

SKRIPSI

**ANALISA PENGARUH VARIASI JUMLAH TUMBUKAN PADA
CAMPURAN ASPAL TERHADAP NILAI KARAKTERISTIK MARSHALL**

**Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Studi
Pada Program Studi Teknik Sipil Jenjang Strata I**

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Mataram



DISUSUN OLEH :

ISMAIL FAHMI

418110179

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

TAHUN 2022

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING
TUGAS AKHIR/SKRIPSI
ANALISA PENGARUH VARIASI JUMLAH TUMBUKAN PADA CAMPURAN
ASPAL TERHADAP NILAI KARAKTERISTIK MARSHALL

Disusun Oleh :

ISMAIL FAHMI
418110179

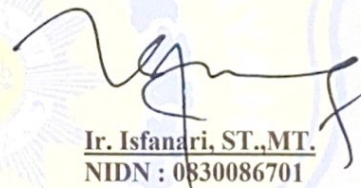
Mataram, 06 Juli 2022

Pembimbing I



Titik Wahyuningsih, ST.,MT.
NIDN : 0819097401

Pembimbing II



Ir. Isfanari, ST.,MT.
NIDN : 0830086701

Mengetahui,

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK



Dekan,

Wakil Dekan

Hirsan, ST.,MI

NIDN : 0804118001

Dr. Ir. M. Aslamy Rusyda, ST.,MT.

NIDN : 0824017501

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

**ANALISA PENGARUH VARIASI JUMLAH TUMBUKAN PADA CAMPURAN
ASPAL TERHADAP NILAI KARAKTERISTIK MARSHALL**

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh :

NAMA : ISMAIL FAHMI

NIM : 418110179

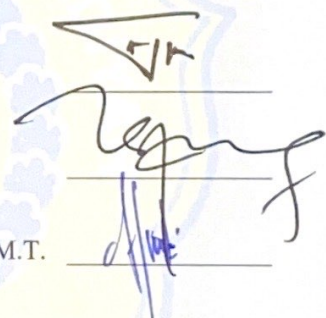
Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada hari Senin 18 Juli 2022

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

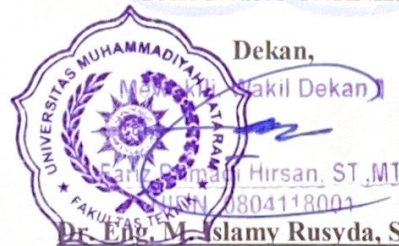
1. Penguji I : Titik Wahyuningsih, ST., MT.
2. Penguji II : Ir. Isfanari, ST., MT.
3. Penguji III : Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., M.T.



Mengetahui,

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

FAKULTAS TEKNIK



Dekan,
(Wakil Dekan)
Campus Mataram, Hirsan, ST., MT.
NIDN : 0804118001
Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT.

NIDN : 0824017501

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

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

“ANALISA PENGARUH VARIASI JUMLAH TUMBUKAN PADA CAMPURAN ASPAL TERHADAP NILAI *MARSHALL*”

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

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

Mataram, 28 Agustus 2022

Yang Membuat Pernyataan



Ismail Fahmi
418110179



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN
PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT**
Jl. K.H.A. Dahlan No.1 Telp.(0370)633723 Fax. (0370) 641906 Kotak Pos No. 108 Mataram
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : perpustakaan@ummat.ac.id

**SURAT PERNYATAAN BEBAS
PLAGIARISME**

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

Nama : ISMAIL FAHMI
 NIM : 418110179
 Tempat/Tgl Lahir : Kr. Genteng 05-04-2000
 Program Studi : TEKNIK SIPIL
 Fakultas : TEKNIK
 No. Hp : 087850429531
 Email : ~~ismail~~ mailfahmi0000@gmail.com

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

ANALISA PENGARUH VARIASI JUMLAH TUMBUHAN PADA CAMPURAN
 ASPAL TERHADAP NILAI KARAKTERISTIK MARSHALL

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

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

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

Mataram, 29 Agustus 2022
 Penulis



ISMAIL FAHMI
 NIM. 418110179

Mengetahui,
 Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



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

*pilih salah satu yang sesuai



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN
PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT

Jl. K.H.A. Dahlan No.1 Telp.(0370)633723 Fax. (0370) 641906 Kotak Pos No. 108 Mataram
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : perpustakaan@ummat.ac.id

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH

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

Nama : ISMAIL FAHMI
NIM : 410110179
Tempat/Tgl Lahir : Kr. Genteng 05-04-2000
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Fakultas : TEKNIK
No. Hp/Email : 087850420531
Jenis Penelitian : Skripsi KTI Tesis

Menyatakan bahwa demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Mataram hak menyimpan, mengalih-media/format, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Repository atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama *tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta* atas karya ilmiah saya berjudul:

ANALISA PENGARUH VARIASI JUMLAH TUMBUKAN PADA CAMPURAN
ASPAK TERHADAP NILAI KARAKTERISTIK MARSHALL

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.

Mataram, 29 Agustus.....2022
Penulis



ISMAIL FAHMI
NIM. 410110179

Mengetahui,
Kepala UPT, Perpustakaan UMMAT

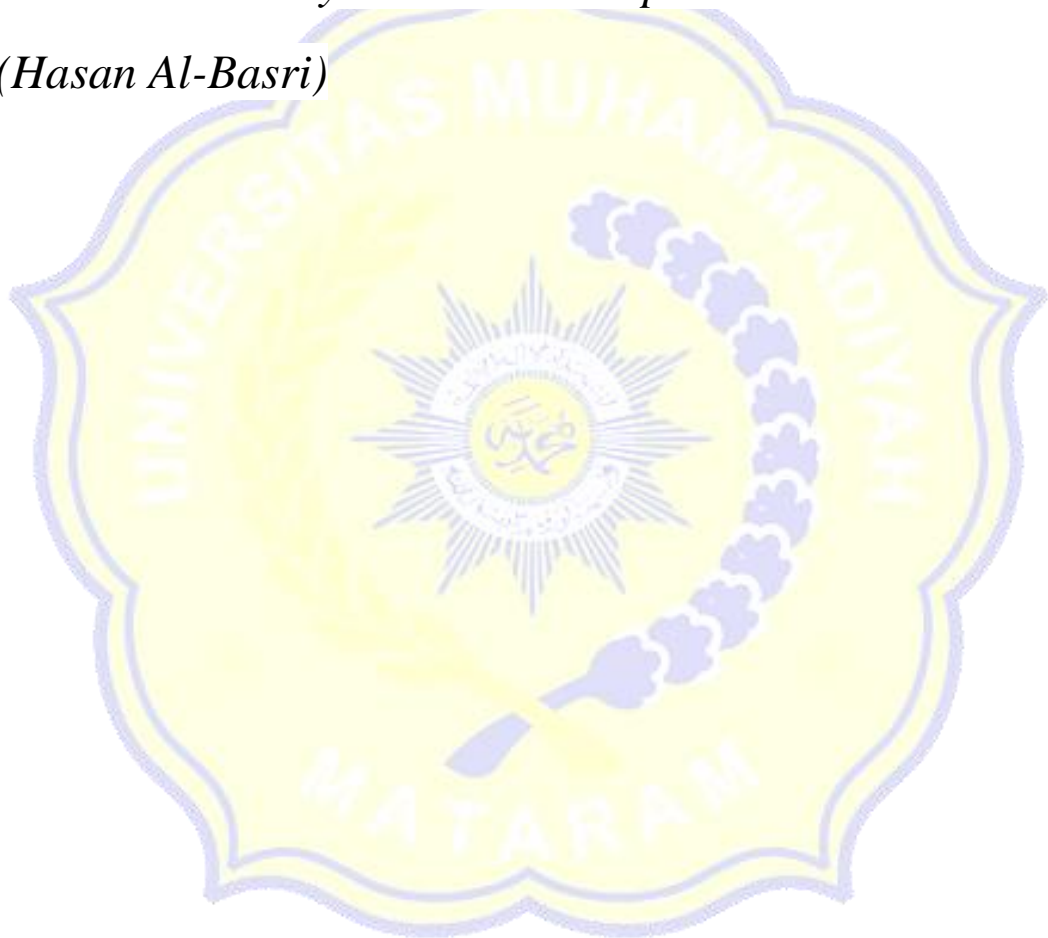


Iskandar, S.Sos., M.A.
NIDN. 0802048904

MOTTO

Barang siapa belajar sesuatu semata-mata karena Allah, mencari ilmu yang ada bersamanya, maka dia akan menang. Dan barang siapa yang belajar sesuatu karena selain Allah, maka dia tidak akan mencapai tujuannya, juga pengetahuan yang diperolehnya tidak akan membawanya lebih dekat kepada Allah.

(Hasan Al-Basri)



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa dan atas rahmat serta hidayahnya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Skripsi (Tugas Akhir) dengan judul “**Analisa Pengaruh Variasi Jumlah Tumbukan Pada Campuran Aspal Terhadap Nilai Karakteristik Marshall**”. Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan kelulusan guna mencapai gelar sarjana (S1) di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.

Mengingat keterbatasan penulis, penulis menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak sangat penulis harapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih yang tak terhingga disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan penulisan skripsi ini. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini bisa bermanfaat bagi pembaca.

Wassalamualaikum Wr. Wb

Mataram, Juli 2022

Ismail Fahmi

418110179

ABSTRAK

Jalan merupakan salah satu prasarana transportasi yang sangat dibutuhkan bagi kehidupan sehari-hari, sehingga dalam masa pelayanannya sangat diharapkan kondisi jalan tersebut memiliki keawetan sesuai umur rencananya, dan dapat memberikan pelayanan seperti keamanan dan kenyamanan bagi pemakai jalan tersebut. Faktor penyebab kerusakan jalan antara lain adalah karena proses pemadatan campuran beraspal dilakukan dilapangan tidak pada temperatur yang tepat dikarenakan tuntutan waktu pekerjaan ataupun lainnya, serta dalam proses pengangkutan campuran kemungkinan terjadi perubahan cuaca, misalnya gerimis, hujan atau perubahan suhu pada suatu daerah yang relatif dingin sehingga campuran beraspal tersebut bisa mengalami penurunan suhu. Evaluasi terhadap pemadatan sangat diperlukan untuk mengetahui keawetan dan kekuatan lapis perkerasan melalui parameter Marshall.

Pengujian ini dilakukan di laboratorium Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Provinsi Nusa Tenggara Barat. Variasi jumlah tumbukan yang digunakan pada penelitian ini adalah 2x65, 2x70, 2x75, 2x80 dan 2x85 tumbukan dengan tipe campuran LASTON AC-WC.

Dari hasil pengujian didapatkan Nilai stabilitas optimum pada variasi tumbukan 2x85, sedangkan nilai minimum terdapat pada variasi tumbukan 2x65. Seiring bertambahnya jumlah tumbukan semakin bervariasi nilai *flow*, Nilai Marshall Quotient optimum pada variasi tumbukan 2x85 sebesar 455 Kg/mm, sedangkan nilai minimum terdapat pada variasi tumbukan 2x65 sebesar 217 Kg/mm. Nilai VMA optimum terdapat pada tumbukan 2x65 sebesar 17,51 %, sedangkan nilai minimum terdapat pada tumbukan 2x85 sebesar 13,12 %. Nilai VIM tertinggi terdapat pada tumbukan 2x65 sebesar 8,09 %, sedangkan nilai minimum terdapat pada tumbukan 2x70 sebesar 2,87 %. Nilai VFA tertinggi terdapat pada tumbukan 2x70 sebesar 79,03 %, sedangkan nilai minimum terdapat pada tumbukan 2x65 sebesar 53,78 %.

