

TUGAS AKHIR

(SKRIPSI)

**PENGARUH PENAMBAHAN BIJI PLASTIK PADA
CAMPURAN AC – BC PENETRASI 60/70 TERHADAP
KARAKTERISTIK MARSHALL**

*Diajukan Kepada Universitas Sangga Buana (USB) – YPKP Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil*

Disusun Oleh :

ROMI HIDAYAT

2112181050



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SANGGA BUANA (USB) - YPKP
BANDUNG
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN BIJI PLASTIK PADA CAMPURAN AC – BC PENETRASI 60/70 TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL

Karya Tulis Berupa Tugas Akhir Ini Diperiksa dan Disetujui Sebagai Syarat
Menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sangga Buana YPKP Bandung

Disusun Oleh :

ROMI HIDAYAT

2112181050

Disetujui Oleh :

Disetujui di Bandung Tanggal.....Bulan.....2023 Oleh:

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

Ir. H. Chandra Afriade Siregar, ST.,MT

NIK. 432.200.167

Muhammad Syukri, ST.,MT

NIK. 432.200.200

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Muhammad Syukri, ST.,MT

NIK. 432.200.200

LEMBAR PERSEMBAHAN

Allhamdulillah saya ucapkan segala puji bagi ALLAH SWT karena berkat rahmat dan hidayah nya saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar dan juga saya ucapkan banyak terima kasih kepada orang tua saya yang telah merawat serta membesarkan saya dan memotivasi saya untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana S1 di Universitas Sangga Buana YPKP Bandung dan juga dukungan moril maupun materil yang kedua orang tua berikan tidak dapat tergantikan oleh apapun, terima kasih kepada saudara saudara ku yang sudah mensupport sampai sejauh ini, terima kasih kepada dosen dosen Universitas Sangga Buana YPKP Bandung serta dosen pembimbing ke 1 Ir. H. Chandra Afriade Siregar.,ST.,MT. Dan dosen pembimbing ke 2 Muhammad Syukri,ST.,MT yang turut memberikan arahan serta bimbingan selama menyelesaikan skripsi ini, jangan lupa untuk kawan kawan ku Teknik Sipil 2018 yang sama sama berjuang dari awal masuk kuliah hingga berada di titik saat ini dan saya ucapkan terima kasih kepada Himpunan Mahasiswa Sipil USB YPKP yang menjadi tempat bertukar pikiran, tempat belajar dan tempat aspirasi yang lainnya, dan mohon maaf apabila masih ada yang belum saya sebut intinya terima kasih banyak yang telah mensupport saya selama ini itu tidak dapat diungkapkan dengan kata – kata.

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan bahwa tugas akhir yang berjudul ini **PENGARUH PENAMBAHAN BIJI PLASTIK PADA CAMPURAN AC – BC PENETRASI 60/70 TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL** sepenuhnya karya saya sendiri. Tidak ada bagian didalamnya yang merupakan plagiat dari karya orang lain dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara – cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko / sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Februari 2023

Pembuat Pernyataan,

Romi Hidayat

2112181050

Halaman Hak Cipta

Mahasiswa S1

=====

**PENGARUH PENAMBAHAN BIJI PLASTIK PADA CAMPURAN
AC – BC PENETRASI 60/70 TERHADAP KARAKTERISTIK
MARSHALL**

Oleh

Romi Hidayat

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah
satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada
Fakultas Teknik

© Romi Hidayat 2023

Universitas Sangga Buana

- YPKP 2023

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak
ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis

ABSTRAK

Kebutuhan berpindah dari satu tempat ke tempat lain dengan perjalanan darat merupakan transportasi yang mendominasi pada saat ini, sehingga meningkatnya lalu lintas yang ada. Meningkatnya lalu lintas tidak lepas dari beban yang besar pada konstruksi jalan raya, sehingga jalan mengalami perubahan bentuk plastis perkerasan. Dari uraian tersebut maka dilakukanlah penelitian untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kehalusan biji plastik dan besar persentase penggunaan biji plastik yang lebih efektif terhadap campuran aspal AC-BC ditinjau dari kepadatan dan stabilitas. Metode yang digunakan untuk penelitian ini yaitu dengan menambahkan persentase biji plastik sebesar 7%, 8%, 9%, sebagai pengganti dari fraksi halus dalam campuran aspal AC-BC.

Penelitian ini menggunakan biji plastik jenis *Polypropylene* dengan metode pengujian marshall, dari pengujian ini didapatkan nilai kepadatan dan stabilitas dari campuran aspal AC-BC dengan suhu 60° masa perendaman 30 menit dan 24 jam. Hasil dari pengujian didapatkan nilai nilai kepadatan tertinggi pada masa perendaman 30 menit

Katakunci: Biji Plastik, AC-BC, Karakteristik Marshall.

ABSTRAK

The need to move from one place to another with land travel is a complex transportation at this time, which forms existing traffic. Increased traffic cannot be separated from the heavy burden on highway construction, making a task list. From the description, a research was conducted to find out the large amount used and the larger amount of AC-BC asphalt mixture in terms of density and stability. The method used for this study is by adding the percentage of plastic seeds by 7%, 8%, 9%, as a benefit of the fine fraction in the AC-BC asphalt mixture. This study uses polypropylene nuts with testing methods, from this test obtained consumption and consumption values of AC-BC

asphalt mixture with a temperature of 60° immersion period of 30 minutes and 24 hours. The results of testing the highest average value for the 30 minute

Keywords: Pellets Plastic, AC-BC, Marshall Characteristics.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada ALLAH SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga mampu dalam menyelesaikan Tugas Akhir. Tugas Akhir dibuat sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu jurusan teknik sipil Universitas Sangga Buana YPKP – Bandung. Tugas Akhir ini berjudul **PENGARUH PENAMBAHAN BIJI PLASTIK PADA CAMPURAN AC – BC PENETRASI 60/70 TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL**

Tugas Akhir ini tentunya tidak dapat terlepas dari segala hambatan dan rintangan. Namun berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak serta dukungan dan saran dari rekan-rekan, akhirnya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Didin Saepudin, SE., M.Si, Selaku Rektor Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
2. Dr. Teguh Nurhani Suharno, M.T, Selaku Wakil Rektor I Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
3. Bambang Susanto, SE., M.Si, Selaku Wakil Rektor II Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
4. Nurhaeni Sikki, S,AP.,M.AP, Selaku Wakil Rektor III Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
5. Slamet Risnanto, ST.,M.Kom, Selaku Ketua Dekan Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
6. Ir. H. Chandra Afriade Siregar, ST., MT., Selaku Dosen Pembimbing 1 Studi S1 Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
7. Muhammad Syukri, ST., MT., Selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil Sekaligus Dosen Pembimbing II Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
8. Doni Romdhoni ST., MT., selaku Wali Dosen S1 Teknik Sipil 2018. Sekaligus Wakil Program Studi S1 Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.

9. Kedua orang tua saya yang telah memberi dukungan serta doa sehingga saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Teman-teman sejawat Program Studi S1 Teknik Sipil 2018 yang senantiasa mendukung dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis sebagai penyusun menyadari masih banyak kekurangan – kekurangan dalam hal penyusunan Tugas Akhir ini, baik dari segi teori, gambar, ataupun informasi – informasi. Maka kritik dan saran penulis harapkan agar Tugas Akhir ini menjadi lebih baik lagi.

