

TUGAS AKHIR/SKRIPSI
ANALISA PENGGUNAAN FILLER ABU KAYU PADA CAMPURAN
ASPHALT CONCRETE WEARING COURSE (AC-WC) TERHADAP
KARAKTERISTIK MARSHALL

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



DISUSUN OLEH
SUHAIMA
418110064

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
2023

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

SKRIPSI

**ANALISA PENGGUNAAN FILLER ABU KAYU PADA CAMPURAN
ASPHALT CONCRETE WEARING COURSE (AC-WC) TERHADAP
KARATERISTIK MARSHAL**

Disusun Oleh:

SUHAIMA

418110064

Mataram, 9 Januari 2023

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Isfanari, ST., MT
NIDN. 0830086701

Titik Wahyuningsih, ST., MT
NIDN. 0819097401

Mengetahui,

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK**

Dekan,

Dr. H. Aji Syallendra Ubaidillah, ST., M.Sc
NIDN.0806027101

**HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI
SKRIPSI**

**ANALISA PENGGUNAAN FILLER ABU KAYU PADA CAMPURAN
ASPHALT CONCRETE WEARING COURSE (AC-WC) TERHADAP
KARATERISTIK MARSHAL**

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

NAMA: SUHAIMA
NIM: 418110064

Telah dipertahankan didepan Tim Penguji

Pada hari, Selasa 10 Januari 2022

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

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

Mengetahui,

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK**

Dekan,

Dr. H. Aji Svailendra Ubaidillah, ST., M.Sc
NIDN.0806027101

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Suhaima

Nim : 418110064

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir (skripsi) yang berjudul:

**“ ANALISA PENGGUNAAN FILLER ABU KAYU PADA CAMPURAN ASPHALT
CONCRETE WEARING COURSE (AC-WC) TERHADAP KARAKTERISTIK
MARSHALL”**

Adalah benar-benar karya sendiri dan tidak terdapat karya ilmiah yang pernah di ajuin oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik sesuatu perguruan tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah di tulis atau di terbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis di kutip dalam naskah ini dan di sebut dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Atas pernyataan ini, apabila di kemudian hari ternyata di temukan adanya ketidak benaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang di berikan kepada saya dan saya sanggup di tuntut sesuai hokum yang berlaku.

Mataram, 03 Februari 2023


SEPERDUASRI
10000
METERAI
TEMPEL
3ECFCAKX597724121
SUHAIMA
418110064



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 : SUHAIMA
NIM : 418110064
Tempat/Tgl Lahir : Bungiang, 07 July 2000
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Fakultas : TEKNIK
No. Hp : 087.754.736.200
Email : emasuhaima25@gmail.com

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

ANALISA PENGGUNAAN FILLER ABU KAYU PADA CAMPURAN ASPALT CONCRETE
WEARING COURSE (AC-WC) TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 49%

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

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

Mataram, 24 - FEBRUARI - 2023

Penulis



SUHAIMA
NIM. 418110064

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 : SUHAIMA
NIM : 2118110064
Tempat/Tgl Lahir : BUNGTANG 07-JULY-2000
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Fakultas : TEKNIK
No. Hp/Email : 087.754.736.200
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:

ANALISA PENGGUNAAN FILLER ABU KAYU PADA CAMPURAN ASPALT CONCRETE
WEARING COURSE (AC-WC) TERHADAP KARAKTERISTIK 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, 21 - FEBRUARI - 2023
Penulis



SUHAIMA
NIM. 2118110064

Mengetahui,
Kepala UPT Perpustakaan UMMAT



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

MOTTO

Apapun masalahnya, bagaimanapun burunya keadaan, ingatlah satu hal, kita tidak akan terjebak terus menerus disitu pasti ada jalan keluar dan tenangkan fikiran dengan berkata “semua pasti berlalu”



KATA PENGANTAR

AssalamualaikumWr. Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT Allah SWT dan atas rahmat serta karuninya sehingga Skripsi (Tugas Akhir) dengan judul “Analisa penggunaan filler abu kau pada campuran aspal concrete wearing course (AC-WC) terhadap karakteristik marshall” dapat terselesaikan. Skripsi ini di ajukan sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Muhammadiyah Mataram.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih banyak kekurangannya dan masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu pendapat dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan untuk kelancaran penelitian dan penyempurnaan penulisan selanjutnya. Ucapan terimakasih yang tak terhingga disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan penulisan skripsi ini. Akhir kata semoga karya ini bias bermanfaat bagi pembacanya.

WassalamualaikumWr. Wb

Mataram, 5 Februari 2023

Suhaima

418110064

UCAPAN TERIMA KASIH

Tugas akhir ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dorongan baik moril maupun materil dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya terutama kepada:

1. Kedua Orang Tua saya tercinta Bapak Masyharuddin dan Ibu Siti Munawaroh yang tidak pernah lupa mendukung dan mendoakan saya disetiap waktunya.
2. Drs. Abdul Wahab, M.A. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Dr. H. Aji Syailendra Ubaidillah, ST.,M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Agustini Ernawati, ST., M.Tech.selaku Kepala Program StudiTeknik Sipil.
5. Ir. Isfanari, ST., MT selaku Dosen Pembimbing I
6. Titik Wahyuningsih, ST., MT, selaku Dosen Pembimbing II
7. Keluarga tersayang, Keluarga Besar Bapak Sahnun.
8. Petugas Laboratorium Pengujian Bahan Jalan Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang, Provinsi NTB.
9. Kerabat dan Sahabat tercinta, Muh. Syamsu Wardani, Wahyu Muhammad Yusuf ST, Dimas Adityansyah ST, Angela Merici Abu, Yuliari, dan Juanda Satria Guntara yang telah membantu selama Penyusunan Skripsi.

ABSTRAK

Jalan Raya merupakan bagian dari sarana transportasi darat yang memiliki salah satu unsur terpenting untuk menghubungkan suatu tempat ke tempat lain, dalam usaha memperlancar proses pembangunan serta menunjang laju pertumbuhan diberbagai bidang. Material perkerasan jalan merupakan salah satu faktor utama yang menentukan kestabilan perkerasan jalan. Perkerasan harus di buat dari bahan dengan kualitas/mutu yang baik. Pada umumnya lapisan aspal beton (laston) adalah salah satu konstruksi perkerasan lentur yang terdiri dari lapisan-lapisan yang di letakkan di atas tanah dasar yang telah di padatkan, di antaranya adalah lapisan permukaan lapisan structural ini berfungsi sebagai lapis kedap air dan lapis aus atau lapisan yang langsung menerima gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus (*wearingcourse*).

Metode pengujian yaitu pengujian marshall dan durabilitas pada kadar aspal optimum terbaik dengan menggunakan metode cara basah. Dan metode penelitian ini menggunakan metode *asphalt institute* yang di harapkan dapat meningkatkan mutu perkerasan lentur jalan raya sesuai dengan umur rencana dan sekaligus sebagai pengurangan limbah abu serbuk kayu.

Nilai perkiraan awal Kadar Aspal optimum yang diperoleh dari pengujian dengan menggunakan *filler* Abu Kayus ebesar 5,62% sementara Campuran AC WC dengan filler Semen sebesar 5,92% (lembar lampiran), sementara berdasarkan hasil dari pita grafik mnunjukkan pada nilai kadar aspal 6,7%. Untuk data yang lebih detail bisa dilihat pada lembar lampiran.

Filler abu kayu yang digunakan pada campuran AC-WC dengan proporsi agregat yang sudah didapatkan dari pengujian ini, bisa digunakan karena parameter marshall menunjukkan sebagian besar kriterianya memenuhi persyaratan, sehingga diperoleh nilai Kadar Aspal Optimum sesuai yang direncanakan.

Kata kunci: Filler, Asphalt Concrete, Metode Marshall.

ABSTRACT

Highways are a type of land transportation facility. They are one of the most crucial components for linking different locations to hasten development and promote growth in various industries. A key element affecting a road pavement's stability is its substance. The materials used to create the pavement must be of high quality. Layers are arranged on a compacted subgrade to create the flexible pavement construction known as asphalt concrete (laston), which includes a surface layer. This structural layer serves as a waterproof and wear layer or a layer that immediately experiences friction from the brakes of a moving vehicle, making it easier to wear out. Marshall testing and durability at the best possible bitumen content using the wet method are the test methods. Additionally, this study employs the Asphalt Institute approach, which is anticipated to increase the design life and quality of flexible roadway pavement while lowering waste sawdust and ash. After testing using Abu Kayus filler, the initial estimated value of the ideal Asphalt content was 5.62%. Comparatively, the asphalt composition of the AC WC mixture with cement infill was 5.92% (attached sheet), whereas the graph band results indicate a value of 6,7%. See the attached sheet for more information. The Marshall parameters reveal that most of the criteria fulfill the requirements, so the Optimal Asphalt Content value is produced as intended. Hence the wood ash filler used in the AC-WC combination with the aggregate percentage discovered by this test may be employed.

Keywords: Filler, Asphalt Concrete, Marshall Method.

