

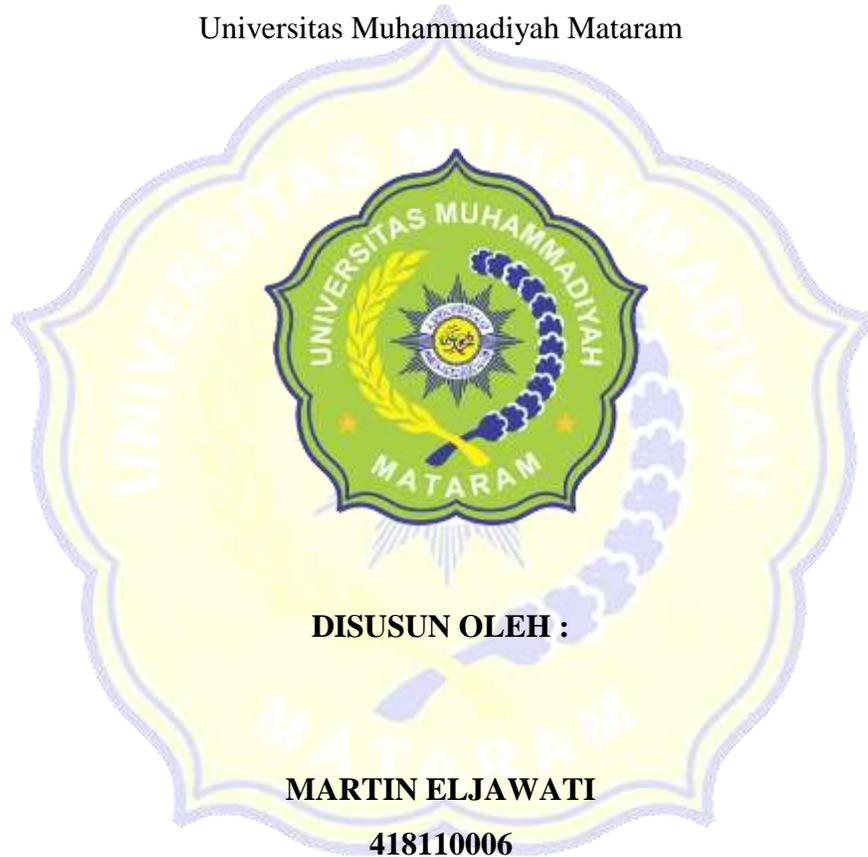
SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI PERENDAMAN PADA CAMPURAN ASPAL PANAS
TERHADAP NILAI KARAKTERISTIK MARSHALL**

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

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Mataram



DISUSUN OLEH :

MARTIN ELJAWATI

418110006

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
TAHUN 2022**

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI PERENDAMAN PADA CAMPURAN ASPAL
PANAS TERHADAP NILAI KARAKTERISTIK MARSHALL**

Disusun oleh:

MARTIN ELJAWATI

418110006

Mataram, 6 juli 2022

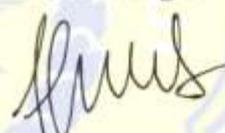
Pembimbing I



Titik Wahyuningsih, ST., MT.

NIDN. 0819097401

Pembimbing II



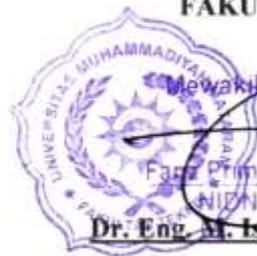
Anwar Efendy, ST., MT.

NIDN. 0811079502

Mengetahui,

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

FAKULTAS TEKNIK



Mewakili Dekan Dekan I

Faza Primadi Hirsan, ST, MT

NIDN. 0804118001

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

NIDN.0824017501

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI PERENDAMAN PADA CAMPURAN ASPAL
PANAS TERHADAP NILAI KARAKTERISTIK MARSHALL**

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh :

NAMA : MARTIN ELJAWATI

NIM : 418110006

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada hari, Selasa 2 Agustus 2022

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

Penguji I : Titik Wahyuningsih, ST., MT

Penguji II : Anwar Efendy, ST., MT

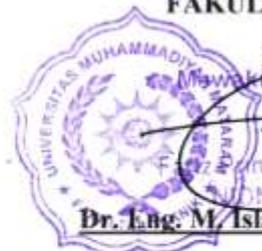
Penguji III : Ir. Agus Partono, MT



Mengetahui,

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

FAKULTAS TEKNIK



Dekan,
M. Wakil Dekan I

M. Hirsan, ST, MT

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

NIDN : 0824017501

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

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

“PENGARUH VARIASI PERENDAMAN PADA CAMPURAN ASPAL PANAS TERHADAP NILAI KARAKTERISTIK *MARSHALL*”

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

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

Mataram, 06 Juli 2022

Yang Membuat Pernyataan



Martin Eljawati
418110006



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) 640906 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 : MARTINI ELJAWATI
NIM : 418110006
Tempat/Tgl Lahir : Sepatek 3 Maret 1999
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
No. Hp : 0817CG 992 482
Email : eljawatimartin@gmail.com

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

Pengaruh Variasi Perendaman Pada Campuran Aspal Panas
Terhadap Nilai Karakteristik Marshall

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 4178

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

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

Mataram, 10 September 2022

Penulis



MARTINI ELJAWATI
NIM. 418110006

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 : pcipustaka@ummat.ac.id

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH

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

Nama : MARTINI ELJAWATI
NIM : 418110006
Tempat/Tgl Lahir : Sepakel 3 Maret 1999
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
No. Hp/Email : eljawatmartin@gmail.com
Jenis Penelitian : Skripsi KTI Tesis

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

Pengaruh Variasi Perendaman Pada Campuran Aspal
Panas 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, 10 September 2022

Penulis



MARTINI ELJAWATI
NIM. 418110006

Mengetahui,

Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

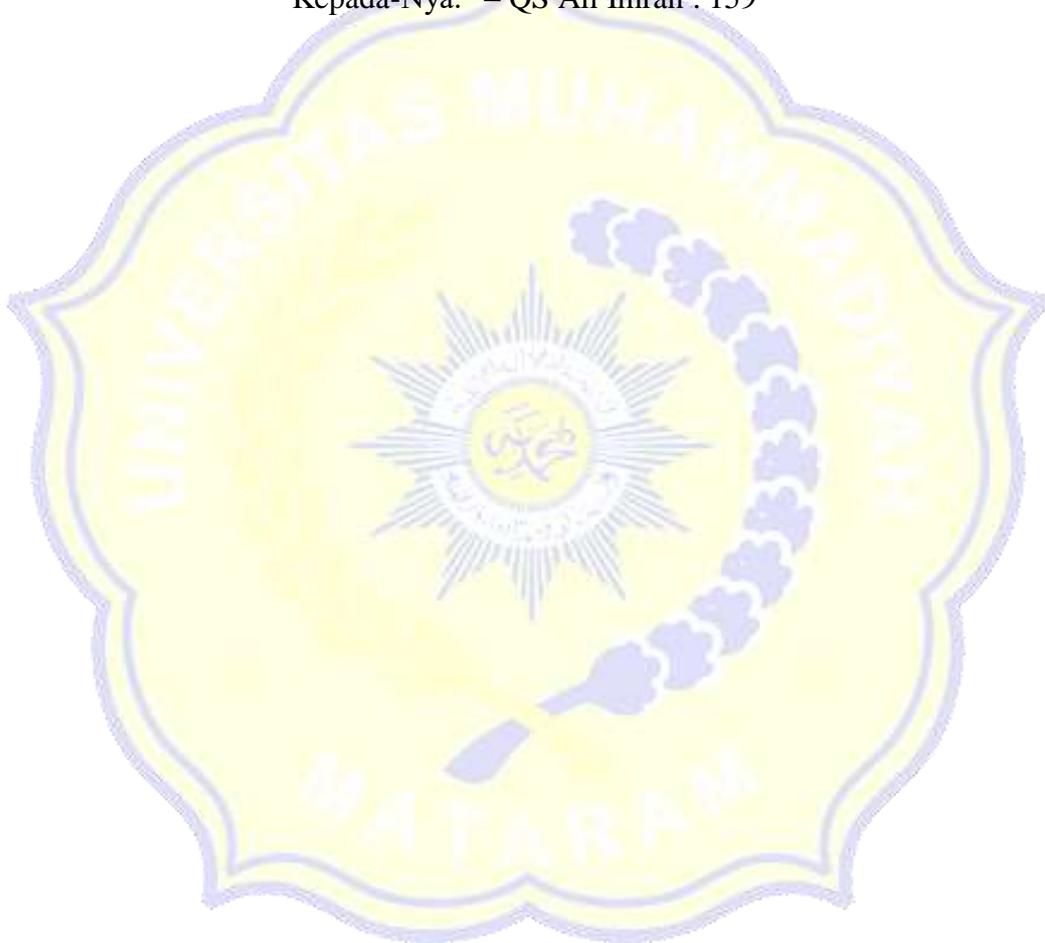


Iskandar, S.Sos., M.A.
NIDN. 0802048904

MOTTO

“...Allah Tidak Membebani Hambanya Melainkan Sesuai Dengan Kesanggupannya” – QS Al-Baqarah : 286

“...Kemudian Apabila Kamu Telah Membulatkan Tekad, Maka Bertawakallah Kepada Allah. Sesungguhnya Allah Menyukai Orang Yang Bertawakal Kepada-Nya.” – QS Ali Imran : 159



HALAMAN PERSEMBAHAN

Dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dukungan dari berbagai pihak yang ikut serta dalam proses penyusunan skripsi. Peneliti secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih terutama kepada:

1. Allah SWT karena dengan segala rahmat dan karunia-Nya yang telah memberikan kekuatan dan Kesehatan bagi peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orang tua saya tercinta Ibu Rahun dan Bapak Sunaryono dan keluarga besar yang selama ini telah banyak berjuang demi masa depan saya, memberi dukungan, perhatian, kasih sayang, dan do'a yang tidak henti-hentinya selama masa perkuliahan dan kelancaran dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Titik Wahyuningsih, ST., MT., selaku dosen pembimbing utama.
4. Bapak Anwar Efendy, ST., MT., selaku dosen pembimbing pendamping.
5. Bapak Dr. Eng. Islamy Rusyda, ST., M. Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
6. Ibu Agustini Ernawati, ST., M.Tech., selaku Ketua Program studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram.
7. Petugas Laboratorium Pengujian Bahan Jalan Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang, Provinsi NTB.
8. Teman-teman Jurusan Teknik Sipil kelas A, dan rekan-rekan mahasiswa keluarga besar Teknik sipil khususnya Angkatan 2018 yang tidak biasa saya sebutkan namanya satu per satu, terima kasih semoga kita semua sukses dikemudian hari, Aamiin.
9. Semua pihak yang telah membantu selama pelaksanaan yang memberikann motivasi, semangat, bantuan dan dukungannya sampai dengan selesai Tugas Akhir ini, terima kasih. Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberikan imbalan yang setimpal atas bantuan yang diberikan kepada penulis.

PRAKATA

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 “**Pengaruh Variasi Perendaman Pada Campuran Aspal Panas 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.

