

**ANALISA KARAKTERISTIK PERKERASAN JALAN
ASPAL KARET LAPISAN AC- WC DENGAN
MENGUNAKAN FILLER YANG BERBEDA
TERHADAP NILAI MARSHALL**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program Studi
Strata 1 (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area**

OLEH :

KAREL NAINGGOLAN

NPM : 15 811 0108



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2020**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 28/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)28/12/21

**ANALISA KARAKTERISTIK PERKERASAN JALAN
ASPAL KARET LAPISAN AC- WC DENGAN
MENGUNAKAN FILLER YANG BERBEDA
TERHADAP NILAI MARSHALL**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program Studi Strata I
(S1) pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area*

Oleh :

KAREL NAINGGOLAN

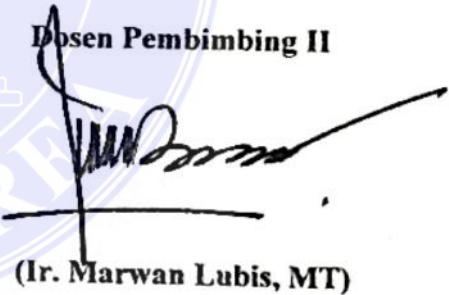
NPM. 15 811 0108

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I


(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

Dosen Pembimbing II


(Ir. Marwan Lubis, MT)

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik

4/2/21
Dr. Ir. Dina Maizana, M.T.
NIP/NIDN: 0112096601

Ka Prodi Teknik Sipil

(Ir. Nurmujiyah, MT)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 28/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)28/12/21

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Karel Nainggolan
NPM : 15 811 0108
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisa Karakteristik Perkerasan Jalan
Aspal Karet Lapisan AC – WC Dengan Menggunakan
Filler Yang Berbeda Terhadap Nilai Marshall

Saya menyatakan bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana disuatu Perguruan Tinggi dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam skripsi ini dan disebutkan dalam referensi. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, maka saya sanggup menerima hukuman/ sanksi apapun sesuai peraturan yang berlaku.

Medan, Oktober 2020



Karel Nainggolan
NPM.15.811.0108

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/ TESIS UNTUK KEPENTINGAN
AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Karel Nainggolan
Npm : 15 811 0108
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Penelitian/ Skripsi /Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area. Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-Exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul : Analisa Karakteristik Perkerasan Jalan Aspal Karet Lapisan AC – WC Dengan Menggunakan Filler Yang Berbeda Terhadap Nilai Marshall, beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini. Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (data-base), merawat dan mempublikasikan penelitian saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, Oktober 2020



Karel Nainggolan
NPM 15 811 0108

ABSTRAK

Aspal karet (natural rubber) Salah satu produksi yang diandalkan oleh pemerintah saat ini, APE telah mengembangkan dan memproduksi aspal karet sesuai dengan spesifikasi PU Bina Marga dan telah lolos uji propertis dan uji stabilitas dinamis aspal karet (*wheltreking*) dibalai besar pelaksanaan jalan nasional Pekerjaan Umum Bina Marga Surabaya sehingga menjadikan sebagai pelopor produksi aspal karet indonesia. Aspal karet memiliki keunggulan dibandingkan aspal murni dalam hal ketahanan terhadap deformasi (alur/cekungan) pada arah memanjang di permukaan jalan sekitar jejak roda kendaraan akibat beban lalu lintas yang berat, pengelupasan lapisan aspal dengan agregat, serta ketahanan terhadap retakan jalan akibat perubahan suhu lingkungan. standar uji Standar Nasional Indonesia (SNI) Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3 Tujuan penelitian mendapatkan Nilai kuat tekan dengan menggunakan alat tes Uji Marshall beserta nilai KAO (Kadar Aspal Optimum) dengan menggunakan filler abu batu dan semen. Mengetahui persentase rongga dalam campuran (VIM), persen rongga terisi aspal (VFB), persen rongga diantara mineral agregat (VMA), stabilitas (stability), kelelahan (Flow), dan Marshall quotient dari filler abu batu dan semen pada perkerasan jalan lapisan perkerasan AC-WC dengan aspal karet menggunakan filler abu batu dan semen terhadap nilai marshall dengan komposisi campuran 4 %,4,5 %,5%,5,5%,6%,.7% dengan peneterasi 60/70. Hasil penelitian yang dilakukan kadar aspal karet 6, % dengan fillers abu batu diperoleh nilai stabilitas 1050 kg.sedang kadar aspal karet 6,0 % dengan filler semen nilai stabilitas 1048 kg, dari yang dilakukan .sesuai dengan standart SNI memenuhi spesifikasi nilai stabilitas campuran aspal penetrasi 60/70. kesimpulan pengujian yang dilakukan dengan menggunakan filler yang berbeda terdapat nilai stabilitas yang disaratkan bahwa aspal karet dapat digunakan sebagai bitumen pada lapisan perkerasan jalan.

Kata kunci : Aspal Karet (Natural Rubber) Terhadap Stabilitas Lapisan AC-WC

ABSTRACT

Asphalt rubber (natural rubber) One of the products that the government relies on at this time, APE has developed and produced rubber asphalt in accordance with PU Bina Marga specifications and has passed the proportional test and dynamic stability test of rubber asphalt (wheltreking) in large centers for national road implementation Public Works Bina Marga Surabaya, making it the pioneer of Indonesian rubber asphalt production. Rubber asphalt has advantages over pure asphalt in terms of resistance to deformation (grooves / basins) in the longitudinal direction on the road surface around vehicle wheel tracks due to heavy loads, peeling of the asphalt layer against aggregates, and resistance to road cracks due to changes in environmental temperature. Indonesian National Standard (SNI) standard for Highways General Specifications 2010 Revision 3. The research objective was to obtain the compressive strength value using the Marshall test instrument and the value of KAO (Optimum Asphalt Content) using rock ash and cement filler. Knowing the proportion of cavities in the mixture (VIM), percent of cavities filled with asphalt (VFB), percent of cavities between mineral aggregates (VMA), stability (stability), melting (flow), and Marshall quotient of rock ash and cement filler on pavement layers of pavement. AC-WC with rubber asphalt using a filler of rock ash and cement to the marshal value with a mixture composition of 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6% ,. 7% with 60/70 penetration. The results of the research conducted with 6,% rubber bitumen content with rock ash filler obtained a stability value of 1050 kg, while the rubber asphalt content was 6.0% with cement filler a stability value of 1048 kg, from that carried out according to SNI standards according to the specifications for the value of the penetration asphalt mixture 60/70. Tests performed using different fillers have a required stability value that rubber asphalt can be used as bitumen in the pavement layer.

Keywords: *Asphalt rubber (natural rubber) to the stability of the AC-WC layer*

KATA PENGANTAR

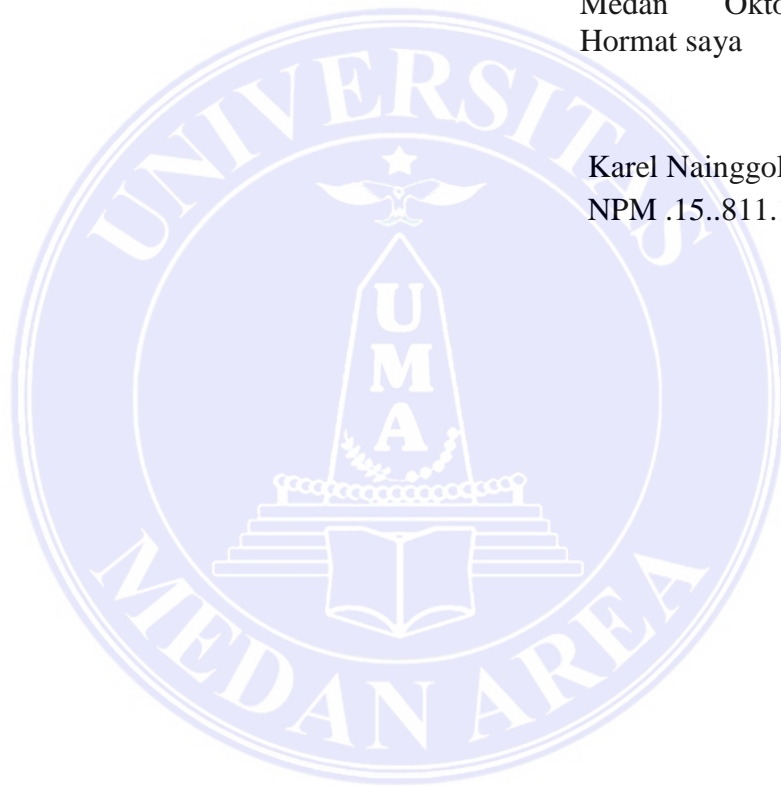
Puji Syukur penulis sampaikan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas Rahmat-Nya yang telah memberikan kesempatan sehingga mampu menyelesaikan penulisan skripsi dengan baik dan tepat pada waktunya.. Skripsi ini berjudul “Analisis Karakteristik Perkerasan Jalan Menggunakan Aspal Karet Dan Filler Yang Berbeda Terhadap Nilai Marshall “ penelitian ini merupakan salah satu syarat yang harus diselesaikan untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program Strata I (S1) di program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak. Prof.Dr. Dadan Ramdan M.Eng MSc selaku rektor Universitas Medan Area.
2. Ibu, Dr Grace Yuswita ST.MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Ir. Nurmaidah, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir..Kamaluddin LubisMT, selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan mengarahkan penulis, sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih banyak untuk koreksi dan waktunya.
5. Bapak Ir,Marwan Lubis , MT, selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan mengarahkan penulis, sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih banyak untuk koreksi dan waktunya
6. Seluruh Dosen Dan Staf Pengajar Program studi Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area.

Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam penyusunan skripsi ini oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dimasa mendatang. Akhir kata semoga penulis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya bagi kemajuan Civitas Akademik Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Medan Oktober 2020
Hormat saya

Karel Nainggolan
NPM .15..811.108



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PERNYATAAN

ABSTRAK	i
ASBTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR GRAFIK	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	3
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Metode Pengumpulan Data	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Umum	6

2.2	Aspal Emulsi	7
2.3	Aspal/Bitumen.....	8
2.4	Lateks	9
2.5	Sifat Fisik Aspal	10
2.6	Sifat-sifat Kimia Aspal.....	11
2.7	Komposisi Aspal	13
2.8	Sifat–sifat Fisik Agregat Dan Hubungannya Dengan Kinerja Campuran Beraspal.	14
2.9	Persyaratan Bahan Campuran Beraspal Panas.....	20
2.10	Campuran Beraspal Panas.....	22
2.11	Karakteristik Marshall.....	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		33
3.1	Gambaran Penelitian	33
3.2	Lokasi Dan Tempat Penelitian	34
3.3	Penyiapan Bahan Penelitian.....	34
3.4	Pengujian dan Persyaratan Bahan	35
3.5	Pengujian Campuran Beraspal	40
3.6	Penentuan Kadar Aspal Optimum.....	43
3.7	Kerangka Berpikir.....	44
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN		45
4.1	Analisa Perhitungan	45
4.2	Perencanaan Campuran Benda Uji.....	52
4.3	Pembahasan.....	53

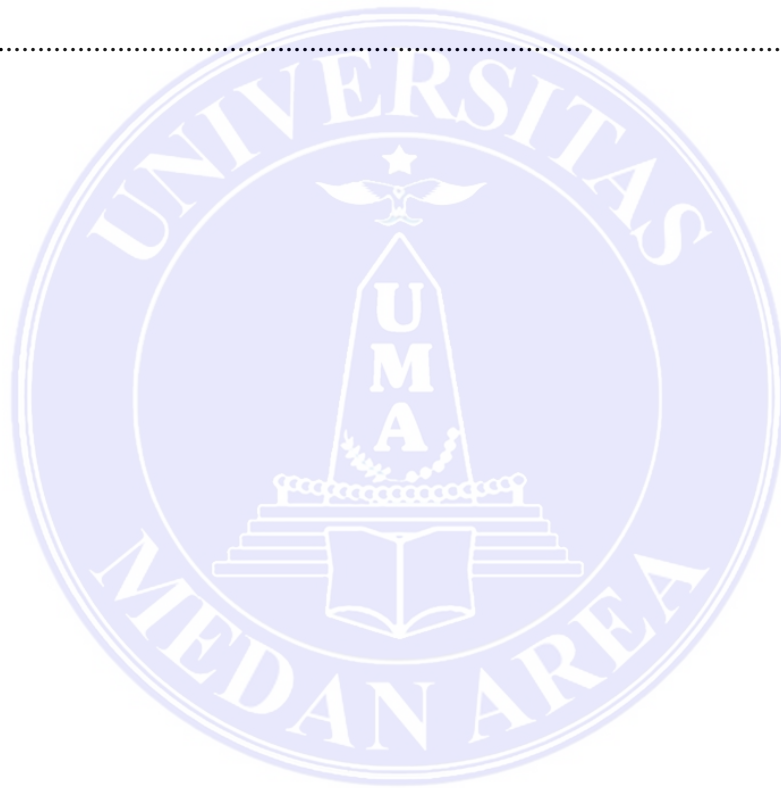
4.4	Analisa Hasil Pengujian	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		70
5.1	Kesimpulan	70
5.2	Saran.....	71
DAFTAR ISI.....		72
LAMPIRAN		



