

JURNAL PENELITIAN
PENGARUH PENAMBAHAN ZAT ADDITIVE ANTI STRIPING
AGENT TERHADAP NILAI STABILITAS CAMPURAN ASPAL
PENETRASI 40/50

Oleh:

ERIKSON SIMANJUNTAK

12.811.0074



PROGRAM STUDY TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

2017

**PENGARUH PENAMBAHAN ZAT ADDITIVE ANTI STRIPING
AGENT TERHADAP NILAI STABILITAS CAMPURAN ASPAL
PENETRASI 40/50**

(Penelitian)

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik

Oleh:


ERIKSON SIMANJUNTAK

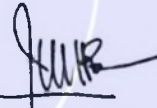
12.811.0074

Disetujui :

Pembimbing I,

Pembimbing II,


(Ir. Nurmaidah, MT)


(Ir. Marwan Lubis, MT)


Mengetahui :

Dekan,

Ka. Program Study,



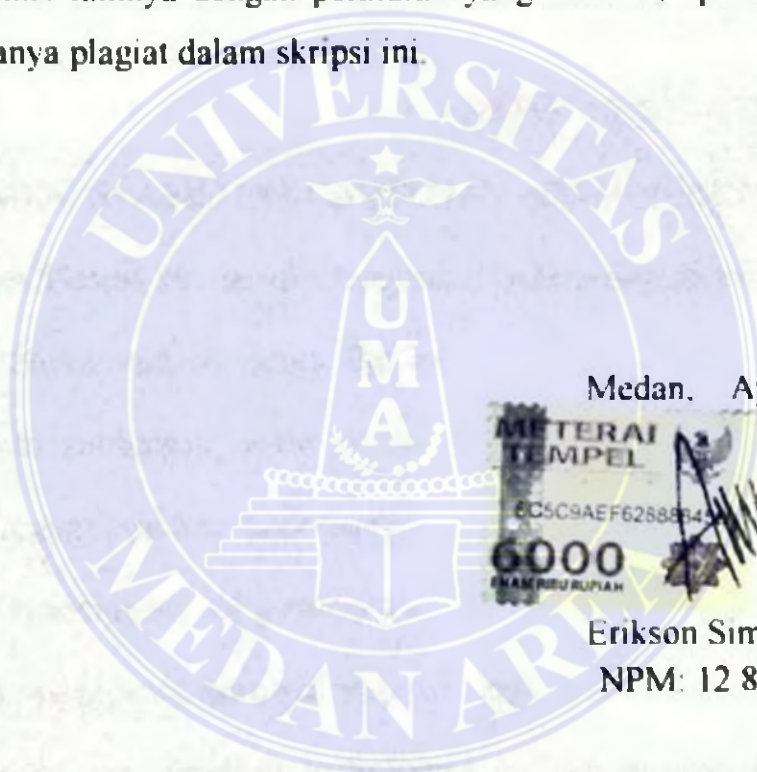

(Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc)


(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah ditulis sumbernya secara jelas dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, April 2017



Erikson Simanjuntak
NPM: 12 811 0074

ABSTRAK

Konstruksi jalan raya merupakan salah satu sarana penting sebagai pendukung perkembangan dan peningkatan perekonomian suatu wilayah. Penelitian ini meneliti pengaruh penambahan zat additive anti striping agent terhadap nilai stabilitas aspal pada penetrasi 40/50, penelitian ini meliputi pengaruh additive terhadap berat isi, stabilitas, kelelahan, rongga terhadap campuran, rongga terisi aspal, rongga terhadap agregat, dan marshall quotient. Benda uji yang dicetak adalah 8 buah yaitu dengan variasi penambahan additive 0.5%, 0.75%, 1%, 1.5% dari kadar aspal.

Adapun tujuan dari penelitian ini dilakukan untuk mencari perkerasan aspal yang lebih baik melalui peningkatan nilai stabilitas berdasarkan penambahan zat additive anti striping agent. Dari hasil pengujian marshall test di laboratorium jalan raya di PT. Adhi Karya (Persero) diperoleh kesimpulan bahwa: 1) Semakin banyak penambahan zat additive anti striping agent maka nilai berat isi semakin kecil, pada penambahan additive 0.5% (2.288 gram/mm); 2) Semakin banyak penambahan additive anti striping agent nilai stabilitas aspal semakin meningkat, pada penambahan additive 1.5% (1237 kg) 3) Nilai kelelahan yang paling minimum adalah 3,48% pada penambahan additive 0,5%; 4) Nilai maksimum rongga terhadap campuran adalah 4,35% pada penambahan 0.5% additive; 5) Nilai maksimum rongga terisi aspal pada penambahan additive 0,75% yaitu 75,65%; 6) Nilai maksimum yang dicapai adalah pada penambahan additive 0.5% yaitu 16,55%; 7) Semakin banyak zat additive yang ditambahkan nilai marshall quotient semakin tinggi yaitu (351 kg/mm) pada penambahan additive 1,5%.

Kata kunci: Aspal, Anti Striping Agent, Marshall Test

ABSTRACT

Highway construction is one of the important means to support the development and improvement of the economy of a region. This study investigated the effect of the addition of the additive anti-stripping agent to value the stability of asphalt on 40/50 penetration, this research includes the effects of additives on the bulk density, stability, flow, cavity of mixture, cavity filled with asphalt, the aggregate cavity, and marshall quotient. Printed test specimen is 8 pieces, namely the addition of additive variation of 0.5%, 0.75, 1%, 1.5% of the bitumen content. The purpose of this research was conducted to find a better asphalt pavements by increasing the value of stability by the addition of the additive anti striping agent. From the test results in the laboratory test marshall highway in PT. AdhiKarya (Persero) we concluded that: 1) The more the addition of the additive anti-stripping agent, the weight of the smaller value, the addition of additive 0.5% (2288 g / mm); 2) The more the addition of additive anti-stripping agent stability bitumen value increases, the addition of additive 1.5% (1237 kg) 3) Value flow the minimum is 3.48% on the addition of the additive of 0.5%; 4) The maximum value of the cavity of the mixture was 4.35% on a 0.5% addition of additives; 5) The maximum value of the cavity filled with asphalt on the addition of the additive of 0.75% ie 75.65%; 6) The maximum value is achieved is the addition of the additive is 0.5% ie 16.55%; 7) The more substances were added additive marshall quotient value is higher (351 kg / mm) in the addition of the additive of 1.5%.

Keyword: Asphalt, Anti Striping Agent, Marshall Test

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Anti Striping Agent.....	14
Gambar 3.1 Alat Pemasakan Benda Uji	42
Gambar 3.2 Alat Marshall Test	45
Gambar 1 Saringan Agregat	Lamp 17
Gambar 1 Cetakan Agregat	Lamp 18
Gambar 1 Penumbuk Benda uji	Lamp 19
Gambar 1 Penetration Test	Lamp 20
Gambar 1 Alat Memasak Benda Uji	Lamp 21
Gambar 1 Marshall Test	Lamp 22
Gambar 1 Waterbath	Lamp 23
Gambar 2 Natural Sand (Pasir)	Lamp 24
Gambar 2 Abu Batu	Lamp 25
Gambar 2 Medium Agregat	Lamp 26
Gambar 2 Coarse Agregat	Lamp 27

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Alur Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Lapisan Permukaan	5
2.1.1 Fungsi Lapisan Permukaan.....	7
2.1.2 Jenis Lapisan Permukaan.....	7
2.2 Bahan-Bahab Lapisan Permukaan.....	9
2.2.1 Agregat.....	9
2.2.2 Agregat Halus.....	13
2.2.3 Agregat Kasar.....	13
2.2.4 Anti Striping Agent	14
2.2.5 Bahan Pengisi	15

2.2.6 Aspal	15
2.3 Pembuatan Campuran Beraspal	19
2.3.1 Teori Umum	19
2.3.2 Penggabungan Agregat	20
2.3.3 Perhitungan Kadar Aspal	21
2.3.4 Perencanaan Kebutuhan Bahan Campuran	21
2.3.5 Pembuatan Benda Uji Marshall	22
2.3.6 Pemeriksaan Volumetrik	27
2.3.7 Pengujian Marshall	28
2.4 Berat Isi atau Kepadatan	30
2.5 Stabilitas	30
2.6 Kelelahan	30
2.7 Rongga Terhadap Campuran	30
2.8 Rongga Terisi Aspal	31
2.9 Rongga Terhadap Agregat	31
3.0 Marshall Quotient	31
BAB III METODE PENELITIAN	33
3.1 Metode Penelitian	33
3.2 Tempat Penelitian	33
3.3 Teknik Pengumpulan Data	33
3.3.1 Data Primer	34
3.3.2 Data Sekunder	34
3.4 Bahan dan Peralatan Penelitian	34
3.4.1 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar.....	34
3.4.2 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus	35

3.4.3 Pemeriksaan Analisa Agregat Kasar, Sedang, dan Halus	37
3.4.4 Perencanaan Campuran Beraspal	38
3.5 Pembuatan Benda Uji	40
3.5.1 Peralatan Pembuatan Benda Uji	40
3.5.2 Bahan Pembuatan Benda Uji	40
3.5.3 Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji	41
3.6 Peralatan Analisa Volumetrik	44
3.6.1 Peralatan Analisa Volumetrik	44
3.6.2 Bahan Analisa Volumetrik	44
3.6.3 Pelaksanaan Analisis Volumetrik	44
3.7 Pengujian Marshall	45
3.7.1 Peralatan Uji Marshall	45
3.7.2 Bahan Uji Marshall	45
3.7.3 Pelaksanaan Pengujian Marshall	46
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	48
4.1 Pengujian Material	48
4.1.1 Hasil Pengujian Agregat Kasar dan Halus	48
4.1.2 Hasil Gradasi Agregat Gabungan	49
4.2 Data Hasil Volumetrik	50
4.3 Analisa Hasil Volumetrik	51
4.4 Data Pengujian Marshall dengan alat Marshall	54
4.5 Pembahasan	55
4.5.1 Pengaruh Penggunaan Additive Anti Striping Agent Terhadap Nilai Stabilitas Aspal	55

4.5.2 Berat isi	56
4.5.3 Stabilitas	56
4.5.4 Kelelahan	58
4.5.5 Rongga Terhadap Campuran	58
4.5.6 Rongga Terisi Aspal	58
4.5.7 Rongga Terhadap Agregat	59
4.5.8 Marshall Quotient	59
BAB V KESIMPULAN	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku	6
Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Dan Halus	48
Tabel 4.2 Hasil Gradasi Agregat Gabungan	50
Tabel 4.3 Persentase agregat dalam variasi.....	51
Tabel 4.4 Data Hasil Volumetrik	52
Tabel 4.5 Analisis Data Volumetrik	54
Tabel 4.6 Data dan Analisis Pengujian dengan ala uji Marshall	56
Tabel 4.7 Pengaruh Penambahan Additive Anti Striping Agent Dalam Campuran AC-WC	57

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah yang memberikan kesehatan dan menyertai penulis hingga dapat menyelesaikan Skripsi ini.