Kata Kunci : Jalan, Variasi Tumbukan, Pemadatan, AC-WC, Marshall

ABSTRACT

The road is one of the transportation infrastructures needed for daily life, so during its service period, it is highly expected that the road condition has durability according to its planned age and can provide services such as security and comfort for road users. Factors causing road damage include the compaction process for the asphalt mixture is not carried out in the field at the right temperature due to work time demands or others. In transporting the mixture, there may be weather changes, for example, drizzle, rain, or changes in temperature in a relatively cold area so that the asphalt mixture can experience a decrease in temperature. Compaction evaluation is needed to determine the durability and strength of the pavement layer through Marshall parameters. This test was carried out in the laboratory of the Department of Public Works and Spatial Planning of West Nusa Tenggara Province. The different collisions with the LASTON AC-WC mixture type used in this investigation were 2x65, 2x70, 2x75, 2x80, and 2x85 collisions. According to the test results, the 2x85 collision variation had the highest stability value, whereas the 2x65 collision variation had the lowest value. The flow value changes with an increase in collisions. The Marshall Quotient has a maximum value of 455 Kg/mm in the 2x85 collision variation and the lowest value of 217 Kg/mm in the 2x65 collision variation. 2x65 collisions with a VMA value of 17.51% have the best performance, while 2x85 collisions with a value of 13.12% have the worst performance. The 2x65 collisions with 8.09% VIM value have the highest value, while the 2x70 collisions with 2.87% VIM value have the lowest value. The highest VFA value is found in 2x70 collisions of 79.03%, while the minimum value is found in 2x65 collisions of 53.78%.

Keywords: Road, Collision Variation, Compaction, AC-WC, Marshall



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS.....	iv
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	v
SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
MOTTO HIDUP	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkerasan Jalan	4
2.2 Lapisan Aspal Beton	5
2.3 Bahan Campuran Perkerasan	8
2.3.1 Agregat	8
2.3.1.1 Agregat Kasar	9
2.3.1.2 Agregat Halus.....	10
2.3.2 Bahan Pengisi Filler	10
2.3.3 Aspal.....	11
2.4 Gradasi	12
2.5 Karakteristik Campuran Beraspal	14
2.6 Pemadatan	16
2.6.1 Efek Dari Pemadatan	17
2.6.2 Pemadatan di Laboratorium	17
2.6.3 Penelitian Terdahulu	17
2.7 Sifat Volumetric Campuran Aspal Beton	22
2.8 Uji Marshall.....	25

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian	28
3.2 Alat Dan Bahan	28
3.3 Lokasi Penelitian	32
3.4 Tahap Penelitian	33
3.5 Tahap Pembuatan Benda Uji.....	33
3.6 Diagram Alir	36

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Material Benda Uji.....	37
4.2 Penentuan Gradasi Agregat	38

4.3	Perhitungan Campuran Dan Penentuan Kadar Aspal Optimum	
	<i>Rencana Asphalt Concrete – Wearing Course Untuk Menentukan KAO 40</i>	
4.4	Penentuan Proporsi Campuran Benda Uji <i>Asphalt Concrete</i> –	
	<i>Wearing Course</i>	43
4.5	Hasil Pengujian Marshall dengan Variasi Suhu Pencampuran	
	<i>Campuran Lapis Asphalt Concrete – Wearing Course</i>	44
4.5.1	VMA (<i>Void in Mineral Agregate</i>)	45
4.5.2	VFA (<i>Void Filled by Asphalt</i>)	46
4.5.3	VIM (<i>Void In Mix</i>)	47
4.5.4	Stabilitas (<i>Stability</i>)	49
4.5.5	MQ (<i>Marshall Quotient</i>)	50
4.5.6	Kelelahan Plastis (<i>Flow</i>)	51

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan	54
5.2	Saran	55
	Daftar Pustaka	56
	Lampiran	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku.....	5
Tabel 2.2 Syarat laston Bina Marga 2018.....	7
Tabel 2.3 Ketentuan agregat kasar.....	9
Tabel 2.4 Ketentuan agregat halus.....	10
Tabel 2.5 Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal.....	13
Tabel 2.6 Penelitian terdahulu.....	21
Tabel 3.1 Rincian variasi tumbukan dan banyak sampel.....	35
Tabel 4.1 Hasil pengujian aspal.....	37
Tabel 4.2 Hasil pengujian agregat kasar lolos saringan 3/8.....	37
Tabel 4.3 Hasil pengujian agregat kasar lolos saringan $\frac{3}{4}$	38
Tabel 4.4 Hasil pengujian agregat halus abu batu.....	38
Tabel 4.5 Persentase agregat campuran.....	39
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Marshall.....	40
Tabel 4.7 Proporsi Campuran Benda Uji.....	44
Tabel 4.8 Hasil pengujian VMA (<i>Void in Mineral Agregate</i>)/Rongga Dalam Mineral Agregat.....	45
Tabel 4.9 Hasil pengujian VFA (<i>Void Filled by Asphalt</i>)/ Rongga terisi aspal...	46
Tabel 4.10 Hasil pengujian VIM (<i>Void In Mix</i>)/ Rongga dalam campuran.....	48
Tabel 4.11 Hasil pengujian stabilitas.....	49
Tabel 4.12 Hasil pengujian Marshall Quotient.....	50

Tabel 4.13 Hasil pengujian *Flow*..... 51

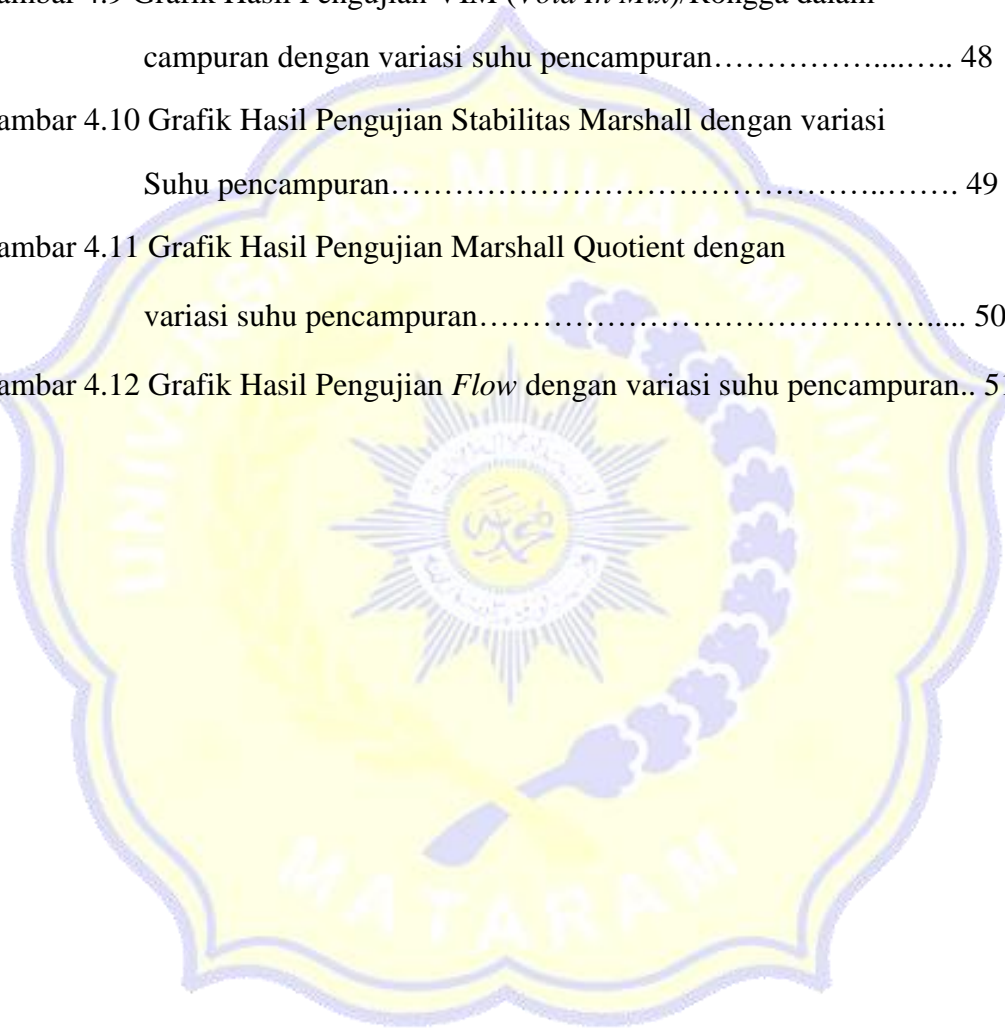
Tabel 4.14 Rekapitulasi variasi tumbukan..... 52



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Cetakan benda uji.....	28
Gambar 3.2 Alat penumbuk manual.....	29
Gambar 3.3 Alat pengeluaran benda uji.....	29
Gambar 3.4 Alat Marshall.....	30
Gambar 3.5 Bak perendam (<i>Water Bath</i>)	30
Gambar 3.6 Timbangan dengan ketelitian 0.1 gram.....	30
Gambar 3.7 Pengukur suhu dari logam (<i>Metal Thermometer</i>)	31
Gambar 3.8 Aspal Cair.....	31
Gambar 3.9 Agregat kasar.....	31
Gambar 3.10 agregat halus.....	32
Gambar 3.11 Air.....	32
Gambar 3.12 Lokasi Penelitian.....	33
Gambar 3.13 Bagan Alir Penelitian.....	36
Gambar 4.1 Grafik Persentase Gradasi Agregat	39
Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengujian VMA (<i>Void in Mineral Agregate</i>)/ Rongga Dalam Mineral Agregat.	41
Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian VFA (<i>Void Filled by Asphalt</i>)/Rongga Terisi Aspal.....	41
Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian VIM (<i>Void in The Mix</i>)/Rongga dalam campuran.....	42
Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian Stabilitas Marshall.....	42
Gambar 4.6 Grafik Perhitungan Kadar Aspal Optimum.....	43

Gambar 4.7 Grafik Hasil Pengujian VMA (<i>Void in Mineral Agregate</i>)/Rongga Dalam Mineral Agregat dengan variasi suhu pencampuran.....	46
Gambar 4.8 Grafik Hasil Pengujian VFA (<i>Void Filled by Asphalt</i>)/Rongga Terisi Aspal dengan variasi suhu pencampuran.....	47
Gambar 4.9 Grafik Hasil Pengujian VIM (<i>Void In Mix</i>)/Rongga dalam campuran dengan variasi suhu pencampuran.....	48
Gambar 4.10 Grafik Hasil Pengujian Stabilitas Marshall dengan variasi Suhu pencampuran.....	49
Gambar 4.11 Grafik Hasil Pengujian Marshall Quotient dengan variasi suhu pencampuran.....	50
Gambar 4.12 Grafik Hasil Pengujian <i>Flow</i> dengan variasi suhu pencampuran..	51



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 :

