbuk Tulang Sotong Sebagai Bahan Tambahan *Filler* Untuk Campuran Aspal Beton AC-WC”. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi penggunaan serbuk tulang sotong pada bahan campuran alternatif lapisan aspal beton yang dapat memenuhi karakteristik *Marshall* pada campuran AC-WC. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang menyelidiki karakteristik *Marshall* pada persentase penggunaan bubuk tulang sotong 0%, 50%, dan 100% sebagai bahan alternatif pengganti *filler*. Hasil percobaan menunjukkan bahwa serbuk tulang sotong pada konsentrasi 50% memenuhi spesifikasi umum yang ditetapkan oleh Bina Marga, dengan stabilitas sebesar 2.061,87 kg, nilai *flow* sebesar 6 mm, *Marshall Quotient* sebesar 343,64 kg/mm, VIM (*voids in mineral agregat*) volume sebesar 3,825%, VMA (*void mineral agregat*) sebesar 16,494%, dan VFB (*void filled with bitumen*) sebesar 99,230%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa serbuk tulang sotong cocok dipergunakan sebagai bahan pengisi *filler* pada campuran aspal beton AC-WC untuk jalan volume lalu lintasnya yang padat, dengan persentase bahan optimal adalah 50%.

## **2.2. Landasan Teori**

### **2.2.1 Perkerasan Jalan**

Perkerasan jalan berfungsi sebagai struktur yang dirancang untuk melindungi tanah dasar dari dampak beban roda kendaraan pada saat melewatinya secara terus menerus. Tujuan dari perkerasan (*pavement*) adalah

untuk melindungi permukaan tanah dasar (*subgrade*) dan seluruh lapisan yang menyusun perkerasan tersebut, memastikan bahwa lapisan tersebut tidak terkena tekanan akibat beban lalu lintas yang melampaui batas.

Perkerasan jalan merupakan suatu lapisan yang diletakkan di atas permukaan tanah dasar yang dipadatkan, berfungsi memikul beban lalu lintas dan menyalurkannya ke tanah dasar agar beban tersebut tidak melebihi daya dukung tanah yang diizinkan (Sukirman, 1992).

Berdasarkan bahan pengikatnya Ada tiga macam konstruksi perkerasan jalan. Sukirman, (1992). Tiga macam perkerasan itu adalah :

1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavements*)

*Flexible pavements* atau sering juga disebut dengan perkerasan lentur adalah perkerasan yang biasanya terdiri dari lapisan aspal bagian atas yang bertumpu pada lapisan dasar atas dan lapisan dasar bawah yang tersebar di atas tanah dasar (*subgrade*) tersebut. Perkerasan lentur merupakan campuran agregat, pasir, bahan pengisi, dan aspal, yang dihamparkan lalu dipadatkan (Hardiyatmo, 2015) dan terdiri dari berbagai lapisan, antara lain :

a. Lapisan tanah dasar (*subgrade*)

*Subgrade* atau sering juga disebut lapis tanah dasar merupakan lapisan permukaan yang memiliki tujuan untuk tempat penyebaran lapisan perkerasan yang menopang sistem perkerasan jalan yang di atasnya.

b. Lapisan tanah bawah (*subbase course*)

*Subbase course* atau yang sering disebut juga dengan lapisan tanah bawah merupakan lapisan yang berada diatas lapisan tanah dasar. Tujuan dari *subbase course* adalah untuk meningkatkan ketebalan lapisan pada system perkerasan untuk mendistribusikan beban lalu lintas dari lapisan permukaan ke lapisan tanah dasar, sehingga memungkinkan menahan beban berlebih dengan biaya lebih rendah. Jika kondisi tanah dasar buruk, lapisan pondasi bawah harus digunakan (Hardiyatmo, 2015).

Lapisan pondasi bawah mempunyai beberapa fungsi, yaitu :

- 1) Bagian dari struktur perkerasan membantu penyebaran beban kendaraan.
- 2) Penggunaan material dapat lebih efisien yang bertujuan untuk mengurangi ketebalan lapisan sehingga menghemat biaya.
- 3) Dapat mencegah masuknya material tanah dasar ke lapisan pondasi atas

c. Lapisan pondasi atas (*base course*)

*Base course* atau yang sering juga disebut dengan lapisan pondasi atas merupakan lapisan yang berada dibawah lapisan permukaan dan diatas lapisan pondasi dasar, dan biasanya lapisan pondasi atas terdiri dari beberapa bahan yaitu batu pecah, serpihan atau campuran bahan-bahan tersebut (Hardiyatmo, 2015).

Ada beberapa fungsi dari lapisan pondasi atas sebagai berikut :

- 1) pembagian tekanan akibat beban lalu lintas sehingga lapisan tanah dasar tidak menerima beban yang berlebihan
- 2) meningkatkan kekuatan struktur perkerasan agar beban lalu lintas yang dihasilkan terdistribusi dengan baik.

d. Lapisan pondasi bawah (*subbase course*)

*Subbase course* atau yang sering disebut lapis pondasi paling bawah adalah perkerasan yang berada di dibawah lapisan pondasi atas (Hadiwiyono, 2013). Tujuan dari lapisan pondasi bawah untuk menebalkan lapisan-lapisan sistem perkerasan agar mendistribusikan beban lalu lintas yang datang dari lapisan permukaan ke lapisan dasar dengan baik, sehingga tidak menahan beban yang berlebihan dan lebih menguntungkan dari segi biaya. Jika lapisan tanah dasar buruk maka digunakan pondasi bawah .

e. Lapisan permukaan (*surface course*)

*Surface course* atau sering disebut dengan lapisan permukaan merupakan lapisan teratas perkerasan lentur di atas lapisan pondasi (Hardiyatmo, 2015).

Lapisan permukaan biasanya mempunyai lapisan penyusun yaitu :

- 1) *Wearing course* atau sering disebut dengan lapisan aus merupakan lapisan yang teratas perkerasan dan lapisan aus juga biasanya seperti beton aspal yang bergradasi padat (Hardiyatmo, 2015). Lapisan aus berupa lapisan yang kedap air, daya tahan terhadap gelincir, dan tingkat kehalusan yang tinggi.
- 2) *Binder course* atau yang biasa disebut lapisan pengikat adalah lapisan campuran aspal panas yang ditempatkan dibawah lapis aus (Hardiyatmo, 2015).