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis Pengujian dan Persyaratan Agregat kasar	21
Tabel 2.2. Jenis Pengujian dan Persyaratan Agregat Halus	21
Tabel 2.4 Batas-Batas Gradasi Campuran Beton Aspal.....	22
Tabel 2.5. Ketentuan sifat campuran latsir untuk lalu lintas	23
Tabel 2.6. Ketentuan sifat-sifat campuran laston untuk lalu lintas	24
Tabel 2.7. Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston.....	25
Tabel.3.1.Komposisi campuran Aspal	35
Tabel 4.1.. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Kerikil 3/4” (CA)	46
Tabel 4..2. Hasil Analisa Saringan Kerikil 1/2” (M. AGG).....	46
Tabel 4.3. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Abu Batu	47
Tabel 4.4. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Natural Sand	47
Tabel 4.5. Gradasi Agregat	48
Tabel 4.6. Berat Jenis Dan Penyerapan Batu 3/4” (Ca)	49
Tabel 4 8. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat (Ma).....	50
Tabel 4.9. Berat Jenis Dan Penyerapan Pasir (Sand)	51
Tabel 4.10 Proporsi Dan Komposisi Agregat`	52

Tabel 4.11. Perencanaan Komposisi Campuran Aspal Untuk Kadar Aspal Perkiraan	53
Tabel 4.12. Kepadatan Mutlak (PRD) (BS 598 PART 104 1989).....	54
Tabel 4.13..Spesifikasi Kadar Aspal Optimum Aspal Karet Filler Semen.....	68
Tabel 4.14.Spesifikasi Kadar Aspal Optimum Aspal Karet Filler Abu Bata	69



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komposisi dari aspal	14
Gambar 3.1. Flow Chat Penelitian	44



DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Hubungan Antara Kadar Aspal Karet Dengan Stabilitas Aspal	54
Grafik 4.2. Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Stabilitas Aspal	55
Grafik 4.3. Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Flow Aspal.....	56
Grafik 4.4. Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Flow Aspal.....	57
Grafik 4.5. Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Rongga Udara Campuran Aspal.....	58
Grafik 4.6. Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Rongga Udara Campuran Aspal.....	59
Grafik 4.7 Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Rongga Terisi Aspal	60
Grafik 4.8. Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Rongga Terisi Aspal	61
Grafik 4.9. Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Marshall Quotient (MQ) Aspal	62
Grafik 4.10. Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Marshall Quotient (MQ) Aspal	63
Grafik 4.11. Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Rongga Partikel Agregat Aspal.....	64

Grafik 4.12 Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Rongga Partikel Agregat Aspal.....	65
Grafik 4.13. Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Kepadatan Aspal ...	66
Grafik 4.14. Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Kepadatan Aspal ...	67
Grafik 4.15. Kadar Aspal Optimum Aspal.....	68
Grafik 4.16. Kadar Aspal Optimum Aspal.....	69



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ditinjau dari sektor utama saat ini, karet memberikan kontribusi yang besar pada sektor transportasi, sektor industri, sektor barang kebutuhan sehari-hari, dan sektor ekonomi. Berbagai produk bahan jadi yang terbuat dari karet contohnya seperti minyak cat, resin, pelumas, filler obat nyamuk, makanan ternak, mebel, ban, bantal/penahan guncangan, jok, sarung tangan, sepatu, karpet, balon, peralatan olahraga, perangkat komputer, komponen pada peralatan militer, onderdil mobil, hingga pesawat ruang Luas areal pertanaman karet Indonesia 3.445.317 hektar, dengan produksi total sebesar 2.770.308 ton. (Statistik Perkebunan, 2019). Perbandingan luas areal menurut status pengusahaan, perkebunan rakyat 84,66 %.

Produk-produk yang dihasilkan oleh Pabrik PT aspal polymer emulsindo merupakan produk yang berkualitas dan memenuhi standart dan spesifikasi melalui quality control yang ketat. Produk yang dihasilkan oleh pabrik pengolah aspal modifikasi berlokasi dikabupaten Demak. Produk-produk tersebut berupa aspal polymer , aspal emulsi aspal karet .natural (*Natural Rubber*), water proping aspal drum penetrasi 60/70 ,produk-produk aspal diproduksi secara khusus diproduksi untuk dapat memenuhi kebutuhan kapan saja.

Salah satu produksi yang diandalkan oleh pemerintah saat ini adalah aspal karet (*natural Rubber*) APE telah mengembangkan dan memproduksi aspal karet sesuai dengan spesifikasi PU Bina Marga dan telah lolos uji proporsitas dan uji stabilitas dinamis aspal karet (*wheltreking*) dibalai besar pelaksanaan jalan nasional VIII PU Bina Marga Surabaya sehingga menjadikan sebagai pelopor produksi aspal karet di Propinsi Jawa Tengah.

Pembangunan yang semakin meningkat menuntut adanya penambahan infrastruktur, diantaranya adalah fasilitas jalan raya. Pembangunan jalan raya di berbagai tempat memang menguntungkan bagi masyarakat karena mempermudah mobilisasi. Namun ada beberapa hal yang menjadi pemicu terjadinya kerusakan pada perkerasan maupun lapisan aspal tersebut seperti; umur rencana yang telah diperkirakan tidak sesuai akibat kurangnya perawatan maupun kapasitas beban yang tidak sesuai dengan perhitungan perencanaan tebal lapis perkerasan. Pada saat musim hujan akan timbul genangan air akibat buruknya sistem drainase yang berdampak pada berkurangnya kekuatan perkerasan lentur yang dapat menggerus lapisan-lapisan aspal. Kerusakan jalan pun tidak dapat dihindari dan akan mengganggu kenyamanan dalam berkendara.

Lateks (karet dalam cair) merupakan sumber daya alam yang banyak dihasilkan di Indonesia, karena Indonesia sebagai salah satu penghasil karet terbesar di dunia. Melihat turunnya harga karet dalam negeri ini, salah satu upaya untuk menstabilkan harga karet dengan meningkatkan konsumsi domestik, seperti memanfaatkan karet alam dalam bidang infrastruktur, salah satunya sebagai bahan tambah untuk aspal (aspal karet), aspal sendiri memiliki beberapa kelemahan deformasi disebabkan adanya tekanan terlalu berat oleh muatan

kendaraan di jalan raya , keretakan maupun kerusakan disebabkan oleh campuran aspal, oleh karna itu pemanfaatan Aspal karet dengan menggunakan filler abu batu dan semen sebagai bahan campuran aspal, untuk mengetahui stabilitas marshall dan seberapa besar kekuatan daya dukung benda uji tersebut terhadap deformasi atau tekanan jika diaplikasikan di lapangan.

Dari uraian diatas merupakan latar belakang penulis merasa tertarik melakukan penelitian seperti judul diatas.

1.2. Maksud dan Tujuan

Adapun Maksud dari penelitian ini adalah untuk membandingkan nilai stabilitas dari aspal karet dengan menggunakan filler abu batu dan semen pada perkerasan jalan.

Sedangkan Tujuan dari penelitian untuk mendapatkan Nilai kuat tekan aspal dengan menggunakan alat tes Uji Marshall beserta nilai KAO (Kadar Aspal Optimum) dengan menggunakan filler abu batu dan semen. Mengetahui persentase rongga dalam campuran (VIM), persen rongga terisi aspal (VFB), persen rongga diantara mineral agregat (VMA), stabilitas (stability), kelelahan (Flow), dan Marshall quotient dari filler abu batu dan semen pada perkerasan jalan.

1.3. Rumusan Masalah

Dengan ini maka penulis merumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh campuran uji aspal karet dengan menggunakan filler abu batu dan semen terhadap nilai marshall ?
2. Apakah campuran perkerasan aspal karet dengan menggunakan filler abu batu dan semen memenuhi persyaratan karakteristik marshall?

1.4. Batasan Masalah

Demi tercapainya penelitian ini dilakukan suatu pembatasan masalah dalam penulisan agar pembahasannya tidak meluas sehingga tujuan dari penulisan dapat tercapai dan dapat dipahami. Adapun ruang lingkup penulisan yang dijadikan sebagai pembatasan masalah dalam penulisan ini adalah :

1. Bahan aspal bitumen yang digunakan adalah jenis aspal karet penetrasi 50 AC-WC.
2. Agregat sebagai bahan dasar untuk percampuran dengan aspal karet penetrasi 50 seperti : CA (batu pecah), MA (medium agregat), Pasir, Filler abu batu dan semen. agregat yang bersumber dari Patumbak Kabupaten Deli serdang

1.5. Metode Pengumpulan Data

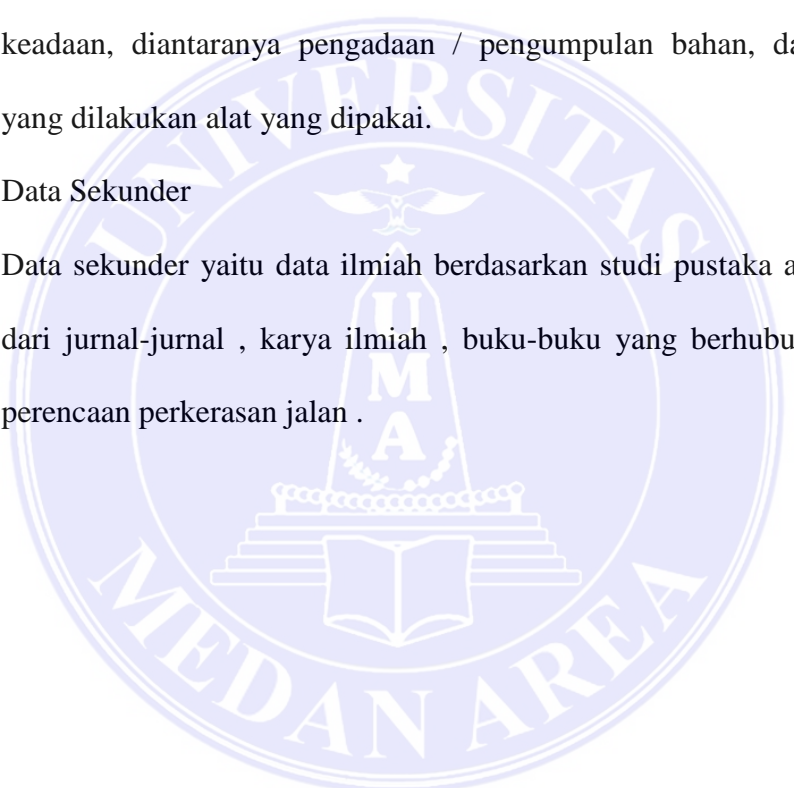
Dalam penulisan penelitian ini dilakukan beberapa cara untuk dapat mengumpulkan data yang mendukung agar penelitian ini diselesaikan dengan baik. beberapa cara yang dilakukan antara lain :

1. Data Primer

Data primer adalah pengumpulan dan klasifikasi data yang diperoleh dari pengujian sampel dilaboratorium sehingga dapat memberikan suatu keadaan, diantaranya pengadaan / pengumpulan bahan, dan pengujian yang dilakukan alat yang dipakai.

2. Data Sekunder

Data sekunder yaitu data ilmiah berdasarkan studi pustaka atau literature dari jurnal-jurnal , karya ilmiah , buku-buku yang berhubungan dengan perencanaan perkerasan jalan .



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Pemanfaatan produk karet alam sebagai bahan material pendukung dalam pembangunan infrastruktur jalan nasional telah menjadi program nasional pemerintah. Langkah ini dipercaya sebagai salah satu solusi untuk meningkatkan konsumsi domestik sekaligus kembali mengangkat harga karet alam di pasar internasional. Aspal modifikasi polimer (*Polymer Modified Asphalt*) berbasis karet alam atau aspal karet merupakan salah satu produk karet alam yang sangat menjanjikan untuk dapat merealisasikan target pemerintah tersebut. Implementasi teknologi aspal karet di dalam negeri diperkirakan mampu mengkonsumsi 60 ribu ton karet alam.