Pada kesempatan ini pula penyusun mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Dr. H Arsyad Gani, Mpd. Sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram .
2. Dr. Eng. M Islamy Rusyda, ST.,MT Sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram
3. Agustini Ernawati , ST.,M.Tech. selaku ketua jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram
4. Titik Wahyuningsih, ST.,MT Selaku Dosen pembimbing
5. Anwar Efendy, ST.,MT Selaku Dosen pembimbing
6. Seluruh Staff Dan Karyawan Dinas PUPR Provinsi NTB
7. Dan kepada Orang Tua tercinta penyusun yang selalu memberikan dukungan moral dan material kepada penyusun. Semoga Allah SWT melindunginya.

Mengingat keterbatasan penyusun, penyusun 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. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini bisa bermanfaat bagi pembaca.

Wassalamualaikum Wr. Wb

Mataram ,.....2022
Penyusun

Martin Eljawati

ABSTRAK

Jalan merupakan prasarana transportasi yang sangat utama dalam mendukung pergerakan, baik pergerakan manusia atau barang. Sistem transportasi jalan memberikan kontribusi yang sangat penting terhadap sistem transportasi darat maupun sistem transportasi secara ke seluruhan. Salah satu fungsi dari lapisan perkerasan aspal adalah sebagai lapisan penutup bagi perkerasan di bawahnya terhadap air, karena adanya air akan mengakibatkan perkerasan tersebut menurun dan juga lapis perkerasan dibawahnya akan menurun daya dukungnya.

Terhadap lapisan perkerasan aspal dapat dilakukan pengujian Marshall untuk mengetahui pengaruh dari durasi teredamnya terhadap nilai Stabilitas dan Kelelahan (*Flow*) melalui penelitian di laboratorium. Penelitian diawali dengan memeriksa sifat-sifat bahan yang digunakan dengan mengacu pada persyaratan Spesifikasi Teknik oleh Bina Marga, sehingga didapatkan komposisi terbaik dari campuran. Selanjutnya dengan komposisi terbaik dibuat benda uji Marshall yang akan direndam dalam 6 variasi durasi yaitu; 8 jam, 16 jam 24 jam, 32 jam, 40 jam dan 48 jam.

Berdasarkan analisa pada pengolahan data diperoleh bahwa nilai kadar aspal optimum yang digunakan yaitu 6,1%. Dari hasil pengujian Marshall, setelah direndam dengan variasi lamanya perendaman yang berfluktuasi terhadap jenis campuran tersebut sama pengaruhnya, yaitu nilai Stabilitas dan *Marshall Quotient* (MQ) meningkat dan nilai *Flow* menurun. Hal ini membuktikan, bahwa lamanya (durasi) perendaman mempengaruhi kinerja pencampuran lapis perkerasan aspal. Semakin panjang durasi perendaman nilai Stabilitas Marshall semakin meningkat dan nilai *Flow* semakin menurun.

Kata kunci : AC – WC, Durasi Perendaman, Pengujian *Marshall*

ABSTRACT

Roads are a crucial component of the transportation infrastructure that supports mobility of both people and cargo. The land transportation system and the transportation system as a whole both benefit greatly from the work done by the road transportation system. The asphalt pavement layer serves as a protective layer for the pavement below it against water since water will cause both the pavement itself and the pavement layer beneath it to lose some of their carrying capacity.

In order to determine the impact of the damping time on the Stability and Yield (Flow) values through laboratory study, the Marshall test can be applied to the asphalt pavement layer. In order to achieve the best composition of the mixture, the research starts by examining the qualities of the materials used and referring to the specifications of the Technical Specification by Highways. Additionally, Marshall test specimens of the optimal composition were created to be submerged for 8 hours, 16 hours, 24 hours, 32 hours, 40 hours, and 48 hours.

According to data processing analysis, 6.1% was determined to be the ideal asphalt content value to employ. According to the Marshall test results, the effect is the same after immersion with changes in the period of immersion that change depending on the type of mixture, specifically the Stability and Marshall Quotient (MQ) values increase and the Flow value drops. This demonstrates how a mixing asphalt pavement layer is affected by the duration (duration) of immersion. The Marshall Stability value rises and the Flow value falls the longer the immersion period.

Keywords: AC-WC, Immersion Duration, Marshall Test

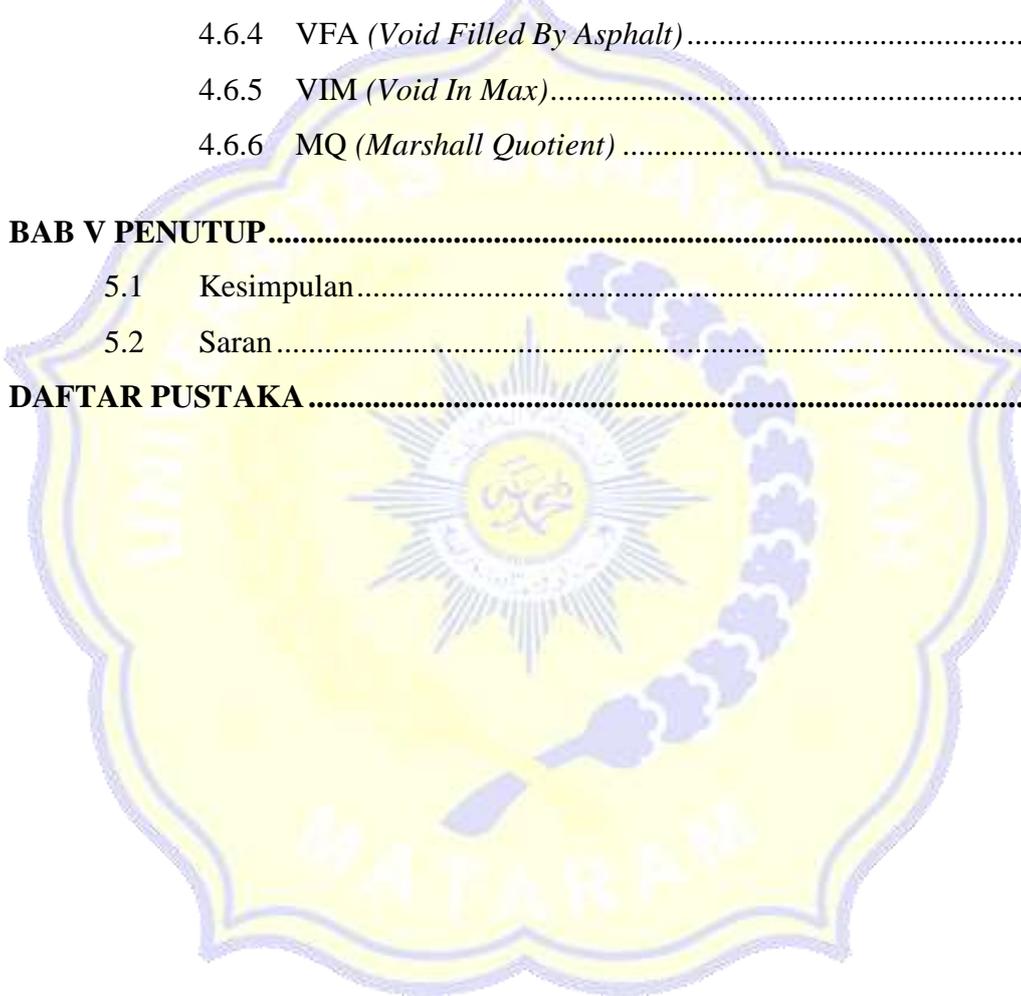


DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iii
PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	iv
PLAGIARISME	v
LEMBAR PERNYATAAN ORIENTASI.....	vi
MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	viii
PRAKATA	ix
ABSTRAK	x
ABSTARCT	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
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.....	4
2.1 Perkerasan Jalan	4
2.2 Lapis Aspal Beton	5
2.3 Bahan Campuran Aspal Panas.....	7
2.3.1 Agregat	7
2.3.2 Bahan Pengisi (<i>Filler</i>)	9
2.3.3 Aspal.....	9
2.4 Gradasi.....	11
2.5 Perendaman	12
2.6 Campuran Aspal Panas (<i>Hot Mix Asphalt</i>).....	14
2.7 Volumetrik Benda Uji	17
2.8 Uji Marshall.....	20
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian.....	23
3.2 Teknik Pengumpulan Data	23
3.3 Bahan	24
3.4 Peralatan	24
3.5 Benda Uji.....	28
3.6 Prosedur Pelaksanaan	28
3.6.1 Pembuatan Benda Uji.....	28
3.6.2 <i>Volumetrik Test</i>	30
3.6.3 <i>Marshall Test</i>	30
3.7 Tahap Penelitian	31
BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL PENELITIAN.....	33
4.1 Penentuan Gradasi Agregat	33
4.2 Penentuan Kadar Aspal Optimum (Kao) Rencana.....	34
4.3 Campuran Benda Uji Marshall	34
4.4 Menghitung Parameter Pengujian	34

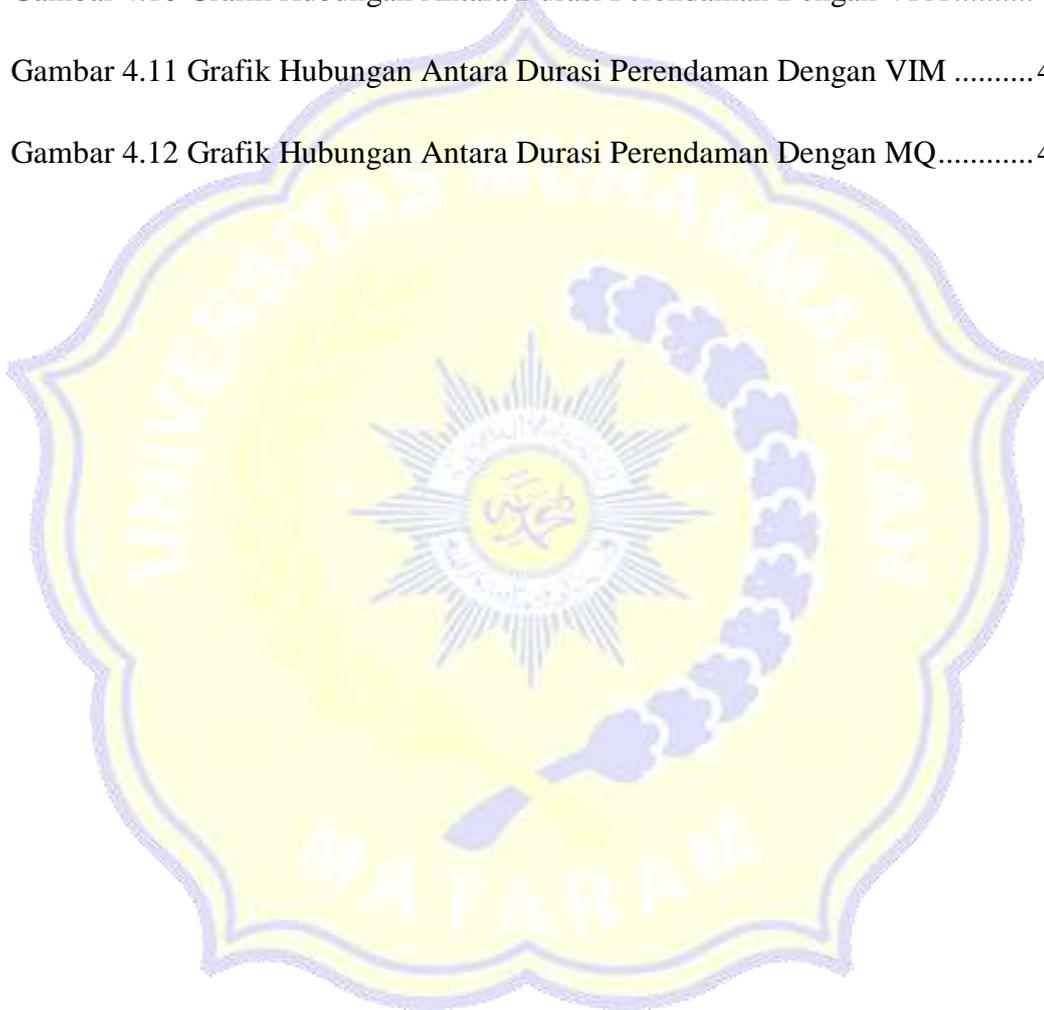
4.5	Penentuan Proporsi Campuran Benda Uji Ac – Wc (<i>Asphalt Concret – Wearing Course</i>).....	37
4.6	Hasil Pengujian Marshall Dengan Variasi Rendaman Campuran Lapis <i>Asphalt Concret – Wearing Course</i>	38
4.6.1	Stabilitas	38
4.6.2	Kelelahan.....	39
4.6.3	VMA (<i>Void Mineral Agregate</i>)	41
4.6.4	VFA (<i>Void Filled By Asphalt</i>)	42
4.6.5	VIM (<i>Void In Max</i>).....	43
4.6.6	MQ (<i>Marshall Quotient</i>)	45
BAB V PENUTUP		48
5.1	Kesimpulan.....	48
5.2	Saran	48
DAFTAR PUSTAKA		49