## 2. Perkerasan Kaku (*rigid pavement*)

*rigid pavement* atau sering disebut dengan perkerasan kaku merupakan suatu struktur yang terdiri dari beberapa elemen utama, seperti tanah dasar, lapisan pondasi bawah (*subbase course*), dan plat beton dengan atau tanpa tulangan. Perkerasan kaku cocok diterapkan di jalan raya yang menerima lalu lintas yang berat dan pada kecepatan tinggi. Perkerasan kaku memiliki beberapa keunggulan dibandingkan perkerasan lentur (*flexible pavement*), salah satunya adalah perkerasan kaku lebih mampu menahan kendaraan berat dan tidak membutuhkan overlay dalam waktu yang singkat. Namun, perkerasan kaku juga mempunyai kelemahan, memerlukan biaya besar dalam konstruksi dan proses pengaplikasiannya yang relatif panjang karena harus menunggu hingga permukaan jalan mencapai kekuatan yang diinginkan (Hardiyatmo, 2015).

## 3. Perkerasan komposit

Perkerasan komposit (*composite pavement*), adalah gabungan antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur yang berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku atau sebaliknya perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.

### 2.2.2. Aspal

Menurut Sukirman, (2007) Aspal dicirikan sebagai bahan zat viskoelastik yang berwarna gelap, biasanya berwarna hitam atau coklat tua, dan Sebagian besar tersusun dari bitumen. Aspal dapat terbentuk secara alami atau terbentuk sebagai produk sampingan dari proses penyulingan minyak bumi. Aspal adalah



material padat atau sedikit padat yang berperilaku termoplastik bila disimpan pada suhu kamar. Aspal mempunyai fenomena perubahan fase dimana ia meleleh setelah mencapai ambang batas suhu tertentu dan kemudian memadat kembali Ketika suhu turun. Aspal merupakan campuran material komposit yang digunakan dalam konstruksi perkerasan jalan. Kandungan aspal pada campuran perkerasan jalan bervariasi antara 4-10% berat atau 10-15% volume campuran.

Berdasarkan tempat diperolehnya, aspal dibedakan menjadi aspal alam dan aspal minyak.

- a. Aspal alam adalah aspal yang keberadaannya mengacu pada terjadinya aspal dalam keadaan alamnya. Di Indonesia, pulau Buton mempunyai endapan aspal batuan yang sering disebut dengan Aspal Batuan Alam. Endapan khusus ini dikenal dengan nama Asbuton yang artinya aspal batu Buton. Selain itu perlu diketahui bahwa aspal alam juga ada dalam bentuk aspal danau, khususnya Aspal Danau Trinidad yang terdapat di wilayah Trinidad.
- b. Aspal minyak mengacu pada zat limbah yang diperoleh dari proses penyulingan minyak bumi. Setiap sampel minyak mentah menghasilkan residu yang dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis: minyak mentah berbahan dasar aspal, minyak mentah berbahan dasar parafin, atau minyak mentah berbahan dasar campuran, tergantung pada kandungan aspal, paraffin, atau kombinasi keduanya. Berdasarkan pengolahannya, residu aspal minyak berupa aspal cair, aspal emulsi, aspal tiup (*blown asphalt*) (Sukirman, 2016).

### **2.2.3. Asphalt Concrete**

*Asphalt Concrete* (beton aspal) merupakan suatu perkerasan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal dengan atau tanpa adanya bahan tambahan (Sukirman, 2003). Lapisan beton aspal dirancang dengan kepadatan tinggi, nilai struktural tinggi dan kadar aspal yang rendah seringkali banyak digunakan di berbagai negara (Suhardi dkk., 2016). Beton aspal dibentuk dengan mencampurkan bahan-bahan pada suhu yang ditentukan, lalu dibawa ke lokasi,

disebar, dan dipadatkan. Suhu pencampuran biasanya adalah 145°C-155°C, sehingga bisa disebut beton aspal campuran panas atau biasa disebut hotmix.

*Asphalt Concrete* atau biasa dikenal dengan lapisan aspal beton (laston), menurut Bina Marga (2010), dapat diklasifikasikan berdasarkan fungsinya sebagai:

1. *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)*. *wearing course* atau biasa disebut dengan lapisan aus adalah lapisan yang terdapat di atas lapis pondasi. Memiliki fungsi sebagai lapisan atas yang dapat menahan gaya geser, tekanan roda, cuaca, serta memberikan lapisan yang tahan air untuk menahan lapisan dibawahnya.
2. *Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC)*. *asphalt concrete – binder course* atau yang sering disebut sebagai lapisan pengikat antar lapisan permukaan dan lapisan pondasi. AC-BC bertugas sebagai lapisan pengikat.
3. *Asphalt Concrete – Base (AC-Base)* berperan sebagai lapis pondasi

Menurut Sukirman (2003), sifat-sifat yang harus dimiliki campuran beton aspal adalah sebagai berikut :

1. Stabilitas merupakan kemampuan suatu perkerasan jalan dalam menahan beban kendaraan tanpa perubahan bentuk fisik yang bersifat permanen misalnya gelombang. Tinggi dan rendahnya nilai stabilitas dipengaruhi oleh faktor gesekan internal antara butiran agregat dengan daya ikat aspal.
2. Durabilitas merupakan kemampuan beton aspal dalam menyerap beban kendaraan yang berulang seperti keausan yang disebabkan oleh pengaruh iklim, cuaca, berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dengan permukaan jalan. Faktor yang mempengaruhi ketahanan antara lain kepadatan, ketebalan selimut aspal atau membran, dan akumulasi air.
3. Kelenturan adalah kemampuan aspal dalam menahan Gerakan pemadatan atau *undergrading* atau penurunan permukaan tanpa terjadi kerusakan seperti retak. Pengurangan tersebut mungkin terjadi karena seringnya terjadi beban lalu lintas.

4. Ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*) merupakan kemampuan beton aspal untuk menahan lendutan berulang yang disebabkan oleh beban kendaraan yang berulang tanpa terjadinya kelelahan berupa retak atau alur.
5. Kekesetan adalah kemampuan aspal beton dalam menghasilkan gaya gesek yang cukup pada roda kendaraan yang melintas, terutama pada kondisi basah, sehingga kendaraan tidak tergelincir.
6. Kedap air (*impermeability*) adalah kemampuan beton aspal dalam mencegah masuknya udara atau air ke dalam lapisan beton aspal, akibatnya udara dan air dapat mempercepat proses oksidasi atau penuaan aspal dan lepasnya lapisan aspal dari permukaan agregat.
7. Workability adalah kemampuan dari aspal beton untuk dengan mudah melakukan pekerjaan penghamparan dan pemadatan.