Bandung, Februari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	II
LEMBAR PERSEMBAHAN	III
KATA PENGANTAR	VIII
DAFTAR ISI.....	X
DAFTAR TABEL.....	XIII
DAFTAR GAMBAR	XV
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumus Masalah.....	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Pembahasan	3
1.7 Lokasi Penelitian.....	4
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1 Umum.....	5
2.2 Aspal	6
2.3 Ashpalt Treated Base (ATB).....	7
2.4 Aspal Polimer.....	7
2.5 Pembagian Laston	8
2.6 Agregat.....	9
2.6.1 Agregat Umum.....	9
2.6.2 Agregat Kasar	10
2.6.3 Agregat Halus	12
2.7 Bahan Pengisi (<i>Filler</i>) Untuk Campuran Beraspal.....	13
2.8 Biji Plastik.....	14
2.8.1 Plastik Dapat Dibagi Kedalam Beberapa Varian Jenis	17

2.8.2	Pengelola Limbah Plastik.....	19
2.8.3	Jenis-Jenis Plastik Daur Ulang.....	19
2.8.4	Cara Mengelola Limbah Plastik Menjadi Plastik Daur Ulang.	19
2.8.5	Keuntungan Plastik Daur Ulang	24
2.9	Gradasi Agregat Gabungan.....	25
2.10	Bahan Aspal Untuk Campuran Beraspal.....	26
2.11	Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar (SNI 03-1968-1990).....	31
2.11.1	Ruang Lingkup.....	31
2.11.2	Pengertian.....	31
2.11.3	Peralatan.....	31
2.11.4	Benda Uji	32
2.11.5	Cara Pengujian	32
2.12	Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat <i>Marshall</i> (SNI 06- 2489-1991).....	33
2.12.1	Ruang Lingkup.....	33
2.12.2	Pengertian.....	33
2.12.3	Cara uji	33
2.12.4	Perhitungan	34
2.12.5	Tabel dan Grafik Koreksi <i>Marshall</i>	35
BAB 3	METODE PENELITIAN	37
3.1	Metode Penelitian	37
3.1.1	Data Primer	39
3.1.2	Data Sekunder	39
3.2	Tempat Dan Waktu Penelitian	39
3.3	Bahan Dan Peralatan	39
3.3.1	Bahan	39
3.3.2	Peralatan.....	42
3.4	Persiapan Material.....	57
3.5	Pemeriksaan Agregat	58
3.6	Pembuatan Benda Uji.....	58

3.7	Pengujian dengan Alat Marshall	59
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	61
4.1	Hasil Penelitian	61
4.1.1	Pengujian Aspal penetrasi 60/70.....	61
4.1.2	Pengujian Agregat.....	61
4.2	Pembahasan.....	65
4.2.1	Perancangan Gradasi Agregat Campuran	65
4.2.2	Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)	66
4.2.3	Pencampuran bahan uji dengan KAO	75
4.2.4	Hasil Pengujian Marshall	76
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	83
5.1	Kesimpulan.....	83
5.2	Saran.....	84
	DAFTAR PUSTAKA	85

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tebal Nominal Minimum Campuran Beraspal (Spesifikasi Umum Bina Marga 2018)	6
Tabel 2.2 Ketentuan Agregat Kasar (Spesifikasi Umum Bina Marga 2018)..	11
Tabel 2.3 Ketentuan Agregat Halus (Spesifikasi Umum Bina Marga 2018)..	13
Tabel 2.4 Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Beraspal (Spesifikasi Umum Bina Marga 2018)	25
Tabel 2.5 Contoh Batas-Batas “Bahan Bergradasi Senjang” (Spesifikasi Umum Bina Marga 2018)	26
Tabel 2.6 Ketentuan Untuk Aspal Keras (Spesifikasi Umum Bina Marga 2018)	28
Tabel 2.7 Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston (AC) (Spesifikasi Umum Bina Marga 2018)	29
Tabel 2.8 Tabel Koreksi <i>Marshall</i> (Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat <i>Marshall</i> SNI 06-2489-1991)	35
Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Aspal Penetrasi 60/70.....	61
Tabel 4.2 Analisa Gradasi Split (19-22).	61
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Split (19-22).....	62
Tabel 4.4 Analisa Gradasi Split (12-19).	62
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Split (12-19).....	63
Tabel 4.6 Analisa Gradasi Screening (6-12).	63
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Screening (19-22).	64
Tabel 4.8 Analisa Gradasi Abu Batu.....	64
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Abu Batu.....	64
Tabel 4.10 Hasil Gabungan Gradasi Agregat.	65
Tabel 4.11 Hasil Pengujian <i>Bulk Density</i> Campuran Normal.....	67
Tabel 4.12 Hasil Pengujian <i>Stability</i> Campuran Normal	67
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Air Voids (VIM) Campuran Normal	69
Tabel 4.14 Hasil Pengujian Air Voids (VIM) PRD Campuran Normal.	69
Tabel 4.15 Hasil Pengujian Voids Filled With Bitumen Campuran Normal..	70

Tabel 4.16 Hasil Pengujian Void In Mineral Aggregate (VMA) Campuran Normal	71
Tabel 4.17 Hasil Pengujian Kelelehan (<i>flow</i>) Campuran Normal.....	72
Tabel 4.18 Hasil Pengujian <i>Marshall Quotient</i> (MQ) Campuran Normal.....	73
Tabel 4.19 Rekapitulasi Hasil Uji Marshall Campuran Normal.	73
Tabel 4.20 Hasil Perhitungan Berat Agregat Yang Diperlukan Untuk Benda Uji Penggunaan Biji Plastik 7%, 8%, 9%, Pada KAO 5,2%.	75
Tabel 4.21 Hasil Pengujian Kepadatan (<i>Bulk Density</i>) Variasi <i>Biji Plastik</i>	77
Tabel 4.22 Hasil Pengujian Kepadatan Stabilitas Variasi <i>Biji Plastik</i>	78
Tabel 4.23 Hasil Pengujian Air Voids (VIM) Variasi <i>Biji Plastik</i>	78
Tabel 4.24 Hasil pengujian Voids Filleds with Bitumen (VFB) terhadap <i>Biji Plastik</i>	79
Tabel 4.25 Hasil pengujian Void in Mineral Aggregate (VMA) variasi <i>Biji Plastik</i>	80
Tabel 4.26 Hasil Pengujian Kelelehan (<i>flow</i>) Variasi <i>Biji Plastik</i>	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi Pengujian Penelitian	4
Gambar 2.1	Susunan lapis konstruksi perkerasan lentur.....	9
Gambar 2.2	Plastik Polyethylene Terephthalate	20
Gambar 2.3	Plastik High Density Polyethylene.....	20
Gambar 2.4	Plastik Polyp Propylene	21
Gambar 2.5	Grafik Angka Koreksi <i>Marshall</i>	36
Gambar 3.1	Diagram Alur Penelitian.....	38
Gambar 3.2	Aspal.....	40
Gambar 3.3	Agregat Halus.....	40
Gambar 3.4	Agregat Kasar	41
Gambar 3.5	Biji Plastik	41
Gambar 3.6	Solar	42
Gambar 3.7	Neraca <i>Ohaus</i>	43
Gambar 3.8	<i>Stopwatch</i>	43
Gambar 3.9	Penetrometer	44
Gambar 3.10	Jarum Penetrasi	45
Gambar 3.11	Cawan Yang Sudah Terisi Aspal	46
Gambar 3.12	Termometer	46
Gambar 3.13	baskom/wadah.....	47
Gambar 3.14	Kain Lap.....	47
Gambar 3.15	Termometer	48
Gambar 3.16	Cincin Kuningan	48
Gambar 3.17	Bola Baja.....	49
Gambar 3.18	Tabung Ukur	49
Gambar 3.19	Dudukan Benda Uji.....	50
Gambar 3.20	Kompur Listrik.....	51
Gambar 3.21	Kawat Kasa	51
Gambar 3.22	Penjepit.....	52
Gambar 3.23	Kain lap	52

