SKRIPSI

PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH SERBUK GYPSUM SEBAGAI *FILLER* PADA CAMPURAN AC-BC TERHADAP NILAI *MARSHALL*

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

DISUSUN OLEH:

NAMA : ILHAM JAYADI

NIM : 417110017

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

2022

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

SKRIPSI

PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH SERBUK GYPSUM SEBAGAI *FILLER* PADA CAMPURAN AC-BC TERHADAP NILAI *MARSHALL*

Disusun Oleh:

ILHAM JAYADI
417110017

Mataram, 06 Juli 2022

Pembimbing I,	Pembimbing II,
Titik Wahyuningsih.,ST.,MT.	**Ir. Isfanari, ST., MT.**
NIDN. 0819097401	**NIDN. 0830086701**

Mengetahui,

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK

Dekan,

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

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

SKRIPSI

PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH SERBUK GYPSUM SEBAGAI *FILLER* PADA CAMPURAN AC-BC TERHADAP NILAI *MARSHALL*

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

NAMA : ILHAM JAYADI
NIM : 417110017

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada hari : Senin, 25 Juli 2022
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

1. Penguji I : Titik Wahyuningsih, ST., MT _____
2. Penguji II : Ir. Isfanari, ST., MT. _____
3. Penguji III : Agustini Ernawati, ST., M.Tech _____

Mengetahui,

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK

Dekan,

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

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

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

"PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH SERBUK GYPSUM SEBAGAI *FILLER* PADA CAMPURAN AC-BC TERHADAP NILAI *MARSHALL*"

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

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

Mataram, 06 Juli 2022

Yang Membuat Pernyataa

Ilham Jayadi
417110017

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

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

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

Nama : ILHAM JAYADI
NIM : 417110017
Tempat/Tgl Lahir : DASAN BARA 05 Juli 1997
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Fakultas : TEKNIK
No. Hp : 087 861 368 717
Email : ilhamjayadi019@gmail.com

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

PENGARUH PENGUNAAN LIMBAH SERBUK GYPSUM SEBAGAI FILLER PADA CAMPURAN AC-BC TERHADAP NILAI MARSHALL

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 44 %

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, 29 Agustus 2022
Penulis

ILHAM JAYADI
NIM. 417110017

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

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

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

Nama : ILHAM JAYADI

NIM : 417110017

Tempat/Tgl Lahir : DASAN BARA 05 JULI 1997

Program Studi : TEKNIK SIPIL

Fakultas : TEKNIK

No. Hp/Email : 087 861 368 717 / ilhamjayadi94@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 LIMBAH SERBUK GYPSUM SEBAGAI FILLER PADA CAMPURAN AC-BC TERHADAP NILAI MARSHALL

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, 22 Agustus 2022

Penulis

METERAI TEMPEL 10000 5CDD4AJX985851151

ILHAM JAYADI

NIM. 417110017

Mengetahui,

Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

Iskandar, S.Sos.,M.A.

NIDN. 0802048904

MOTTO

"Semua impian kita bisa menjadi kenyataan, Jika kita memiliki keberanian untuk mengejarnya"

(*Walt Disney*)

"Hidup seperti mengendarai sepeda. Untuk menjaga keseimbangan, kamu harus terus bergerak"

(*Albert Einstein*)

"Waktu bagaikan pedang. Jika kamu tidak memanfaatkannya dengan baik, maka ia akan memanfaatkanmu"

(*HR. Muslim*)

"WAKTU MENGAJARKANMU HAL-HAL YANG TIDAK BISA DIPELAJARI DARI BUKU"

~ Penulis ~

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul "**Pengaruh Penggunaan Limbah Serbuk Gypsum Seabagai Filler Pada Campuran AC-BC Terhadap Nilai *Marshall***". Skripsi ini merupakan bagian dari salah satu kurikulum yang wajib diikuti bagi setiap mahasiswa guna memenuhi kewajiban dan penyelesaian tugas akhir untuk memperoleh derajat kesarjanaan S-1 pada program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.

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

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

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

Mataram, 06 Juli 2022

Ilham Jayadi
NIM.417110017

ABSTRAK

Penelitian menggunakan limbah serbuk gypsum sebagai pengganti *filler* semen portland pada campuran aspal beton untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan limbah serbuk gypsum terhadap kuat tekan lapisan aspal beton (AC-BC) yang merupakan salah satu bagian dari lapis perkerasan yang berfungsi sebagai lapis antara. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai Stabilitas, *Flow*, VIM, VMA, VFB dan MQ pada campuran aspal beton AC-BC yang menggunakan limbah serbuk gypsum sebagai bahan pengisi.

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

Kadar aspal optimum (KAO) yang digunakan adalah 5,2% dengan variasi *filler* serbuk gypsum 1%, 2%, dan 3%. Nilai stabilitas naik dengan bertambahnya kadar filler dan mencapai puncaknya pada kadar filler 3% dengan nilai stabilitas 968 kg. Dari hasil pengujian ini, dinyatakan bahwa kadar aspal efektif dengan menggunakan serbuk gypsum lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan campuran *filler* semen portland dan nilai stabilitas campuran aspal beton dengan menggunakan serbuk gypsum lebih rendah dibandingkan nilai stabilitas campuran aspal beton semen portland.

Kata Kunci : Limbah Serbuk Gypsum, AC-BC, *Marshall*, Aspal Optimum

ABSTRACT

The study used gypsum powder waste as a substitute for portland cement filler in asphalt-concrete mixtures to find out how much influence its use had on the compressive strength of the asphalt-concrete layer (AC-BC), which is one part of the pavement layer that functions as an intermediate layer. This study aimed to determine the value of Stability, Flow, VIM, VMA, VFB, and MQ in the AC-BC asphalt concrete mixture using gypsum powder waste as a filler. To gather data for this study, experimental activities were used as the methodology. This study was conducted at the Construction Materials Testing Center Laboratory of the Public Works and Spatial Planning Office of West Nusa Tenggara Province, utilizing a variety of fillers with 1%, 2%, and 3% of the aggregate's total weight in gypsum powder, and 5.2% of asphalt (designated asphalt content). Each was put through the Marshall method testing process to gather stability, Flow, VIM, VMA, VFB, and MQ data. 5.2% was the ideal asphalt concentration (KAO), with 1%, 2%, and 3% gypsum powder filler as variations. As the filler content rises, the stability value rises, peaking at 3% filler content with a stability value of 968 kg. According to the test's findings, gypsum powder increases the effective asphalt content more than a mixture of portland cement filler. Using gypsum powder decreases the stability of the asphalt concrete mixture more than using portland cement does.

Keywords : Gypsum Powder Waste, AC-BC, Marshall, Optimum Asphalt

MENGESAHKAN
SALINAN FOTO COPY SESUAI ASLINYA
MATARAM
KEPALA
UPT P3B
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
Humaira, M.Pd
NIDN. 0803048601

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI iii
LEMBAR ORISINALITAS iv
SURAT BEBAS PLAGIARISME v
SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH vi
MOTTO vii
KATA PENGANTAR viii
ABSTRAK ix
DAFTAR ISI xi
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xv
DAFTAR LAMPIRAN xvi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 2
1.4 Manfaat Penelitian 2
1.5 Batasan Masalah Penelitian 2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI 3
2.1 Tinjauan Pustaka 3
2.1.1 Penelitian Terdahulu 3
2.1.2 Perkerasan Jalan 8
2.1.3 Konstruksi Perkerasan Jalan 9
2.1.4 Aspal Beton (Asphalt Concrete) 12
2.1.5 Bahan-Bahan Konstruksi Lapis Aspal Beton 13
2.1.6 Filler Limbah Serbuk Gypsum 22
2.17 Karakteristik Perkerasan 23
2.2 Landasan Teori 24

2.2.1 Pengujian Volumetrik Campuran 24
2.2.2 Pengujian Marshall (Karakteristik sifat-sifat *Marshall*).. 26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 31
3.1 Metode Penelitian 31
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian..... 31
3.3 Teknik Pengumpulan Data 32
3.4 Peralatan 33
3.5 Bahan..... 38
3.6 Benda Uji..... 39
3.7 Prosedur Pelaksanaan..... 39
3.7.1 Pembuatan Benda Uji..... 39
3.7.2 Volumetrik Test 40
3.7.3 Marshall Test..... 41
3.8 Tahap Penelitian..... 42
BAB IV ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN 44
4.1 Umum 44
4.2 Pengujian Material..... 44
4.2.1 Hasil Analisa Saringan Pembagian Butiran..... 44
4.2.2 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat..... 51
4.2.3 Data Pengujian Aspal 55
4.2.4 Perhitungan Perkiraan Awal Kadar Aspal Tengah 55
4.3 Perencanaan Kadar Aspal Optimum 57
4.3.1 Job Mix Formula Perancangan KAO 57
4.3.2 Hasil Pengujian Berat Jenis Campuran Maksimum 58
4.4 Analisa *Marshall* Pada Kadar Aspal Optimum 60
4.4.1 Job Mix Formula Pada KAO..... 60
4.4.2 Hasil Analisa Marshall Pada KAO 61
4.4.3 Hasil Perbandingan Penggunaan Filler 67
BAB V PENUTUP..... 70
5.1 Kesimpulan 70
5.2 Saran 71
DAFTAR PUSTAKA..... 72
LAMPIRAN..... 73