#### **2.2.4. Wearing Course (AC-WC)**

Campuran *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC) yang tersusun oleh material-material yang mudah didapatkan, antara lain :

##### **1. Agregat**

Agregat merupakan bahan terpenting dalam campuran aspal beton, yaitu sekitar 90% - 95% dari total masa campuran. Oleh karena itu, campuran lapisan keausan *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC) menentukan baik atau buruknya kualitas agregat yang digunakan. Agregat yang digunakan pada campuran *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC) adalah :

##### **a. Agregat Halus**

Agregat halus adalah salah satu komponen utama campuran *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC). Agregat halus yang digunakan harus agregat yang kuat, bersih, tidak jenuh air atau lumpur. Agregat halus yang digunakan harus sesuai memenuhi standar Bina Marga (2018) ditunjukkan pada Tabel 2.1

Tabel 2. 1 Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Metode pengujian	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min 50%
Uji Kadar Rongga Tanpa Pemadatan	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	Maks10%

(Sumber : spesifikasi umum bina marga, 2018 )

b. Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan bahan yang sangat penting dalam campuran *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*. Agregat kasar adalah agregat yang memiliki ukuran lebih besar dan tertahan pada saringan diameter 4,75 mm atau saringan nomor 4. Agregat yang digunakan harus memiliki kekuatan yang baik, bersih, tidak jenuh air, dan tidak terdapat lumpur yang mengendap. Penggunaan agregat halus dan kasar, disarankan menggunakan sumber yang sama untuk memastikan keseragaman campuran dan memenuhi standar Bina Marga (2018), ditunjukkan pada Tabel 2.2

Tabel 2. 2 Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian		Metode Pengujian	Nilai
Kekekalan untuk agregat Tahap larutan	Natrium sulfat	SNI 3407:2008	Maks 12%
	Magnesium sulfat		Maks 18%
Abrasi Dengan mesin Los angeles	Campuran AC modifikasi dan SMA ( <i>stone mastic asphalt</i> )	100 putaran	Maks 6%
		500 putaran	Maks 30%
	Semua jenis campuran beraspal bergradasi lainnya	100 putaran	Maks 8%
		500 putaran	Maks 40%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 2439:2011	Min 95%
Butir pecah pada agregat kasar	SMA	SNI 7619:2012	100/90
	Lainya		95/90
Partikel pipih dan lonjong	Sma	ASTM D4791-10 Perbandingan 1:5	Maks 5%
	Lainya		Maks 10%
Material lolos ayakan no.200		SNI ASTM C117:2012	Maks 1%

(Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018 )



d. Bahan Pengisi (*Filler*)

Bahan pengisi atau biasa disebut *filler* berupa agregat halus yang lolos saringan diameter 0,075 mm atau saringan no. 200 yang berupa debu, semen Portland, *fly ash*, dan lain – lain. Bahan pengisi yang digunakan harus bahan pengisi yang baik, tidak basah atau lembab. Fungsi bahan pengisi untuk mengisi rongga-rongga yang tidak terisi aspal sehingga permukaan kontak campuran antar butir agregat meningkat sehingga meningkatkan kualitas campuran. Selain itu, bahan pengisi yang digunakan tidak boleh mengandung gumpalan – gumpalan atau zat mengganggu lainnya..

e. Aspal

Aspal didefinisikan sebagai suatu bahan yang dapat diperoleh langsung dari alam maupun pengolahan lanjutan dari minyak bumi yang berwarna hitam kecoklatan pada suhu ruang antara 25°-30°C, menjadi padat atau semi padat mudah melunak atau meleleh apabila berada pada suhu ruang yang tinggi. oleh karena itu aspal sendiri memiliki sifat *thermoplastic* (Sukirman, 1999). Aspal itu sendiri berperan sebagai bahan pengikat antar material yang ada pada campuran. Kadar aspal juga berperan penting untuk menentukan kualitas campuran perkerasan jalan. Jika kadar aspal terlalu rendah maka campuran itu akan mudah retak atau cracking. Namun sebaliknya jika kandungan aspal campuran terlalu banyak maka campuran akan mudah bleeding. Persyaratan AC 60/70 dapat dilihat pada Tabel 2.3

Tabel 2. 3 persyaratan aspal 60/70

NO	Jenis pengujian	Metode	Syarat
1	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 2432-2011	60-70
2	Titik lembek °C	SNI 2432-2011	≥48
3	Titik nyala °C	SNI 2432-2011	≥232
4	Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 2432-2011	≥100
5	Berat jenis	SNI 2432-2011	≥1,0

NO	Jenis pengujian	Metode	Syarat
6	Berat yang hilang(%)	SNI 06-2440-1991	$\geq 0,8$
7	Penetrasi pada 25°C setelah kehilangan berat	SNI 06-2440-1991	$\geq 54$
8	Daktalitas 25°C setelah kehilangan berat (cm)	SNI 2432-2011	$\geq 100$

(sumber : kementerian pekerjaan umum dan perumahan rakyat, 2018)

### 2.2.5. Gradasi Agregat

Gradasi adalah penempatan partikel pengisi berdasarkan ukurannya. Ukuran partikel agregat dapat diperoleh dari studi analisa pengayakan (Sukirman, 2003). Klasifikasi agregat menentukan besar kecilnya rongga atau pori-pori yang dapat terjadi pada agregat campuran.

Agregat campuran berukuran besar dan berongga atau sangat berpori karena tidak mengandung agregat kecil yang dapat mengisi rongga yang dihasilkan. Sebaliknya jika campuran agregat tersebar secara merata dari agregat besar ke agregat kecil maka rongga pori-pori yang tersisa akan semakin sedikit. Hal ini disebabkan karena rongga-rongga yang tercipta akibat penempatan agregat besar terisi oleh agregat kecil. Gradasi agregat ditentukan dengan analisis saringan dan mutu agregat dinyatakan sebagai persentase berat dari setiap sampel yang lolos saringan tertentu. Persentase ini ditentukan dengan melewati setiap saringan dengan menimbang agregat yang tersisa pada setiap saringan.