Gambar 3.24 <i>Stopwatch</i>	53
Gambar 3.25 Sendok	53
Gambar 3.26 Satu Set Saringan	54
Gambar 3.27 <i>Mould</i>	55
Gambar 3.28 Alat penumbuk Manual	55
Gambar 3.29 Bak pengaduk (<i>Hooper</i>)	56
Gambar 3.30 Alat Pengujian <i>Marshall</i>	56
Gambar 3.31 Alat Pengeluar Benda Uji.....	57
Gambar 4.1 Grafik Hasil Gabungan Agregat.....	66
Gambar 4.2 Grafik Nilai <i>Bulk Density</i> Terhadap Kadar Aspal.....	67
Gambar 4.3 Grafik Nilai <i>Stability</i> Terhadap Kadar Aspal.	68
Gambar 4.4 Grafik Nilai Air Voids (VIM) Terhadap Kadar Aspal.	69
Gambar 4.5 Grafik Nilai Voids Filled With Bitumen (VFB) Terhadap Kadar Aspal.....	70
Gambar 4.6 Grafik Nilai Void In Mineral Aggregate (VMA) Terhadap Kadar Aspal.....	71
Gambar 4.7 Grafik Nilai Kelelehan (<i>flow</i>) Terhadap Kadar Aspal.	72
Gambar 4.8 Grafik Nilai <i>Marshall Quotient</i> (MQ) Terhadap Kadar Aspal. .	73
Gambar 4.9 Grafik Penentuan KAO	74
Gambar 4.10 Proses Pencampuran Bahan Uji.	75
Gambar 4.11 Proses Merendam Benda Uji Dalam Bak Perendam (<i>water bath</i>) Selama 30 – 40 Menit.	76
Gambar 4.12 Proses Pengujian Benda Uji Menggunakan Alat Marshall.	76
Gambar 4.13 Grafik Nilai <i>Bulk Density</i> Terhadap Variasi <i>Biji Plastik</i>	77
Gambar 4.14 Grafik Nilai Stabilitas (<i>Stability</i>) Terhadap Variasi <i>Biji Plastik</i> .78	
Gambar 4.15 Grafik Nilai Air Voids (VIM) Terhadap Variasi <i>Biji Plastik</i>	79
Gambar 4.16 Grafik Nilai Voids Filled With Bitumen (VFB) Terhadap Variasi <i>Biji Plastik</i>	80
Gambar 4.17 Grafik Nilai Void in Mineral Aggregate (VMA) Terhadap Variasi <i>Biji Plastik</i>	81
Gambar 4.18 Grafik nilai Kelelehan (<i>flow</i>) Variasi <i>Biji Plastik</i>	82

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Aspal merupakan material yang berwarna hitam sampai coklat tua dimana pada temperatur ruang berbentuk padat sampai semi padat. Jika temperatur tinggi aspal akan mencair dan pada saat temperatur menurun aspal akan kembali menjadi keras (padat) sehingga aspal merupakan material yang termoplastis. Berdasarkan cara memperolehnya aspal dapat dibedakan atas aspal alam dan aspal buatan. Aspal alam adalah aspal yang tersedia di alam seperti aspal danau di Trinidad dan aspal gunung seperti di Pulau Buton. Aspal buatan adalah aspal yang diperoleh dari proses destilasi minyak bumi (aspal minyak) dan batu bara. Jenis aspal yang umum digunakan pada campuran aspal panas adalah aspal minyak. Aspal minyak dapat dibedakan atas aspal keras (aspal semen), aspal dingin/cair dan aspal emulsi. (Mashuri, 2010)

Di Indonesia saat ini sebagai bahan pengikat didalam perkerasan jalan digunakan aspal minyak penetrasi 60 dan penetrasi 80 atau biasa disebut dengan AC 60/70 dan AC 80/90. Dari hasil pengamatan selama ini dilapangan penggunaan AC 60/70 kurang tahan lama atau cepat mengeras dengan manifestasi perkerasan jalan relative cepat retak, sedangkan penggunaan AC 80/90 kurang keras dengan manifestasi permukaan jalan relative cepat bergelombang. Masalah ini timbul karena iklim di Indonesia yang tropis, yaitu sinar matahari sepanjang tahun, curah hujan yang tinggi dan kondisi perkerasan di Indonesia pada umumnya kurang mantap. Untuk kondisi iklim dan kondisi perkerasan jalan di Indonesia tersebut sangat diperlukan bahan pengikat yang bersifat keras, titik lembek yang tinggi, elastis, pelekatan yang baik dan tahan lama. Untuk meningkatkan masing-masing mutu aspal minyak penetrasi 60 dan aspal minyak penetrasi 80 agar menjadi lebih keras, titik lembek yang tinggi, lebih elastis, pelekatan baik dan lebih tahan lama, maka perlu penambahan bahan lain dan pada penelitian ini dicoba mencampur aspal dengan biji plastik.

Biji plastik adalah butiran berwarna bening dan berbahan dasar bahan kimia yang bernama styren monomer. Biji plastik yang asli terbuat dari styren monomer biasanya mahal dan masih import dari luar negeri.

Biji plastik yang baik harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

1. Thermoplastic.
2. Tahan lama.
3. Tidak tembus air.
4. Tidak berbau.
5. Bening transparent.
6. Tahan benturan.
7. Daya tahan hingga 135 derajat celcius.

Agar pembuatan aspal plastik dapat digunakan secara efektif, maka bahan tambah harus memenuhi persyaratan. Bahan yang ditambahkan dengan aspal harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

1. Sifat baik dari aspal semula harus dipertahankan, termasuk pada saat penyimpanan, pengeringan dan masa pelayanan.
2. Mudah diproses meskipun dengan peralatan konvensional.
3. Secara fisik dan kimia tetap baik pada saat penyimpanan, pengerjaan, maupun masa pelayanan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Berapa besar pengaruh biji plastik terhadap karakteristik *Marshall* pada aspal penetrasi 60/70 ?
2. Berapa nilai karakteristik *Marshall* yang menggunakan bahan tambah biji plastik pada campuran AC-BC penetrasi 60/70 yang memenuhi spesifikasi BinaMarga, 2018?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup penelitian yang akan dibahas dalam penulisan Tugas Akhir ini, yaitu

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 antara (AC-BC).