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu.....6
Tabel 2.2 Perbedaan kualitas dasar masing-masing tipe perkerasan 10
Tabel 2.3 Spesifikasi pemeriksaan agregat 14
Tabel 2.4 Gradasi agregat untuk campuran *asphalt concrete* (AC) 16
Tabel 2.5 Faktor koreksi stabilitas 27
Tabel 3.1 Jadwal pelaksanaan penelitian 30
Tabel 3.2 Kebutuhan benda uji untuk *Marshall Test* 38
Tabel 4.1 Analisa saringan pembagian butiran fraksi agregat (<3/4) 44
Tabel 4.2 Analisa saringan pembagian butiran fraksi agregat (<3/8) 44
Tabel 4.3 Analisa saringan pembagian butiran abu batu 45
Tabel 4.4 Analisa saringan pembagian butiran serbuk gypsum.....45
Tabel 4.5 Kombinasi analisa agregat *filler* serbuk gypsum 1%.....46
Tabel 4.6 Kombinasi analisa agregat *filler* serbuk gypsum 2%.....47
Tabel 4.7 Kombinasi analisa agregat *filler* serbuk gypsum 3%.....48
Tabel 4.8 Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat fraksi agregat (<3/4)...51
Tabel 4.9 Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat fraksi agregat (<3/8)...51
Tabel 4.10 Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat abu batu 52
Tabel 4.11 Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat *filler* 53
Tabel 4.12 Karakteristik aspal penetrasi 60/70 54
Tabel 4.13 Perkiraan awal pemakaian kadar aspal tengah (Pb) *filler* 1%.....55
Tabel 4.14 Perkiraan awal pemakaian kadar aspal tengah (Pb) *filler* 2%.....55
Tabel 4.15 Perkiraan awal pemakaian kadar aspal tengah (Pb) *filler* 3%.....56
Tabel 4.16 Komposisi material perancangan KAO 5,2 %.....57
Tabel 4.17 Hasil pengujian GMM *filler* 1% 57
Tabel 4.18 Hasil pengujian GMM *filler* 2% 58
Tabel 4.19 Hasil pengujian GMM *filler* 3% 58
Tabel 4.20 Hasil perhitungan KAO 5,2% *filler* 1%.....59
Tabel 4.21 Hasil perhitungan KAO 5,2% *filler* 2%.....59

Tabel 4.22 Hasil perhitungan KAO 5,2% *filler* 3% 60
Tabel 4.23 Hasil analisa uji *Marshall* dengan *filler* 1% serbuk gypsum 61
Tabel 4.24 Hasil analisa uji *Marshall* dengan *filler* 2% serbuk gypsum 62
Tabel 4.25 Hasil analisa uji *Marshall* dengan *filler* 3% serbuk gypsum 63
Tabel 4.26 Rekapan hasil parameter *Marshall* dan sifat *Volumerik 1%*.....64
Tabel 4.27 Rekapan hasil parameter *Marshall* dan sifat *Volumerik 2%*.....64
Tabel 4.28 Rekapan hasil parameter *Marshall* dan sifat *Volumerik 3%*.....65
Tabel 4.38 Perbandingan hasil *Marshall Test 1%* 66
Tabel 4.38 Perbandingan hasil *Marshall Test 2%* 67
Tabel 4.38 Perbandingan hasil *Marshall Test 3%* 67

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Distribusi beban pada struktur jalan 8
Gambar 2.2 Susunan lapis perkerasan lentur 9
Gambar 2.3 Susunan lapisan perkerasan kaku 9
Gambar 3.1 Saringan standar ASTM 32
Gambar 3.2 Picnometer 32
Gambar 3.3 Oven atau pemanasan agregat 33
Gambar 3.4 Timbangan digital 33
Gambar 3.5 Termometer 34
Gambar 3.6 Cetakan benda uji (*briket*) 34
Gambar 3.7 Alat penumbuk 35
Gambar 3.8 Dongkrak hidrolis 35
Gambar 3.9 *Water bath* 36
Gambar 3.10 Satu set alat *Marshall* 36
Gambar 3.11 *Filler* serbuk gypsum 37
Gambar 3.12 Diagram alir penelitian 41
Gambar 4.1 Kombinasi analisa agregat *filler* serbuk gypsum 1% 47
Gambar 4.2 Kombinasi analisa agregat *filler* serbuk gypsum 2% 48
Gambar 4.3 Kombinasi analisa agregat *filler* serbuk gypsum 3% 49
Gambar 4.4 Agregat yang digunakan dalam penelitian 50

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1 : Lembar asistensi 72
Lampiran 2 : Surat-surat skripsi 76
Lampiran 3 : Peta lokasi pengambilan benda uji 83
Lampiran 4 : Gambar peralatan *Marshall* 85
Lampiran 5 : Dokumentasi penelitian 90
Lampiran 5 : Data penelitian 98

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan merupakan salah satu elemen yang berdampak pada perbaikan di Indonesia.Sfat jalan reltif terhadap kesempurnaan transportasi jalan. Salah satu elemen yang mempengaruhi sifat jalan raya yaitu matrial yang digunakan dalam pembangunan jalan. Matrial yang digunakan dalam pembangunan jalan ini menggabungkan aspal dan agregat. Penggunaan aspal murni dalam pembuatan sangat aksesibilitas ketersediaan aspal yang ada di dunia. Untuk membatasi penggunaan aspal murni dalam pembangunan jalan, digunakan aspal modifikasi. Aspal yang diubah terdiri dari kombinasi berbagai bahan yang digunakan sebagai bahan campuran aspal, salah satunya adalah gypsum.

Gypsum merupakan salah satu ilustrasi mineral dengan kadar kalsium yang mendominasi pada mineral tersebut. Gypsum dalam keadaan murni dapat berupa batu mulia memiliki warna putih, gelap, kuning, jingga atau hitam apabila tidak murni. *Gypsum* ada 2 macam, yaitu *dehydrate* (CaSO4 dan $2H_2O$ serta air) dan *andhirid* (*gypsum* diolah dari 29,4% zat kapur dan 23,5% belerang). *Gypsum* berubah menjadi *Basanit* ($CaSO_4.H_2O$) begitu juga menjadi *Andhirit* ($CASO_4$) pada saat air panas, atau air yang mempunyai kandungan garam yang sangat tinggi. Pada suhu 108^0 F atau 42^0C dalam air murni menjadi *Andhirid*.

Pemanfaatan limbah gypsum bubuk mampu menaikkan kualitas campuran perkerasan beraspal dimana limbah gipsum bubuk mempunyai kandungan kapur (CaO) yang cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan ddengan baik sebagai pengganti *filler* campuran perkerasan beraspal. Berdasarkan uraian di atas, peneliti akan melakukan penelitian tentang penggantian bahan pengisi dengan memanfaatkan limbah bububk gipsum. Maka pada skripsi ini dijelaskan maksud, tujuan dan lingkup, peralatan,serta persiapan dan pelaksanaan pengujian bahan olahan dan bahan jadi atau terpasang untuk pekerjaan campuran beraspal panas.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Berapa nilai karakteristik Marshall dengan menggunakan serbuk gypsum AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Course) sebagai pengganti filler semen portland?
2. Apakah hasil pengujian Marshall dengan bahan pengganti serbuk gypsum sebagai filler dengan persyaratan Bina Marga 2018?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui nilai karakteristik Marshall dengan menggunakan serbuk gypsum AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Course) sebagai pengganti filler semen portland.
2. Mengetahui hasil pengujian Marshall dengan bahan pengganti serbuk gypsum sebagai filler dengan persyaratan Bina Marga 2018.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Menambah pengetahuan sejauh mana *filler* serbuk Gypsum dapat digunakan sebagai campuran perkerasan (*Asphalt Concrete–Binder Course*).
2. Mengembangkan pengetahuan di dunia teknik khususnya dibidang konstruksi jalan.

1.5 Batasan Masalah Penelitian

Untuk mempermudah pembahasan penulisan, maka penulis memberikan batasan-batasan masalah, yaitu:

1. Bahan pengisi *(filler)* yang digunakan lolos saringan nomor 200 (0,075 mm) adalah serbuk gypsum yang dihasilkan dari pecahan gypsum.
2. Kadar aspal optimum ditentukan dengan perkiraan kadar aspal rencana awal (Pb).
3. Lapis aspal beton menggunakan aspal pertamina dengan penetrasi 60/70.
4. Persyaratan Bina Marga yang digunakan adalah persyaratan Bina Marga 2018.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang berhubungan dengan penelitian ini pernah dilakukan oleh Alimatul Hidayah dan Sugeng Dwi Haryanto (2021) melakukan penelitian tentang Pengaruh penambahan limbah serbuk gypsum sebagai bahan pengganti filler pada campuran aspal concrete-wearing course. Penelitian ini menggunakan penggantian dengan kadar serbuk gypsum 7%, 8% dan 9% menunjukan nilai sifat marshall properties yang paling ideal adalah limbah serbuk Gypsum pada variasi 7% dengan parameter marshall yang paling tinggi adalah Stability 870,95 Kg, VFWA 88,81% VMA 19,35% VIM 4,57%, Flow 3,50 mm dan Marshall Quetien (MQ) 252,72 Kg/mm.