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Susunan Lapis Konstruksi Perkerasan Jalan	4
Gambar 3.1 Saringan Standar ASTM	24
Gambar 3.2 Alat Pengujian Volumetric.....	24
Gambar 3.3 Oven Atau Pemanas Agregat	25
Gambar 3.4 Timbangan Digital.....	25
Gambar 3.5 Termometer	25
Gambar 3.6 Cetakan Benda Uji (<i>Briket</i>)	25
Gambar 3.7 Alat Penumbuk	26
Gambar 3.8 Dongkrak Hidrolis.....	26
Gambar 3.9 Water Bath.....	26
Gambar 3.10 Satu Set Alat <i>Marshall</i>	27
Gambar 3.11 Panci	27
Gambar 3.12 Wajan, spatula, dan kompor gas.....	27
Gambar 3.13 Sarung tangan	28
Gambar 3.15 Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 4.1 Grafik Persentase Gradasi Agregat	33
Gambar 4.2 Grafik Stabilitas Dengan Kadar Aspal Rencana	35
Gambar 4.3 Grafik VMA Dengan Kadar Aspal Rencana.....	35
Gambar 4.4 Grafik VFA Dengan Kadar Aspal Rencana	36
Gambar 4.5 Grafik VIM Dengan Kadar Aspal Rencana	36

Gambar 4.6 Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum	36
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Antara Durasi Perendaman Dengan Stabilitas	38
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Antara Durasi Perendaman Dengan Flow	40
Gambar 4.9 Grafik Hubungan Antara Durasi Perendaman Dengan VMA.....	41
Gambar 4.10 Grafik Hubungan Antara Durasi Perendaman Dengan VFA	42
Gambar 4.11 Grafik Hubungan Antara Durasi Perendaman Dengan VIM	44
Gambar 4.12 Grafik Hubungan Antara Durasi Perendaman Dengan MQ.....	45

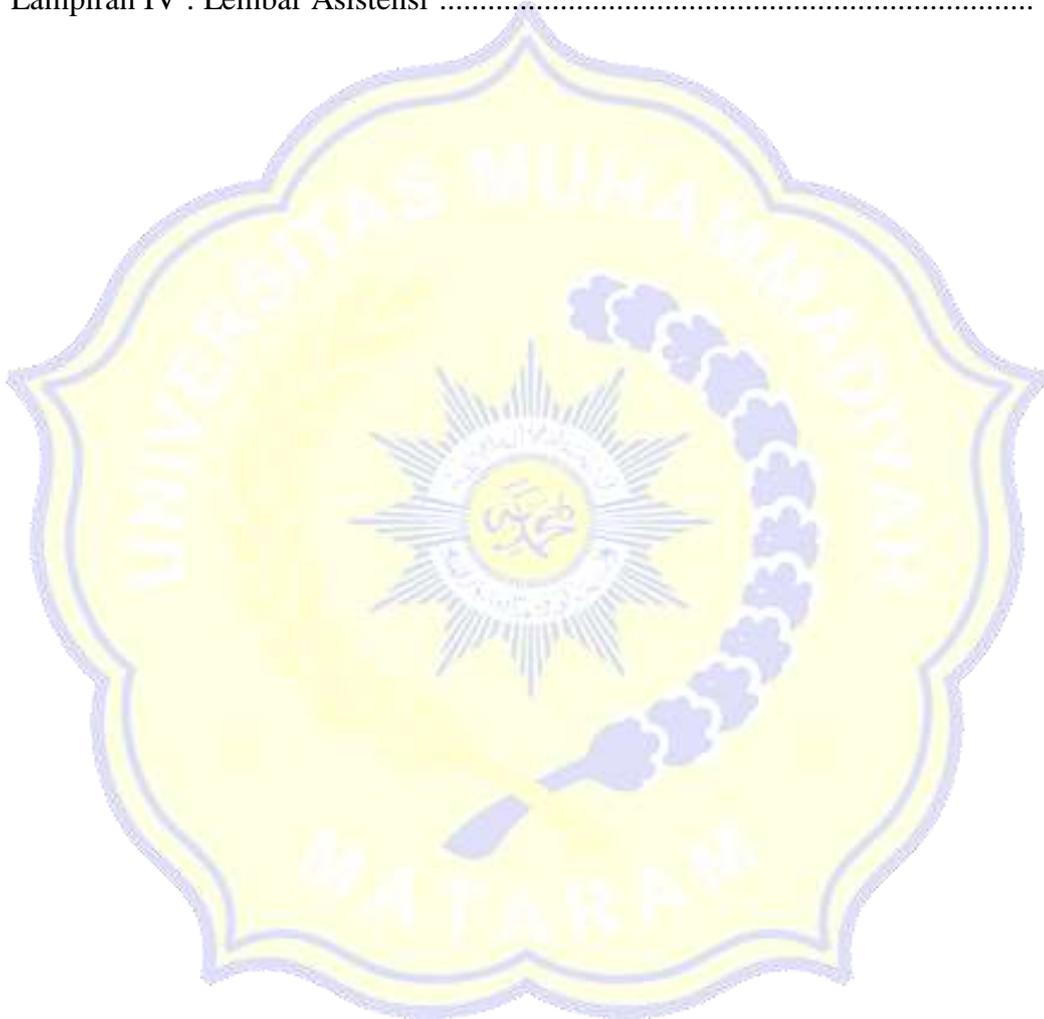


DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Antara Perkerasan Lentur Dan Perkerasan Kaku	5
Tabel 2.2 Syarat Laston Bina Marga.....	6
Tabel 2.3 Ketentuan Agregat Kasar.	8
Tabel 2.4 Ketentuan Agregat Halus.	8
Table 2.5 Ketentuan Filler.....	9
Tabel 2.6. Spesifikasi Bina Marga Nilai Penetrasi Aspal 60/70	10
Tabel 2.7 Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Aspal	12
Tabel 3.2 Kebutuhan Benda Uji Untuk Marshall Test.....	28
Table 4.1 Persentase Agregat Campuran	33
Table 4.2 Perbandingan Hasil Marshal Test Dengan Spesifikasi Bina Marga	34
Table 4.3 Persentase Agregat Gabungan	37
Table 4.4 Hasil Pengujian Stabilitas <i>Marshall</i>	38
Table 4.5 Hasil Pengujian Kelelehan (<i>Flow</i>)	39
Table 4.6 VMA (<i>Void Mineral Agregate</i>).....	41
Table 4.7 VFA (<i>Void Filled By Asphalt</i>)	42
Table 4.8 VIM (<i>Void In Max</i>)	43
Table 4.9 MQ (<i>Marshall Quotient</i>).....	45
Table 4.10 Hasil Rekapitulasi Karakteristik Marshall	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	: Dokumentasi
Lampiran II	: Hasil Penelitian.....
Lampiran II	: Surat - Surat
Lampiran IV	: Lembar Asistensi



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan ialah prasarana utama yang terpenting untuk mendukung perekonomian nasional dan daerah. Pada umumnya jalan di Indonesia mengalami kerusakan yang diakibatkan oleh *Physical Damage Factor* (P.D.F.) yang terlalu tinggi dan pembebanan yang berlebih (*overload*), bertambahnya jumlah kendaraan yang pesat mengakibatkan banyaknya kendaraan yang melintas, terutama kendaraan niaga, fungsi drainase yang tidak memadai dan perubahan lingkungan. Oleh karena itu diperlukan perkerasan dengan mutu tinggi (beton aspal), seperti bahan pengisi yang berupa agregat dan bahan pengikat berupa aspal.

Perkerasan jalan merupakan suatu struktur dibangun di atas tanah. Sebagian besar jenis infrastruktur perkerasan jalan ialah perkerasan kaku dan perkerasan lentur. Infrastruktur perkerasan lentur merupakan salah satu jenis infrastruktur menggunakan bahan pengikat berupa aspal banyak digunakan saat ini, jenis infrastruktur perkerasan jalan ini terdiri dari beberapa lapisan yang dimana lapis permukaan menggunakan aspal beton atau campuran aspal panas (*Hotmix*). Ada 3 macam campuran dalam campuran aspal panas, yaitu Laston (AC - BC & AC - WC), Latasir, Lataston (HRS - WC & HRS - Base). Dari sini terlihat bahwa perendaman perkerasan dapat menyebabkan degradasi perkerasan, yang ditunjukkan dengan terlepasnya butir-butir agregat dari aspal dan terlepasnya aspal dari struktur perkerasan jalan.

Indonesia mempunyai dua musim, yakni musim kemarau dan musim hujan. Dari keadaan tersebut mempengaruhi standar perkerasan jalan dengan intensitas hujan yang tinggi menyebabkan struktur perkerasan jalan mudah terjadi deformasi. Dikutip dari Majalah Konstruksi No. 226, Edisi Mei 1996, umur dari konstruksi perkerasan jalan akan dapat bertahan lama jika konstruksi jalan terhindar dari pengaruh air. Lapis permukaan perkerasan yang menopang beban kendaraan

yakni aspal AC-WC, oleh sebab itu untuk menghindari perubahan bentuk, alur, dan *bleeding*, stabilitas yang tinggi harus dimiliki aspal AC-WC.