Aspal karet memiliki keunggulan dibandingkan aspal murni dalam hal ketahanan terhadap deformasi (alur/cekungan) pada arah memanjang di permukaan jalan sekitar jejak roda kendaraan akibat beban lalu lintas yang berat, pengelupasan lapisan aspal dengan agregat, serta ketahanan terhadap retakan jalan akibat perubahan suhu lingkungan. Aspal karet diperoleh dari pencampuran material karet pada konsentrasi tertentu dalam aspal (Budianti, Mairna, 2005)

Jenis karet yang ditambahkan meliputi karet sintetik (*Styrene Butadiene Rubber*) dan karet termoplastik bahkan dalam bentuk serbuk ban bekas (*Scrap Rubber*). Bahan aditif tersebut hanya dapat digunakan untuk aspal panas. Oleh

karena itu, negara produsen karet alam seperti Indonesia mulai mengembangkan jenis aditif aspal karet berbasis lateks karet alam yang dapat diaplikasikan baik untuk aspal panas maupun aspal emulsi.

2.2 Aspal Emulsi

Aspal modifikasi merupakan aspal yang telah lama digunakan bertahun-tahun untuk meningkatkan perporomen aspal sehingga dapat mengurangi kerusakan dan memperpanjang umur rencana jalan aspal campuran panas dan *overlay*. APE menawarkan aspal modifikasi terkini dan terbaik yang diproduksi dengan mesin-mesin presisi bahan baku yang berkualitas serta produksi yang terkontrol. Produk aspal modifikasi dirancang untuk memaksimalkan kemampuan dan ketahanan aspal efek terhadap deformasi permanen kelelahan dan efek dari lengkung jalan yang bertonase dan lalu lintas yang tinggi. Manfaat aspal modifikasi terhadap deformasi permanen (*Rutting* dan *Shoving*) kekuatan tarik dan modulus elastis yang sangat baik.

Peningkatan ketahanan terhadap suhu yang lebih tinggi ketahanan lelah yang tinggi ketahanan yang sangat baik terhadap retak (retak reflektif) daya rekat terhadap agregat yang sangat baik. Ketahanan meningkat terhadap pengupasan atau *stropping*. Pada akhirnya dengan aspal modifikasi dengan perporomen yang lebih baik ketimbang aspal *Pen-Grade* dapat meningkatkan umur layanan jalan dan menurunkan biaya perawatan dan biaya pembangunan kembali.

Aspal modifikasi tidak menggunakan penanganan yang khusus atau kondisi penyimpangan khusus. Selain itu aspal modifikasi juga tidak memerlukan perakatan khusus sesama produksi transportasi atau pengaspalan Hotmix Aspal.

2.3 Aspal / Bitumen

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur suhu ruang berbentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan sampai suatu temperatur tertentu aspal dapat menjadi lunak/cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton atau dapat masuk kedalam pori-pori yang ada pada penyemprotan atau penyiraman perkerasan. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya. Sebagai salah satu material konstruksi perkerasan, aspal merupakan salah satu komponen kecil, umumnya hanya 4-10% berdasarkan berat atau 10-15% berdasarkan volume, tetapi merupakan komponen yang relatif mahal.

Hydrocarbon adalah bahan dasar utama dari aspal yang umum disebut dengan bitumen, sehingga aspal sering juga disebut dengan bitumen. Istilah Aspal umumnya digunakan di Amerika Serikat, sedangkan bitumen umumnya digunakan di negara-negara Eropa terutama Inggris. Aspal yang umum digunakan saat ini berasal dari salah satu proses destilasi minyak bumi dan disamping itu mulai banyak pula dipergunakan aspal alam yang berasal dari pulau Buton. Aspal minyak yang digunakan untuk konstruksi perkerasan jalan merupakan hasil residu dari destilasi minyak bumi, sering disebut sebagai aspal semen. Aspal semen bersifat mengikat agregat pada campuran aspal beton dan memberikan lapisan kedap air, serta tahan terhadap pengaruh asam, basa dan garam. Ini berarti jika dibuatkan lapisan dengan mempergunakan aspal sebagai pengikat dengan mutu yang baik dapat memberikan lapisan kedap air dan tahan terhadap pengaruh cuaca dan reaksi kimia yang lain. Sifat aspal akan berubah akibat panas dan umur, aspal akan menjadi kaku dan rapuh dan akhirnya daya adhesinya terhadap partikel

agregat akan berkurang. Perubahan ini dapat diatasi/dikurangi jika sifat-sifat aspal dikuasai dan dilakukan langkah-langkah yang baik dalam proses pelaksanaan.

2.4 Lateks

Karet alam adalah salah satu bahan penting yang digunakan secara luas dalam aplikasi teknik. Penggunaannya terutama disebabkan oleh kelembutan alaminya dan kemudahan pembentukannya. Karet alam diperoleh dari getah resin karet (lateks karet alam) yang disebut *hevea brasiliensis* yang berasal dari daerah amazon dengan cara pengumpulan dan pengeringan. Beberapa kalangan mengatakan bahwa bahan olah karet bukan produksi perkebunan besar, melainkan merupakan bokar (bahan olah karet rakyat) karena biasanya diperoleh dari petani yang mengusahakan kebun karet.

Daerah penghasil karet alam terbesar yang memproduksi 70% dari jumlah seluruh produksi karet dunia adalah indonesia, Thailand dan Malaysia. Karet alam mengandung beberapa bahan antara lain: karet hifro karbon, protein, lipid netral, lipid polar, karbohidrat, garam anorganik, dan lain- lain.

Getah karet adalah cairan getah (lateks) yang didapat dari bidang sadap pohon karet. Lateks yang baik harus memenuhi ketentuan sebagai berikut : Tidak terdapat kotoran atau benda-benda lain, seperti daun atau kayu. Tidak tercampur dengan bubur lateks, air ataupun serum lateks. Warna putih dan berbau karet segar. Mempunyai kadar karet kering 20% sampai 28% agar pembuatan aspal karet dapat digunakan secara efektif, maka bahan tambahan harus memenuhi persyaratan. Bahan yang ditambahkan dengan aspal harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut : Sifat baik aspal dari semula harus dipertahankan, termasuk pada saat penyimpanan, pengeringan dan masa pelayanan. Mudah diproses meskipun

dengan peralatan konvensional Secara fisik dan kimia tetap baik pada saat penyimpanan, pengerjaan maupun masa pelayanan.

Karet alam dirasa dapat meningkatkan daya guna aspal walaupun dispersi polimer dalam campuran aspal biasanya kurang homogen. Karet alam (dispersi cair polimer) yang ditambahkan secara langsung kedalam pencampuran aspal tidak modifikasi sifat-sifat aspal pada derajat yang sama dengan plastomer dan elastomer yang membutuhkan perlakuan pra pencampuran dengan aspal panas .

Dalam penelitian ini jenis karet yang akan digunakan berupa karet gumpulan (*Lumb*), yaitu karet atau lateks yang langsung dibentuk menjadi *Crepe* (karet padat) tanpa diberi perlakuan apapun (Leksminingsih, 2011).

2.5 Sifat Fisik Aspal

Aspal yang dipergunakan pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai: Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dengan aspal itu sendiri. Bahan pengisi, mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri. Berarti aspal haruslah mempunyai daya tahan (tidak cepat rapuh) terhadap cuaca, mempunyai adhesi dan kohesi yang baik dan memberikan sifat elastis yang baik. Sifat-sifat aspal antara lain:

a. Daya Tahan (*Durability*)

Daya tahan aspal adalah kemampuan aspal mempertahankan sifat asalnya akibat pengaruh cuaca selama masa pelayanan jalan. Sifat ini merupakan sifat dari campuran aspal, jadi tergantung dari sifat agregat, campuran dengan aspal, faktor pelaksanaan dan lain sebagainya.

b. Adhesi dan Kohesi

Adhesi adalah kemampuan aspal untuk mengikat agregat sehingga dihasilkan ikatan yang baik antara agregat dengan aspal. *Kohesi* adalah kemampuan aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap ditempatnya setelah terjadi pengikatan.

c. Kepekaan Terhadap Temperatur

Aspal adalah material yang termoplastis, berarti akan menjadi keras atau lebih kental jika temperatur berkurang dan akan lunak atau lebih cair jika temperatur bertambah. Sifat ini dinamakan kepekaan terhadap perubahan temperatur. Kepekaan terhadap temperatur dari setiap hasil produksi aspal berbeda-beda tergantung dari asalnya walaupun aspal tersebut mempunyai jenis yang sama.

2.6 Sifat-sifat Kimia Aspal

Aspal keras dihasilkan melalui proses destilisasi minyak bumi. Minyak bumi yang digunakan terbentuk secara alami dari senyawa-senyawa organik yang telah berumur ribuan tahun di bawah tekanan dan variasi temperatur yang tinggi. Karena susunan kimia aspal yang sangat kompleks, maka analisa kimia aspal sangat sulit dilakukan dan memerlukan peralatan laboratorium yang sangat canggih, dan data yang dihasilkanpun belum tentu memiliki hubungan dengan sifat rheologi aspal. Analisa kimia yang dilakukan biasanya hanya dapat memisahkan molekul aspal dalam dua group yaitu, asphaltens dan maltens. Selanjutnya malten dapat dibagi menjadi saturated, aromatik dan resin. Walaupun begitu, pembagian ini tidak dapat didefinisikan secara jelas karena adanya sifat yang saling tumpang tindih antara kelompok-kelompok tersebut.

a. Asphaltenes

Asphaltenes berwarna coklat sampai hitam yang mengandung karbon dan hidrogen dengan perbandingan 1:1, dan kadang-kadang juga mengandung nitrogen, sulfur dan oksigen. Asphaltenes biasanya dianggap sebagai material yang bersifat polar dan memiliki bau yang khas dengan berat molekul yang cukup berat. Molekul asphaltenes ini memiliki ukuran antara 5-30 nano meter. Besar kecilnya kandungan asphaltenes dalam aspal sangat mempengaruhi sifat rheologi aspal tersebut. Peningkatan kandungan asphaltenes dalam aspal akan menghasilkan aspal yang lebih keras dengan nilai penetrasi yang rendah, titik leleh yang tinggi dan tingkat kekentalan aspal yang tinggi pula.

b. Malten

Malten adalah unsur kimia lainnya yang terdapat di dalam aspal selain asphaltenes. Unsur malten ini dapat dibagi menjadi resin, aromatik dan saturated.

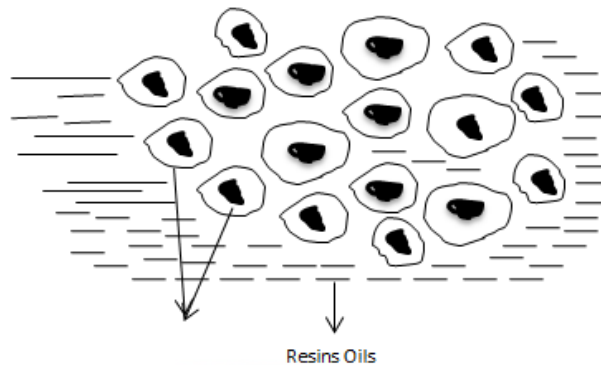
- Resin, secara dominan terdiri dari hidrogen dan karbon, dan sedikit mengandung oksigen, sulfur dan nitrogen. Rasio kandungan unsur hidrogen terhadap karbon di dalam resin berkisar antara 1,3 sampai 1,4. Resin memiliki ukuran antara 1-5 nanometer, berwarna coklat, berbentuk semi padat, bersifat sangat polar dan memberikan sifat adhesif pada aspal. Di dalam aspal resin berperan sebagai zat pendispersi asphaltenes. Sifat aspal, SOL (larutan) atau GEL (jelli), sangat ditentukan oleh proporsi kandungan resin terhadap kandungan asphaltenes yang terdapat dalam aspal tersebut.

- Aromatik, adalah unsur pelarut asphaltenes yang paling dominan di dalam aspal. Aromatik berbentuk cairan kental yang berwarna coklat tua dan kandungannya di dalam aspal berkisar antara 40% - 60% terhadap berat aspal. Aromatik terdiri dari rantai karbon yang bersifat non-polar yang di dominasi oleh unsur tak jenuh (*unsaturated*) dan memiliki daya larut yang tinggi terhadap molekul hidrokarbon.
- *Saturated* adalah bagian dari molekul malten yang berupa minyak kental yang berwarna putih atau kekuning-kuningan dan bersifat non-polar. *Saturated* terdiri dari parafin (*wax*) dan non-parafin, kandungannya di dalam aspal berkisar antara 5% - 20% terhadap berat aspal.