MENGESAHKAN
SALINAN FOTO COPY SESUAI ASLINYA
MATARAM _____



DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| HALAMAN SAMPUL..... | i |
| LEMBAR PERSETUJUAN | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN | iii |
| SURAT PERNYATAAN..... | iv |
| SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI..... | v |
| SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI..... | vi |
| MOTTO | vii |
| KATA PENGANTAR..... | viii |
| UCAPAN TERIMA KASIH | ix |
| ABSTRAK | x |
| ABSTRACT..... | xi |
| DAFTAR ISI..... | xii |
| DAFTAR TABEL | xv |
| DAFTAR GAMBAR..... | xvi |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 3 |
| 1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 4 |
| 1.5 Batasan Masalah | 4 |
| 1.6 Lokasi pengujian | 5 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKADAN LANDASAN TEORI..... | 6 |
| 2.1 Penelitian Terdahulu | 6 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2 Landasan Teori..... | 8 |
| 2.2.1 Agregat | 8 |
| 2.2.2 Pemeriksaan Agregat..... | 9 |
| 2.2.3 Aspal | 10 |
| 2.2.4 Bahan Pengisi (Filler) | 13 |
| 2.2.5 Kayu | 13 |
| 2.2.6 Gradasi | 14 |
| 2.2.7 Analisis Sifat Fisik Agregat dan Campuran Aspal | 15 |
| 2.2.8 Karakteristik Marshall..... | 17 |
| | |
| BAB III METODELOGI PENELITIAN..... | 21 |
| 3.1 Lokasi dan Metode Penelitian | 21 |
| 3.2 Teknik Pengumpulan Data | 22 |
| 3.3 Bahan | 22 |
| 3.4 Tahapan Penelitian | 23 |
| 3.4.1 Pengujian Material | 23 |
| 3.4.2. Pengujian filler Abu Limbah Kayu..... | 25 |
| 3.4.3. Perancangan Proporsi dari Masing-Masing Fraksi Agregat..... | 25 |
| 3.4.4. Pembuatan Benda Uji atau Briket Aspal..... | 25 |
| 3.4.5. Pengujian Marshall | 26 |
| 3.4.6. Perhitungan Parameter Marshall..... | 26 |
| 3.4.7. Analisa, Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Karakteristik Marshall..... | 27 |
| 3.5 Prosedur Pelaksanaan..... | 27 |
| 3.6 Tahap Penelitian..... | 31 |
| | |
| BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN..... | 32 |
| 4.1 Umum..... | 32 |
| 4.2 Hasil Analisa Pembagian Butiran | 32 |
| 4.2.2 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat..... | 35 |
| 4.2.3 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar dan Halus..... | 41 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2.4 Pengujian Berat Jenis filler (Abu Kayu) | 42 |
| 4.2.5 Pengujian Mutu Agregat | 42 |
| 4.2.6 Pengujian Aspal | 43 |
| 4.2.7 Perhitungan Perkiraan Awal Kadar Aspal Tengah (Pb) | 43 |
| 4.2.8 Kadar Aspal Optimum (KAO)..... | 44 |
| 4.2.9 Pengujian Marshall | 44 |
| 4.3.1 Stabilitas..... | 45 |
| 4.3.2 Rongga Dalam Mineral Aspal (Void In Mineral Aggregate/VMA)..... | 46 |
| 4.3.3 Rongga Terisi Aspal (Void Filled with Asphalt / VFA | 47 |
| 4.3.4 Rongga Dalam Campuran (Void In The Mix / VIM) | 49 |
| 4.3.5 Kelelehan (flow) | 50 |
| 4.3.6 Marshall Quotient (MQ) | 51 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 53 |
| 5.1 KESIMPULAN | 53 |
| 5.2 SARAN | 53 |
| DAFTAR PUSTAKA | 55 |

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu

Tabel 2.2 Perbandingan penelitian terdahulu dan penelitian saat ini

Tabel 2.3 Tebal Nominal Minimum Campuran Beraspal

Tabel 2.4 Spesifikasi Gradasi Agregat Gabungan

Tabel 2.5 Sifat-sifat Campuran AC-WC

Tabel 4.1 Analisa saringan pembagian butiran fraksi agregat ($<3/4''$)

Tabel 4.2 Analisa saringan pembagian butiran fraksi agregat ($<3/8''$)

Tabel 4.3 Analisa saringan pembagian butiran abu batu (#200)

Tabel 4.4 Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat fraksi agregat ($<3/4$)

Tabel 4.5 Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat fraksi agregat ($<3/8$)

Tabel 4.6 Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat abu batu (#200)

Tabel 4.7 Karakteristik aspal penetrasi 60/70

Tabel 4.8 Persentase Agregat Campuran

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Berat Jenis (*Specific Gravity*) dan Penyerapan Agregat.

Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Berat Jenis Abu Kayu.

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Aspal (Sumber: DPUPR).

Tabel 4.12 Hasil perhitungan perkiraan pemakaian kadar aspal (Pb)

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Kadar Aspal Optimum

Tabel 4.14 Hasil Pengujian *Marshall* dengan *filler* Abu Kayu.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 lokasi pengujian (Sumber Google Earth)

Gambar 3.1 lokasi pengujian (Sumber Google Earth)

Gambar 3.2 Alat Pengujian Analisa Saringan

Gambar 3.3 Alat Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar dan Sedang

Gambar 3.4 Alat Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Gambar 3.5 Alat Uji Marshall Test

Gambar 3.6 Diagram Alir Penelitian

Gambar 4.1. Agregat yang digunakan dalam penelitian

Gambar 4.2 Grafik Persentase Agregat Campuran

Gambar 4.3 Grafik hubungan marshall dengan kadar aspal optimum dengan filler Abu kayu

Gambar 4.4 Grafik hubungan nilai stabilitas campuran ACWC dengan Kadar aspal.

Gambar 4.5 Grafik hubungan nilai VMA campuran ACWC dengan Kadar aspal.

Gambar 4.6 Grafik hubungan nilai VFA campuran AC-WC dengan Kadar aspal.

Gambar4.7 Hubungan *VIM* untuk campuran AC-WC dengan Kadar aspal

Gambar 4.8 Grafik hubungan marshall dengan kadar aspal optimum

Gambar 4.9 Hubungan *Flow* untuk campuran AC-WC dengan kadar aspal.

Gambar4.10 Hubungan *MQ* untuk campuran AC-WC dengan kadar aspal

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan Raya merupakan bagian dari sarana transportasi darat yang memiliki salah satu unsur terpenting untuk menghubungkan suatu tempat ke tempat lain, dalam usaha memperlancar proses pembangunan serta menunjang laju pertumbuhan diberbagai bidang. Seiring meningkatnya perkembangan suatu tempat/daerah kebutuhan akan transportasi semakin meningkat, sebagaimana pemerintah telah berusaha meningkatkan pelayanan atas jalan-jalan yang telah ada, guna melayani lalu lintas dari suatu tempat ketempat yang lain, dan dapat berperan sebagaimana mestinya.

Material perkerasan jalan merupakan salah satu faktor utama yang menentukan kestabilan perkerasan jalan. Perkerasan harus di buat dari bahan dengan kualitas/mutu yang baik. Pada umumnya lapisan aspal beton (laston) adalah salah satu konstruksi perkerasan lentur yang terdiri dari lapisan-lapisan yang di letakkan di atas tanah dasar yang telah di padatkan, di antaranya adalah lapisan permukaan lapisan structural ini berfungsi sebagai lapis kedap air dan lapis aus atau lapisan yang langsung menerima gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus (*wearing course*). Jenis campuran ini merupakan campuran aspal dan agregat dengan gradasi menerus yang dicampur, dihampar lalu di padatkan dalam keadaan panas. Campuran agregat tersebut terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi (*filler*).

Bahan pengisi (*filler*) dalam campuran aspal beton adalah bahan yang lolos saringan No.200 (0,075 mm). Macam bahan pengisi yang dapat digunakan ialah: abu batu, kapur padam, portland cement (PC), debu dolomite, abu terbang, debu tanur tinggi pembuat semen atau bahan mineral tidak plastis lainnya. Banyaknya bahan pengisi dalam campuran aspal beton sangat dibatasi. Kebanyakan bahan pengisi (*Filler*), maka campuran akan sangat kaku dan mudah retak disamping memerlukan aspal yang banyak untuk memenuhi *workability*. Sebaliknya kekurangan bahan pengisi campuran menjadi sangat lentur dan mudah terdeformasi oleh roda kendaraan sehingga

menghasilkan jalan yang bergelombang.

Kayu merupakan hasil hutan dari sumber kekayaan alam, merupakan bahan mentah yang mudah di proses untuk di jadikan barang yang sesuai kemajuan teknologi. Kayu memiliki beberapa sifat sekaligus, yang tidak dapat ditiru oleh bahan-bahan lain. Pengertian kayu disini adalah sesuatu bahan, yang di peroleh dari hasil pemungutan pohon-pohon di hutan, yang merupakan bagian pohon tersebut, setelah di perhitungkan bagian-bagian mana yang lebih banyak dapat dimanfaatkan untuk sesuatu tujuan penggunaan, baik berbentuk kayu pertukangan, kayu industri maupun kayu bakar.

