

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PENAMBAHAN BIJI PLASTIK PADA CAMPURAN ASPAL  
PENETRASI 60/70 TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL UNTUK  
PERKERASAN AC-WC**

**(Studi Penelitian)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh :**

**MUHAMMAD DWIKY ADINDA**

**1607210196**



**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2023**



## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Muhammad Dwiky Adinda  
NPM : 1607210196  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Biji Plastik Pada Campuran  
Aspal Penetrasi 60/70 Terhadap Karakteristik  
*Marshall* Untuk Perkerasan AC-WC (Studi  
Penelitian)  
Bidang Ilmu : Transportasi

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA  
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, Mei 2023

Dosen Pembimbing

Ir. Zurkiyah, MT

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Dwiky Adinda  
NPM : 1607210196  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Biji Plastik Pada Campuran Aspal  
Penetrasi 60/70 Terhadap Karakteristik *Marshall* Untuk  
Perkerasan AC-WC (Studi Penelitian)  
Bidang Ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Mei 2023

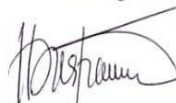
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



Ir. Zulklyah, MT

Dosen Pembimbing I



Ir. Sri Asfiati, MT

Dosen Pembimbing II



Ir. Tri Rahayu M.Si

Ketua Prodi Teknik Sipil



Dr. Fahrizal Zulkarnain

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Dwiky Adinda  
Tempat, Tanggal Lahir : Bah Jambi, 11 Agustus 1998  
NPM : 1607210196  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Pengaruh Penambahan Biji Plastik Pada Campuran Aspal Penetrasi 60/70 Terhadap Karakteristik *Marshall* Untuk Perkerasan AC-WC (Studi Penelitian)”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena/hubungan material dan non-material serta segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan atau ke-sarjana saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan keadaan sadar dan tidak dalam tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun, demi menegakkan integritas Akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Mei 2023  
Menyatakan,  
  
0AEBFAKX453413638  
Muhammad Dwiky Adinda

## ABSTRAK

### **PENGARUH PENAMBAHAN BIJI PLASTIK PADA CAMPURAN ASPAL PENETRASI 60/70 TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL UNTUK PERKERASAN AC-WC**

Muhammad Dwiky Adinda  
1607210196  
Ir.Zurkiyah, MT

Perkerasan dengan kualitas yang baik membutuhkan aspal yang baik. Untuk meningkatkan mutu aspal dapat dilakukan dengan menambahkan bahan aditif, seperti biji plastik *Polyethylene* (LDPE), yang ditunjukkan untuk peningkatan nilai stabilitas *Marshall*. Kementerian Perkerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) sedang mengembangkan teknologi campuran aspal plastik sebagai upaya pemanfaatan limbah plastik. Campuran aspal plastik memanfaatkan limbah plastik jenis *Low Density Polyethylene* (LDPE) sebagai bahan tambah yang dicampurkan pada campuran aspal AC-WC. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari nilai *Bulk Density*, *Stability*, VIM, VMA, VFA dan *Flow*. Dari hasil pengujian dengan kadar aspal 6,2% menggunakan bahan tambah biji plastik dengan variasi 2%, 3% dan 4%. Sampel pengujian sebanyak 24 benda uji. Nilai *Marshall* yang dihasilkan dari penambahan biji plastik pada lapis *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC) nilai stabilitas mengalami penurunan dengan nilai terbesar berada dibiji plastik dengan kadar 2% sebesar 860 kg, nilai kelelahan (*Flow*) yang memenuhi spesifikasi berada pada 3,41 mm, 3,27 mm dan 2,96 mm dengan kadar biji plastik 2%, 3% dan 4%, nilai *Void In Mineral Aggregate* (VMA) mengalami kenaikan karena jumlah aspal yang masuk ke dalam rongga-rongga tersebut cukup dan memenuhi spesifikasi >15 dengan nilai tertinggi berada dikadar 4% sebesar 32,29%, nilai VIM tidak memenuhi spesifikasi 3-5 akan tetapi mengalami kenaikan dan nilai terbesar berada pada kadar 4% sebesar 2,47%, nilai VFA pada campuran biji plastik 2% = 93,36%, 3% = 92,77% dan 4% = 92,35% seluruhnya memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018 dengan ketentuan minimum 65.

Kata kunci: Campuran Beraspal, Biji Plastik, *Marshall*.

## **ABSTRACT**

### ***THE EFFECT OF ADDING PLASTIC SEEDS ON 60/70 PENETRATION ASPHALT MIXTURE WITH MARSHALL CHARACTERISTICS FOR AC-WC PAVEMENT***

Muhammad Dwiky Adinda

1607210196

Ir.Zurkiyah, MT

*Pavement with good quality requires good asphalt. To improve quality of asphalt, it can be done by adding additives, such as Polyethylene (LDPE) plastic seeds, which are shown to increase Marshall stability value. Ministry of Public Works and Public Housing (PUPR) is developing plastic asphalt mixture technology as an effort to utilize plastic waste. Plastic asphalt mixture utilizes Low Density Polyethylene (LDPE) plastic waste as an added material that is mixed in AC-WC asphalt mixture. This study aims to study the values of Bulk Density, Stability, VIM, VMA, VFA and Flow. From test results with an asphalt content of 6.2% using added plastic seeds with variations of 2%, 3% and 4%. Test sample is 24 test objects. Marshall value resulting from addition of plastic seeds to Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) layer of stability decreased with largest value being in plastic seeds with a 3% content of 860 kg, melting value (Flow) that met specifications was at 3, 41 mm, 3.27 mm and 2.96 mm with plastic ore content of 2%, 3% and 4%, value of Void In Mineral Aggregate (VMA) has increased because amount of asphalt that enters cavities is sufficient and meets specifications. >15 with highest value at 4% at 32,29%, VIM value does not meet specifications 3-5 but has increased and largest value is at 4% at 2.47%, VFA value in a mixture of plastic seeds is 2% = 93,36%, 3% = 92,77% and 4% = 92,35% all meet 2018 Highways Specifications with a minimum requirement of 65.*

*Keywords: Asphalt Mix, Plastic Seeds, Marshall*

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengaruh Penambahan Biji Plastik Pada Campuran Aspal Penetrasi 60/70 Terhadap Karakteristik *Marshall* Untuk Perkerasan AC-WC (Studi Penelitian)”. Sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terima kasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Ibu Ir. Zurkiyah, MT, Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Ir. Sri Asfiati, MT, Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Ir.Tri Rahayu M.Si, Selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Rizki Efrida ST, M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Munawar Alfansuri Siregar, S.T., M.Sc, Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yang telah banyak memberikan ilmu keteknik sipilan kepada penulis.

8. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU).
9. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Sugianto dan Ibunda tercinta Rosna Aini Harahap yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada penulis.
10. Terima kasih kepada rekan-rekan seperjuangan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Stambuk 2016.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, Mei 2023.

Penulis

**MUHAMMAD DWIKY A**



## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR NOTASI	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Metode Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Perkerasaan Jalan	5
2.2. Aspal	6
2.2.1. Karakteristik Aspal	7
2.3. Lapis Beton Aspal	8
2.3.1. Klasifikasi Campuran Aspal	8

2.4. Agregat	10
2.4.1. Agregat Kasar	11
2.4.2. Agregat Halus	12
2.5. Plastik	13
2.5.1. Plastik <i>Low Density Polyethylene</i> (LDPE)	14
2.6. Karakteristik Campuran Aspal	15
2.6.1. Kerapatan ( <i>Density</i> )	15
2.6.2. Stabilitas ( <i>stability</i> )	16
2.6.3. <i>Void in the Mineral Aggregate</i> (VMA)	16
2.6.4. <i>Void in the Mix</i> (VIM)	17
2.6.5. <i>Void Filled with Asphalt</i> (VFA)	18
2.6.6. Kelelehan ( <i>Flow</i> )	19
2.6.7. Hasil Bagi <i>Marshall Quotient</i> (MQ)	19
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	20
3.1. Bagan Alir Penelitian	20
3.2. Tempat Penelitian	21
3.3. Metode Penelitian	22
3.3.1. Data Primer	22
3.3.2. Data Sekunder	22
3.4. Persiapan Bahan dan Peralatan	22
3.4.1. Bahan	22
3.4.2. Peralatan	23
3.5. Tahap Pembuatan Benda Uji	24
3.6. Tahap Pengujian Benda Uji	25
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	26
4.1. Hasil Penelitian	26

4.1.1. Pemeriksaan Gradasi Agregat	26
4.1.2. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat	31
4.1.3. Hasil Pemeriksaan Aspal	33
4.1.4. Pemeriksaan Terhadap Parameter Benda Uji	34
4.2. Hasil Pengujian Kadar Aspal Optimum	36
4.2.1. Kepadatan ( <i>Bulk Density</i> )	36
4.2.2. Stabilitas ( <i>Stabililty</i> )	37
4.2.3. Rongga Udara Dalam Campuran (VIM)	37
4.2.4. Rongga Antara Mineral Agregat (VMA)	38
4.2.5. Rongga Terisi Aspal (VFA)	38
4.2.6. Kelelehan ( <i>Flow</i> )	39
4.2.7. Kadar Aspal Optimum (KAO)	39
4.3. Hasil Pengujian Karakteristik <i>Marshall</i> Campuran Biji Plastik Pada Keadaan KAO	40
4.3.1. Kepadatan ( <i>Bulk Density</i> )	40
4.3.2. Stabilitas ( <i>Stability</i> )	41
4.3.3. Rongga Udara Terhadap Campuran (VIM)	41
4.3.4. Rongga Antara Mineral Agregat (VMA)	42
4.3.5. Rongga Terisi Aspal (VFA)	42
4.3.6. Kelelehan ( <i>Flow</i> )	43
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1. Kesimpulan	44
5.2. Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 : Langkah-Langkah Penelitian	20
Gambar 3.2 : Sampel Benda Uji Aspal	24
Gambar 4.1 : Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan	28
Gambar 4.2 : Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal (%) Dengan <i>Bulk Density</i> (Gr/Cc) Campuran Normal.	36
Gambar 4.3 : Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal (%) Dengan <i>Stability</i> (kg) Campuran Normal.	37
Gambar 4.4 : Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal (%) Dengan <i>Air Voids</i> (VIM) Pada Campuran Normal.	37
Gambar 4.5 :Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal (%) Dengan VMA (%) Pada Campuran Normal.	38
Gambar 4.6 : Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal (%) Dengan VFA (%) Pada Campuran Normal.	38
Gambar 4.7 : Grafik Hubungan Dengan Kadar Aspal (%) Dengan <i>Flow</i> (mm) Pada Campuran Normal.	39
Gambar 4.8 : KAO (Kadar Aspal Optimum)	40
Gambar 4.9 : Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan <i>Bulk Density</i> (gr/cc) Pada Biji Plastik 2%, 3% Dan 4%.	41
Gambar 4.10 : Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Stabilitas ( <i>Stability</i> ) Pada Biji Plastik 2%, 3% Dan 4%.	41
Gambar 4.11 : Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan VIM Pada Biji Plastik 2%, 3% Dan 4%.	42
Gambar 4.12 : Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan VMA Pada Biji Plastik 2%, 3% Dan 4%.	42
Gambar 4.13 : Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan VFA Pada Biji Plastik 2%, 3% Dan 4%.	43
Gambar 4.14 : Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Kelelehan ( <i>Flow</i> ) Pada Biji Plastik 2%, 3% Dan 4%.	43

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 : Persyaratan Aspal Modifikasi (Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018)	8
Tabel 2.2 : Tebal Nominal Minimum Campuran Beraspal	9
Tabel 2.3 : Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston (Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018)	10
Tabel 2.4 : Ketentuan Agregat Kasar (Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018)	11
Tabel 2.5 : Ketentuan Agregat Halus (Jenderal & Marga, 2018)	13
Tabel 2.6 : Kode Jenis Plastik (Homan, 2011)	13
Tabel 3.1 : Tempat Dan Waktu Penelitian	21
Tabel 4.1 : Hasil Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Kasar (Ma) ½ Inch.	26
Tabel 4.2 : Hasil Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Halus Pasir ( <i>Sand</i> ).	27
Tabel 4.3 : Hasil Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Halus Abu Batu (Cr).	27
Tabel 4.4 : Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan	28
Tabel 4.6 : Hasil Perhitungan Pembuatan Benda Uji	30
Tabel 4.7 : Hasil Perhitungan Benda Uji Penggunaan Biji Plastik 2%, 3% Dan 4% Pada KAO (Kadar Aspal Optimum).	30
Tabel 4.5 : Hasil Komposisi Campuran Benda Uji Normal	31
Tabel 4.8 : Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar MA ½ Inch.	32
Tabel 4.9 : Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus Pasir ( <i>Sand</i> ).	33
Tabel 4.10 : Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus Abu Batu (Cr).	33
Tabel 4.11 : Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal Pertamina Pen 60/70 (PT. Tri Murti Patumbak).	34
Tabel 4.12 : Hasil Uji <i>Marshall</i> Pada Campuran Normal.	36
Tabel 4.13 : Hasil Uji <i>Marshall</i> Campuran Biji Plastik 2%, 3% Dan 4% Pada Keadaan KAO.	40

## DAFTAR NOTASI

VMA = *Void in Mineral Aggregate.*

VIM = *Void In mix Marshall.*

VFA = *Void Filled with Asphalt.*

Ps = Agregat, persen berat total campuran.

MQ = *Marshall Quotient.*

LDPE = *Low Density Polyethylene.* (biji plastik).

KAO = Kadar Aspal Optimum.

Gsb = Berat jenis curah agregat.

Gmm = Berat jenis maksimum campuran.

Gmb = Berat jenis curah campuran padat.

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Di Indonesia, campuran beraspal panas untuk perkerasan lentur di rancang menggunakan metode *Marshall*. Pada perencanaan *Marshall* lapis perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Campuran beton aspal tersebut terdiri atas agregat kasar, agregat halus, filler dan menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Fraksi halus yang biasa disebut juga bahan pengisi dapat diperoleh dari hasil pemecahan batuan secara alami maupun buatan.(Rosyad & Sary, 2017)

Aspal adalah material utama pada konstruksi lapis perkerasan lentur (*flexible pavement*) jalan raya, yang berfungsi sebagai campuran bahan pengikat agregat, karena mempunyai daya lekat yang kuat, mempunyai sifat adhesif, kedap air, dan mudah dikerjakan. Aspal merupakan bahan yang plastis yang dengan kelenturannya mudah diawasi untuk dicampur dengan agregat. Lebih jauh lagi, aspal sangat tahan terhadap asam, alkali, dan garam-garaman.

Jenis kerusakan yang sering terjadi pada Laston adalah pelepasan butiran. Di samping hal tersebut kerusakan jalan juga karena terlalu tingginya viskositas aspal keras saat pencampuran dengan agregat akibat tidak berjalannya pengendalian mutu sehingga temperatur pencampuran aspal dan agregat tidak terkontrol. Kondisi ini menyebabkan campuran beraspal tersebut tidak dapat dihamparkan pada lokasi pembangunan jalan karena suhu campuran tidak sesuai dengan suhu penghamparan dan pemadatan.(Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 1998)

Saat ini telah banyak masyarakat Indonesia melakukan daur ulang limbah plastik menjadi bisnis. Salah satunya yaitu mendaur ulang limbah plastik menjadi cacahan plastik dan biji plastik yang kemudian dijual kembali. Jenis-jenis limbah plastik bermacam-macam yaitu *Polypropylene*(PP), *Polyethylene*(PE), *Low Density Polyethylene*(LDPE), *High Density Polyethylene*(HDPE), *Polyvinyl chloride*(PVC), *Polyethylene terephthalate*(PET), dan lain-lain. Jenis limbah plastik yang banyak

didaur ulang oleh para pengusaha yaitu HDPE, LDPE, dan PP. Pada penelitian ini akan digunakan biji plastik jenis PP yang akan dicampurkan pada campuran aspal panas lapis AC-WC sebagai pengganti sebagian agregat. (Tambunan & Putri, 2021)

Tujuan yang ingin dicapai dalam evaluasi ini adalah untuk mengetahui nilai karakteristik *Marshall* yang terdiri dari stabilitas, kelekatan (*Flow*), VMA, VIM, VFA, dan terhadap campuran aspal modifikasi plastik LDPE sebagai aditif pada lapis AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*).