2.7 Komposisi Aspal

Aspal merupakan unsur *hydrocarbon* yang sangat kompleks, sangat sukar untuk memisahkan molekul-molekul yang membentuk aspal tersebut. Disamping itu setiap sumber dari minyak bumi menghasilkan komposisi molekul yang berbeda-beda. Komposisi aspal terdiri dari *Asphaltenes* dan *Maltenes*. *Asphaltenes* merupakan material berwarna hitam atau coklat tua yang tidak larut dalam heptane. *Maltenes* larut dalam heptane, merupakan cairan kental yang terdiri dari resins dan oils. Resins merupakan cairan berwarna kuning atau coklat tua yang memberikan sifat adhesi dari aspal, merupakan bagian yang mudah hilang atau berkurang selama masa pelayanan jalan. Sedangkan oils yang berwarna lebih muda merupakan medoa dari asphaltenes dan resin. Proporsi dari asphaltenes, resins dan oil berbeda beda tergantung dari banyak faktor seperti kemungkinan

beroksidasi, proses pembuatannya, dan ketebalan lapisan aspal dalam campuran Asphaltenes



Gambar 2.1 Komposisi dari aspal

Sumber : Sylvia Sukirman, 2005

2.8 Sifat-sifat Fisik Agregat Dan Hubungannya Dengan Kinerja Campuran Beraspal.

Proses pembuatan aspal juga sangat berkaitan erat dengan agregat yang nantinya akan mempengaruhi sifat dan kinerja dari campuran beraspal, karena pada campuran beraspal, agregat memberikan kontribusi sampai 90-95% terhadap berat campuran, sehingga sifat-sifat agregat merupakan salah satu faktor penentu dari kinerja campuran tersebut. Sifat agregat yang dapat menentukan kualitas sebagai bahan campuran adalah: Ukuran butir, Gradasi, Kebersihan, Kekerasan, Bentuk partikel, Tekstur permukaan, Penyerapan dan Kelekatan terhadap aspal

2.8.1 Ukuran Butir

Ukuran agregat dalam suatu campuran beraspal terdistribusi dari yang berukuran besar sampai yang kecil. Semakin besar ukuran maksimum agregat yang dipakai semakin banyak variasi ukurannya dalam campuran tersebut. Ada

dua istilah yang biasanya digunakan berkenaan dengan ukuran butir agregat, yaitu:

- Ukuran maksimum, yang didefinisikan sebagai ukuran saringan terkecil yang meloloskan 100% agregat.
- Ukuran nominal maksimum, yang didefinisikan sebagai ukuran saringan terbesar yang masih bisa menahan maksimum dari 10% agregat.
- Istilah lainnya yang biasa digunakan sehubungan dengan ukuran agregat, yaitu:
 - Agregat kasar, Agregat yang tertahan saringan No. 8 (2,36mm)
 - Agregat halus, Agregat yang lolos saringan No. 8 (2,36mm)
 - Mineral pengisi, Fraksi dari agregat halus yang lolos saringan No. 200 minimum 75% terhadap berat total agregat.
 - Mineral abu, Fraksi dari agregat halus yang 100% lolos saringan No. 200 (0,075 mm)

2.8.2 Gradasi

Gradasi agregat adalah pembagian ukuran butiran yang dinyatakan dalam persen dari berat total. Batas gradasi diperlukan sebagai batas toleransi dan merupakan suatu cara untuk menyatakan bahwa agregat yang terdiri atas fraksi kasar, sedang dan halus dengan suatu perbandingan tertentu secara teknis masih diijinkan untuk digunakan.

Gradasi agregat ditentukan oleh analisa saringan, dimana contoh agregat harus melalui satu set saringan. Ukuran saringan menyatakan ukuran bukaan jaringan kawatnya dan nomor saringan menyatakan banyaknya bukaan jaringan

kawat per inchi persegi dari saringan tersebut. Gradasi agregat dinyatakan dalam persentase berat masing-masing contoh yang lolos pada saringan tertentu.

Persentase ini ditentukan dengan menimbang agregat yang lolos atau tertahan pada masing-masing saringan. Gradasi agregat dapat dibedakan atas:

- a. Gradasi seragam (*uniform graded*) / gradasi terbuka, adalah gradasi agregat dengan ukuran yang hampir sama. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka karena hanya mengandung sedikit agregat halus sehingga terdapat banyak rongga/ruang kosong antar agregat. Campuran beraspal yang dibuat dengan gradasi ini bersifat porus atau memiliki permeabilitas yang tinggi, stabilitas rendah dan memiliki berat isi yang kecil (aspal berongga).
- b. Gradasi rapat (*Dense Graded*), adalah gradasi agregat dimana terdapat butiran dari agregat kasar dan halus dalam porsi berimbang sehingga dinamakan juga agregat bergradasi baik (*well graded*). Campuran dengan gradasi ini memiliki stabilitas tinggi, agak kedap terhadap air dan memiliki berat isi yang besar (aspal normal).
- c. Gradasi buruk/jelek (*Poorly Graded*), adalah campuran agregat yang tidak memenuhi 2 kategori diatas. Agregat bergradasi buruk yang umum digunakan untuk lapisan perkerasan lentur yaitu gradasi celah (*gap graded*). merupakan campuran agregat dengan 1 fraksi hilang atau 1 fraksi sedikit sekali. Sering disebut juga gradasi senjang. Agregat dengan gradasi senjang akan menghasilkan lapisan perkerasan yang mutunya terletak antara kedua jenis diatas.

2.8.3 Kebersihan Agregat

Dalam spesifikasi biasanya memasukkan syarat kebersihan agregat, yaitu dengan memberikan suatu batasan jenis dan jumlah material yang tidak diinginkan (seperti tanaman, partikel lunak, lumpur dan sebagainya) berada dalam atau melekat pada agregat. Agregat yang kotor akan memberikan pengaruh yang jelek pada kinerja perkerasan, seperti berkurangnya ikatan antara aspal dengan agregat yang disebabkan karena banyaknya kandungan lempung pada agregat tersebut. Di lapangan, kebersihan agregat sering ditentukan secara visual.

Kebersihan agregat dapat diuji di laboratorium dengan analisa saringan basah, yaitu dengan menimbang agregat sebelum dan sesudah dicuci lalu membandingkannya. Sehingga akan memberikan persentase agregat yang lebih halus dari 0,075 mm (No. 200). Pengujian setara pasir (*sand equivalent test*) adalah satu metoda lainnya yang biasanya digunakan untuk mengetahui proporsi relatif dari material lempung yang terdapat dalam agregat yang lolos saringan No. 4,75 mm (No.4).

2.8.4 Kekerasan (*Toughness*)

Semua agregat yang digunakan harus kuat, mampu menahan abrasi dan degradasi selama proses produksi dan operasionalnya dilapangan. Agregat yang akan digunakan sebagai lapis permukaan perkerasan harus lebih keras (lebih tahan) dari pada agregat yang digunakan untuk lapis bawahnya. Hal ini disebabkan karena lapisan permukaan perkerasan akan menerima dan menahan tekanan dan benturan akibat beban lalu lintas paling besar. Untuk itu kekuatan agregat terhadap beban merupakan suatu persyaratan yang mutlak harus dipenuhi oleh agregat yang akan digunakan sebagai bahan jalan.

Uji kekuatan agregat di laboratorium biasanya dilakukan dengan menggunakan uji abrasi dengan mesin Los Angeles (*Los Angeles Abrasion Test*), uji beban kejut (*Impact Test*) dan uji ketahanan terhadap pecah (*crushing test*).

2.8.5 Bentuk Butir Agregat

Agregat memiliki bentukbutir dari bulat (*rounded*) sampai bersudut (*angular*). Bentuk butir agregat ini dapat mempengaruhi workabilitas campuran perkerasan selama penghamparan, yaitu dalam hal energi pemadatan yang dibutuhkan untuk memadatkan campuran, dan kekuatan struktur perkerasan selama umur pelayanannya. Bentuk butir agregat yang bersudut memberikan ikatan antara agregat yang baik dan dapat menahan perpindahan agregat yang mungkin terjadi. Agregat yang bersudut tajam, berbentuk kubikal dan agregat yang memiliki lebih dari satu bidang pecah akan menghasilkan ikatan antar agregat yang paling baik. Dalam campuran beraspal, penggunaan agregat yang bersudut saja atau bulat saja tidak akan menghasilkan campuran beraspal yang baik. Kombinasi penggunaan kedua bentuk partikel agregat ini sangatlah dibutuhkan untuk menjamin kekuatan pada struktur perkerasan dan workabilitas yang baik dari campuran tersebut.

2.8.6 Tekstur Permukaan Agregat

Selain memberikan sifat ketahanan terhadap gelincir pada permukaan perkerasan, tekstur permukaan agregat (baik makro maupun mikro) juga merupakan faktor lainnya yang menentukan kekuatan, workabilitas dan durabilitas campuran beraspal. Permukaan agregat yang kasar akan memberikan kekuatan

pada campuran beraspal karena kekasaran permukaan agregat dapat menahan agregat tersebut dari pergeseran atau perpindahan.

Kekasaran permukaan agregat juga akan memberikan tahanan gesek yang kuat pada roda kendaraan sehingga akan meningkatkan keamanan kendaraan terhadap slip. Agregat dengan tekstur permukaan yang sangat kasar memiliki koefisien gesek yang tinggi yang membuat agregat tersebut sulit untuk berpindah tempat sehingga akan menurunkan workabilitasnya. Oleh sebab itu penggunaan agregat bertekstur halus dengan proporsi tertentu kadang-kadang dibutuhkan untuk membantu meningkatkan workabilitasnya.

2.8.7 Daya Serap Agregat

Keporusan agregat menentukan banyaknya zat cair yang dapat diserap agregat. Kemampuan agregat untuk menyerap air dan aspal adalah suatu informasi penting yang harus diketahui dalam pembuatan campuran beraspal. Jika daya serap agregat sangat tinggi, agregat ini akan terus menyerap aspal baik pada saat maupun setelah proses pencampuran agregat dengan aspal di unit pencampur aspal (AMP).

Hal ini akan menyebabkan aspal yang berada pada permukaan agregat yang berguna untuk mengikat partikel agregat menjadi lebih sedikit sehingga akan menghasilkan film aspal yang tipis. Oleh karena itu, agar campuran yang dihasilkan tetap baik agregat porus memerlukan aspal yang lebih banyak dibandingkan dengan yang kurang porus. Agregat dengan keporusan atau daya serap yang tinggi biasanya tidak digunakan, tetapi untuk tujuan tertentu pemakaian agregat ini masih dapat dibenarkan asalkan sifat lainnya terpenuhi.

Contoh-contoh material seperti batu apung yang memiliki keporusan tinggi digunakan karena ringan dan tahan terhadap abrasi.

Meskipun demikian perbedaan berat jenis harus dikoreksi mengingat semua perhitungan didasarkan pada persentase bukan berat volume.

2.8.8 Kelekatan Terhadap Aspal

Kelekatan agregat terhadap aspal adalah kecenderungan agregat untuk menerima, menyerap dan menahan film aspal. Agregat hidropobik (tidak menyukai air) adalah agregat yang memiliki sifat kelekatan terhadap aspal yang tinggi, contoh dari agregat ini adalah batu gamping dan dolomit. Sebaliknya agregat hidrophilik (suka air) adalah agregat yang memiliki kelekatan terhadap aspal yang rendah. Sehingga agregat ini cenderung terpisah dari film aspal bila terkena air. Kuarsit dan beberapa jenis granit adalah contoh agregat hidrophilik.

2.9 Persyaratan Bahan Campuran Beraspal Panas

a. Agregat

Agregat terdiri dari beberapa fraksi, berdasarkan ukuran butirnya terdiri dari:

- Fraksi agregat kasar, agregat yang tertahan diatas # 2,36 mm dapat berupa batu pecah atau kerikil pecah
- Fraksi agregat halus, adalah agregat yang lolos # 2,36mm dapat berupa pasir alam atau hasil pemecah batu.
- Bahan pengisi, agregat yang lolos # 0,28 mm (No.50) sebanyak paling sedikit 95%. Dapat berupa debu batu kapur, semen portland, abu batu.

Tabel 2.1 Jenis Pengujian dan Persyaratan Agregat kasar

Pengujian	Standar	Syarat Maks/Min
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium dan magnesium sulfat	SNI 03-3407-1994	Maks 12%
Abrasi dengan mesin los angeles	SNI 03-2417-1991	Maks 40%
Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 03-2439-1991	Min 95%
Angularitas	SNI 03-6877-2002	95/90(*)
Partikel pipih dan lonjong (**)	RSNI T-01-2005	Maks 10%
Material lolos saringan No.200	SNI 03-4142-1996	Maks 1%

Sumber : (SNI) Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3

Tabel 2.2. Jenis Pengujian dan Persyaratan Agregat Halus

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min. 50 %
Material lolos saringan No.200	SNI 03-4428-1997	Maks. 8 %

Sumber : (SNI) Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3

b. Gradasi Agregat

Persyaratan gradasi agregat gabungan untuk masing-masing jenis campuran beraspal, sebagaimana diperlihatkan pada tabel dibawah ini. Yang harus mempunyai jarak terhadap batas-batas toleransi yang diberikan dalam tabel tersebut dan terletak di luar daerah larangan

Tabel 2.3 Batas-Batas Gradasi Campuran Beton Aspal.