Metode *Marshall* pertama kali ditemukan oleh Bruce Marshall dan telah distandarisasi oleh ASTM ataupun AASHTO melalui beberapa perubahan, yaitu AASHTO T – 245 – 90 dan ASTM D 1559 – 76. Untuk mengetahui ketahanan (stabilitas) campuran agregat dan aspal terhadap kelelahan plastis (*flow*) perlu dilakukan pengujian *Marshall*. Definisi *flow* ialah perubahan bentuk suatu campuran mulai dari yang tanpa beban sampai dengan yang beban maksimum. Karakteristik campuran aspal panas, agregat dapat diukur dari sifat – sifat *Marshall* yang terdiri dari VIM (*Void In The Mix*), VFA (*Void Filled With Asphalt*), VMA (*Void Mix Aggregate*), MQ (*Marshall Quotient*), Kelelahan (*Flow*), dan Stabilitas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perilaku Aspal Pen 60/70 yang digunakan untuk campuran aspal panas yang diproduksi sesuai dengan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan tahun 2010. Hasil dari penelitian ini ialah sebagai saran untuk semua pihak yang terkait dengan pekerjaan campuran panas dan penanggung jawab pembina jalan, terutama tentang desain campuran aspal panas dengan mutu perkerasan yang lebih tinggi, menggunakan Aspal Pertamina Pen 60/70 terhadap nilai karakteristik Marshall. Untuk mengetahui hal tersebut dilakukan penelitian pengaruh variasi perendaman pada campuran aspal dengan suhu standar maksimal sebesar 160°C (Bina Marga 2010). Dengan variasi durasi perendamannya 8 Jam, 16 Jam, 24 Jam, 32 Jam, 40 Jam dan 48 jam. Hasil dari pengujian menggunakan aspal keras penetrasi 60/70 akan dibandingkan dengan parameter Marshall yang mengacu kepada Spesifikasi Bina Marga 2010.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil dari:

1. Bagaimana persentase kadar aspal optimum pada campuran aspal panas jenis ac-wc.
2. Bagaimana nilai karakteristik marshall pada variasi perendaman dengan dengan durasi 8 Jam, 16 Jam, 24 Jam, 32 Jam, 40 Jam dan 48 jam.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui persentase kadar aspal optimum (KAO) pada campuran panas jenis AC – WC.
2. Untuk mengetahui nilai karakteristik marshall pada variasi perendaman dengan durasi 8 Jam, 16 Jam, 24 Jam, 32 Jam, 40 Jam dan 48 jam.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat dari Penelitian :

1. Dapat mengetahui karakteristik aspal jika direndam pada waktu/durasi yang bervariasi dibawah standar.
2. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan kepada para Kontraktor, Bina Marga dan bagi Mahasiswa Teknik Sipil tentang pentingnya pengaruh waktu/durasi pada saat perendaman campuran sehingga hasilnya nanti sesuai setandar dan dampaknya jalan tidak mudah rusak dan tahan lebih lama sesuai dengan umur rencana.

1.5 Batasan Masalah

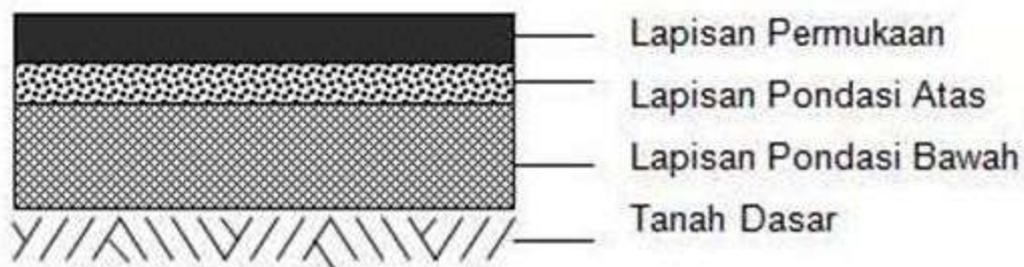
Adapun lingkup penelitian ini terbatas pada ;

1. Jenis aspal minyak Pen. 60/70 produksi PT. PERTAMINA.
2. Pengujian dilakukan terhadap aspal dan dilakukan perendaman pada waktu/durasi yang bervariasi yaitu pada 8 Jam, 16 Jam, 24 Jam, 32 Jam, 40 Jam dan 48 jam.
3. Setiap variasi durasi perendaman diambil 3 sampel.
4. Penelitian hanya dilakukan di laboratorium tidak dengan pengujian lapangan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah lapisan perkerasan yang berada di antara lapisan tanah dan roda kendaraan, yang berfungsi untuk memberikan pelayanan kepada sarana transportasi. Menopang beban lalu lintas secara aman, nyaman, dan tidak mengalami kerusakan yang besar sebelum umur rencana adalah fungsi dari perkerasan. Perkerasan yang dibuat berlapis-lapis bertujuan untuk memberikan keawetan yang memadai, ketahanan dan ekonomis. Lapisan paling atas atau lapis permukaan adalah lapisan yang paling baik mutunya. Di bawah lapis permukaan terdapat lapisan yang disebut lapis fondasi, yang dimana diletakkan di atas tanah dasar yang sudah dipadatkan (Sukirman 2003). Bisa dilihat pada **Gambar 2.1** dibawah ini.



Gambar 2.1. Susunan Lapis Konstruksi Perkerasan Jalan

Sebagian besar pembangunan jalan berdasarkan bahan pengikat. Kontruksi perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi :

- a. Konstruksi perkerasan lentur ialah perkerasan yang menggunakan bahan pengikat berupa aspal yang dimana lapis perkerasannya bersifat menopang atau mengalirkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
- b. Konstruksi perkerasan kaku ialah perkerasan yang menggunakan bahan pengikat berupa semen (*Portland cement*). Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah, pelat beton menopang sebagian besar beban lalu lintas.

- c. Konstruksi perkerasan komposit merupakan gabungan antara perkerasan lentur dengan perkerasan kaku yang dimana perkerasan kaku di atas perkerasan lentur, begitupun sebaliknya.

Pada umumnya di Indonesia menggunakan dua jenis infrastruktur perkerasan, yaitu infrastruktur perkerasan lentur dan infrastruktur perkerasan kaku. Dua jenis infrastruktur perkerasan ini memiliki perbedaan yang dapat dilihat dalam **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1. Perbedaan Antara Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku

No	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
1	Komponen perkerasan terdiri dari lapis permukaan, pondasi atas dan pondasi bawah	Komponen perkerasan terdiri dari plat beton yang terletak pada tanah atau lapisan material granuler pondasi bawah
2	Digunakan untuk semua kelas jalan dan tingkat volume lalu lintas	Kebanyakan digunakan untuk jalan kelas tinggi
3	Pengontrolan kualitas campuran lebih rumit	Pencampuran adukan beton mudah dikontrol
4	Umur rencana lebih pendek yaitu sekitar 10-20 tahun	Umur rencana dapat mencapai 20-40 tahun
5	Kurang tahan terhadap drainasi yang buruk	Lebih tahan terhadap drainasi yang buruk
6	Biaya awal pembangunan lebih rendah	Biaya awal pembangunan lebih tinggi

Sumber: Christady (2015)

2.2 Lapis Aspal Beton

Aspal beton merupakan jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran aspal dan agregat yang tanpa atau dengan bahan tambahan. Bahan yang membentuk aspal beton dicampur di pabrik pencampuran pada suhu yang sudah ditentukan, selanjutnya diangkut ke lokasi konstruksi, dihampar dan dipadatkan. Sehingga berubah bentuk menjadi aspal padat (Sukirman 2003).

Lapisan beton (Laston) selanjutnya disebut AC, terdiri dari tiga jenis campuran, yaitu lapisan dasar AC (*AC-Base*), AC lapis antara (*AC-Binder Course*), dan lapisan AC-Aus (*AC-WC*) dengan ukuran agregat maksimum

masing-masing campuran ialah 37,5 mm, 25,5 mm, dan 19 mm (Bina Marga 2010). Laston sebagai lapis aus (*Asphalt Concrete – Wearing Coarse, AC-WC*) merupakan lapisan yang bersentuhan langsung dengan material dan lingkungan, maka perlu direncanakan aspal beton AC-WC yang sesuai dengan spesifikasi standar, sehingga lapis ini tahan terhadap air, tahan cuaca dan sangat stabil (Leily, 2012). Lapisan permukaan merupakan campuran aspal keras dengan agregat bergradiasi menerus. Fungsinya ialah untuk menopang beban lalu lintas, melindungi struktur di bawahnya, dan berfungsi sebagai lapis aus dan menyediakan permukaan yang rata dan tidak licin. Data perencanaan berupa jenis agregat, gradiasi agregat, mutu agregat, jenis aspal keras, rencana tebal perkerasan dan jenis bahan pengisi harus diperhitungkan. Sedangkan penentuan persentase aspal merupakan persentase aspal yang ditambahkan pada agregat kering dan diperiksa dengan metode uji Marshall. Persyarat laston berdasarkan Bina Marga dapat dilihat pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2 Syarat Laston Bina Marga.

Kepadatan lalu lintas	Berat	Sedang	Ringan
Stabilitas Marshall (kg)	800	800	800
Kelelehan (mm)	3	3	3
Rongga Dalam Campuran (%)	3 - 5	3 - 5	3 - 5
Rongga Terisis Aspal (%)	65	65	65
Jumlah Tumbukan	2 x 75	2 x 75	2 x 75

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Devisi 6 Perkerasan Jalan

Lapisan beton aspal yang banyak digunakan di berbagai Negara ialah yang dikembangkan untuk mencapai kepadatan yang tinggi, nilai struktural tinggi dan kadar aspal yang rendah. Hal ini sering mengakibatkan material yang relatif kaku, sehingga konsekuensi dari kekuatan dan daya tahan yang rendah pula.

2.3 Bahan Campuran Aspal panas

Bahan penyusun untuk perkerasan campuran aspal terdiri dari beberapa komponen yaitu :

2.3.1 Agregat

Agregat merupakan komponen utama konstruksi perkerasan jalan, yaitu 75 – 85% agregat berat persentase dan 90 – 95% agregat berdasarkan berat persentase. Agregat dibagi menjadi 3 bagian, yaitu agregat buatan, agregat yang perlu diolah dan agregat siap pakai inilah 3 jenis agregat yang digunakan sebagai bahan penyusun perkerasan jalan. Agregat yang diperoleh dari hasil olahan pabrik seperti kapur, semen dan limbah industri yang dapat digunakan untuk material perkerasan jalan seperti abu terbang (*fly ash*) serta terak baja (*steel slag*) disebut dengan agregat buatan, selain itu agregat yang diambil dari alam dan diangkut ke mesin penghancur batu untuk diolah, sehingga diperoleh agregat yang dibutuhkan ialah jenis agregat yang perlu diolah, sedangkan untuk agregat yang digunakan sebagai bahan perkerasan jalan dengan bentuk dan ukuran yang dimana didapat dari lokasi asalnya atau dengan sedikit proses pengolahan disebut dengan agregat siap pakai (Sukurman 2003). Secara umum agregat yang digunakan dalam campuran beraspal dibagi dalam dua macam, yaitu :

a. Agregat kasar

Agregat kasar sebagai rencana campuran ialah yang dilalukan secara keras, awet, basah, bebas dari lempung, bebas dari bahan yang tidak diinginkan dan tertahan ayakan No.4 (4,75 mm) yang memenuhi ketentuan dilihat pada **Tabel 2.3**

b. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang bersih, keras, bebas dari lempung dan bahan yang tidak dikhendaki lainnya. Agregat halus memenuhi ketentuan sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 2**.