## **1.2. Rumusan Masalah**

Pada penelitian ini dicoba untuk mengambil permasalahan mengenai tinjauan karakteristik *Marshall* dengan penambahan biji plastik. Beberapa permasalahan yang muncul antara lain:

1. Bagaimana pengaruh biji plastik terhadap karakteristik *Marshall* pada aspal penetrasi 60/70.
2. Bagaimana nilai karakteristik *Marshall* yang menggunakan bahan tambahan biji plastik pada campuran AC-WC penetrasi 60/70 yang memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018.
3. Membandingkan nilai karakteristik *Marshall* tanpa campuran biji plastik dengan nilai karakteristik *Marshall* dengan campuran biji plastik.

## **1.3. Ruang Lingkup Penelitian**

Permasalahan yang akan dibahas oleh penulis pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini meninjau karakteristik *Marshall* terhadap campuran dengan menggunakan aspal penetrasi 60/70.
2. Penelitian ini meninjau pengaruh penambahan biji plastik terhadap campuran pada lapisan AC-WC.



3. Penelitian ini meninjau perbandingan nilai karakteristik *Marshall* tanpa campuran biji plastik dengan nilai karakteristik *Marshall* dengan campuran biji plastik.

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan biji plastik pada campuran AC-WC penetrasi 60/70 pada karakteristik *Marshall*.
2. Untuk mengetahui nilai karakteristik *Marshall* yang menggunakan bahan tambah biji plastik pada campuran AC-WC penetrasi 60/70.
3. Untuk mengetahui perbandingan nilai karakteristik *Marshall* tanpa campuran biji plastik dengan nilai karakteristik *Marshall* dengan menggunakan campuran biji plastik.

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Secara akademis penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan penggunaan biji plastik sebagai bahan penambahan pada campuran aspal penetrasi 60/70.
2. Secara teoritis dapat meningkatkan pemahaman dalam menganalisa data untuk mengetahui nilai *Marshall* dari hasil yang dikaji secara umum.
3. Secara praktis dapat mengetahui pengaruh penambahan biji plastik terhadap aspal penetrasi 60/70.

#### **1.6. Metode Penulisan**

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis membagi materi yang akan disampaikan dalam beberapa bab yaitu:

##### **BAB 1 Pendahuluan**

Membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika pembahasan.

## BAB 2 Tinjauan Pustaka

Membahas hal-hal berupa teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir dan metode-metode perhitungan yang digunakan.

## BAB 3 Metode Penelitian

Bagian ini menerangkan tentang tempat dan waktu penelitian, sumber data, teknik pengumpulan data dan metode analisis data.

## BAB 4 Hasil dan Pembahasan

Merupakan hasil penelitian dan pembahasan singkat mengenai hasil penelitian yang digunakan untuk memecahkan masalah dan menarik kesimpulan.

## BAB 5 Kesimpulan dan Saran

Dari pembahasan dan analisa data yang telah didapat, penulis dapat memberikan kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan judul tugas akhir ini.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Perkerasaan Jalan**

Perkerasaan jalan merupakan hal utama untuk menunjang keamanan dan kenyamanan dalam bertransportasi. Perkerasaan jalan harus mempunyai daya dukung dan keawetan yang memadai, tetapi juga memiliki nilai yang ekonomis. Namun, dalam pemanfaatannya perkerasaan jalan banyak mengalami gangguan atau kerusakan yang disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya mutu atau kualitas jalan yang tidak sesuai dengan klasifikasi jalan sehingga menyebabkan kinerja perkerasaan jalan menurun dan umur jalan menjadi lebih singkat. Untuk mencegah terjadinya kerusakan pada permukaan perkerasaan jalan, bisa ditambahkan bahan pengikat dapat berupa campuran agregat dan bahan tambahan lainnya untuk meningkatkan stabilitas dan durabilitas aspal tersebut.(Yuniarti et al., 2020)

Pemakaian bahan aditif dan bahan pengganti ke dalam campuran beton aspal campuran panas telah banyak digunakan dengan beberapa alasan misalnya jika diinginkan aspal yang kelengketannya tinggi maka aspal akan ditambah polimer yang mempunyai kelengketan tinggi seperti polimer jenis elastomer atau jika diinginkan aspal yang dapat menahan temperatur yang bervariasi maka aspal akan ditambah polimer jenis plastomer yang mampu menahan temperatur yang cukup bervariasi, atau bila pada suatu lokasi dimana jalan akan dibangun terdapat kesulitan dalam mendapatkan material material pengisi(*filler*) maka salah satu jalan keluarnya adalah pemakaian material pengganti filler dalam campuran beton aspal campuran panas.(Mashuri dan Joi Fredy Batti, 2011)

Limbah yang berupa plastik sangat sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Plastik juga memiliki kelebihan antara lain ringan, kuat, dan tahan terhadap korosi. Sejalan dengan Indonesia yang menduduki peringkat kedua penghasil

limbah plastik dan meningkatnya Indonesia dalam bidang infrastruktur terutama di bidang jalan, peran plastik dapat dibutuhkan dalam hal ini.

## 2.2. Aspal

Aspal adalah material utama pada konstruksi lapis perkerasan lentur (*flexible pavement*) jalan raya, yang berfungsi sebagai campuran bahan pengikat agregat, karena mempunyai daya lekat yang kuat, mempunyai sifat adhesif, kedap air, dan mudah dikerjakan. Aspal merupakan bahan yang plastis yang dengan kelenturannya mudah diawasi untuk dicampur dengan agregat. Lebih jauh lagi, aspal sangat tahan terhadap asam, alkali, dan garam-garaman.(Pratomo et al., 2016)

Aspal merupakan senyawa yang kompleks, bahan utamanya disusun oleh hidrokarbon dan atom-atom N, S, dan O dalam jumlah yang kecil. Dimana unsur-unsur yang terkandung dalam bitumen, antara lain : Karbon (82-88%), Hidrogen (8-11%), Sulfur (0-6%), Oksigen (0-1,5%), dan Nitrogen (0-1%).

Berdasarkan dari cara memperolehnya, aspal dapat dibedakan menjadi dua jenis antara lain :

### 1. Aspal Alam

Aspal alam adalah material aspal tambang yang diperoleh dari alam. Aspal alam terbagi menjadi dua jenis, yaitu :

- a. Aspal Gunung (*Rock Asphalt*), salah satu contoh aspal gunung adalah Aspal Batu Buton (*Asbuton*) dari Pulau Buton di Sulawesi Tenggara.
- b. Aspal Danau (*Lake Asphalt*), salah satu contoh aspal danau adalah Aspal Danau Trinidad dan Aspal Bermudez.

### 2. Aspal Buatan

Aspal buatan adalah aspal yang diperoleh dari residu destilasi minyak bumi atau hasil penyulingan pembakaran batubara. Aspal buatan terbagi menjadi dua jenis, yaitu :

- a. Bitumen/Aspal minyak, merupakan hasil penyulingan dari minyak bumi yang dipisahkan dari material lainnya
- b. Tar/Aspal Batubara, merupakan hasil penyulingan dari batubara dan kayu (jarang digunakan dan beracun).

### 2.2.1. Karakteristik Aspal

Karakteristik aspal adalah sebagai berikut :

#### 1. Daya tahan (*Durability*)

Daya tahan aspal adalah sifat yang menunjukkan kemampuan aspal untuk mempertahankan sifat asalnya yang diakibatkan pengaruh cuaca atau iklim selama masa pelalanan jalan. Sifat ini juga dipengaruhi oleh sifat agregat, campuran dengan aspal, faktor pelaksanaan dan lain-lain.

#### 2. Kekerasan Aspal

Sifat ini menunjukkan tingkat kekerasan aspal. Aspal pada proses pencampuran dipanaskan dan dicampurkan dengan agregat sehingga agregat dilapisi aspal. Pada proses pelaksanaan selanjutnya, terjadi oksidasi yang menyebabkan aspal menjadi getas (viskositas bertambah tinggi). Peristiwa perapuhan ini terus terjadi sampai masa pelayanan selesai. Jadi selama masa pelayanan, aspal mengalami oksidasi dan polimerisasi yang besarnya dipengaruhi juga oleh ketebalan aspal yang menyelimuti agregat.

#### 3. Kepekaan terhadap temperatur

Aspal merupakan material yang bersifat termoplastis, artinya aspal akan menjadi keras atau kental pada suhu rendah dan akan menjadi lunak atau cair pada suhu tinggi. Kepekaan terhadap temperatur dari masing-masing aspal berbedabeda tergantung dari asalnya walaupun aspal tersebut dari jenis yang sama.

#### 4. *Adhesi Dan Kohesi*

*Adhesi* adalah sifat yang menunjukkan kemampuan aspal untuk mengikat agregat sehingga menghasilkan ikatan yang baik antara aspal dengan agregat. *Kohesi* adalah sifat yang menunjukkan kemampuan aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap ditempatnya setelah terjadi pengikatan. Karakteristik-karakteristik tersebut perlu diuji dan diperhatikan sehingga dapat digunakan sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan yang baik.

Modifikasi aspal dengan bahan tambah polimer dapat menjadi inovasi baru dalam perkerasan lentur. Akan tetapi, untuk menghasilkan aspal modifikasi yang

layak digunakan untuk perkerasan lentur harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh Bina Marga.(Afriyanto et al., 2019)

Persyaratan tersebut dapat dilihat di Tabel 2.1.

Tabel 2.1 : Persyaratan Aspal Modifikasi(Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018)

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Persyaratan		Satuan
			Min	Maks	
1.	Penetrasi	SNI-06-2456-1991	40	-	0,1 mm
2.	Titik nyala	SNI-06-2433-1991	232	-	°C
3.	Titik lembek	SNI-06-2434-1991	54	-	°C
4.	Daktalitas	SNI-06-2432-1991	100	-	Cm
5.	Berat jenis	SNI-06-2441-1991	1	-	gr/cm <sup>3</sup>

### 2.3. Lapis Beton Aspal

Lapisan beton aspal adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal yang berfungsi sebagai lapisan penutup dari konstruksi jalan yang harus mampu menjaga kestabilan jalan akibat dari beban kendaraan dan pengaruh cuaca. Menurut Departemen Pekerjaan Umum (2010), campuran ini terdiri dari atas agregat bergradasi menerus dengan aspal keras, dicampur dan dihamparkan serta dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.(Fitri et al., 2018)

Lapis Aspal Beton (Laston) yang disebut AC, terdiri dari tiga jenis: AC Lapis Aus (AC-WC); AC Lapis Antara (AC-Binder Course, AC-BC) dan AC Lapis Fondasi (AC-Base), dengan ukuran maksimum agregat secara umum masing-masing campuran adalah 19 mm, 25,4 mm, 37,5 mm. Setiap jenis campuran AC yang menggunakan bahan Aspal *Polymer* disebut masing-masing sebagai AC-WC Modifikasi, AC-BC Modifikasi, dan AC-Base Modifikasi.(Jenderal & Marga, 2018)

#### 2.3.1. Klasifikasi Campuran Aspal

1. Latasir (*sand sheet*) kelas A dan B.

Campuran ini ditujukan untuk jalan dengan lalu-lintas rencana kurang dari 0,5 juta dan khususnya pada daerah dimana agregat kasar sulit diperoleh.

Pemilihan kelas A atau B terutama tergantung pada gradasi pasir yang digunakan.

2. Laston (*HRS*).

Laston terdiri dari dua macam campuran, yaitu laston lapis pondasi (*HRSBase*) dan laston lapis permukaan (*HRS-Wearing Course*). Ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm. Laston lapis pondasi (*HRSBase*) mempunyai proporsi fraksi agregat kasar lebih besar daripada laston lapis permukaan (*HRS-Wearing Course*). Campuran ini ditujukan untuk jalan dengan lalu-lintas rencana kurang dari 1 juta.

3. Laston (*AC*).

Laston (*AC*) terdiri dari tiga macam campuran, yaitu laston lapis aus (*ACWC*), laston lapis antara (*AC-BC*), dan laston lapis pondasi (*AC-Base*). Ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm, 25,4 mm, dan 37,5 mm. Setiap jenis campuran *AC* yang menggunakan bahan aspal *polimer* atau aspal dimodifikasi dengan asbuton atau aspal multigrade disebut masing-masing sebagai *AC-WC Modified*, *AC-BC Modified*, dan *AC-Base Modified*. Laston ditujukan untuk jalan dengan lalu lintas rencana berkisar antara 1 - 10 juta, sedangkan laston dimodifikasi (*AC modified*) ditujukan untuk jalan dengan lalu lintas rencana lebih besar dari 10 juta.

Tabel 2.2 : Tebal Nominal Minimum Campuran Beraspal

Jenis Campuran		Simbol	Tebal Nominal Minimum (cm)
<i>Stone Matrix Asphalt</i> Tipis		SMA Tipis	3,0
<i>Stone Matrix Asphalt</i> Halus		SMA-Halus	4,0
<i>Stone Matrix Asphalt</i> Kasar		SMA-Kasar	5,0
Laston	Lapis Aus	HRS-WC	3,0
	Lapis Fondasi	HRS-Base	3,5
Laston	Lapis Aus	AW-WC	4,0
	Lapis Antara	AC-BC	6,0
	Lapis Fondasi	AC-Base	7,5

Lapisan AC-WC berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya. Oleh karena itu, material yang digunakan pada lapisan AC-WC harus memiliki kualitas yang baik, karena lapisan yang berada paling atas lebih berat menahan beban.(Akbar, 2019)

Tabel 2.3 : Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston(Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018)

Sifat Sifat Campuran		AC-WC
Jumlah Tumbukan Per Bidang	Kali	75
Rongga Dalam Campuran, <i>VIM</i> (%)	Min	3,0
	Maks	5,0
Rongga Dalam Agregat, <i>VMA</i> (%)	Min	15
Rongga Terisi Aspal, <i>VFA</i> (%)	Min	65
Stabilitas <i>Marshall</i> (Kg)	Min	800
Pelelehan, <i>Flow</i> (Mm)	Min	2
	Maks	4
<i>Stabilitas Marshall Sisa</i> (%)		
Setelah Perendaman Selama 24 Jam, 600°c	Min	90

#### 2.4. Agregat

Agregat adalah hasil olahan batu alam merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan, yaitu memberikan sifat struktural dan memberikan kontribusi sebesar 90 – 95 % terhadap berat atau 70 – 85 % terhadap volume dari struktur perkerasan jalan, oleh sebab itu sifat agregat sangat mempengaruhi kinerja dari pada perkerasan.(Toruan et al., 2013)

Beberapa tipikal ketentuan penggunaan dalam penggambaran agregat menurut Harold N. Atkins(1997) adalah sebagai berikut:

1. *Fine Agregat (sand size/ukuran pasir)* : sebagian besar partikel agregat berukuran antara 4,75 mm (no.4 *sieve test*) dan 75 mm (no. 200 *sieve test*).



2. *Coarse Agregate (Gravel size/ukuran kerikil)* : sebagian besar agregat agregat berukuran lebih besar dari 4,75 mm (no.4 Sieve test).
3. *Pit Run* : agregat yang berasal dari pasir atau *gravel pit* (biji kerikil) yang terjadi tanpa melewati suatu proses atau secara alami.
4. *Rushed Gravel : pit gravel* (kerikil dengan pasir atau batu bulat) yang mana telah didapatkan dari salah satu alat pemecah untuk menghancurkan banyak partikel batu yang berbentuk bulat untuk menjadikan ukuran yang lebih kecil atau untuk memproduksi lapisan kasar (*rougher surfaces*).
5. *Crushed Rock* : agregat dari pemecahan batuan. Semua bentuk partikel tersebut bersiku-siku/tajam (*angular*), tidak ada bulatan dalam material tersebut.