Penulisan Skripsi ini merupakan persyaratan bagi penulis untuk dapat melaksanakan Sidang Sarjana di Universitas Medan Area Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil. Dalam penulisan ini, penulis mengambil judul,

“ PENGARUH PENAMBAHAN ZAT ADDITIVE ANTI STRIPING AGENT TERHADAP NILAI STABILITAS CAMPURAN ASPAL PENETRASI 40/50”.

Dalam penulisan Skripsi ini, penulis menyadari bahwa Skripsi ini belum sempurna, baik dalam penulisan maupun isinya. Hal ini disebabkan karena keberadaan penulis yang masih perlu bimbingan, untuk itu penulis menerima kritikan dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan Skripsi ini.

Dalam kesempatan ini penulis mendedikasikan skripsi ini kepada kedua orang tua saya, yang telah menjadi inspirasi saya dalam menjalani kehidupan ini sampai saya bisa menyelesaikan perkuliahan ini dan memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil. Dan tak lupa pula saya mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada ayah saya A Simanjuntak dan ibu saya R Hutajulu yang mendidik saya serta memberikan dorongan baik berupa material maupun moril dalam penyelesaian skripsi ini, serta abang saya Andreas Simanjuntak A.Md dan adik saya Reymond Januardo Simanjuntak yang telah memberikan dukungan dalam

menyelesaikan penulisan skripsi ini. Dan tak lupa pula saya juga mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. A. Yakub Matondang M.A, selaku Rektor Universitas Medan Area
2. Bapak Prof.dr. Dadan Ramdan M.Eng M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Ir. Kamaluddin MT, Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area.
4. Ibu Ir Nurmaidah MT selaku dosen pembimbing 1 dan Bapak Ir Marwan Lubis MT , selaku dosen pembimbing II, Yang membimbing saya dengan pengertian, kesabaran, dan sangat memberikan masukan serta bersedia meluangkan waktunya dalam membimbing, memotivasi, membantu, serta mengarahkan penulis dalam menyusun skripsi ini sehingga skripsi ini dapat selesai dalam waktu yang diharapkan penulis.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen pada Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.
6. Para pegawai Fakultas Teknik khususnya Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area.
7. Seluruh Teman-teman seperjuangan saya Warta Sihite, Sabar Tulus PM, David Fernando Silaban, Yunus Hutagalung, Fahmi Manurung, Wahyu David K Napitupuluh, M Rocky Simanjuntak, Linda Karmila Lubis, Chrisnaulie Novitasari Marpaung, Deddy Mandala Putra Simanjuntak, Rasdina Cristiani Manullang..
8. Semua rekan-rekan SIPIL 12 yang telah memberikan semangat dan bantuan untuk menyelesaikan skripsi ini serta teman-teman yang tidak dapat saya sebutkan namanya satu persatu.

Yang selama ini telah Membantu saya dalam proses penyelesaian penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang memberikan bimbingan dan bantuan baik dalam bentuk materil, moral dan spiritual.

Penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi ilmu pengetahuan terutama dibidang Teknik Sipil.

Penulis,

(Erikson Simanjuntak)



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah transportasi saat ini merupakan masalah yang sering dihadapi oleh berbagai negara, baik negara yang sudah maju maupun negara berkembang seperti Indonesia, maka setiap negara ingin menciptakan transportasi yang dapat menjamin pergerakan manusia atau barang secara lancar, aman teratur, mudah, cepat dan nyaman

Konstruksi jalan raya merupakan salah satu sarana penting sebagai pendukung perkembangan dan peningkatan perekonomian suatu wilayah. Salah satu indikasi berkembang dan meningkatnya perekonomian suatu wilayah adalah semakin tersedianya sarana dan prasarana yang mampu melayani kebutuhan penduduknya sehingga mampu menjalankan kegiatan ekonominya secara aman, nyaman, mudah dan lancar. Sesuai dengan perkembangan suatu wilayah. Konstruksi jalan raya juga terus mengalami peningkatan baik dari segi kualitas pelayanan dari jumlah pelaksanaan proyek konstruksinya.

Secara umum dapat diambil suatu pendekatan dengan memberikan kriteria-kriteria sederhana terhadap bahan-bahan lapisan permukaan antara lain: memiliki stabilitas tinggi, tidak mudah aus dan retak, penurunan sekecil mungkin, dalam usaha untuk mendapatkan hasil perkerasan yang memiliki stabilitas tinggi. Susunan konstruksi perkerasan lentur jalan raya terdiri dari lapisan permukaan, pondasi atas,

pondasi bawah, yang langsung diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan langsung menerima dan menyalurkan beban lalu lintas ke lapisan bawahnya dan berhubungan langsung dengan pengaruh luar seperti cuaca, panas matahari, hujan dan sebagainya. Dalam hal ini lapisan permukaan ini dikenal dengan Laston merupakan salah satu campuran agregat dan aspal, di mana stabilitasnya dikembangkan berdasarkan variasi ukuran butiran agregat yang saling mengunci dan salah secara umum telah digunakan di Indonesia sebagai lapisan permukaan aspal. Dalam penelitian akan diteliti penggunaan zat additive Anti Sriping Agent sebagai zat penambah nilai stabilitas pada aspal penetrasi 40/50 dan membandingkan dengan bahan standar pada campuran aspal, apakah penambahan zat additive Anti Sriping Agent dapat meningkatkan nilai stabilitas campuran aspal.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

1. Maksud dari penelitian ini mencari alternatif bahan tambahan yang dipakai untuk konstruksi perkerasan jalan raya
2. Tujuannya untuk mendapatkan perkerasan jalan yang lebih baik

1.3 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ada permasalahan yang akan dilihat antara lain:

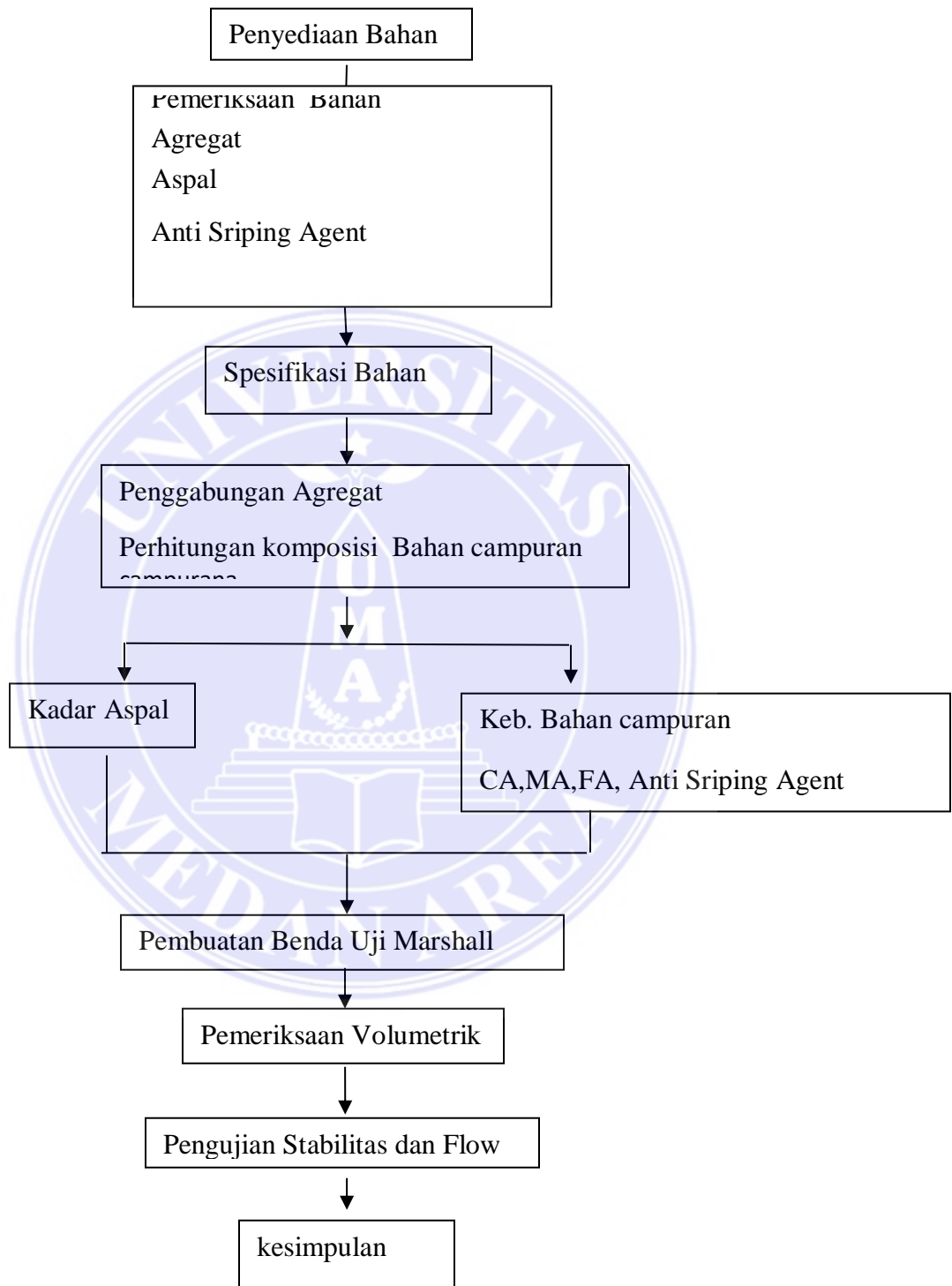
1. Bagaimana pengaruh zat additive terhadap nilai stabilitas aspal pada penetrasi 40/50?
2. Apakah penambahan zat additive Anti Sriping Agent benar dapat meningkatkan nilai stabilitas aspal?

1.4 Batasan Masalah

Dengan adanya permasalahan-permasalahan yang muncul diatas maka dibatasi masalah tersebut yaitu presentase penamban zat additive dengan Anti Sriping Agent campuran aspal pada penetrasi 40/50 dengan presentase penambahan adalah 0,5% , 0,75%, 1%,1,5% dari kadar aspal. Setelah itu dilakukan pemeriksaan nilai stabilitas aspal dengan pengujian Marshal test.