Indonesia merupakan negara agraris yang kaya akan tanaman penghasil kayu yang banyak di gunakan untuk berbagai keperluan, baik untuk keperluan industri besar, industri kecil maupun rumah tangga. Tidak di ketahui secara pasti jumlah dan potensi keanekaragaman jenis-jenis kayu di Indonesia saat ini mengingat semakin maraknya illegal logging, atau penebangan liar. Menurut badan inventarisasi dan Tata Guna Hutan, Departen Kehutanan di Indonesia terdapat 3124 jenis kayu yang terdiri dari kayu komersial, non komersial, maupun jenis kayu budidaya(Anonim 1986). Luas hutan rakyat di Indonesia adalah 1.568.415,63 ha dengan potensi produksi 39.416.557 m³ (Ditjen BPK, 2005). Jumlah pohon siap tebang 78.485.993 atau potensi produksi 19.621.480 m³ (dengan asumsi volume 0,25 m³/pohon). Hutan rakyat yang terkonsentrasi di pulau Lombok potensinya sekitar 23.578.787 m³ dari jenis akasia, bamboo, mahoni, pinus, jati, dan sengon. Jumlah pohon siap tebang di perkirakan 77.214.541 pohon (19.303.480 m³)

Perkembangan ilmu dan teknologi akhir-akhir ini semakin pesat. Salah satunya pada pengolahan kayu di industri-industri kayu lapis dan kayu gergajian, selain produk kayu lapis dan gergajian diperoleh pula limbah kayu berupa potongan kayu bulat (log), sebagian sudah di dimanfaatkan sebagai inti papan blok dan bahan baku papan partikel. Dan juga ada beberapa manfaat kayu yang sering kita jumpai adalah sebagai bahan kontruksi rumah dan bangunan, peralatan rumah tangga, mabeler, kertas karya seni dan lain sebagainya. Sayangnya limbah dalam bentuk serbuk gergaji belum di dimanfaatkan secara optimal, kebanyakan hanya

untuk bahan bakar boiler atau di bakar tanpa pemanfaatan yang berarti dan banyak menimbulkan masalah terhadap lingkungan, Febrianto (1999).Pemanfaatan limbah serbuk kayu perlu di lakukan untuk mengurangi pencemaran lingkungan.

Hasil dari pembakaran kayu ini, menghasilkan abu kayu dan merupakan limbah yang banyak mengandung unsur terutama terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen. Kayu mengandung senyawa anorganik yaitu hidrogen, oksigen,nitrogen(H,O,N.).

Berdasarkan latar belakang pengantar mengenai pentingnya kebutuhan terhadap jalan dalam kehidupan sehari-hari,penulismencoba menggunakan abu kayu tersebutsebagai fillerdan membandingkannya dengan penggunaan filler dari agregat itu sendiri padacampuranAsphalt ConcreteWearingCourse (AC-WC)terhadapkinerjaMarshall. Sehingga berinisiatif mengambil judul “**Analisa Penggunaan Filler Abu Kayu Pada Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) Terhadap Karakteristik Marshall**” dan penulis berharap penelitian ini sebagai langkah awal pemanfaatan abu kayu sebagai alternatif filler untuk bahan perkerasan jalan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penggunaan abu limbah kayu sebagai filler pada campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) terhadap kinerja Marshall.
2. Berapa kadar aspal optimum pada campuran Ashpalt Concrete Wearing Course (AC-WC) dengan menggunakan abu kayu sebagai filler.

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Adapun maksud dari penelitian ini adalah:

Mengetahui Proporsi bahan pengisi (filler) Abu Kayu dengan bahan pengisi (filler) yang lain terhadap karakteristik marshall sehingga mendapatkan kadar aspal optimum.

Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menguji Campuran dengan alat marshall pada campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) dengan filler abu kayu.

2. Mencari nilai kadar aspal optimum pada campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC).

1.4 Manfaat Penelitian

1. Untuk menambah ilmu pengetahuan tentang campuran material perkerasan Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC).
2. Pemanfaatan abu limbah kayu dapat memberikan kontribusi yang positif bagi lingkungan di sekitarnya.
3. Di harapkan hasil penelitian dapat di jadikan alternatif untuk bahan campuran perkerasan aspal, dan untuk kajian lebih lanjut tentang nilai ekonomis campuran aspal yang menggunakan abu kayu sebagai filler.

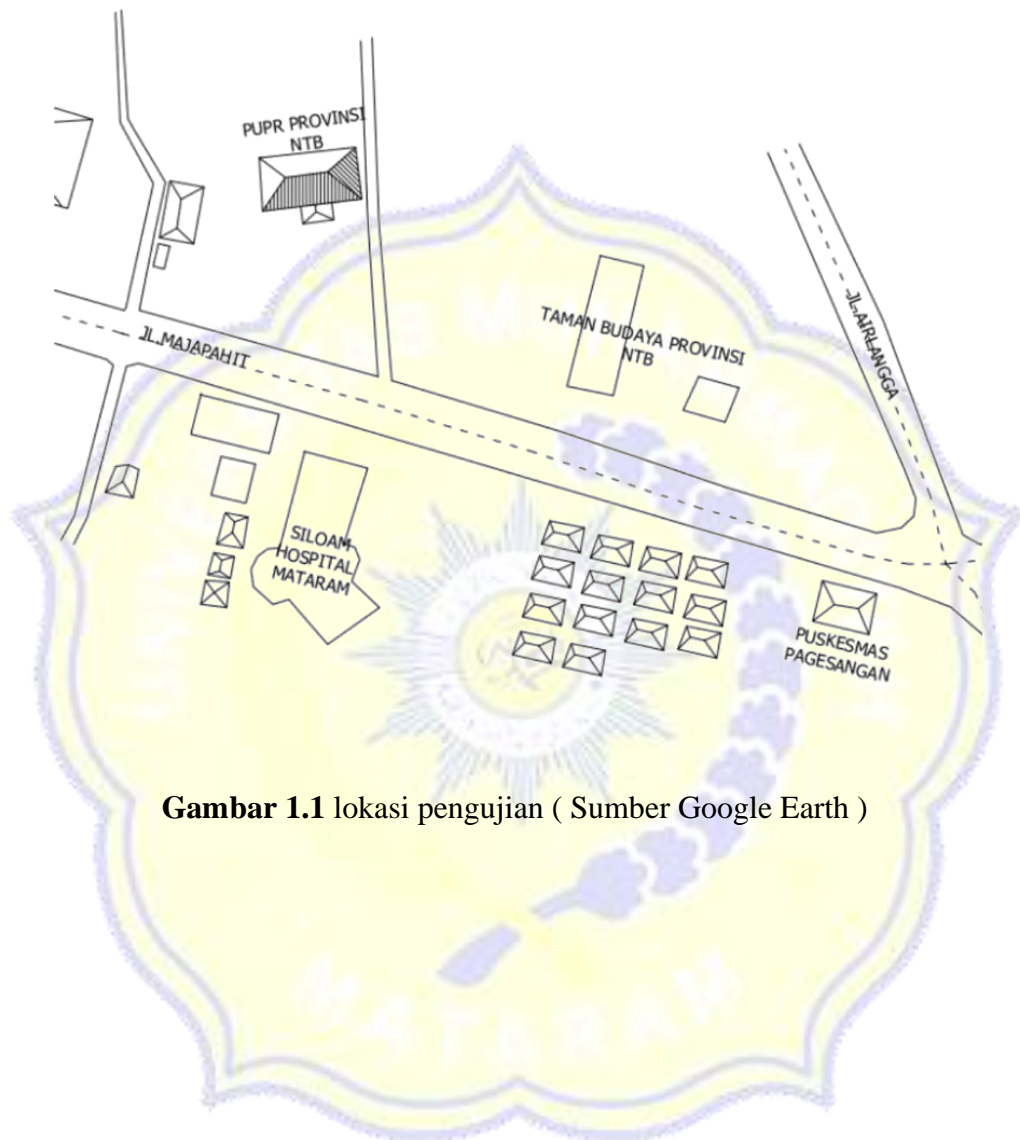
1.5 Batasan Masalah

Pembatas suatu masalah di gunakan untuk menghindari adanya penyimpangan maupun pelebaran pokok masalah agar penelitian tersebut lebih terarah dan memudahkan dalam pembahasan sehingga tujuan penelitian akan tercapai. Beberapa batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Luas lingkup hanya meliputi informasi seputar pembuatan asphalt AC-WC menggunakan filler serbuk abu kayu.
2. Informasi yang di sajikan yaitu : Pengaruh penggunaan filler limbah abu kayu dan kadar aspal optimum pada campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) dengan menggunakan abu kayu sebagai filler.

1.6 Lokasi pengujian

Lokasi pengujian bertempat di Laboratorium BALAI PENGUJIAN MATERIAL KONTRUKSI DINAS PUPR PROVINSI NTB.