#### 2.4.1. Agregat Kasar

Fraksi agregat kasar untuk agregat ini adalah agregat yang tertahan di atas saringan 4,75 mm (No.4), menurut saringan ASTM. Agregat ini menjadikan perkerasan lebih stabil dan mempunyai skid resistance (tahanan terhadap selip) yang tinggi sehingga lebih menjamin 39 keamanan berkendara. Agregat kasar ini harus tahan terhadap abrasi bila digunakan pada aspal beton, untuk itu nilai Los Angeles Abrasion test harus dipenuhi. Agregat kasar yang digunakan adalah batu koral dari penggilingan batu di daerah semen tertahan saringan no.1/2 , 3/8, 4, dan 8. Parameter agregat kasar untuk campuran laston terdiri dari batu pecah atau kerikil pecah yang bersih, kering, kuat, awet dan bebas dari bahan lain yang mengganggu seperti lumpur, agregat kasar harus mempunyai angularitas seperti yang didefinisikan sebagai persen terhadap berat agregat yang lebih besar dari 4,75 mm dengan muka bidang pecah satu atau lebih berdasarkan uji menurut SNI 7619 : 2012 dan harus memenuhi spesifikasi seperti yang disyaratkan.(Gunarto, 2019)

Tabel 2.4 : Ketentuan Agregat Kasar(Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018)

Pengujian		Metode Pengujian	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	Natrium Sulfat	SNI 3407:2008	Maks 12 %
	Magnesium Sulfat		Maks 18 %

Tabel 2.4 : *Lanjutan*

Pengujian			Metode Pengujian	Nilai
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC Modifikasi dan SMA	100 putaran	SNI 2417:2008	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	SNI 7619:2012	100/90 *)	
	Lainnya		95/90 **)	
Partikel pipih dan lonjong	SMA	ASTM D4791-10	Maks 5 %	
	Lainnya	Perbandingan 1:5	Maks 10 %	
Material lolos ayakan No.200			SNI ASTM C117 2012	Maks 1 %

Catatan:

\*) 100/90 menunjukkan bahwa 100% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dari 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.

#### 2.4.2. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat hasil pemecah batu yang mempunyai sifat lolos saringan No.8 (2,36 mm), sesuai SNI 03-6819-2002. Fungsinya untuk menyediakan stabilitas dan mengurangi deformasi permanen dari perkerasan melalui keadaan saling mengunci dan gesekan antar butiran. Agregat halus menggunakan pasir sungai brantas, saringan yang digunakan adalah tertahan saringan no.16, 30, 50, 100, dan 200. Sumber bahan apapun harus terdiri dari pasir atau pengayakan batu

pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No.8 (2,36 mm) sesuai SNI 03-6819-2002. Fraksi agregat halus pecah mesin dan pasir harus ditumbuk terpisah dari agregat kasar.



Tabel 2.5 : Ketentuan Agregat Halus(Jenderal & Marga, 2018)

Pengujian	Metoda 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 %

## 2.5. Plastik

*Polyethylene* atau dengan nama umumnya *Thermoplastic* merupakan jenis plastik yang lazim digunakan untuk dijadikan kemasan atau bungkus makanan, minuman. Penambahan bahan polimer atau plastik terhadap campuran aspal merupakan salah satu solusi yang diharapkan mampu meningkatkan stabilitas campuran aspal.

Tabel 2.6 : Kode Jenis Plastik(Homan, 2011)

Jenis Polimer	Kode	Sifat	Penggunaan
<i>Polietillen teraflalat</i> (PET)		Jernih, kuat, tahan pelarut, kedap gas dan air, melunak pada suhu 80 °C	Botol minuman, minyak goreng, selai peanut butter, kecap dan sambal, try biscuit
<i>High Density Polyethylene</i> (HDPE)		Keras hingga semi fleksibel, tahan terhadap bahan kimia dan kelembaban, permeable terhadap gas, permukaan berkilin (waxy), buram (opaque), mudah diwarnai, diproses dan dibentuk, melunak pada suhu 75 °C	Botol susu cair dan juice, tutup plastik, kantong belanja dan wadah es krim

Tabel 2.6 : Lanjutan

Jenis Polimer	Kode	Sifat	Penggunaan
<i>Poivinii Klorida</i> (PVC)		Kuat, keras, bisa jernih, bentuk bisa diubah dengan pelarut, melunak pada suhu 80 °C	Botol juice, air mineral, minyak sayur, kecap sambal, pembungkus makanan (food wrap)
<i>Low Density Polyethylene</i> (LDPE)		Mudah diproses, kuat, fleksibel, kedap air, permukaan berkilin, tidak jernih tapi tembus cahaya, melunak pada suhu 70 °C	Pot yoghurt, kantong belanja (kresek), kantong roti dan makanan segar, botol yang dapat ditekan
<i>Polipropilen</i> (PP)		Keras tapi fleksibel, kuat, permukaan berkilin, tidak jernih tapi tembus cahaya, tahan terhadap bahan kimia, panas dan minyak, melunak pada suhu 140 °C	Pembungkus biskuit, kantong chips kentang, krat sereal, pita perekat kemasan dan sedotan
<i>Polistiren</i> (PS)		Jernih seperti kaca, kaku, getas, buram, terpengaruh lemak dan pelarut, mudah dibentuk, melunak pada suhu 95 °C	Wadah makanan beku, sendok dan garpu
Polistiren Busa (EPS- 'Stryfoam')		Bentuk busa, ringan, getas, kaku, biasanya berwarna putih	Wadah makanan siap saji dan cup kopi
Other – Lainnya (Misalnya Polikarbonat)		Keras, jernih, tahan panas	Galon air mineral, botol susu bayi
Melamin- <i>Formadehid</i> (MF)	Tidak dapat didaur ulang (Termoset)	Keras, kuat, mudah diwarnai, bebas rasa dan bau, tahan terhadap pelarut dan noda, kurang tahan terhadap asam dan alkali	Peralatan makan: gelas mangkok sendok dan piring

### 2.5.1. Plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE)

Plastik banyak dimanfaatkan untuk berbagai keperluan manusia, mulai dari keperluan rumah tangga hingga industri. Penggunaan plastik sebagai pengemas pangan terutama karena keunggulannya dalam hal bentuknya yang fleksibel sehingga mudah mengikuti bentuk pangan yang dikemas, berbobot ringan, tidak mudah pecah, bersifat transparan/tembus pandang, mudah diberi label dan dibuat dalam aneka warna, dapat diproduksi secara massal, harga relatif murah dan terdapat berbagai jenis pilihan bahan dasar plastik. (Wantoro et al., 2013)

Dalam Penelitian akan digunakan plastik dengan mutu rendah yang memiliki karakteristik tingkat resistansi kimia yang sangat baik. Plastik bersifat termoplastik, memiliki densitas antara 0.910 - 0.940 g/cm<sup>3</sup> , tidak reaktif pada temperatur kamar, kecuali oleh oksidator kuat dan beberapa jenis pelarut dapat menyebabkan kerusakan. Memiliki percabangan yang banyak sehingga gaya antar molekulnya rendah.

Pengaruh penambahan LDPE ke dalam aspal menghasilkan kinerja cara pencampuran cara basah lebih baik daripada cara kering. Hal ini disebabkan pada campuran basah, plastik yang ditambahkan seluruhnya dapat bercampur dengan aspal.(Fikri et al., 2019)

## **2.6. Karakteristik Campuran Aspal**

### **2.6.1. Kerapatan (*Density*)**

Density merupakan tingkat kerapatan campuran setelah dipadatkan. Semakin tinggi nilai density suatu campuran menunjukkan bahwa kerapatannya semakin baik nilai density dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti gradasi campuran, jenis dan kualitas bahan penyusun, faktor pemadatan yang baik jumlah pemadatan maupun temperatur pemadatan, penggunaan kadar aspal dan bahan pengganti filler (*spent bleaching earth*) dalam campuran. Campuran dengan nilai density yang tinggi akan mampu menahan beban yang lebih besar dibandingkan dengan campuran yang memiliki density yang rendah.(Pribadi & Kurniawan, 2021)

Nilai kerapatan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$g = \frac{c}{f} \quad (2.1)$$

$$f = d - e \quad (2.2)$$

Dimana diketahui:

g = nilai kerapatan (gr/cc)

c = berat kering sebelum direndam (gr)

f = volume benda uji (cc)

d = berat benda uji jenuh air (gr)

e = berat benda uji dalam air (gr)

### 2.6.2. Stabilitas (*stability*)

Stabilitas merupakan kemampuan lapis keras untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja di atasnya tanpa mengalami perubahan bentuk tetap seperti gelombang dan alur. Nilai stabilitas dipengaruhi oleh bentuk, kualitas, tekstur permukaan dan gradasi agregat yaitu gesekan antar butiran agregat dan penguncian antar agregat, daya lekat dan kadar aspal dalam campuran. Penggunaan aspal dalam campuran akan menentukan nilai stabilitas campuran tersebut. Seiring dengan penambahan aspal, nilai stabilitas campuran aspal akan meningkat hingga batas maksimum. Penambahan aspal di atas batas maksimum justru akan menurunkan stabilitas campuran itu sendiri sehingga lapis perkerasan menjadi kaku dan bersifat getas, nilai stabilitas berpengaruh pada fleksibilitas lapis perkerasan yang dihasilkan.

Stabilitas dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$S = p * q * r \quad (2.3)$$

Dimana diketahui:

$S$  = Nilai Stabilitas (kg)

$p$  = Kalibrasi *proving ring*

$r$  = Pembacaan dial *Marshall*

### 2.6.3. *Void in the Mineral Aggregate (VMA)*

VMA adalah rongga udara antar butir agregat aspal padat, termasuk rongga udara dan kadar aspal efektif yang dinyatakan dalam persen terhadap total volume. Kuantitas rongga udara dipengaruhi terhadap kinerja suatu campuran karena jika VMA terlalu kecil maka campuran mengalami masalah durabilitas dan jika VMA terlalu besar maka campuran akan memperlihatkan masalah stabilitas dan tidak ekonomis untuk produksi. Nilai VMA dipengaruhi oleh faktor pemadatan, yaitu data dan temperatur pemadatan, gradasi agregat dan kadar aspal. Nilai VMA ini berpengaruh pada sifat kedap air dan udara serta sifat elastis campuran. Dapat juga dikatakan bahwa nilai VMA menentukan stabilitas, fleksibilitas dan durabilitas. Nilai VMA diisyaratkan adalah minimum 15%.

Jika komposisi campuran ditentukan sebagai persen berat dari campuran total, maka VMA dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$VMA = \left(100 - \frac{Gmb \times Ps}{Gsb}\right) \% \quad (2.4)$$

Dimana diketahui:

VMA = Rongga dalam agregat mineral (persen volume curah)

Gsb = Berat jenis curah agregat

Ps = Agregat, persen berat total campuran

Gmb = Berat jenis curah campuran padat

Atau jika komposisi campuran ditentukan sebagai persen berat agregat, maka VMA dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$VMA = 100 - \frac{Gmb}{Gsb} \times \frac{100}{100+Pb} \quad (2.5)$$

Diketahui:

Pb = Aspal, persen berat agregat

Gmb = Berat jenis curah campuran padat

Gsb = Berat jenis curah agregat

#### **2.6.4. Void in the Mix (VIM)**

VIM merupakan persentase rongga yang terdapat dalam total campuran. Nilai VIM berpengaruh terhadap keawetan lapis perkerasan, semakin tinggi nilai VIM menunjukkan semakin besar rongga dalam campuran sehingga campuran bersifat porous. Hal ini mengakibatkan campuran menjadi kurang rapat sehingga air dan udara mudah memasuki rongga-rongga dalam campuran yang mengakibatkan aspal mudah teroksidasi sehingga menyebabkan lekatan antar butiran agregat berkurang sehingga terjadi pelepasan butiran dan pengelupasan permukaan pada lapis perkerasan.

Nilai VIM terlalu rendah akan menyebabkan bleeding karena suhu yang tinggi maka viskositas aspal menurun sesuai sifat termoplastisnya. Pada saat itu apabila lapis perkerasan menerima beban lalu lintas maka aspal akan terdesak keluar permukaan karena tidak cukup rongga bagi aspal untuk melakukan penetrasi dalam lapisan perkerasan. Nilai VIM yang lebih dari ketentuan akan mengakibatkan

berkurangnya keawetan lapis perkerasan, karena rongga terlalu besar akan mudah terjadi oksidasi.

Volume rongga udara dalam campuran dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$VIM = \left(100 \times \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}}\right) \% \quad (2.6)$$

Dimana diketahui:

VIM = Rongga udara dalam campuran padat, persen dari total volume

G<sub>mm</sub> = Berat jenis maksimum campuran

G<sub>mb</sub> = Berat jenis curah campuran padat

### 2.6.5. *Void Filled with Asphalt (VFA)*

VFA merupakan persentase rongga terisi aspal pada campuran setelah mengalami proses pemadatan, yaitu jumlah dan temperatur pemadatan, gradasi agregat dan kadar aspal. Nilai VFA berpengaruh pada sifat kedapan campuran terhadap air dan udara serta sifat campuran elastisitas campuran. Dengan kata lain VFA menentukan stabilitas, fleksibilitas dan durabilitas semakin tinggi nilai VFA berarti semakin banyak rongga dalam campuran yang terisi aspal sehingga kedapan campuran terhadap air dan udara juga semakin tinggi, tetapi nilai VFA terlalu tinggi akan mengakibatkan bleeding. Nilai VFA yang terlalu kecil akan menyebabkan campuran kurang kedap terhadap air dan udara karena lapisan film aspal akan menjadi tipis dan akan mudah retak bila menerima penambahan beban sehingga campuran aspal mudah teroksidasi yang akhirnya menyebabkan lapis perkerasan tidak akan lama.

Nilai VMA dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$VFA = \left(\frac{100 - (VMA - VIM)}{VMA}\right) \quad (2.7)$$

Dimana diketahui:

VFA = Volume rongga antar butir agregat yang terisi aspal % dari VMA

VMA = Rongga dalam agregat mineral (persen volume curah)

VIM = Rongga udara dalam campuran padat, persen dari total volume



### 2.6.6. Kelelehan (*Flow*)

*Flow* adalah besarnya deformasi vertikal benda uji yang terjadi pada awal pembebanan sehingga durabilitas menurun, yang menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapis perkerasan akibat menahan beban yang diterimanya. Deformasi yang terjadi erat kaitannya dengan sifat-sifat *marshall* yang lain seperti stabilitas, VIM dan VFA. Nilai *flow* dipengaruhi oleh kadar dan viskositas aspal, gradasi agregat jumlah dan temperatur pemadatan.

Campuran yang memiliki angka kelelehan rendah dengan stabilitas tinggi cenderung menjadi kaku dan getas sedangkan campuran yang memiliki angka kelelehan tinggi dan stabilitas rendah cenderung plastis dan mudah berubah bentuk apabila mendapat beban lalu lintas. Kerapatan campuran yang baik, kadar aspal yang cukup dan stabilitas yang baik akan memberikan pengaruh penurunan nilai *flow*.

Nilai *flow* yang rendah akan mengakibatkan campuran menjadi kaku sehingga lapis perkerasan menjadi mudah retak, sedangkan campuran dengan nilai *flow* tinggi akan menghasilkan lapis perkerasan yang plastis sehingga perkerasan akan mudah mengalami perubahan bentuk seperti gelombang dan alur. Nilai kelelehan ditunjukkan oleh jarum dial tepat setelah angka jarum dial pada stabilitas tidak bergerak lagi dan dinyatakan dalam milimeter(mm).