1.5 Alur Penelitian



1.1 Bagan Alir



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lapisan Permukaan

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakan di atas tanah dasar yang dipadatkan . Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu linas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya.Perkerasan modern pada umumnya terdiri dari bebarapa lapis bahan dengan kualitas yang berbeda-beda dimana lapisan yang paling atas. Menurut sifat perekat yang digunakan,konstruksi perkerasaan dapat di bedakan atas:

1. Perkerasan lentur yaitu perkerasan yang menggunakan lapisan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut adalah :
 - a. Lapisan permukaan
 - b. Lapisan pondasi atas
 - c. Lapisan pondasi bawah
 - d. Lapisan tanah dasar
2. Perkerasan kaku yaitu konstruksi perkerasan jalan raya yang menggunakan campuran beton semen sebagai bahan perkerasanya.
3. Perkerasan komposit, yaitu perkerasan yang bahan lapis perkerasannya merupakan kombinasi bahan aspal dan campuran beton.

Perbedaan antara lapisan perkerasan lentur dengan perkerasan kaku ditunjukkan dalam

Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
<p>a. Jika ada beban permukaan perkerasan akan melendut dan jika hilang akan kembali ke bentuk semula</p> <p>b. Kekuatannya tergantung dari kemampuan penyebaran tegangan lapisan perkerasan Jadi sangat dipengaruhi oleh kekuatan tanah dasar.</p> <p>c. Karakteristik perkerasan lentur antara lain</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bersifat elastis jika menerima beban, sehingga dapat memberi kenyamanan bagi pengguna jalan 2. Seluruh lapisan ikut menanggung beban 3. Penyebaran tegangan kelapisan tanah dasar sedemikian sehingga tidak merusak lapisan tanah dasar . 4. Pada umumnya menggunakan bagan pengikat aspal 5. Usia rencana maksimum 20 tahun 	<p>a. Jika ada beban yang di beban yang diberikan pada lapisan permukaan akan tetap kaku</p> <p>b. Kekuatannya lebih dominan tergantung atas kekuatan lapisan betonya dan tidak terlalu dipengaruhi oleh kekuatan tanah dasar</p> <p>c. Karakteristik perkerasan kaku antara lain :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bersifat kaku karena yang digunakan sebagai perkerasan dari beton. 2. Digunakan pada jalan yang mempunyai lalu lintas dan beban muatan tinggi 3. Kekuatan beton sebagai dasar 4. Usia rencana bisa lebih 20 tahun.

2.1.1 Fungsi Lapisan permukaan

Lapisan permukaan adalah lapisan yang terletak paling atas, yang berfungsi sebagai berikut:

- a. lapisan perkerasan penahan beban roda, lapisan mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
- b. Lapis kedap air, sehingga air hujan dan air lainnya yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan-lapisan tersebut.
- c. Lapis aus, lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus
- d. Lapis yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung yang lebih jelek .

Untuk dapat memenuhi fungsi-fungsi diatas maka pada umumnya lapisan permukaan dibuat dengan menggunakan bahan pengikat aspal sehingga menghasilkan lapisan yang kedap air dengan stabilitas tinggi dan daya tahan yang lama.

2.1.2 Jenis Lapisan Permukaan

Jenis lapisan permukaan yang umum dipergunakan di Indonesia antara lain:

1. Lapisan bersifat non struktural ,lapisan ini berfungsi sebagai lapisan aus dan kedap air ,antara lain :
 - a. Burtu (Leburan aspal satu lapis) merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam dengan tebal.

- b. Burda (Lapisan aspal dua lapis) merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal di taburi agregat yang dikerjakan dua kali secara berurutan dengan tebal maksimum 3,5 cm.
 - c. Latasir (Lapis tipis aspal pasir) merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal dan pasir alam bergradasi menerus di campur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu dengan tebal 1-2 cm
 - d. Busar (Leburan aspal) merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal taburan pasir dengan ukuran butir maksimum 3/8 inchi.
 - e. Latasbun (Lapis tipis asbuton murni) merupakan lapisan penutup yang terdiri dari campuran asbuton dan bahan pelunak dengan perbandingan tertentu yang dicampurkan secara dingin dengan tebal padat maksimum 1 cm.
 - f. Lataston (Lapis tipis aspal beton) merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, mineral pengisi (filler) dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas, tebal padat antara 2,5 – 3 cm.
2. Lapisan bersifat struktural, berfungsi sebagai lapisan yang menahan dan menyebarkan beban roda, antara lain :
- a. Penetrasi Mc Adam (Lapen), merupakan lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal dengan cara disemprotkan diatasnya dan dipadatkan lapis demi lapis. Diatas lapen ini, biasanya diberi laburan dengan agregat penutup. Tebal lapisan satu lapis dapat bervariasi dari 4 – 10 cm.

- b. Lasbutag merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran antara agregat, asbuton dan bahan pelunak yang diaduka, dihampar secara dingin. Tebal padat tiap lapisannya antara 3-5 cm.
- c. Laston (Lapisan aspal beton), merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur dan dipadatkan pada suhu tertentu.

2.2 Bahan- Bahan Lapisan Permukaan

2.2.1 Agregat

Agregat adalah suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar ataupun ataupun berupa fragmen – fragmen. Agregat atau bahan merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yaitu mengandung 90 – 95% agregat berdasarkan persentase berat atau 25-85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian daya dukung, keawetan dan mutu perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain. Agregat yang digunakan untuk lapisan permukaan adalah agregat alam yang telah dipecah dengan menggunakan mesin pemecah batu sehingga ukuran partikel yang dihasilkan dapat dikontrol dan gradasi yang diharapkan dapat dicapai sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan.

a. Sifat Agregat

sifat dan kualitas agregat menentukan kemampuannya dalam memikul beban lalu lintas. Agregat dengan kualitas dan sifat yang baik dibutuhkan untuk lapisan permukaan yang langsung memikul beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya. Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok yaitu :

1. Kekuatan dan keawetan dipengaruhi oleh :
 - a. Gradasi
 - b. Ukuran Maksimum
 - c. Kadar Lempung
 - d. Kekerasan dan Ketahanan
 - e. Bentuk Butir
 - f. Tekstur Permukaan
2. Kemampuan dilapisi aspal dengan baik, dipengaruhi oleh:
 - a. Porositas
 - b. Kemungkinan Basah
 - c. Jenis Agregat
3. Kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang nyaman dan aman, dipengaruhi oleh:
 - a. Tahanan Geser
 - b. Campuran yang memberikan kemudahan dalam pelaksanaan.

b. Gradasi

Gradasi atau distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan.

Gradasi agregat diperoleh dari analisa saringan dengan menggunakan 1 (satu) set dari analisa saringan dimana saringan yang paling kasar diletakkan diatas dan yang paling halus terletak paling bawah 1 set saringan dimulai dari pan dan diakhiri dengan tutup.

Dalam melaksanakan gradasi dapat dilakukan dengan menggunakan alat mesin getar selama 15 menit ataupun dengan cara manual digoyang hingga sampel tanah yang ada sampai di pan yang berada di bawah.

Gradasi agregat dapat dibedakan atas:

1. Gradasi seragam adalah agregat dengan ukuran yang hampir sama/sejenis. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka, agregat dengan gradasi seragam akan menghasilkan lapisan permukaan dengan sifat permeabilitas tinggi, stabilitas kurang, berat volume kecil.
2. Gradasi rapat merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang berimbang, sehingga dinamakan juga agregat bergradasi baik. Agregat dengan gradasi rapat akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan stabilitas tinggi, kurang kedap air, sifat drainase jelek dan volume besar.

3. Gradasi buruk merupakan campuran agregat yang tidak memenuhi 2 kategori diatas .Agregat bergradasi buruk yang umum digunakan untuk lapisan perkerasan lentur yaitu gradasi celah merupakan campuran agregat dengan 1 fraksi hilang atau fraksi sedikit sekali . sering disebut juga agregat dengan gradasi sepanjang akan menghasilkan lapisan perkerasan yang mutunya terletak antara kedua jenis diatas

C. Daya Tahan Agregat

Daya tahan agregat adalah ketahanan agregat untuk tidak hancur/ pecah oleh pengaruh mekanis atau pun kimia . Degradasi di defisikan sebagai kehancuran agregat menjadi parikel – parikel yang lebih kecil akibat gaya yang diberikan pada waktu penimbunan, pemadatan atau pun oleh beban lalu lintas. Disintegrasi di definisikan sebagai pelapukan pada agregat menjadi butir-butir halus akibat pengaruh kimiawi seperti kelumbapan ,kepanasan atau pun perbedaan temperatur sehari-hari.

Agregat yang digunakan untuk lapisan perkerasan harus lah mempunyai daya tahan terhadap pemecahan yang mungkin timbul selama proses pencampuran , pemadatan ,repetisi beban lalu lintas dan penghancur yang terjadi selama masa pelayanan jalan tersebut. Ketahanan agregat terhadap penghancuran di periksa dengan menggunakan percobaan Abrasi Los Angeles. Agregat yang telah disiapkan sesuai gradasi dan berat yang ditentukan ,dimasukkan bersama bola –bola baja kedalam mesin Los angeles , lalu diputar dengan kecepatan 30/30 rpm selama 500 putaran .Nilai akhir dinyatakan dalam

presen (%) yang merupakan hasil perbandingan antara berat benda uji semula dikurang berat benda uji tertahan saringan di badingankan dengan bera benda uji semula

2.2.2 Agregat Halus

Agregat halus harus terdiri dari partikel-partikel yang bersih, keras ,tidak mengandung lempung atau bahan organik lainnya .Butiran pasir alam mempunyai bentuk partikal bulat dan tekstur permukaan yang licin, berbeda dengan agregat halus batu pecah yang mempunyai bentuk bersudut dan kasar bentuk dan tekstur permukaan agregat halus ini akan memberikan sumbangan yang besar terhadap kinerja campuran.Fungsi utama dari agregat halus adalah untuk mendukung stabilitas dan mengurangi deformasi permanen.

2.2.3 Agregat Kasar

Agregat kasar dapat berupa kerikil hasil disintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu dengan besar butir 5 mm. Kerikil, dalam penggunaanya harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. Butir-butir keras yang tidak berpori serta bersifat kekal yang artinya tidak pecah karena pengaruh cuaca seperti sinar matahari dan hujan.
2. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%, apabila melebihi maka harus dicuci lebih dahulu sebelum menggunakannya.
3. Tidak boleh mengandung zat yang dapat merusak batuan seperti zat-zat yang reaktif terhadap alkali.