Gambar 1.1 lokasi pengujian (Sumber Google Earth)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKADAN LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam penulisan skripsi ini penulis menggali informasi dari penelitian - penelitian sebelumnya sebagai bahan perbandingan, baik mengenai kekurangan atau kelebihan yang sudah ada tentang teori yang berkaitan dengan campuran Asphalt Concrete telah banyak dilakukan di berbagai tempat, yang antara lain :

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu

| No | Nama peneliti dan judul | Metode | Hasil |
|----|---|--|---|
| 1. | Andy Junestin Simanjutak, (2021) “ Pemanfaatan Abu Serbuk Kayu Sebagai Tambahan Filler Pada Campuran Perkerasan Jalan Jenis HRS-WC (<i>Hot Roller Sheet-Wearing Course</i>) | Metode penelitian ini menggunakan metode <i>asphalt institute</i> yang di harapkan dapat meningkatkan mutu perkerasan lentur jalan raya sesuai dengan umur rencana dan sekaligus sebagai pengurangan limbah abu serbuk kayu. | Hasil analisis data diperoleh parameter marshall memenuhi spesifikasi, terkecuali nilai VIM pada penambahan kadar abu serbuk kayu sebesar 3% dan 4,5% yang nilainya berturut-turut yaitu 3,83% dan 3,39%, dan hasil evaluasi karakteristik marshall di peroleh rentang kadar abu serbuk kayu maksimum 0% hingga 1,8% memenuhi semua persyaratan spesifikasi Bina Marga 2018. |
| 2. | Ria Septiani (2021) ”Penggunaan <i>Styrofoam</i> dan Abu Serbuk Kayu Pada Campuran Laston Lapis Aus Dengan Metode Pencampuran Basah” | Metode pengujian yaitu pengujian marshall dan durabilitas pada kadar aspal optimum terbaik dengan menggunakan metode cara basah. | Hasil penelitian di peroleh kadar aspal optimum (KAO) yaitu 6,50%, kombinasi campuran abu serbuk kayu dan semen <i>portland</i> yang terbaik di dapat dengan perbandingan 25% ASK dan 75% PC dengan nilai KAO 6,05%, nilai stabilitas tertinggi didapat pada variasi <i>Styrofoam</i> 9% dengan KAO 6,50% yaitu 1249,01 kg. nilai durabilitas pada kombinasi filler tidak memenuhi spesifikasi yaitu sebesar 81,76% dan kombinasi campuran <i>Styrofoam</i> dengan filler |

| | | | |
|----|---|--|--|
| | | | abu serbuk kayu dan semen <i>Portland</i> di dapat sebesar 96,51% sesuai dengan spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 4 tahun 2018 yaitu > 90%. |
| 3. | Septiyan Cahyo H.S, (2018) “ Pengaruh Filler Abu Kayu Terhadap Kinerja Campuran AC-WC Menggunakan Metode Warm Mix Asphalt “ | asphalt campuran hangat (<i>Warm Mix Asphalt</i>). | Hasil perbandingan karakteristik campuran terhadap AC-WC yang menggunakan filler semen menunjukkan bahan pada kadar abu kayu 3,15% masih memenuhi standar yang di tetapkan dan terjadi peningkatan stabilitas. Namun demikian memiliki durabilitas yang lebih rendah, dengan nilai indeks kekuatan sisa 76,5% pada perendaman 24 jam atau penggunaan abu kayu jati sensitive terhadap air. |

Tabel 2.2 Perbandingan penelitian terdahulu dan penelitian saat ini

| No | Penelitian terdahulu | Penelitian saat ini |
|----|---|--|
| 1. | “ Pemanfaatan Abu Serbuk Kayu Sebagai Tambahan Filler Pada Campuran Perkerasan Jalan Jenis HRS-WC (<i>Hot Roller Sheet-Wearing Course</i>)” | “ANALISA PENGGUNAAN FILLER ABU KAYU PADA CAMPURAN ASPHALT CONCRETE WEARING COURSE (AC-WC) TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL” |
| 2. | ”Penggunaan <i>Styrofoam</i> dan Abu Serbuk Kayu Pada Campuran Laston Lapis Aus Dengan Metode Pencampuran Basah” | |
| 3. | “ Pengaruh Filler Abu Kayu Terhadap Kinerja Campuran AC-WC Menggunakan Metode Warm Mix Asphalt “ | |

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Agregat

Agregat adalah suatu bahan yang keras dan kaku yang digunakan sebagai bahan campuran dan berupa berbagai jenis butiran atau pecahan, termasuk di dalamnya antara lain: pasir, kerikil, agregat pecah, terak dapur tinggi dan debu agregat. Banyaknya agregat dalam campuran aspal pada umumnya berkisar antara 90% sampai dengan 95% terhadap total berat campuran atau 70% sampai dengan 85% terhadap volume campuran aspal dan agregat merupakan bagian terbesar dari campuran aspal.

Material agregat yang digunakan untuk konstruksi perkerasan jalan yang tugas utamanya untuk menahan beban lalu lintas, dimana agregat yang akan digunakan dalam pekerjaan harus sedemikian rupa agar campuran aspal, yang proporsinya di buat sesuai dengan rumus perbandingan campuran memenuhi semua ketentuan yang di syaratkan. Agregat terbagi menjadi 2 :

2.2.1.1 Agregat Kasar

Agregat kasar harus mempunyai ketahanan terhadap abrasi bila digunakan sebagai campuran *wearing course*. Ukuran maksimum agregat adalah satu ayakan yang lebih besar dari ukuran nominal maksimum. Ukuran nominal maksimum adalah satu ayakan yang lebih kecil dari ayakan pertama (teratas) dengan bahan tertahan kurang dari 10% (Spesifikasi Umum Bina Marga 2010).

2.2.1.2 Agregat Halus

Fungsi utama agregat halus adalah untuk menyediakan stabilitas dan mengurangi deformasi permanen dari perkerasan melalui keadaan saling mengunci (*interlocking*) dan gesekan antar butiran, agregat halus harus merupakan bahan yang bersih, keras, bebas dari lempung, atau bahan yang tidak di kehendaki lainnya dan batu pecah halus di peroleh dari batu yang memenuhi ketentuan mutu agar dapat memenuhi ketentuanspesifikasi dan harus diproduksi dari batu yang bersih. Bahan halus dari pemasok pemecah batu (*crusherfeed*) harus diayak dan di tempatkan tersendiri sebagai bahan yang tak terpakai (kulit batu) sebelum proses pemecahan kedua (*secondary*

crushing), Begitu juga dengan pasir yang dapat di gunakan dalam campuran aspal, persentase maksimum yang disarankan untuk Laston (AC) adalah 10%.

2.2.2 Pemeriksaan Agregat

Kuwalitas agregat yang akan di gunakan sebagai bahan perkerasan jalan dapat di tentukan dengan cara melakukan rangkaian pengujian sebagaiberikut:

2.2.2.1 Analisa Saringan

Perhitungan analisa saringan yaitu persentase berat benda uji yang tertahan di atas masing - masing saringan terhadap berat total benda uji. Penyaringan terhadap masing-masing agregat di lakukan untuk mengetahui susunan butiran (gradasi) agregat kasar, agregat halus, dan *filler*.

2.2.2.2 Berat jenis dari Agregat Kasar

Berat jenis dari Agregat Kasar

Berikut adalah beberapa Macam Berat jenis dari Agregat Kasar terdiri dari:

- a. Berat jenis (*Bulk Specific Gravity*) ialah perbandingan antara berat agregat kering dan serta air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
- b. Berat jenis kering permukaan jenuh (*Saturated Surface Dry*), ialah perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling antara agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh suhu tertentu.
- c. Berat jenis semu (*Apparent specific gravity*) ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.
- d. Penyerapan (*Absorption*) ialah persentase berat air yang bias diserap oleh pori-pori terhadap berat agregat kering.

2.2.2.3 Keausan (Abrasi)

Keausan adalah proses penghancuran atau pecahnya agregat dalam hal ini agregat kasar akibat proses mekanis seperti gaya-gaya yang terjadi selama proses pelaksanaan pembuatan jalan (penimbunan, penghamparan, pemadatan), pelayanan terhadap beban lalu lintas dan proses kimiawi

seperti pengaruh kelembaban, kepanasan dan perubahan suhu sepanjang hari.

2.2.2.4 Kelekatan Aspal terhadap Agregat

Kelekatan aspal terhadap agregat adalah persentase dari perbandingan luas permukaan batuan yang terselimuti aspal, terhadap keseluruhan luas permukaan batuan.

2.2.2.5 Sand Equivalent (SE)

Sand equivalent adalah perbandingan antara skala agregat halus/pasir dengan skala lumpur.

2.2.3 Aspal

Aspal di definisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, jika dipanaskan pada suatu temperatur tertentu aspal dapat menjadi lunak/cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton atau dapat masuk ke dalam pori-pori yang ada pada penyemprotan/penyiraman. Jika temperatur mulai turun, aspal tersebut akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya (bersifat termoplastis) Sukirman, S(1993).

Lapis aspal beton adalah lapisan pada konstruksi jalan raya, yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus (*well graded*) dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Jenis agregat yang digunakan terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan filler, sedangkan aspal yang digunakan sebagai bahan pengikat untuk lapis aspal beton harus terdiri dari salah satu aspal keras penetrasi 40/50, 60/70 dan 80/100 yang seragam, tidak mengandung air bila dipanaskan sampai suhu 175°C tidak berbusa dan memenuhi persyaratan sesuai dengan yang ditetapkan. Pembuatan Lapis Aspal Beton (Laston) dimaksudkan untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan atau lapis antara (*binder*) pada perkerasan jalan yang mampu memberikan sumbangan daya dukung yang terukur serta berfungsi sebagai lapisan kedap air yang dapat melindungi konstruksi dibawahnya (Bina Marga, 1987).