### 2.6.7. Hasil Bagi *Marshall Quotient* (MQ)

MQ merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan *flow*. Nilai MQ akan memberikan nilai fleksibilitas campuran. Semakin besar nilai MQ berarti campuran semakin kaku, sebaliknya bila semakin kecil nilainya makanya campuran semakin lentur. Nilai MQ dipengaruhi oleh stabilitas dan *flow*. Nilai MQ diisyaratkan minimal 250 kg/mm. Nilai MQ dibawah 250 kg/mm mengakibatkan perkerasan mudah mengalami *wasboarding*, *ruting*, dan *bleeding*. Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Parameter *Marshall*.

Berikut rumus menentukan Marshall Quotient :

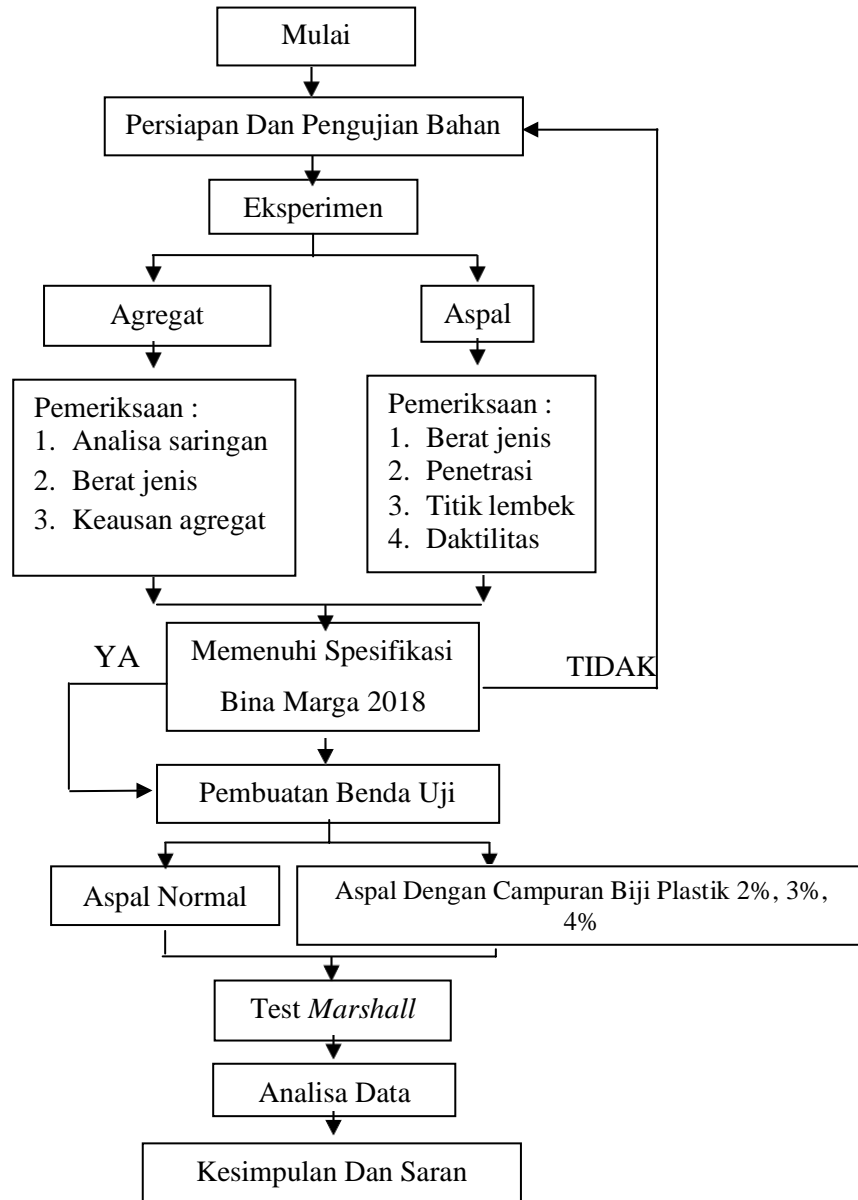
$$\text{Marshall Quotient} = \frac{\text{stabilitas}}{\text{flow}} \quad (2.8)$$

### BAB 3

## METODE PENELITIAN

### 3.1. Bagan Alir Penelitian

Langkah-langkah yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 : Langkah-Langkah Penelitian

### 3.2. Tempat Penelitian

Penelitian dimulai pada saat selesai Seminar Proposal. Penelitian dilakukan di Laboratorium Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Dapat dilihat pada Tabel 3.1 sebagai berikut :

Tabel 3.1 : Tempat Dan Waktu Penelitian (Laboratorium UMSU)

No	Kegiatan	Tempat	Waktu
1	Persiapan alat dan bahan	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Rabu,22 Maret 2022
2	Proses pengujian bahan bahan yang digunakan	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Kamis,23 Maret 2022
3	Proses penimbangan bahan bahan sampel yang akan diuji	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Sabtu,26 Maret 2022
4	Proses pembuatan sampel aspal	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Sabtu,26 Maret 2022
5	Proses pembuatan sampel aspal dengan penambahan bahan biji plastik	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Senin,4 April 2022
6	Proses perendaman benda uji	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Jumat,8 April 2022
7	Proses pengujian benda uji	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Selasa,12 April 2022

### **3.3. Metode Penelitian**

Metode penelitian yang dilakukan merupakan jenis metode eksperimen dilaboratorium, dengan data-data pendukung dalam penyelesaian tugas akhir diperoleh dari, sebagai berikut :

#### **3.3.1. Data Primer**

Data primer ini adalah data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan dan pengujian yang dilakukan dilaboratorium, seperti :

1. Analisa saringan agregat.
2. Berat jenis dan penyerapan.
3. Pemeriksaan kadar lumpur.
4. Pemeriksaan keausan agregat.
5. Variasi penggunaan lateks pada campuran aspal (*Job Mix Formula*).
6. Tes berat jenis aspal.
7. Tes penetrasi aspal.
8. Tes titik lembek aspal.
9. Tes daktilitas.
10. Uji *Marshall*.

#### **3.3.2. Data Sekunder**

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan konstruksi jalan (literatur) dan jurnal-jurnal..

### **3.4. Persiapan Bahan dan Peralatan**

#### **3.4.1. Bahan**

Bahan-bahan pembentuk benda uji yaitu:

1. Aspal penetrasi 60/70.
2. Agregat kasar.
3. Agregat halus.
4. Biji plastik.
5. Bensin.

### 3.4.2. Peralatan

Alat penelitian adalah semua benda yang digunakan untuk menunjang dalam pelaksanaan proses penelitian. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

#### 1. Alat Pengujian Aspal

Dalam pengujian ini, alat yang digunakan adalah alat uji berat jenis, satu set alat pengujian penetrasi dan titik lembek. Berikut adalah alat-alat yang digunakan untuk pengujian :

##### a. Alat-alat pengujian berat jenis aspal

Alat-alat yang digunakan dalam pengujian berat jenis aspal meliputi sebagai berikut:

- 1) *Neraca ohaus*
- 2) *Picnometer* labu

##### b. Alat-alat pengujian penetrasi aspal

Alat-alat yang digunakan dalam pengujian berat jenis aspal meliputi sebagai berikut:

- 1) *Stopwatch*
- 2) *Penetrometer*
- 3) Jarum Penetrasi
- 4) Cawan

##### c. Alat-alat penguji titik lembek aspal

Alat-alat yang digunakan dalam pengujian berat jenis aspal meliputi sebagai berikut:

- 1) *Termometer*
- 2) Cincin Penguji
- 3) Bola baja
- 4) Gelas ukur
- 5) Dudukan benda uji
- 6) Kompor listrik
- 7) Plat penghantar/ kawat kasa
- 8) Penjepit *Termometer*

2. Alat-alat pengujian agregat
  - a. Satu set alat pengujian gradasi
  - b. Satu set alat pengujian berat jenis dan penyerapan
3. Alat-alat pembuat benda uji

Untuk membuat benda uji diperlukan beberapa peralatan yang meliputi cetakan benda uji (*mould*), penumbuk benda uji dan landasannya, dongkrak (untuk mengeluarkan benda uji), kompor listrik, thermometer, wadah pencampur, piring, kertas penyaring, spatula, dan sarung tangan.

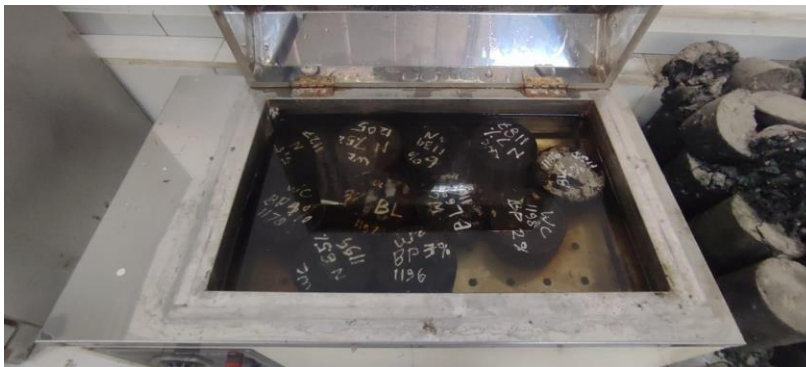
- a. Alat cetak benda uji (*Mould*).
- b. Alat penumbuk benda uji beserta landasan penumbuk.
- c. Bak pengaduk.
- d. Alat pengujian benda uji dengan metode *Marshall*.

### 3.5. Tahap Pembuatan Benda Uji

Tahap pembuatan benda uji terdiri dari 2 bagian yaitu pembuatan benda uji campuran normal dan pembuatan benda uji substitusi biji plastik LDPE.

#### 1. Pembuatan Benda Uji Aspal Normal

Pembuatan benda uji aspal normal dilakukan dengan membuat sampel pengujian biasa (2x75 pukulan). Sampel pada pengujian ini dibuat dengan 5 variasi, yaitu kadar aspal 5,5%, 6%, 6,5%, 7% dan 7,5% masing-masing 3 buah benda uji, sehingga terdapat 15 buah benda uji.



Gambar 3.2 : Sampel Benda Uji Aspal.

## 2. Pembuatan Benda Uji Aspal Substitusi Biji Plastik LDPE

Pembuatan benda uji aspal substitusi biji plastik LDPE dilakukan dengan penumbukan biji plastik/pemecahan biji plastik dengan penambahan 2%, 3% dan 4% biji plastik LDPE terhadap aspal sebanyak 3 buah benda uji disetiap penambahan biji plastik LDPE.

### 3.6. Tahap Pengujian Benda Uji

Tahap pengujian benda uji dilakukan untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan. Adapun pengujian yang dilaksanakan adalah :

#### 1. Pengujian Sampel Benda Uji Aspal Normal Dengan Alat *Marshall*

Pengujian dilakukan terhadap benda uji dengan kadar aspal 5,5%, 6%, 6,5%, 7% dan 7,5% sebanyak 15 buah untuk benda uji normal.

#### 2. Pengujian Benda Uji Aspal Substitusi Biji Plastik LDPE

Pengujian *Marshall* dengan benda uji aspal substitusi biji plastik LDPE sebanyak 3 buah benda uji setiap penambahan biji plastik LDPE 2%, 3% dan 4 % untuk memperoleh nilai stabilitas (*Stability*) dan kelelahan (*Flow*).

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Penelitian

##### 4.1.1. Pemeriksaan Gradasi Agregat

Pada pembuatan aspal beton maka komponen utama pembentuknya adalah aspal dan agregat. Untuk menentukan suatu gradasi agregat pada lapisan Campuran AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*) maka agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah dengan ukuran maksimal  $\frac{3}{4}$ "', agregat halus adalah campuran batu pecah dengan pasir, sedangkan untuk bahan pengisi adalah abu batu dan getah karet sebagai bahan penambah. Untuk memperoleh aspal beton yang baik maka gradasi dari agregat harus memenuhi spesifikasi umum Bina Marga 2018 yang telah ditetapkan dengan acuan (SNI-ASTM-C136-2012). Dari percobaan pencampuran agregat diperoleh hasil perbandingan campuran agregat hasil analisis saringan seperti yang tertera pada Tabel 4.1. – 4.3.

Tabel 4.1 : Hasil Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Kasar (Ma)  $\frac{1}{2}$  Inch.

No. Saringan	Ukuran (mm)	% Lolos saringan
1	25.40	100%
$\frac{3}{4}$	19.00	100%
$\frac{1}{2}$	12.50	100%
$\frac{3}{8}$	9.50	90,82%
4	4.75	39,72%
8	2.36	26,50%
16	1.18	18,80%
30	0.60	14,52%
50	0.30	8,42%
100	0.15	8,16%
200	0.075	6,76%



Tabel 4.2 : Hasil Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Halus Pasir (*Sand*).

No. Saringan	Ukuran (mm)	% Lolos saringan
1	25.40	100%
$\frac{3}{4}$	19.00	100%
$\frac{1}{2}$	12.50	100%
$\frac{3}{8}$	9.50	100%
4	4.75	100%
8	2.36	96,95%
16	1.18	88,05%
30	0.60	76,65%
50	0.30	8,95%
100	0.15	8,00%
200	0.075	1,75%

Tabel 4.3 : Hasil Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Halus Abu Batu (*Cr*).

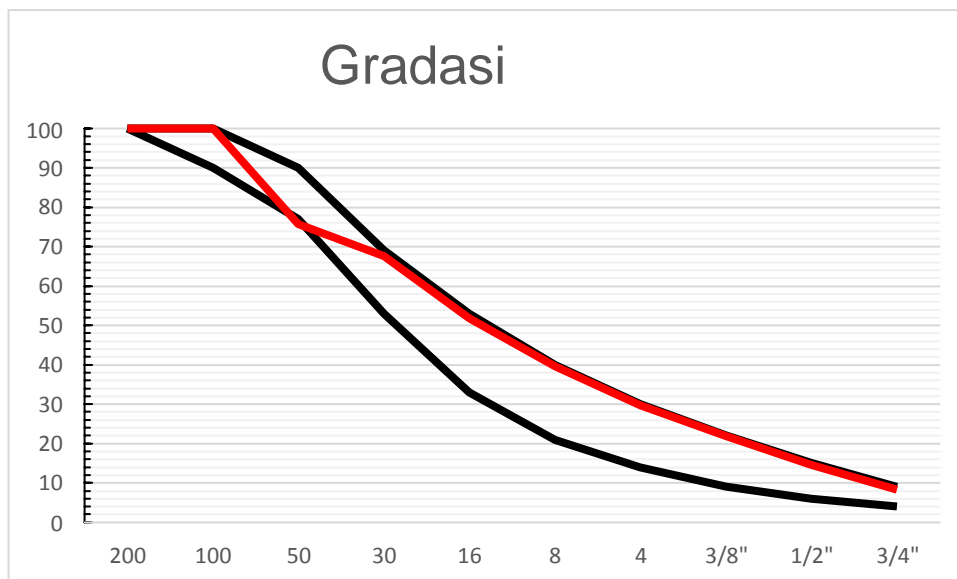
No. Saringan	Ukuran (mm)	% Lolos saringan
$1\frac{1}{2}$	37.50	100%
1	25.40	100%
$\frac{3}{4}$	19.00	100%
$\frac{1}{2}$	12.50	100%
$\frac{3}{8}$	9.50	100%
4	4.75	100%
8	2.36	66,10%
16	1.18	40,90%
30	0.60	29,20%

Tabel 4.3 : Lanjutan

No. Saringan	Ukuran (mm)	% Lolos saringan
50	0.30	20,80%
100	0.15	13,50%
200	0.075	7,80%

Tabel 4.4 : Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan

No. Saringan	Batas spesifikasi		Kombinasi agregat			
			Ma (½) (kasar)	Cr (halus)	Sand	AVG
3/4"	100	100	45%	45%	10%	100
1/2"	90	100	45	45	10	100
3/8"	77	90	20,74	45	10	75,74
No.4	53	69	14,24	45	8,38	67,62
No.8	33	53	9,28	35,4	7,09	51,77
No.16	21	40	0,11	34,2	5,24	39,55
No.30	14	30	0,11	25,4	4,25	29,76
No.50	9	22	0,11	16,27	5,59	21,97
No.100	6	15	0,11	11,21	3,34	14,66
No 200	4	9	0,11	4,95	3,23	8,29



Gambar 4.1 : Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan.