Dalam penelitian ini Marshall akan dilakukan secara bertahap sesuai dengan tujuan penelitian untuk melihat akibat apakah kadar aspal yang digunakan telah memenuhi persyaratan atau tidak. Tahap selanjutnya adalah mengetahui pengaruh serbuk gypsum dalam campuran perkerasan terhadap nilai karakteristik nilai marsahall yaitu (marshall stability),(VFWA), (VIM), (VMA), (Flow) dan (MQ).

Bethalia Adventi Auditia , Rendih , Debora Elnov , Mulatua H.H., Rachmansyah (2018) dengan judul pengaruh penggunaan bubuk gypsum sebagai filler dalam campuran aspal. Dalam penelitian ini memanfaatkan variasi gypsum 5%, 6%, 7%, 8%, dan 9%. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan kadar serbuk gypsum mempengaruhi nilai karakteristik aspal dalam uji Marshall.

Hasil pengujian campuran aspal pada variasi kadar gypsum 5%, 6%, 7%, 8%, dan 9%, menunjukan bahwa penambahan gypsum sebagai pengganti bin 4 pada campuran beraspal dapat meningkatkan kualitas campuran beraspal pada kadar optimum, yaitu pada kadar gypsum 6%

dengan nilai density 2,12 gr/cm3, VIM 7,70 %, VMA 18,10%, VFA 57,48%, stability 1113,40 kg, flow 4,8 mm dan MQ 231,96 (kg/mm).

Moch. Aminuddin, Agata Iwan Candra, Yosef Cahyo S (2018). Dengan judul job mix laston (AC-BC) menggunakan bubuk gypsum dan abu bata merah. Penelitian ini akan mencoba untuk menggantikan bahan pengisi semen dengan memanfaatkan serbuk gypsum yang dicampurkan dengan abu bata merah. Penggunaan agregat kasar dan filler pada laston umumnya dimaksudkan untuk mendapatkan kinerja campuran yang baik dan terjangkau. Penelitian ini merupakan penyelidikan atau pemeriksaan, dan akan melihat dampak dari penggantian filler semen pada campuran aspal beton AC-BC dengan kadar yang bervariasi, yaitu 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7%.

Penelitian ini diarahkan untuk mengetahui bagaimana pengaruh penggunaan serbuk gypsum dan abu bata merah sebagai bahan pengisi kombinasi laston (ac-bc) terhadap kualitas Marshall. Variasi kadar aspal yang digunakan dalam kombinasi lapisan aspal beton dalam penelitian ini adalah 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7% dimana masing-masing dibuat 3 contoh. Setelah melakukan uji Marshall, diketahui bahwa dengan volumetrik dan parameter Marshall menggunakan 3 sampel masing-masing setiap kadar aspal, didapatkan hasil rata-rata dalam perhitungan : VMA sebesar 17,68%, VIM sebesar 4,46%, VFB sebesar 74,87%, Stabilitas sebesar 1152 kg, Flow sebesar 2,47 mm, dan MQ sebesar 472 kg/mm. Terlebih lagi dari hasil pengujian sifat Marshall, kadar aspal optimum yang dibutuhkan pada dalam kombinasi AC-BC dengan menggunakan filler bubuk gypsum dan abu bata merah adalah 6,5 %.

Rahmad Riadi, Eva Rita, Yulcherlina (2020) dengan judul pengaruh subtitusi serbuk gypsum sebagai filler pada campuran aspal AC-WC. Pada penelitian kali ini digunakan serbuk gypsum sebagai pengganti filler pada campuran aspal AC-WC dengan variasi kadar gypsum 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6% dari total berat filler dalam kombinasi campuran.

Hasil pengujian marshall didapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO)

sebesar 5,8% dan hasil pengujian campuran aspal pada variasi kadar gypsum 4%, 4,5%, 5%, 5,5%, dan 6%, menunjukan bahwa penambahan gypsum sebagai bahan pengisi pengganti pada campuran aspal dapat meningkatkan kualitas campuran aspal pada kadar optimum, yaitu pada variasi gypsum 5,5% dengan nilai density sebesar 2,312 gr/cm3, VMA sebesar 15,17 %, VFA sebesar 69,76%, VIM sebesar 4,63%, stability sebesar 2825,8 kg, flow sebesar 3,56 mm dan MQ sebesar 792,8 (kg/mm).

Arief Prasetio, M. Husin Gultom, ST, MT (2019) dengan judul pengaruh penambahan bubuk gypsum (cornive adhesive) pada aspal penetrasi 60/70 terhadap krakteristik campuran laston AC-BC. Sebagai bahan tambahan pada campuran LASTON AC-BC adalah serbuk gypsum (Cornive Adhesive) dengan kadar 5%, 6%, dan 7%. Penelitian ini mencoba meneganalisis pengaruh serbuk gypsum (Cornive Adhesive) terhadap campuran lapisan aspal beton AC-BC. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar nilai karakteristik Marshall pada campuran aspal yamg menggunakan serbbuk gypsum (Cornive Adhesive) sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan serbuk gypsum (Cornive Adhesive) akan mempengaruhi karakteristik campuran aspal. Hasil pengujian Marshall didapatkan, dengan nilai tertinggi dalam keadaan aspal optimum dan memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 terdapat pada campuran aspal dengan penambahan serbubuk gypsum (Cornive Adhesive) 5%, dimana nilai Stabilitasnya adalah 1.405,35 kg, Bulk Density 2,343 gr/cc, Flow 3.75 mm, VIM 3,03% dan VMA 15,39%.

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu

NO	Aspek	Alimatul Hidayah dan Sugeng Dwi Haryanto (2021)	Bethalia Adventi Auditia, Rendih, Debora Elnov, Mulatua H.H., Rachmansyah (2018)	Moch. Aminuddin, Agata Iwan Candra, Yosef Cahyo S (2018).	Rahmad Riadi, Eva Rita, Yulcherlina (2020)	Arief Prasetio, M. Husin Gultom, ST, MT (2019)
1	Judul	Pengaruh penambahan limbah serbuk gypsum sebagai bahan pengganti filler pada campuran aspal concrete-	Pengaruh penggunaan bubuk gypsum sebagai filler dalam campuran aspal.	Job mix laston (AC-BC) menggunakan bubuk gypsum dan abu bata merah.	Pengaruh subtitusi serbuk gypsum sebagai filler pada campuran aspal AC-WC.	pengaruh penambahan bubuk gypsum (cornive adhesive) pada aspal penetrasi 60/70 terhadap krakteristik

		wearing course.				campuran laston AC-BC.
2	Jenis Campuran	Laston	Laston	Laston	Laston	Laston
3	Variasi	Limbah serbuk gypsum 7%, 8% dan 9%	Variasi gypsum 5%, 6%, 7%, 8%, dan 9%.	bervariasi, yaitu 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7%.	Filler untuk campuran aspal AC-WC dengan kadar yang digunakan 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6% dari berat total filler pada campuran	Bubuk Gypsum (Cornive Adhesive) dengan kadar 5%, 6%, dan 7%.

Dapat dilihat pada **Tabel 2.1** penelitian terdahulu penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian yang dilakukan saat ini yaitu sama-sama menggunakan gypsum, Sedangkan perbedaan antara penelitian terdahulu dengan penelitian saat ini penelitian terdahulu menggunakan gypsum sebagai bahan penambah dari filler, Penelitian saaat ini menggunakan gypsum sebagai bahan pengganti filler (semen).

2.1.2 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah suatu lapisan konstruksi yang diletakkan diatas tanah dasar yang telah mengalami pemadatan dan mempunyai kemampuan untuk menahan beban lalu lintas yang kemudian menyebar ke badan jalan sehingga tanah dasar tidak mengalami beban yang terlalu besar terhadap daya dukung tanah yang diizinkan tersebut. Pada saat kendaraan terus bergerak, tekanan kuat muncul karena pergerakan kendaraan keatas serta kebawah karena tidak ratanya perkerasan, beban angin, dan lain-lain. Gaya tegangan statis dan dinamis terbesar terjadi di permukaan perkerasan aspa dan disirkulasikan di bentuk piramida dalam arah vertikal pada seluruh ketebalan struktural aspal. Semakin kebawah akan semakin kecil beban yang telah terditribusikan, sehingga tanah dasar tidak mengalami distorsi atau rusak. Untuk lebih jelas dapat dilihat dalam **Gambar 2.1** yang di bawah ini.

Gambar 2.1 Distribusi beban pada struktur jalan.