4. Agregat kasar yang berbutir pipih hanya dapat digunakan apabila jumlahnya tidak melebihi 20% dari berat keseluruhan

2.2.4 Anti Striping Agent



Gambar 2.1 Anti Striping Agent

Anti striping agent merupakan additive yang diciptakan sebagai bahan yang bertujuan untuk meningkatkan ikatan Hot Mix terhadap agregat asam dan kerusakan dari air dan meningkatkan nilai stabilitas pada aspal . Anti striping agent berguna juga untuk memperpanjang pelapisan Hot Mix. Anti striping agent sudah mengalami pengujian oleh Balai Pengujian Litbang Jalan dan Jembatan Kementrian dengan Batas Penggunaan 0.03% dari kadar aspal.

2.2.5 Bahan Pengisi

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 harus bebas dari semua bahan yang tidak dikehendaki. Bahan pengisi harus terdiri dari bahan yang lolos saringan ukuran 0,28 mm atau No.50 paling sedikit 95 %. Bahan pengisi harus kering dan bebas gumpalan-gumpalan dan bila duji menggunakan analisis saringan dengan cara pencucian sesuai dengan SNI 03-4142-1996 harus minimum 75 % (dianjurkan minimum 85%) lolos saringan 0.075 mm. Kapur tohor dapat digunakan sebagai bahan pengisi dengan proporsi maksimum 1 % terhadap bera total campuran.

Filler adalah agregat mikro yang pada prinsipnya lolos saringan No.200 (0.075 mm). Biasanya filler yang digunakan adalah abu batu atau batu kapur karena umumnya lebih ekonomis. Fungsi filler adalah untuk meningkatkan viskositas dari bitumen dan mengurangi kepekaan terhadap temperature, serta memberikan keuntungan bahwa sebageaian besar filler di serap oleh bitumen sehingga meningkatkan volumenya. Tetapi bila ada terlalu banyak filler, cenderung menghasilkan campuran yang getas dan mudah retak, bila terlalu rendah akan menghasilkan campuran yang terlalu rendah akan menghasilkan campuran yang terlalu rendah akan menghasilkan campuran yang terlalu lunak pada cuaca panas.

2.2.6 Aspal

Aspal di defenisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperature ruang berbentuk padat. Jika dipanaskan sampai suatu temperature

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 saat penyemprotan /penyiraman pada perkerasan macan atau peleburan. Jika temperature mulai turun ,aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya, sebagai , sebagai salah satu komponen kecil, umumnya hanya 4-10 % berdasarkan berat atau 10-15% berdasarkan volume, tetapi merupakan komponen yang relative mahal.

Aspal yang umum digunakan berasal dari salah satu hasil proses Destilasi minyak bumi dan disamping itu mulai banyak pula di pergunakan aspal alam yang berasal dari pulau Buton. Aspal minyak yang di pergunakan untuk konstruksi perkerasan jalan merupakan proses hasil residu dari destilasi minyak bumi, sering disebut sebagai aspal beton dan memberikan lapisan kedap air ,serta tahan terhadap pengaruh asam, basa dan garam. Ini berarti jika dibuatkan lapisan dengan mempergunakan aspal sebagai bahan dengan mutu yang baik dapat memberikan lapisan kedap air dan tahan dengan pengaruh cuaca dan reaksi kimia yang lain.

a. Jenis Aspal

Berdasarkan cara diperolehnya aspal dapat di bedakan atas:

1. Aspal Alam ,di bedakan atas:
 - a. Aspal Gunung contohnya aspal dari pulau Buton.
 - b. Aspal Danau contohnya aspal dari Bermudez, Trinidad.
2. Aspal Buatan, dibedakan atas :
 - a. Aspal Minyak, merupakan hasil penyulingan minyak bumi

b. Tar merupakan hasil penyulingan batu bara.

b. Aspal minyak

Aspal minyak dengan bahan dasar aspal dapat dibedakan :

1. Aspal keras/panas adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan panas. Aspal ini berbentuk pada keadaan penyimpanan (temperature ruang). Aspal semen pada temperature ruang (25%-30%) berbentuk padat aspal semen terdiri beberapa jenis tergantung dari aspal semen dapat dilakukan nilai penetrasi pada temperature 25° C ataupun berdasarkan nilai Viskositasnya .

Di Indonesia aspal semen biasanya di bedakan berdasarkan nilai pentrasinya, yaitu:

1. AC pen 40/50, yaitu AC dengan penetrasi antara 40-50
 2. AC pen 60/70 , yaitu AC dengan penetrasi antara 60-70
 3. AC pen 85/100 , yaitu AC dengan penetrasi antara 85-100
 4. AC pen 120/150, yaitu AC dengan penetrasi antara 120-150
 5. AC pen 200/300, yaitu AC dengan penetrasi antara 200-300
2. Aspal Dingin cair adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan dingin .Aspal cair merupakan campuran antara aspal semen dengan bahan pencair dari hasil penyulingan minyak bumi, dengan demikian aspal dengan berbentuk cair dalam temperature ruang.
 3. Aspal Emulsi adalah aspal yang disediakan dalam bentuk Emulsi, dapat digunakan dalam keadaan dingin ataupun panas. Aspal ini merupakan

campuran aspal dengan air bahan pengemulsi, berdasarkan muatan listrik yang dikandung, aspal Emulsi dapat dibagi:

- a. Kationik disebut juga aspal Emulsi Asam, merupakan aspal emulsi yang bermuatan arus listrik positif.
- b. Anionik disebut juga Aspal Emulsi Alkali, merupakan emulsi yang bermuatan negatif.
- c. Nonionik merupakan Aspal Emulsi yang tidak mengalami ionisasi.

c. Sifat Aspal

Aspal yang dipergunakan pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai:

- a. Bahan pengikat yang memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara aspal itu sendiri.
- b. Bahan pengisi, mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri. Berdasarkan uraian tersebut di atas berarti aspal haruslah mempunyai daya tahan (tidak cepat rapuh) terhadap cuaca, mempunyai adhesi dan kohesi serta sifat elastis yang baik. Sifat-sifat yang dimiliki aspal antara lain:

1. Daya tahan aspal

Daya tahan aspal disandarkan pada daya tahan lama terhadap perubahan sifatnya apabila mengalami "processing" dan juga pengaruh cuaca. Semuanya ini berpengaruh terutama terhadap pengerasan sesuai dengan jalannya waktu.

Faktor-faktor yang menyebabkan pengerasan ini yang sesuai dengan jalannya waktu antara lain:

1. Oksidasi

Adalah reaksi oksigen dengan aspal, proses ini tergantung dari sifat aspal dan temperaturnya. Oksidasi akan membrikan suatu lapisan film yang keras pada aspal itu.

2. Penguapan

Penguapan adalah evaporasi dari bagian-bagian yang lebih ringan dari aspal, karena aspal merupakan campuran persenyawaan hydrocarbon yang kompleks dan mempunyai perbedaan berat molekul yang besar, mengakibatkan kerasnya dan kadang menjadi lunaknya aspal tadi.

2.3 Pembuatan Campuran Beraspal Panas

2.3.1 Teori Umum

Pembuatan rancangan campuran harus mengikuti ketentuan spesifikasi untuk menjamim agar kadar aspal, rongga udara, stabilitas, kelenturan, dan keawetan dapat dipenuhi. Perlu diperhatikan bahwa metode perencanaan campuran beraspal yang direncanakan pada ketentuan kepadatan agregat maksimum umumnya tidak akan menghasilkan campuran yang memenuhi persyaratan dalam spesifikasi. Pengujian campuran di laboratorium harus dilaksanakan dalam tiga (3) langkah dasar yaitu:

1. Memperoleh gradasi agregat yang sesuai.
2. Membuat campuran rencana.

3. Memperoleh persetujuan campuran rencana sebagai rencana campuran kerja.

Beberapa hal yang harus dipersiapkan untuk memenuhi proses perencanaan campuran beraspal panas adalah sebagai berikut:

1. Data-data hasil pengujian;
2. Spesifikasi campuran;
3. Penyesuaian gradasi campuran dengan spesifikasi;
4. Penentuan gradasi agregat gabungan;
5. Perkiraan kadar aspal rencana;

2.3.2 Penggabungan Agregat

Penggabungan agregat adalah pencampuran dari agregat halus dan kasar yang mempunyai sifat berbeda sehingga menjadi satu campuran homogen dan mempunyai susunan butir sesuai yang kita rencanakan ataupun sesuai dengan standar yang kita inginkan. Penggabungan agregat yang digunakan dalam percobaan penelitian ini adalah dengan cara penggabungan diagonal.

Cara diagonal bukan satu-satunya cara dalam penyelesaian untuk penggabungan agregat. Masih banyak cara atau alternative yang dipilih antara lain cara matriks ataupun cara grafis. Cara-cara tersebut hanyalah merupakan alat bantu untuk penyesuaiannya dilakukan dengan cara *Trial and Error*. Tujuan dari penggabungan ini adalah untuk mencampur semua bahan agregat dan aspal yang mempunyai sifat-sifat berbeda menjadi satu campuran yang homogen dan susunan butirannya sesuai dengan spesifikasi campuran.

2.3.3 Perhitungan Kadar Aspal Rencana Campuran

Kadar aspal total dalam campuran aspal adalah kadar aspal efektif untuk melapisi butir-butir agregat, mengisi pori antara agregat serta ditambah aspal yang akan terserap masuk kedalam pori masing-masing butir agregat.

$$P_b = 0.035 (\% CA) + 0.045 (\% FA) + 0.18 (\% FF) + k$$

Dimana: P_b = Kadar aspal rencana adalah % terhadap berat campuran

CA = Agregat Kasar, % terhadap agregat kasar

FA = Agregat Halus, % terhadap agregat halus

FF = Bahan pengisi (Filler)

K = Konstanta, untuk laston 0.5-1.0 dan lataston 2.0-3.0

2.3.4 Perencanaan Kebutuhan Bahan Campuran

Perencanaan campuran adalah prosedur kegiatan untuk menentukan proporsi (dalam batas-batas spesifikasi) material yang merupakan toleransi campuran agar tercapai kinerja campuran yang optimum. Prosedur *mix design* termasuk mempertimbangkan faktor ekonomi dan lingkungan. Metode rancangan yang paling banyak digunakan di Indonesia adalah metode rancang campuran berdasarkan pengujian empiris dengan menggunakan alat uji Marshall. Sasaran dan tujuan dari perencanaan campuran aspal adalah :

1. Kandungan aspal cukup, untuk menjamin tahan terhadap durabilitas;

2. Stabilitas cukup, untuk menjamin ketahanan terhadap deformasi akibat beban kendaraan;
3. Kandungan rongga cukup, untuk memberi kesempatan pemadatan akibat beban kendaraan;
4. Cukup mudah dikerjakan, sehingga efektif saat dihamparkan tanpa terjadi segregasi.