Dari hasil pengujian analisis saringan di dapat hasil kombinasi gradasi agregat yang memenuhi spesifikasi umum Bina Marga 2018.

1. Data persen agregat yang diperoleh pada campuran aspal normal
  - a. Agregat kasar (MA) = 45%
  - b. Agregat halus (*Sand*) = 10%
  - c. Abu batu (Cr) = 45%
2. Data persen agregat yang diperoleh pada campuran biji plastik 2%
  - a. Agregat kasar (MA) = 45%
  - b. Agregat halus (*Sand*) = 10%
  - c. Abu batu (Cr) = 43%
  - d. Biji plastik = 2%

Dari setiap benda uji diperlukan sebanyak  $\pm 1200$  gram sehingga menghasilkan tinggi benda uji kira-kira  $63,5 \text{ mm} \pm 1,27 \text{ mm}$ .

Berikut perhitungan untuk kadar aspal campuran normal sebagai berikut.

$$pKAO = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 + K$$
$$pKAO = 0,035 (26,50) + 0,045 (96,95-1,75) + 0,18 + 1$$
$$pKAO = 6,39 \%$$

Sehingga didapat kadar aspal mulai dari 5,5%, 6%, 6,5%, 7% dan 7,5%

Dimana:

*pKAO* : Kadar aspal tengah/ideal terhadap berat campuran.

CA : Persen agregat tertahan saringan no.8 ( Agregat Kasar)

FA : Persen agregat lolos saringan no.8 & tertahan saringan no.200 ( Ag.Halus)

K : Konstan 1 untuk perkerasan AC-WC

Berikut hasil perhitungan untuk kadar aspal campuran dengan biji plastik sebagai berikut.

$$pKAO = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\text{Filler}) + 1$$
$$pKAO = 0,035 (26,50) + 0,045 (88,7-1,5) + 0,18 (2) + 1$$
$$pKAO = 6,2 \%$$

Sehingga didapat kadar aspal optimum biji plastik sebesar 6,2 %.

Berikut perhitungan untuk berat agregat yang di perlukan pada benda uji normal dengan kadar aspal 5,5%, serta hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.5 :

1. Kadar Aspal 5,5 % :  $1200 \times 5,5 \%$  = 66 gr
2. Agregat MA ½ inch (Kasar) :  $(1200 - 66) \times 45 \%$  = 510,3 gr
3. Agregat Halus Abu Batu (Cr) :  $(1200 - 66) \times 45 \%$  = 510,3 gr
4. Agregat Halus Pasir (*Sand*) :  $(1200 - 66) \times 10 \%$  = 113,4 gr
- Total = 1200 gr

Tabel 4.5 : Hasil Perhitungan Pembuatan Benda Uji

Kadar Aspal(%)	Aspal (gr)	MA ½ Inch (gr)	Abu Batu(gr)	Pasir (gr)
5,5	66	510,3	510,3	113,4
6,0	72	507,6	507,6	112,8
6,5	78	504,9	504,9	112,2
7,0	84	502,2	502,2	111,6
7,5	90	499,5	499,5	111,0

Berikut perhitungan untuk berat agregat yang diperlukan pada benda uji campuran biji plastik 2%, 3% dan 4% dengan kadar aspal optimum (KAO) 6,2 %. Serta hasil dapat dilihat pada Tabel 4.6 :

1. Kadar Aspal 6,2 % :  $1200 \times 6,2 \%$  = 74 gr
2. Agregat MA ½ inch (Kasar) :  $(1200 - 74) \times 45 \%$  = 506,7 gr
3. Agregat Halus Abu Batu (Cr) :  $(1200-74) \times 45-2 \%$  = 484,1 gr
4. Agregat Halus Pasir (*Sand*) :  $(1200-74) \times 10 \%$  = 112,6 gr
5. Biji Plastik 2 % :  $1200 \times 2 \%$  = 24 gr
- Total = 1200 gr

Tabel 4.6 : Hasil Perhitungan Benda Uji Penggunaan Biji Plastik 2%, 3% Dan 4% Pada KAO (Kadar Aspal Optimum).

Kadar Aspal (%)	Aspal (gr)	MA ½ (gr)	Abu Batu (gr)	Pasir (gr)	Biji Plastik (gr)
6,2	74	506,7	484,1	112,6	24
		506,7	472,9	112,6	36
		506,7	461,6	112,6	48

Berikut hasil perhitungan komposisi campuran benda uji normal dengan kadar aspal 5,5%, 6%, 6,5%, 7% dan 7,5%.

1. Kadar aspal = 5,5 %
2. Agregat kasar (Ma) =  $(510,3\% / 1200) \times 100\% = 42,5\%$
3. Agregat halus abu batu (Cr) =  $(510,3\% / 1200) \times 100\% = 42,5\%$
4. Agregat halus pasir (*Sand*) =  $(113,4\% / 1200) \times 100\% = 9,5\%$
5. Total = 100 %

Tabel 4.7 : Hasil Komposisi Campuran Benda Uji Normal

Aspal	Agregat Kasar (Ma)	Agregat Halus Abu Batu (Cr)	Agregat Halus Pasir ( <i>Sand</i> )	Total
5,5%	42,5%	42,5%	9,5%	100%
6,0%	42,3%	42,3%	9,4%	100%
6,5%	42,1%	42,1%	9,4%	100%
7,0%	41,9%	41,9%	9,3%	100%
7,5%	41,6%	41,6%	9,3%	100%

Berikut hasil perhitungan komposisi campuran benda uji dengan penambahan biji plastik dengan kadar aspal 6,2 %.

1. Kadar aspal = 6,2 %
2. Agregat Kasar (Ma) =  $(506,7\% / 1200) \times 100\% = 42,2\%$
3. Agregat halus abu batu (Cr) =  $(484,1\% / 1200) \times 100\% = 40,3\%$
4. Agregat halus pasir (*Sand*) =  $(112,6\% / 1200) \times 100\% = 9,4\%$
5. Biji plastik =  $(24\% / 1200) \times 100\% = 2\%$
6. Total = 100 %

Tabel 4.8 : Hasil Komposisi Campuran Benda Uji Biji Plastik

Kadar Aspal	Agregat Kasar (Ma)	Agregat Halus Abu Batu (Cr)	Agregat Halus Pasir ( <i>Sand</i> )	Biji Plastik	Total
6,2%	42,2%	40,3%	9,4%	2%	100%
6,2%	42,2%	39,4%	9,4%	3%	100%
6,2%	42,2%	38,5%	9,4%	4%	100%

#### 4.1.2. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat

Berat jenis suatu agregat yang digunakan dalam suatu rancangan campuran beraspal sangat berpengaruh terhadap banyaknya rongga udara yang

diperhitungkan sehingga mendapatkan suatu campuran beraspal yang baik. Berat jenis efektif dianggap paling mendekati nilai sebenarnya untuk menentukan besarnya rongga udara dalam campuran beraspal. Dalam pengujian berat jenis agregat kasar prosedur pemeriksaan mengikuti SNI 1969-2008 dan SNI 1970-2008.

Dari hasil pemeriksaan tersebut didapat data seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.7.

1. Berat Jenis Agregat Kasar MA ½ inch.

Dari percobaan yang dilakukan didapat hasil perhitungan sampel 1:

- a. Berat Jenis Curah  $= \frac{2981}{3014-1893} = 2,659 \text{ gr}$
- b. Berat Kering Kering Permukaan Jenuh  $= \frac{3014}{3014-1893} = 2,689 \text{ gr}$
- c. Berat Jenis Semu  $= \frac{2981}{2981-1893} = 2,740 \text{ gr}$
- d. Penyerapan  $= \frac{3014-2981}{2981} \times 100\% = 1,107\%$

Untuk hasil pengujian lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran dan rekapitulasi data hasil pengujian agregat MA ½ inch dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 : Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar MA ½ Inch.

Perhitungan	I	II	Rata-rata
Berat Jenis Curah Kering (Sd)	2,659	2,663	2,661
Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (Ss)	2,689	2,692	2,691
Berat Jenis Semu (Ss)	2,740	2,743	2,742
Penyerapan (Sw)	1,107	1,107	1,107

2. Berat Jenis Agregat Halus Pasir (Sand)

Dari percobaan yang dilakukan didapat hasil perhitungan sampel 1:

- a. Berat Jenis Curah  $= \frac{493}{697+500-1002} = 2,528 \text{ gr}$
- b. Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh  $= \frac{500}{697+500-1002} = 2,564 \text{ gr}$
- c. Berat Jenis Semu  $= \frac{493}{697+493-1002} = 2,622 \text{ gr}$
- d. Penyerapan  $= \frac{500-488}{488} \times 100\% = 1,419 \%$

Untuk hasil pengujian lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran dan rekapitulasi data hasil pengujian agregat halus pasir dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 : Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus Pasir (*Sand*).

Perhitungan	I	II	Rata-Rata
Berat Jenis Curah Kering (Sd)	2,528	2,497	2,513
Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (Ss)	2,564	2,538	2,551
Berat Jenis Semu (Ss)	2,622	2,603	2,613
Penyerapan (Sw)	1,419	1,626	1,523

### 3. Berat Jenis Agregat Halus Abu Batu (*Cr*)

Dari percobaan yang dilakukan didapat hasil perhitungan sampel 1:

- a. Berat Jenis Curah  $= \frac{479}{690+500-1002} = 2,521 \text{ gr}$
- b. Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh  $= \frac{500}{690+500-1002} = 2,538 \text{ gr}$
- c. Berat Jenis Semu  $= \frac{479}{690+479-1002} = 2,834 \text{ gr}$
- d. Penyerapan  $= \frac{500-479}{479} \times 100\% = 1,419\%$

Untuk hasil pengujian lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran dan rekapitulasi data hasil pengujian agregat halus abu batu dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 : Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus Abu Batu (*Cr*).

Perhitungan	I	II	Rata-rata
Berat jenis curah kering (Sd)	2,521	2,526	2,524
Berat jenis kering permukaan jenuh (Ss)	2,538	2,631	2,585
Berat jenis semu (Ss)	2,834	2,823	2,829
Penyerapan (Sw)	4,384	4,166	4,275

#### 4.1.3. Hasil Pemeriksaan Aspal

Dalam penelitian ini, pemeriksaan aspal yang digunakan untuk bahan ikat pada pembuatan benda uji campuran aspal beton dalam penelitian ini adalah aspal keras Pertamina Pen 60/70. Data hasil pemeriksaan uji aspal diperoleh dari data sekunder dari PT. Tri Murti Patumbak yang dilakukan UPT Laboratorium Bahan Konstruksi Dinas Marga Dan Bina Konstruksi Provinsi Sumatera Utara, tidak ada aspal yang boleh digunakan sampai aspal ini telah di uji dan disetujui.

Dari pemeriksaan karakteristik aspal keras yang telah dilakukan perusahaan dan diuji di balai pengujian material diperoleh hasilnya seperti pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 : Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal Pertamina Pen 60/70 (PT. Tri Murti Patumbak).

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi	Satuan
1	Penetrasi Pada 25°C	SNI 2456 : 2011	66,15	60-70	0,1 mm
2	Titik Lembek	SNI 2434 : 2011	48,20	≥ 48	°C
3	Daktalitas Pada 25°C 5cm/menit	SNI 2432 : 2011	140	≥ 100	Cm
4	Kelarutan Dalam C <sub>2</sub> HCL <sub>3</sub>	SNI 2438 : 2011	99,93	≥ 99	%
5	Titik Nyala (TOC)	SNI 2433 : 2011	325	≥ 232	°C
6	Berat Jenis	SNI 2441 : 2011	1,0241	≥ 1,0	-

Dari hasil pemeriksaan laboratorium diperoleh hasil bahwa aspal keras Pertamina Pen 60/70 memenuhi standart pengujian spesifikasi umum Bina Marga 2018 sebagai bahan ikat campuran aspal beton.

#### 4.1.4. Pemeriksaan Terhadap Parameter Benda Uji

Nilai parameter *Marshall* diperoleh dengan melakukan perhitungan terhadap hasil-hasil percobaan dilaboratorium. Berikut analisis yang digunakan untuk menghitung parameter pengujian *Marshall* pada campuran normal pada kadar aspal 5,5% :

- a. Persentase Terhadap Batuan = 5,8%
- b. Persentase Aspal Terhadap Campuran = 5,5%
- c. Berat Sampel Kering = 1145 gr
- d. Berat Sampel Jenuh (*SSD*) = 1150 gr
- e. Berat Sampel Dalam Air = 640 gr
- f. Volume Sampel = Berat *SSD* – Berat dalam air  
= 1150 – 640  
= 510 cc



g. Berat Isi Sampel	= Berat awal / Volume sampel = 1145 / 510 = 2,245 gr/cc
h. Berat Jenis Maksimum	= $\frac{100}{\frac{\%agregat}{bj.ef.agregat} + \frac{\%aspal}{bj.aspal}}$ = $\frac{100}{\frac{100}{2,664} + \frac{5,5}{1,035}} = 2,334 \%$
i. Persentase Volume Aspal	= ( b x g ) / bj. Aspal = $\frac{5,5 \times 2,245}{1,035} = 11,930 \%$
j. Persentase Volume Agregat	= (( 100 – b ) x g ) / bj. Agregat = $\frac{(100-5,5) \times 2,245}{2,587} = 82,011 \%$
k. Persentase Rongga Terhadap Campuran	= $100 - ((100 \times g) / h)$ = $100 - \frac{(100 \times 2,245)}{2,334} = 3,794 \%$
l. Persentase Rongga Terhadap Agregat	= $100 - ((g \times b) / bj.agregat)$ = $100 - \frac{(2,245 \times 5,5)}{2,587} = 33,882\%$
m. Persentase Rongga Terisi Aspal	= $100 \times (1 - k) / l$ = $100 \times \frac{(33,882 - 3,794)}{33,882} = 88,802\%$
n. Kadar Aspal Efektif	= 4,395
o. Pembacaan Arloji Stabilitas	= 108
p. Kalibrasi Proving Ring	= ( 7,693 x 110 ) + 0,316 = 847
q. Stabilitas	= 860
r. Kelelehan	= 3,83 mm
s. <i>Marshall</i>	= q/r = 860/3,83 = 225

Untuk hasil perhitungan campuran normal serta campuran biji plastik 2 % , 3 % , 4 % dapat dilihat pada lampiran. Dari hasil pemeriksaan uji *Marshall* yang dilakukan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara mendapatkan nilai Berat Isi (*Bulk Density*), Stabilitas (*Stability*), Persentase Rongga Terhadap Campuran (*Air Voids*), Persentase Rongga Terisi Aspal

(*Voids Filled*), Persentase Rongga Terhadap Agregat (VMA), Kelelehan (*Flow*). Berikut analisa perhitungan untuk campuran aspal normal pada kadar aspal 5,5% serta rekapitulasi hasil uji *Marshall* pada campuran aspal normal dan campuran biji plastik 2%, 3% dan 4% dapat dilihat pada Tabel 4.13 dan 4.14.