Gradasi 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 tersebar merata dari agregat besar ke agregat kecil maka rongga pori-pori yang tersisa akan semakin sedikit. Hal ini disebabkan karena rongga yang tercipta akibat penempatan agregat besar terisi oleh agregat kecil. Gradasi agregat ditentukan dengan analisis saringan dan mutu agregat dinyatakan sebagai persentase berat setiap sampel yang lolos saringan tertentu. Persentase ini ditentukan dengan melewati

setiap saringan atau dengan menimbang agregat yang tersisa pada setiap saringan. Gradasi agregat dapat dikategorikan sebagai berikut:

1. Gradasi seragam (*uniform graded*)

Gradasi seragam mengacu pada ukuran keseluruhan agregat. Perataan seragam juga dikenal sebagai perataan terbuka, yang hanya mengandung sedikit agregat halus. Oleh karena itu, terdapat banyak celah atau rongga kosong antar agregat. Campuran aspal yang dihasilkan di kelas ini bersifat porous atau sangat permeabel, kurang stabil dan kurang padat.

2. Gradasi rapat (*dense graded*)

Gradasi rapat sering disebut gradasi kontinu atau gradasi presisi karena merupakan gradasi agregat yang mengandung partikel-partikel dari agregat kasar hingga agregat halus. Campuran gradasi ini sangat stabil, kedap air dan mempunyai kepadatan curah yang tinggi.

3. Gradasi senjang (*gap graded*)

Gradasi senjang adalah gradasi agregat yang ukuran agregatnya tidak lengkap, tidak ada agregatnya, atau jumlah agregatnya 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.

Tabel 2. 4 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
⅜"	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

ukuran ayakan		%berat yang lolos laston (AC)		
(inch)	(mm)	AC-WC	AC-BC	AC-base
no. 30	0,6	14-30	12-28	10-22
no. 50	0,3	22-09	7-20	6-15
no. 100	0,15	6-15	5-13	4-10
no. 200	0,075	9-9	4-8	3-7

(Sumber: spesifikasi umum bina marga, 2018)

### 2.2.6. Metode Pengujian Material

Pada saat menggunakan benda uji yang sudah dicampurkan, bahan yang digunakan tidak boleh sembarangan, harus memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan, sehingga pengujian harus dilakukan terhadap bahan-bahan yang digunakan sebagai penyusun campuran diantaranya :

#### 1. Aspal

Aspal yang berkualitas adalah aspal yang berperan sebagai bahan pengikat antar agregat dalam campuran, aspal tersebut harus memenuhi syarat, sehingga harus dilakukan pengujian-pengujian berikut :

##### a. Penetrasi

Pengujian penetrasi digunakan untuk menentukan kekerasan atau kelembutan aspal dengan cara memasukkan jarum penetrasi pada suhu tertentu ke dalam aspal dalam durasi yang ditentukan. Metode ini sesuai dengan standar SNI-06-2456-1991. Semakin besar nilai penetrasi, semakin lunak aspalnya, dan sebaliknya. Aspal dengan nilai penetrasi besar biasanya digunakan di daerah beriklim dingin atau dengan lalu lintas ringan, sementara nilai penetrasi yang lebih kecil biasanya digunakan di daerah dengan suhu panas atau lalu lintas yang padat.

##### b. Berat Jenis

Aspal dalam konstruksi jalan berfungsi sebagai bahan pengikat agregat, dan kualitas serta jumlahnya mempengaruhi performa campuran aspal. Salah satu parameter kualitas aspal yang penting adalah berat jenisnya. Berat jenis aspal diperlukan tidak hanya untuk memenuhi standar kualitas

aspal, tetapi juga untuk keperluan konversi antara berat dan volume selama pelaksanaan.

Pemeriksaan berat jenis aspal dilakukan dengan membandingkan berat aspal dengan berat air suling pada suhu tertentu (25 °C atau 15,6 °C) menggunakan piknometer dan timbangan. Prosedur pengujian mengikuti standar yang diatur dalam SNI 2441-2011.

$$\text{Berat Jenis} = \frac{(C-A)}{(B-A) - (D-C)} \quad (2-1)$$

Keterangan :

*A* : Massa Piknometer Dan Penutup

*B* : Massa Piknometer Dan Penutup Berisi Air

*C* : Massa Piknometer, Penutup Dan Benda Uji

*D* : Massa Piknometer, Penutup, Benda Uji Dan Air

Untuk menentukan berat isi benda uji maka digunakan persamaan

$$\text{Berat isi} = \text{Berat isi} \times W_T \quad (2-2)$$

Keterangan :

$W_T$  : berat isi air pada temperatur pengujian

#### c. Titik Lembek

Pengujian titik lembek aspal menggunakan alat *ring and ball* (cincin dan bola) bertujuan untuk mengetahui titik lembek aspal. Selain itu, pengujian ini berperan sangat penting untuk mengetahui sifat fisik aspal yang digunakan dalam campuran benda uji dan juga dapat digunakan untuk mengetahui apakah aspal akan menjadi lunak seiring dengan perubahan suhu pada perkerasan. Prosedur pengujian ini mengikuti SNI 2434:1991.

#### d. Kehilangan berat minyak dan aspal

Pengujian kehilangan berat minyak dan aspal merupakan pengujian untuk mengetahui sifat fisik aspal setelah dipanaskan dalam *hot mix* pada temperatur 163°C. Pengujian ini dilakukan dengan cara mencari selisih antara berat awal dan berat setelah aspal dipanaskan sebagai persentase



terhadap berat awal. Prosedur pengujian ini mengikuti SNI-06-2440-1991 dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Penurunan berat} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \quad (2-3)$$

Keterangan :

*A* : Berat Benda Uji Semula

*B* : Berat Benda Uji Setelah Pemanasan

## 2. Agregat Halus

Agregat halus adalah material penyusun campuran *Asphalt Concrete Wearing Course* atau yang biasa disebut (AC-WC). Agregat halus yang digunakan harus kuat, bersih, tidak lembab atau basah, serta tidak menggumpal pada tanah. Prosedur pengujian ini mengikuti SNI 1970:2008 Pengujian yang dilakukan antara lain :

### a. Berat jenis curah kering

Cara menentukan berat jenis curah kering ( $S_d$ ) digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Berat jenis curah kering} = \frac{A}{B+S-C} \quad (2-4)$$

Keterangan :

*A* : Berat Benda Uji Kering Oven (gram)

*B* : Berat Piknometer Yang Berisi Air (gram)

*C* : Berat Piknometer Dengan Benda (gram)

*S* : Berat Benda Uji Kondisi Jenuh Kering Permukaan (gram)

Jika abu Le Chatelier digunakan, maka berat jenis curah kering dihitung dengan persamaan :

$$\text{Berat jenis curah kering} = \frac{S1}{0.9975 (R2-R1)} \quad (2-5)$$

Keterangan :