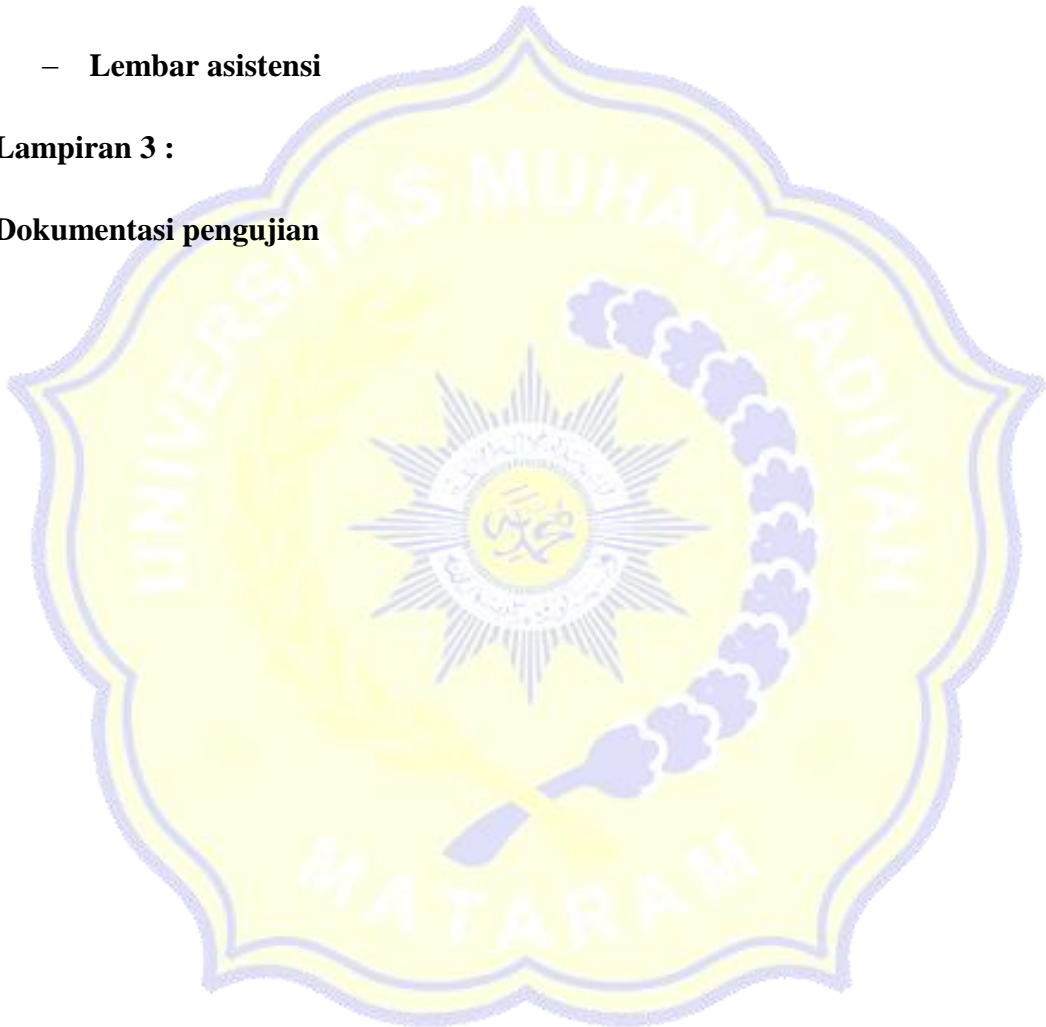
- Hasil pengujian material
- Hasil pengujian marshall

Lampiran 2 :

- Lembar asistensi

Lampiran 3 :

Dokumentasi pengujian



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan pondasi di Indonesia semakin berkembang, salah satunya adalah kemajuan sarana dan prasarana transportasi darat yang paling sering digunakan untuk menghubungkan satu tempat ke tempat lain.

Ekspansi yang cepat pada volume kemacetan pada jam-jam sibuk dapat menimbulkan tingkat kerusakan, misalnya rusaknya lapisan permukaan jalan akibat dampak beban lalu lintas yang terlalu tinggi (overburden), penting untuk merencanakan struktur aspal yang berkualitas baik dan memiliki kekokohan atau kekuatan yang tinggi.

Salah satu sub sistem dalam sistem transportasi darat adalah jalan, yang secara umum pada dasarnya berfungsi untuk melayani pergerakan lalu lintas, manusia dan barang dengan cepat, aman, nyaman, dan ekonomis. Kemampuan untuk melayani pergerakan lalu lintas sangat tergantung pada keadaan fisik serta fasilitas dari jalan tersebut, baik kualitas maupun kuantitas serta karakteristik operasional lalu lintas.

Jalan merupakan salah satu pondasi transportasi yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari, sehingga dalam masa pemerintahannya sangat diharapkan keadaan jalan tersebut mempunyai kekuatan sesuai dengan umurnya yang tertata, dan dapat menawarkan jenis bantuan seperti keamanan dan hiburan bagi klien jalanan, namun setiap tahun ada banyak kerugian. cara yang terjadi sebelum periode bantuan tercapai.

Faktor penyebab kerusakan jalan antara lain adalah karena proses pemadatan campuran beraspal dilakukan dilapangan tidak pada temperatur yang tepat dikarenakan tuntutan waktu pekerjaan ataupun lainnya, serta dalam proses pengangkutan campuran kemungkinan terjadi perubahan

cuaca, misalnya gerimis, hujan atau perubahan suhu pada suatu daerah yang relatif dingin sehingga campuran beraspal tersebut bisa mengalami penurunan suhu.

Kondisi ini menyebabkan campuran beraspal tidak dapat menyebar dan sekitar lokasi bangunan dengan alasan bahwa suhu campuran berada di bawah suhu penyebaran dan pemadatan. Sesuai dengan pengaturan campuran hitam-atas yang mengalami penurunan suhu saat ini tidak dapat digunakan. Namun kenyataan yang sering terjadi di lapangan adalah peletakkannya masih belum selesai dan dilanjutkan dengan tahapan-tahapan berikutnya, yaitu pemadatan tertentu, sehingga pemadatan black top belum ideal.

Penilaian pemadatan diharapkan dapat menentukan kepadatan dan kekuatan lapisan aspal melalui batas Marshall. Di Indonesia, konfigurasi teknik Marshall menetapkan untuk kondisi lalu lintas berat, pemadatan benda uji adalah 2x75 tumbukan dengan cutoff depresi campuran 3,5-5,5%. Untuk mendapatkan area kekuatan yang serius untuk aspal yang kokoh, penting untuk merinci persiapan jumlah tabrakan yang ideal yang digunakan oleh pelaksanaan aspal antar negara. Oleh karena itu dilakukan penelitian **“Analisa pengaruh variasi jumlah penumbukan pada campuran aspal terhadap nilai karakteristik marshall”** untuk mengetahui hal tersebut dilakukan penelitian tumbukan/pemadatan dengan variasi 2x65, 2x70, 2x75, 2x80, 2x85 tumbukan.

1.2 Rumusan masalah

Penelitian ini dilaksanakan dengan maksud untuk mengetahui/ mendapatkan beberapa hal, antara lain ;

- a. Apakah ada pengaruh jumlah tumbukan 2x65, 2x70, 2x75, 2x80, 2x85 campuran aspal AC-WC terhadap nilai karakteristik marshall ?
- b. Berapakah jumlah tumbukan optimum yang dapat digunakan dalam proses pemadatan campuran aspal AC-WC ?

1.3 Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui pengaruh dari adanya variasi jumlah tumbukan terhadap karakteristik campuran aspal AC-WC.
- b. Untuk mengetahui jumlah tumbukan yang optimum pada campuran aspal AC-WC dengan control marshall standart (2x75 tumbukan) terhadap nilai karakteristik *Marshall*.

1.4 Manfaat penelitian

Adapun beberapa manfaat dari Penelitian :

- a. Dapat mengetahui pengaruh dari adanya variasi tumbukan terhadap campuran aspal AC-WC.
- b. Dapat mengetahui kepadatan optimal pada aspal beton AC-WC dengan menganalisa tumbukan yang bervariasi dibawah standar.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini perlu dibatasi agar dapat dilakukan secara efektif dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian.

Adapun lingkup penelitian ini terbatas pada ;

1. Jenis aspal minyak Pen. 60/70 produksi PT. PERTAMINA.
2. Pengujian dilakukan terhadap aspal beton dan dilakukan penumbukan yang bervariasi yaitu 2x65, 2x70, 2x75, 2x80 dan 2x85.
3. Tiap variasi tumbukan diambil 3 sampel.
4. Penelitian yang dilakukan terbatas pada pengujian laboratorium dan tidak melakukan pengujian lapangan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkerasan jalan

Menurut Saodang (2005) Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan pengikat. Agregat yang dipakai antara lain adalah batu pecah, batu belah, batu kali, dan hasil peleburan baja. Sedangkan bahan pengikat yang dipakai antara lain adalah aspal, semen, dan tanah liat.

Menurut Sukirman 1999, berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi :

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*)

Aspal adaptif adalah aspal yang menggunakan lapisan atas hitam sebagai penutup. Lapisan aspal berfungsi untuk menyalurkan dan menyebarkan beban lalu lintas ke lantai dasar. Struktur aspal yang dapat disesuaikan dibuat berlapis-lapis dan terdiri dari lapisan permukaan, khususnya lapisan keausan dan lapisan tengah jalan. Lapisan di bawahnya adalah lapisan bangunan yang terdiri dari lapisan bangunan atas (*base course*) dan lapisan bawah (*subbase course*). Lapisan ini diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Setiap komponen lapisan di atas termasuk tanah dasar secara bersama-sama memikul beban lalu lintas. Ketebalan struktur aspal dibuat sedemikian rupa sehingga kapasitas tanah dasar untuk mengangkut beban lalu lintas dibatasi, atau dapat dikatakan bahwa ketebalan struktur aspal sangat bergantung pada keadaan atau batas pengangkutan tanah dasar.

2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*)

Perkerasan kaku yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*Portland cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.

3. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*)

Perkerasan komposit yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

Tabel 2.1 perbedaan antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku.

No.	Pembeda	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
1	Bahan Pengikat	Aspal	Semen
2	Reputasi Beban	Timbul Rutting (lendutan pada jalur roda).	Timbul retak-retak pada permukaan .
3	Penurunan Tanah Dasar	Jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar).	Bersifat sebagai balok diatas perkerasan.
4	Perubahan Temperatur	Modulus kekakuan Berubah timbul tegangan dalam yang kecil.	Modulus kekakuan tidak berubah. Timbul tegangan dalam yang besar.

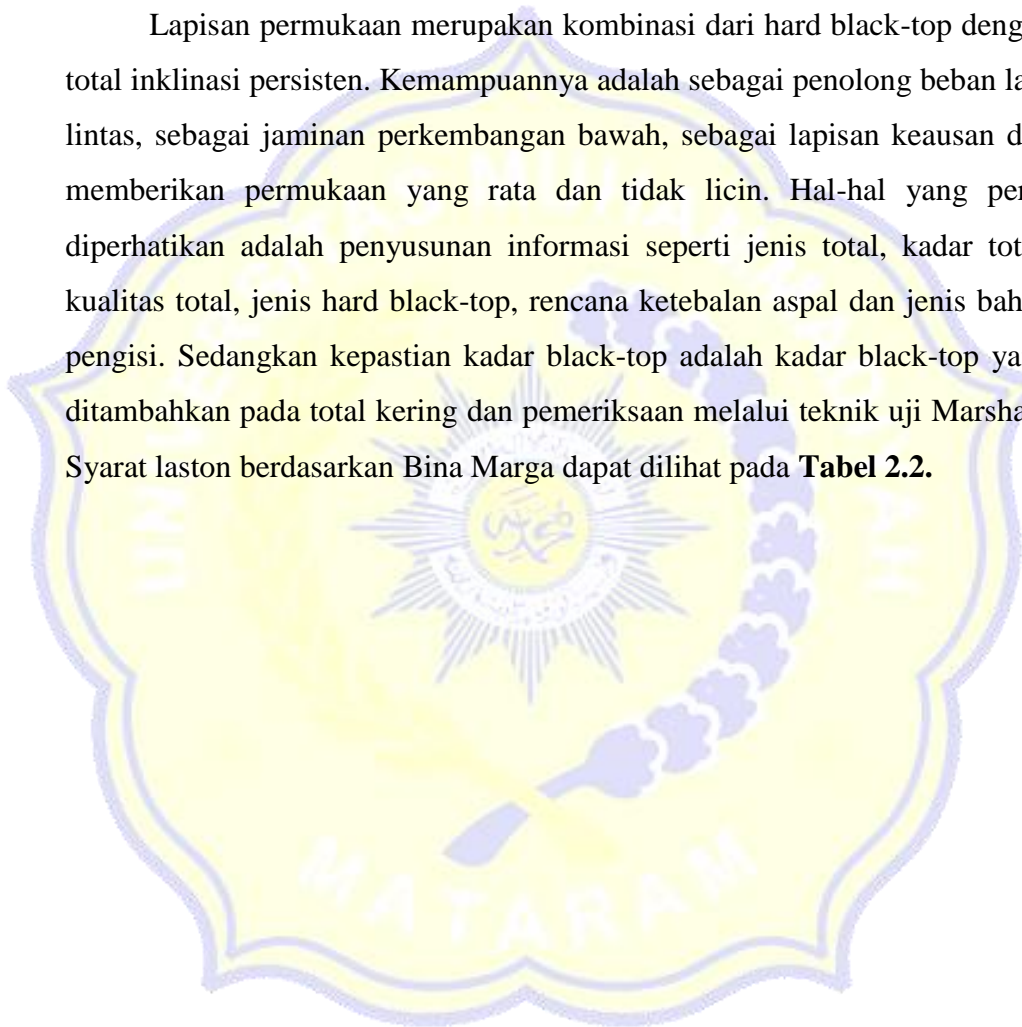
Sumber : Sukirman (1992).