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada penelitian ini untuk:

1. Mengetahui pengaruh penambahan biji plastik pada campuran AC-BC penetrasi 60/70 terhadap karakteristik *Marshall*.
2. Mengetahui nilai karakteristik *Marshall* yang menggunakan bahan biji plastik pada campuran AC-BC penetrasi 60/70 yang memenuhi spesifikasi Bina Marga, 2018?

1.5 Manfaat Penelitian

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 Sistematika Pembahasan

BAB 1 PENDAHULUAN: Bab ini menyajikan pendahuluan yang meliputi latar belakang masalah, permasalahan, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penelitian.

BAB 2 KAJIAN PUSTAKA: Bab ini membahas tentang landasan teori yang

mencakup pengertian aspal dan biji plastik

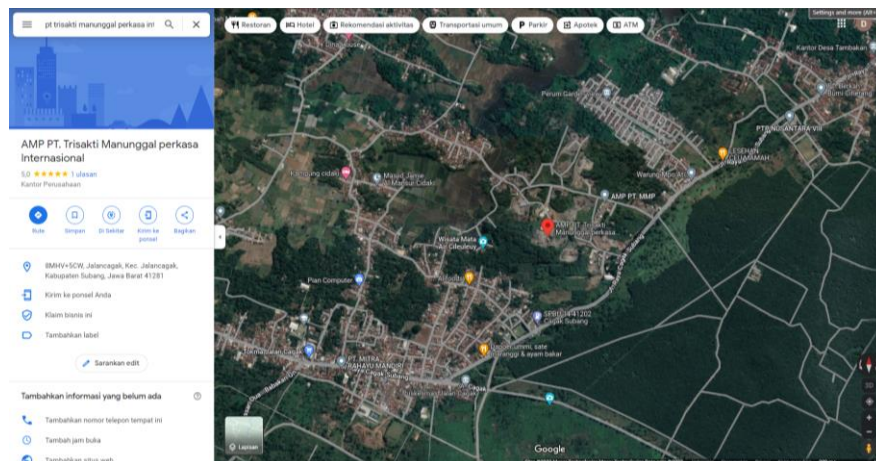
BAB 3 METODE PENELITIAN: Bab ini membahas mengenai penentuan obyek penelitian, metode pengumpulan data, kerangka penelitian, dan analisis data.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN: Bab ini menyajikan tentang laporan hasil penelitian dan pembahasan dari penelitian sehingga data yang ada mempunyai arti.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN: Bab ini menyajikan kesimpulan hasil penelitian yang ditarik dari Analisa data, hipotesis dan pembahasan serta saran yang memuat masukan-masukan dari penulis yang terkait dengan penelitian dan diuraikan kelemahan penelitian.

1.7 Lokasi Penelitian

Tempat pengujian dilaksanakan di PT. Trisakti Manunggal Perkasa Internasional yang berlokasi di Blok Pasir Domba Desa Jalan Cagak, Kecamatan Jalan Cagak Kabupaten Subang.



Gambar 1.1 Lokasi Pengujian Penelitian

Sumber: Google Maps

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Umum

Campuran beraspal panas mencakup pengadaan lapisan padat yang awet berupa lapis perata, lapis pondasi, lapis antara atau lapis aus campuran beraspal panas yang terdiri dari agregat, bahan aspal, bahan anti pengelupasan dan serat selulosa, yang dicampur secara panas di pusat instalasi pencampuran, serta menghampar dan memadatkan campuran tersebut diatas pondasi atau permukaan jalan yang telah disiapkan sesuai dengan Spesifikasi ini dan memenuhi garis. Campuran beraspal adalah suatu kombinasi campuran antara agregat dan aspal. Dalam campuran beraspal, aspal berperan sebagai pengikat atau lem antar partikel agregat, dan agregat berperan sebagai tulangan. Sifat-sifat mekanis aspal dalam campuran beraspal diperoleh dari friksi dan kohesi dari bahan-bahan pembentuknya. Friksi agregat diperoleh dari ikatan antar butir agregat (*interlocking*), dan kekuatannya tergantung pada gradasi, tekstur permukaan, bentuk butiran dan ukuran agregat maksimum yang digunakan. Sedangkan sifat kohesinya diperoleh dari sifat-sifat aspal yang digunakan. Oleh sebab itu kinerja campuran beraspal sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat agregat dan aspal serta sifat-sifat campuran padat yang sudah terbentuk dari kedua bahan tersebut. Perkerasan beraspal dengan kinerja yang sesuai dengan persyaratan tidak akan dapat diperoleh jika bahan yang digunakan tidak memenuhi syarat, meskipun peralatan dan metoda kerja yang digunakan telah sesuai.

AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course*) merupakan lapisan perkerasan yang terletak di bawah lapisan aus (*wearing course*). Lapisan ini tidak berhubungan langsung dengan cuaca, tetapi harus mempunyai ketebalan dan kekuatan yang cukup untuk mengurangi tegangan/regangan akibat beban lalu lintas yang akan diteruskan ke lapisan dibawahnya yaitu *base* dan *sub grade* (tanah dasar). Karakteristik yang penting pada campuran ini adalah stabilitas.

Adapun tebal total campuran beraspal tidak boleh kurang dari jumlah tebal rancangan dari masing-masing campuran, pada suatu sub-segmen yang tidak 6 memenuhi syarat akan di ulang atau dalam lapangan di bongkar yang disyaratkan dalam Tabel 2.1

Tabel 2.1: Tebal Nominal Minimum Campuran Beraspal (Spesifikasi Umum Bina Marga 2018)

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

2.2 Aspal

Aspal adalah material yang berwarna hitam atau coklat tua dan berfungsi sebagai bahan pengikat, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, sebagian besar terbentuk dari unsur hidrokarbon yang disebut bitumen, sehingga seringkali aspal disebut pula bituminous material. (Amal, 2012)

Bitumen adalah zat perekat material (viscous cementitious material), berwarna hitam atau gelap, berbentuk padat atau semi padat, yang dapat diperoleh di alam ataupun sebagai hasil produksi. Bitumen dapat berupa aspal, tar, atau pitch. Aspal dapat diperoleh di alam ataupun merupakan residu dari pengilangan minyak bumi, tar adalah hasil kondensat dalam destilasi destruktif dari batubara, minyak bumi, kayu, atau material organik lainnya, sedangkan pitch diperoleh sebagai residu dari destilasi fraksional tar.