#### 4.2. Hasil Pengujian Kadar Aspal Optimum

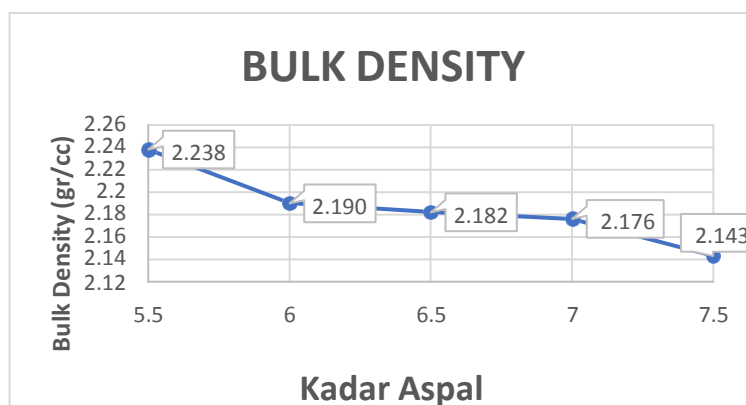
Berikut hasil perhitungan untuk campuran aspal normal pada kadar aspal 5,5%, 6%, 6,5%, 7% dan 7,5%. Dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 : Hasil Uji *Marshall* Pada Campuran Normal.

Karakteristik	Spesifikasi Umum	Kadar aspal %				
		5,5%	6%	6,5%	7%	7,5%
Bulk Density (gr/cc)	-	2,238	2,190	2,182	2,176	2,143
Stabilty (kg)	Min 800	850	873	892	858	816
Air Voids ;(%)	3 – 5	4,109	5,104	4,396	3,582	4,034
Voids Filleds (%)	Min 65	87,878	84,801	86,758	89,070	87,567
VMA(%)	Min 15	33,897	33,576	33,173	32,766	32,442
Flow(mm)	2-4	3,61	3,85	4,13	4,32	4,83

##### 4.2.1. Kepadatan (*Bulk Density*)

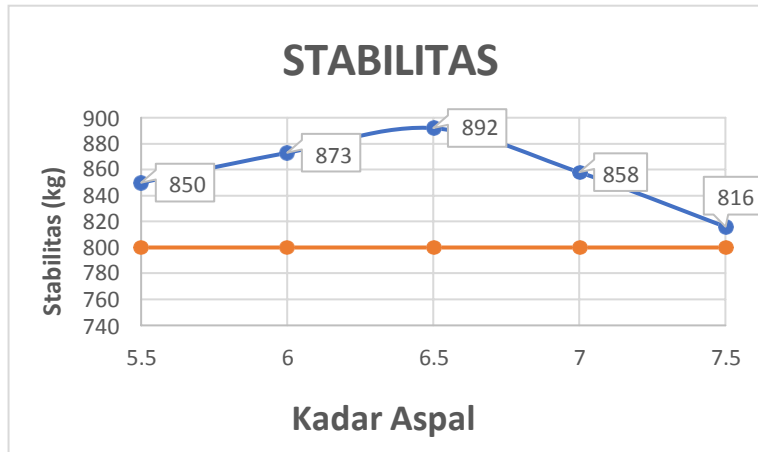
Hasil nilai *bulk density* pada aspal normal kadar 5,5% sebesar 2,238 gr/cc, kadar 6% sebesar 2,190 gr/cc, kadar 6,5% sebesar 2,176 gr/cc, kadar 7% sebesar 2,176 gr/cc, dan kadar 7,5% sebesar 2,143 gr/cc. Dari hasil nilai *Bulk Density* dapat dilihat grafik pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 : Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal (%) Dengan *Bulk Density* (Gr/Cc) Campuran Normal.

#### 4.2.2. Stabilitas (*Stabililty*)

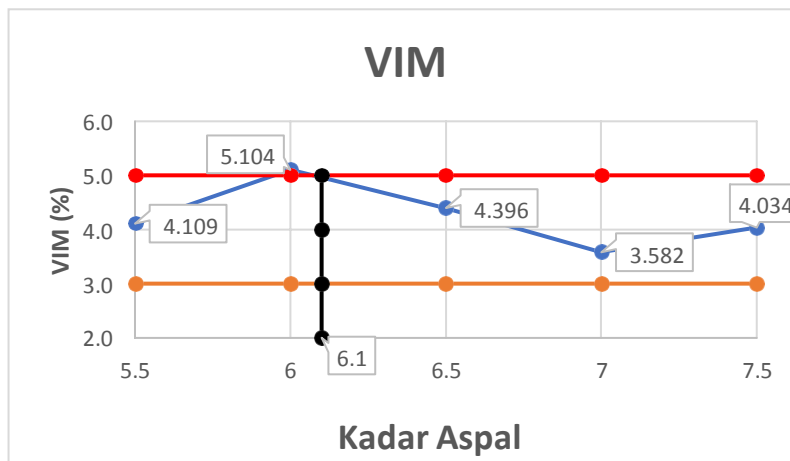
Hasil nilai stability pada aspal normal kadar 5,5% sebesar 850 kg, kadar 6% sebesar 873 kg, kadar 6,5% sebesar 892 kg, kadar 7% sebesar 858 kg, dan kadar 7,5% sebesar 816 kg. Grafik dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 : Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal (%) Dengan *Stability*(kg) Campuran Normal.

#### 4.2.3. Rongga Udara Dalam Campuran (VIM)

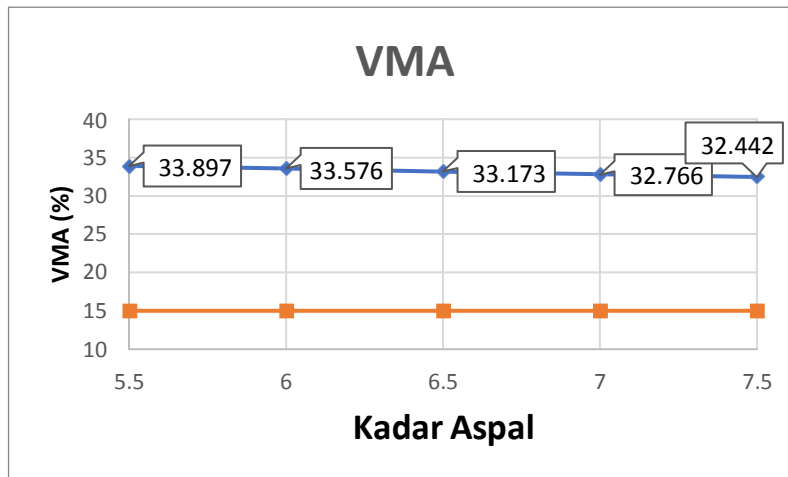
Hasil nilai VIM pada aspal normal kadar 5,5% sebesar 4,109%, kadar 6% sebesar 5,104%, kadar 6,5% sebesar 4,396%, kadar 7% sebesar 3,582%, dan kadar 7,5% sebesar 4,034%. Grafik dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 : Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal(%) Dengan *Air Voids*(VIM) Pada Campuran Normal.

#### 4.2.4. Rongga Antara Mineral Agregat (VMA)

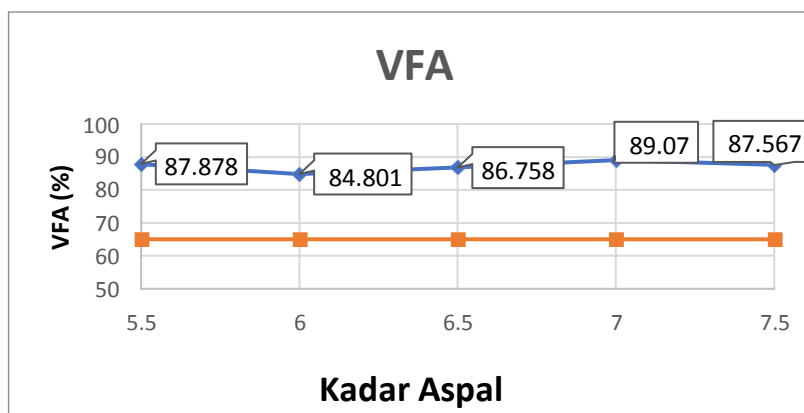
Hasil nilai *Void In Mineral Aggregate* (VMA) pada aspal normal kadar 5,5% sebesar 33,897%, kadar 6% sebesar 33,576%, kadar 6,5% sebesar 33,173%, kadar 7% sebesar 32,766%, dan kadar 7,5% sebesar 32,442%. Grafik dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 : Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal(%) Dengan VMA(%) Pada Campuran Normal.

#### 4.2.5. Rongga Terisi Aspal (VFA)

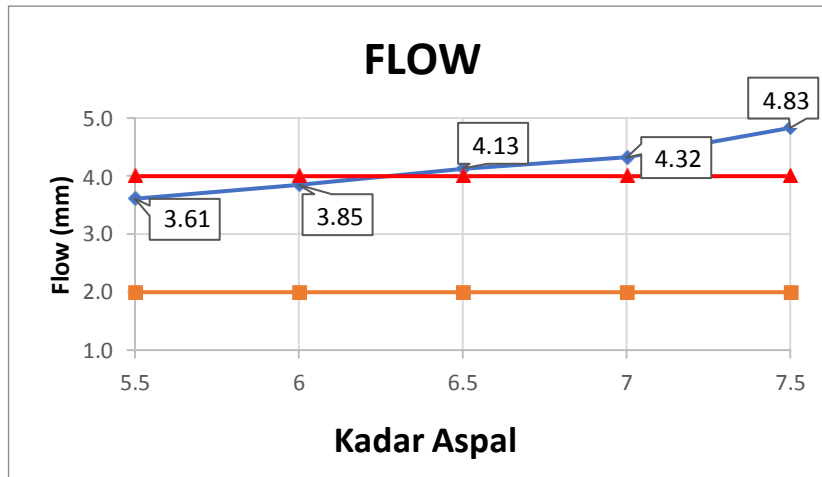
Hasil nilai *Voids Filled with Asphalt* (VFA) pada aspal normal kadar 5,5% sebesar 87,878%, kadar 6% sebesar 84,801%, kadar 6,5% sebesar 86,758%, kadar 7% sebesar 89,07%, dan kadar 7,5% sebesar 87,567%. Hasil nilai VFA dapat dilihat grafik pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 : Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal(%) Dengan VFA (%) Pada Campuran Normal.

#### 4.2.6. Kelelehan (*Flow*)

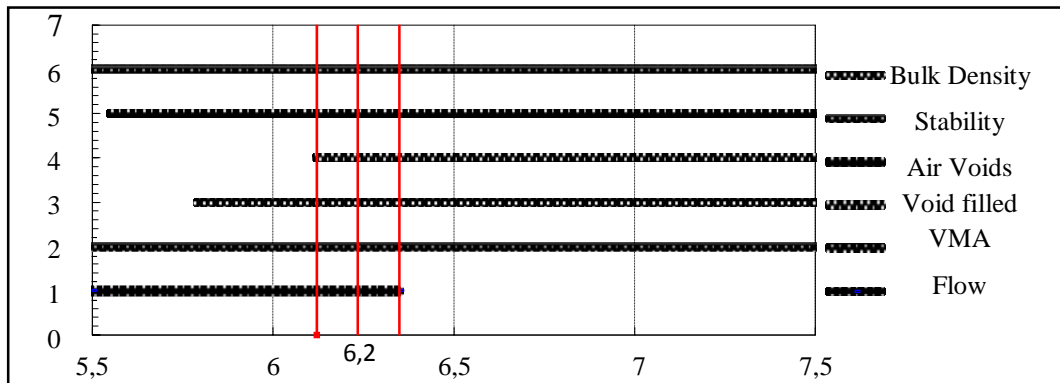
Hasil nilai kelelehan (*Flow*) ada aspal normal kadar 5,5% sebesar 3,61 mm, kadar 6% sebesar 3,85 mm, kadar 6,5% sebesar 4,13 mm, kadar 7% sebesar 4,32 mm, kadar 7,5% sebesar 4,83 mm. Grafik dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 : Grafik Hubungan Dengan Kadar Aspal (%) Dengan *Flow* (mm) Pada Campuran Normal.

#### 4.2.7. Kadar Aspal Optimum (KAO)

Setelah selesai melakukan pengujian di Laboratorium dan menghitung nilai-nilai *Bulk Density*, *Stability*, *Air Voids*(VIM), *Voids Filled*(VFA), VMA dan *Flow*, maka secara grafis dapat ditentukan kadar aspal optimum (KAO) dengan cara membuat grafik hubungan antara nilai-nilai tersebut dengan kadar aspal, kemudian memplotkan nilai-nilai yang memenuhi spesifikasi terhadap kadar aspal, sehingga diperoleh rentang (*range*) dan batas koridor kadar aspal yang optimum. Penentuan kadar aspal optimum diperoleh dengan cara mengambil nilai tengah dari batas koridor dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 : KAO (Kadar Aspal Optimum).

### 4.3. Hasil Pengujian Karakteristik *Marshall* Campuran Biji Plastik Pada

#### Keadaan KAO

Hasil pengujian Berat Isi (*Bulk Density*), Stabilitas (*Stability*), Persentase Rongga Terhadap Campuran (VIM), Persentase Rongga Terhadap Agregat (VMA), Persentase Rongga Terisi Aspal (VFA) dan Kelelehan (*Flow*). Berikut hasil uji *Marshall* untuk campuran biji plastik pada kadar 2%, 3% dan 4%. Dapat dilihat pada Tabel 4.14.

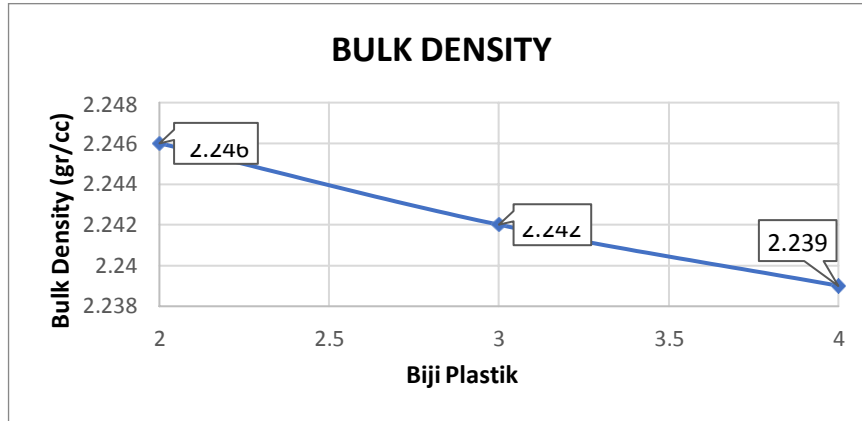
Tabel 4.14 : Hasil Uji *Marshall* Campuran Biji Plastik 2%, 3% Dan 4% Pada Keadaan KAO.