*R1* : Pembacaan Awal Posisi Air Pada Labu Le Chatelier

*R2* : Pembacaan Akhir Posisi Air Pada Labu Le Chatelier

*S1* : Berat Benda Uji Jkp Yang Dimasukkan Ke Labu (gram)

### b. Berat Jenis Curah ( Jenuh Kering Permukaan )

Cara menentukan berat jenis curah (SSd) digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Berat jenis curah} = \frac{S}{B+S-C} \quad (2-6)$$

Keterangan :

*B* : Berat Benda Uji Kondisi Jenuh Kering Permukaan di udara (gram)

*C* : Berat Benda Uji Dalam Air (gram)

*S* : Berat Benda Uji Kondisi Jenuh Kering Permukaan (gram)

Jika labu Le Chatelier digunakan, maka berat jenis curah dihitung dengan persamaan :

$$\text{Berat jenis curah} = \frac{S1}{0.9975 (R1-R2)} \quad (2-7)$$

Keterangan :

*R1* : Pembacaan Awal Posisi Air Pada Labu Le Chatelier

*R2* : Pembacaan Akhir Posisi Air Pada Labu Le Chatelier

*S1* : Berat Benda Uji Kondisi Jkp Yang Dimasukkan Ke Labu (gram)

c. Berat jenis semu

Cara menentukan berat jenis semu (*S<sub>a</sub>*) digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{A}{B+A-C} \quad (2-8)$$

Keterangan :

*A* : Berat Benda Uji Kering Oven (gram)

*B* : Berat Piknometer Yang Berisi Air (gram)

*C* : Berat Piknometer Dengan Benda Uji Dan Air Sampai Batas Pembacaan (gram)

d. Penyerapan air

Cara menentukan persentase penyerapan air (*S<sub>w</sub>*) digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Penyerapan air} = \frac{S-A}{A} \quad (2-9)$$

Keterangan :

$A$  : Berat Benda Uji Kering Oven (gram)

$S$  : Berat Benda Uji Kondisi Jenuh Kering Permukaan (gram)

### 3. Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan material penyusun campuran *Asphalt Concrete Wearing Course* atau yang biasa disebut (AC-WC). Agregat kasar merupakan agregat yang tertahan di saringan nomor 4 dengan saringan berdiameter 4,75 mm. Agregat yang digunakan harus kuat, bersih, tidak lembab atau basah, serta tidak boleh menggumpal pada tanah. Prosedur pengujian ini mengikuti SNI 1969:2008

#### a. Berat Jenis Curah Kering

Cara menentukan berat jenis curah kering ( $S_d$ ) digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Berat Jenis Curah Kering} = \frac{A}{(B-C)} \quad (2-10)$$

Keterangan :

$A$  : Berat Benda Uji Kering Oven (gram)

$B$  : Berat Benda Uji Kondisi Jenuh Kering Permukaan (gram)

$C$  : Berat Benda Uji Dalam Air (gram)

#### b. Berat Jenis Curah (Jenuh Kering Permukaan)

Cara menentukan berat jenis curah ( $S_{sd}$ ) digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Berat jenis curah (jenuh kering permukaan)} = \frac{B}{(B-C)} \quad (2-11)$$

Keterangan :

$B$  : Berat Benda Uji Kondisi Jenuh Kering Permukaan (gram)

$C$  : Berat Benda Uji Dalam Air (gram)

#### c. Berat Jenis Semu

Cara menentukan berat jenis curah ( $S_{sd}$ ) digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{A}{(A-C)} \quad (2-12)$$

Keterangan :

$A$  : Berat Benda Uji Kering Oven (gram)

$B$  : Berat Benda uji Dalam Air (gram)

d. Penyerapan air

Cara menentukan persentase penyerapan air ( $S_w$ ) digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Penyerapan air} = \frac{(B-A)}{A} \times 100\% \quad (2-13)$$

$A$  : Berat Benda Uji Kering Oven (gram)

$B$  : Berat Benda Uji Kondisi Jenuh Kering Permukaan (gram)

e. Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angeles

Keausan agregat dengan mesin los angeles merupakan pengujian untuk mengetahui angka keausan yang dinyatakan dalam persentase berat awal dibandingkan dengan berat setelah mengalami keausan. Selain itu pengujian ini bertujuan untuk menentukan daya tahan suatu agregat hingga maksimal 40%. Prosedur pengujian ini mengikuti SNI 2417-2008 dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Keausan} = \frac{(A-B)}{A} \times 100\% \quad (2-14)$$

Keterangan :

$A$  : berat benda uji semula (gram)

$B$  : berat benda uji tertahan saringan No.12 (1,70mm) (gram)

### 2.2.7. Karakteristik Pengujian *Marshall*

Pengujian campuran yang telah dipadatkan dengan metode *Marshall* dilakukan sesuai standar SNI-06-2489-1991. Tujuan pengujian metode *Marshall* adalah untuk memperoleh nilai *Flow*, *Stabilitas*, *Density*, *VMA*, *VIM*, dan *VFA* yang menjadi nilai acuan apakah baik atau tidaknya benda uji tersebut.

Karakteristik campuran perkerasan dipengaruhi oleh bahan yang digunakan dan pembuatan campuran mempengaruhi pada hasil dan kualitas campuran.

Pada dasarnya campuran juga dipengaruhi oleh karakteristik volumetrik dan karakteristik *Marshall* seperti :

### 1. Kepadatan (*Density*)

Density sangat dipengaruhi oleh kandungan aspal, kualitas bahan, massa campuran persatuan volume bahan, dan proses pengepakan. Kepadatan merupakan rasio massa terhadap volume dalam suatu campuran, dan penting untuk menilai kemampuan campuran dalam menahan beban lalu lintas. Rumus untuk menghitung kepadatan adalah

$$h = g - f \quad (2-15)$$

$$I = \frac{h}{e} \quad (2-16)$$

Keterangan,

$e$  : 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).