Tar dan pitch tidak diperoleh di alam, namun merupakan produk kimiawi. Dari ketiga jenis bitumen tersebut di atas, hanya aspal yang umum digunakan untuk sebagai bahan pembentuk perkerasan jalan, sehingga seringkali bitumen disebut sebagai aspal. Aspal bersifat termoplastis yaitu mencair jika dipanaskan dan kembali membeku jika temperatur turun. Sifat ini digunakan dalam proses konstruksi perkerasan jalan. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4 - 10% berdasarkan berat campuran, atau 10 - 15% berdasarkan volume campuran. (Sukirman, 2016)

2.3 Asphalt Treated Base (ATB)

Asphalt Treated Base merupakan salah satu jenis dari lapisan perkerasan konstruksi perkerasan lentur dan merupakan bagian dari aspal beton campuran panas. Jenis perkerasan ini merupakan campuran agregat dan pengikat yang telah dipadatkan yang diletakkan diatas lapisan pondasi bawah dan berfungsi untuk mendukung dan menyebarkan beban serta sebagai tempat meletakkan lapis permukaan. Selain itu diformulasikan juga untuk meningkatkan keawetan dan ketahanan kelelahan. (Amal, 2012)

2.4 Aspal Polimer

Aspal polimer adalah aspal keras yang dimodifikasi dengan polimer. Aspal polimer terdiri atas aspal plastomer dan elastomer. Contoh plastomer (plastik) antara lain polypropylene dan polyethylene, sedangkan elastomer antara lain aspal dan styrene butadiene styrene (SBS) (SNI 6749:2008). Penggunaan polimer sintesis telah dilakukan untuk meningkatkan mutu aspal. Namun bahan tersebut perlu diimpor, sehingga tidak memberi nilai tambah bagi produk dalam negeri dan sangat tergantung dari produsen di luar negeri. (Prastanto, 2014)

Aspal termodifikasi polimer merupakan salah satu jenis formula aspal dengan penambahan polimer untuk mendapatkan sifat perkerasan jalan yang lebih baik, yaitu mengurangi deformasi pada perkerasan, meningkatkan ketahanan terhadap retak dan kelekatan pada agregat. Penelitian ini telah dilakukan dengan menggunakan karet alam SIR 20 terdepolimerisasi sebagai aditif pada aspal dengan

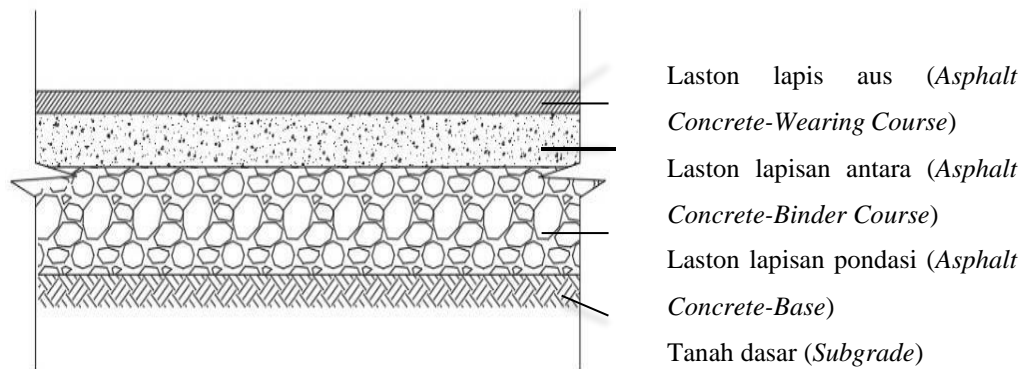
konsentrasi 3%, 5%, dan 7% b/b. (Prastanto, Cifriadi, & Ramadhan, 2015)

Dari hasil pengujian penetrasi, titik lembek, titik nyala, dan % kehilangan berat setelah pemanasan didapatkan konsentrasi terbaik, yaitu 5%. Data hasil uji Marshall yang terdiri dari stabilitas, pelelehan, stabilitas sisa setelah perendaman, dan hasil bagi Marshall berturut-turut adalah 1135,46 kg, 3,47 mm, 91,78%, dan 327,22 kg/mm. Nilai tersebut telah memenuhi persyaratan SNI untuk aspal polimer (SNI 062489-91) dan memiliki sifat yang lebih baik dari pada aspal tanpa penambahan aditif (kontrol). (Prastanto et al., 2015)

2.5 Pembagian Laston

Menurut spesifikasi Bina Marga Devisi 6 (2018) laston dibagi menjadi: Laston sebagai lapisan aus, dikenal dengan nama AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*), diameter butir maksimal 19,0 mm, bertekstur halus. Laston sebagai lapisan antara/pengikat, dikenal dengan nama AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course*), diameter butir maksimal 25,4 mm, bertekstur sedang.

1. Laston sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama AC-Base (*Asphalt Concrete-Base*), diameter butir maksimal 37,5 mm, bertekstur kasar.
 - a. Laston lapis aus (*Asphalt Concrete-Wearing Course*) dengan tebal nominal minimum adalah 4 cm.
 - b. Laston lapisan antara (*Asphalt Concrete-Binder Course*) dengan tebal nominal minimum 6 cm.
 - c. Laston lapisan pondasi (*Asphalt Concrete-Base*) dengan tebal nominal minimum adalah 7,5 m.
 - d. Tanah dasar (*Subgrade*)



Gambar 2.1 Susunan lapis konstruksi perkerasan lentur

(Apriyanti, 2017)

Lapisan Beton Aspal adalah lapisan penutup konstruksi perkerasan jalan yang mempunyai nilai struktural yang pertama kali dikembangkan oleh *The Asphalt Institute* dengan nama *Asphalt Concrete (AC)*. (Agustian & Ridha, 2018)

Laston lapis aus (AC-WC) merupakan lapisan paling atas dari struktur perkerasan yang berhubungan langsung dengan roda kendaraan. Lapisan ini juga berfungsi sebagai pelindung konstruksi dibawahnya dari kerusakan akibat air dan cuaca, sebagai lapisan aus dan menyediakan permukaan jalan rata dan tidak licin. (Razuardi, Saleh, & Isya, 2018)

2.6 Agregat

Menurut SNI 03-2847-2002, agregat adalah material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku pijar, yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton atau adukan semen hidrolik.

2.6.1 Agregat Umum

Menurut spesifikasi umum bina marga 2018 Agregat Umum adalah:

- a) Agregat yang akan digunakan dalam pekerjaan harus sedemikian rupa

agar campuran beraspal, yang proporsinya dibuat sesuai dengan rumusan campuran kerja, memenuhi semua ketentuan yang disyaratkan dalam Tabel 2.6.

- b) Agregat tidak boleh digunakan sebelum disetujui terlebih dahulu oleh Pengawas Pekerjaan. Bahan harus ditumpuk sesuai dengan ketentuan.
- c) Sebelum memulai pekerjaan Penyedia Jasa harus sudah menumpuk setiap fraksi agregat pecah dan pasir untuk campuran beraspal, paling sedikit untuk kebutuhan satu bulan dan selanjutnya tumpukan persediaan harus dipertahankan paling sedikit untuk kebutuhan campuran beraspal satu bulan berikutnya.
- d) Dalam pemilihan sumber agregat, Penyediaan Jasa dianggap sudah memperhitungkan penyerapan aspal oleh agregat. Variasi kadar aspal akibat tingkat penyerapan aspal yang berbeda, tidak dapat diterima sebagai alasan untuk negosiasi kembali harga satuan dari Campuran beraspal.
- e) Penyerapan air oleh agregat maksimum 2% untuk SMA dan 3% untuk yang lain.