Perencanaan campuran dilakukan setelah penggabungan agregat baik secara diagonal, cara matriks ataupun dengan cara Trial and Error, maka komposisi bahan campuran seperti CA, MA, FA, Anti Striping Agent dan aspal yang akan digunakan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

1. Berat aspal terhadap campuran

$$\text{Kadar aspal total} = \% \text{ Aspal terhadap campuran} \times \text{berat sampel}$$

2. Berat agregat = $\frac{(100\% - \text{kadar Aspal})}{\text{BJ Agregat}} \times \text{berat agregat}$

Rumus untuk mencari berat agregat dalam campuran dihitung berdasarkan presentase masing-masing agregat dalam campuran tersebut berdasarkan penggabungan agregat baik secara diagonal, matriks atau cara *Trial and Error*.

3. Berat aspal terhadap agregat = Berat kering x $\frac{\text{BJ Aspal}}{\text{Berat Agregat}}$

2.3.5 Pembuatan Benda Uji Marshall

a. Peralatan Pembuatan Benda Uji Marshall

1. Dua buah cetakan benda uji dari logam yang berdiameter 10,16 cm dan tinggi 7.62 cm lengkap dengan plat alas;
2. Mesin penumbuk manual atau otomatis lengkap dengan:
 - a. Penumbuk yang mempunyai permukaan tumbuk rata yang berbentuk silinder, dengan berat 4.536 kg dan tinggi jatuh bebas 45.7 cm;
 - b. cm dan dijangkarkan pada lantai beton di keempat bagian sudutnya; Landasan pematat terdiri dari balok kayu (jati atau yang sejenis) berukuran 20.32 x 20.32 x 45,72 cm dilapisi dengan pelat baja berukuran 30,48 x 30.48 x 2.5
3. Alat pengukuran benda uji:

Untuk mengeluarkan benda uji yang sudah dipadatkan dari dalam cetakan benda uji dipakai sebuah alat ekstruder yang berdiameter 10 cm;

 - a. Alat Marshall lengkap dengan:
 1. Kepala penekan berbentuk lengkung;
 2. Cincin penguji kapasitas 2500 kg dan atau 5000 kg, dilengkapi arloji tekan dengan ketelitian 0.0025 mm;
 3. Arloji pengukur air dengan ketelitian 0.25 mm beserta perlengkapannya;

- b. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu yang mampu memanasi sampai 200°C ($\pm 3^{\circ}\text{C}$);
- c. Bak perendam dilengkapi dengan pengatur suhu mulai $20\text{-}60^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1^{\circ}\text{C}$);
- d. Timbangan yang dilengkapi dengan penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0.1 gram dan timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gram;
- e. Pengukur suhu logam (metal thermometer) berkapasitas 250°C dan 100°C dengan ketelitian 1% dari kapasitas;

Perlengkapan lain:

1. Panci-panci untuk memanaskan agregat, aspal dan campuran aspal;
2. Sendok pengaduk dan spatula;
3. Kompor atau pemanas;
4. Sarung tangan dari asbes, sarung tangan dari karet dan pelindung pernapasan

b. Bahan pembuatan benda uji

1. Aspal penetrasi 40/50
2. Agregat CA, MA, FA
3. Anti Striping Agent
4. Gas elpiji atau minyak tanah
5. Filter yang terbuat dari kertas dengan ukuran diameter dalam cetakan

c. Persiapan Benda Uji

Persiapan benda uji meliputi:

1. Keringkan agregat pada suhu 105-110 °C minimum selama 4 jam, keluarkan dari alat pengering dan tunggu sampai beratnya tetap;
2. Pisah-pisahkan agregat ke dalam fraksi-fraksi yang dikehendaki dengan cara penyaringan;
3. Panaskan aspal sampai mencapai tingkat kekentalan yang disyaratkan baik untuk pekerjaan pencampuran maupun pemadatan seperti tabel berikut;

d. Pencampuran dilakukan sebagai berikut:

1. Untuk setiap benda uji diperlukan agregat sebanyak ± 1200 gram sehingga menghasilkan tinggi benda uji kira-kira $63,5 \text{ mm} \pm 1,27 \text{ mm}$.
2. Panaskan panci pencampur beserta agregat kira-kira $28 \text{ }^\circ\text{C}$ di atas suhu pencampuran untuk aspal padat; bila menggunakan aspal cair pemanasan sampai $14 \text{ }^\circ\text{C}$ di atas suhu pencampuran.
3. Tuangkan aspal yang sudah mencapai tingkat kekentalan seperti sebanyak yang di butuhkan ke dalam agregat yang sudah dipanaskan tersebut kemudian aduklah dengan cepat pada suhu sesuai sampai aggregate terselimuti aspal secara merata.

e. Pemadatan, dilakukan sebagai berikut:

1. Bersikan perlengkapan cetakan benda uji serta bagian muka penumbuk seksama dan panaskan sampai suhu antara $93,3 \text{ }^\circ\text{C}$ - $148,9 \text{ }^\circ\text{C}$

2. Letakkan cetakan diatas landasan pemadatan tahan dengan pemegang cetakan.
3. Letakkan selebar sering atau kertas pengisap yang sudah digunting menurut ukuran cetakan ke dalam dasar cetakan.
4. Masukkan seluruh campuran ke dalam cetakan dan tusuk-tusuk campuran keras-keras dengan spatula yang dipanaskan sebanyak 15 kali keliling pinggiranya dan 10 kali bagian tengahnya.
5. Lakukan pemadatan dengan alat penumbuk sebanyak:
 - a. 75 kali tumbukan untuk lalu lintas Berat
 - b. 50 kali tumbukan unuk lalu lintas Sedang
 - c. 35 kali tumbukan untuk lalu lintas Ringan
6. Tinggi jatuh 457,2 mm selama pemadatan harus diperhatikan agar sumbu pemadat selalu tegak lurus pada cetakan.
7. Pelat alas berikut leher sambung dilepas dari cetakan yang berisi benda uji, kemudian cetakan yang berisi benda uji di balikkan dan dipasang kembali pelat alas berikut leher sambung pada cetakan yang dibalikkan tadi terhadap permukaan benda uji yang sudah dibalikkan ini tumbuklah dengan jumlah tumbukkan yang sama, sesuai.
8. Sesudah pemadatan, lepaskan keeping alas dan pasanglah alat pengeluar benda uji pada permukaan ujung ini.
9. Kemudian dengan hati-hati keluarkan dan letakkan benda uji diatas permukaan ujung nya.

10. Bila diperlukan pendinginan yang lebih cepat dapat dipergunakan kipas angin ataupun meja.

2.3.6 Pemeriksaan Volumetrik

1. Peralatan Analisis Volumetrik

- a. Jangka sorong untuk mengukur tebal benda uji
- b. Timbangan digital yang dilengkapi dengan penggantung benda uji kapasitas 2 kg
- c. Keranjang kawat dan wadah untuk menampung air
- d. Kain lap

2. Bahan Analisis Volumetrik

- a. Benda uji yang telah didinginkan pada suhu ruang selama ± 24 jam
- b. Air

3. Pelaksanaan Analisis Volumetrik

- a. Benda uji di bersihkan dari kotoran yang menempel dengan kuas
- b. Tebal benda uji dikur dengan menggunakan jangka sorong, minimal pengukuran adalah dengan melakukan dengan 3 titik pengukuran kemudian diambil rata-ratanya
- c. Benda uji ditimbang dengan menggunakan timbangan digital untuk mendapatkan berat kering benda uji
- d. Benda uji direndam dengan menggunakan wadah air selama kira-kira 24 jampada suhu ruang
- e. Benda uji diangkat dari dalam wadah perendaman

- f. Benda uji ditimbang dalam air dengan menggunakan timbangan digital yang dilengkapi dengan penggantung, keranjang kawat dan wadah penampung. Tujuan dari penimbangan ini adalah untuk mendapatkan berat benda uji dalam air
- g. Permukaan benda uji di lap dengan menggunakan kain sampai permukaannya
- h. Benda uji ditimbang, untuk memperoleh berat benda uji kering jenuh dari benda uji
- i. Benda uji yang sudah dianalisis volumetriknya diletakkan pada permukaan yang rata.

2.3.7 Pengujian Marshall

a. Peralatan uji Marshall

1. Satu set alat uji Marshall
2. Pemanas air yang dilengkapi dengan pengatur temperatur, temperatur pemanasan adalah $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$

b. Benda uji Marshall

1. Benda uji Marshall
2. Oli

c. Pelaksanaan pengujian Marshall

1. Pemanas air dihidupkan kemudian atur temperature pemanasan pada pemanas air dengan suhu tetap $60\text{ }^{\circ}\text{C}$

2. Masukkan benda uji secara berurutan sesuai dengan kadar aspal atupun variasi bahan tambah campuran kedalam pemanas air kira-kira selama 30 menit.

Catatan: Sebaiknya sewaktu memasukan benda uji kedalam air tidak dilakukan secara bersamaan, melainkan diberi selang waktu antara 3-5 menit untuk lebih memudahkan dan koreksi terhadap lamanya proses perendaman

3. Benda uji dikeluarkan dari pemanas air, kemudian dilap dengan kain;
4. Oleskan oli pada permukaan alat penekan uji Marshall dengan menggunakan kuas;
5. Letakkan benda uji tersebut pada bagian bawah alat penekan uji Marshall
6. Pasang bagian atas alat penekan uji Marshall di atas benda uji dan letakkan seluruh alat uji Marshall beserta benda uji yang akan di tes Marshall pada mesin uji Marshall;
7. Pasang arloji pengukur kelelahan pada kedudukanya diatas salah satu batang penuntun;
8. Kepalah penekan bersama benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji;
9. Atur kedudukan jarum arloji stabilitas dan arloji kelelahan ke posisi angka nol;
10. Berikan pembebanan hingga jarum jam stabilitas berputar searah jam;
Pembacaan stabilitas dan kelelahan dibaca secara bersamaan saat jarum stabilitas mulai bergerak melawan arah jarum jam;

11. Catatlah hasil pembacaan stabilitas dan kelelehannya;
12. Kemudian turunkan dongkrak pembebanan, benda uji yang sudah diuji dengan alat Marshall dikeluarkan;

2.4 Berat isi atau kepadatan.

Nilai berat isi diperoleh dengan rumus yaitu:

$$\text{Berat isi atau kepadatan} = \frac{\text{Berat sampel kering}}{\text{Volume sampel}}$$

2.5 Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan lapis perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk. Nilai stabilitas menggambarkan kemampuan dari lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan tetap seperti gelombang, alur dan *bleeding*. Dalam pengujian stabilitas, benda uji dikondisikan dalam keadaan panas ± 60 °C, pembacaan dinyatakan dalam satuan Kilogram (Kg). Untuk campuran lapis aspal dengan beban lalu lintas berat, stabilitas dibatasi minimal 800 kg.