### 2. VIM (*Voids In the Mix*)

VIM merupakan persentase volume rongga dalam campuran yang telah dipadatkan. Parameter ini penting untuk mengevaluasi ruang yang tersedia di dalam campuran, yang berperan saat agregat bergeser saat terekspos pada tekanan pemadatan. VIM dapat dihitung menggunakan rumus :

$$VIM = 100 - i \times j \quad (2-17)$$

Keterangan :

VIM : kadar rongga terhadap campuran (%)

$i$  :  $B_j$  benda uji

$J$  :  $B_j$  campuran maksimal

### 3. VMA (*Voids In Mineral Agregat*)

VMA adalah rongga dalam agregat serta kandungan aspal efektif. VMA dapat dihitung menggunakan rumus :

$$VMA = 100 - l \quad (2-18)$$

Keterangan :

$l$  = persentase volume agregat

#### 4. VFA (*Voids Filled with Asphalt*)

VFA adalah persentase yang didapat dari nilai VMA yang sudah terisi oleh aspal, tidak termasuk kedalam aspal yang telah diserap oleh agregat melainkan menyelimuti butir-butir agregat dalam campuran. Untuk menghitung VFA digunakan persamaan :

$$VFA = 100 \times \frac{VMA - VIM}{VMA} \quad (2-19)$$

Keterangan :

$VFA$  : rongga terisi aspal (%)

$VMA$  : rongga diantara mineral agregat (%)

$VIM$  : rongga di dalam campuran (%)

#### 5. Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan suatu campuran untuk menahan beban tanpa mengalami perubahan bentuk secara permanen. Stabilitas yang sangat tinggi dapat membuat campuran menjadi keras dan rentan terhadap retak, serta dapat mengurangi volume rongga dalam agregat sehingga membutuhkan sedikit aspal dan mengurangi durabilitas campuran karena kemungkinan butiran agregat lepas. Nilai stabilitas diperoleh dari pengukuran pada penunjuk arloji pada alat uji Marshall dan dikalikan dengan dikalibrasi proving ring dan faktor koreksi tebal benda uji. Stabilitas dapat dihitung menggunakan rumus :

$$S = p \times r \quad (2-20)$$

Keterangan :

$p$  = kalibrasi proving ring pada 0 (kg)

$r$  = nilai pembacaan arloji

#### 6. Kelelahan (*Flow*)

Kelelahan (*Flow*) adalah perubahan bentuk (deformasi) suatu campuran perkerasan setelah diberi beban, diukur dalam satuan milimeter. Kelelahan (*Flow*) digunakan sebagai parameter untuk menentukan campuran perkerasan tersebut cenderung kaku atau lentur saat diuji.



Nilai *flow* :  $r$

#### 7. *Marshall Quotient* (MQ)

*Marshall Quotient* adalah hasil bagi stabilitas dengan *Flow*. Semakin besar nilai *Marshall Quotient* berarti campuran semakin kaku dan sebaliknya semakin kecil nilai *Marshall Quotient*, maka campuran semakin lentur. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi nilai *Marshall* adalah nilai stabilitas dan *Flow*, penetrasi, viskositas aspal, kadar aspal campuran, bentuk dan tekstur permukaan agregat, dan gradasi agregat (Misbah dan Firdaus, 2014). Perhitungan *Marshall Quotient* adalah :

$$MQ = \frac{S}{t} \quad (2-21)$$

Keterangan,

$MQ$  : Nilai *Marshall Quotient* (kg/mm)

$S$  : Nilai *Marshall Stability* (kg)

$t$  : Nilai *Flow Marshall* (mm)



## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1. Lokasi penelitian

Lokasi pengambilan sampel bonggol jagung terletak di Desa Banjar Sari, Dusun Banjar Getas, Kec. Labuhan Haji, Kab. Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat. Pengujian benda uji dilakukan di Laboratorium, Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram yang terletak di Jalan KH. Ahmad Dahlan No. 1, Kelurahan Pagesangan, Kecamatan Mataram, Kota Mataram, Provinsi Nusa Tenggara Barat.



Gambar 3. 1 Lokasi Pengambilan Sampel Dan Penelitian  
(Sumber : google earth, 2024)

### 3.2. Teknik pengumpulan data

Data sekunder merupakan sekumpulan informasi yang sudah ada sebelumnya yang digunakan untuk melengkapi kebutuhan data penelitian. Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data sekunder. Adapun data sekunder yang diperoleh dari PT. Sinar Bali Binakarya yaitu :

1. Job Mix Formula Agregat
2. Analisis pengujian saringan fraksi agregat  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{3}{8}$ , dan Abu batu, dan *filler*
3. Data penetrasi 60/70.

### 3.3 Alat Dan Bahan

#### 3.3.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain yaitu :

1. Alat pemeriksaan agregat yang terdiri dari :
  - a. Satu set saringan gradasi



Gambar 3. 2 Satu Set Alat Uji Saringan

(Sumber : PUPR Provinsi NTB, 2023)

- b. Oven dan pengaturan suhu



Gambar 3. 3 Oven Atau Pemanas Agregat

(Sumber : PUPR Provinsi NTB, 2023)

c. Timbangan



Gambar 3. 4 Timbangan Digital

(Sumber : PUPR Provinsi NTB, 2023)

d. Thermometer



Gambar 3. 5 Termometer

(Sumber : PUPR Provinsi NTB, 2023)

2. Alat pembuat briket campuran aspal terdiri dari
  - a. Satu set cetakan ( *mold*) berbentuk silinder dengan diameter 101,45



Gambar 3. 6 Cetakan  *mold*

(Sumber : PUPR Provinsi NTB, 2023)

- b. Alat penumbuk ( *compactor*)



Gambar 3. 7 Alat Penumpuk

(Sumber : PUPR Provinsi NTB, 2023)

- c. Satu set alat pengangkat (dongkrak hidrolik)



Gambar 3. 8 Dongkrak Hidrolik

(Sumber : PUPR Provinsi NTB, 2023)

3. Satu set alat *marshall*, terdiri dari
- Kepala penekan yang berbentuk lengkung (*breaking head*)
  - Dongkrak pembebanan (*loading jack*) yang digerakkan secara elektrik dengan kecepatan pergerakan vertical 50,8 mm/menit
  - Cincin penguji (*proving ring*) berkapasitas 2500 kg dan atau 500 kg dilengkapi dengan arloji (*dial*).
  - Arloji pengukuran air (*flow*) dengan ketelitian 0,25 mm beserta pelengkapannya.