2.6.2 Agregat Kasar

Menurut spesifikasi umum bina marga 2018 Agregat Kasar adalah:

- a) Fraksi agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan ayakan No.4 (4,75 mm) yang dilakukan secara basah dan harus bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan yang diberikan dalam Tabel 2.2.
- b) Fraksi agregat kasar harus dari batu pecah mesin dan disiapkan dalam ukuran nominal sesuai dengan jenis campuran yang direncanakan.
- c) Agregat kasar harus mempunyai angularitas seperti yang disyaratkan

dalam Tabel 2.2. Angularitas agregat kasar 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.

- d) Fraksi agregat kasar harus ditumpuk terpisah dan harus dipasok ke instalasi pencampur aspal dengan menggunakan pemasok penampung dingin (*cold binfeeds*) sedemikian rupa sehingga gradasi gabungan agregat dapat dikendalikan dengan baik

Tabel 2.2: Ketentuan Agregat Kasar (Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018)

Pengujian		Metoda Pengujian	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan		Natrium Sulfat	SNI 3407:2008
		Magnesium Sulfat	
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC Modifikasi dan SMA	100 putaran	Maks 6 %
		500 putaran	Maks 30 %
	Semua jenis campuran beraspal bergradasi lainnya	100 putaran	Maks 8 %
		500 putaran	Maks 40 %
Kelekatan agregat terhadap aspal		-	SNI 2439:2011
Butir Pecah pada agregat kasar		SMA	100/90 *)
		Lainnya	95/90 **)
Partikel pipih dan lonjong		SMA	ASTM D4791-10
		Lainnya	Perbandingan 1:5
Material lolos ayakan No.200		-	SNI ASTM C117 2012

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.

2.6.3 Agregat Halus

Menurut spesifikasi umum bina marga 2018 Agregat Halus adalah:

- a) Agregat halus dari sumber bahan manapun, harus terdiri dari pasir atau hasil pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No. 4 (4,75 mm).
- b) Fraksi agregat halus pecah mesin dan pasir harus ditempatkan terpisah dari agregat kasar.
- c) Agregat pecah halus dan pasir harus ditumpuk terpisah dan harus dipasok ke instalasi campuran aspal dengan menggunakan pemasok penampung dingin (*cold binfeeds*) yang terpisah sehingga gradasi gabungan dan presentase pasir di dalam campuran dapat dikendalikan dengan baik.
- d) Pasir alam dapat digunakan dalam campuran AC sampai suatu batas yang tidak melampaui 15% terhadap berat total campuran.

Agregat halus harus merupakan bahan yang bersih, keras, bebas dari lempung, atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. Batu pecah halus harus diperoleh dari batu yang memenuhi ketentuan mutu dalam.

Untuk memperoleh agregat halus yang memenuhi ketentuan diatas:

- a) Bahan baku untuk agregat halus dicuci terlebih dahulu secara mekanis sebelum dimasukkan ke dalam mesin pemecah batu, atau
- b) Digunakan *scalping screen* dengan proses berikut ini:
 - fraksi agregat halus yang diperoleh dari hasil pemecah batu tahap pertama (*primary crusher*) tidak boleh langsung digunakan

- agregat yang diperoleh dari hasil pemecah batu tahap pertama (*primary crusher*) harus dipisahkan dengan *vibro scalping screen* yang dipasang di antara *primary crusher* dan *secondary crusher*
 - material tertahan *vibro scalping screen* akan dipecah oleh *secondary crusher* hasil pengayakan dapat digunakan sebagai agregat halus.
 - material lolos *vibro scalping screen* hanya boleh digunakan sebagai komponen material Lapis Fondasi Agregat.
- c) Agregat halus harus memenuhi ketentuan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3: Ketentuan Agregat Halus (Spesifikasi Umum Bina 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 %

2.7 Bahan Pengisi (*Filler*) Untuk Campuran Beraspal

Menurut spesifikasi umum bina marga 2018 Bahan Pengisi (*Filler*) adalah:

- a) Bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*) dapat berupa debu batu kapur (*limestone dust*), atau debu kapur padam atau debu kapur magnesium atau dolomit yang sesuai dengan AASHTO M303-89(2014), atau semen atau abu terbang tipe C dan F yang sumbernya disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Bahan pengisi jenis semen hana diizinkan untuk campuran beraspal panas dengan bahan pengikat jenis aspal keras Pen 60-70.
- b) Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari

gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan pengayakan sesuai SNI ASTM C136:2012 harus mengandung bahan yang lolos ayakan No. 200 (75 micron) tidak kurang dari 75% terhadap beratnya.

- c) Bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*), untuk semen harus dalam rentang 1% sampai dengan 2% terhadap berat total agregat dan untuk bahan pengisi lainnya harus dalam rentang 1% sampai dengan 3% terhadap berat total agregat. Khusus untuk SMA tidak dibatasi kadarnya tetap tidak boleh menggunakan semen.

Penggunaan bahan pengisi (*filler*) dalam campuran aspal akan mempengaruhi karakteristik campuran aspal dan dapat menyebabkan dampak, sebagai berikut:

1. Dampak penggunaan *filler* terhadap karakteristik campuran aspal akan mempengaruhi campuran, penggelaran dan pemadatan. Di samping itu jenis *filler* akan mempengaruhi terhadap sifat elastik campuran dan sensitivitasnya terhadap air.
2. Dampak penggunaan *filler* terhadap karakteristik campuran aspal dalam hal ini masih digolongkan lagi menjadi :
 - a. Dampak penggunaan *filler* terhadap viskositas campuran yang menyebabkan semakin besarnya permukaan *filler* akan menaikkan viskositas campuran.
 - b. Dampak suhu dan pemanasan setiap *filler* memberikan pengaruh yang saling berbeda pada berbagai temperatur.

2.8 Biji Plastik

Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas perkerasan jalan adalah dengan menggunakan aspal modifikasi polimer. Biji plastik merupakan polimer jenis elastomer dengan harga yang relatif murah.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan biji plastik dapat meningkatkan reologi aspal sehingga lebih elastis, lebih kaku, lebih tahan terhadap rutting, dan lebih tahan terhadap retak.

Biji plastik mungkin merupakan bahan yang tidak diketahui oleh semua orang. Bahan yang umumnya berupa butiran-butiran berwarna putih bening ini merupakan bahan utama pembuatan produk-produk yang berbahan dasar plastik baik produk rumah tangga, produk elektronik, produk otomotif maupun produk yang lain.

Biji plastik sendiri pada dasarnya berasal dari bahan kimia yang bernama styren monomer. Bahan utama tersebut kemudian dicampur dengan bahan kimia lain dan melalui proses pemanasan yang akhirnya berbentuk seperti silinder memanjang yang cair yang kemudian dibuat menjadi keras untuk dipotong-potong sesuai ukuran yang dikehendaki.

Macam-Macam Biji Plastik

Berbicara mengenai biji plastik, sebaiknya Anda ketahui bahwa ternyata biji plastik ada 2 macam yaitu:

- Biji Plastik Asli

Biji plastik yang berasal dari styren monomer yang telah melalui proses seperti yang disebutkan di atas. Biji plastik jenis ini biasanya masih diimpor dari luar negeri sehingga harganya masih relatif tinggi, terutama dengan nilai tukar Dollar yang sedang tinggi seperti saat ini

- Biji Plastik Daur Ulang (Recycle)

Merupakan biji plastik yang berasal dari sampah plastik yang dihancurkan dengan mesin pencacah sehingga menjadi butiran-butiran kecil plastik yang siap diolah kembali. Biji plastik daur ulang selain murah juga lebih mudah didapatkan mengingat melimpahnya sampah plastik yang ada di masyarakat. Bisa menjadi alternatif untuk membuat berbagai produk berbahan dasar plastik bahkan terbuka peluang usaha yang dapat ditekuni dalam hubungannya dengan biji plastik daur ulang ini.