Sumber: Skripsi -Ahmad Tanjung Apriawan -2010

2.1.3 Konstruksi Perkerasan Jalan

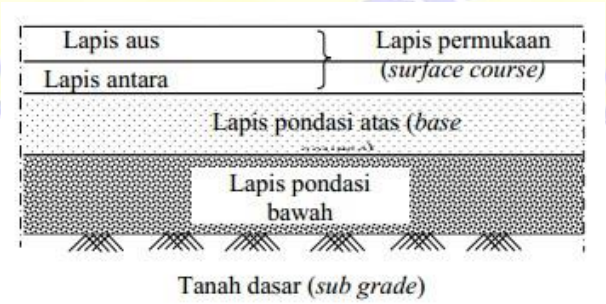
Dilihat dari bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dibedakan menjadi 3 macam konstruksi perkerasan jalan, yaitu :

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

2.1.3.1 Konstruksi Perkerasan Lentur *(Flexible Pavement)*

Perkerasan lentur merupakan perkerasan yangmana aspal adalah bahan pengikat dari lapisan tersebut. Dikatakan "perkerasan lentur" karena lapisan ini mengizinkan deformasi vertikal dikarenakan beban dari kendaraan. Lapis perkerasaan berfungsi untuk menahan dan menyebarkan beban kendaraan dari permukaan jalan ke tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan ini adalah :

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



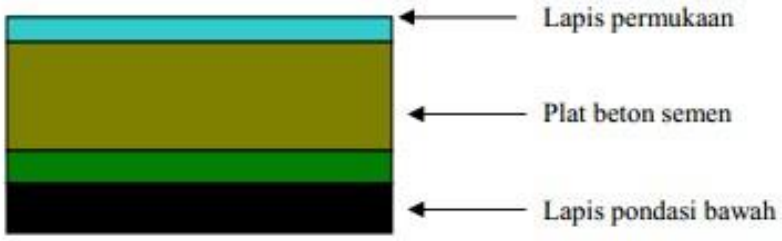
Gambar 2.2 Susunan lapisan perkerasan lentur

Sumber : Skripsi-Ahmad Tanjung Apriawan-2010

2.1.3.2 Konstruksi Perkerasan Kaku *(Rigid Pavement)*

Bahan dari lapisan perkerasan ini menggunakan semen (portland cement) sebagai pengikat. Ini disebbut "perkerasan kaku" dikarenakan plat beton tidak

terdefleksi akibat beban kendaraan serta direncankan berumur empat puluh tahun dari sebelum pelaksanaan rekonstruksi yang besar. Beban kendaraan kebanyakan tanggung oleh plat beton, baik menggunakan tulangan maupu tidak menggunakan tulangan yang terletak di atas tanah dasar menggunakan lapisan pondasi bawah ataupun tidak.



Gambar 2.3 Susunan lapisan perkerasan kaku

Sumber: Skripsi -Ahmad Tanjung Apriawan -2010

Lapisan pondasi atas serta lapisan pondasi bawah memiliki peran yang besar pada dayadukung perkerasan terutama didapat dari plat beton. Hal tesebut dikarenakan dari sifat plat beton yang cukup kaku sehingga bisa memberikan penyebaran beban yang luas serta menghasilkan tegangan yang rendah ke lapisan-lapisan yang berada di bawahnya.

2.1.3.3 Konstruksi Perkerasan Komposite *(Composite Pavement)*

Konstruksi perkerasan menggabungkan aspal dengan semen untuk bahan pengikat. Jenis contoh dari komposit ialah merupakan kombinasi lapisan antar perkerasan komposit yang digunakan semen untuk lapisan pondasi serta perkerasan lenturnya yang digunakan aspal untuk lapisan permukaan. Perbandingan antara tiap-tiap tipe perkerasan terdapat pada **Tabel 2.2** dibawah ini:

Tabel 2.2 Perbbandingan kualitas dasar pada tipe perkerasaan

Tipe Perkerasan	Kelebihan	Kekurangan

Perkerasan Lentur *(flexible pavement)*	• *Lentur* • Tidak memerlukan join • Perawatan lebih mudah	• Struktur kekuatan tidak bagus • Kekuatan menahan beban kurang • Permukaan berwarna gelap
Perkerasan Kaku *(rigid pavement)*	• Struktur kekuatan tinggi • Permukaan berwarna cerah • Daya dukung kapasita tinggi	• Waktu ikatan lambat • Join perlu ada • Adanya keretakan
Perkerasan komposit *(semi-flexible pav.)*	• Daya tahan tinggi • *lentur* • Join tidak perlu • Perawatan lebih mudah • Cerah pada permukaan	• Lapis perkerasan tebal • Tingkatan konstruksi memerlukan 2

2.1.4 Aspal Beton *(Aspahlt Concrete)*

Aspal beton *(Asphalt Concrete)* adalah jenis aspal adatif yang biasa digunakan diIndonesia. Aspal beton adalah lapisan pada pengembangan jalan raya yang terdiri atas pencampuran aspal keras dengan agregat gradasi menerus *(well graded)*, yang dimix, dihampar serta proses pemadatan pada dalam keadaan panas disuhu yang sudah ditentukan. Pengolahan laston ini bertujuan untuk didapatkan berupa lapis yang paling atas (aus) dan tengah (antara) pada aspal sehingga dapat menambahkan daya dukung yang terukur sehingga bisa menjaga lapisan yang berada dibawah lapis tersebut.

Produksi Laston bertujuan untuk mendapat lapis aus ataupun lapis tengah *(antara)* diperkerasan konstruksi jalan yang dapat menambah dayadukung yang

terukur dan tersebar merata, juga fungsinya untuk kedap terhadap air yang bisa menjaga lapisan yang berada dibawah.

Asphalt Concrete mempunyai sifat-sifat sebagai lapisan perkerasan konstruksi jalan, sebagai berikut:

1. Gaya Terbentuknya gaya geser melalui gaya interlocking antar partikel dan kohesi antar butir yang diperoleh dari ikatan bitumen.
2. Sanggup menahan beban lalulintas yang brada diatas (memiliki nilai struktural).
3. Memiliki *stabilitas* yang tinggi.
4. Kedap terhadap air.
5. Tidak terjadi aus diakibatkan benban kendaraan.
6. Peka oleh temperatur suhu.
7. Peka terhadap penyimpangan perencanaan dan pelaksanaan.

Dilihat dari kemampuannya asphalt concrete di bedakan menjadi :

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

   Aspahlt Concrete Wearing Course adalah lapisan paling atas yang berhubungan langsung dengan beban lalulintas serta aktifitsa lalulintas. Jadi lapis perkerasan ini harus memiliki daya dukung serta bisa menyebarkan beban yang diterima ke lapisan berada dibawah lapisan tersebut. Lapisan perkerasan ini juga harus mempunyai karakter kedap terhadap air sehingga bisa menjaga badan jalan daripada cuaca sehingga tidak terjadinya kerusakan..

   Asphalt Concrete Wearing Course mempunyai karakteristik :

   1. Lapis permukaan yang lama-kelamaan akan tipis dikarenakan langsung bersentuhan dengan roda mobil atau motor yang lewat, bisa diperbarui atau ditambah dengan lapis yangbaru.
   2. Mempunyai permukaan lapis yang safety serta kasat.
   3. AC-WC memiliki tebal minimum 4 centi meter.

b. *Asphalt Concrete Binder Course*

1. Memmikul langsung beban dari lalulintas serta disebarkan sehingga terjadinya pengurangan tegangan dilapisan bawah.
2. Mempunyai lapis permukaan baik juga rata hingga layak untuk dilintasi.
3. Tebal minimum dari lapisan ini 5 centi meter.

c. *Asphalt Concrete Base*

Lapisan pondasi atas merupakan salah satu lapisan perkerasan berada diantara lapisan antara dengan lapisan pondasi bawah atau langsung subgrade jika tidak adanya penggunaan lapisan pondasi bawah, yaitu fungsinya sebagai;

1. Pendukung untuk lapisan aus.
2. Pemikul beban horizontal dan vertikal.
3. Lapisan perkeraasan untuk lapis pondasi bawah.
4. Ketebalan minimummya 6 centi meter.

2.1.5 Bahan Konstruksi Lapisan Beton Aspal

2.1.5.1 Agregat

Gradasi merupakan susun-susunan butir agregat yang sesuai dengan ukuran, yaitu perannya itu sangat penting peranya atas kualitas dari lapisan tersebut. Ukuran butir-butir agregat bisa didapat dari proses uji pengayakan. Biasanya alat pengayakan ini terdiri atas yang ukurannya 4 inch, 3½ inch, 3 inch, 2½ inch, 2 inch, 1½ inch, 1 inch, ¾ inch, ½ inch, 3/8 inch, No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, serta No.200. Alat ayak yang menunjukan dimensi panjang adalah ukuran bukaan dan nomor alat ayak menunjukkan berbagai bukaan didalam ukuran 1 inch panjang. Pengradasian agregat didapat hasil dari uji serta analisis yang menggunakaan 1set alat pengayak. Ayakan yang ukuran bukaannya paling besar terletak dibagian atas, sedangkan terhalus nomor 200 diletakan paling bawah diatas pan. Dengan demikian 1 set alat ayak dimulai dengan pan dan diakhiri oleh penutup alat ayak.