Aspal beton harus memiliki karakteristik dalam pencampuran yaitu ,

keawetan atau durabilitas, kelenturan atau fleksibilitas, ketahanan terhadap kelelahan (fatigue resistance), kekesatan permukaan atau ketahanan geser, kedap air, stabilitas dan kemudahan pelaksanaan.

Perkiraan awal kadar aspal tengah dari rancangan campuran aspal dapat di tentukan dengan mempergunakan rumus dibawah ini:

$$P_b = 0,035 (\% CA) + 0,045 (\% MA) + 0,18 (\% FA) + K \dots \dots \dots (1)$$

Dimana

P_b = Kadar aspal tengah/ideal % terhadap berat campuran

CA = Persen agregat tertahan saringan No.8

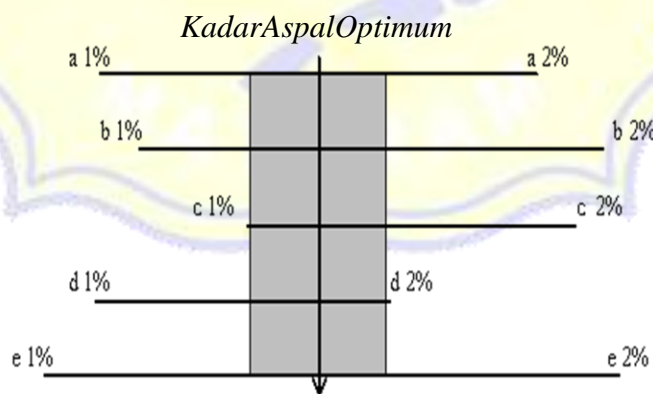
MA = Persen agregat lolos saringan No.8 dan tertahan saringan No.200

FA = Persen agregat minimal 75% lolos saringan 200

K = konstanta 0,5 – 1,0 untuk laston.

= konstanta 2,3 – 3,0 untuk lataston.

Dari perkiraan awal kadar aspal, di dapatkan nilai kadar aspal optimum yaitu nilai tengah dari rentang kadar aspal yang memenuhi semua spesifikasi campuran. Kadar aspal optimum (KAO) di tentukan setelah pengujian *marshall*, dengan membuat diagram hubungan antara sifat teknis campuran yang paling berpengaruh (*Stabilitas, Flow, VMA, VFA, VIM* dan *MQ*) dengan persen kadar aspal. Penentuan kadar aspal optimum di tentukan sesuai dengan persyaratan batasan sifat-sifat teknis campuran, seperti dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar2.1

Diagram Penentuan Kadar Aspal Optimum

2.2.3.1 Campuran Aspal

Dalam spesifikasi umum Bina Marga 2010, campuran aspal di bagi atas:

2.2.3.1.1 Latasir (Sand Sheet) Kelas A dan B

Campuran-campuran ini di tujukan untuk jalan dengan lalu lintas ringan, khususnya pada daerah dimana agregat kasar sulit diperoleh. Pemilihan Kelas A atau B terutama tergantung pada tebal nominal minimum. Campuran Latasir biasanya memerlukan penambahan filler agar memenuhi kebutuhan sifat-sifat yang disyaratkan.

2.2.3.1.2 Lataston (HRS)

Lataston terdiri dari dua macam campuran, Lataston Lapis Pondasi (HRS-Base) dan Lataston Lapis Permukaan (HRS-Wearing Course) dan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19mm.

Lataston Lapis Pondasi (HRS-Base) mempunyai proporsi fraksi agregat kasar lebih besar dari pada Lataston Lapis Permukaan (HRS-Wearing Course).

2.2.3.1.3 Laston (AC)

Laston (AC) terdiri dari tiga macam campuran, Laston Lapis Aus(AC- WC), Laston Lapis Pengikat (AC-BC) dan Laston Lapis Pondasi (AC- Base) dan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm, 25,4mm, 37,5mm. Setiap jenis campuran AC yang menggunakan bahan Aspal Polimer atau Aspal di modifikasi dengan Aspal AC lama atau Aspal Multigrade disebut masing-masing sebagai AC-WC Modified, AC-BC Modified, dan AC-Base Modified.

Bila mana campuran beraspal yang dihampar lebih dari satu lapis, tebal masing-masing tiap lapisan campuran beraspal, tidak boleh kurang dari tebal nominal minimum rancangan seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.1 dan toleransi masing-masing yang disyaratkan dan tebal rancangan yang ditentukan dalam Gambar Rencana.

Toleransi tebal untuk tiap lapisan campuran beraspal sebagai berikut :

1. Latasir tidak lebih dari 2,0 mm
2. Lataston Lapis Aus tidak lebih dari 3,0 mm

3. Laston Lapis Pondasi tidak lebih dari 3,0 mm
4. Laston Lapis AUS tidak lebih dari 3,0 mm
5. Laston Lapis Antara tidak lebih dari 4,0 mm
6. Laston Lapis Pondasi tidak lebih dari 5,0 mm

Tabel 2.3 Tebal Nominal Minimum Campuran Beraspal

| Jenis Campuran | | Simbol | Tebal Nominal Minimum (mm) |
|----------------|---------------|----------|----------------------------|
| LPA Kelas A | | SS-A | 1,5 |
| LPA Kelas B | | SS-B | 2,0 |
| Lataston | Lapis Aus | HRS-WC | 3,0 |
| | Lapis Pondasi | HRS-Base | 3,5 |
| Laston | Lapis Aus | AC-WC | 4,0 |
| | Lapis Antara | AC-BC | 6,0 |
| | Lapis Pondasi | AC-Base | 7,5 |

Sumber : spesifikasi umum 2010, Bina Marga Divisi 6 seksi 6.3 pada (table 6.3.1.(1))

2.2.4 Bahan Pengisi (Filler)

Bahan pengisi dapat terdiri atas debu batu kapur, debu dolomite, semen Portland, abu terbang, debu tanur tinggi pembuat semen atau bahan mineral tidak plastis lainnya. Bahan pengisi (*filler*) yaitu bagian dari agregat halus atau material yang lolos saringan No.200(0,075 mm). Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan –gumpalan dan bahan lain yang tidak dikehendaki.

Fungsi bahan pengisi adalah untuk meningkatkan kekentalan bahan bitumen dan untuk mengurangi sifat rentan terhadap temperatur. Keuntungan lain dengan adanya bahan pengisi adalah karena banyak terserap dalam bahan bitumen maka akan menaikkan volumenya, akan tetapi jika terlalu tinggi kandungan bahan pengisi akan menyebabkan campuran menjadi getas dan mudah retak bila terkena beban lalu lintas, namun dilain pihak bila terlalu sedikit bahan pengisi akan menghasilkan campuran yang lembek pada cuaca panas.

2.2.5 Kayu

Kayu merupakan hasil hutan dari sumber kekayaan alam, kayu memiliki

beberapa sifat sekaligus, yang tidak dapat ditiru oleh bahan-bahan lain. Pengertian kayu disini adalah sesuatu bahan, yang di peroleh dari hasil pemungutan pohon-pohon dihutan, yang merupakan bagian pohon tersebut, setelah di perhitungkan bagian-bagian mana yang lebih banyak dapat dimanfaatkan untuk sesuatu tujuan penggunaan. Baik berbentuk kayu pertukangan, kayu industri maupun kayu bakar.

Komponen kimia kayu sangat bervariasi karena dipengaruhi oleh tempat tumbuh, iklim dan letaknya di dalam batang atau cabang. Komponen kimia Kandungan dalam % yaitu selulosa (40-45%), lignin (18-33%), pentosan (21-24%), zat ekstraktif (1-12%), dan abu (0,22-6%). Komponen kimia dalam kayu mempunyai arti yang penting, karena menentukan kegunaan sesuatu jenis kayu, dengan mengetahuinya kita dapat membedakan jenis-jenis kayu. Susunan kimia kayu digunakan sebagai pengenal ketahanan kayu terhadap serangan makhluk perusak kayu, selain itu dapat pula menentukan pengerjaan dan pengolahan kayu yang optimal.

Jika Kayu di bakar pada temperature tinggi dalam ruangan yang tidak berhubungan dengan udara maka akan terjadi rangkaian proses peruraian penyusun Kayu tersebut dan akan menghasilkan arang selain destilat, tar dan gas.

2.2.6 Gradasi

Gradasi adalah distribusi dari ukuran agregat atau ukuran sembarang (variasi ukuran butir) agregat. Gradasi berpengaruh pada besarnya rongga dalam campuran dan menentukan workabilitas (kemudahan dalam bekerja) serta stabilitas campuran.