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	Campuran AC modifikasi dan SMA	100 putaran	Maks 6%
		500 putaran	Maks 30%
Los Angeles	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	SNI 7619:2012	100/90*)
	lainnya		95/90**)
Partikel pipih dan lonjong	SMA	ASTM DA791-10 Perbandingan 1:5	Maks 5%
	lainnya		Maks 10%
Material lolos ayakan No.200		SNI ASTM C117:2012	Maks 1%

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Devisi 6 Perkerasan Aspal.

Tabel 2.4 Ketentuan Agregat Halus.

Pengujian	Metode pengujian	Nilai
Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	Min 50%
Uji kadar rongga tanpa pemadatan	SNI 03-6877-2002	Min 45%
Gumpalan lempung dan butiran mudah pecah dalam agregat	1SNI 03-4141-1996	Maks 1 %
Agrekan lolos ayakan No.200	SNI ASTM C117 : 2012	Maks 10%

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Devisi 6 Perkerasan Jalan

2.3.2 Bahan Pengisi (*filler*)

Menurut Rahaditya (2012), *Filler* adalah bahan pengisi pada lapisan aspal. Kandungan dan jenis bahan pengisi juga mempengaruhi elastisitas campuran dan sensitivitas campuran. Berikut ialah ketentuan *filler* pada campuran aspal menurut Bina Marga 2010 revisi 1 adalah :

1. Penambahan *filler* terdiri dari abu terbang, kapur padam (*hydrated lime*), debu batu kapur (*limestone dust*) dan semen yang sumbernya disetujui oleh Direksi Pekerjaan.
2. Penambahan *filler* harus mengandung bahan yang lolos ayakan No.200 (75 micron) tidak kurang dari 75 % sesuai SNI 03-1968-1990 dan harus kering bebas dari gumpalan-gumpalan.
3. Penambahan *filler* pada semua campuran beraspal tidak kurang dari 1% atau maksimum 2% dari berat total agregat.

Adapun ketentuan filler pada campuran dapat dilihat pada **Table 2.5**

Table 2.5 Ketentuan *Filler*

Pengujian	Standart	Nilai
Material lolos saringan no.200	SNI 03-6723-2002	Min.75%

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 2010 Revisi 6

2.3.3 Aspal

Definisi aspal ialah sebagai bahan perekat berwarna hitam kecoklatan dengan bitumen sebagai komponen utama. Aspal adalah endapan dari penghilangan minyak bumi atau dapat diperoleh dari alam. Aspal ialah material yang berbentuk agak padat sampai padat pada suhu ruang yang sifatnya termoplastis. Jadi aspal akan meleleh ketika dipanaskan pada suhu tertentu dan akan kembali membeku ketika suhu turun. Selain agregat, aspal ialah material yang membentuk campuran perkerasan jalan. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisaran antara 4-10% berdasarkan berat campuran, atau 10-15% berdasarkan volume campuran. (sukirman, 2003). Sifat viskoelastis bahan berwarna hitam kecoklatan merupakan bitumen atau aspal, sehingga mengalami kelunakan atau pencairan apabila menerima panas yang cukup begitupun sebaliknya. Aspal yang mampu menahan

dan menutupi agregat tetap pada tempatnya selama proses produksi dan masa pelayanannya merupakan sifat viskoelastis. Bitumen adalah aspal yang terbuat dari suatu rantai hidrokarbon, oleh karena itu aspal sering disebut material berbituminous. Berikut merupakan jenis-jenis aspal:

a) Aspal keras

Aspal keras adalah penyulingan yang menghasilkan aspal mencair dan melunak apabila mendapat cukup pemanasan disebabkan oleh sifat viskoelastisnya begitu juga sebaliknya.

b) Aspal cair

Aspal cair dihasilkan melalui larutnya aspal keras menggunakan bahan dasar minyak.

c) Aspal emulsi

Aspal emulsi dibuat dengan mengemulsikan aspal keras. Pada proses ini partikel aspal padat dipisahkan dan didispersikan dalam air.

d) Aspal alam

Aspal yang terbentuk secara alami di alam. Berdasarkan endapannya aspal alam terbagi dalam 2 kelompok, yaitu aspal batuan dan aspal laut. Persyaratan aspal minyak 60/70 terdapat pada **Tabel 2.6**

Tabel 2.6. Spesifikasi Bina Marga nilai penetrasi Aspal 60/70

Jenis aspal (sesuai penetrasi)	60/70	Metode
Penetrasi (25C, 100 gr, 5 det)	60 – 79	SNI 06 – 2456-1991
Titik Nyata, C	Min.200	SNI 06 – 2433 - 1991
Daktalitas (25C, 5cm/men,cm)	Min.100	SNI 06 – 2430 - 1991
Titik lembek, C	48 – 58	SNI 06 – 2434-1991
Penurunan berat, %	Max 0,8	SNI 06 – 2440-1991
Penetrasi setelah kehilangan berat, % semula	Min. 45	SNI 06 – 2432-1991
Berat Jenis (25C)	Min.1	SNI 06 – 2441-1991

2.4 Gradasi

Menurut pengaplikasiannya di lapangan, baik buat pengaplikasian campuran beraspal ataupun lapis agregat yang tidak menggunakan aspal sebagai bahan pengikat, agregat tersebut dibedakan atas gradasinya. Gradasi ialah distribusi partikel berdasarkan ukuran agregatnya, yang menentukan stabilitas dan memudahkan proses penggunaan di lapangan, gradasi agregat mempengaruhi ukuran rongga antar butir. Gradasi agregat terdiri dari :

- a. Agregat Bergradasi Menerus; juga sering disebut agregat begradasi rapat (*dense graded*) dan agregat begradasi baik (*well graded*) karena merupakan campuran antar agregat halus dan kasar dalam porsi yang sebanding. Lapis perkerasan jalan dengan stabilitas tinggi (campuran relatif kaku karena butiran saling mengunci), berat besar volume atau *skid resistance* yang tinggi dihasilkan oleh agregat dengan gradasi menerus. Pada campuran aspal beton (AC) juga digunakan jenis campuran agregat begradasi menerus.
- b. Agregat Bergradasi Senjang (*gap graded*); Jenis Agregat ini juga disebut dengan agregat begradasi buruk (*poorly graded*), dikarenakan dengan agregat yang 1 fraksi hilang dan 1 fraksi sedikit. Lapisan perkerasan dengan sifat stabilitas campuran sedang atau juga dengan *skid resistance* yang rendah dihasilkan oleh jenis gradasi agregat ini. Mortar menghasilkan stabilitas, Pada campuran Lapis Aspal Beton (*Lataston*) dan *Hot Rolled Sheet* (HRS) menggunakan gradasi agregat jenis ini.
- c. Agregat Bergradasi Terbuka (*open graded*); Agregat dengan ukuran yang sama digunakan sebagai material. Lapis perkerasan yang bersifat permeabilitas tinggi, stabilitas rendah atau kepadatan rendah disebabkan oleh jenis agregat dengan gradasi tersebut. Lapisan perkerasan yang menggunakan gradasi ini sama dengan yang digunakan untuk agregat utama pada Lapis Penetrasi Makadam.

Dalam penelitian ini menggunakan spesifikasi gradasi referensi yang ditetapkan oleh Pustran Balitbang PU (2004). Seperti pada **Tabel 2.7** sebagai berikut :

Tabel 2.7 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 Perkerasan Aspal.

2.5 Perendaman

Sistem drainase yang kurang baik menyebabkan permukaan perkerasan jalan tergenang oleh air, terutama pada saat musim hujan tidak dapat menyerap air yang turun dengan intensitas hujan yang tinggi. Air laut yang pasang menyebabkan genangan air pada perkerasan jalan yang disebut dengan banjir air laut/rob, hal tersebut disebabkan oleh permukaan air laut lebih tinggi dari daratan.

Tingkat durabilitas campuran beraspal dipengaruhi oleh salah satu faktor, yaitu rongga dalam campuran (VIM). Yang membuat nilai durabilitas bagus, udara tidak masuk dalam campuran dan lapisan perkerasan kedap air ialah nilai VIM yang kecil, namun penuaan campuran aspal menyebabkan rongga yang lebih besar dalam campuran karena proses oksidasi. Besarnya nilai rongga pada campuran ini menyebabkan penurunan sifat kedap air pada campuran, sehingga

pada saat direndam air dengan mudah menembus dan mengisi rongga pada campuran, akibatnya nilai durabilitas pada campuran mengalami penurunan, jadi semakin lama dilakukan perendaman maka tingkat durabilitasnya akan semakin kecil. Berikut adalah hasil dari penelitian terdahulu.

Anita Budhi Wijayanti (2017), yang berjudul “*Analisa Dampak Rendaman Air Tawar Terhadap Nilai Structural Pada Campuran Asphalt Aggregate*”. Hasil penelitian menunjukkan lamanya campuran AC-BC dan AC-WC terendam akan mempengaruhi nilai struktur material. Hasil analisa dari campuran AC-BC terhadap struktur pada masing-masing memperoleh angka koefisien relatif sebesar 0,295; 0,272; 0,250; 0,246; 0,234 pada variasi rendaman 0,5 jam, 24 jam, 48 jam, 96 jam dan 168 jam. Nilai koefisien untuk campuran AC-WC, yaitu: 0,245; 0,240; 0,235 pada durasi perendaman 0,5 jam, 24 jam, 48 jam.

Menurut Riza Wardhana (2017), yang berjudul “*Pengaruh Rendaman Air Yang Bersifat Asam Terhadap Kinerja Campuran AC-WC (Asphalt Concrete Wearing Course) Dengan Bahan Ikut Aspal Pertamina Pen 60/70*”. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terendaminya campuran AC-WC dengan air tawar dan air rawa selama 96 jam mengakibatkan kinerja campuran AC-WC menurun. Nilai stabilitas pada sampel yang terendam air rawa cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan sampel yang terendam air tawar.

George Stefen Muaya (2015), berjudul “*Pengaruh Terendaminya Perkerasan Aspal Oleh Air Laut Yang Ditinjau Terhadap Karakteristik Marshall*” Dari penelitian ini diperoleh kesimpulan hasil pengujian *Marshall Test* pada 2 jenis rendaman, yaitu dengan perendaman air laut dan air tawar beserta dengan variasi durasi perendaman, variasi suhu, dan variasi kadar garam, sebagian besar pada kinerja campuran aspal panas dapat dilihat bahwa nilai stabilitas dan kelelahan (*Flow*) lebih dipengaruhi air laut dibandingkan dengan air tawar.

Vonne Carla Pangemanan (2015), yang berjudul “*Pengaruh Suhu Dan Durasi Terendaminya Perkerasan Beraspal Panas Terhadap Stabilitas Dan Kelelahan (Flow)*” hasil dari penelitian ini ialah nilai MQ (*Marshall Quotient*) dan *stabilitas* mengalami penurunan diakibatkan suhu air yang merendam perkerasan tinggi, sedangkan *Flow* meningkat, sesudah terendam pada variasi

temperatur yang turun naik atau pada durasi lamanya perendaman didapatkan *Flow* meningkat dan *Marshall Quotient* (MQ) dengan nilai *Stabilitas* menurun dari kedua jenis material tersebut. Dari sini disimpulkan bahwa lamanya durasi rendaman dan variasi suhu menunjukkan kinerja lapisan campuran perkerasan.