Ukuran Saringan		% Berat Yang Lolos				
		Lataston (HRS)		Laston (AC)2		
ASTM	(mm)	WC	Base	WC	BC	Base
1 ½"	37,5					100
1"	25				100	90 – 100
¾"	19	100	100	100	90 – 100	Maks. 90
½"	12,5	90 – 100	90 – 100	90 – 100	Maks. 90	
3/8"	9,5	75 – 85	65 – 100	Maks. 90		
No. 4	4,75					
No. 8	2,36	50 – 72'	35 – 55'	28 – 58	23 – 49	19 – 45
No.16	1,18					
Mo.30	0,600	35 – 60	15 – 35			
No.200	0,075	6 - 12	2 - 9	4 – 10	4 - 8	3 – 7
				Daerah Larangan		
No.4	4,75			-	-	39,5
No.8	2,36			39,1	34,6	26,8 – 36,8
No.16	1,18			25,6 – 31,6	22,3 – 28,3	18,1 – 24,1
No.30	0,600			19,1 – 23,1	16,7 – 20,7	13,6 – 17,6
No.50	0,300			15,5	13,7	11,4

Sumber : (SNI) Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3

2.10 Campuran Beraspal Panas

Dalam spesifikasi terdapat beberapa jenis campuran beraspal, yaitu: Latasir (Lapis tipis aspal pasir), Lataston (Lapis tipis aspal beton), dan Laston (Lapis aspal beton)

2.10.1. Lapis Tipis Aspal Pasir (Latasir, HRSS) Kelas A dan B

Campuran ini dimaksudkan untuk jalan dengan lalu lintas ringan ($< 0,5$ juta ESA/ tahun) terutama di daerah-daerah dimana batu pecah sulit diperoleh, biasa digunakan untuk lapis permukaan. Pemilihan latasir kelas A dan B tergantung pada gradasi pasir yang digunakan. Campuran jenis ini umumnya mempunyai daya tahan yang relatif rendah terhadap terjadinya alur, karena tidak dibenarkan dipasang dengan lapisan yang tebal, pada jalan dengan lalu lintas berat atau pada daerah tanjakan.

Spesifikasi untuk latasir yang akan digunakan, diperlihatkan pada tabel 2.5 dibawah ini:

Tabel 2.4. Ketentuan sifat campuran latasir untuk lalu lintas

Sifat-sifat campuran		Latasair
Kelas A dan B		
Penyerapan Aspal	Max	2,0
Jumlah tumbukan perbidang		50
Rongga dalam campuran (%)	Min	3,0
	Max	6,0
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min	20
Rongga terisi aspal (%)	Min	75
Stabilitas marshall (%)	Min	200
Pelelehan (mm)	Min	2
	Max	3
Marshal Quotient (kg/mm	Min	80
Stabilitas sisa marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 ° C	Min	75

Sumber : (SNI) Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3

2.10.2. Lapis Tipis Aspal Beton (Latason, HRS)

Terdapat dua jenis campuran lataston yaitu untuk lapisan permukaan (HRS-wearing course) dan lataston untuk lapis pondasi (HRS-base). Ukuran maksimum untuk masing-masing jenis campuran lataston adalah 19 mm (3/4 inci). Perbedaan keduanya adalah gradasi lataston untuk lapis permukaan lebih halus dibandingkan gradasi lataston untuk lapis pondasi, yang akan menghasilkan lataston untuk lapis permukaan mempunyai tekstur yang lebih halus dibandingkan untuk lapis pondasi. Lataston sebaiknya digunakan pada jalan dengan lalu-lintas ringan sampai sedang (< 1.000.000 ESA). Gradasi agregat harus benar-benar senjang. Untuk memperolehnya hampir selalu diperlukan gabungan antara pasir halus dengan batu pecah. Spesifikasi untuk lataston yang akan digunakan, diperlihatkan pada tabel 2.6 dibawah ini:

Tabel 2.5. Ketentuan sifat-sifat campuran lataston untuk lalu lintas

Sifat-sifat campuran	Lataston	
	WC	BC
Penyerapan Aspal (%)	Max	1.7
Jumlah tumbukan perbidang		7.5
Rongga dalam campuran (%)	Min	3.0
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min	18
Rongga terisi aspal (%)	Min	68
Stabilitas marshall (%)	Min	800
Pelelehan (mm)	Min	3
Marshall Quotient (kg/mm)	Min	250
Stabilitas marshall sisa (%) setelah perendaman setelah	Min	75

24 jam, 60 °C		
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (resfusal)	Min	2

Sumber : (SNI) Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3

2.10.3. Lapis Aspal Beton (Latason, AC)

Laston (AC) yang umum dikenal terdiri dari tiga, yaitu AC-base, AC-WC1 (AC-binder), dan AC-WC2 (AC-WC). Ukuran butir maksimum ketiganya adalah berturut-turut, 11/2 inchi, 1 inchi, dan 3/4 inchi. Laston dapat digunakan untuk lapis permukaan, lapis antara dan lapisan pondasi pada jalan dengan lalu lintas ringan sampai lalu lintas berat. Perbedaan utama dari masing-masing peruntukan tersebut adalah pada ukuran butir maksimum yang digunakan. Pemilihan ukuran butir maksimum disesuaikan dengan rencana tebal penghamparan, tebal hamparan padat minimum setebal 2 kali ukuran butir maksimum untuk menjamin tekstur permukaan dan ikatan antar butir yang baik. Untuk lapis permukaan diperlukan tekstur yang lebih rapat sehingga lebih kedap terhadap air dan memberi kekesatan yang cukup. Spesifikasi untuk laston yang akan digunakan, terlihat pada tabel 2.7 dibawah ini:

Tabel 2.6. Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston

Sifat-sifat campuran	Laston		
	WC	BC	Base
Penyerapan Aspal (%)	Max	1.2	
Jumlah tumbukan perbidang		7.5	112
Rongga dalam campuran (%)	Min	3.5	5.5

Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min	15	14	13
Rongga terisi aspal (%)	Min	65	63	60
Stabilitas marshall (%)	Min	800	1500	-
Pelelehan (mm)	Min	35		
		(*)		
Marshall Quotient (kg/mm)	Min	250		300
Stabilitas marshall sisa (%) setelah perendaman setelah 24 jam, 60 °C	Min		75	
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (resfusal)	Min	2.5		

Sumber : (SNI) Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3

2.11 Karakteristik Marshall

Karakteristik campuran aspal agregat dan agregat aspal dapat diukur dari sifat-sifat Marshall yang ditunjukkan pada nilai-nilai sebagai berikut :

2.11.1. Stabilitas (*Stability*)

Stabilitas adalah beban yang dapat ditahan campuran aspal sampai terjadi kelelahan plastis atau dengan arti lain yaitu kemampuan lapis keras untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja di atasnya tanpa mengalami perubahan bentuk tetap seperti gelombang (*washboarding*) dan alur (*rutting*). Nilai stabilitas dipengaruhi oleh bentuk, kualitas, tekstur permukaan dan gradasi agregat yaitu gesekan antar butiran agregat (*internal friction*) dan penguncian antar agregat (*interlocking*), daya lekat (*cohesion*), dan kadar aspal dalam campuran. Pemakaian aspal dalam campuran akan menentukan nilai stabilitas campuran tersebut. Seiring dengan penambahan aspal, nilai stabilitas akan meningkat hingga batas maksimum. Penambahan aspal di atas batas

maksimum justru akan menurunkan stabilitas campuran itu sendiri sehingga lapis perkerasan menjadi kaku dan bersifat getas.

Nilai stabilitas berpengaruh pada fleksibilitas lapis perkerasan yang dihasilkan. Syarat nilai stabilitas disyaratkan minimal 800 kg. Untuk mencari nilai stabilitas terlebih dahulu benda uji direndam didalam Water Bath dengan suhu 60° selama 30 menit, lalu dilakukan pengujian marshall test. Nilai stabilitas benda uji diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas pada saat pengujian Marshall. Hasil tersebut dicocokkan dengan angka kalibrasi proving ring dengan satuan lbs atau kilogram, dan masih harus dikoreksi dengan factor koreksi yang dipengaruhi oleh tebal benda uji.

Nilai stabilitas sesungguhnya diperoleh dengan rumus dibawah ini:

$$S = P \times Q \dots\dots\dots 2.1$$

Keterangan :

- S = angka stabilitas sesungguhnya
- P = pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat
- Q = angka koreksi benda uji

2.11.2. Kelelehan (*Flow*)

Flow adalah besarnya penurunan atau deformasi vertikal benda uji yang terjadi pada awal pembebanan sehingga stabilitas menurun, yang menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapis perkerasan akibat menahan beban yang diterima. Deformasi yang terjadi erat kaitannya dengan sifat-sifat Marshall yang lain seperti stabilitas, VITM dan VFWA. Nilai VITM yang besar menyebabkan berkurangnya interlocking resistance campuran dan dapat berakibat timbulnya

deformasi. Nilai VFWA yang berlebihan juga menyebabkan aspal dalam campuran berubah konsistensinya menjadi pelicin antar batuan. Nilai flow dipengaruhi oleh kadar dan viskositas aspal, gradasi agregat, jumlah dan temperatur pemadatan.

Akan tetapi campuran yang memiliki angka kelelahan rendah dengan stabilitas tinggi cenderung menjadi kaku dan getas. Sedangkan campuran yang memiliki angka kelelahan tinggi dan stabilitas rendah cenderung plastis dan mudah berubah bentuk apabila mendapat beban lalu lintas. Kerapatan campuran yang baik, aspal yang cukup dan stabilitas yang baik akan memberikan pengaruh penurunan nilai flow. Syarat nilai flow dibatasi minimal 3 mm. Nilai flow yang rendah akan mengakibatkan campuran menjadi kaku sehingga lapis perkerasan menjadi mudah retak. Sedangkan campuran dengan nilai flow tinggi akan menghasilkan lapis perkerasan yang plastis sehingga perkerasan akan mudah mengalami perubahan bentuk seperti gelombang (*Washboarding*) dan alur (*Rutting*).

2.11.3. Kerapatan (*Density*)

Density merupakan tingkat kerapatan campuran setelah campuran dipadatkan. Semakin tinggi nilai density suatu campuran menunjukkan bahwa kerapatannya semakin baik. Nilai density dipengaruhi oleh beberapa factor seperti gradasi campuran, jenis dan kualitas bahan susun, faktor pemadatan dan jumlah pemadatan maupun temperatur pemadatan, penggunaan kadar aspal dan penambahan bahan additive dalam campuran. Campuran dengan nilai density yang tinggi akan mampu menahan beban yang lebih besar dibanding dengan

campuran yang dimiliki nilai density yang rendah, karena butiran agregat mempunyai bidang kotak yang luas sehingga gaya gesek (*friction*) antara butiran agregat menjadi besar. Selain itu density juga mempengaruhi kekedapan campuran, semakin besar nilai density campuran, maka campuran tersebut akan semakin kedap terhadap air dan udara.

Nilai kepadatan / density dihitung dengan rumus dibawah ini:

$$q = c / h \quad \dots\dots\dots 2.2$$

$$f = d - e \quad \dots\dots\dots 2.3$$

Keterangan :

- G = Nilai kepadatan (gr/cc)
- D = Berat benda uji jenuh air (gr)
- E = Berat benda uji dalam air (gr)
- F = Volume benda uji (cc)
- C = Berat kering / sebelum direndam (gr)

2.11.4. VITM (Void In The Mix)

Void In The Mix (VITM) merupakan persentase rongga yang terdapat dalam total campuran. Nilai VITM berpengaruh terhadap keawetan lapis perkerasan, semakin tinggi nilai VITM menunjukkan semakin besar rongga dalam campuran sehingga campuran bersifat porous. Hal ini mengakibatkan campuran menjadi kurang rapat sehingga air dan udara mudah memasuki rongga-rongga dalam campuran yang menyebabkan aspal mudah teroksidasi. Air akan melarutkan komponen-komponen yang akan teroksidasi sehingga mengakibatkan

terus berkurangnya kadar aspal dalam campuran. Penurunan kadar aspal dalam campuran menyebabkan lekatan antara butiran agregat berkurang sehingga terjadi pelepasan butiran (*reveling*) dan pengelupasan permukaan (*stripping*) pada lapis perkerasan.