Berdasarkan ukuran butirnya, agregat dibedakan atas :

a. Agregat Kasar

Butiran agregat yang tertahan pada saringan nomor 0 yang terdiri atas kerikil. Butiran-butiran ini terdirii dari butir-butir yang memiliki ukuran dari kasar sampai halus namun butir-butir yang ukurannya kasar mendominasi daripada butir-butir halus. Agregat yang dimaksudkan sebagai agregat kasar adalah butiran kerikil yang ukurannya itu adalah lebih dari 2 milimeter menurut **AASHTO (**The American Association of State Higway and Transportation Official).

b. Agregat Halus

Butiran-butiran lolos saringan nomor 8 hingga nomor 200 yaitu terdiri dari pasir. Penyaringan (hasil pemecahan batu, slag atau kerikil, ataupun kombinasi dua-duanya), butiran-butiran tersebut menentukan tingkat *fleksibillitas* dari campuran. Agregat halus terdiri dari butir-butir yang bidangnya kasar, sudutnya tajam serta terbebas dari kotoran (bersih) atau bahan lainnya yang tidak diinginkan. Ukuran dari agregat ini adalah kurang daria 2 milimeter serta lebih dari 0.0075 milimeter menurut **AASHTO (**The American Association of State Higway and Transportation Official).

c. Abu Batu

Agregat ini merupakan yang dihasilkan dari olahan batu pecah yang dipecahkan oleh alat stone crusher, abu batu yang dipergunakan yaitu abubatu tertahan saringan No. 200.

d. *Filler*

Filler (mineral pengisi) bisa berupa batu kapur, semen, kapur, debu dan material halus dan lain-lain lolos saringan No.200 minimal 75 %. Penggunaan *filler* terhadap suatu campuran tidak musti ditambahkan. Jika sesudah perhitungan peresentase lolos saringan, baru digunakan alternatif penggunaan *filler*.

Bahan yang dipergunakan untuk bahan pengisi baiknya tidak dicampuri oleh kotoran ataupun bahan lain yang tidak terhendaki, bahan pengisi yang dipakai haruslah pada kondisi kering, yangmana kadar airnya maksimum yang di peroleh yaitu 1 persen.

Dalam perencanaan perkerasan jalan agregat itu sendri haruslah memenuhi persyaratan yang terspesifikasi. Persyaratan untuk agregat kasar dan agregat halus berdasarkan ketentuan dari "petunjuk pelaksanaan lapisan aspal beton untuk jalan raya **AASHTO T96-7 (**The American Association of State Higway and Transportation Official)" seperti yang terdapat pada **Tabel 2.3** sebagai berikut :

Tabel 2.3 Spesifikasi pemeriksaan agregat

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

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

Sifat-sifat agregat yang harus diperhatikan yang akan digunakan dalam campuran ialah :

1. Gradasi

   Berdasarkan penggunaanya dilapangan, dari penggunaan untuk lapis agregat tidak adanya pengikat aspal ataupun untuk perkerasan aspal, agregat ini di bedakan atas gradasinya. Gradasi merupakan pembagian particle-particle berdasarkan ukuran agregat tersebut. Dalam memudahkan dalam proses

penggunaan dilapangan dan pengaruh besaran rongga antaran butiran pada stabilitas yang menentukan adalah gradasi. Gradasi agregat dapat dibedakan menjadi yaitu :

a. Agregat Bergradasi Menerus;

   Agregat bergradasi menerus ini disebut dengan gradasi baik atau *well graded* dan gradasi rapat atau *dense graded* dikarenakan campuran agregat kasar serta halus yangmana proporsinya sama. Agregat tersebut akan menghasilkan lapis prkerasan yang stabilitasnya tinggi (campuran ini secara keseluruhan kaku dikarenakan saling mengunci antar butir), berat volume besar dan *skid resistance* yang tinggi. Campuran agregat ini digunakan untuk lapisan aspal pada *Asphalt Concrete* (AC).

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

   Umumnya agregat ini disebut agregat gradasi buruk atau *poorly graded*, adalah agregat dengan 1 fraksi hilang atau 1 fraksi sedikit. Agregat menggunakan gradasi sajang yang dihasilkan lapisan perkerasan dengan sifat stabilitas campuran sedang, dan ketahanan selip yang rendah. Stabilitas tersebut didapatkan dari mortar. Gradasi sajang tersebut dipergunakan dalam campuran Lataston serta HRS.

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

   Ukuran agregat ini pada gradasi terbuka dipakai ukuran agregat yang sama. Lapisan perkerasan yang dihasilkan gradasi ini yaitu sifat prmeabilitas tinggi, stabilitas kurang serta berat volumenya kecil. Lapis prkerasan dengan gradasi terbuka seperti yang digunakan untuk agregat pokok pada Lapen Makadam.

Pada penelitian ini memakai acuan spesifikasi gradasi yang ditetapkan oleh Pustran Balitbang PU (2004). Dapat dilihat pada **Tabel 2.4** dibawah ini :

Tabel 2.4 Gradasi agregat untuk campuran *Asphalt Concrete* (AC)

Ukuran Ayakan	% Berat yang Lolos

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

Sumber : Pustran Balitbang PU, 2004.

2. Kebersihan

   Kebersihan agregat (cleanliness) ditentukan dari jumlah butiran halus yang lolos saringan No.200, seperti adannya lempung, lanau, atau adanya tanaman didalam campuran agregat. Ketika agregat tersebut mengandung banyaknya material yang lolos saringan No.200, ketika digunakan untuk bahan campuran beton aspal, hasil dari campuran tersebut kualitasnya

rendah. Hal tersebut dikarenakan partikel agregat yang lebih kasar terbungkus oleh matrial lebih halus, oleh sebab itu ikatan antar agregat dengan bahan pengikat (aspal) akan berkurang, dan akibatnya daya ikat antara agregat dan bahan pengikat mudah lepas.

3. Daya tahan agregat

   Daya tahan agregat adalah ketahanan agregat terhadap adanya penurunan mutu diakibatkan proses mekanis serta kimiawi. Akibat dari pecahnya butir-utir agregat bisa mengalami degradasi, yaitu berubahnya gradasi.Proses mekanis dapat menyebaban dari kehancuran agregat, seperti gaya yang terjadi selama proses pelaksanan perkerasan jalan (penimbunan, penghamparan, pemadatan), playanan akibat beban kendaraan, serta process kimiawi, seperti pengaruh kelembaban, panas, serta berubahnya temperatur sepanjang harinya. Faktor-faktor yang memengaruhi tingkat degradasi yang terjadi sangat ditentukan oleh jenis agregat, gradasi campuran, ukuran partikel, bentuk agregat, serta besar energi yang dialami oleh agregat tersebut. Ketahanan agregat terhadap beban mekanis di periksa dengan melakukan uji keausan agregat dengan memakai alat abrasi Los Angeles, sesuai dengan SNI2417:2008. Gaya mekanis pada pemeriksaan dengan alat abrasi Los Angeles didapat dari bola-bola baja yang dicampurkan bersamaan dengan agregat yang akan di uji.

4. Bentuk Permukaan

   Bentuk butiran agregat digolongkan sebagai yang bentuknya bulat, lonjong, pipih, kubus, tak beraturan, ataupun memiliki bidang pecaahan. Agregat yang berada disungai biasanya sudah mengalami pengikisan akibat air hingga bentuknya bulat serta licin. Bidang kontak antara agregat bentuk bulat sangat sempit, hanya berupa titik singgung, yang menyebabkan interlocking antar agregat yang tidak baik, serta menyebabkan kepadatan lapis dari perkerasan yang kurang baik.

5. Tekstur Permukaan

   Tekstur permukaan yang kasat serta kasar akan memberi gaya gesek lebih besar hingga bisa menahan gaya pemisah yang berkerja pada batuan. Selain

itu, permukaan kasar juga menghasilkan ikatan lebih baik antara bahan pengikat dengan batuan. Batuan yang halus lebih gampang terslimuti bahan pengikat akan tetapi tidak mampu menahan kelekatan bahan pengikat secara baik. Jika tekstur permukaan makin kasar biasanya *durabilitas* serta *stabilitas* campuran akan semakin tinggi.

6. Porositas

   Porositas sangat mempengaruhi terhadap nilai ekonomis darikombinasi lapisan aspal. Makin besar porositas batuan, semakin banyak aspal yang di gunakan. Dikarenakan kapasitas penyerapan batuan yang lebih besar terhadap aspal.

7. Kelekatan Terhadap Aspal

   Kelekatan aspal terhadap agregat disebabkan karena sifat agregat terhadap air. Granit dan agregat yang mengandung silica adalah agregat yang bersifat hydrophilic, yakni agregat yang mudah diresapi air. Hal ini mengakibatkan agregat tersebut tak mudah melekat terhadap bahan pengikat, oleh karena itu ikatan terhadap bahan pengikat dengan agregat mudah terlepas. Sebaliknya agregat seperti andesit dan diorit adalah agregat hydrophobic ialah agregat yang tidak mudah terikat dengan air, tapi mudah terikat dengan bahan pengikat (aspal). Uji kelekatan bahan pengikat (aspal) terhadap agregat dilaksanakan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI 2439) : 2011 ataupun dengan AASHTO T182-84 (The American Association of State Higway and Transportation Official) tentang cara pengujian pengelupasan serta penyelimmutan terhadap campuran agregat dengan aspal (stripping test).

2.1.5.2 Aspal

Bitumen adalah zat perekat material (viscous cementitious material), yang warnanya gelap ataupun hitam, baik bentuknya semi padat ataupun padat, yang bisa didapatkan dialam atau dari hasil pengolahan. Bitumen bisa berupa aspal, tar, ataupun pitch. Aspal bisa di peroleh dialam atau merupakan residu pengilangan minyak, tar merupakan hasil kondensat dalam destilasi destruktif dari batubara,

minyak bumi, kayu, ataupun material organik yang lain, pitch merupakan residu dari destilasi fraksional tar. Pitch ataupun tar tidak diperoleh dialam, akan tetapi adalah dari produksi kimiawi. Dari tiga jenis zat ini, aspal saja yang biasanya dipakai sebagai bahan pembentukan perkerasan jalan, sehingga umumnya bitumen dikatakan sebagai aspal. Aspal yang sifatnya termoplastis yaitu mencair jikalau terkena panas dan kembali seperti semula jika suhunya menurun. Sifat tersebut dipergunakan pada proses konstruksi perkerasan jalan. Banyak aspal didalam campuran perkerasan yaitu sebanyak 4% sampai 10% berdasar berat campuran, juga antara 10% sampai 15% berdasar volume campuran.