Adapun penelitian Haris (2019) dengan judul “*Analisis Pengujian Stabilitas dan Durabilitas Campuran Aspal dengan Tes Perendaman*” hasilnya tipe campuran yang memenuhi syarat terbaik kedua adalah keawetan campuran setelah lamanya rendaman pada variasi campuran 4, setelah variasi campuran 3 untuk nilai durabilitas yang cukup baik berdasarkan parameter *Marshall* (RMS), indeks daya tahan pertama (IDP) dan indeks daya tahan kedua (IDK). Variasi campuran 4 dengan 75% kapur sirih – 25% debu batu, juga memenuhi beberapa kriteria, yaitu penggunaan bahan pengisi alami seperti kapur padam yang lebih dominan bahkan hingga 75% dari total kebutuhan akan bahan pengisi *filler*, yang tentu sangat ekonomis, karena sangat mudah penanganannya, dan juga dapat memenuhi kebutuhan akan *filler* dalam jumlah yang cukup tersedia di Daerah Sulawesi Tengah.

2.6 Campuran Aspal Panas (*Hot Mix Asphalt*)

Campuran aspal panas merupakan suatu campuran perkerasan lentur yang terdiri dari agregat halus, agregat kasar, bahan pengisi dan bahan pengikat berupa aspal dengan perbandingan tertentu, mengeringkan agregat dan melelehkan aspal sehingga dapat dicampur dengan mudah dan sebelum pencampuran dilakukan bahan – bahannya harus dipanaskan terlebih dahulu.

Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis dengan suhu permukaan jalan yang tinggi dengan lalu lintas yang mengalami peningkatan. Ada beberapa jenis campuran aspal panas di Indonesia, yang dibedakan menurut lalu lintas yang melewatinya, yaitu:

1. Latsir (HRSS) Kelas A dan B
2. HRS
3. Laston (AC)
4. Asphalt Treated Base (ATB)

5. Split Mastik Asphalt

Sebagian besar *Hotmix* digunakan sebagai infrastruktur perkerasan lentur yang harus memenuhi syarat kekuatan dan kenyamanan, (*The Asphalt Institute*, 1985), berikut adalah kondisi yang harus dipenuhi:

a. Stabilitas

Kekuatan dari campuran aspal untuk menahan perubahan bentuk pada pembebanan konstan dan berulang tanpa kegagalan. Diperlukan agregat bergradasi baik, rapat, dan mempunyai rongga antar butiran agregat (VMA) yang kecil untuk mendapatkan nilai stabilitas yang tinggi. Dikarena nilai VMA yang kecil, terjadinya *bleeding* disebabkan penggunaan aspal yang terlalu, karena aspal tidak dapat menutupi agregat dengan baik. Berikut merupakan yang fungsi di atas:

- Agregat harus bergradasi rapat / keras / permukaan kasar (batu pecah).
- Kadar aspal sedang.
- Aspal menggunakan aspal keras dengan penetrasi rendah.

b. Durabilitas atau daya tahan

Ketahanan campuran aspal terhadap perubahan temperatur, gesekan keausan roda kendaraan, cuaca dan air. Untuk mencapai ketahanan yang tinggi perlu adanya rongga kecil dalam campuran (VIM), karena tidak ada (atau sedikit) udara yang masuk kedalam campuran, yang mengakitkannya menjadi rapuh. VMA yang besar juga diperlukan untuk memungkinkan aspal menutupi agregat lebih baik.

c. Fleksibilitas atau kelenturan

Kemampuan lapisan untuk mengikuti perubahan bentuk yang disebabkan oleh pembebanan lalu lintas berulang tanpa retak lelah. Fungsinya untuk mencegah masuknya air karena jika terjadi maka jalan akan semakin kaku, lebih mudah retak dan menahan tegangan/regangan akibat reaksi. Jalan yang terlalu lentur menyebabkan perubahan bentuk (*rutting alur*) sangat besar. Nilai VMA yang besar, VIM yang kecil, dan aspal penetrasi tinggi diperlukan untuk mencapai fleksibilitas tinggi.

d. Kekesatan (*skid resistance*)

Kapasitas perkerasan aspal menyediakan permukaan yang cukup kasar agar kendaraan yang melintasinya tidak tergelincir di jalan basah maupun kering. Untuk menghindari *bleeding* diperlukan kadar aspal yang tepat dan menggunakan agregat kasar yang cukup sehingga mencapai viskositas yang tinggi.

e. Ketahanan leleh (*fatigue resistance*)

Kemampuan aspal beton untuk mengalami beban berulang tanpa terjadi kelelahan berupa retak atau kerusakan alur (*rutting*).

f. *Impermeable* / kedap air

Fungsi dari *Impermeable* pada campuran ialah untuk menghalangi penetrasi air/udara, jika air masuk proses oksidasi akan lebih cepat sehingga proses pelapukan berlangsung cepat. Untuk mendukung fungsi di atas, maka dibutuhkan sebagai berikut:

- Gradasi agregat rapat.
- Persentase aspal yang tinggi.
- Rongga udara (air void) kecil.

g. Kemudahan Pelaksanaan (*Workabilitas*)

Mudah dalam pengolahan campuran aspal. *workabilitas* dipengaruhi oleh gradasi agregat, dimana agregat yang bergradasi baik lebih mudah untuk diproses dengan kandungan bahan pengisi, dimana sejumlah besar bahan pengisi membuat pemrosesan menjadi sulit. Campuran aspal panas dibagi menjadi 2 (dua) macam, yaitu:

1. Campuran aspal panas dengan agregat bergradasi senjang (*Gap Graded Aggregate Mix*).
2. Campuran dengan Agregat Gradasi Menerus (*Continuous Graded Aggregate Mix*).

Campuran dengan Agregat Gradasi Senjang (*Gap Graded Aggregate Mix*) ialah campuran yang terdiri dari berbagai variasi proporsi agregat kasar, pasir halus, *filler*, dan aspal. Sifat saling mengikat antar butiran pasin dengan aspal ialah hasil dari sabilitas.

Campuran dengan Agregat Gradasi Menerus (*Continuous Graded Aggregate Mix*). Pengaturan butir agregat dari ukuran terhalus hingga terbesar sehingga rongga udara terkontrol dengan baik. Kondisi lalu lintas dengan iklim yang ada dari rongga udara yang diinginkan bergantung terhadap penambahan jumlah aspal.

Pengujian campuran aspal panas (*Hot mix*) dengan *Asphalt Marshall*, bertujuan untuk mengetahui ketahanan (*stabilitas*) campuran aspal terhadap lelehan plastis (*flow*). Kekuatan stabilitas adalah kemampuan campuran aspal untuk menyerap suatu beban sampai terjadi kelelahan plastis (dalam Kg), yaitu suatu keadaan dimana bentuk campuran aspal berubah karena adanya beban sampai batas keruntuhan (dalam mm).

2.7 Volumetrik Benda Uji

Rumus untuk analisa campuran aspal panas (AASHTO) sebagai berikut:

1. Berat Jenis Bulk dan *Apparent Total Agregat*

Agregat total terdiri dari agregat halus, agregat kasar dan fraksi *filler* yang dimana sifat berat jenis masing-masingnya berbeda, baik berat jenis semu (*Apparent Gravity*) maupun berat jenis kering (*Bulk Specific Gravity*). Setelah mendapatkan kedua macam berat jenis untuk setiap agregat pada pengujian material agregat maka berat jenis agregat keseluruhan dapat dihitung dalam persamaan berikut:

- a. Berat jenis kering (*Bulk Specific Gravity*) dari total agregat menggunakan persamaan 2.1

$$Gsb_{total\ agregat} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{Gsb_1} + \frac{P_2}{Gsb_2} + \frac{P_3}{Gsb_3} + \dots + \frac{P_n}{Gsb_n}} \dots\dots\dots(2.1)$$

- b. Berat jenis semu (*Apparent Specific Gravity*) dari total agregat menggunakan persamaan 2.2

$$Gsb_{total\ agregat} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{Gs\theta_1} + \frac{P_2}{Gs\theta_2} + \frac{P_3}{Gs\theta_3} + \dots + \frac{P_n}{Gs\theta_n}} \dots\dots\dots(2.2)$$

2. Berat Jenis Efektif Agregat

Berat jenis maksimum campuran (Gmm) diukur dengan AASHTO T.209-90, maka berat jenis efektif campuran (Gse), tidak termasuk rongga udara dalam

partikel agregat penyerap aspal dapat dihitung dengan rumus berikut yang umumnya digunakan berdasarkan hasil pengujian kepadatan maksimum teoritis. Menggunakan persamaan 2.3

$$G_{se} = \frac{P_{mm} - P_b}{\frac{P_{mm} P_b}{P_{mm} G_b}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Berat jenis efektif total agregat dapat ditentukan juga dengan menggunakan persamaan 2.4 dibawah ini:

$$G_{se} = \frac{G_{sb} + G_{sa}}{2} \dots\dots\dots(2.4)$$

3. Berat Jenis Maksimum Campuran

Berat jenis maksimum campuran, untuk menghitung rongga pada setiap kadar aspal diperlukan Gmm pada setiap kadar aspal. AASTO T 209-90 menentukan berat jenis maksimum. Hasil pengujian terbaik ialah apabila kadar aspal campuran mendekati kadar aspal optimum (KAO), pengujian berat jenis maksimum dilakukan dengan benda uji sebanyak minimum dua atau tiga buah. Selanjutnya Berat Jenis Maksimum (Gmm) campuran untuk setiap kadar aspal dapat dihitung menggunakan berat jenis efektif (Gse) rata-rata menggunakan persamaan 2.5 sebagai berikut:

$$G_{mm} = \frac{P_{mm}}{\frac{P_s}{G_{se}} + \frac{P_b}{G}} \dots\dots\dots(2.5)$$

4. Berat Jenis Bulk Campuran Padat

Perhitungan berat jenis bulk campuran setelah pemadatan (Gmb) dinyatakan dalam gram/cc dengan persamaan 2.6 sebagai berikut :

$$G_{mb} = \frac{W_a}{V_{bulk}} \dots\dots\dots(2.6)$$

5. Penyerapan Aspal

Penyerapan aspal dinyatakan dalam persen terhadap berat agregat total, tidak terhadap berat campuran. Perhitungan penyerapan aspal (Pba) dapat dihitung menggunakan persamaan 2.7 sebagai berikut:

$$P_{ba} = 100 \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{se} \times G_{sb}} \dots\dots\dots(2.7)$$

6. Kadar Aspal Efektif

Kadar aspal efektif (P_{be}) campuran beraspal merupakan jumlah aspal terserap agregat dikurangi kadar aspal keseluruhan. Pada akhirnya akan menentukan kinerja perkerasan aspal yang diselimuti agregat bagian luar dengan kadar aspal efektif. Rumus Kadar aspal efektif adalah persamaan 2.8

$$P_{be} = P_b - \frac{P_{ba}}{100} P_s \quad \dots\dots\dots(2.8)$$

7. Rongga di antara mineral agregat (*Void in the Mineral Agregat/VMA*)

Rongga antar mineral agregat (VMA) merupakan pori antara partikel agregat dalam suatu perkerasan, termasuk pori dalam udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume agregat yang menyerap aspal). VMA juga dapat dihitung terhadap berat agregat total dan berat campuran total. VMA terhadap campuran dapat dihitung dengan persamaan 2.9 berikut:

a. Terhadap Berat Campuran Total

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb} \times F_s}{G_{sb}} \quad \dots\dots\dots(2.9)$$

b. Terhadap Berat Agregat Total menggunakan persamaan 2.10

$$VMA = 100 - \left(\frac{G_{mb}}{G_{sb}} \times \frac{100}{100+P_b} \times 100 \right) \quad \dots\dots\dots(2.10)$$

8. Rongga di dalam campuran (*Void In The Compacted Mixture*)

VIM (Rongga udara dalam campuran) pada campuran perkerasan beraspal terdiri dari rongga udara diantara aspal yang menyelimuti agregat. Rongga udara dalam campuran ditentukan dengan persamaan 2.11 berikut:

$$VMA = 100 \times \left(\frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \right) \quad \dots\dots\dots(2.11)$$

9. Rongga udara yang terisi aspal (*Voids Filled with Bitumen/ VFA*)

Rongga terisi aspal (VFA) merupakan persentase rongga antar agregat yang terisi aspal (VMA), agregat yang menyerap aspal tidak termasuk. Rongga aspal yang terisi campuran ditentukan dengan persamaan 2.12 berikut:

$$VFA = \left(\frac{100 (VMA - VIM)}{VMA} \right) \quad \dots\dots\dots(2.12)$$

10. Stabilitas

Nilai stabilitas dihasilkan dari nilai yang ditunjukkan oleh jarum dial. Untuk nilai yang ditunjukkan pada jarum dial perlu dikonversikan terhadap alat *Marshall*. Selain itu alat *Marshall* umumnya digunakan dalam satuan Lbf (*pound force*), sehingga harus disesuaikan satuannya terhadap satuan kilogram. Selanjutnya nilai tersebut juga harus disesuaikan dengan angka koreksi terhadap ketebalan atau volume benda uji.