Gambar 3. 9 Satu Set Alat Marshall

(Sumber : PUPR Provinsi NTB, 2023)

4. Satu set water bath



Gambar 3. 10 Satu Set Water Bath

(Sumber : PUPR Provinsi NTB, 2023)

5. Alat penunjang

a. Wajan



Gambar 3. 11 Wajan

(Sumber : PUPR Provinsi NTB, 2023)

b. Panci



Gambar 3. 12 Panci

(Sumber : PUPR Provinsi NTB, 2023)

c. Sarung tangan



Gambar 3. 13 Sarung Tangan

(Sumber : PUPR Provinsi NTB, 2023)

**3.3.2 Bahan**

1. Aspal pen 60/70 diperoleh dari PT. Sinar Bali Binakarya



Gambar 3. 14 Aspal Pen 60/70

(Sumber : PT. Sinar bali binakarya, 2024)

## 2. Agregat



Gambar 3. 15 Agregat

(Sumber : PT. Sinar bali binakarya, 2024)

3. *Filler* atau material lolos saringan No. 200 yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah abu bonggol jagung



Gambar 3. 16 Abu Bonggol Jagung

(Sumber : dokumentasi pribadi, 2024)

### 3.4 Benda Uji

Benda uji dibuat berdasarkan kadar aspal optimum (KAO), nilai KAO menjadi patokan untuk membuat variasi benda uji. Dengan variasi benda uji yaitu 0% 1%, 2%, dan 3%.

tabel 3. 1 Jumlah Sampel Pengujian

	Variasi <i>filler</i> abu bonggol jagung	Jumlah benda uji
1	0%	3
2	1%	3
3	2%	3
4	3%	3

### 3.5 Tahap – Tahap Penelitian

#### 3.5.1 Tahap Persiapan

Tahap awal dari proses penelitian ditentukan rencana penelitian, dimana semua alat dan bahan yang diperlukan dipersiapkan terlebih dahulu. Memastikan ketersediaan alat dan bahan sangat penting karena mempunyai dampak yang signifikan terhadap proses penelitian. Alat dan bahan sudah dipersiapkan secara matang sejak awal.

Peralatan yang digunakan, terdiri dari :

1. Tiga cetakan benda uji berdiameter 10,16 dan tinggi 7,62 cm, lengkap dengan pelat alas dan leher sambung.
2. Mesin penumbuk manual atau otomatis dengan :
  - 1) Penumbuk dengan permukaan tumbuk rata yang berbentuk silinder, dengan berat 4,536 kg dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm
  - 2) Landasan pemadat terdiri dari balok kayu (jati atau yang sejenis) berukuran 20,32 x 20,32 x 45,72 cm dilapisi dengan pelat baja berukuran 30,48 x 30,48 x 2,54 cm dan dijangkarkan pada keempat sudutnya ke lantai beton.
3. Alat pengeluaran benda uji :  
Mesin ekstruder berdiameter 10 cm digunakan ntuk mengeluarkan sempel yang telah dipadatkan dari dalam cetakan benda uji.
4. Alat *marshall* lengkap dengan :
  - 1) Kepala penekan (*breaking head*) berbentuk lengkung.
  - 2) Cincin penguji (*proving ring*) kapasitas 2500 kg dan atau 5000 kg, dilengkapi dengan arloji (*dial*) tekan dengan ketelitian 0,0025 mm.

- 3) Arloji pengukur alir (*flow*) dengan ketelitian 0,25 mm beserta kelengkapannya.
5. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu yang mampu memanasi sampai 200°C derajat ( $\pm 3^\circ\text{C}$ ).
6. Bak perendam (*water bath*) dilengkapi dengan pengatur suhu mulai 20 sampai 60°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ).
7. Timbangan yang dilengkapi dengan penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 g dan timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 g.
8. Pengukur suhu dari logam (*metal thermometer*) berkapasitas 250°C dan 100°C dengan ketelitian 1% dari kapasitas.
9. Perlengkapan lain :
  - 1) Panci untuk memanaskan agregat, aspal dan campuran aspal.
  - 2) Sendok pengaduk dan spatula .
  - 3) Kompor atau pemanas (*hot plate*).
  - 4) Sarung tangan.

### 3.5.2 Pembuatan benda uji

Prosedur pembuatan benda uji dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu :

1. Menghitung perkiraan awal kadar aspal (*Pb*) setelah diperoleh nilai kadar aspal, kemudian hitung berat jenis maksimum (*BJ Max*) dengan mengambil data dari pengujian berat jenis agregat halus dan agregat kasar.
2. Menentukan berat aspal penetrasi 60/70, berat *filler* dan berat agregat yang akan dicampur. Persentasenya ditentukan oleh berat total campuran yaitu 1200 gram. Kadar aspal ditentukan dengan menghitung komposisi agregat campuran.
3. Panaskan agregat hingga temperatur 28°C lalu panaskan aspal sampai mencapai kekentalan (*viskositas*) yang disyaratkan untuk pekerjaan pencampuran dan pemadatan sesuai diperlihatkan pada tabel 3.2 berikut:



Tabel 3. 2 Kekentalan Aspal Keras Untuk Pencampuran Dan Pematatan

Alat uji	Kekentalan untuk		satuan
	pencampuran	pematatan	
Viscosimeter Kinematik	170 ± 20	280 ± 30	Centistokes
Viscosimeter Saybolt Furol	85 ± 10	140 ± 15	Detik Saybolt Furol

(Sumber : RSNI M-01-2003)

4. Pencampuran benda uji
  - a. Setiap benda uji memerlukan agregat ± 1200 gram untuk menghasilkan benda uji dengan tinggi benda uji kurang lebih 63,5 mm ± 1,27 mm .
  - b. Panaskan wadah pencampur hingga suhu sekitar 28°C di atas suhu pencampuran aspal keras
  - c. Masukkan agregat yang telah dipanaskan ke dalam wadah pencampur
5. Tuang aspal yang sudah dipanaskan mencapai kekentalan seperti pada Tabel 3. 2 lalu aduk dengan cepat hingga agregat tercampur rata dengan aspal.
6. Pematatan benda uji
  - a. Setelah aspal dituang ke dalam agregat, campuran diaduk sampai rata lalu didiamkan hingga mencapai suhu pematatan 120° C - 140° C.
  - b. Letakkan kertas saring atau kertas penyerap seukuran dasar cetakan
  - c. Masukkan seluruh campuran ke dalam cetakan dan tusuk campuran 15 kali di sekeliling pinggirannya dan 10 kali di bagian tengahnya dengan sepatula yang sudah dipanaskan.
  - d. Letakkan kertas saring atau kertas penyerap pada permukaan benda uji sesuai dengan ukuran cetakan
  - e. Padatkan campuran pada suhu yang disesuaikan dengan kekentalan aspal yang akan digunakan, lalu tumbuk sebanyak 75 kali di kedua sisi.
  - f. Setelah campuran dipadatkan, lepaskan pelat alas dan pasang alat pengeluar pada permukaan benda uji,
  - g. Keluarkan dan letakkan benda uji pada permukaan yang rata dan diberi tanda, lalu diamkan pada suhu ruangan selama 24 jam.
7. Persiapan pengujian