Syarat dari nilai VITM adalah 3% - 5%. Nilai VITM yang terlalu rendah akan menyebabkan bleeding karena pada suhu yang tinggi viskositas aspal menurun sesuai sifat termoplastisnya. Pada saat itu apabila lapis perkerasan menerima beban lalu lintas maka aspal akan terdesak keluar permukaan karena tidak cukupnya rongga bagi aspal untuk melakukan penetrasi dalam lapis perkerasan. Nilai VITM yang lebih dari 5% akan mengakibatkan berkurangnya keawetan lapis perkerasan, karena rongga yang terlalu besar akan mudah terjadi oksidasi.

VITM adalah persentase antara rongga udara dengan volume total campuran setelah dipadatkan. Nilai VITM akan semakin kecil apabila kadar aspal semakin besar. VITM yang semakin tinggi akan menyebabkan kelelahan yang semakin cepat, berupa alur dan retak.

2.11.5. V VFWA (Void Filled With Asphalt)

Void Filled With Asphalt (VFWA) merupakan persentase rongga terisi aspal pada campuran setelah mengalami proses pemadatan. Nilai VFWA dipengaruhi oleh faktor pemadatan, yaitu jumlah dan temperatur pemadatan, gradasi agregat dan kadar aspal. Nilai VFWA berpengaruh pada sifat kedap air campuran terhadap air dan udara serta sifat elastisitas campuran. Dengan kata lain VFWA menentukan stabilitas, fleksibilitas dan durabilitas. Semakin tinggi nilai VFWA berarti semakin banyak rongga dalam campuran yang terisi aspal sehingga

kekedapan campuran terhadap air dan udara juga akan semakin tinggi, tetapi nilai VFWA yang terlalu kecil akan menyebabkan campuran kurang kedap terhadap air dan udara karena lapisan film aspal akan menjadi tipis dan akan mudah retak bila menerima penambahan beban sehingga campuran aspal mudah teroksidasi yang akhirnya menyebabkan lapis perkerasan tidak tahan lama. Nilai VFWA yang disyaratkan minimal 65%. Nilai ini menunjukkan persentase rongga campuran yang berisi aspal, nilainya akan naik berdasarkan naiknya kadar aspal sampai batas tertentu, dimana rongga telah penuh.

2.11.6. VMA (*Void In The Mineral Agregate*)

Void In The Mineral Agregate (VMA) adalah rongga udara antar butir agregat aspal padat, termasuk rongga udara dan kadar aspal efektif, yang dinyatakan dalam persen terhadap total volume. Kuantitas terhadap rongga udara berpengaruh terhadap kinerja suatu campuran karena jika VMA terlalu kecil maka campuran bisa mengalami masalah durabilitas, dan jika VMA terlalu besar maka campuran bisa memperlihatkan masalah stabilitas dan tidak ekonomis untuk diproduksi.

Nilai VMA dipengaruhi oleh faktor pemadatan, yaitu jumlah dan temperatur pemadatan, gradasi agregat, dan kadar aspal. Nilai VMA ini berpengaruh pada sifat kekedapan campuran terhadap air dan udara serta sifat elastis campuran. Dapat juga dikatakan bahwa nilai VMA menentukan nilai stabilitas, fleksibilitas dan durabilitas. Nilai VMA yang disyaratkan dibatasi minimal sebesar 15%.

2.11.7. Marshall *Quotient*

Marshall *Quotient* adalah hasil bagi antara stabilitas dengan flow. Nilai Marshall *Quotient* akan memberikan nilai fleksibilitas campuran. Semakin besar nilai Marshall *Quotient* berarti campuran semakin kaku, sebaliknya bila semakin kecil nilainya maka campuran semakin lentur. Nilai Marshall *Quotient* dipengaruhi oleh nilai stabilitas dan flow. Nilai Marshall *Quotient* yang disyaratkan adalah antara 250 kg/mm sampai 350 kg/mm. Nilai Marshall *quotient* dibawah 250 kg/mm mengakibatkan perkerasan mudah mengalami washboarding, rutting dan bleeding. Sedangkan nilai Marshall *Quotient* 350 kg/mm mengakibatkan perkerasan menjadi kaku dan mudah mengalami retak. Nilai dari Marshall *Quotient* diperoleh dengan rumus dibawah ini:

$$M = S / R \dots\dots\dots 2.4.$$

Keterangan :

S = Nilai stabilitas

R = Nilai Flow

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

Setelah dilakukan analisis dari pengujian Marshall, dan didapat nilai-nilai karakteristik Marshall, dibuat grafik hubungan antara kadar aspal terhadap nilai karakteristik tersebut. Berdasarkan grafik dan perbandingan terhadap spesifikasi yang diisyaratkan oleh Bina Marga, ditentukan kadar aspal optimum campuran.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Gambaran penelitian

Sumatera Utara merupakan salah satu provinsi penghasil karet terbesar di Indonesia dimana lahan perkebunan terdapat di Indonesia, hampir 70% perkebunan berada di Sumatera, dan khususnya di Sumatera Utara hampir disetiap daerah kita temukannya perkebunan karet dan merupakan penyumbang komoditi pendapatan daerah terbesar, perkebunan karet yang terus dikembangkan akan tetapi sejalan dengan perdagangan dunia saat ini turunnya harga karet yang tidak seimbang dengan biaya operasional petani berdampak terhadap pendapatan petani menurunnya harga karet mentah. Dunia sehingga perlu suatu inovasi baru agar nilai jual karet dapat ditingkatkan salah satu adalah pemanfaatan karet sebagai bahan aspal, dan kemungkinan harga jual karet dapat meningkat.

Perkembangan luas areal dan produksi komoditi perkebunan dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Seperti Luas tanaman karet rakyat di Sumatera Utara selama periode 2013-2016 mengalami pertumbuhan rata-rata sebesar 0,45 persen per tahun. Pada tahun 2013 luas tanaman karet rakyat adalah sebesar 394.113,57 ha, menjadi 394.519 ha pada tahun 2016. Kabupaten Mandailing Natal, Langkat, dan Padang Lawas Utara dan labuhan batu selatan merupakan pusat perkebunan karet rakyat di Sumatera Utara. (BPS, 2018)

3.2. Lokasi Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Bahan perkerasan Prodi Teknik Sipil Universitas Medan Area.

Seperti telah diuraikan diatas bahwa jenis campuran beraspal panas yang dipilih untuk penelitian ini adalah *Asphalt Concrete Wearing Course*(AC-WC).

Pengujian-pengujian yang dilakukan meliputi :

- a. Pengujian agregat meliputi : Gradasi agregat batu pecah, pasir, filler abu batu dan semen serta berat jenis.aspal
- b. Selanjutnya mempersiapkan bahan, yaitu menyaring agregat untuk kebutuhan perencanaan campuran rencana JMF (*Job Mix Formula*).
- c. Membuat benda uji Marshall.
- d. Pengujian benda uji Marshall dengan tujuan mendapatkan sifat-sifat seperti: Stabilitas, Flow, VIM (Void In The Mix), VFA (*Void Filled With Asphalt*), VMA (*Void Mix Aggregate*) dan Marshall Quotient (MQ).

3.3. Penyiapan Bahan Penelitian

Bahan untuk campuran beraspal panas yang dipakai dalam penelitian ini adalah : Aspal karet yang digunakan merupakan aspal karet dengan penetrasi 50 yang diproduksi PT Toba Perkasa Belawan Medan Sumatera Utara .sedangkan agregat batu pecah dengan ukuran $\frac{3}{4}$ " (CA), $\frac{1}{2}$ " (MA), pasir, filler abu batu dan semen yang bersumber dari stone crusher di Patumbak merupakan salah satu sumber pengolahan agregat terbesar di Medan.

3.4. Pengujian dan Persyaratan Bahan

Pengujian dan persyaratan bahan yang digunakan dalam penelitian ini sesuai dengan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Tahun 2010, Departemen Pekerjaan Umum.

Tabel.3.1.Komposisi campuran Aspal

No	Aspal Karet	Kadar Aspal	Filler	Filler
Pen.50	1200 gr	4,5 % 5 ,5,5 ,6 % ,6,5 % 7 %	Semen	Abu batu

3.4.1. Perencanaan Gradasi

Jenis campuran aspal karet yang digunakan dalam penelitian ini adalah Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC). Dan spesifikasi gradasi agregat dengan besar butir maksimum 19 mm ($\frac{3}{4}$ ").

Jumlah komposisi campuran rencana yang digunakan dalam penelitian ini adalah campuran dengan kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5 % 7%

3.4.2. Berat Jenis Dan Penyerapan

Setelah semua penyaringan dilakukan maka langkah selanjutnya adalah mencari berat jenis dan penyerapan dari semua material yang telah dipersiapkan. Dengan cara mencuci terlebih dahulu masing-masing material, kemudian agregat direndam didalam air selama 24 jam. Setelah perendaman selesai masing-masing agregat batu ditimbang dalam air dengan menggunakan pan saringan yang digantung pada timbangan (neraca).

Setelah penimbangan batu selesai, material-material tersebut kemudian dilap, kemudian ditimbang lagi untuk menentukan berat basah jenuhnya.

Sementara abu batu dan pasir di timbang dengan menggunakan labu ukur dengan cara :

1. Timbang labu berisi air hingga batas kalibrasi.
2. Tuang air yang ada di dalam labu dan keringkan hingga kering total.
3. Masukkan material sebanyak 500 gr ke dalam labu dan isi kembali labu dengan air.
4. Panaskan labu yang berisi air dan material diatas alat pendidih hingga mendidih.
5. Setelah mendidih kurang lebih sepuluh detik kemudian matikan alat.
6. Dinginkan hingga dingin total.
7. Isi air dengan batas kalibrasi kemudian ditimbang.
8. Tuang dan keringkan material hingga basah jenuh.
9. Timbang material untuk mendapat berat basah jenuh.
10. Setelah berat basah jenuh dari masing-masing material didapat, keringkan kembali material dengan menggunakan oven selama kurang lebih 24 jam supaya material tersebut kering total.

3.4.3. Peralatan Untuk Pembuatan Sampel

Peralatan yang diperlukan untuk pembuatan sampel benda uji adalah sebagai berikut :

1. Thermometer berlapis baja 10°C - 205°C , untuk menentukan temperatur agregat, asphalt dan campuran asphalt.

2. Neraca kapasitas 7 Kg dengan nilai akurasi sampai 1 Gram untuk menimbang agregat dan asphalt. Neraca kapasitas 1,6 Kg dengan nilai akurasi sampai 0,1 Gr untuk menimbang campurat padat.
3. Neraca elektrik dengan akurasi 0,0001Gram untuk menimbang zat additive.
4. Pan dengan permukaan rata yang dipergunakan untuk menimbang agregat sebelum dilakukan pencampuran.
5. Wajan yang digunakan untuk tempat pencampuran agregat dengan asphalt cair.
6. Cetakan (mold) Dengan kapasitas 1200 Gr yang digunakan untuk cetakan dari campuran asphalt waktu penumbukan.
7. Kompor yang digunakan untuk memanaskan agregat dan asphalt sebelum dilakukan pencampuran dan untuk memanaskan campuran supaya suhu tetap terjaga sebelum dilakukan penumbukan.
8. Tandem elektrik yang digunakan untuk menumbuk campuran yang dilengkapi dengan beban seberat 4,5 kg dan dirancang sedemikian rupa supaya dapat memberikan beban tumbukan setinggi 457 mm.
9. Extruder yang digunakan untuk mengeluarkan benda uji dari cetakan (mold).
10. Kain lap yang digunakan untuk membersihkan wajan yang telah dipakai untuk pencampuran.
11. Sendok pencampur yang digunakan untuk mencampur agregat dan asphalt panas sebelum dilakukan pencampuran.