11. *Flow*

Nilai *Flow* diperoleh sama dengan cara memperoleh nilai stabilitas yang dimana ditunjukkan oleh jarum dial, jarum dial pada pengujian *flow* tidak perlu dikonversikan karena biasanya sudah dalam satuan mm (millimeter).

12. Hasil Bagi *Marshall*

Marshall Quotient (MQ) adalah hasil dari pembagian stabilitas dengan kelelahan. Dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.13 berikut:

$$MQ = \frac{MQ}{Mf} \dots\dots\dots(2.13)$$

2.8 Uji Marshall

Uji marshall dengan menggunakan metode Bina Marga. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui sifat-sifat campuran, untuk mengetahui stabilitas atau ketahanan terhadap kelelahan plastis (*flow*) dari campuran aspal. Stabilitas dan *flow* terhubung berbanding lurus, semakin besarnya nilai stabilitas maka flownya juga akan semakin besar begitupun sebaliknya. Jadi stabilitas yang besar mampu membuat aspal menahan beban dan begitu juga sebaliknya.

Sehingga *flow* yang semakin tinggi akan mampu membuat aspal menahan beba.

Dari penelitian uji marshall didapatkan grafik hubungan antara presentase kadar aspal dengan stabilitas, kelelahan (*flow*), banyaknya rongga antara agregat VMA (*Voids in Mineral Aggregates*), presentase pori terisi aspal VFA (*Void Filled With Bitumen*), presentase pori pada campuran VIM (*Void in the Mix*), dan MQ (*Marshall Quotient*). Penjelasan dari kata-kata adalah sebagai berikut:

- a) VMA merupakan banyaknya rongga diantara partikel agregat dalam campuran yang telah dipadatkan, rongga terisi aspal dinyatakan dalam (%).

Rumus VMA dapat dilihat pada persamaan 2.14

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb} - P_s}{G_{sb}} \dots\dots\dots(2.14)$$

- b) VFA ialah banyaknya rongga dalam campuran padat di antara partikel yang terisi aspal, banyaknya keseluruhan terhadap campuran dinyatakan dalam (%). Rumus VFA dapat dilihat pada persamaan 2.15

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

- c) VIM disebut juga rongga dalam campuran yang digunakan untuk menentukan persentase rongga dalam campuran. Ketidak seragaman bentuk agregat dalam campuran dengan susunan partikel akan memperoleh rongga udara. Rongga udara adalah indikator keawetan campuran aspal sehingga rongga tidak terlalu kecil dan terlalu besar yang menunjukkan persentase rongga dalam campuran. Nilai VIM berpengaruh terhadap durabilitas campuran agregat, besarnya rongga dalam campuran ditunjukkan oleh nilai VIM yang semakin tinggi yang menyebabkan campuran bersifat porous. Rumus VIM dapat dilihat pada persamaan 2.16

$$VIM = 100 \times \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \dots\dots\dots(2.16)$$

- d) Kelelahan (*flow*) merupakan perubahan bentuk secara vertikal yang terjadi sejak awal pembebanan hingga penurunan keadaan stabilitas, akibat beban yang diterima terlalu besar akan menunjukkan perubahan bentuk yang besar. Besarnya nilai *flow* dinyatakan dalam mm atau 0,01". Kadar aspal, viskositas aspal, gradasi agregat, jumlah dan temperatur pemadatan berpengaruh terhadap nilai *flow*.

- e) Stabilitas ialah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa mengalami defornmasi seperti gelombang, alur (*rutting*), ataupun mengalami bleeding. Gradasi agregat, penetrasi aspal, sifat saling mengunci antar partikel agregat, gesekan, kohesi atau kadar aspal, bentuk dan tekstur permukaan, sangat berpengaruh terhadap nilai stabilitas. Rumus stabilitas dapat dilihat pada persamaan 2.17

$$S = P \times r \dots\dots\dots(2.17)$$

- f) Nilai *MQ* menyatakan sifat kekakuan suatu campuran. Campuran yang mudah retak dan cenderung terlalu kaku disebabkan oleh nilai *MQ* yang

terlalu tinggi. Sebaliknya, jika perkerasan menjadi cenderung kurang stabil atau terlalu lentur dipengaruhi oleh nilai MQ yang terlalu rendah. Rumus MQ dapat dilihat pada persamaan 2.18

$$MQ = \frac{s}{t} \dots\dots\dots(2.18)$$

Kadar aspal optimum dapat diperoleh dari kriteria di atas, untuk kemampuan campuran yang sesuai dengan Standar Bina Marga. Persyaratan campuran lapis aspal untuk lalu lintas berat berdasarkan buku petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Tabel 2.6 halaman 11, untuk jalan raya adalah sebagai berikut :

- Stabilitas + kelelehan : 200 kg/mm – 350 kg/mm
- Kelelehan : 2mm – 4mm
- Rongga dalam campuran : 3% - 5%
- Rongga terisi aspal : > 75%

Rencana campuran aspal yang ideal harus memenuhi syarat antara rongga pori yang kecil, rongga dalam campuran yang kecil, stabilitas yang tinggi, dan fleksibilitas yang rendah.

Untuk menentukan kadar aspal awal yang akan digunakan pada penelitian di laboratorium diperlukan kadar aspal tengah, guna untuk memperoleh kadar aspal yang akan dipakai dalam perencanaan di lapangan. Untuk memperoleh kadar aspal tengah (P_b) digunakan persamaan sesuai spesifikasi umum Bina Marga, 2018 dapat dilihat pada persamaan 2.19 sebagai berikut :

$$P_b = 0.035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0.18 (\%filler) + K \dots\dots\dots(2.19)$$

dengan,

- CA = Persen agregat tertahan saringan no.8
- Filler = Persen agregat minimal 75% lolos saringan no.200
- Pb = Kadar aspal tengah, persen terhadap berat campuran
- FA = Persen agregat lolos saringan no.8 dan tertahan saringan no.200
- K = Konstanta (0.5 – 1 untuk laston, 2 – 3 untuk lataston; 1- 25 untuk campuran lain).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Pembuatan sampel, pengujian sampel dan perawatan sampel dilaksanakan di Laboratorium Balai Pengujian Material Konstruksi Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang Provinsi Nusa Tenggara Barat. Penelitian yang akan diuji pada campuran Aspal Panas adalah Marshall test dengan variasi durasi rendaman 8 Jam, 16 Jam, 24 Jam, 32 Jam, 40 Jam dan 48 jam. kadar aspal yang digunakan 5,5%, 5,7%, 5,9%, 6,1% dan 6,3%. Pada penelitian ini menggunakan bahan yang mengacu pada spesifikasi umum yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga tahun 2010 Revisi I.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Jenis Data Penelitian terdiri dari :

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang pertama kali dikumpulkan oleh peneliti melalui upaya pengambilan data secara langsung di lapangan, contohnya dengan melakukan penelitian makalah atau menguji secara langsung dengan mengacu pada petunjuk manual yang ada. Oleh karena itu data pertama atau utama disebut dengan data primer. Hasil dari penelitian yang terdiri dari hasil uji *Marshall*, kadar aspal efektif, *volumerik* benda uji, dan kadar aspal optimum adalah data primer.

2. Data Sekunder

Data sekunder ialah data yang bersumber dari penelitian yang diperoleh melalui media perantara yang tidak diteliti oleh peneliti secara langsung. Karena peneliti tidak mendapatkan data secara langsung maka peneliti berperan sebagai pihak kedua. Data sekunder dalam penelitian didapat dari Laboraturium Bahan dan Jalan, Balai Pengujian Material Konstruksi, Dinas Pekerjaan Umum Provinsi NTB, yang meliputi data

gradasi agregat, data pemeriksaan agregat dan data hasil pemeriksaan karakteristik aspal.

3.3 Bahan

Penelitian ini menggunakan bahan-bahan sebagai berikut:

1. Agregat

Agregat yang digunakan berasal dari PT. PRAMANA ARTHA RAHAJA – Lombok Timur. Karena hasil pemeriksaan agregat diperoleh dari Laboratorium Bahan Jalan Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Nusa Tenggara Barat maka di sebut dengan data sekunder.

2. Filler yang digunakan dalam penelitian ini ialah portland semen yang materialnya lolos saringan No. 200.
3. Aspal penetrasi 60 / 70 diperoleh dari PT.Pertamina.

3.4 Peralatan

Penelitian ini menggunakan peralatan sebagai berikut:

1. Alat pemeriksa agregat yang terdiri dari:
 - a) Satu set alat uji saringan (*sieve*) standar ASTM



Gambar 3.1 Saringan Standar ASTM

- b) Satu set alat Pengujian *Volumetrik*



Gambar 3.2 Alat pengujian volumetric

2. Oven Dan Pengatur Suhu



Gambar 3.3 Oven Atau Pemanas Agregat

3. Timbangan Digital



Gambar 3.4 Timbangan Digital

4. Termometer



Gambar 3.5 Termometer

5. Alat pembuat briket campuran aspal hangat terdiri dari :

- a. Satu set cetakan (*mold*)



Gambar 3.6 Cetakan Benda Uji (*Briket*)

b. Alat penumbuk (*compactor*)



Gambar 3.7 Alat Penumbuk

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



Gambar 3.8 Dongkrak Hidrolis

6. Satu Set *Water Bath*



Gambar 3.9 *Water Bath*

7. Satu set alat Marshall



Gambar 3.10 Set Alat Marshall

8. Alat Penunjang

a. Panci



Gambar 3.11 Panci

b. Wajan, spatula dan kompor gas



Gambar 3.12 Wajan, spatula, dan kompor gas

c. Sarung tangan



Gambar 3.13 Sarung tangan

3.5 Benda Uji

Benda uji yang dibuat pada penelitian ini sebanyak 18 buah, jumlah benda uji yang dibutuhkan dapat dilihat pada **Tabel 3.2**.