2.2 Lapis Aspal Beton

Seperti yang ditunjukkan oleh Sukirman (2003) semen black-top adalah sejenis aspal jalan yang terdiri dari kombinasi total dan black-top, terlepas dari bahan tambahan. Bahan penyusun utama black-top dicampur di blending plant pada suhu tertentu, kemudian diangkat ke area tersebut, dihamparkan, dan dipadatkan, sehingga menjadi semen black-top yang kuat. Lapisan dasar (Laston), selanjutnya disebut AC, terbuat dari tiga jenis campuran, AC-Base, AC-Binder Course, dan lapisan AC-Aus (AC-WC) dengan ukuran total paling ekstrim masing-masing. kombinasi 37,5 mm, 25,5 mm, dan 19 mm (Bina Marga 2010).

Laston sebagai lapisan keausan (Asphalt Concrete - Wearing Course, AC-WC) adalah lapisan yang bersentuhan langsung dengan material dan iklim secara umum, maka penting untuk merancang semen black-top AC-WC sesuai dengan spesifikasi standar, jadi ini lapisan kedap air, tahan terhadap lingkungan, dan memiliki tingkat keamanan yang tinggi (Leily, 2012).

Lapisan permukaan merupakan kombinasi dari hard black-top dengan total inklinasi persisten. Kemampuannya adalah sebagai penolong beban lalu lintas, sebagai jaminan perkembangan bawah, sebagai lapisan keausan dan memberikan permukaan yang rata dan tidak licin. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah penyusunan informasi seperti jenis total, kadar total, kualitas total, jenis hard black-top, rencana ketebalan aspal dan jenis bahan pengisi. Sedangkan kepastian kadar black-top adalah kadar black-top yang ditambahkan pada total kering dan pemeriksaan melalui teknik uji Marshall. Syarat laston berdasarkan Bina Marga dapat dilihat pada **Tabel 2.2**.



Tabel 2.2 Syarat Laston Bina Marga 2018.

Sifat-sifat Campuran		Laston		
		Lapis Atas	Lapis Antara	Fondasi
Jumlah tumbukan per bidang		75		112 ⁽³⁾
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min.	0,6		
	Maks.	1,2		
Rongga dalam campuran (%) ⁽⁴⁾	Min.	3,0		
	Maks.	5,0		
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	15	14	13
Rongga Terisi aspal (%)	Min.	65	65	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800		1800 ⁽³⁾
Pelelehan (mm)	Min.	2		3
	Maks.	4		6 ⁽³⁾
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah Perendaman selama 24 jam, 60° C ⁽⁵⁾	Min.	90		
Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal (refusal) ⁽⁶⁾	Min.	2		

Sumber:Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6.

Keterangan:

- 2) Pengujian draindown sesuai AASHTOT305-14
- 3) Modifikasi Marshall lihat lampiran 6.3.B.
- 4) Rongga dalam campuran dihitung berdasarkan pengujian berat jenis maksimum agregat (Gmm test, SNI 03 6893-2002).
- 5) Pengawas kerja mungkin atau mendukung AASHTO T283-14 sebagai opsi yang berbeda dengan pengujian kesadaran kelembaban. Cetakan beku defrost tidak diperlukan. Harga Backhanded Tensile Strength Retained (ITSR) setidaknya 80% pada VIM (depresi dalam campuran) $7\% \pm 0,5\%$. Untuk mendapatkan VIM $7\% \pm 0,5\%$, buatlah contoh uji Marshall dengan variasi pengaruh pada bahan penutup hitam yang ideal, misalnya tumbukan 2x40, 2x50, 2x60 dan 2x75. Kemudian, pada saat itu, dari setiap objek uji, hitung nilai VIM dan buat hubungan antara jumlah kerusakan dan VIM. sesuai SNI 6753:2008 atau AASTHO T283-14 tanpa cetakan - $18 \pm 3^{\circ}\text{C}$.
- 6) Untuk menentukan ketebalan penolakan, disarankan untuk menggunakan

palu getar untuk mencoba tidak merusak total dalam campuran. Jika penghancuran manual digunakan, jumlah tum tidak per bidang harus 600 untuk bentuk lebar 6 inci dan 400 untuk bentuk pengukuran 4 inci.

Lapisan aspal beton yang sebagian besar digunakan secara luas di berbagai negara dimaksudkan untuk mendapatkan ketebalan tinggi, nilai dasar tinggi dan bahan lapisan hitam rendah. Ini biasanya menyebabkan bahan yang umumnya tidak fleksibel, sehingga hasilnya adalah obstruksi rendah dan ketangguhan rendah.

2.3 Bahan Campuran Perkerasan

Bahan penyusun konstruksi perkerasan jalan terdiri dari agregat dan bahan pengikat berupa aspal.

2.3.1 Agregat

Menurut Sukirman (2003) total adalah konstituen utama dari struktur aspal jalan, yaitu 90-95% total menurut laju berat, atau 75-85% total menurut laju volume. Total yang digunakan sebagai penyusun aspal jalan dikumpulkan menjadi 3 kelompok, yaitu total siap pakai, total yang harus ditangani, dan total palsu. Total siap pakai adalah total yang digunakan sebagai bahan aspal jalan dengan bentuk dan ukuran yang diperoleh dari bidang pertama atau dengan sentuhan penanganan. Jenis total yang harus ditangani adalah total yang diperoleh dari alam dan dikirim untuk ditangani di stone smasher untuk mendapatkan ukuran total yang diharapkan.

Total palsu adalah total yang diperoleh dari penanganan pabrik, misalnya kapur dan beton atau limbah modern yang dapat dimanfaatkan untuk bahan aspal jalan, misalnya fly debris dan steel slag. Secara umum agregat yang digunakan dalam campuran beraspal dibagi dalam dua macam, yaitu :

a. Agregat kasar

Agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan ayakan No.4 (4,75 mm) yang dilakukan secara basah dan harus bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak di kehendaki lainnya dan

memenuhi ketentuan yang diberikan dalam **Tabel 2.3**

Tabel 2.3 Ketentuan Agregat Kasar.

Pengujian		Metode Pengujian	Nilai
Kekekalan untuk agregat terhadap larutan		Natrium sulfat	Maks 12%
		Magnesium sulfat	Maks 18%
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC modifikasi dan SMA	100 putaran	Maks 6%
		500 putaran	Maks 30%
	Semua jenis campuran beraspal bergradasi lainnya	100 putaran	Maks 8%
		500 putaran	Maks 40%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 2439:2011	Min 95%
Butir pecah pada agregat kasar		SMA	100/90*)
		Lainnya	95/90**)
Partikel Pipih dan Lonjong		SMA	Maks 5%
		Lainnya	Maks 10%
Material lolos ayakan No.200		SNI ASTM C117:2012	Maks 1%

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6.

Keterangan:

*) 100/90 menunjukkan bahwa 100% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 90% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih

***) 95/90 menunjukkan bahwa 95% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 90% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih.

b. Agregat Halus

Agregat halus merupakan yang bersih, keras, bebas dari lempung, atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. Agregat halus memenuhi ketentuan sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 2.4**

Tabel 2.4 Ketentuan agregat halus.

Pengujian	Metode Pengujian	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min 50%
Uji Kadar Rongga Tanpa Pemasatan	SNI 03-6877-2002	Min 45 %
Gumpalan Lempung dan Butir-butir Mudah Pecah dalam Agregat	SNI 03-4141-1996	Maks 1%
Agregat Lolos Ayakan No.200	SNI ASTM C117 : 2012	Maks 10%

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6.

2.3.2 Bahan pengisi (*filler*)

Bahan pengisi yang digunakan dalam eksplorasi ini adalah beton. Pengisi harus kering dan terbebas dari penyimpangan dan memiliki sifat non-plastik.

Kemampuan bahan pengisi dalam campuran adalah sebagai berikut:

- Untuk perubahan total halus dengan tujuan agar berat jenis campuran meningkat dan seberapa banyak lapisan hitam yang diharapkan untuk menutupi kekurangan akan berkurang.
- Filler* dan aspal bersama-sama akan mendingkai lem yang akan mengikat dan membentuk total halus untuk membentuk mortar.
- Menempati ruang antara total halus dan kasar dan memperluas ketebalan dan keamanan.

2.3.3 Aspal

Aspal dicirikan sebagai bahan lengket berwarna gelap atau redup, dengan bitumen sebagai bagian utama. Black-top bisa didapat dari alam atau

merupakan akumulasi dari penyulingan bensin. Black-top adalah bahan yang pada suhu kamar kuat hingga sedikit tebal, dan bersifat termoplastik. Jadi black-top akan mencair setiap kali dipanaskan pada suhu tertentu, dan membeku sekali lagi jika suhunya menurun. Selain total, black-top adalah material yang membentuk kombinasi aspal jalanan. Berapa banyak lapisan hitam dalam campuran aspal berubah dari 4-10% mengingat beratnya kombinasi, atau 10-15% berdasarkan volume kombinasi. (sukirman, 2003).

Aspal atau bitumen adalah bahan tanah berwarna gelap yang bersifat viskoelastik sehingga akan melunak dan mencair bila mendapat cukup pemanasan begitu juga sebaliknya. Sifat viskoelastik membuat lapisan atas hitam siap menutupi dan menahan total set up selama siklus pembuatan dan masa pakainya. Pada dasarnya black-top terbuat dari rantai hidrokarbon yang disebut bitumen. Jenis aspal terdiri dari aspal keras, aspal cair, aspal emulsi, aspal alam, yaitu:

a) Aspal keras

Aspal keras adalah item pemurnian viskoelastik yang akan melunak dan larut saat dipanaskan maupun sebaliknya.

b) Aspal cair

Aspal cair merupakan aspal yang terjadi karena melarutkan black-top yang keras dengan pelarut berbasis minyak.

c) Aspal emulsi

Aspal emulsi merupakan yang teremulsi dibuat melalui metode yang terlibat dengan pengemulsi bagian atas hitam yang keras. Dalam siklus ini partikel hitam-atas yang kuat diisolasi dan tersebar di air.

d) Atasan hitam alami

d) Aspal alam

Aspal yang yang biasa terjadi di alam. Dilihat dari tokonya, aspal biasa dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu lake black-top dan stone black-top.

2.4 Gradasi

Semua spesifikasi aspal mengharapkan bahwa total partikel harus dalam kisaran ukuran tertentu dan untuk setiap ukuran molekul harus dalam batas tertentu. Penyebaran varietas ukuran butir total ini disebut derajat total.