12. Spatula terbuat dari stainless yang digunakan untuk membersihkan sendok dan mold dari sisa-sisa campuran asphalt yang tertinggal.
13. Cat dan kuas yang digunakan untuk menandai sampel percobaan

3.4.4. Tahap Pembuatan benda uji

Berikut langkah-langkah untuk proses pembuatan/penyiapan benda uji:

1. Agregat dikeringkan pada suhu 105 - 110°C sekurang-kurangnya selama 4 jam di dalam oven. keluarkan dari alat pengering (oven) dan tunggu sampai beratnya tetap.
2. Agregat dipisahkan kedalam fraksi-fraksi yang dikehendaki (sesuai spesifikasi) dengan cara penyaringan.
3. Bahan disiapkan untuk benda uji yang diperlukan yaitu agregat sebanyak \pm 1200 gram sehingga menghasilkan tinggi benda uji kira-kira 6,25 cm.
4. Pencampuran agregat agar sesuai dengan gradasi yang diinginkan dilakukan dengan cara mengambil nilai tengah dari batas spek. Untuk memperoleh berat agregat yang diperlukan dari masing-masing fraksi untuk membuat satu benda uji adalah dengan mengalikan nilai tengah tersebut terhadap total berat agregat.
5. Panci pencampur beserta agregat dipanaskan kira-kira 28°C diatas suhu pencampuran untuk aspal padat, bila menggunakan aspal cair pemanasan sampai 14°C diatas suhu pencampuran.
6. Aspal yang sudah mencapai tingkat kekentalan dituangkan sebanyak yang dibutuhkan kedalam agregat yang sudah dipanaskan tersebut, kemudian

- aduklah dengan cepat, dengan tetap mempertahankan masih didalam rentang suhu pemadatan, sampai agregat terselimuti aspal secara merata.
7. Persiapkan alat untuk memadatkan dengan cara membersihkan perlengkapan cetakan benda uji serta bagian muka penumbuk dengan seksama dan panaskan cetakan sampai suhu antara 140-150°C.
 8. Cetakan diletakkan diatas landasan pematat dan tahan dengan pemegang cetakan.
 9. Letakkan kertas saring atau kertas penghisap yang sudah digunting menurut ukuran cetakan kedalam dasar dan atas cetakan.
 10. Seluruh campuran dimasukkan kedalam cetakan dan tusuk-tusuk campuran 15 kali di sekeliling pinggiran cetakan (mold) dan 10 kali dibagian tengah.
 11. Alat pematat disiapkan dan dilakukan pemadatan dengan menumbuk spesimen dengan jumlah tumbukan sebanyak 75 kali untuk satu sisi cetakan (mold). untuk kepadatan mutlak dilakukan 400 tumbukan untuk satu sisi cetakan (mold).
 12. Tumbukan dilakukan dengan tinggi jatuh 457,2 mm dan selama pemadatan harus diperhatikan agar kedudukan sumbu palu pematat selalu tegak lurus pada alas cetakan.
 13. Keping alas dilepaskan dan dinginkan sampai diperkirakan tidak akan terjadi perubahan bentuk jika benda uji dikeluarkan dari cetakan (mold). Proses pendinginan biasanya dilakukan sekitar 2-3 jam.
 14. Keluarkan benda uji dengan menggunakan alat pengeluar (*extruder*).

15. Kemudian Letakkan benda uji di atas permukaan yang rata dan di beri tanda pengenal serta biarkan selama kira-kira 24 jam pada temperatur ruang dan seterusnya dibuat sebanyak 3 benda uji dengan variasi kadar aspal : 4,5 % 5 % 5,5%, 6%, 6,5%, 7 % yang masing-masing variasi kadar aspal dibuat 3 buah.

3.4.5. Kadar Aspal Rencana (Pb)

Perkiraan pertama kadar aspal rencana (Pb) dari rumus :

$$Pb = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) + K$$

Dimana :

Pb = Kadar aspal rencana awal.

CA = Agregat kasar tertahan saringan No.8.

FA = Agregat halus lolos saringan No.8 dan tertahan No.200.

FF = Bahan pengisi (filler).

K = Nilai konstanta sekitar 0,50-1,0.

- a. Bulatkan nilai Pb ke 0,5 % terdekat.
- b. Buat benda uji dengan 3 kadar aspal diatas Pb dan 2 kadar aspal di bawah Pb dan dibuat contoh benda uji dengan kadar aspal 5,5%, 6%, 6,5%.

3.5. Pengujian Campuran Beraspal

3.5.1. Uji Rendaman Marshall

Pengujian ini dilakukan untuk melihat ketahanan campuran terhadap pengaruh kerusakan air. Air pada campuran beraspal dapat mengakibatkan

berkurangnya daya lekat aspal terhadap agregat sehingga dapat melemahkan ikatan antar agregat.

Pengujian dilakukan dengan membuat 9 sampel benda uji untuk campuran aspal karet lapisan ac-wc dengan menggunakan filler abu batu dan semen dengan kadar aspal , 4,55%, 5,5%, 6%, . Perendaman sampel dilakukan selama 30 menit dengan suhu 60°C didalam penangas air (*Waterbath*).

Selanjutnya membuat 18 sampel benda uji PRD (kepadatan mutlak) dengan kadar aspal 5,5%, 6%, 6,5%. Perendaman sampel dilakukan selama 24 jam dengan suhu 60°C didalam penangas air (*Waterbath*) dan lakukan pengujian Marshall.

3.5.2. Pengujian Marshall

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan plastis (*flow*) dari campuran beraspal. Stabilitas adalah kemampuan lapis keras dalam menahan beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk yang permanen, dinyatakan dalam kg. Pengukuran stabilitas dengan uji Marshall diperlukan untuk mengetahui kekuatan tekan geser dari sampel yang ditahan dua sisi kepala penekan, dengan nilai stabilitas yang cukup tinggi diharapkan perkerasan dapat menahan beban lalu lintas tanpa terjadi kehancuran geser. Nilai stabilitas diperoleh berdasarkan nilai masing masing yang ditunjukkan oleh jarum arloji. Untuk nilai stabilitas, nilai yang ditunjukkan pada arloji perlu dikonversi terhadap alat Marshall. Hasil pembacaan di arloji stabilitas harus dikalikan dengan nilai kalibrasi proving ring yang digunakan pada alat Marshall. Pada penelitian ini, alat Marshall yang digunakan mempunyai nilai kalibrasi

proving ring sebesar 15,9. Selanjutnya, nilai tersebut juga harus disesuaikan dengan angka koreksi terhadap ketebalan benda uji.

3.5.3. Pengujian sampel

Alat-alat yang digunakan untuk pengujian sampel, Neraca dengan kapasitas 1600 gr yang digunakan untuk menimbang sampel kering, dalam air, dan dalam basah jenuh, Bak berisi air untuk merendam sampel selama 24 jam sebelum dilakukan perendaman di dalam waterbath., Waterbath yang digunakan untuk merendam sampel selama 30 menit setelah dilakukan perendaman selama 24 jam.

Alat uji Marshall yang digunakan untuk menentukan stabilitas (*stability*) terhadap kelelahan plastis (*flow*) dari masing-masing sampel.

3.5.4. Metode Pengujian Sampel

Setelah sampel dikeluarkan dari mold, sampel ditimbang dalam keadaan kering udara., Rendam sampel di dalam bak berisi air selama 24 jam., Timbang sampel di dalam air untuk mendapat kan isi, Keringkan sampel dengan menggunakan kain lap hingga mencapai kering jenuh. Timbang kembali sampel.

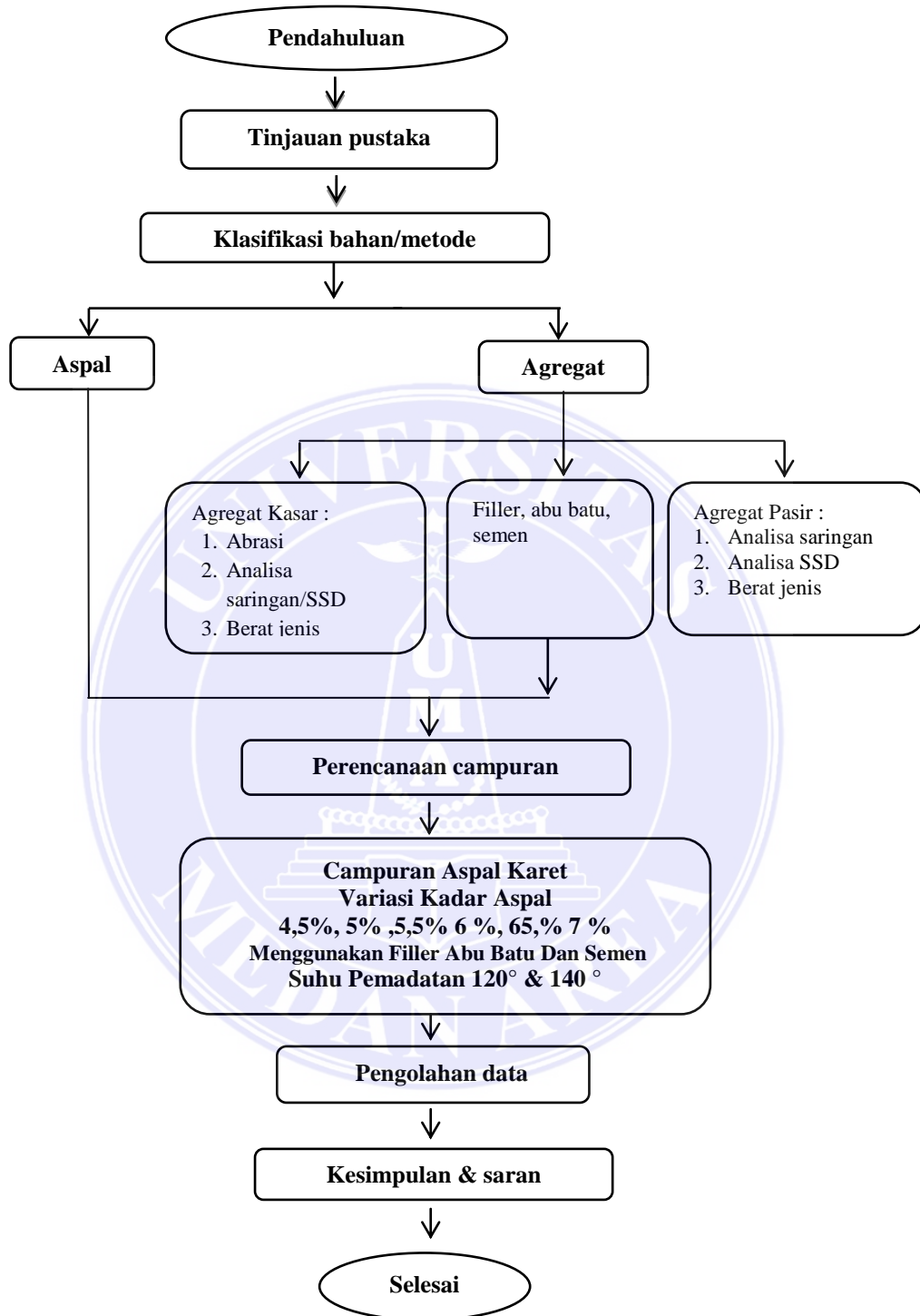
Setelah semua penimbangan selesai, sampel direndam di dalam alat penangas air (*waterbath*) dengan suhu 60°C selama 30 menit. Sebelum melakukan pengujian bersihkan batang penuntun (*guide rod*) dan permukaan dalam dari batang penekan (*test heads*). Keluarkan benda uji dari penangas air (*waterbath*) dan letakkan kedalam segmen bawah kepala penekan, pasang segmen atas diatas benda uji, dan letakkan keseluruhannya dalam mesin penguji. Sebelum pembebanan diberikan, kepala penekan beserta benda uji dinaikkan hingga

menyentuh alas cincin penguji. Atur kedudukan jarum arloji agar berada pada angka nol. Berikan pembebanan kepada benda uji dengan kecepatan tetap sebesar 50 mm permenit sampai pembebanan maksimum tercapai dan catat pembebanan maksimum yang dicapai. Lepaskan selubung tangkai arloji kelelahan (*sleeve*) pada saat pembebanan maksimum tercapai dan catat nilai kelelahan yang ditunjukkan oleh jarum arloji. Setelah nilai stabilitas dan flow didapat, kemudian dihitung besarnya Hasil Bagi Marshall (*Marshall Quotient*), rongga diantara mineral agregat (VMA), rongga dalam campuran (VIM), dan rongga terisi aspal (VFB). Selanjutnya digambarkan grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan masing-masing parameter Marshall yang telah dihitung sebelumnya. Selanjutnya adalah persiapan sampel untuk kondisi kepadatan mutlak, dengan membuat 3 benda uji tambahan untuk mendapat nilai VIM refusal.

3.6. Penentuan Kadar Aspal Optimum

Nilai kadar aspal optimum yang akan digunakan diperoleh dari hasil grafik hubungan antara *Bulk Density, Stability, Air Void, Void Filled, Void Mix In Agregate, Flow, Marshall Quotient*, dan kepadatan mutlak sehingga diketahui koridor grafik. Koridor tersebut dibagi menjadi dua sehingga diperoleh kadar aspal optimumnya.

3.7. Kerangka Berpikir



Gambar 3.1. Flow Chat Penelitian

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisis data, dapat disimpulkan bahwa penggunaan aspal karet dengan menggunakan filler yang berbeda sebagai berikut :

1. Dari data hasil pengujian test uji Marshall terhadap campuran aspal karet AC-WC dengan variasi aspal karet yang berbeda, didapat kadar aspal karet optimum sebesar 6,13% dan 6,10%.
2. Sedangkan dari variasi agregat yang berbeda dengan menggunakan kadar aspal karet optimum, Nilai stabilitas yang memenuhi karakteristik Marshall yang dibatasi minimum 800 kg. Untuk campuran perkerasan aspal karet menggunakan filler semen dan abu batu didapat nilai stabilitas mampu menahan beban roda lalu lintas sebesar 1051 kg dan 1048 kg. Sehingga campuran aspal karet menggunakan filler semen dan abu batu ini baik dan bisa digunakan sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3.