2.6 Kelelehan

Kelelehan plastis menunjukkan tingkat kelenturan plastis lapisan perkerasan. Nilai kelelehan plastis besar, akibatnya apabila pada konstruksi terjadi pembebanan lalu lintas maka badan jalan akan melendut. Nilai kelelehan dinyatakan dalam millimeter (mm), berdasarkan had

2.7 Rongga terhadap campuran

Volume total udara berada diantara partikel agregat yang terselimuti aspal dalam suatu campuran yang telah dipadatkan. Rongga terhadap campuran dinyatakan dalam persen (%). Nilai rongga terhadap campuran dipengaruhi oleh berat jenis bahan agregat (Agregat Kasar, Agregat sedang, Agregat halus) yang digunakan dalam campuran tersebut. Nilai rongga terhadap campuran diperoleh:

$$\text{Rongga terhadap campuran} = 100 - \frac{\% \text{ aspal} \times \text{berat isi sampel}}{\text{BJ agregat}}$$

2.8 Rongga terisi aspal

Bagian dari rongga yang berada diantara mineral agregat yang terisi kandungan aspal efektif dan dinyatakan dalam persen terhadap rongga terisi aspal. Rongga terisi aspal tidak termasuk aspal yang terserap agregat. Nilai rongga terisi aspal dipengaruhi oleh bentuk butiran agregat yang digunakan, karena akan mempengaruhi jumlah rongga yang akan diisi oleh aspal. Nilai rongga terisi aspal diperoleh dengan rumus;

$$\text{Rongga terisi aspal} = \frac{100 \times \text{Volume aspal}}{\text{VMA}}$$

2.9 Rongga terhadap Agregat

Rongga antara partikel agregat pada campuran padat beraspal yang telah dipadatkan. Rongga terhadap agregat dinyatakan dalam persen terhadap volume total. Rongga terhadap agregat dihitung berdasarkan berat jenis agregat curah dan

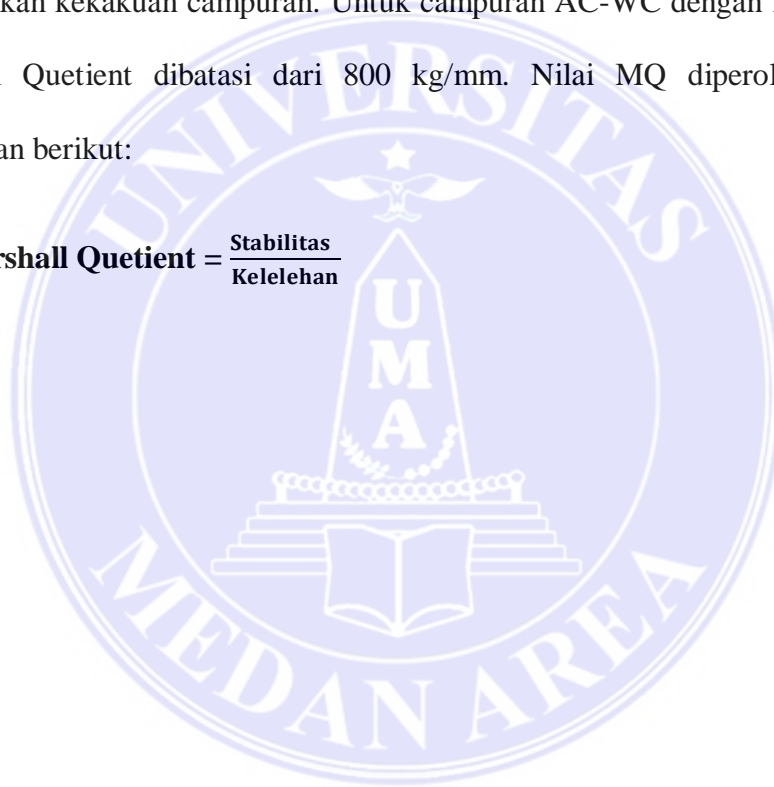
dinyatakan dalam presentase dari volume curah campuran padat. Nilai VMA dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{Rongga terisi agregat} = 100 - \text{Volume agregat}$$

2.10 Marshall Quotient

Marshall Quotient merupakan hasil bagi stabilitas dengan keelehan yang menunjukkan kekakuan campuran. Untuk campuran AC-WC dengan lalu lintas padat, Marshall Quotient dibatasi dari 800 kg/mm. Nilai MQ diperoleh berdasarkan persamaan berikut:

$$\text{Marshall Quotient} = \frac{\text{Stabilitas}}{\text{Kelelahan}}$$



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Data tersebut diolah untuk mendapatkan suatu hasil perbandingan dengan syarat-syarat yang ada. Penyelidikan eksperimen dapat dilaksanakan didalam ataupun diluar laboratorium. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan zat additive anti striping agent dapat meningkatkan nilai stabilitas pada aspal penetrasi 40/50

3.2 Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Jalan Raya PT. Adhi Karya (Persero) Tbk Base Camp Pasar V Patumbak, Medan, Sumatera Utara.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilaksanakan dengan metode eksperimen terhadap beberapa benda uji dari berbagai kondisi perlakuan yang duji di laboratorium. Untuk beberapa hal pada pengujian bahan, digunakan data sekunder yang dikarenakan penggunaan bahan dan sumber yang sama . Jenis data penelitian ini dikelompokan menjadi 2 yaitu data primer dan data sekunder

3.3.1 Data Primer

Data primer adalah data yang di kumpulkan secara langsung melalui serangkaian kegiatan percobaan yang dilakukan sendiri dengan mengacu pada petunjuk manual yang ada, misalnya dengan mengadakan penelitian atau pengujian secara langsung. Dalam penelitian ini data primer adalah hasil penelitian uji Marshall.

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung (didapat dari penelitian) untuk bahan/jenis yang sama dan masih berhubungan dengan penelitian.

3.4 Bahan dan Peralatan Penelitian

Sebelum pembuatan benda uji untuk pengujian dengan alat Marshall, maka terlebih dahulu perencanaan campuran. Perencanaan campuran ini meliputi persiapan bahan, pemeriksaan bahan, sampai perhitungan komposisi bahan yang digunakan dalam setiap benda uji.

3.4.1 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat kasar

1. Persiapan sampel / bahan:

Agregat yang tertahan saringan no. 4 diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat, sebanyak kira-kira 5 kg.

2. Prosedur Pemeriksaan

- a. Cuci sampel untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat
- b. Keringkan sampel dalam oven pada suhu 110°C sampel berat tetap
- c. Keringkan sampel pada suhu kamar selama 1-3 jam kemudian timbang dengan ketelitian 0.1 gram
- d. Rendam sampel dalam air pada suhu kamar selama 24 jam
- e. Keluarkan sampel dari air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang (SSD) untuk yang besar pengeringan harus satu persatu.
- f. Timbang sampel kering satu persatu
- g. Timbang sampel dari dalam keranjang, guncangkan agregat untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya di dalam air (Ba), ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standart 25 °C.

3.4.2 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

1. Persiapan sampel / bahan

Agregat yang lolos pada saringan no. 4 diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat sebanyak kira-kira 1 kg

2. Prosedur Pemeriksaan:

- a. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu (110 ± 5) °C sampai berta tetap
- b. Dinginkan pada suhu ruang, kemudian rendam dalam air selam 24 jam

- c. Buang air rendaman hati-hati jangan ada butiran yang hilang, tebarkan agregat di atas talam, keringkan diudara panas dengan cara membalik-balikan benda uji
- d. Periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisikan benda uji kedalam kerucut terpancung, padatkan dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali dengan 3 lapis Segera setelah tercapai keadaan kering permukaan jenuh 500 gram benda uji kedalam pignometer
- e. Masukkan air suling hingga mencapai 90% isi pignometer putar sambil diguncang sampai titik terlihat gelembung udara didalamnya
- f. Untuk mempercepat proses dapat dilakukan dengan menggunakan alat vacuum atau pompa hampas udara
- g. Rendam piknometer dalam air hingga mencapai suhu standart 25 °C
- h. Tambahkan air sampai tanda batas
- i. Timbang piknometer berisi air dengan benda uji sampai ketelitian 0.1 gram (Bt)
- j. Keluarkan benada uji, keringkan dalam oven dengan suhu (110 °C±5) °C sampai berat tetap, kemudian dinginkan benda uji tersebut dalam desikator
- k. Setelah dingin lalu timbang benda uji tersebut (BK)
- l. Tentukan berat piknometer berisi air penuh dan ukur suhu air guna menyesuaikan suhu standart yaitu 25 °C

3. Perhitungan

a. BJ (*bulkspecific gravity*) = $\frac{BK}{BJ-Ba}$

b. SSD (*satured surface dry*) = $\frac{BJ}{BJ-Ba}$

c. Ba (*apparent specific gravity*) = $\frac{Bk}{Bk-Ba}$

d. Penyerapan = $\frac{BJ-Bk}{Bk} \times 100 \%$

3.4.3 Pemeriksaan Analisa Agregat Kasar, Sedang, dan Halus

1. Persiapan sampel / bahan

- a. Agregat halus sebanyak 1000 gram
- b. Agregat sedang sebanyak 1500 gram
- c. Agregat halus sebanyak 2000 gram

2. Prosedur Pemeriksaan

- a. Sampel dikeringkan dalam oven pada suhu ($100\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5$) sampai berat tetap
- b. Saring sampel lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas
- c. Saringan diguncang dengan mesin selama 15 menit atau secara manual menggunakan tangan.

3. Perhitungan

Hitungan presentase berat sampel yang tertahan diatas masing-masing saringan terhadap berat total sampel.