Gradasi total adalah sirkulasi varietas dalam ukuran butir total. Derajat total mempengaruhi ukuran rongga dalam kombinasi dan menentukan fungsionalitas (kesederhanaan kerja) dan kemantapan campuran. Total masih di udara melalui pemeriksaan saringan, di mana contoh total harus melalui sekelompok saringan. Ukuran saringan menunjukkan ukuran bukaan jaringan kawat dan nomor ayakan menunjukkan jumlah bukaan jaringan kawat per inci persegi saringan. Gradasi agregat dapat dibedakan atas :

1. Gradasi Seragam (*Uniform Grade*)

Gradasi seragam adalah derajat total dengan ukuran butir yang hampir sama. Derajat seragam ini juga disebut evaluasi terbuka karena hanya mengandung jumlah terbatas dari total halus sehingga ada banyak rongga/ruang antara total. Kombinasi hitam-atas tingkat ini memiliki kepadatan tinggi, cukup kedap air dan memiliki berat yang besar.

2. Gradasi Rapat (*Dense Graded*)

Gradasi rapat adalah derajat total dimana terdapat butir-butir dari kasar sampai halus, sehingga sering juga disebut derajat terus-menerus, atau keseluruhan ditinjau. Kombinasi black-top dengan derajat ini memiliki keandalan yang tinggi, cukup kedap air dan memiliki bobot yang sangat besar.

3. Gradasi Senjang (*Gap Graded*)

Gradasi senjang adalah derajat total di mana ukuran total saat ini kurang atau ada pembagian total yang hilang atau dalam jumlah kecil. Kombinasi hitam-atas dengan gelar ini memiliki kualitas sesaat dari keadaan campuran dengan derajat yang dirujuk sebelumnya.

Dalam kombinasi aspal, khususnya beton aspal, tingkat total sangat mempengaruhi sifat campuran hitam-top itu sendiri. Secara total, tingkat konsistensi butir bergeser dan biasanya dikomunikasikan sejauh laju yang dilewati, atau laju yang ditahan, yang diperoleh dari siklus perhitungan mengingat beratnya total dengan menggunakan sekelompok total strainer dengan Saringan Tes Analisis. Ada titik potong yang pasti pada derajat total yang kemudian disebut titik potong tengah/ideal atau batas bawah. Berikutnya adalah klarifikasi kondisi batas atas dan bawah untuk lapisan substansial AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing course*) untuk masing-masing ukuran saringan yang diambil dari spesifikasi Bina Marga 2018 divisi 6 yang diterapkan pada **Tabel 2.5**

Tabel 2.5 Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos Terhadap Total Agregat		
		Laston (AC)		
ASTM	(mm)	WC	BC	Base
1 1/2	37,5	-	-	100
1	25	-	100	90 – 100
3/4	19	100	90 – 100	76 – 90
1/2	12,5	90–100	75 – 90	60 – 78
3/8	9,5	77–90	66 – 82	52 – 71
No.4	4,75	53– 69	46 – 64	35 – 54
No.8	2,36	33–53	30 – 49	23 – 41
No.16	1,18	21 – 40	18 – 38	13 – 30
No.30	0,600	14 – 30	12 – 28	10 – 22
No.50	0,300	9 –22	7 – 20	6 – 15
No.100	0,150	6 – 15	5 – 13	4 – 10
No.200	0,075	4 – 9	4 – 8	3 – 7

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6.

2.5 Karakteristik Campuran Beraspal

Menurut Sukirman (2003) bahwa kombinasi yang tersusun dari lapisan atas dan total harus memiliki pilihan untuk memenuhi kualitas tertentu untuk menahan lalu lintas dan keadaan iklim untuk menghasilkan aspal yang padat, terlindungi dan nyaman. Jadi setiap campuran substansial (AC) hitam-atas harus memiliki kualitas yang menyertainya:

1. Stabilitas perkerasan jalan adalah kapasitas aspal jalan untuk menerima beban lalu lintas tanpa perubahan bentuk yang sangat tahan lama seperti gelombang, bagian, dan sekerat. Persyaratan kekuatan sesuai dengan kemampuan jalan, dan beban lalu lintas yang harus dilayani. Jalan yang melayani volume lalu lintas tinggi dan umumnya terdiri dari kendaraan berat, membutuhkan aspal dengan tingkat kesehatan yang tinggi. Lagi pula, aspal jalan yang diharapkan dapat melayani lalu lintas kendaraan ringan tentunya tidak harus memiliki nilai ketergantungan yang tinggi.
2. Keawetan (*durabilitas*) adalah kemampuan semen lapis hitam untuk menahan beban lalu lintas yang berulang, misalnya berat kendaraan dan hambatan antara kendaraan tawar-menawar permukaan jalan, serta menahan jarak tempuh karena dampak lingkungan, seperti udara, udara, atau perubahan. dalam suhu. Kekokohan semen black-top dipengaruhi oleh ketebalan lapisan atau cover black-top, berapa banyak campuran dalam kombinasi, ketebalan dan daya tembus kombinasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekokohan lapisan substansial aspal adalah :
 - a) VIM kecil sehingga lapis kedap air dan udara tidak masuk kedalam campuran yang menyebabkan terjadinya oksida dan aspal menjadi rapuh (*getas*).
 - b) VMA besar sehingga film aspal dapat dibuat tebal. VMA dan VIM kecil serta kadar aspal tinggi maka kemungkinan terjadinya bleeding cukup besar. Untuk mencapai VMA yang besar ini dipergunakan agregat bergradasi senjang.
 - c) Film (selimut) aspal, film aspal yang tebal dapat menghasilkan lapis aspal beton yang berdurabilitas tinggi, tetapi kemungkinan terjadinya bleeding menjadi besar.
3. Kelenturan (*fleksibilitas*) adalah kemampuan semen lapis hitam untuk menyesuaikan dengan penurunan (*union/settlement*) dan perkembangan pembentukan atau tanah dasar, tanpa putus. Penurunan terjadi karena beratnya tebing yang dibuat di tanah pertama. Kemampuan beradaptasi

dapat diperluas dengan memanfaatkan total tinjauan terbuka dengan bahan hitam pekat yang tinggi.

4. Ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*) adalah kapasitas semen hitam untuk mengakui pengalihan berulang karena beban berulang, tanpa menghasilkan sebagai alur dan istirahat. Hal ini dapat dilakukan jika menggunakan bahan black-top yang tinggi
5. Kekesatan / tahanan geser (*skid resistance*) adalah kemampuan permukaan beton aspal terutama pada kondisi basah, memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir, ataupun slip. Berikut adalah faktor-faktor yang mempengaruhi kekesatan jalan, yaitu :
 - a) Kekasaran permukaan dari butir-butir. Dalam hal ini agregat yang digunakan tidak hanya mempunyai permukaan yang kasar, tetapi juga mempunyai daya tahan
 - b) Luas bidang kontak antara butir atau bentuk butir
 - c) Gradasi agregat
 - d) Kepadatan campuran
 - e) Tebal film aspal
 - f) Ukuran maksimum butir agregat
6. Kedap air (*impermeabilitas*) adalah kapasitas aspal untuk tidak memiliki pilihan untuk memasukkan udara atau udara ke dalam lapisan substansial black-top. Udara tanpa henti dapat mempercepat interaksi pematangan lapisan atas hitam, dan melepaskan film/penutup lapisan atas hitam dari seluruh permukaan. Jumlah pori-pori yang tersisa setelah semen lapisan hitam dipadatkan dapat menjadi tanda kedap air dari campuran tersebut. Derajat impermeabilitas semen paling baik dibandingkan dengan tingkat kekokohnya.
7. Kemudahan pelaksanaan (*workability*) adalah kapasitas campuran substansial atas hitam untuk disebar dan dipadatkan dengan mudah. Tingkat kesulitan dalam pelaksanaan menentukan tingkat kecakapan kerja. Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat masalah selama

peletakan dan pemadatan adalah:

- a) Viscositas aspal
- b) Kepekaan aspal terhadap perubahan temperature
- c) Gradasi dan kondisi agregat

2.6 Pemadatan (*compaction*)

Pemadatan adalah siklus di mana partikel kuat dipadatkan secara tepat sehingga volume rongga dalam campuran berkurang dan ketebalan kombinasi bertambah dan mengatur penyebaran partikel total dalam campuran untuk menciptakan desain total yang ideal dalam mencapai ketebalan yang ditentukan.

2.6.1 Efek dari pemadatan (*compaction effort*)

Pemadatan mempengaruhi ketebalan kombinasi yang bergantung pada rongga dalam campuran VIM (void dalam campuran), rongga dalam total VMA (void dalam total mineral), dan rongga udara dalam campuran (void udara). Pemadatan yang tidak sesuai dengan kebutuhan dapat membuat ketebalan campuran black-top menjadi miring dan mudah pecah yang pada akhirnya akan mempengaruhi penampilan kombinasi black-top yang dihasilkan, baik dalam hal menunjang kehidupan maupun mengenai kenyamanan..

2.6.2 Pemadatan di Laboratorium

Pemadatan di laboratorium diharapkan dapat mengatur campuran dalam bentuk besi bulat dan berongga untuk benda uji yang akan direnungkan dengan alat press Marshall. Kombinasi tersebut dimasukkan ke dalam bentuk sedikit demi sedikit, atau paling tidak, campuran tersebut ditambahkan masing-masing $\pm 1/3$ tingkat bentuk, kemudian ditusuk beberapa kali, dll sampai bentuk penuh. Kemudian dipadatkan dengan 75 kali tumbukan dengan timbunan 4.536 kg yang dijatuhkan dari ketinggian 45,7 cm (beban jatuh), ini selesai untuk setiap permukaan atau 2x75

tumbukan untuk setiap benda uji (standar jumlah tumbukan untuk teknik Marsahll).

2.6.3 Penelitian Terdahulu

Tisna Setiady dan Srisubyantina (2001), dengan judul penelitian Pengaruh Variasi Kadar Aspal dan Jumlah Tumbukan Terhadap Karakteristik Campuran Aspal-Beton Menggunakan Uji Marshall. Konsekuensi dari penelitian ini menunjukkan bahwa kelebihan VITM, ketergantungan, dan Marshall Quotient umumnya akan berkurang dengan bertambahnya jumlah crash. Namun, kenaikan ketebalan, VFWA, dan aliran umumnya akan meningkat dengan meningkatnya jumlah crash. Dalam jumlah tumbukan 2x75 memiliki nilai keandalan aliran tinggi yang benar-benar memenuhi Spesifikasi Jalan Raya, sehingga aspal tidak mudah rusak dan daya adaptasinya masih terjaga, serta mendapatkan timbunan tidak akan terkuras. Sementara jumlah crash adalah 2x100 dan 2x125, nilai kekuatan dan aliran tinggi, tetapi nilai VIM terlalu kecil dan nilai VFA terlalu besar, sehingga dengan asumsi Anda mendapatkan tumpukan, pengeringan akan terjadi.