Tabel 2.4 Spesifikasi Gradasi Agregat Gabungan

| Ukuran Ayakan (mm) | % Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat dalam Campuran | | | | | | | | |
|--------------------|--|---------|------------------------------|--------|-----------------------------------|--------|-------------|--------|--------|
| | Latasir (SS) | | Lataston (HRS) | | | | Laston (AC) | | |
| | | | Gradasi Senjang ² | | Gradasi Semi Senjang ² | | | | |
| | Kelas A | Kelas B | WC | Base | WC | Base | WC | BC | Base |
| 37,5 | | | | | | | | | 100 |
| 25 | | | | | | | | 100 | 90-100 |
| Ukuran Ayakan (mm) | % Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat dalam Campuran | | | | | | | | |
| | Latasir (SS) | | Lataston (HRS) | | | | Laston (AC) | | |
| | | | Gradasi Senjang ² | | Gradasi Semi Senjang ² | | | | |
| | Kelas A | Kelas B | WC | Base | WC | Base | WC | BC | Base |
| 19 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90-100 | 76-90 |
| 12,5 | | | 90-100 | 90-100 | 87-100 | 90-100 | 90-100 | 75-90 | 60-78 |
| 9,5 | 90-100 | | 75-85 | 65-90 | 55-88 | 55-70 | 77-90 | 66-82 | 52-71 |
| 4,75 | | | | | | | 53-69 | 46-64 | 35-54 |
| 2,36 | | 75-100 | 50-72 | 35-55 | 50-62 | 32-44 | 33-53 | 30-49 | 23-41 |
| 1,18 | | | | | | | 21-40 | 18-38 | 13-30 |
| 0,600 | | | 35-60 | 15-35 | 20-45 | 15-35 | 14-30 | 12-28 | 10-22 |
| 0,300 | | | | | 15-35 | 5-35 | 9-22 | 7-20 | 6-15 |
| 0,150 | | | | | | | 6-15 | 5-13 | 4-10 |
| 0,075 | 10-15 | 8-13 | 6-10 | 2-9 | 6-10 | 4-8 | 4-9 | 4-8 | 3-7 |

Sumber : Spesifikasi Umum 2010 , Bina Marga Divisi 6 (Tabel 6.3.2.3. Rancangan dan Perbandingan Campuran untuk gradasi agregat gabungan)

2.2.7 Analisis Sifat Fisik Agregat dan Campuran Aspal

Data-data yang diperoleh dari test Laboratorium dianalisis dengan menggunakan rumus-rumus berikut ini.

2.2.7.1. Berat Jenis

a) Berat jenis agregat kasar dengan rumus sebagai berikut ini.

Berat Jenis = $\frac{BK}{BJ - BA}$ (2.1)

(BJ – BA)

Berat Jenis kering permukaan = $\frac{BJ}{BJ - BA}$ (2.2)

(BJ – BA)

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{\text{BK}}{\text{BK} - \text{BA}} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{\text{BJ} - \text{BK}}{\text{BK}} \times 100 \% \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

Bk=berat benda uji kering oven(gram)

Bj=berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)

Ba =berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air (gram)

b) Berat jenis agregat halus dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Berat Jenis} = \frac{\text{BK}}{\text{B} + 500 - \text{Bt}} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$\text{Berat Jenis kering permukaan} = \frac{500}{\text{B} + 500 - \text{Bt}} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{\text{BK}}{\text{B} + \text{BK} - \text{Bt}} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{500 - \text{BK}}{\text{BK}} \times 100 \% \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan:

500 =berat benda uji (gram)

Bk =berat benda uji kering oven(gram)

B =berat piknometer + berat air (gram)

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

c) Berat Jenis *Bulk* Gabungan (U)

$$= \frac{a}{Bj \ a \ bulk} + \frac{b}{Bj \ b \ bulk} + \frac{c}{Bj \ c \ bulk} + \frac{d}{Bj \ d \ bulk} \dots\dots\dots (2.9)$$

d) Berat Jenis *Apparent* Gabungan (*App*)

$$= \frac{100}{\left(\frac{a}{B_j a App} \right) + \left(\frac{b}{B_j b App} \right) + \left(\frac{c}{B_j c App} \right) + \left(\frac{d}{B_j d App} \right)} \dots\dots\dots(2.10)$$

e) Berat Jenis Efektif

$$(V) = \frac{U + App}{\dots\dots\dots} \dots\dots\dots (2.11)$$

2.2.8 Karakteristik Marshall

Rancangan campuran berdasarkan metode Marshall ditemukan oleh Bruce Marshall. Aspal di pergunakan pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai bahan pengikat, akan memberikan ikatan yang kuat antara aspal dengan agregat dan aspal itu sendiri. Sebagai bahan pengisi, aspal akan mengisi rongga antarabutiran agregat dan pori yang ada dari agregat. Sukirman, S (1999).

Ketentuan sifat-sifat campuran aspal concrete Wearing Course dapat dilihat pada Tabel 2.3

Tabel 2.5 sifat-sifat Campuran AC-WC

| Sifat-sifat Campuran (%) | AC-WC | |
|---------------------------------|-------|-----|
| Stabilitas Marshall (Kg) | Min | 800 |
| Pelelehan (Mm) | Min | 2 |
| | Max | 4 |
| Marshall Quotient (kg/mm) | Min | 250 |
| Rongga dalam Campuran (VIM) (%) | Min | 3 |
| | Max | 5 |
| Rongga dalam Agregat (VMA) (%) | Min | 15 |
| Rongga terisi Aspal (VFA) (%) | Min | 65 |

Sumber : Spesifikasi Umum, Bina Marga 2010 Revisi 3 Divisi 6 pada (tabel 6.3.3. (1c) Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston (AC).

Asphalt Concrete – Wearing Course (AC–WC) atau lapisan pengikat adalah lapisan perkerasan yang berhubungan langsung dengan ban kendaraan, merupakan bagian dari permukaan jalan (*Surface*) dan merupakan lapisan yang

kedap air, tahan terhadap cuaca, dan mempunyai lapisan permukaan yang lebih halus dari AC-BC. Lapisan ini sebagai lapisan Ausyang terdiri dari aspal dan agregat yang bergradasi menerus yang berfungsi sebagai lapisan pengikat untuk mendukung lalu lintas berat. Tebal minimum *Asphalt Concrete-Wearing Course* adalah 4cm dengan toleransi tebal ± 3 mm (Bina Marga 2010).

Hasil pemadatan campuran agregat di dapatkan berdasarkan spesifikasi gradasi agregat yang dapat di lihat pada tabel 2.2 maka komposisi pemakaian agregat dengan aspal setidaknya dapat menjamin bahwa asumsi-asumsi rencana mengenai rongga udara (*air void*), kadar aspal efektif (*Asphalt Content*), stabilitas (*stability*), sampai batasan kelelahan plastis (*flow*) benar-benar dapat dipenuhi sesuai dengan persyaratan atau ketentuan sifat – sifat campuran yang telah ditetapkan. Karakteristik campuran panas agregat aspal dapat diukur dari sifat-sifat Marshall yang ditunjukkan pada nilai-nilai sebagai berikut:

2.2.8.1 stabilitas / *stability*

Stabilitas ialah kemampuan lapisan perkeras untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang diterimadi atasnya tanpa mengalami perubahan bentuk tetap pada aspal, seperti bleeding, alur turun dan naiknya aspal ke permukaan. Nilai stabilitas dari benda uji didapatkan dari pembacaan arloji stabilitas alat tekan Marshall. Angka ini di koreksi dengan angka kalibrasi alat dan angka koreksi ketebalan benda uji tersebut.

Rumus stabilitas adalah:

$$Q = P \times O \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan:

P = kalibrasi *provingring* pada

O = nilai pembacaan arloji stabilitas

2.2.8.2 Flow / Kelelahan

Kelelahan adalah besarnya deformasi vertical sample yang terjadi pada awal pembebanan sehingga stabilitas menurun, yang menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapisan perkerasan akibat menahan beban yang di terimanya.

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

2.2.8.3 Voidin Minerale Aggregate (VMA)

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

$$VMA = 100 - \frac{Gmb}{Gsb} \times \frac{100}{(100+pb)} \times 100 \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan :

VMA : Rongga diantara mineral agregat, persen volume *bulk*

Gsb : Berat jenis *bulk* agregat (gr/cm³)

Gmb : Berat jenis *bulk* campuran padat (gr/cm³)

Pb : Kadar aspal persen terhadap berat total campuran (%)

2.2.8.4 Voidin Mix (VIM)

VIM adalah nilai persentasi rongga udara yang ada dalam campuran, di dapat dengan rumus sebagai berikut:

$$VIM = 100 \times \frac{Gmm - Gmb}{Gmm} \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan :

VIM : Rongga udara dalam campuran, persen total campuran.(%)

Gmm : Berat jenis maksimum campuran, rongga udara 0. (gr/cm³)

Gmb : Berat jenis *bulk* campuran padat (gr/cm³)

2.2.8.5 Void Filled Asphalt (VFA)

VFA merupakan persentasi rongga terisi aspal pada campuran setelah mengalami proses pemadatan.

prosentase rongga yang terisi aspal efektif, di dapat dari rumus sebagai

berikut:

$$VFA = \frac{100(VMA-VIM)}{Gmm} \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan :

VFA : Rongga terisi aspal (%)

VMA : Rongga diantara mineral (%)

VIM : Rongga udara campuran, persen total campuran (%)

Gmm : Berat jenis maksimum campuran.

2.2.8.6 Marshall Quotient

Marshall Quotient merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan *flow*

Perhitungan nilai *Marshall Quotient* didasarkan atas rumus

$$MQ = S/r \dots\dots\dots (2.16)$$

Keterangan:

S = Nilai stabilitas terpasang (Kg)

R = Nilai kelelehan (mm)

MQ = Nilai Marshall Quotient (kg/mm)

2.2.8.7 Kepadatan/*Density*

Density merupakan tingkat kerapatan campuran setelah campuran di padatkan.