Karakteristik	Spesifikasi		Biji Plastik		
	Min	Max	2%	3%	4%
<i>Bulk Density (gr/cc)</i>	-	-	2,246	2,242	2,239
<i>Stability (kg)</i>	800	-	884	860	835
<i>VIM (%)</i>	3	5	2,14	2,33	2,47
<i>VFA (%)</i>	65	-	93,36	92,77	92,35
<i>VMA (%)</i>	15	-	32,28	32,29	32,29
<i>Flow (mm)</i>	2	4	3,41	3,27	2,96

#### 4.3.1. Kepadatan (*Bulk Density*)

Hasil nilai *Bulk Density* pada kadar biji plastik 2% sebesar 2,246 gr/cc, 3% sebesar 2,242 gr/cc dan 4% sebesar 2,239 gr/cc. Nilai *Flow* aspal substitusi biji plastik seluruhnya memenuhi spesifikasi. Semakin tinggi penambahan kadar campuran plastik LDPE semakin rendah nilai *Flow* yang diperoleh. Semakin rendah

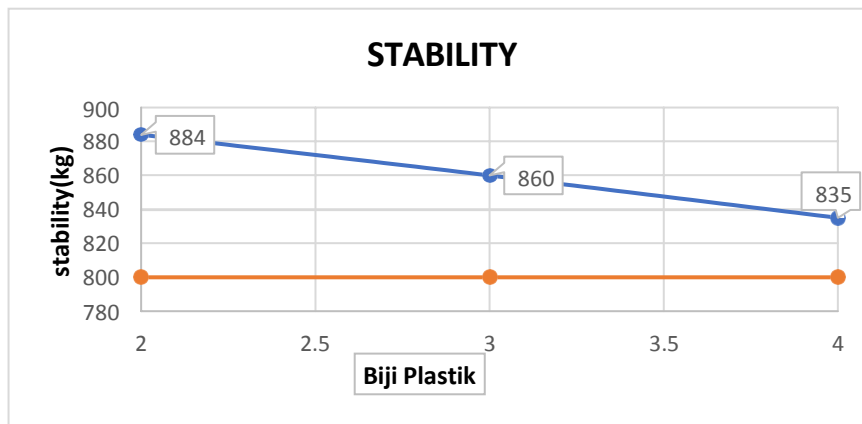
nilai *Flow* menandakan campuran aspal akan semakin kaku, sehingga campuran akan mudah retak apabila terkena beban lalu lintas yang tinggi dan berat. Dapat dilihat grafik pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 : Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan *Bulk Density* (gr/cc) Pada Biji Plastik 2%, 3% Dan 4%.

#### 4.3.2. Stabilitas (*Stability*)

Nilai Stabilitas (*Stability*) pada kadar biji plastik 2% sebesar 884 kg, biji plastik 3% sebesar 860 kg dan biji plastik 4% sebesar 835 kg. sehingga memenuhi spesifikasi standar minimum 800 kg. dapat dilihat pada Gambar 4.10.

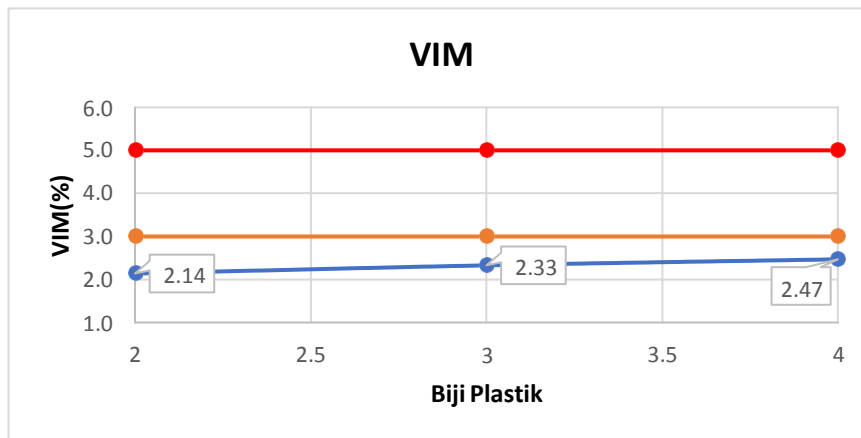


Gambar 4.10 : Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Stabilitas (*Stability*) Pada Biji Plastik 2%, 3% Dan 4%.

#### 4.3.3. Rongga Udara Terhadap Campuran (VIM)

Nilai VIM pada kadar biji plastik 2% sebesar 2,14 %, kadar biji plastik 3% sebesar 2,33 % dan kadar biji plastik 4% sebesar 2,47 %. Sehingga tidak memenuhi

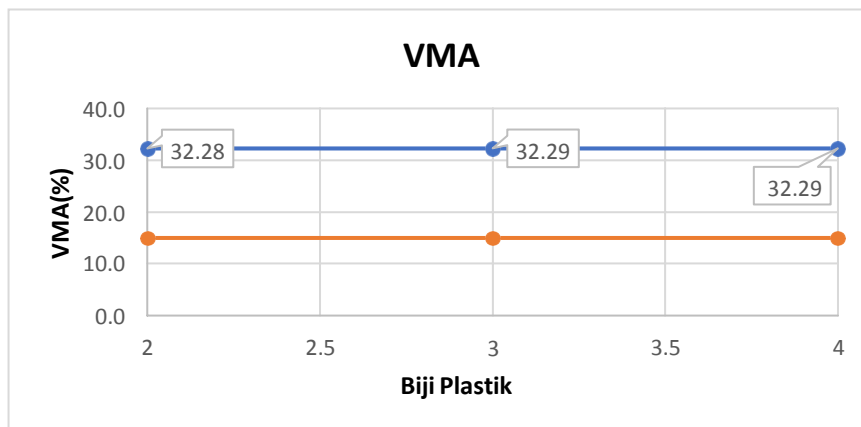
spesifikasi minimum 3% dan maksimum 5%. Dapat dilihat grafik pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 : Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan VIM Pada Biji Plastik 2%, 3% Dan 4%.

#### 4.3.4. Rongga Antara Mineral Agregat (VMA)

Nilai VMA pada kadar biji plastik 2% sebesar 32,28 %, kadar biji plastik 3% sebesar 32,29 % dan kadar biji plastik 4% sebesar 32,29 %. Sehingga memenuhi spesifikasi minimum 15 %. Dapat dilihat grafik pada Gambar 4.12.

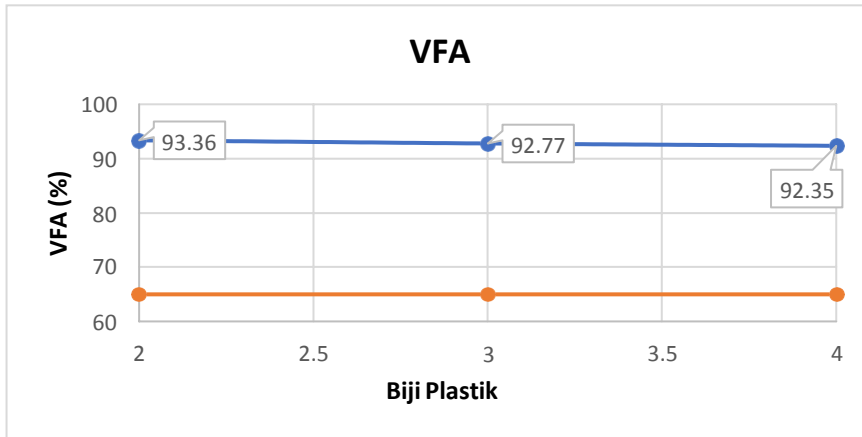


Gambar 4.12 : Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan VMA Pada Biji Plastik 2%, 3% Dan 4%.

#### 4.3.5. Rongga Terisi Aspal (VFA)

Nilai VFA pada kadar biji plastik 2% sebesar 93,36 %, kadar biji plastik 3% sebesar 92,77 % dan kadar biji plastik 4% sebesar 92,35 %. Sehingga memenuhi spesifikasi minimum 65 %. Dapat dilihat grafik pada Gambar 4.13.

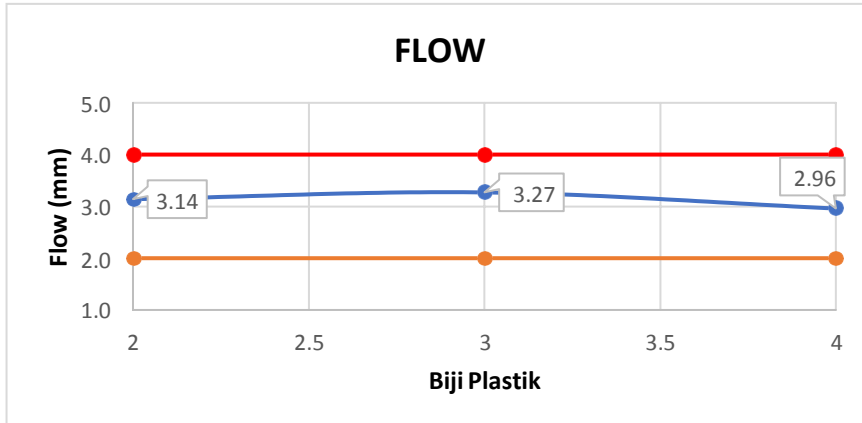




Gambar 4.13 : Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan VFA Pada Biji Plastik 2%, 3% Dan 4%.

#### 4.3.6. Kelelehan (*Flow*)

Nilai kelelehan (*Flow*) pada kadar biji plastik 2% sebesar 3,41 mm, kadar biji plastik 3% sebesar 3,27 mm dan kadar biji plastik 4% sebesar 2,96 mm. sehingga memenuhi spesifikasi minimum 2 mm dan maksimum 4 mm. dapat dilihat grafik pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 : Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Kelelehan (*Flow*) Pada Biji Plastik 2%, 3% Dan 4%.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC) dengan menggunakan campuran biji plastik, maka didapatkan :

1. Campuran biji plastik mempengaruhi karakteristik *Marshall* pada nilai *Flow* yang semakin rendah menyebabkan aspal menjadi lebih kaku, nilai VMA mengalami kenaikan sehingga menurunkan stabilitas.
2. Nilai *Marshall* yang menggunakan campuran biji plastik dengan spesifikasi Bina Marga 2018 antara lain :
  - a. Nilai *Flow* dengan campuran biji plastik 2% sebesar 3,41 mm, biji plastik 3% sebesar 3,27 mm dan 4% sebesar 2,96 mm, memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 dengan spesifikasi minimum 2 mm dan maksimum 4 mm.
  - b. Nilai stabilitas (*Stability*) dengan campuran biji plastik 2% sebesar 884 kg, 3% sebesar 860 kg dan 4% sebesar 835 kg, memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 persyaratan minimum 800 kg.
  - c. Nilai VIM dengan campuran biji plastik 2% sebesar 2,14%, biji plastik 3% sebesar 2,33% dan 4% sebesar 2,47%, tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 dengan spesifikasi minimum 3% dan maksimum 5%.
  - d. Nilai VMA dengan campuran biji plastik 2% sebesar 32,28%, biji plastik 3% sebesar 32,29% dan 4% sebesar 32,29%, memenuhi spesifikasi Bina Marga 2028 dengan spesifikasi minimum 15%.
  - e. Nilai VFA dengan campuran biji plastik 2% sebesar 93,36%, biji plastik 3% sebesar 92,77% dan 4% sebesar 92,35%, memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 dengan spesifikasi minimum 65%.

3. Nilai perbandingan hasil *Marshall* normal dan dengan campuran biji plastik adalah sebagai berikut :
- a. Kelelehan (*Flow*) campuran normal :  
 Kadar aspal 5,5 % = 3,61 mm, kadar aspal 6 % = 3,85 mm, kadar aspal 6,5 % = 4,13 mm, kadar aspal 7 % = 4,32 mm dan kadar aspal 7,5 % = 4,83 mm.  
 Campuran biji plastik pada Kadar Aspal Optimum :  
 Biji plastik 2 % = 3,41 mm, biji plastik 3 % = 3,27 mm dan biji plastik 4 % = 2,96 mm.
  - b. *Stability* campuran normal :  
 Kadar aspal 5,5 % = 850 kg, kadar aspal 6 % = 873 kg, kadar aspal 6,5 % = 892 kg, kadar aspal 7 % = 858 kg dan kadar aspal 7,5 % = 816 kg.  
 Campuran biji plastik pada Kadar Aspal Optimum :  
 Biji plastik 2 % = 884 kg, biji plastik 3 % = 860 kg dan biji plastik 4 % = 835 kg.
  - c. VIM campuran normal :  
 Kadar aspal 5,5 % = 4,109 %, kadar aspal 6 % = 5,104 %, kadar aspal 6,5 % = 4,396 %, kadar aspal 7 % = 3,582 % dan kadar aspal 7,5 % = 4,034%.  
 Campuran biji plastik pada Kadar Aspal Optimum :  
 Biji plastik 2 % = 2,14 %, biji plastik 3 % = 2,33 % dan biji plastik 4 % = 2,47 %.
  - d. VMA campuran normal :  
 Kadar aspal 5,5 % = 33,897 %, kadar aspal 6 % = 33,576 %, kadar aspal 6,5 % = 33,173 %, kadar aspal 7 % = 32,766 % dan kadar aspal 7,5 % = 32,442 %.  
 Campuran biji plastik pada Kadar Aspal Optimum :  
 Biji plastik 2 % = 32,28 %, biji plastik 3 % = 32,29 % dan biji plastik 4 % = 32,29 %.
  - e. VFA campuran normal :  
 Kadar aspal 5,5 % = 87,878 %, kadar aspal 6 % = 84,801 %, kadar aspal 6,5 % = 86,758 %, kadar aspal 7 % = 89,07 % dan kadar aspal 7,5 % = 87,567%.

Campuran biji plastik pada Kadar Aspal Optimum :

Biji plastik 2 % = 93,36 %, biji plastik 3 % = 92,77 % dan biji plastik 4 % = 92,35 %.

4. Nilai *Flow* campuran biji plastik mengalami penurunan menyebabkan sifat campuran aspal menjadi lebih kaku sehingga campuran akan mudah retak apabila terkena beban lalu lintas yang tinggi dan berat.
5. Nilai Stabilitas campuran biji plastik mengalami penurunan dibandingkan dengan nilai campuran normal.

## 5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil beberapa saran sebagai berikut :

1. Dalam melakukan penelitian perlu ada pengembangan substitusi campuran biji plastik dengan AC – BC.
2. Dalam melakukan pengujian analisa saringan diperlukan lebih teliti agar data tidak terjadi kesalahan.
3. Diharapkan untuk memperbaiki atau mengganti alat Laboratorium Teknik UMSU agar penelitian dapat dilakukan lebih maksimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afriyanto, B., Indriyati, E. W., & Hardini, P. (2019). Pengaruh Limbah Plastik *Low Density Polyethylene* Terhadap Karakteristik Dasar Aspal. *Jurnal Transportasi*, 19(1), 59–66. <https://doi.org/10.26593/jt.v19i1.3263.59-66>
- Akbar, M. A. . (2019). Durabilitas Lapisan *Asphalt Concrete-Wearing Course (Ac-Wc)* Dengan Menggunakan Abu Terbang Sebagai Bahan Pengisi Di Lingkungan Air Gambut. *Nureth-18*, 15(1), 1–16.
- Fikri, H., Subagja, A., & Manurung, A. S. D. (2019). Karakteristik Aspal Modifikasi dengan penambahan Limbah Botol Plastik *Polyethylene Terephthalate (PET)*. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 10(1), 609–616.
- Fitri, S., Saleh, S. M., & Isya, M. (2018). Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Kresek Sebagai Substitusi Aspal Pen 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Laston Ac – Bc. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(3), 737–748.  
<https://doi.org/10.24815/jts.v1i3.10034>
- Gunarto, A. (2019). Penelitian Campuran Aspal Beton Dengan Menggunakan Filler Bunga Pinus. *UKaRsT*, 3(1), 37. <https://doi.org/10.30737/ukarst.v3i1.351>
- Homan, D. K. (2011). Simbol untuk Menunjang Sistem Informasi Desain Kemasan Makanan dan Minuman Plastik. *Humaniora*, 2(1), 33.  
<https://doi.org/10.21512/humaniora.v2i1.2945>
- Jenderal, D., & Marga, B. (2018). *Spesifikasi umum 2018. September*.
- Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. (1998). Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga syarat-syarat filler. *Jrsdd*, 3(3), 455–468.
- Mashuri dan Joi Fredy Batti. (2011). Pemanfaatan Material Limbah Pada Campuran Beton Aspal Campuran Panas. *Mektek*, 8(3), 204–212.
- Pratomo, P., Ali, H., & Diansari, S. (2016). *Aspal Modifikasi Dengan Penambahan Plastik Low Liniear Density Poly Ethylene (Lldpe) Dintinjau Dari Karakteristik Marshall Dan Uji Penetrasi Pada Lapisan Aspal Aspal Beton (Ac-Bc)*. 67.
- Pribadi, J. A., & Kurniawan, W. (2021). *Karakteristik Campuran Aspal Ac-Wc Menggunakan Filler Spent Bleaching Earth Sebagai Filler Pengganti Abu Batu*. 3(85), 24–33.
- Rosyad, F., & Sary, D. D. (2017). *Fraksi Halus Terhadap Kepadatan Dan Stabilitas Campuran Aspal Ac-Bc*. 14(1), 0–5.
- Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018. (2018). *Spesifikasi umum 2018 (Issue Revisi 1)*.
- Tambunan, H. F., & Putri, L. A. (2021). Pengaruh Penambahan Biji Plastik PP Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Pada Campuran Laston AC–WC.