Adelia Okta Shavir dan Desi Widianty (2020) dengan judul penelitian Karakteristik Marshall Karena Banyaknya Dampak Pemadatan pada Jalan Keausan Beton Aspal Campuran Menggunakan Aspal Murni Dan Aspal Modifikasi LLDPE. Salah satu variabel yang mempengaruhi penyajian black top cement (AC-WC) adalah pemadatan. Dalam Spesifikasi Bina Marga 2018, jumlah tabrakan untuk kondisi lalu lintas berat pada campuran AC-WC adalah 75 benturan. Pemadatan yang bukan merupakan prasyarat akan membuat tingkat kekokohan aspal yang kurang baik karena banyaknya rongga yang tersisa, sedangkan jika pemadatan selesai lebih dari yang diperlukan, tidak akan ada rongga dalam kombinasi, yang menyebabkan kematian. Pengaruh variasi jumlah tumbukan pada kombinasi AC-WC murni dan AC-WC LLDPE yang diubah diselesaikan dengan melihat sifat volumetrik dan sifat mekanik campuran. Nilai Residual Strength Index dari

setiap jenis kecelakaan diselidiki berdasarkan efek samping dari standar Marshall dan Marshall Immersion. Keterkaitan antara variasi besaran tumbukan dengan nilai IKS mendapat syarat untuk menghitung jumlah tumbukan yang ideal. Konsekuensi dari penilaian sifat volumetrik dan mekanik dari kombinasi AC-WC menggunakan top hitam murni dan lapisan hitam LLDPE yang diubah, jumlah tabrakan yang memenuhi Spesifikasi Umum Jalan Raya 2018 adalah beberapa kali, beberapa kali dan beberapa kali. . Dari hasil dari nilai sisa kekuatan yang tersisa menunjukkan bahwa rekor rekor kekuatan sisa terbaik pada campuran AC-WC menggunakan bahan black-top murni dengan nilai 98,76% terjadi dalam jumlah crash beberapa kali sedangkan nilai sisa power list yang ideal di kombinasi AC-WC dengan LLDPE berubah hitam-atas dengan nilai 97,83% terjadi dalam jumlah dampak beberapa kali.

Yuliansyah, Hadi Ali dan Priyo Pratomo (2015) dengan judul eksplorasi Mixed Density dengan Variasi Tumbukan Terhadap Gradasi Halus AC-WC. Studi ini diarahkan untuk memutuskan dampak penyimpangan minor dari kualitas lapisan atas hitam dengan menggunakan teknik Marshall yang mengacu pada Spesifikasi Bina Marga 2010. Dalam pengaturan Marshall, batas jumlah tabrakan untuk kondisi lalu lintas berat adalah 2x75 tumbukan dengan cutoff lubang campuran 3,5-75. 5,5%. Untuk sementara, lapisan substansial atas hitam yang dipertimbangkan adalah Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) dengan derajat halus sejauh mungkin. Setelah konsekuensi dari pengujian material, baik pengujian black-top maupun pengujian total telah memenuhi pedoman, maka dibuatlah benda uji kombinasi black-top. Dari hasil investigasi setelah estimasi, bahan black top yang ideal sebagai insentif sejauh mungkin adalah 6,8%. Kemudian bahan black-top digunakan dalam pencampuran untuk varietas dalam kecelakaan, yaitu 2x50, 2x55, 2x60, 2x65, 2x70, 2x75, 2x80, dan 2x85. Sejak saat itu, tes Marshall selesai. Dari hasil pengujian Marshall pada crash 2x50, 2x55, 2x60, 2x65, dan 2x70. Tidak memenuhi batas Marshall dengan alasan nilai Marshall Quotient (MQ) dikeluarkan dari penetapan.

Sementara itu, nilai Void In The Mix (VIM) pada crash 2x50, 2x55, 2x60, 2x65, dan 2x70 juga dikecualikan dari penentuan. Hanya crash 2x75, 2x80 dan 2x85 memenuhi batas Marshall.

Akhmad Rahardeans Maulana, Mohammad Erfan dan Eri Andrian Yudianto (2021). Dengan judul eksplorasi Pengaruh Variasi Jumlah Tumbukan Pada Campuran Aspal HRS-WC Dengan Penambahan Karet Alam (LATEX). Penataan Peningkatan volume lalu lintas yang semakin cepat dapat menimbulkan tingkat kerugian, misalnya distorsi lapisan permukaan jalan akibat dampak beban lalu lintas yang tidak wajar (overburden), maka perlu adanya penataan campuran aspal yang berkualitas. Plastik adalah jenis elastis normal yang memiliki perlindungan tinggi dari putus dan memiliki ketahanan aus yang tinggi. Pengerjaan sifat kombinasi black-top dengan pemuai elastik biasa (plastik) sebagai bahan tambah seperti kebanyakan akan dianggap normal untuk mengerjakan atribut aspal jalan. Sedangkan untuk penggunaan filler fly debris setiap penambahan kadarnya menyebabkan nilai stream esteem yang lebih rendah, oleh karena itu penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan campuran aspal HRS-WC yang unggul. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh varietas terhadap jumlah tumbukan dan selanjutnya kepraktisan plastik sebagai bahan tambahan, serpihan lalat sebagai pengisi pada lapisan HRS-WC. Dengan varietas crash 2x65,2x70,2x75,2x80,2x85. Hasil pengujian Pengaruh variasi kuantitas tabrakan pada atribut Marshall yang telah dilakukan menghasilkan nilai yang memenuhi penetapan yang ditetapkan oleh Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga 2018 meliputi pengujian: Uji asimilasi agregat $2,89\% > 3\%$, gravitasi eksplisit $2,29 \text{ gr/cm}^2 > 2,5 \text{ gram/cm}$. Nilai solidness $946,82 \text{ kg}$, nilai stream $3,54 \text{ mm}$, nilai VIM $4,06\%$, nilai VMA $17,29\%$, nilai MQ $270,54 \text{ kg/mm}$, nilai VFA $76,39\%$. Jadi jumlah tumbukan yang ideal adalah 76. tumbukan. Akibatnya, cenderung dinyatakan memenuhi prasyarat penetapan HRS-WC.

Eko Wiyono dan Anni Susilowati (2020), dengan judul eksplorasi

Variasi Jumlah Tumbukan Pada Pemadatan Campuran Aspal Beton Menggunakan Bahan Tambah Anti-Striping. Alasan di balik tinjauan ini adalah untuk mendapatkan sifat-sifat Marshall dari kombinasi bahan lapisan atas hitam dengan variasi yang berbeda dalam jumlah dampak pemadatan dan untuk menentukan jumlah tumbukan pemadatan yang ideal dalam campuran bahan lapisan atas hitam yang digunakan untuk menghilangkan bahan tambahan. Faktor bebas dalam penelitian ini adalah variasi jumlah tumbukan pada pemadatan beton black-top sebanyak 2x50, 2x75, 2x100, 2x125 dan 2x150, dengan Kadar Aspal Optimum 6%, dan Wetfix Be 0,3% sampai warna hitam ideal. -bahan atas. Strategi uji Marshall berdasarkan SNI 06-2489-1991. Faktor-faktor yang bergantung (batas penelitian) mengingat persentase rongga untuk total (VMA), persen rongga dalam campuran, persen rongga yang diisi dengan bagian atas hitam (VFB), persen rongga pada kombinasi (VIM), kekokohan, larut, Hasil Bagi Marshall. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah crash pada pemadatan ideal semen black-top adalah 2x100 dengan nilai sifat Marshall yang memenuhi ketentuan SNI 8198-2015. Campuran bahan dasar hitam dengan Kandungan Aspal Optimum (KAO) 6%, Kandungan Wetfix Be 0,3%, Jumlah Tumbukan Optimum 2X100, mendapat Cavity to Aggregate (VMA) 17,50%; Rongga Berisi Aspal (VFB) 76,50%; Rongga ke Campuran (VIM) 4,00%; Stabilitas 1800,00 kg; Lelehkan 3,75 mm; dan Marshall Quotient 500,00 kg/mm

Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu

No	Aspek	Tisna Setiady dan Srisubyan tina (2001)	Adelia Okta Shavir dan Desi Widianty (2020)	Yuliansyah, Hadi Ali dan Priyo Pratomo (2015)	Akhmad Rahardeans Maulana, Mohammad Erfan dan Eri Andrian Yudianto (2021)	Eko Wiyono dan Anni Susilowati (2020)
1	Judul	Pengaruh Variasi Kadar Aspal dan Jumlah Tumbukan Pada Karakteristik Campuran Aspal Beton Dengan Menggunakan Uji Marshall	Karakteristik Marshall Akibat Jumlah Tumbukan Pemadatan Pada Campuran <i>Asphalt Concrete Wearing Course</i> Menggunakan Aspal Murni Dan Aspal Modifikasi LLDPE	Kepadatan Campuran dengan Variasi Tumbukkan Terhadap AC-WC Gradasi Halus	Pengaruh Variasi Jumlah Tumbukan Pada Campuran Aspal HRS-WC Dengan Penambahan Karet Alam (LATEKS)	Variasi Jumlah Tumbukan Pada Pemadatan Campuran Beton Aspal Menggunakan Bahan Tambah Anti Striping
2	Jenis campuran	Laston	Laston	Laston	Lataston	Lasbutag
3	Variasi tumbukan	2 x 75, 2 x 100 dan 2 x 125	2x70, 2x75, 2x80, dan 2x85	2x50, 2x55, 2x60, 2x65, 2x70, 2x75, 2x80, dan 2x85	2x65,2x70,2x75 ,2x80,2x85	50, 75, 100, 125, 150, 175 dan 200
4	Jenis aspal	Pertamina pen 60/70	Aspal murni dan modifikasi LLDPE	Pertamina pen 60/70	pertamina pen 60/70	Modifier Pertamax

Kesimpulan dari penelitian ini dengan penelitian terdahulu yaitu terdapat pada variasi tumbukan, jenis campuran dan jenis aspal. Pada penelitian ini menggunakan variasi tumbukan 2x65, 2x70, 2x75, 2x80 dan 2x85, dengan menggunakan jenis campuran LASTON dan menggunakan aspal pertamina pen 60/70.

2.7 Sifat Volumetric Campuran Aspal Beton

Sifat-sifat volumetric campuran aspal merupakan karakteristik fisik campuran yang digunakan evaluasi awal rancangan campuran aspal (dalam bentuk benda uji) di Laboratorium. Kinerja aspal beton sangat ditentukan oleh volumetric campuran aspal beton padat yang terdiri dari :

1. Berat Jenis Bulk Agregat

Berat jenis bulk adalah proporsi antara berat bahan di udara (menghitung lubang yang sangat kedap air dan yang menahan air) pada volume dan unit suhu tertentu dengan berat air sulingan dan volume serupa pada suhu tertentu. Karena total lengkap terdiri dari bagian total kasar, total halus dan pengisi, yang masing-masing memiliki gravitasi eksplisit alternatif.

2. Berat jenis efektif agregat

Berat jenis efektif adalah proporsi antara berat bahan di udara (kecuali rongga yang menahan bagian atas hitam) dalam volume dengan suhu tertentu dengan berat air olahan dengan volume yang sama dan suhu tertentu.

3. Berat jenis maksimum campuran

Gravitasi eksplisit yang paling ekstrim dari kombinasi untuk setiap substansi black-top dapat ditentukan dengan menggunakan ketebalan sukses yang khas.

4. Penyerapan Aspal

Retensi aspal dikomunikasikan dalam persen berat dari total absolut bukan kombinasi.