Nilai *density* dihitung dengan rumus:

$$f = d - e$$
$$g = c / f \dots\dots\dots (2.17)$$

dimana :

c = Berat benda uji sebelum direndam (gram)

f = Berat isi benda uji (gram/ml)

d = Berat benda uji jenuh air (gram)

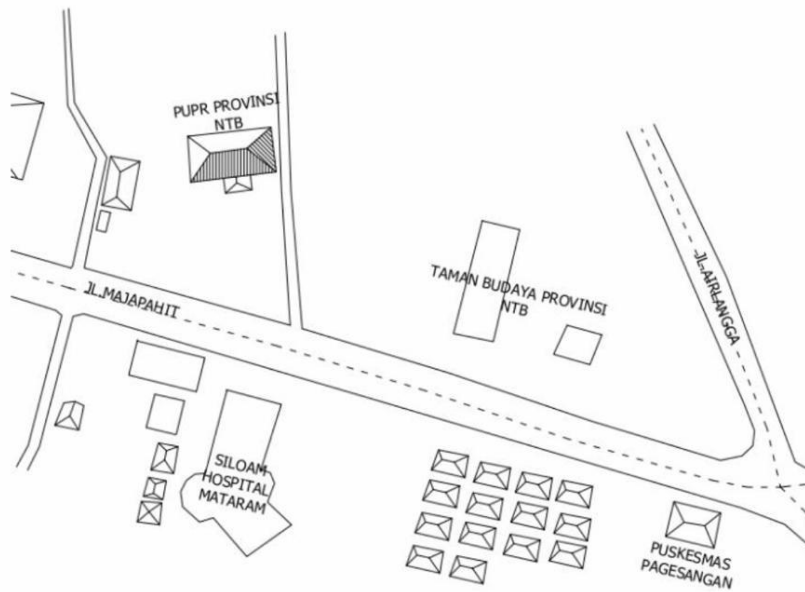
e = Berat benda uji dalam air (gram) isi benda

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Metode Penelitian

Pengujian ini dilakukan di laboratorium Dinas PUPR Provinsi NTB, di kota Mataram. Waktu penelitian dilakukan pada tanggal 8 Januari sampai 14 Januari 2023. Lokasi penelitian dapat dilihat pada **gambar 3.1**. Penelitian yang akan diuji pada campuran aspal panas adalah *marshall test* dengan variasi bahan tambahan serbuk limbah kayu 2%. Semua bahan yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada spesifikasi umum yang dikeluarkan oleh Direktorat Jendral Bina Marga tahun 2018 Revisi I



Gambar 3.1 lokasi pengujian (Sumber Google Earth)

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Jenis data dalam penelitian ini terdiri dari

1. Data primer

Data primer yaitu data yang di kumpulkan langsung dengan melakukan serangkaian kegiatan percobaan yang di lakukan sendiri dengan berpatok pada petunjuk manual yang ada, contohnya dengan melakukan penelitian atau pengujian secara langsung. Data primer dalam penelitian ini adalah data penelitian hasil uji yang meliputi kadar aspal optimum dan hasil uji marshall kadar aspal efektif

2. Data sekunder

Data sekunder ialah data yang di dapatkan dari hasil penelitian sebelumnya atau yang sedang di laksanakan yang masih ada kaitannya dengan penelitian tersebut. Data sekunder dalam penelitian ini ialah data pemeriksaan agregat yang di dapatkan dari Lab Pengujian Material Konstruksi Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang Provinsi Nusa Tenggara Barat dan data hasil pemeriksaan karakteristik aspal dari Lab Pengujian Material Konstruksi Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang Provinsi Nusa Tenggara Barat.

3.3 Bahan

Adapun bahan yang di gunakan dalam penelitian ini:

- 1) Abu batu, agregat kasar dan agregat halus.
- 2) Aspal produksi Pertamina dengan penetrasi 60/70
- 3) Bahan Pengisi (Filler) yang digunakan dalam penelitian ini dari Abu limbah Kayu Bakar dari Desa Bungtiang Kabupaten Lombok Timur.

3.4 Tahapan Penelitian

3.4.1 Pengujian Material

Pemeriksaan terhadap material-material yang digunakan untuk pembuatan bahan campuran, agar dapat diketahui sifat-sifat material tersebut, baik untuk agregat maupun aspal.

3.4.1.1 Analisa Saringan

Analisa saringan dilakukan untuk memperoleh gradasi agregat, baik agregat kasar, sedang, halus, dan pasir dengan menggunakan saringan. Pengujian Analisa Saringan Untuk Agregat Kasar dan Agregat Halus mengacu pada SNI.03-1969-1990. Peralatan yang digunakan Saringan satu set mulai dari ukuran saringan 3/4", 1/2", 3/8", No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, No.200



Gambar 3.2Alat Pengujian Analisa Saringan

3.4.1.2. Berat Jenis

Pengujian berat jenis dan penyerapan (*Absorption*) dilakukan terhadap agregat kasar dan agregat halus. Berat Jenis ini digunakan untuk mendapatkan berat jenis efektif dari campuran aspal. untuk agregat kasar, dan agregat halus.

a. Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar dan Agregat Sedang

Peralatan dan cara kerjanya sesuai dengan Pengujiaannya memakai standar percobaan SNI.03-1969-1990 (AASHTOT85-74)



Gambar 3.3 Alat Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar dan Sedang

b. Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Standar pengujian dan alat yang digunakan mengacu pada (AASHTO T84-88 atau SNI.03-1970-1990)



Gambar 3.4 Alat Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

3.4.1.3. Pengujian Kelekatan Aspal Terhadap Agregat

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kelekatan agregat terhadap aspal. Kelekatan agregat terhadap aspal ialah persentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap keseluruhan luas permukaan. Benda uji adalah agregat yang lolos saringan 9,5mm (3/8"). Dan tertahan saringan 6,3mm (1/4") sebanyak 100 gram, adapun langkah kerjanya mengikuti AASHTOT 182-84 atau SNI.03-2439-1901.

3.4.1.4. Pengujian Sand Equivalent Abu batu

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kebersihan agregat halus. Sand equivalent merupakan perbandingan antara skala agregat halus dengan skala lumpur. Langkah pengujiannya dan peralatan yang digunakan sesuai dengan AASHTOT 176-76.

3.4.2. Pengujian *filler* Abu Limbah Kayu

Pengujian yang dilakukan terhadap Abu kayu adalah pengujian berat jenis saja. Pengujian berat jenis Abu Kayu ini di gunakan dalam menentukan Berat Jenis efektif dari campuran aspal.

3.4.3. Perancangan Proporsi dari Masing-Masing Fraksi Agregat

Sebelum pelaksanaan pembuatan benda uji perlu kiranya memperhitungkan jumlah agregat yang dibutuhkan dari masing-masing fraksi agregat, rancangan dilakukan berdasarkan gradasi dari masing-masing fraksi agregat yang akan dicampur, hasil dari rancangan tersebut harus dicek dan dievaluasi kembali sehingga diperoleh proporsi campuran yang optimal

3.4.4. Pembuatan Benda Uji atau Briket Aspal

Terlebih dahulu disiapkan agregat dan aspal sesuai jumlah benda uji yang akan dibuat. Benda uji dibuat dengan pemakaian Filler Abu Limbah kayu Abu sisa pembakaran kayu Tiap kombinasi *filler* di buat 15 buah benda uji, masing-masing 3 buah untuk perbedaan kadar aspal. Campuran aspal dibuat dengan 5 variasi kadar aspal, masing-masing kadar aspal dibuat 3 buah benda uji. Kadar aspal maupun persen lolos saringan untuk agregat dihitung berdasarkan berat campuran.

Peralatan:

1. Tiga buah cetakan benda uji (Mold) yang berdiameter 10cm (4 inchi) dan tinggi 7,5cm (3 inchi) lengkap dengan plat dan leher sambung.
2. Alat pengeluar benda uji (Ekstruder) untuk benda uji yang telah dikeluarkan dari dalam cetakan benda uji.
3. Penumbuk yang memiliki permukaan tumbuk rata berbentuk silinder dengan berat 4,536Kg (10 pound) dan tinggi jatuh bebas 45,7cm (18"). Silinder cetakan benda uji.

4. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu.
5. Landasan pematat.
6. Thermometer untuk menentukan suhu pemanasan dan suhu pemadatan.
7. Kompor untuk memanasi campuran material.
8. Wadah/cawan untuk mengaduk campuran
9. Sendok pengaduk.
10. Spatula (pisau pengaduk dari baja).

3.4.5. Pengujian *Marshall*

Untuk Mendapatkan Stabilitas dan Kelelahan (*Flow*) Benda Uji Mengikuti Prosedur SNI 06-2489-1991 Atau AASHTOT 245-90. Penimbangan yang di butuhkan berkaitan dengan perhitungan sifat volume trik campuran dilakukan terlebih dahulu sebelum uji *Marshall*.



Gambar 3.5Alat Uji Marshall Test

3.4.6. Perhitungan Parameter *Marshall*

Parameter aspal yang digunakan yaitu VIM, VMA, VFA, berat volume dan parameter lain sesuai parameter yang ada pada spesifikasi campuran.