Dengan tak terbatasnya jumlah limbah plastik yang ada di masyarakat kita, peluang untuk memberdayakan sampah plastik tersebut masih sangat terbuka luas. Dalam kaitannya dengan biji plastik, Anda dapat memulai usaha pencacahan plastik, yaitu membuat beragam sampah plastik menjadi potongan-potongan kecil

yaitu biji plastik atau pellet yang siap untuk diproduksi kembali menjadi berbagai barang produksi seperti mainan anak-anak, alat rumah tangga dan lain sebagainya.

Perlu Anda ketahui bahwa untuk membuat biji plastik yang berupa pelet tersebut, Anda harus memisahkan sampah plastik yang ada sesuai dengan jenisnya, misalnya plastik pp, pet, hdpe dan lain sebagainya. Pengelompokan tersebut juga dapat berdasarkan warna dari limbah plastik yang digunakan sehingga nanti ketika sudah menjadi biji plastik daur ulang, dibedakan berdasarkan warna.

Terdapat banyak tipe plastik yang berbeda-beda dan mereka dapat dikelompokkan ke dalam 2 jenis keluarga polimer:

- Termoplastik (yang menjadi lebih lunak ketika dipanaskan dan mengeras kembali ketika didinginkan)
 - Termoset (yang tidak bisa dilunakkan kembali jika mereka sudah dicetak)
- Jenis biji plastik sesuai karakteristik

Cara Mengetahui Biji Plastik Sesuai Jenis Karakteristik

Biji plastik atau disebut PE (Poliethylene) dengan bentuk biji-bijian panjang 10mm dia 10mm atau seukuran pelet, tergolong dari berbagai macam di antaranya :

1. PE LLDPE yaitu biji plastik dengan masa jenis terendah maka dinamakan dengan Low Linear density polyethylene
2. PE MDPE yaitu biji plastik dengan massa jenis sedang maka dinamakan dengan medium density polyethylene
3. PE HDPE yaitu biji plastik dengan masa jenis tinggi maka dinamakan dengan high density polyethylene
4. PBT yaitu biji plastik terkeras dengan density tertinggi mencapai 1.25kg/m^3 samapai dengan 1.35 kg/m^3

Sedangkan untuk pengujian atau mengetahui tergolong jenis PE apa?? Dapat dilakukan pengujian diantaranya :

- Mengetahui tensile strenght atau kita sebut kuat tarik benda atau PE tersebut. Tensile strenght yaitu hasil nilai putus dibeban berapa kg dengan luas penampang. Dengan mengetahui nilai tensile strength dari PE tersebut maka kita mengetahui jenis PE tersebut.
- Menetahui pemeluran (Elongation) berapa panjang, dengan hitunga

perentase %. Dengan mengetahui nilai pemeluran PE tersebut maka kita mengetahui jenis PE tersebut.

- Mengtahui tahanannya atau disebut resistance karna PE itu termasuk non conductor maka kita harus nengetahui tahanannya dengan mengetahui berapa omh. Dengan mengetahui nilai volume resistancenya maka kita mengetahui jenis PE tersebut.
- Dan yang terahir bisa di ketahui dengan density nya yaitu rasio antara berat benda dengan volume benda bisa disebut kerapatan zat benda. Dengan mengetahui nilai density-nya maka kita mengetahui jenis PE tersebut.

Kegunaan PE atau biji plastik itu sangat banyak diantaranya perabotan rumah tangga, kendaraan, kabel, pabrikan plastik membuat kantong plastik dll. Karna mudah dibentuk. PE atau biji plastik itu terbuat dari hasil fermentasi minyak bumi. Maka PE mempunyai density rendah dibawah 1.5 kg/m^3 Untuk pengolahan biji plastik tersebut sampai di titik didihnya itu di 180°C sampai 220°C . Dan mempunyai melt indec 1.9 – 3

2.8.1 Plastik dapat dibagi lagi kedalam beberapa varian jenis:

1. Plastik Berbasis Bio

Plastik Berbasis Bio dibuat secara menyeluruh atau sebagian dari sumber daya yang dapat diperbaharui. Contohnya batang tebu yang diproses untuk memproduksi etilen, yang kemudian dapat digunakan untuk memproduksi polietilen.

2. Plastik Biodegradable

Plastik Biodegradable adalah plastik yang diuraikan oleh mikroorganisme menjadi air, karbondioksida (atau metana) dan bio masa dalam kondisi tertentu.

3. Plastik Rekayasa

Plastik Rekayasa menunjukkan performa lebih tinggi dari material standard, tidak hanya mereka bisa melampaui dalam rasio berat/kekuatan,

jenis plastik ini juga lebih mudah untuk diproduksi terutama untuk bentuk-bentuk yang sulit.

4. Resin Epoksi

Di dalam rumah, Anda dapat menemukan mereka pada kaleng minuman ringan dan kemasan khusus dimana mereka digunakan sebagai pelindung, untuk melindungi dan menjaga rasa di dalamnya.

5. Polistiren yang Diperluas

Polistiren yang diperluas, banyak digunakan di kehidupan sehari-hari, seperti untuk bahan kotak ikan dan helm sepeda.

6. Fluoropolimer

Fluoropolimer dikenal dengan karakteristik anti lengket yang superior dan dihubungkan dengan kegunaan mereka sebagai pelapis alat masak. Anggota paling ternama dari Fluoropolimer adalah PTFE (polytetrafluoroetilen).

7. Poliolefin

Poliolefins termasuk kedalam polietilen dan polipropilen termoplastik. Keberagaman mereka berjasa membuat mereka menjadi salah satu plastik terpopuler yang digunakan saat ini.

8. Polistiren

Ini adalah polimer yang menjadi lunak ketika dipanaskan dan yang bisa diubah melalui produk jadi seperti film dan kertas-kertas.

9. Polyvinil chloride

Polyvinyl chloride (PVC) adalah salah satu plastik pertama yang ditemukan dan juga merupakan salah satu yang digunakan secara meluas. PVC hadir dengan 2 format dasar: rigid dan fleksibel

10. Termoplastik

Termoplastik didefinisikan sebagai polimer yang mudah meleleh dan kebentuk lain dalam waktu yang singkat. Beberapa jenis umum dari termoplastik adalah: polopropilen, polioetilen, polivinilklorida, polistiren, polietilenteraphthalate dan polikarbonat.

2.8.2 Pengelolah limbah Plastik

Plastik adalah salah satu bahan paling populer dan berguna di zaman modern. Kita sekarang menggunakan sekitar 20 kali lebih banyak plastik daripada yang kita lakukan 50 tahun yang lalu. Popularitas dan penggunaannya yang meluas adalah mengapa menanganinya secara bertanggung jawab dan benar begitu menjadi limbah sangat penting. Kita dapat mengoptimalkan masa pakai plastik dengan menggunakan kembali dan mendaur ulang item sebanyak mungkin.