5. Kadar aspal efektif

Substansi aspal yang menarik dari kombinasi black-top adalah substansi aspal habis dikurangi berapa banyak black-top yang dikonsumsi oleh total partikel. Substansi aspal yang berhasil ini akan menutupi permukaan luar total yang pada akhirnya menentukan presentasi aspal aspal. Penentuan kadar aspal efektif dapat menggunakan persamaan berikut :

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

Keterangan :

CA = *Coare Aggregate* (Agregat Kasar)

FA = *Fine Aggregate* (Agregat Halus)

FF = *Fine Filler* (Bahan Pengisi)

K = Konstanta, yaitu 0,5 – 1,0 untuk Laston

6. Rongga di antara mineral agregat (VMA)

Rongga diantara mineral agregat (VMA) adalah kekosongan antara total mineral (VMA) adalah ruang antara total partikel pada aspal bagian atas hitam, termasuk rongga udara dan volume bagian atas hitam yang memaksa (kecuali volume bagian atas hitam yang dikonsumsi oleh total). VMA ditentukan berdasarkan ketebalan massa total dan dikomunikasikan sebagai persen volume campuran massa yang dipadatkan. VMA juga dapat ditentukan terhadap beban penuh campuran atau berat total dari total. Perhitungan VMA dari perpaduan lengkap dengan persamaan:

a. Terhadap berat campuran total

$$VMA = 100 \times \frac{G_{mb} \times P_s}{G_{sb}}$$

b. Terhadap berat agregat total

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb}}{G_{sb}} \times \frac{100}{100 + P_b} \times 100$$

Ketereangan :

VMA = Rongga diantara agregat

Gsb = Berat jenis Bulk agregat

Gmb = Berat jenis Bulk campuran padat

Ps = Kadar agregat, persen terhadap berat total campuran

Pb = Kadar aspal persen terhadap berat total campuran

7. Rongga di dalam campuran (VIM)

Rongga di dalam campuran atau VIM dalam campuran perkerasan beraspal terdiri atas ruang udara di antara partikel agregat yang terselimuti aspal. Rongga dalam campuran dinyatakan dalam persen terhadap volume beton aspal padat, dapat dihitung dengan persamaan :

$$K = 100 - 100 (i / j)$$

Keterangan:

K = Persen rongga (%)

i = Berat volume atau density (gr/cm³)

j = Berat jenis teoritis : $(j = \frac{100}{\frac{\%Agregat}{BJ Agregat} + \frac{\%Aspal}{BJ Aspal} + \frac{\%Filler}{BJ Filler}})$

8. Rongga terisi aspal (VFA)

Rongga terisi aspal atau *Void Filled by Asphalt* (VFA) adalah proporsi rongga yang diisi dengan bagian atas hitam dengan volume contoh. Sukirman (2003) menyatakan bahwa tingkat pori-pori antara butiran total yang terisi dengan lapisan atas hitam disebut VFA. Jadi VFA sangat penting untuk VMA yang diisi dengan black-top, kecuali black-top yang dikonsumsi oleh setiap butir total. Black-top yang mengisi pori-pori menutupi butiran total dalam strong black-top cement, atau dengan kata lain VFA adalah tingkat volume kuat black-top substansial yang berubah menjadi film atau *black-top cover*. Besarannya nilai rongga terisi aspal dapat dihitung dengan persamaan 2.5

$$VFA = \frac{100 \times (VMA - Va)}{VMA}$$

Keterangan:

VFA = Rongga terisi aspal, persen VMA

VMA = Rongga diantara mineral agregat, persen volume bulk

Va atau VIM = Rongga didalam campuran, persen total campuran

2.8 Uji Marshall

Rencana campuran berdasarkan strategi Marshall ditemukan oleh *Bruce Marshal*, dan telah dinormalisasi oleh ASTM atau AASHTO melalui

beberapa perubahan, khususnya ASTM D 1559-76, atau AASHTO T-245-90. Pedoman dasar dari strategi Marshall sebenarnya adalah memperhatikan keamanan dan aliran, serta pemeriksaan ketebalan dan pori dari bentuk campuran yang kuat. Instrumen Marshall adalah perangkat tekan yang dilengkapi dengan cincin demonstrasi (cincin uji) dengan batas 22,2 KN (5000 lbs) dan flowmeter. Mendemonstrasikan cincin digunakan untuk mengukur nilai kepadatan, dan flowmeters untuk mengukur pencairan atau aliran plastik. Contoh uji Marshall adalah ruang dengan lebar 4 inci (10,2 cm) dan ketinggian 2,5 inci (6,35 cm). Metodologi pengujian Marshall mengikuti SNI 06-2489-1991, atau AASHTO T 245-90, atau ASTM D 1559-76. Pada umumnya, pengujian mencakup: pengaturan benda uji, jaminan ketebalan massa benda uji, pemeriksaan kesehatan dan nilai aliran, dan estimasi sifat volumetrik benda uji. Dalam kesiapan benda uji, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain :

a. Kelelahan (*Flow*)

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

b. *Stabilitas*

Stabilitas adalah kapasitas lapisan keras untuk menahan puntiran karena beban lalu lintas yang memotongnya tanpa melalui perubahan bentuk yang bertahan lama, misalnya, gelombang, skor, dan puncak hitam yang naik ke permukaan.

Nilai keandalan benda uji diperoleh dari pembacaan jam tangan kesehatan pers Marshall. Angka ini direvisi oleh nomor keselarasan instrumen dan nomor obat ketebalan benda uji. Rumus stabilitas adalah:

$$S = P \times r$$

dengan, P = Kalibrasi proving ring pada o

r = Nilai pembacaan arloji stabilitas

c. *Marshall Quotient*

Perhitungan nilai *Marshall Quotient* didasarkan atas rumus berikut :

$$MQ = \frac{s}{t}$$

dengan, S = Nilai stabilitas terpendang (kg)
 t = Nilai kelelehan/flow (mm)
 MQ = Nilai Marshall Quotient (kg/mm)

d. *Density*

Nilai *density* dihitung dengan rumus :

$$h = g - f$$

$$I = \frac{h}{e}$$

dengan, e = Berat benda uji sebelum direndam (gram)

f = Berat benda uji jenuh air (gram)

g = Berat benda uji dalam air (gram)

h = Isi benda uji (ml)

I = Berat isi benda uji (gram/ml)

e. *Void In The Mix (VIM)*

VIM adalah nilai persentase rongga udara yang ada dalam campuran, didapat dengan rumus sebagai berikut :

$$VIM = 100 - i \times j$$

dengan, i = Bj benda uji

j = Bj campuran maksimal

f. *Void Filled Asphalt (VFA)*

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

$$VFB = 100 \times \frac{VMA - VIM}{VMA}$$

dengan, VFB = Rongga terisi aspal persen terhadap VMA

VMA = Rongga diantara mineral agregat

VIM = Rongga didalam campuran

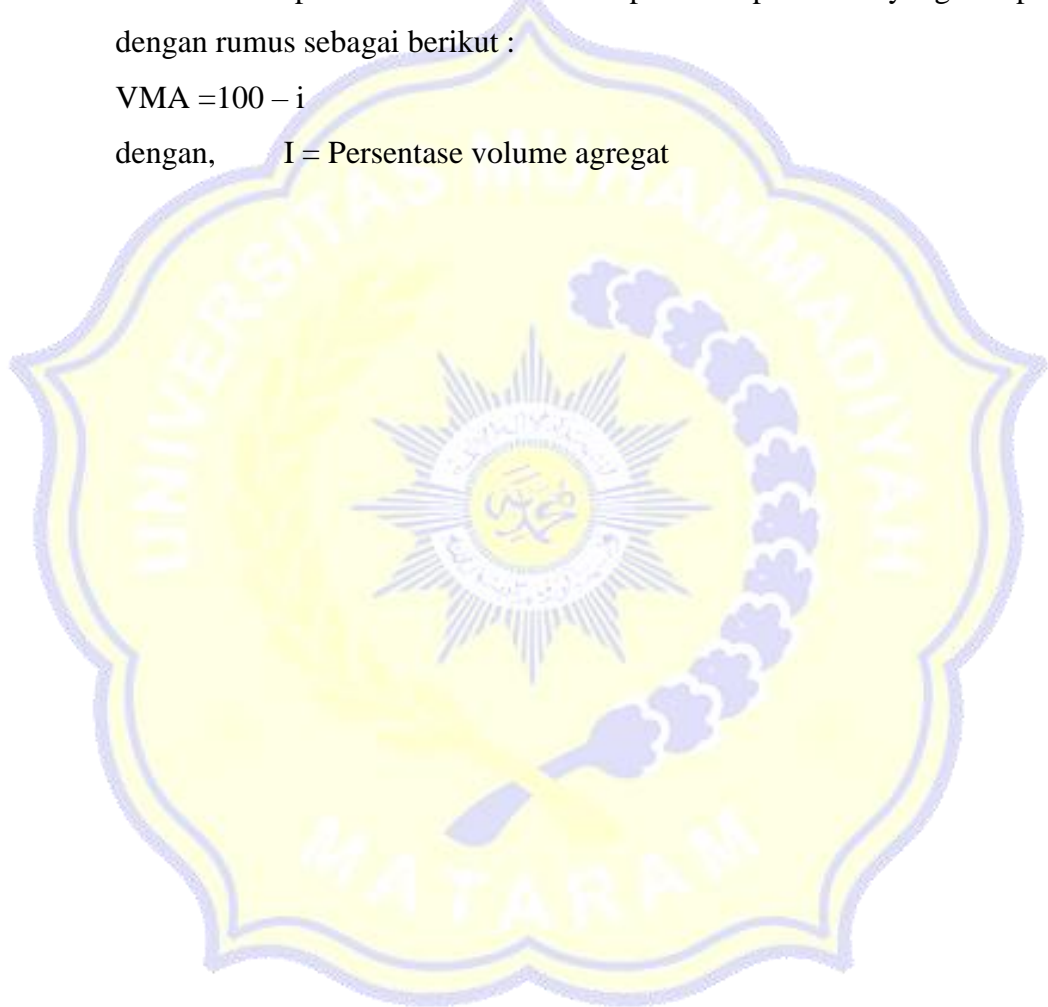
g. *Void Mineral Agregat (VMA)*

VMA adalah rongga udara antara butiran total dalam campuran total aspal yang kuat, termasuk rongga udara dan zat bagian atas hitam yang layak yang merupakan persentase volume rongga dalam total yang dimuat dengan lapisan atas hitam yang dikomunikasikan dalam persen dari volume habis-habisan .

VMA adalah persentase kadar mineral pada sampel briket yang didapat dengan rumus sebagai berikut :

$$VMA = 100 - i$$

dengan, I = Persentase volume agregat



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi penumbukan terhadap nilai karakteristik *Marshall* pada lapis aspal beton (laston) *Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC)* dengan variasi tumbukan 2x65, 2x70, 2x75, 2x80 dan 2x85. Untuk mendapatkan kadar aspal optimum dari benda uji yang akan dibuat.

3.2 Alat dan Bahan

a. Alat

- 1) Cetakan benda uji yang berdiameter 10,16 cm dengan tinggi 7,62 cm



Gambar 3.1 Cetakan benda uji

- 2) Alat penumbuk manual lengkap dengan :
 - Penumbuk yang mempunyai penumbuk rata yang berbentuk silinder, dengan berat 4,536 kg dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm
 - Landasan pemadat dari baja



Gambar 3.2 Alat Penumbuk Manual

3) Alat pengeluaran benda uji

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



Gambar 3.3 Alat pengeluaran benda uji

4) Alat Marshall lengkap dengan :

- Kepala penekan (*breaking head*) berbentuk lengkung
- Cincin penguji (*proving ring*) kapasitas 2500 kg dan atau 5000 kg, dilengkapi arloji (*dial*) tekan dengan ketelitian 0,0025 mm
- Arloji pengukur alir (*flow*) dengan ketelitian 0,25 mm beserta perlengkapannya.