3.4.7. Analisa, Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Karakteristik Marshall.

Hasil pemeriksaan Marshall Test disesuaikan dengan criteria yang telah ditentukan, untuk selanjutnya di buat grafik-grafik hubungan antara lain:

- a. Stabilitas dengan kadar aspal.
- b. *Flow* dengan kadar aspal.
- c. VIM dengan kadar aspal.
- d. VFA dengan kadar aspal.
- e. MQ (hasil bagi Marshall) dengan kadar aspal.

Kadar aspal optimum (KAO) ditentukan dari diagram hubungan antara sifat teknis campuran yang paling berpengaruh (Stabilitas, Flow, VIM, VMA, VFA dan MQ) dengan persen kadar aspal.

3.5 Prosedur Pelaksanaan

Tahapan pengerjaan

Tahapan ini merupakan tahapan untuk menentukan arah dalam melakukan penelitian, pada tahapan ini, semua bahan dan alat yang dibutuhkan disiapkan terlebih dahulu. Jangan sampai ada bahan dan alat yang tidak tersedia, karena akan berpengaruh pada saat melakukan penelitian. Usahakan bahan dan alat tersebut telah disiapkan sejak awal secara maksimal.

Pembuatan Benda Uji

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

Berikut adalah prosedur pembuatan benda uji, dapat dibagi menjadi beberapa langkah, yaitu:

1. Langkah pertama

Menghitung berapa perkiraan awal kadar aspal (Pb) tersebut, setelah mendapatkan nilai kadar aspal tersebut, selanjutnya menghitung berat jenis maksimum (BJ Max) dengan mengambil data dari percobaan berat jenis agregat kasar dan agregat halus.

2. Langkah ke-dua

Menentukan berat aspal penetrasi 60/70, berat agregat dan berat filler yang akan dicampur berdasarkan dengan hasil perhitungan variasi kadar aspal. Persentase ditentukan berdasarkan dengan berat total campuran, yaitu 1200 gram. Kadar aspal ditentukan dengan perhitungan komposisi agregat campuran.

3. Langkah ke-tiga

Aspal penetrasi 60/70 dihitung didalam wajan yang sudah terisi dengan agregat yang diletakkan diatas timbangan sesuai dengan persentase bitumen content berdasarkan berat total agregat.

4. Langkah ke-empat

Setelah aspal dicampurkan kedalam agregat, campuran tersebut diaduk sampai merata keseluruhan dan kemudian didiamkan hingga mencapai suhu pemadatan 120°C-140°C. Selanjutnya campuran dimasukkan kedalam mould yang telah disiapkan dengan melapisi di bagian bawah dan bagian atas mould dengan kertas pada alat penumbuk.

5. Langkah ke-lima

Campuran di tumbuk dipadatkan dengan alat pemadat sebanyak 75 kali tumbukan untuk masing - masing sisinya. Selanjutnya benda uji didinginkan pada suhu ruang selama ± 2 jam, setelah 2 jam benda uji

dikeluarkan dari mould dengan bantuan alat yang bernama dongkrak hidrolik.

6. Langkah ke-enam

Setelah benda uji dikeluarkan dari mould, kemudian dapat di lanjutkan dengan melakukan pengujian dengan alat uji Marshall.

Volumetrik Test

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui VIM dari masing-masing benda uji. Berikut adalah tahap yang di uji adalah sebagai berikut :

1. Tahap pertama

Benda uji yang telah dipisahkan dengan ukurannya masing-masing direndam dengan tujuan untuk menghilangkan debu karna di diamkan selama sehari, lalu benda uji di jemur

2. Tahap ke-dua

Dari hasil pengukuran berat, tinggi, dan diameter benda uji. Dapat di lanjutkan dengan menghitung volume densitas dan bulk dengan rumus pada pengujian Volumetrik yang ada di atas.

3. Tahap ke-tiga

Pada tahap ketiga kita melanjutkan dengan menghitung berat jenis (*Specific Gravity*) masing – masing benda uji dengan menggunakan persamaan 2.2, sampai persamaan 2.9.

4. Tahap ke-empat

Tahap keempat dalam perhitungan karakteristik dan sifat-sifat Marshall dapat di gunakan dengan menggunakan persamaan 2.13 – persamaan 2.19.

5. Tahap ke-lima

Dari perhitungan tersebut akan memperoleh grafik yang nantinya grafik-grafik tersebut akan disatukan.

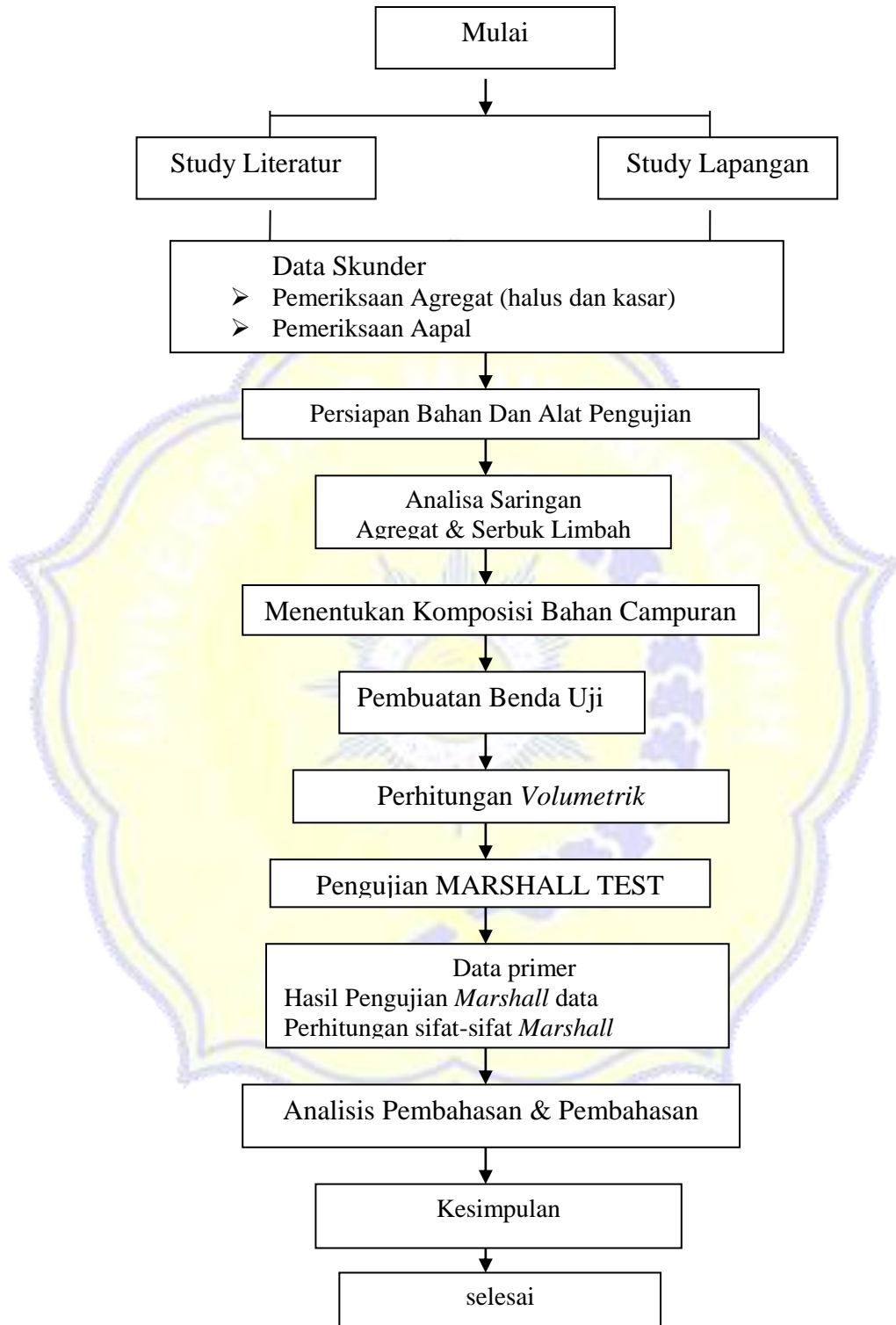
Marshall Test

Pengujian Marshall yaitu pengujian yang dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui nilai ketahanan atau stabilitas (*stability*) terhadap kelelahan plastis (*flow*) dari campuran aspal tersebut. Semakin tinggi nilai stabilitas pada campuran maka nilai flow juga akan semakin tinggi. Dengan nilai stabilitas yang tinggi kita dapat menyimpulkan bahwa aspal sudah mampu menahan beban.

Langkah dalam melakukan pengujian marshall ini adalah sebagai berikut:

1. Benda uji tersebut harus direndam terdahulu selama kurang lebih 24 jam sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.
2. Kemudian Benda uji tersebut direndam dalam Water Bath (bak perendam) selama 30 – 40 menit dengan suhu 60 °C. Benda uji dibuat sebanyak 3 buah pada masing – masing variasi serbuk abu kayu dan jumlah total benda uji adalah 12 contoh benda uji.
3. Benda uji yang sudah di rendam dikeluarkan kemudian diletakkan pada alat uji Marshall untuk melakukan pengujian marshall.
4. Dari hasil pengujian ini kita mendapatkan nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*).
5. Perhitungan nilai Marshall quotient dan stabilitas didapatkan dengan rumus 2.14.

3.6 Tahap Penelitian



Gambar 3.6 Diagram Alir Penelitian