*Repo.Itera.Ac.Id*, May, 0–12.

[http://repo.itera.ac.id/assets/file\\_upload/SB2008140007/21116070\\_20\\_175022.pdf](http://repo.itera.ac.id/assets/file_upload/SB2008140007/21116070_20_175022.pdf)

Toruan, A. L., Kaseke, O. H., Kereh, L. F., & Sendow, T. K. (2013). Pengaruh Porositas Agregat Terhadap Berat Jenis Maksimum Campuran. *Jurnal Sipil Statik*, 1(3), 190–195.

Wantoro, W., Kusumaningrum, D., Setiadji, B. H., Kushardjoko, W., Sipil, J. T., Teknik, F., & Diponegoro, U. (2013). Pengaruh Penambahan Plastik Bekas Tipe Low Density Polyethylene ( Ldpe ) Terhadap Kinerja. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 2(4), 1–16.

<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkts/article/view/3954>

Yuniarti, S., Rachman, R., & Alpius. (2020). Studi Karakteristik Campuran AC-BC Berdasarkan Limbah Kantong Plastik Sebagai Bahan Tambah. *Paulus Civil Engineering Journal*, 2(2), 70–76. <https://doi.org/10.52722/pcej.v2i2.135>

# Lampiran

Gambar L.1 : Tabel Data Marshall Normal

PROPERTIES OF HIGH DURABILITY ASPHALT MIXES BY THE MARSHALL METHOD SNI 06 – 2489 – 1991																				
Contoh Aspal Kalibrasi Prov		AC - WC 60/70 7,693 x 110 + 0,316		No 1 2 3 4 5		Material Coarse aggregate 1" Coarse aggregate 3/4" Medium aggregate 1/2" Cr Sand		Normal												
								%	Bulk	SSD	Apparent	Effektif	Bj Aspal	Bj Agregat	Eff					
								0%	0%	0%	0%	0%								
								0%	0%	0%	0%	0%								
								45%	2,62	2,655	2,714	2,66								
								45%	2,526	2,604	2,74	2,62								
								10%	2,724	2,779	2,881	2,79								
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s		
1	5,8	5,5	1.145,0	1.150,0	640,0	510,0	2,245	2,334	11,930	82,011	3,794	33,882	88,802	4,395	108	847	860	3,83	225	
2		5,5	1.182,0	1.187,0	654,0	533,0	2,218	2,334	11,785	81,008	4,971	33,940	85,354	4,395	108	831	858	3,50	245	
3		5,5	1.168,0	1.184,0	665,0	519,0	2,250	2,334	11,959	82,207	3,563	33,870	89,479	4,395	108	823	831	3,51	237	
		5,5	1.165,0	1.173,7	653,0	520,7	2,238	2,334	11,891	81,742	4,109	33,897	87,878	4,395	108	834	850	3,61	235	
1	6,4	6	1.192,0	1.196,0	654,0	542,0	2,199	2,308	12,749	79,911	4,696	33,554	86,005	4,901	111	854	859	3,89	221	
2		6	1.177,0	1.181,0	645,0	536,0	2,196	2,308	12,730	79,789	4,842	33,562	85,574	4,901	110	847	874	3,75	233	
3		6	1.172,0	1.181,0	642,0	539,0	2,174	2,308	12,605	79,008	5,773	33,612	82,824	4,901	112	862	886	3,90	227	
		6	1.180,3	1.186,0	647,0	539,0	2,190	2,308	12,695	79,569	5,104	33,576	84,801	4,901	111	854	873	3,85	227	
1	6,9	6,5	1.177,0	1.182,0	635,0	547,0	2,152	2,282	13,513	77,769	5,716	33,248	82,809	5,407	114	877	902	3,81	237	
2		6,5	1.184,0	1.190,0	645,0	545,0	2,172	2,282	13,644	78,518	4,807	33,196	85,520	5,407	111	854	875	4,84	181	
3		6,5	1.184,0	1.190,0	657,0	533,0	2,221	2,282	13,951	80,286	2,664	33,073	91,946	5,407	114	877	899	3,75	240	
		6,5	1.181,7	1.187,3	645,7	541,7	2,182	2,282	13,703	78,858	4,396	33,173	86,758	5,407	113	869	892	4,13	219	
1	7,5	7	1.170,0	1.173,0	630,0	543,0	2,155	2,257	14,573	77,459	4,545	32,825	86,153	5,913	106	816	845	4,21	201	
2		7	1.168,0	1.170,0	634,0	536,0	2,179	2,257	14,738	78,337	3,464	32,759	89,426	5,913	109	839	872	4,71	185	
3		7	1.168,0	1.170,0	638,0	532,0	2,195	2,257	14,849	78,926	2,738	32,714	91,630	5,913	107	823	856	4,04	212	
		7	1.168,7	1.171,0	634,0	537,0	2,176	2,400	14,720	78,240	3,582	32,766	89,070	5,913	107	826	858	4,32	199	
1	8,1	7,5	1.189,0	1.191,0	639,0	552,0	2,154	2,233	15,609	77,017	3,536	32,410	89,090	6,418	105	808	807	5,20	155	
2		7,5	1.183,0	1.184,0	630,0	554,0	2,135	2,233	15,474	76,352	4,369	32,464	86,541	6,418	105	808	819	4,90	167	
3		7,5	1.183,0	1.184,0	631,0	553,0	2,139	2,233	15,502	76,490	4,196	32,453	87,069	6,418	106	816	823	4,40	187	
		7,5	1.185,0	1.186,3	633,3	553,0	2,143	2,383	15,528	76,620	4,034	32,442	87,567	6,418	105	811	816	4,83	170	

<p>Keterangan</p> <p>a = % aspal terhadap batuan</p> <p>b = % aspal terhadap campuran</p> <p>c = berat sampel kering (gr)</p> <p>d = berat sampel jenuh (gr)</p> <p>e = berat sampel dalam air (gr)</p> <p>f = volume sampel (cc) = d - e</p> <p>g = berat isi sampel (gr/cc) = c/f</p>	<p>h = berat jenis maksimum <math>\frac{100}{\frac{\% agregat}{bj agregat} + \frac{\% aspal}{bj aspal}}</math></p> <p>i = % volume aspal = (b x g) / bj aspal</p> <p>j = % volume agregat = ((100-b) x g) / bj agregat</p> <p>k = % rongga terhadap campuran = 100 - ((100 x g) / h)</p> <p>l = % rongga terhadap agregat = 100 - ((g x b) / bj agregat)</p>	<p>m = % rongga terisi aspal = 1000 x (l - k) / l</p> <p>n = kadar aspal efektif</p> <p>o = pembacaan arloji stabilitas</p> <p>p = kalibrasi proving ring</p> <p>q = stabilitas akhir</p> <p>r = kelelehan ( mm ) /100</p> <p>s = marshall quotient = q/r</p>
---	--	---



Gambar L.2 : Tabel Data Marshall Campuran Biji Plastik

PROPERTIES OF HIGH DURABILITY ASPHALT MIXES BY THE MARSHALL METHOD SNI 06 – 2489 – 1991																				
																Biji Plastik				
Contoh	AC - WC				No	Material	%	Bulk	SSD	Apparent	Effektif									
Aspal	60/70				1	Coarse aggregate 1"	0%	0%	0%	0%	0%	Bj Aspal	1,035							
Kalibrasi Prov	7,693 x 110 + 0,316				2	Coarse aggregate 3/4"	0%	0%	0%	0%	0%	Bj Agregat	2,587							
					3	Medium aggregate 1/2"	45%	2,62	2,655	2,714	2,66	Eff	2,664							
					4	Cr	43%	2,526	2,604	2,74	2,62									
					5	Sand	10%	2,724	2,779	2,881	2,79									
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	
1	6,6	6,24	1.198,0	1.213,0	680,0	533,0	2,248	2,295	13,55	79,11	2,08	32,27	93,56	6,5	123	946	884	3,41	259	
2		6,24	1.190,0	1.198,0	668,0	530,0	2,245	2,295	13,54	79,02	2,18	32,28	93,24	6,5	101	923	884	3,41	259	
3		6,24	1.170,0	1.182,0	661,0	521,0	2,246	2,295	13,54	79,04	2,16	32,28	93,30	6,5	86	901	884	3,40	260	
		6,24	1.186,0	1.197,7	669,7	528,0	2,246	2,295	13,54	79,06	2,14	32,28	93,37	6,5	103	923	884	3,41	259	
1	6,6	6,24	1.190,0	1.194,0	664,0	530,0	2,245	2,295	13,54	79,02	2,18	32,28	93,24	6,5	111	808	861	3,28	263	
2		6,24	1.182,0	1.190,0	662,0	528,0	2,239	2,295	13,50	78,79	2,47	32,29	92,35	6,5	135	808	860	3,27	263	
3		6,24	1.170,0	1.182,0	660,0	522,0	2,241	2,295	13,51	78,89	2,35	32,29	92,72	6,5	97	816	860	3,27	263	
		6,24	1.180,7	1.188,7	662,0	526,7	2,242	2,30	13,52	78,90	2,33	32,29	92,77	6,5	114	811	860	3,27	263	
1	6,6	6,24	1.182,0	1.186,0	658,0	528,0	2,239	2,295	13,50	78,79	2,47	32,29	92,35	6,5	111	816	835	2,97	281	
2		6,24	1.194,0	1.200,0	666,0	534,0	2,236	2,295	13,48	78,69	2,59	32,30	91,99	6,5	110	839	836	2,96	282	
3		6,24	1.170,0	1.182,0	660,0	522,0	2,241	2,295	13,51	78,89	2,35	32,29	92,72	6,5	112	823	835	2,97	281	
		6,24	1.182,0	1.189,3	661,3	528,0	2,239	2,295	13,50	78,79	2,47	32,29	92,35	6,5	111	826	835	2,97	282	
Keterangan																				
a	= % aspal terhadap batuan				h				= berat jenis maksimum $\frac{10}{\frac{\% agregat}{bj agregat} + \frac{\% aspal}{bj aspal}}$				m				= % rongga terisi aspal = $100 \times (1 - k) / l$			
b	= % aspal terhadap campuran				i				= % volume aspal = $(b \times g) / bj aspal$				n				= kadar aspal efektif			
c	= berasampel kering (gr)				j				= % volume agregat = $((100 - b) \times g) / t_j agregat$				o				= pemadnaan atoji stabilisasi			
d	= berasampel jenuh (gr)				k				= % rongga terhadap campuran = $100 \times ((100 \times g) / h)$				p				= kali brasi proving ring			
e	= berat sampel dalam air (gr)				l				= % rongga terhadap agregat = $100 - ((g \times b) / bj agregat)$				q				= statililitas akhir			
f	= volume sampel (cc) = d - e												r				= kelelahan ( $m_r$ ) / 100			
g	= berat isi sampel (gr/cc) = c / f												s				= marshall quotient = q / r			



Gambar L.3 : Proses Analisa Saringan



Gambar L.4 : Biji Plastik



Gambar L.5 : Proses Pembuatan Benda Uji



Gambar L.6 : Proses Pengecekan Suhu Benda Uji



Gambar L.7 : Proses Pencetakan Benda Uji



Gambar L.8 : Proses Pemasakan Benda Uji



Gambar L.9 : Proses Pengeluaran Benda Uji Dari Cetakan



Gambar L.10 : Proses Penimbangan Benda Uji



Gambar L.11 : Alat Uji *Marshall*



**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila membuka surat ini agar dibubuhkan  
stempel dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019  
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003  
<http://fatek.umsu.ac.id> [fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id) [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN  
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 1360/IL.3AU/UMSU-07/F/2021

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Sipil Pada Tanggal 26 Oktober 2021 dengan ini Menetapkan :

Nama : MUHAMMAD DWIKY ADINDA  
Npm : 1607210196  
Program Studi : TEKNIK SIPIL  
Semester : X (SEPULUH)  
Judul Tugas Akhir : PENGARUH PENAMBAHAN BIJI PLASTIK PADA CAMPURAN ASPAL  
PENETRASI 60/70 TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL UNTUK  
PERKERASAN AC-WC  
  
Pembimbing : Ir. ZURKIYAH MT

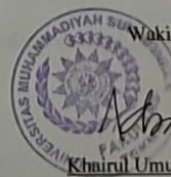
Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Sipil
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.

Medan, 19 Rabi'ul Awwal 1443 H  
26 Oktober 2021 M



Wakil Dekan 3

*Khairul Umurani*  
Khairul Umurani, ST.,MT  
NIDN: 0114017102





LEMBAR ASISTENSI

NAMA : MUHAMMAD DWIKY ADINDA  
NPM : 1607210196  
KELAS : A.2 Transportasi  
JUDUL : PENGARUH PENAMBAHAN BIJI PLASTIK PADA  
CAMPURAN ASPAL PENETRASI 60/70 TERHADAP  
KARAKTERISTIK MARSHALL UNTUK PERKERASAN  
AC-WC

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1	29-10-2021	<ul style="list-style-type: none"><li>- Perbaiki rumusan masalah</li><li>- Rumusan masalah, Tujuan dan kesimpulan di selaraskan.</li><li>- Buat no. rumus, dan rumus di letakkan di rata kiri.</li><li>- Perbaiki bagian alir.</li><li>- Daftar Pustaka.</li></ul>	
2	1-11-2021	Acc & diseminasi proposalnya	

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Zurkiyah M.T





FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
Jl. Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan Telp. (061)6622400

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : MUHAMMAD DWIKY ADINDA  
NPM : 1607210196  
KELAS : A.2 Transportasi  
JUDUL : PENGARUH PENAMBAHAN BIJI PLASTIK PADA  
CAMPURAN ASPAL PENETRASI 60/70 TERHADAP  
KARAKTERISTIK MARSHALL UNTUK PERKERASAN  
AC-WC

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	2/7-2022	- Pd tabel layout buat keper tabel uji - Tabel 4.1 beri keterangan - Korelasi analisis data	
2	15/8.2022	- cek analisis data - Longkapi TA	
3	17/9-2022	ACE v1 seminar hasil	

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Zurkiyah M.T

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### INFORMASI PRIBADI

Nama : Muhammad Dwiky Adinda  
Panggilan : Dwiky  
Tempat, Tanggal Lahir : Bah Jambi, 11 Agustus 1998  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Alamat Sekarang : Jl. Ampera I  
HP/Tlpn Seluler : 0813-9625-7010

---

### RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1607210196  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Peguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Peguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri, No. 3 Medan 20238

---

### PENDIDIKAN FORMAL

<b>Tingkat Pendidikan</b>	<b>Nama dan Tempat</b>	<b>Tahun</b>
<b>Kelulusan</b>		
Sekolah Dasar	SD Negeri No.091566 Bah Jambi	2010
Sekolah Menengah Pertama	SMP Swasta Sultan Agung P. Siantar	2013
Sekolah Menengah Atas	SMA Swasta Sultan Agung P.Siantar	2016

---

### ORGANISASI

<b>Informasi</b>	<b>Tahun</b>
Marching band SMA Swasta Sultan Agung P. Siantar	2016
Palang Merah Remaja SMA Swasta Sultan Agung P. Siantar	2016
Ketua Bahjambi Scooter Club (BSC) generasi II	2017

---