Gambar 3.4 Alat Marshall

5) Bak perendam (Water Bath)



Gambar 3.5 Bak perendam (water bath)

6) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram



Gambar 3.6 Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram

7) Pengukur suhu logam (*Metal Thermometer*)

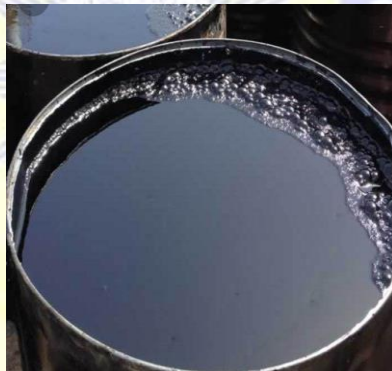


Gambar 3.7 Pengukuran suhu (*Metal Thermometer*)

- 8) Wajan untuk memanaskan agregat
- 9) Sendok pengaduk dan spatula
- 10) Kompor atau pemanas

b. Bahan

- 1) Aspal



Gambar 3.8 Aspal cair

- 2) Agregat kasar



Gambar 3.9 Agregat kasar

3) Agregat Halus



Gambar 3.10 Agregat Halus

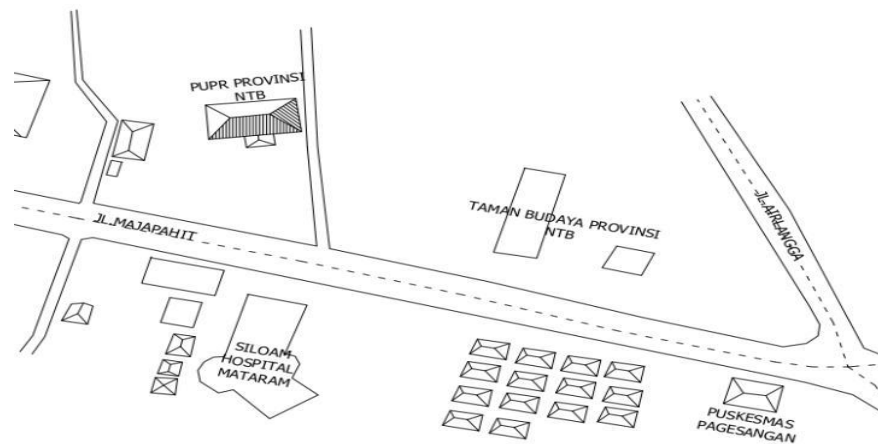
4) Air



Gambar 3.11 Air

3.3 Lokasi Penelitian

Tempat dan waktu penelitian pengujian ini dilakukan di laboratorium Bahan Jalan Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (DPUPR) Provinsi Nusa Tenggara Barat. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 3.12



Gambar 3.12 Lokasi pengujian

3.4 Tahap Penelitian

Penelitian ini terdiri dari 4 (empat) tahapan:

- 1) Tahap persiapan
- 2) Tahap pembuatan benda uji
- 3) Tahap pengujian
- 4) Tahap analisa data

3.5 Tahap Pembuatan Benda Uji

1. Menghitung evaluasi yang mendasari zat lapisan atas hitam (Pb) sebagai berikut: $Pb = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) + \text{Konstanta}$. Kualitas yang konsisten kira-kira 0,5 hingga 1,0 untuk Laston dan 2,0 hingga 3,0 untuk Lataston. Untuk berbagai jenis cairan campuran, gunakan nilai 1,0 hingga 2,5. Keterangan :

Pb : Kadar aspal tegan/ideal, persen terhadap berat campuran.

CA : Persen agregat tertahan saringan No.8.

FA : Persen agregat lolos saringan No.8 dan tertahan saringan No. 200.

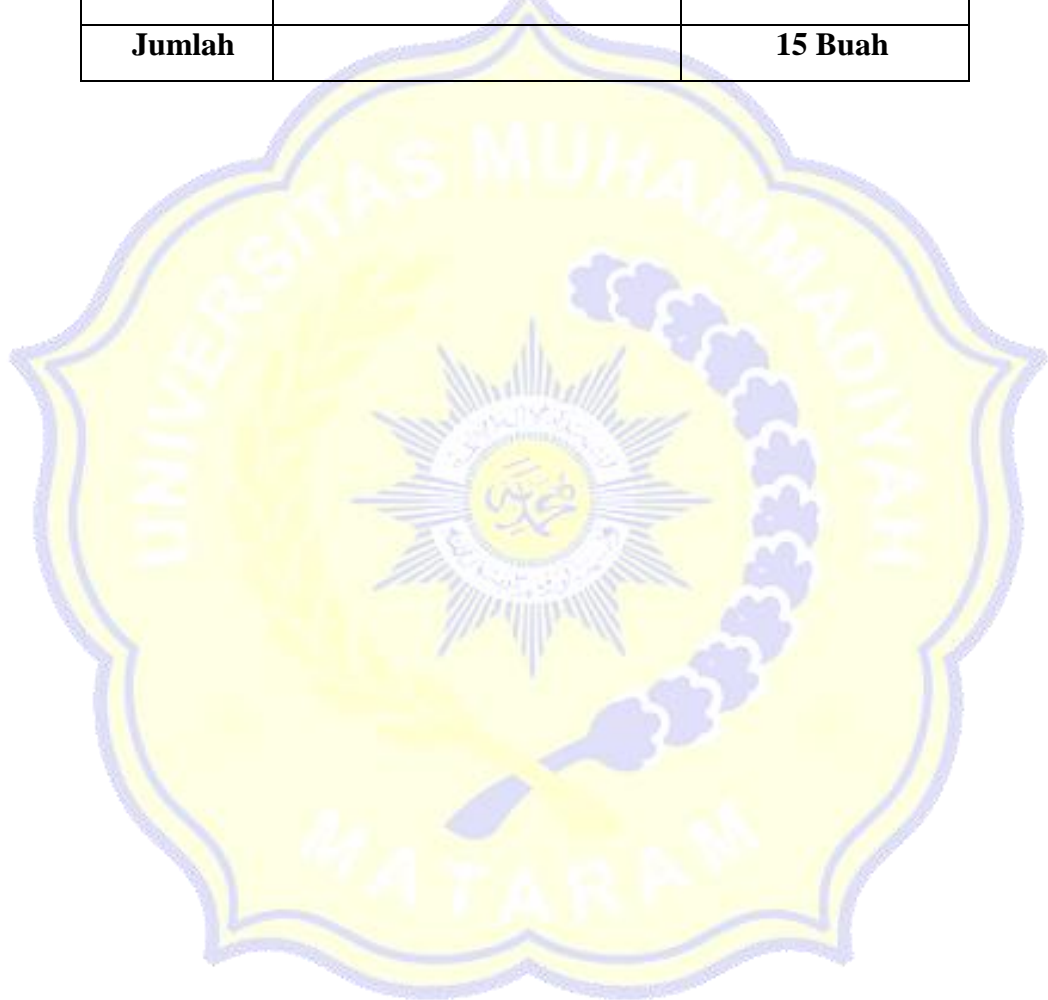
Filler : Persen agregat minimum 75% lolos No.200.

K: Konstanta 0,5 – 1,0 untuk laston.

2. Setelah mendapatkan harga zat hitam-atas, maka gravitasi eksplisit terbesar (BJ Max) ditentukan dengan mengambil informasi dari gravitasi eksplisit eksplorasi total halus dan total kasar.
3. Dengan asumsi semua informasi telah diperoleh, hal selanjutnya yang harus dilakukan adalah memastikan berat contoh, berat hitam, berat total dan menghitung kebutuhan total untuk setiap contoh berdasarkan tarif yang dimiliki.
4. Blending total dengan black-top pada suhu ideal 150 °C.
5. Tentukan zat yang berwarna hitam.
6. Pencampuran eksplorasi sesuai dengan kekhususan Bina Marga 2018.
7. Tentukan suhu campuran.
8. Lengkapi pemadatan yang berbeda dengan manual Marshall Compactor pada contoh musim efek 2x65, 2x70, 2x75, 2x80, dan 2x85.
9. Biarkan tes protes istirahat terlebih dahulu sehingga mulai memadat sebelum dikeluarkan dari bentuk, dan setelah itu diamankan selama \pm 24 jam.
10. Ukur ketebalan, ukur, dan kemudian rendam benda uji dalam air pada suhu biasa selama 24 jam.
11. Ukur kembali benda uji untuk mendapatkan bobot basah (SSD).
12. Sebelum menguji benda uji dengan alat Marshall, terlebih dahulu benda uji disiramkan ke dalam pancuran air pada suhu 60°C selama 30 menit. Tiga contoh dibuat untuk setiap variasi suhu dan sejumlah 15 contoh dicoba.
13. Penilaian dampak varietas dalam pengaruh/pemadatan campuran pada berat jenis lapisan atas hitam.

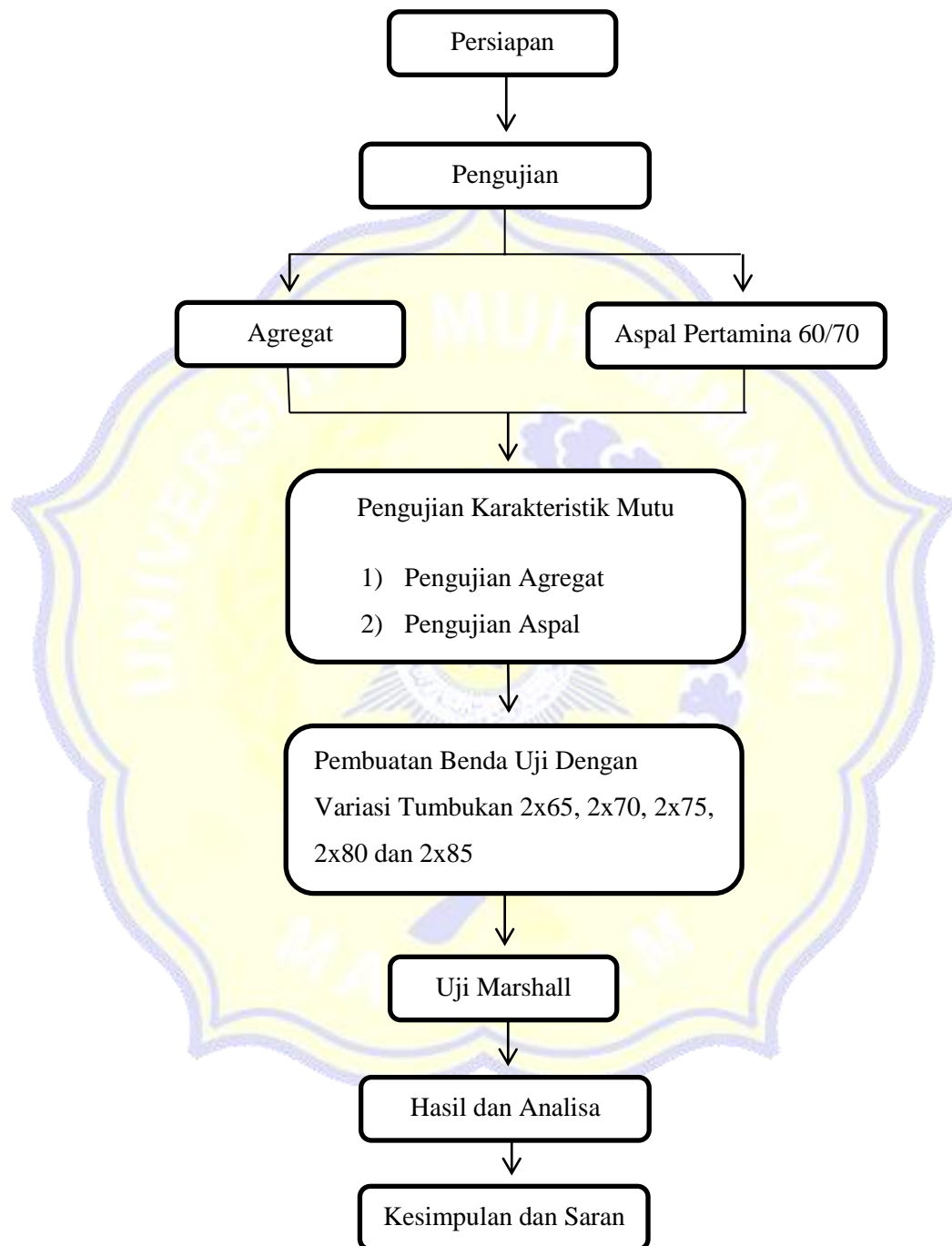
Tabel 3.1 Rincian variasi tumbukan dan banyak sampel

No	Variasi Tumbukan	Sampel
1	2 x 65	3
2	2 x 70	3
3	2 x 75	3
4	2 x 80	3
5	2 x 85	3
Jumlah		15 Buah



3.6 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan kerja seperti terlihat dalam gambar bagan dibawah ini :



Gambar 3.13 bagan alir penelitian