Tabel 3.2 Kebutuhan Benda Uji Untuk *Marshall Test*

Pengujian Marshall Standart							Jumlah
Kadar Aspal Optimum (%)							
Variasi Durasi Rendaman	8 Jam	16 Jam	24 Jam	32 Jam	40 Jam	48 Jam	
	3	3	3	3	3	3	18
Total							18

3.6 Prosedur Pelaksanaan

3.6.1 Pembuatan Benda Uji

Desain gabungan dibuat sebelum sampel diproduksi. Desain gabungan terdiri dari perencanaan penentuan aspal, gradasi agregat, dan pengukuran komposisi setiap fraksi agregat, *filler*, maupun aspal. Gradasi yang digunakan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) dengan menggunakan skema gradasi spesifikasi campuran. **Spesifikasi Umum Bina Marga 2018** Prosedur pembuatan benda uji dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu:

1. Tahap I

Pada fase ini yang pertama dilakukan ialah persiapan yaitu, menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan kemudian menentukan persentase untuk setiap butirnya, yang memfasilitasi pencampuran dan memfasilitasi penimbangan kumulatif untuk rasio pencampuran yang akurat.

2. Tahap II

Komposisi agregat campuran menentukan kadar aspal, berat agregat yang akan dicampur berdasarkan variasi kadar aspal, berat *filler* dan menentukan berat aspal penetrasi 60/70. Persentase ditentukan berdasarkan berat total campuran, yaitu 1200 gram.

3. Tahap III

Wajan yang berisi agregat diletakkan di atas timbangan lalu tuangkan aspal penetrasi 60/70 sesuai dengan persentase bitumen content berdasarkan berat total agregat.

4. Tahap IV

Campuran diaduk sampai rata setelah itu didiamkan hingga mencapai suhu pemadatan. Sebelum campuran dituangkan ke dalam *mould*, bagian bawah *mould* harus dilapisi terlebih dahulu dengan kertas pada alat penumbuk setelah itu baru campuran dituangkan ke dalam *mould* setelahnya bagian atas *mould* juga dilapisi kertas.

5. Tahap V

Campuran akan dipadatkan menggunakan alat penumbuk dengan tumbukan sebanyak 75 kali pada setiap sisinya. Kemudian sample didiamkan selama ± 2 jam pada suhu ruang, setelah itu dikeluarkan dari *mould* menggunakan dongkrak.

6. Tahap VI

Sebelum uji *marshall* dan pengujian *volumetrik* dilakukan sampel dikeluarkan terlebih dahulu dari *mould*.

3.6.2 *Volumetrik test*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai VIM dari setiap benda uji. Beberapa tahap pengujian sebagai berikut :

1. Tahap I

Sampel dipersiapkan berdasarkan ukuran direndam selama sehari untuk menghilangkan debu kemudian dikeringkan.

2. Tahap II

Hasil dari penimbangan berat, pengukuran diameter dan tinggi sampel, dapat dihitung volume bulk dan densitas dengan rumus pada halaman 18-24 dari uji volumetrik.

3. Tahap III

Perhitungan berat jenis pada setiap benda uji dengan rumus persamaan 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11.

4. Tahap IV

Perhitungan dengan rumus 2.12 – 2.17 dalam karakteristik sifat-sifat marshall.

5. Tahap V

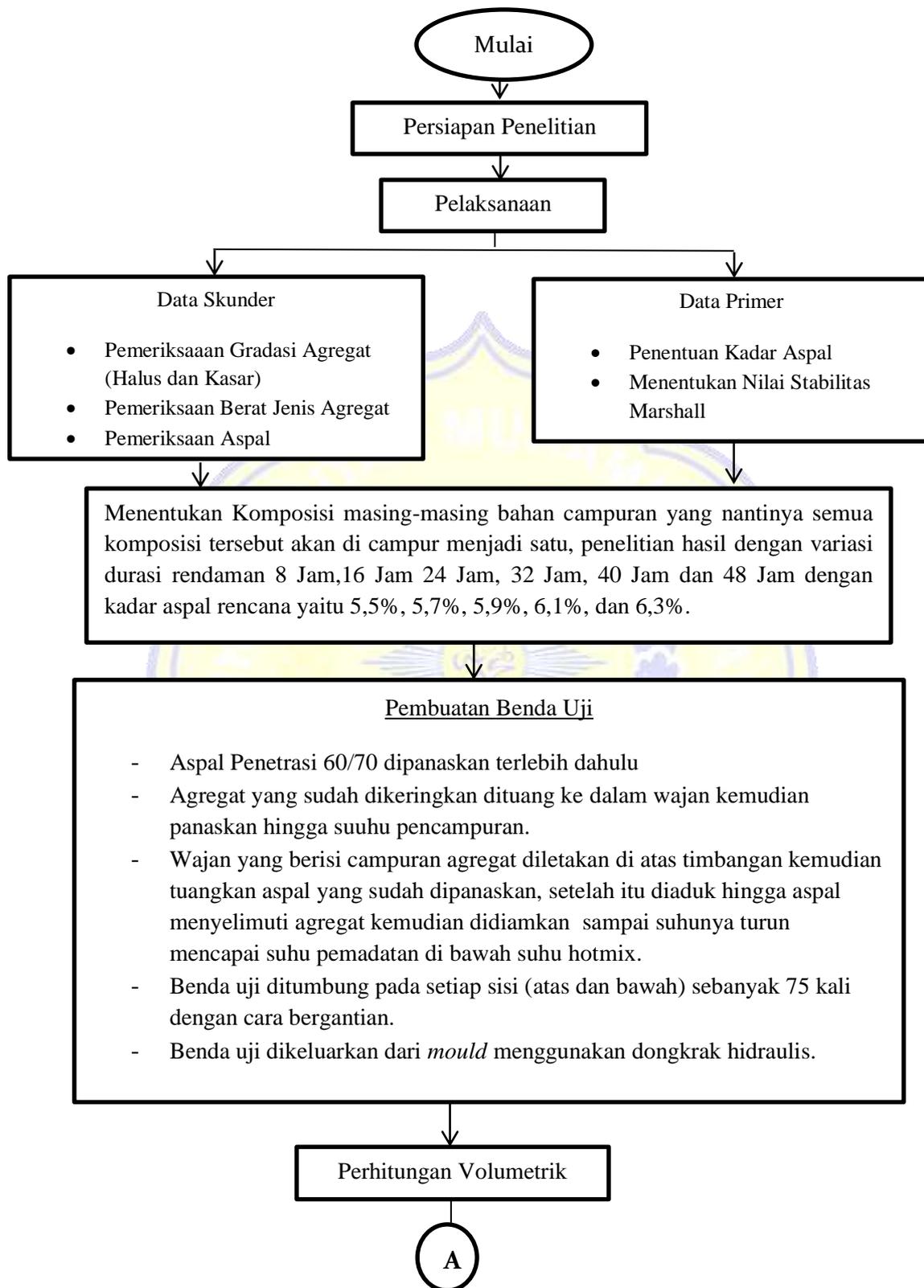
Sebuah grafik diperoleh dari hasil perhitungan tersebut yang nantinya pada grafik ini akan disatukan.

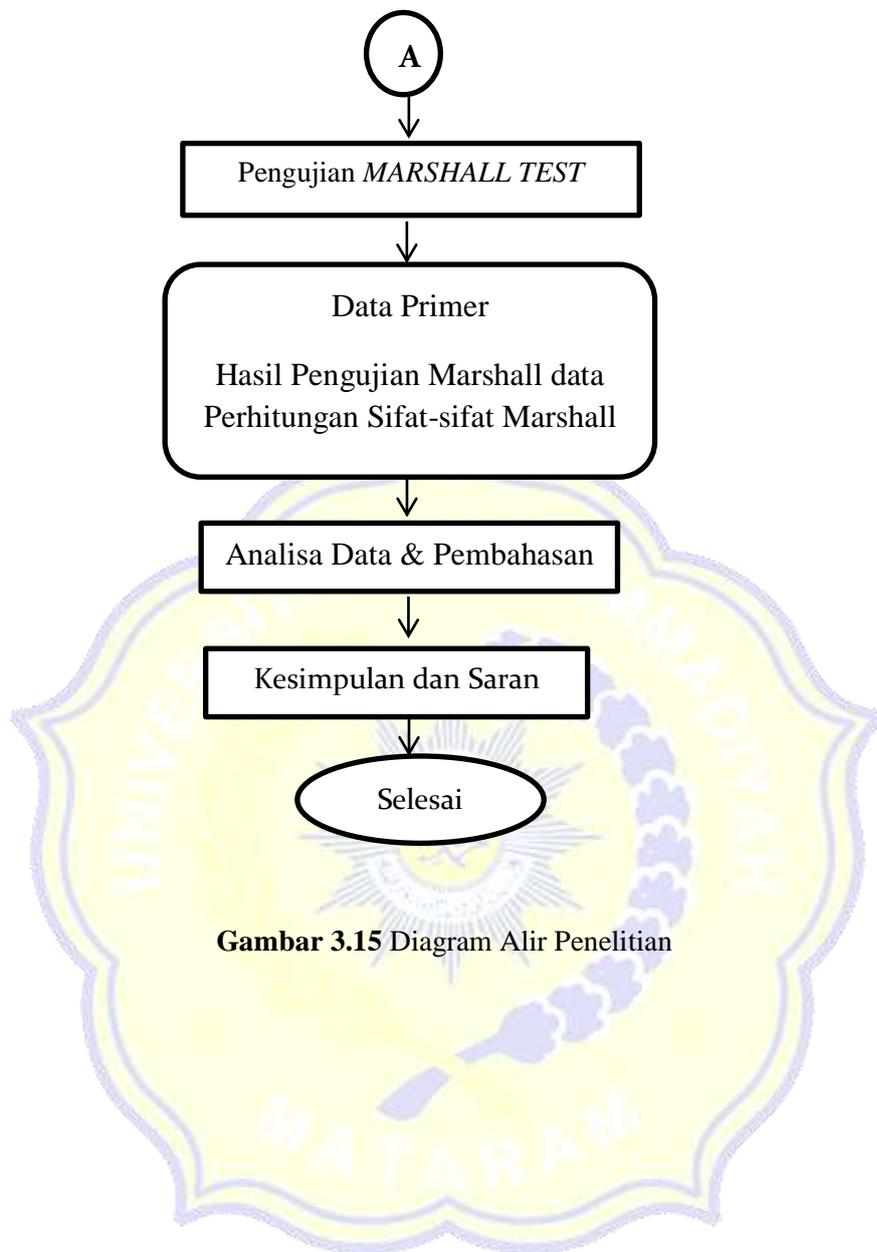
3.6.3 *Marshall test*

Langkah dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Sample direndam selama ± 30 sampai 60 menit.
2. Sample dimasukkan ke dalam *water bath* kemudian direndam selama variasi durasi yang telah ditentukan dengan suhu 60 °C.
3. Sample dikeluarkan setelah itu dimasukkan ke alat uji *Marshall* untuk dilakukan pengujian.
4. Maka didapat nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*) dari pengujian tersebut.
5. Perhitungan nilai stabilitas dan *Marshall Quotient* di dapatkan dengan rumus.

3.7 Tahap Penelitian





Gambar 3.15 Diagram Alir Penelitian