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan peneliti terkait hasil penelitian yang telah dilakukan sebagai berikut:

1. Disadari dari hasil penelitian yang dilakukan masih banyak kekurangan dan ketelitian dalam melaksanakan pengujian terutama komposisi campuran , sehingga penulis berharap kepada peneliti selanjutnya membuat campuran komposisi yang berbeda.



DAFTAR PUSTAKA

- Alfian Rian, Lusmeilia, dan Iswan., 2015.” Studi Analisis Daya Dukung Tanah Lempung Berplastis Tinggi yang Di Campur Zeolit”. JRSDD. Universitas
- Budianti, Mairna, 2005, *Variasi Modifier Dan Metode Pemrosesan Pada Lasbutag Campuran Dingin Untuk Perkerasan Jalan Bermutu Tinggi*, Jurnal Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2010, Rancangan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Divisi VI Perkerasan Beraspal, Edisi November 2010, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2009. Pengendalian Mutu Pekerjaan Aspal dan Agregat. Medan: Dinas Pekerjaan Umum
- Eduard Asna, Eka Priadi dan Aprianto. 2015.” Korelasi Nilai N-SPT Terhadap Sifat-Sifat Fisik dan Mekanis Tanah”. Jurnal, Universitas Tanjungpura. Prayogo,
- Jakarta. Anonim, 2010, Spesifikasi Umum 2010 Divisi 6 Perkerasan Aspal. Direktorat Jendral Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia Jakarta.
- Jakarta. Das, B. M. 1995.” Mekanika Tanah (prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1”. PT. Erlangga. Jakarta. Fathurrozi, dan Faisal
- K., 2007.” Penyelidikan Struktur dan Karakteristik Tanah”. Jurnal. Ramman, 1917.” Ilmu Tanah Dasar-dasar dan Pengelola”. Jerman. Reska Hermawan Putra,
- Kota Medan Dalam Angka 2018, Data BPS Medan, Sumatera Utara.
- Kusuma Rama Indera, Enden Mina, dan Ismaul Ikhsan., 2016.” Tinjauan Sifat Fisik Dan Mekanis Tanah”. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Banten Indonesia. Nugroho Terta, Niken Silmi Surjandari, dan Amiroatul Mahmudah., “Studi Perbandingan Beberapa Rumus Empiris indeks Kompresi”. Universitas Sebelas Maret. Solo.
- Leksminingsih, dkk, 2011, Pemanfaatan Slag Baja Untuk Teknologi Jalan Yang Ramah Lingkungan, Puslitbang Jalan dan Jembatan, Dep PU, Bandung.
- Nursar Achmat satria, Iswan, dan Setyanto., 2015.” Komparasi Nilai Daya Dukung Tanah Lempung di Tinjau dari Hasil Uji Penetrasi Konus Dinamis, Uji CBR Laboratorium dan Uji Kuat Tekan Bebas”. JRSDD. Universitas Lampung. Padang,
- Pd T-04-2005-B, Pedoman Penggunaan Agregat Slag Untuk Campuran Beraspal Panas, 2005, Departemen Pekerjaan Umum.
- Rezqi., 2006. Sifat-Sifat Fisik dan Mekanis Tanah Timbunan Badan Jalan Kuala Kapuas”. Jurnal, Politeknis Negeri Banjarmasin. Banjarmasin.

- Hardiyatmo,H.C., 2002.”Mekanika Tanah 1”. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Revisi SNI 03-1737-1989,2006, Pelaksanaan Lapis Campuran beraspal Panas, Departemen Pekerjaan Umum.
- Riki Uning, Zainul Faizien Haza, Dimas Langga Chandra Galuh, 2018, “Pengaruh Penambahan Kapur Padam Dan Abu Sekam Padi Pada Tanah Lempung Ekspansif Terhadap Nilai Pemadatan”, Jurnal Renovasi :Rekayasa dan Inovasi Teknik Sipil, Volume 3, Nomor 1, Februari 2018
- Robianti, E., 2007. “Percobaan pengujian pemadatan tanah metode standard proctor dengan alat uji tekan pemadat modifikasi”. Skripsi, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Saodang Hamiran, 2004, Konstruksi Jalan Raya, penerbit Nova, Bandung
- SNI 03-6723-2002, Spesifikasi Bahan Pengisi Untuk Campuran Beraspal, Puslitbang Jalan dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum.
- SNI 03-6819-2002, Spesifikasi Agregat Halus untuk Campuran Perkerasan Beraspal, Puslitbang Jalan dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum.
- Sylvia Sukirman 2005. Teknik perkerasan jalan raya penerbit Jakarta
- Tahir,Anas.2009. Karakteristik Campuran beton Aspal (AC – WC) dengan Menggunakan Variasi Filler Abu Terbang Batu Bara.Jurnal SMARTek, Vol. 7,No. 4, Nopember 2009: 256 – 278
- Zainul Faizien Haza, dan Dewi Suistyorini, 2018. “Pengaruh Pasir Terhadap Tingkat Kepadatan Tanah Lempung Ekspansif”. Jurnal Renovasi : Rekayasa dan Inovasi Teknik Sipil No.3 Vol.2, Agustus 2018

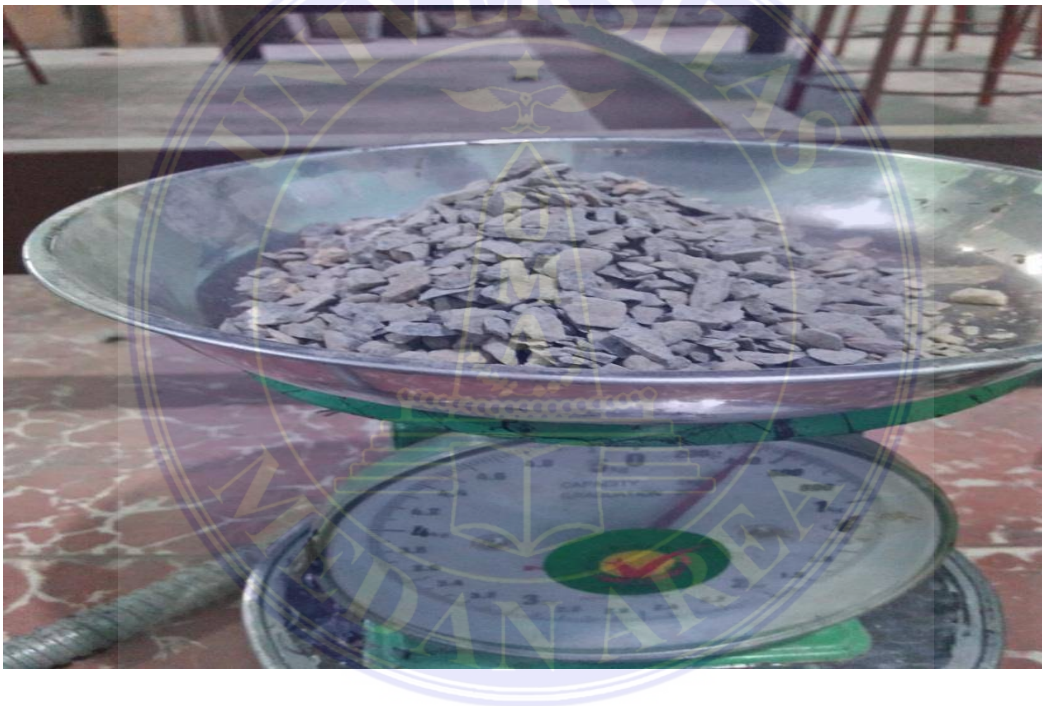
Lampiran



Gambar 1. Pemilihan dan penggabungan agregat



Gambar 2. Proses pembagian dan pengeringan agregat kasar



Gambar 3. Proses pembagian dan penimbangan agregat



Gambar 4. Proses penyaringan agregat



Gambar 5. Penimbangan agregat dan pemanasan aspal



Gambar 6. Aspal yang sudah di campur dan di masukkan ke dalam cetakan



Gambar 7. Aspal di dalam cetakan dan penumbukan aspal



Gambar 8. Pengeluaran aspal dari cetakan dan pengukuran tinggi, lebar aspal



Gambar 9. Proses pengukuran berat aspal yang sudah di tumbuk



Gambar 10. Pengukuran berat aspal



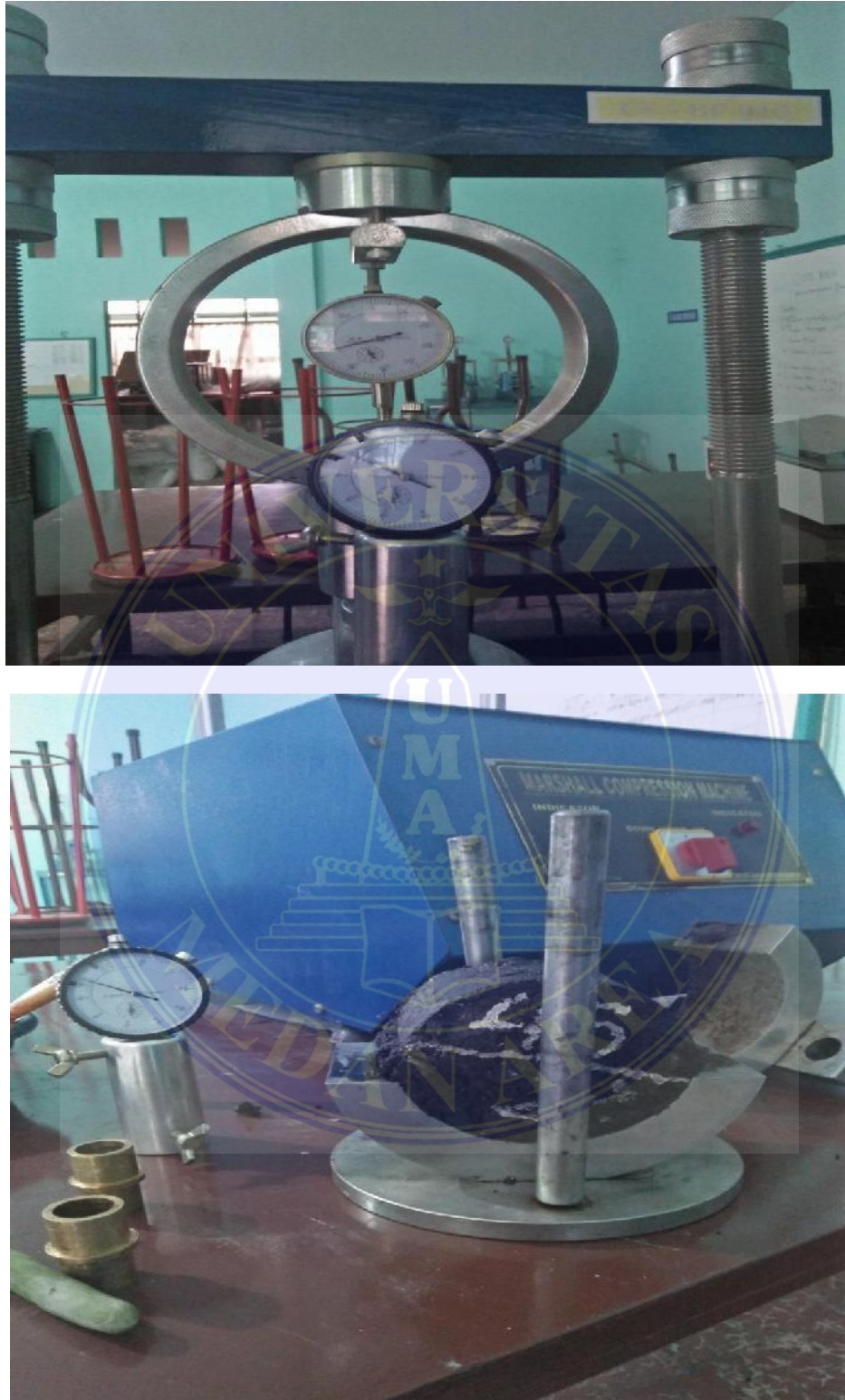
Gambar 11 . water bath



Gambar 12. Pengukuran suhu water bath dan aspal siap dimasukkan



Gambar 13. Kembali di timbang untuk mencari berat jenis



Gambar 14. Alat uji aspal (Marshall Test)



Gambar 15. Pengujian aspal dengan alat test marshall



Gambar 16.pengujian aspal dengan marshall test