Aspal yang dipergunakan didalam penelitian ini ialah aspal keras dengan penet 60/70 seragam, tidak terkandungnya air, jikalau dipanaskan sampai dengan temperatur 175ºC, tidak berbusa serta memenuhi syaratan sesuai spesifikasi yang telah ditentukan. Pengunaan aspal penet 60/70 dikarenakan jika memakai aspal yang penetrasinya rendah akan berakibat campuran tidak saling mengunci maksimal. Aspal yang dipergunakan untuk campuran konstruksi perkerasan sebaiknya mempunyai ataupun memenuhi persyaratan yaitu :

a. Sifat adhesi dan kohesi

   adhesi bisa ditafsirkan bahwasanya aspal sanggup mengikat agregat sehingga didapat ikatan yang bagus antar aspal dengan campuran agregat, dan aspal yang mempunyai kohesi merupakan aspal yang mempunyai ikatan di dalam moelekul aspal, agar setelah terjadinya pengikatan terhadap agregat mampu dipertahankan pada tempatnya.

b. Kepekaan terhadap temperatur

   Aspal adalah zat yang memiliki sifat *termoplastis*, akan menjadi kental ataupun keras jikalau suhunya menurun dan menjadi cair ataupun lunak jikalau suhumya semakn naik. Karakteristik tersebut harus diperhatikan agar aspal benar-benar memiliki daya tahan terhadap cuacaatau iklim, misalnya konsistensinya ketika cuaca terjadi tidak banyak berubah, misal konsistensi gesek/*skid resistance*, hingga memenuhi persyaratan ataupun tahan lama serta kebutuhan lalulintas.

c. Daya tahan *(durability)*

Aspal di katakan mempunyai durability jika dapat mempertahankan sifat asli dari aspal tersebut yang dipengaruhi iklim selama masa pakainya.

d. Kekakuan

Sifat kekakuan aspal sangatlah penting, dikarenakan aspal yang mengikat agregat akan menerima beban yang cukup besar dan berulang-ulang. Pada proses pelaksanaan dilakukan oksidasi yang mengakibatkan aspal menjadi viskositasnya tambah tinggi. Selama masa pelayanannya aspal mengalami *polimerisasi* serta *oksidasi* yang besarnya disebabkan oleh agregat yang terselmti aspal. Apabila laspis aspal semakin tipis, maka makin besar tingkatan rapuhnya aspal yang terjadi begitu juga sebaliknya.

e. Sifat pengerjaan *(workability)*

Aspal yang dipilih akan mempunyai *workability* yang baik didalam pengerjaan pengaspalan. Hal tersebut agar memudahkan pada pekerjaan penghamparan dan pemadatan untuk mendapatkan lapis yang kuat dan padat, karen aspal yang berada di lapisan perkerasan fungsinya untuk pengikat antar agregat agar terbentuknya suatu campuran yang kompak, sehingga akan memberikan kekuatan masing-masing agregat.

Aspal sendiri mempunyai beberapa persyaratan supaya bisa diterima sebagian bahan pengikat untuk perkerasan lentur, ialah haruslah elastis terhadap deformasi, tahan terhadapat *thermal stress*, mempunyai sifat adhesi yang baik serta yang paling pentiang adalah tidak terlalu sensitif keperubahan suhu. Jenis aspal yang dipakai untuk bahan lapis perkerasan jalan terdiri dari :

1. Aspal alam

   Aspal alam merupakan aspal yang diperoleh dialam dan bisa langsung dipergunakan ataupun dengan sedikit proses pengolahan. Aspal alam yang berada pada Pulau Buton, Amerika Latin,Perancis, dan Swiss. Menurut sifat kekerasannya, aspal alam dibagi menjadi :

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

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

Sedangkan menurut tingkat kemurniannya terbagi menjadi :

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

2. Aspal buatan

Aspal minyak merupakan aspal yang residunya dari pengilangan minyak bumi.

2.1.6 Filler Serbuk Gypsum

Gipsum merupakan material yang umum ditemui sering dimanfaatkan untuk hiasan interior rumah, bangunan serta gedung dan lain-lain dikarenakan matrial ini gampang dibentuk dan diaplikasikan daripada bahan yang lain. Dalam bentuk murni, *gypsum* merupakan Kristal yang mempunyai warna gelap, putih, kuning, jingga atau warna hitam jika tidak murni. *Gypsum* mempunyai 2 macam yaitu *dehydrate* (CaSO4 dan $2H_2O$ serta air) dan *andhirid* (*gypsum* disuling 29,4% dari zat kapur dan 23,5% dari blerang). *Gypsum* akan berubah menjadi *Basanit* ($CaSO_4.H_2O$) dan akan menjadi *Andhirit* ($CASO_4$) jikalau suhu air tinggi atau air yang mempunyai kadar garam yang sangat tinggi. Pada suhu 108^0 F / 42^0C dalam air murni berubah menjadi *Andhirid.*

Nama kimia *gypsum* yaitu Kalsium Sulfat Hidrat (CaSO4 2(H20)) oleh karena itu material ini sangat memungkinkan untuk bahan pengisi kedalam campuran aspal. Dikarenakan *gypsum* mempunyai komposisi kimia 23,28% Ca, 2,34% H, 37,57% CaO, 20,39% H_2O, 18,63%. Pemakaian serbuk *gypsum* mampu menaikan nilai kualitas campuran perkerasan aspal jadi lebih bagus dari normalnya.

2.1.7 Karakteristik Perkerasan

Suatu lapisan perkerasan yang baik haruslah memenuhi karakteristik tertentu hingga kuat menahan beban dan aman serta nyaman jika dilewati kendaran.

1. Stabilitas *(Stability)*

   Stability merupakan kemampuan campuran perkerasan bisa menahan deformasi diakibatkan beban yang bekerja dan tidak mengalami deformasi permanen seperti alur, gelombang atau *bleeding* dinyatakan kedalam satuan kilogram / lb. stabilitas terjadi dari hasil geseran antara butir, penguncian antara partikel serta daya ikatan yang baik dari lapis aspal. Oleh karena itu stabilitas yang tinggi bisa di peroleh dengan mengusahakan penggunaan :

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

2. Kelelehan *(Flow)*

   Kelelehan merupakan besar deformasi vertikal sample yang terjadi dimulai saat awal pembebanan hingga kondisi kesetabilan maximum sehingga benda uji sampai batas runtuh dinyatakan kedalam satuan milimeter. Nilai kelelehan yang tinggi mengindikasikan campuran tersebut memiliki banyak rongga kosong yang tidak terisinya bahan pengikat (aspal) oleh karena itu campuran berpotensi terjadinya keretakan.

3. Keawetan *(Durability)*

   Durablility merupakan kemampuan lapis perkerasan jalan untuk mempertahankan lapisan dari kerusakan ataupun mencegah terjadinya aus yang disebabkan pengaruh kendaraan, cuaca serta berubahnya temperatur yang terjadi selama umur perencanaan.

4. Tahanan Geser *(Skid Resistance)*

   Tahanan geser merupakan menunjukkan kekesatan permukaan konstruksi aspal untuk mengurangi slip dikendaraan pada saat aspal dalam keadaan kering atau basah.

5. Kelenturan *(Fleksibility)*

   Fleksibility pada lapis konstruksi aspal merupakan kemampuan lapis untuk mengikuti deformasi yang terjadi diakibatkan oleh beban kendaraan berulang kali tanpa timbulnya retakan serta volumenya berubah.

6. Porositas Void In the Mix (VIM)

   Porositas merupakan banyaknya udara yang berada pada campuran perkerasan aspal. Porositas fungsinya adalah mengaliri air permukaan dengan sempurna sesuai dari kemiringan konstruksi dan bisa mengurangi beban drainase yang terjadi dipermukaan.

7. *Workability*

   Workability merupakan kemudahan dari campuran untuk di hampar serta di padatkan sehingga mendapatkan hasil yang diharapkan. Faktor yang mempengaruhi *workability* didalam pengaspalan yaitu temperatur campuran, gradasi agregat serta kandungan filler.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pengujian Volumetrik Campuran

Aspal beton terdiri atas aspal, agregat serts bahan pengisi ataupun tanpa bahan tambahan, yang dicampur dengan merata ataupun homogen diinstalasi pencampur pada suhu yang ditentukan. Kemudian campuran dihampar serta dipadatkan, dan terbentuknya beton aspal padat. Secara analitis, dapat ditentukan karakteristik volumetrik dari beton aspal padat, baik yang dipadatkan di laboratorium, ataupun di lapangan.

Pengujian ini yaitu uji untuk mengetahui besarnya nilai density, *specific gravity* campuran dan porositas dari sample. Uji ini meliputi pengukuran tinggi, diameter, berat kering permukaan, berat kering udara, berat didalam air dari benda

uji serta BJ agregat,aspal dan filler. Sebelum melakukan uji *Marshall*, sample harus melakukan uji *Volumetrik* pada setiap sample.