3.4.4 Perencanaan Campuran Beraspal

1. Data-data hasil pengujian
 - a. Mengumpulkan data-data hasil pengujian bahan, yaitu agregat kasar, sedang, dan halus, Zat additive anti striping Agent dan Aspal
 - b. Menyiapkan data gradasi agregat kasar, sedang, halus dan Zat additive Anti Stripin Agent.
2. Penentuan Proporsi Zat Additive Anti Striping Agent Terhadap Agregat halus Sampel dibuat dengan kadar aspal yang telah dihitung dengan rumus untuk variasi Anti Striping Agent dalam campuran AC-WC dengan rincian sebagai berikut:
 - a. Dengan 0,5 % Zat additive Anti Striping Agent = 2 buah
 - b. Dengan 0.75 % Zat additive Anti Striping Agent = 2 buah
 - c. Dengan 1% Zat additive Anti Striping Agent = 2 buah
 - d. Dengan 1,5 % Zat additive Anti Striping Agent = 2 buahSehingga Total sampel 8 buah
3. Penggabungan Agregat

Pembuatan rencana dimulai dari penggabungan agregat, penggabungan gradasi agregat dalam campuran rencana menggunakan gradasi laston AC-WC dan harus disesuaikan dengan data hasil analisa saringan agregat. Cara penggabungannya dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan cara diagonal dan cara *Trial and Error*. Adapun hasil akhir yang diperoleh dari penggabungan agregat ini adalah presentase masing-masing dalam menentukan jumlah kebutuhan bahan campuran dalam pembuatan benda uji Marshall.

1. Menghitung Perkiraan Kadar Aspal Rencana

Kadar aspal tengah dapat dihitung dengan persamaan perkiraan kadar aspal rencana (P_b) dari persamaan:

$$P_b = 0,035 (\% CA) + 0,045 (\% FA) + 0,18 (\%FF) + k$$

Dimana : P_b = Kadar aspal rencana, adalah % terhadap berat campuran

CA= Agregat kasar, adalah % terhadap agregat kasar

FA= Agregat halus, adalah % terhadap agregat halus

FF= Bahan pengisi (Filler)

k = Konstanta untuk laston 0.5-1.0 dan lataston 2.0-3.0

2. Perhitungan Kebutuhan Bahan Campuran Berdasarkan Kadar Aspal Rencana

1. Kadar aspal rencana = % aspal terhadap campuran x berat sampel
2. Kebutuhan agregat = $(100\% - \% \text{ aspal}) \times \text{berat sampel}$, rumus untuk mencari berat agregat dalam campuran dihitung berdasarkan presentase masing-masing agregat dalam campuran tersebut berdasarkan penggabungan agregat baik secara diagonal, matriks atau cara *Trial and Error*.

3.5 Pembuatan Benda Uji

3.5.1 Peralatan Pembuatan Benda Uji Marshall

- a. 2 buah cetakkan benda uji dari logam yang berdiameter 10.16 cm dan tinggi 7.62 cm, lengkap dengan plat alas dan leher sambun
- b. Mesin penumbuk manual atau otomatis
- c. Alat pengukur benda uji untuk mengeluarkan benda uji dari cetakkan yang sudah dipadatkan
- d. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur temperature yang mampu memanaskan campuran sampai 200°C
- e. Timbangan digital yang dilengkapi dengan penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 2 kg dengan ketelitian 0.1 gram dan timbangan 5 kg dengan ketelitian 1 gram
- f. Pengukur suhu dari logam (metal thermometer) berkapasitas 10 °C sampai 200 °C
- g. Wadah untuk memanaskan agregat, aspal, dan campuran beraspal
- h. Sendok pengaduk dan pemanas aspal
- i. Kompor
- j. Sarung tangan untuk pelindung pernapasan atau masker
- k. Kantong plastic

3.5.2 Bahan Pembuatan Benda uji

- a. Aspal penetrasi 40 / 50
- b. Agregat CA, MA, FA

- c. Zat additive Anti Striping Agent
- d. Gas elpiji atau minyak tanah
- e. Filler yang terbuat dari kertas dengan ukuran diameter dalam cetakkan.

3.5.3 Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji

- a. Persiapan penggabungan benda agregat, hal-hal yang perlu dipersiapkan meliputi:

1. Kantong plastic diberi nama atau label sebagai tempat dari agregat yang akan di campur
2. Material dan agregat yang sudah sudah diayak sesuai ukuran proporsinya kemudian dimasukkan ke dalam kantong palstik
3. Siapkan Zat additive anti striping agent yang sudah diukur agar dengan mudah dilakukan pencampuran nantinya.

- b. Persiapan alat-alat, yang harus dilakukan meliputi:

1. Wajan dibersihkan dan ditimbang berat kering nya
2. Cetakkan dipanaskan kedalam oven pemanas dengan suhu $90^{\circ}\text{C} - 150^{\circ}\text{C}$

- c. Material yang sudah diayak digabungkan ke dalam wajan sesuai denga berat yang tertahan saringan yang didapat melalui kepadatan mutlak dan ditimbang berat agregat. Hal ini dapat dilakukan untuk setiap variasi

- d. Agregat yang sudah digabung, dipanaskan pada kompor gas dengan suhu antara $105^{\circ}\text{C} - 110^{\circ}\text{C}$

- e. Pencampuran agregat, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:

1. Memanaskan aspal samapai cair

2. Aspal yang sudah cair ditimbang dalam cawan yang kering sesuai dengan kadar aspal rencana
 3. Kemudian masukkan zat additive anti sripping agent yang sudah diukur beratnya ke dalam cawan yang berisi aspal rencana
 4. Setelah agregat mencapai suhu pemanasan, agregat tersebut dimasukkan kedalam cawan yang berisi aspal cair
 5. Panaskan campuran dengan api kecil sampai temperature rata, dengan suhu pencampuran tidak boleh melebihi 160 °C
- f. Persiapan alat pemadatan:
1. Spatula dipanaskan
 2. Cetakkan dikeluarkan dari dalam oven, gunkan sarung tangan atau kain pada saat mengangka cetakan untuk mengantisipasi luka bakar, cetakan diletakkan diatas pelat landasan pematat, kemudian letakkan filler pada landasan dalam cetakan.
- g. Pemadatan campuran beraspal



Gambar 3.1 Alat Pemadatan Benda uji

1. Pada saat suhu campuran sudah mencapai 155 ± 5 °C, lalu campuran tersebut diangkat dan dituang dalam cetakan menggunakan sendok pengaduk dan spatula, pada saat penuangan perlu diperhatikan bahwa material kasarnya berada dibawah dan diatas campuran, sedangkan material kasarnya berada ditengah campuran.
 2. Campuran dirojok atau diusuk-tusuk sebanyak 10 kali dibagian tengah dan 15 kali dibagian sisi dalam cetakan dengan menggunakan spatula. Setelah ditusuk-tusuk kemudian letakkan filler diatas campuran
 3. Pemadatan campuran dengan cara ditumbuk dengan alat penumbuk. Penumbukan dilakukan sebanyak 75 kali untuk lalu lintas berat, penumbukan dilakukan dengan cara menjatuhkan alat penumbuk keatas permukaan campuran
 4. Setelah satu sisi dipadatkan kemudian lepaskan leher sambung dari cetakan yang berisi benda uji dibalikkan dan dipasang kembali leher sambung cetakan tersebut
 5. Setelah dibalikkan kemudian sisi campuran tersebut ditumbuk kembali dengan alat penumbuk manual sebanyak 75 kali tumbukan.
- h. sesudah dilakukan pemadatan campuran, lepaskan pelat atas leher sambung. Letakkan benda uji pada tempat yang rata dan diamkan selama ± 10 menit untuk mengurangi benda uji. Karena jika benda uji langsung dikeluarkan dari cetakan dengan suhu yang masih panas, campuran akan runtuh akibat belum ada ikatan antara campuran tersebut. Benda uji sudah tidak terlalul panas, maka benda uji dapat dikeluarkan dengan menggunakan ekstruder.

- i. Setelah dikeluarkan letakan benda uji pada permukaan rata dan biarkan selama kira-kira 24 jam pada suhu ruang.

3.6 Pemeriksaan Volumetrik

3.6.1 Peralatan Analisa Volumetrik

- a. Jangka sorong untuk mengatur tebal benda uji
- b. Timbangan digital yang dilengkapi dengan penggantung benda uji berkapasitas 2 kg
- c. Keranjang kawat dan wadah untuk menampung air
- d. Kain lap

3.6.2 Bahan Analisis Volumetrik

- a. Benda uji yang sudah didinginkan selama ± 24 jam
- b. Air

3.6.3 Pelaksanaan Analisis Volumetrik

- a. Benda uji dibersihkan dari kotoran yang menempel dengan kuas
- b. Tebal benda uji diukur dengan menggunakan jangka sorong, minimalnya pengukuran adalah 3 titik kemudian diambil rata-ratanya
- c. Benda uji ditimbang dengan menggunakan timbangan digital, untuk mendapatkan berat benda kering benda uji
- d. Benda uji direndam dengan menggunakan wadah air selama kira-kira ± 24 jam dengan suhu ruang
- e. Benda uji diangkat dari dalam wadah perendaman

- f. Benda uji ditimbang dalam air, dengan menggunakan timbangan digital yang dilengkapi dengan penggantung, keranjang kawat, dan waktu, dan wadah penampungan, untuk memperoleh berat benda uji dalam air
- g. Permukaan benda uji dilap dengan kain sampai permukaannya jenuh
- h. Benda uji ditimbang untuk memperoleh berat SSD dari benda uji
- i. Benda uji yang sudah di analisis volumetriknya diletakkan pada permukaan yang rata

3.7 Pengujian Marshall



Gambar 3.2 Alat Marshall Test

3.7.1 Peralatan Uji Marshall

- a. Satu set alat uji marshall
- b. Pemanas air yang dilengkapi dengan pengatur temperatur, temperatur pemanasan $60^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$