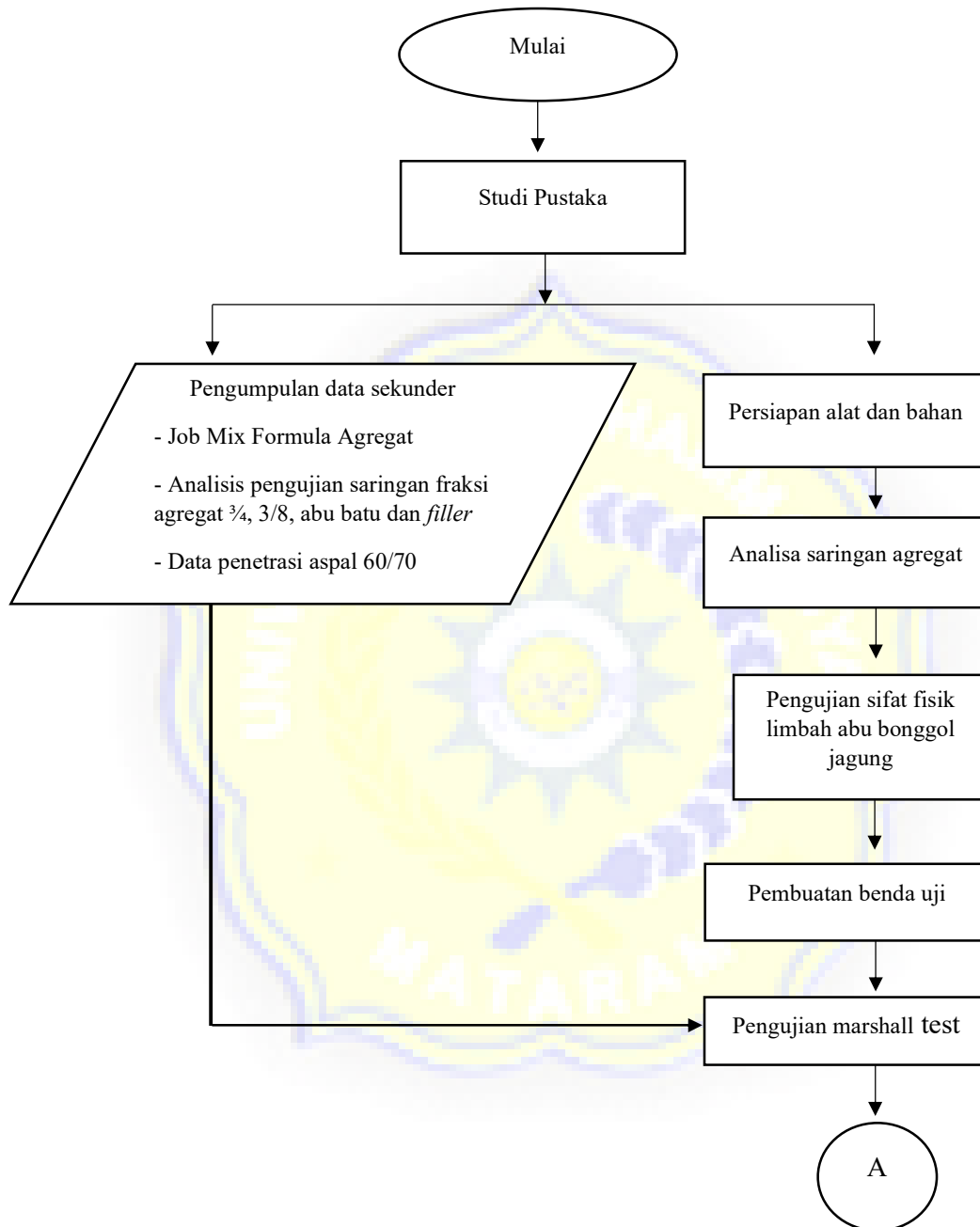
- a. Bersihkan benda uji dari kotoran yang menempel
- b. Ukur tinggi benda uji dengan ketelitian
- c. Timbang benda uji ( berat udara)
- d. Rendam benda uji dalam air selama kira-kira 24 jam pada temperatur ruang
- e. Timbang benda uji di dalam air untuk mendapatkan isi dari benda uji.
- f. Timbang benda uji dalam kondisi kering permukaan jenuh

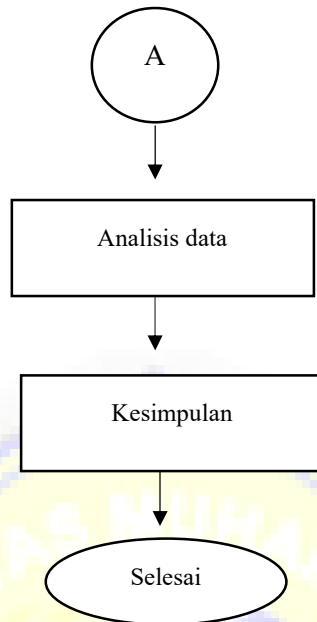
### 3.6 *Marshall Test*

Pengujian *Marshall* merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui nilai ketahanan (*stability*), kelelahan plastis (*flow*) dari suatu campuran aspal. Semakin tinggi nilai kestabilan campuran maka semakin tinggi pula nilai *flow*. Dengan nilai kestabilan yang tinggi maka dapat disimpulkan bahwa aspal mampu menahan beban.

1. Benda uji direndam selama kurang lebih 24 jam sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.
2. Benda uji direndam dalam *Water Bath* (bak perendam) selama 30 – 40 menit pada suhu 60 °C. Benda uji yang disiapkan sebanyak 3 buah pada masing – masing variasi abu bonggol jagung total benda uji adalah 12 benda uji.
3. Benda uji dikeluarkan dan diletakkan pada alat uji *Marshall* untuk pengujian.
4. Hasil pengujian ini didapatkan nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*)
5. Perhitungan nilai stabilitas dan *Marshall quotient* didapatkan dengan rumus pada Persamaan 2-21.

### 3.7 Bagan Alir Penelitian





Gambar 3. 17 Bagan Alir Penelitian