Nilai-nilai yang dihasilkan dari penelitian laboratorium, dianalisis dengan memakai rumus dibawah ini :

Berat Jenis

a) Berat jenis agregat kasar dengan rumus sebagai berikut :

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

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

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

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

dengan, *Bulk* = Berat jenis.

SSD = Berat jenis kering permukaan.

APPT = Berat jenis semu.

A = Berat sample kering oven (gr)

B = Berat sample kering permukaan jenuh (gr)

C = Berat sample kering permukaan jenuh didalam air (gr)

b) Berat jenis agregat halus dan *filler* dengan rumus yaitu :

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

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

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

$$Penyerapan = \frac{500-BK}{BK} x100 \quad (2.9)$$

dengan, *Bulk* = Berat jenis

SSD = Berat jenis kering permukaan

APPT = Berat jenis semu

Bk = Berat kering (gram)

B = Berat piknometer + berat air (gram)

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

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

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

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

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

e) Berat jenis efektif (*V*)

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

Dari data-data ini didapatkan nilai *Density*, *Stabilitas* dan *Marshall Quotient*.

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

Kinerja beton aspal padat ditentukan dari pengujian dample yang meliputi :

a) Kelelahan (*Flow*)

Nilai *flow* = r didapatkan dari pembacaan arloji *flow* yang menyatakan deformasi sample dengan satuan 0,01 milimeter.

b) *Stabilitas*

Stabilitas yaitu kemampuan lapisan perkerasan untuk menahan deformasi diakibatkan beban kendaraan yang bekerja diatasnya dan tidak terjadinya perubahan bentuk tetap, seperti alur, gelombang serta naiknya aspal kepermukaan.

Nilai *stabilitas* dari sample diperoleh dari bacaan arloji *stabilitas* alat pengujian *Marshall*. Angka tersebut dikoreksi dengan angka kalibrasi alat serta angka koreksi tebal sample.

Rumus *stabilitas* yaitu :

$$S = P \; x \; r \qquad (2.13)$$

dengan, P = Kalibrasi *proving ring* pada o

r = Nilai bacaan arloji *stabilitas*

Tabel 2.5. Faktor Koreksi Stabilitas

Isi Benda Uji (cm^3)	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)

c) *Marshall Quotient*

Perhitungan nilai MQ berdasarkan dengan rumus berikut :

$$MQ = \frac{S}{t} \tag{2.14}$$

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

t = Nilai kelelehan/*flow* (mm)

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

d) *Density*

Nilai *density* dihitung dengan rumus :

$$h = g - f \tag{2.15}$$

$$i = \frac{h}{e} \tag{2.16}$$

dengan, *e* = Berat sample kering udara (gr)

f = Berat sample kering permukaan (gr)

g = Berat sample didalam air (gr)

h = Volume sample (ml)

i = Berat isi sample (gr/ml)

e) *Void In the Mix* (VIM)

Void In The Mix merupakan nilai peresentase rongga udara yang terdapat pada campuran, yaitu dengan rumus berikut ini :

$$VIM = 100 - i\ x\ j \tag{2.17}$$

dengan, *i* = Berat jenis sample.

j = Berat jenis maksimum campuran.

f) *Void Filled Asphalt* (*VFA*)

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

$$VFA = 100\ x\ \frac{VMA - VIM}{VMA} \tag{2.18}$$

dengan, *VFA* = Rongga terisi aspal.

VMA = Rongga diantara mineral agregat.

VIM = Rongga didalam campuran.

g) *Void Mineral Agregat* (*VMA*)

Void Mineral Agregat merupakan rongga terisi udara dalam agregat aspal padat, termasuk rongga udara serta kadar aspal efektif yang merupakan prsen volume rongga diagregat yang terisi oleh aspal yang dinyatakan dalam persen terhadap total volume.

Void Mineral Agregat merupakan peresentase kadar mineral pada benda uji briket yang diperoleh dengan rumus dibawah ini :

$$VMA = 100 - l \tag{2.19}$$

dengan, l =Presentase volume agregat

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode yang dipakai didalam penelitian ini yaitu dengan metode eksperimen, metode yang melakukan serangkaian kegiatan percobaan untuk memperoleh data. Data yang diperoleh diolah untuk mendapat suatu hasil perbandingan dengan syarat yang sudah ditetapkan. Penelitian ini bisa dilakukan di dalam atau luar laboratorium. Pada penelitian ini dilakasnakan 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 gypsum 1%, 2%, dan 3%.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian serta uji coba dimulai dari hari jum'at 20 Mei 2022 selesai hari senin 27 Juni 2022. Penelitian dilakukan di Balai Pengujian Material Konstruksi Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang Provinsi Nusa Tenggara Barat. Dengan jadwal pelaksanaan penelitian pada **Tabel 3.1** :

Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Bulan	Mei		Juni	
PEKAN	20	21	25	27
Persiapan Alat dan Bahan				
Pemeriksaan Bahan				
Pembuatan Benda Uji				
Pengujian Benda Uji				
Analisa				

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Jenis data yang diperoleh yaitu sebagai berikut:

1. Data Primer

   Data primer merupakan data yang dihasilkan secara langsung melalui serangkaian kegiatan uji coba yang dilaksanakan sendiri dengan mengacu pada petunjuk manual yang ada, contohnya dengan melakukan penelitian atau uji coba secara langsung. Data primer dalam penelitian ini merupakan data hasil pengujian yang meliputi *volumerik* sample, hasil pengujian *Marshall*, mencari KAO dan hasil pengujian *Marshall* kadar aspal efektif.

2. Data Sekunder

   Data sekunder merupakan data yang diambil dari hasil penelitian sebelumnya atau yang dilakukan yang masih ada hubungannya dengan penelitian tersebut. Data sekunder dalam penelitian ini yaitu data pemeriksaan agregat yang didapatkan 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 bisa dilihat pada lampiran.

3.4 Peralatan

Alat-alat yang digunakan didalam penelitian ini antara lain :

1. Alat pemeriksaan agregat, terdiri dari :
   a. Alat uji saringan lengkap (*sieve*).

Gambar 3.1 Saringan Standar ASTM

   b. Satu set alat Pengujian *Volumetrik*

Gambar 3.2 Picnometer

2. Oven dan pengatur suhu.

Gambar 3.3 Oven atau pemanas agregat

3. Timbangan Digital

Gambar 3.4 Timbangan Digital

4. Termometer

Gambar 3.5 Termometer

5. Alat pembuat *briket* campuran aspal hangat terdiri dari :
   a. Satu set cetakan (*mold*) bentuk silinder yang diameternya 101,45 mm, tinggi 80 mm lengkap dengan plat atas serta leher sambung.

Gambar 3.6 Cetakan Benda Uji (*Briket*)

   b. Alat penumbuk (*compactor*) yang memiliki permukaan tumbukan rata berbentuk silinder, dengan berat 4,536 kilogram (10 lbs), tinggi jatuh bebas 45,7 cm (18”).

Gambar 3.7 Alat Penumbuk

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

Gambar 3.8 Dongkrak Hidrolis

6. Satu Set *Water Bath*

Gambar 3.9 *Water Bath*

7. Satu set alat *Marshall*, terdiri dari :
   a. Kepala penekan yang bentuknya lengkung *(Breaking Head).*
   b. Cincin penguji berkapasitas 1475 kg dengan arloji tekan.
   c. Arloji penunjuk flow.

Gambar 3.10 Satu Set Alat *Marshall*

8. Alat Penunjang

Kompor, wajan, sendok, spatula,panci, sarung tangan, kunci pas, obeng, roll kabel dan kabel roll.

3.5 Bahan

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

1. Agregat

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

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

2. *Filler*

   Filler merupakan suatu mineral agregat dari fraksi halus yang sebagian besar (+85%) lolos saringan No. 200 (0,075 mm). Penelitian ini memakai *filler* Limbah Serbuk Gypsum yang berasal dari sisa-sisa pembuatan list plafond.

Gambar 3.11 *Filler* Serbuk Gypsum

3.6 Benda Uji

Kebutuhan sample *Marshall* kadar aspal efektif terdiri dari 12 jenis sample AC–BC dengan tambahan *filler* serbuk gypsum 1%, 2% dan 3% dengan kadar aspal efektif.

Tabel 3.2 Kebutuhan sample untuk *Marshall Test*

Kadar Aspal Efektif	Variasi *Filler* 1%	Variasi *Filler* 2%	Variasi *Filler* 3%	**Jumlah**
5,2 %	4	4	4	**12**

3.7 Prosedur Pelaksanaan

3.7.1 Pembuatan Benda Uji

Sebelum membuat sample dilakukan pembuatan rancangan campuran (*mix design*). Perencanaan rancangan campuran meliputi perencanaan gradasi agregat, berat aspal serta pengukuran komposisi masing-masing fraksi baik agregat, *filler* serta aspal. Gradasi yang dipakas berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) dengan memakai gradasi rencana campuran **Spesifikasi Umum Bina Marga 2018**.