3.7.2 Bahan Uji Marshall

- a. Benda uji marshall
- b. Oli

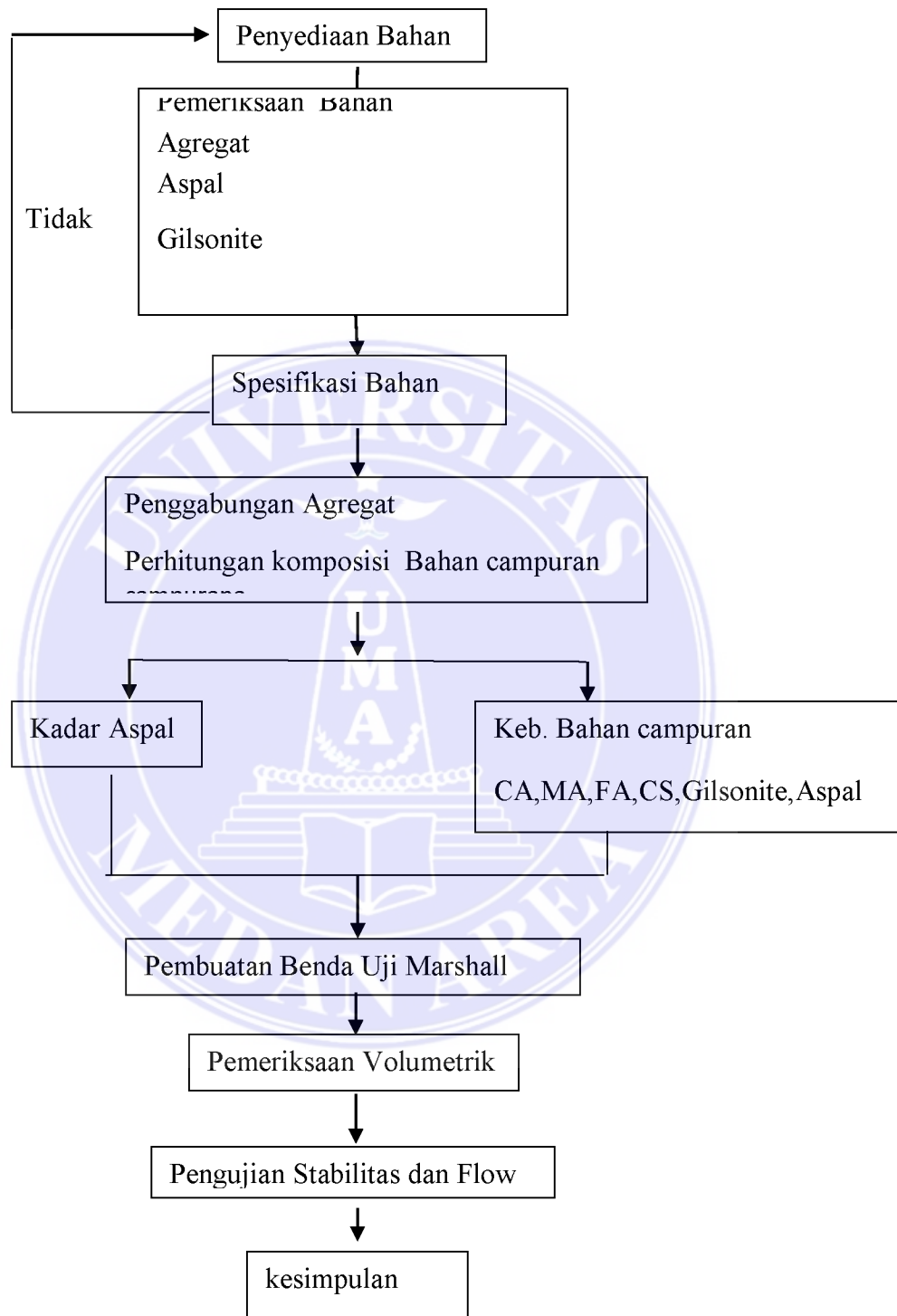
3.7.3 Pelaksanaan Pengujian Marshall

- a. Pemanas air dihidupkan temperaturnya diatur tetap 60°C, tunggu beberapa saat sampai lampu indicator mati (berarti air sudah mencapai suhu yang diinginkan)
- b. Masukkan benda uji satu persatu ke dalam waterbath, benda uji dibiarkan di dalam selama kira-kira 30-40 menit;
Catata: selang waktu dalam memasukkan benda uji kedalam waterbath diberi rentang 3-4 menit, selain untuk persiapan pengujian juga untuk mengurangi kekeliruan.
- c. Benda uji dikeluarkan dari dalam pemanas air, kemudian dilap dengan kain;
- d. Oleskan oli pada permukaan alat penekan uji marshall, dengan menggunakan kuas;
- e. Letakkan benda uji tersebut dibagian bawah alat penekan uji mershall;
- f. Pasang bagian atas alat penekan marshall diatas benda uji dan letakkan seluruh alat uji marshall beserta benda uji yang akan ditest marshall beserta benda uji yang akan ditest marshall ke mesin uji marshall;
- g. Pasang arloji pengukur kelelehan pada kedudukannya diatas salah satu batang penuntun;
- h. Kepala penekan bersama benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji;
- i. Atur kedudukan jarum arloji stabilitas dan arloji kelelehan ke posisi angka nol

- j. Berikan pembebanan hingga jarum jam stabilitas berputar searah jarum jam;
- k. Pembacaan stabilitas dan kelelahan dibaca secara bersamaan saat jarum stabilitas bergerak melawan arah jarum jam;
- l. Catatlah hasil pembacaan stabilitas dan kelelehannya;
- m. Kemudian turunkan dongkrak pembebanan, benda uji yang ditest dikeluarkan



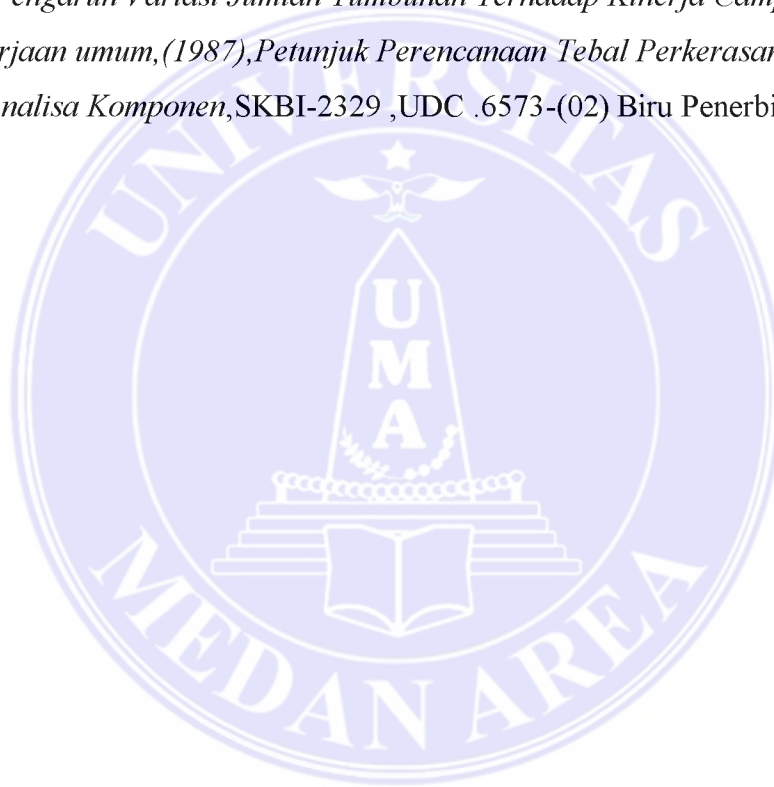
1.1 Alur Penelitian



1.1 Bagan Alir

DAFTAR PUSTAKA

- Silvi.s .(1999), *Perkerasan Lentur Jalan Raya*,Nova Bandung.
- Priyatno.B.(1999), *Perancangan Prasarana Jalan, Dalam Penataran Pelatian.*
Dosen Teknik Sipil Perguruan tinggi swasta Kopertis Wilayah VI,september 1999.
- Roberto D Krebs dan Richard D Walker, (1971), *Highway Hill,Inc.*
- AASHTO,(1993) *Guide For Design Of Pavement Struktur*,Wasington DC.
- Cakra,N, (2000) *Pengaruh Variasi Jumlah Tumbuhan Terhadap Kinerja Campur Beton Aspal.*
Department Pekerjaan umum,(1987),*Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan raya*
dengan Metode Analisa Komponen,SKBI-2329 ,UDC .6573-(02) Biru Penerbit.

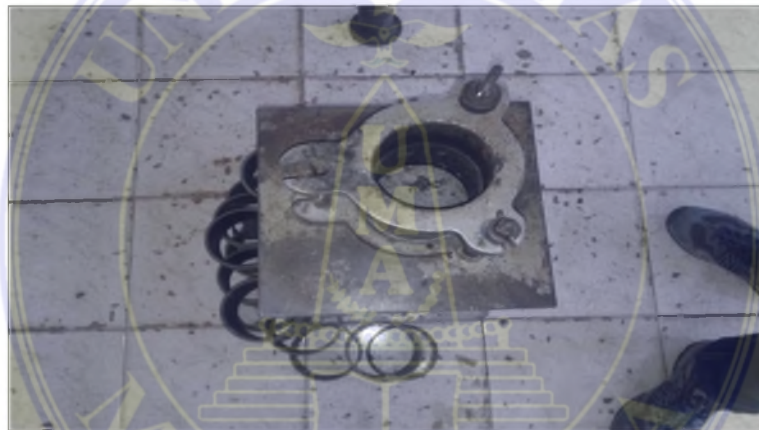


Gambar 1

Peralatan yang digunakan dalam praktikum



Saringan Agregat



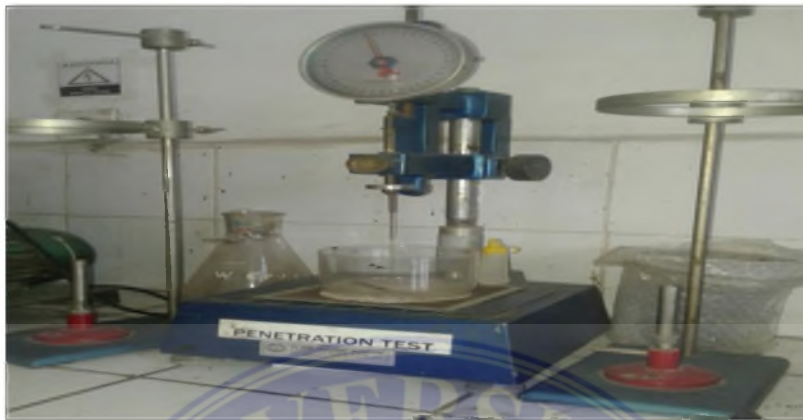
Cetakan Benda Uji



Penumbuk Benda uji

Gambar 1

Peralatan yang digunakan dalam praktikum



Penetration Test



Alat memasak benda uji



Marshall Test



Waterbath



Gambar 2

Bahan yang digunakan dalam praktikum



Natural Sand (Pasir)



Abu Batu



Medium Agregat



Coarse Agravat