Dalam membuat sample ada beberapa tahapan, yaitu:

1. Tahap I

   Tahapan persiapan untuk menyiapkan alat serta bahan yang akan digunakan. Menentukan presentase masing-masing butir untuk memudahkan pencampuran dan melakukan penimbangan secara kumulatif untuk menghasilkan proporsi campuran yang lebih tepat.

2. Tahap II

   Penentuan berat aspal penetrasi 60/70, berat agregat dan berat filler yang akan dicampurkan berdasarkan variasi kadar aspal. Penentuan presentase berdasar dari berat total campuran, yaitu 1200 gr. Kadar aspal ditentukan dengan perhitungan komposisi aggregat campuran. Kadar aspal yang digunakan sesuai **Tabel 3.2.**

3. Tahap III

Aspal Penetrasi 60/70 dicampur kedalam wajan yang sudah terisi agregat diletakkan diatas timbangan sesuai dengan presentase berat total agregat.

4. Tahap IV

   Setelah aspal dicampurkan kedalam agregat, campuran tersebut diaduk sampai merrata lalu kemudian didinginkan sampai suhu pemadatan yang telah ditentukan. Selanjutnya campuran dimasukan kedalam *mould* yang sudah disiapka dan bagian atas serta bawahnya dilapisi kertas pada.

5. Tahap V

   Campuran ditumbuk menggunakan *compactor* dengan 75 kali tumbukan pada masing-masing sisi. Kemudian sample dibiarkan mendingin pada suhu ruang selama kurang lebih 2 jam, setelah itu didongkrak untuk mengeluarkan sample dari *mould.*

6. Tahap VI

   Sesudah sample dikeluarkan dari *mould,* beri tanda pada sample sesuai variasi yang sudah dirrencanakan, lalu dilakukan pengujian *volumetrik test* dan pengujian *Marshall*.

3.7.2 *Volumetrik Test*

Volumetrik test bertujuan untuk mengetahui rongga udara dari masing–masing sample. Berikut tahapan pengujian volumetrik yaitu :

1. Tahap I

   Sample yang sudah dipisahkan menurut ukurannya direndam untuk membersihkan dari kotoran yang menempel kurang lebih 24 jam, lalu dijemur

2. Tahap II

   Hasil dari berat, pengukuran dan diameter sample. Bisa dihitung volume berat jenis serta density yang rumusnya pada uji *Volumetrik* halaman 24.

3. Tahap III

   Ditahap ketiga ini dihitung BJ (*Specific Gravity*) masing– masing sample memakai rumus 2.2, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8 dan 2.9 pada halaman 24.

4. Tahap IV

   Tahapan slanjutnya perhitungan terhadap karakteristik sifat-sifat *Marshall* dengan memakai rumus 2.13 – 2.19 pada halaman 26.

5. Tahap V

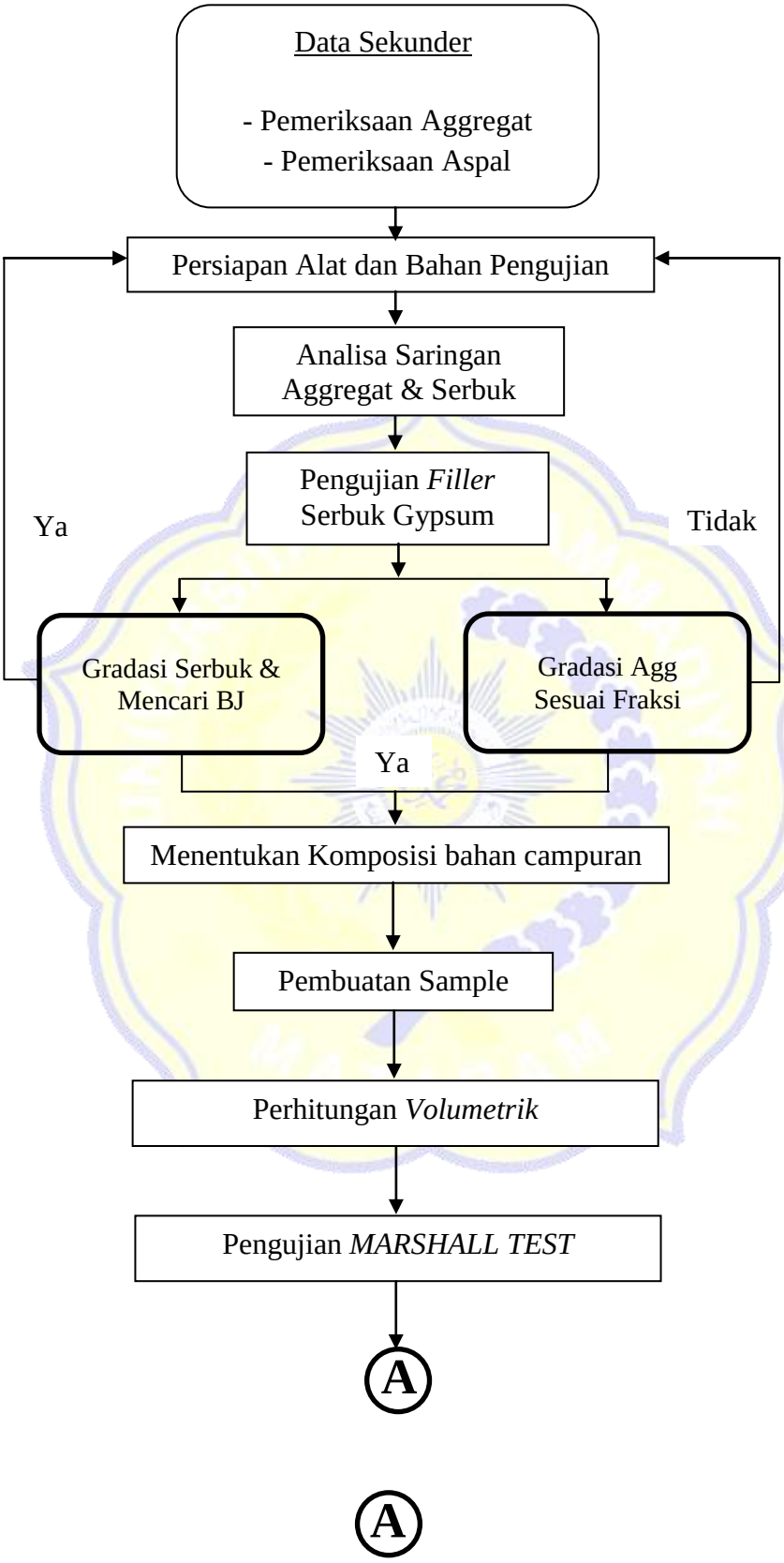
   Pada perhitungan tersebut akan didapatkan grafik dan nantinya pada grafik tersebut akan digabung.

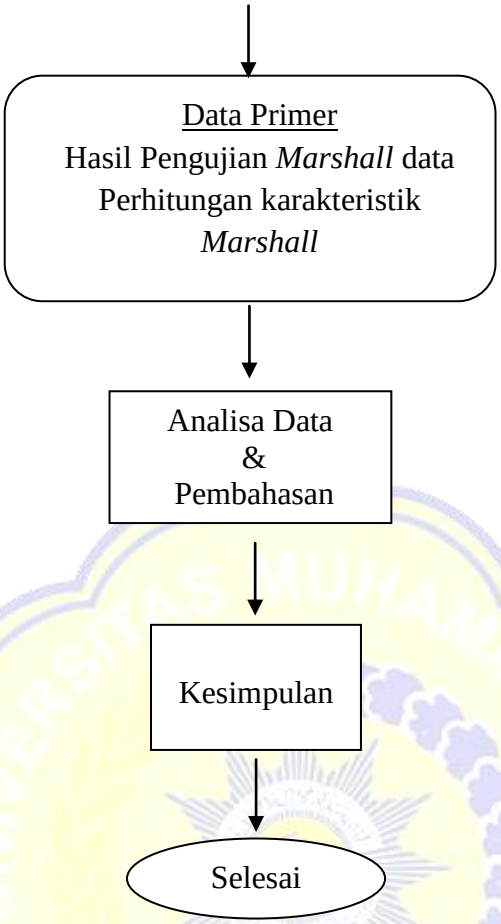
3.7.3 *Marshall Test*

Didalam uji *marshall* ada beberapa langkah yaitu :

1. Sample direndam selama ± 1 hari.
2. Rendam sample didalam bak perendam *(Water Bath)* kira-kira 30-45 menit yang bersuhu 60°C.
3. Sample diambil lalu di letakkan pada alat *Marshall Test* untuk dilakukan pengujian.
4. Dari hasil *Marshall* ini didapatkan nilai flow serta satbilitas..
5. Hasil dari *stabilitas* dan MQ didapatkan menggunakan rumus 2.14 dan 2.12 pada halaman 26.

3.8 Tahap Penelitian


Data Sekunder
- Pemeriksaan Aggregat
- Pemeriksaan Aspal
Persiapan Alat dan Bahan Pengujian
Analisa Saringan Aggregat & Serbuk
Pengujian *Filler* Serbuk Gypsum
Ya
Tidak
Gradasi Serbuk & Mencari BJ
Gradasi Agg Sesuai Fraksi
Ya
Menentukan Komposisi bahan campuran
Pembuatan Sample
Perhitungan *Volumetrik*
Pengujian *MARSHALL TEST*
A
A



Gambar 3.12 Diagram Alir Penelitian