Menggunakan kembali atau daur ulang plastik adalah cara terbaik untuk mengelola limbah plastik yang ada. Kita dapat mengurangi limbah plastik dengan cara mengolah limbah plastik menjadi bahan daur ulang. Pengolahan limbah plastik yang baik akan berampak positif yaitu pengurangan limbah dan menjadikan produk lain yang berdaya duna.

Daur ulang plastik mengacu pada proses memulihkan limbah atau skrap plastik dan memprosesnya kembali menjadi produk yang bermanfaat. Karena kenyataan bahwa plastik tidak dapat terurai secara hayati, maka sangat penting untuk didaur ulang sebagai bagian dari upaya global untuk mengurangi plastik dan limbah padat lainnya di lingkungan.

2.8.3 Jenis-Jenis Plastik Daur Ulang

1. Polyethylene Terephthalate (PET or PETE or Polyester)



Gambar 2.2 Plastik Polyethylene Terephthalate

PET juga dikenal sebagai fiber anti-kerut. Plastik jenis ini berbeda dari tas plastik yang biasa kita lihat di supermarket. PET biasa digunakan untuk kemasan makanan dan minuman karena kemampuannya untuk menjaga makanan tetap kedap udara, juga memastikan keutuhan gas karbon dioksida di dalam minuman berkarbonasi.

2. High Density Polyethylene (HDPE)



Gambar 2.3 Plastik High Density Polyethylene

Jenis plastik ini cukup padat, kuat, dan lebih tebal jika dibandingkan PET. HDPE biasanya digunakan sebagai kantung belanja, karton susu, botol jus, botol shampoo dan botol kemasan obat.

3. Polyvinyl Chloride (PVC)

PVC biasa digunakan sebagai bahan dasar produk mainan anak, pembungkus plastik, botol detergen, binder, kantung darah dan perlengkapan medis. PVC atau yang biasa disebut vinyl tadinya merupakan bahan plastik kedua yang paling banyak dipakai di dunia (setelah polyethylene).

4. Low Density Polyethylene (LDPE)

Polyethylenes merupakan jenis plastik yang paling banyak digunakan di seluruh dunia. Plastik jenis ini memiliki struktur kimia polimer yang simpel, membuatnya sangat mudah untuk diproduksi. Polimer LDPE

memiliki rantai cabang yang cukup banyak membuatnya tidak terlalu padat sehingga bisa menghasilkan jenis polyethylene yang lebih lunak dan fleksibel.

LDPE biasa digunakan sebagai bahan produk tas (belanja, laundry, roti, makanan beku, koran, sampah), pembungkus plastik, pelapis karton susu serta gelas minuman; juga botol mustard yang bisa diremas, tempat penyimpanan makanan, dan tutup kemasan. LDPE juga digunakan untuk pelapis kabel dan kawat.

5. Polypropylene (PP)



Gambar 2.4 Plastik Polypropylene

Lebih kaku dan lebih tahan panas, PP biasa digunakan untuk wadah penyimpanan makanan panas. Kekuatan PP bisa dikatakan berada di antara LDPE dan HDPE. Selain untuk thermal vest dan beberapa bagian pada mobil, PP juga merupakan salah satu bahan yang digunakan pada popok bayi sekali pakai dan pembalut wanita.

6. Lainnya

Nomor 7 dikhususkan untuk semua plastik yang belum disebutkan serta plastik-plastik yang berlapis atau dikombinasikan dengan tipe plastik lainnya, contohnya bioplastic. Biasa ditemukan pada tempat makanan dan minuman contoh botol minum yang suka dibawa ketika olahraga, suku cadang mobil, komputer, alat elektronik dsb.

Umumnya proses penghancuran sampah memiliki lama waktu yang berbeda

1. Styrofoam butuh 5 bulan

2. Plastik kemasan 50-80 tahun
3. Kantong plastik 10-12 tahun
4. Botol plastik tidak dapat diperhitungkan

2.8.4 Cara Mengolah Limbah PLastik menjadi Plastik Daur Ulang

Berikut ini adalah langkah demi langkah proses daur ulang plastik:

1. Koleksi

Plastik tersedia dalam sejumlah bentuk misalnya wadah plastik, guci, botol, kantong plastik, plastik kemasan, plastik industri besar hanya untuk menyebutkan beberapa. Karena sifat dan ketersediaannya, ada pusat pengumpulan plastik dan beberapa pelaku bisnis telah menjelajah ke bisnis pengumpulan plastik sebagai sumber pendapatan. Berton-ton plastik bekas dikumpulkan dan dikirim ke halaman pengumpul tempat mereka kemudian dikemas dan diangkut ke pabrik pengolahan plastik. Sayangnya, tidak semua negara memiliki kapasitas untuk mendaur ulang plastik. Sangat sedikit negara berkembang yang benar-benar dapat mendaur ulang plastik. Ini artinya, sampah plastik masih menjadi masalah besar bagi beberapa negara di dunia.

2. Menyortir

Proses daur ulang plastik yang sebenarnya dimulai dengan menyortir barang-barang plastik yang berbeda berdasarkan konten dan warna damar mereka. Proses ini juga dilakukan untuk memastikan semua kontaminasi dihilangkan. Ada mesin yang dirancang khusus yang membantu dalam menyortir plastik sesuai dengan konten damar mereka. Kemudian pabrik daur ulang memilah plastik bekas dengan simbol di bagian bawah plastik.

3. Pencacahan

Setelah memilah plastik, langkah selanjutnya adalah memotong plastik menjadi potongan-potongan kecil. Botol dan wadah plastik kemudian ditumbuk dan dipotong menjadi potongan-potongan kecil atau serpihan. Serpihan plastik yang lebih berat dan lebih ringan dipisahkan menggunakan mesin yang dirancang khusus. Proses pemisahan membantu

dalam memastikan bahwa plastik yang berbeda tidak disatukan atau dicampur dalam produk akhir. Ingatlah bahwa plastik yang berbeda digunakan untuk membuat barang yang berbeda.

4. Membersihkan

Setelah pemisahan total, serpihan atau potongan kemudian dicuci dengan deterjen untuk menghilangkan kontaminasi yang tersisa. Setelah proses pembersihan selesai, serpihan bersih dilewatkan melalui peralatan khusus yang selanjutnya memisahkan jenis resin plastik. Serpihan plastik kemudian mengalami panas sedang hingga kering.

5. Peleburan

Serpihan kering dilebur. Mereka dapat dilebur dan dicetak menjadi bentuk baru atau mereka dilebur dan diproses menjadi butiran. Proses peleburan dilakukan di bawah suhu yang diatur. Ada peralatan khusus yang dirancang untuk melelehkan plastik tanpa merusaknya.

6. Pembuatan pellet

Setelah proses peleburan, potongan-potongan plastik kemudian dikompres menjadi pelet kecil yang dikenal sebagai nurdles. Dalam kondisi ini, pelet plastik siap untuk digunakan kembali atau dirancang ulang menjadi produk plastik baru. Penting untuk menunjukkan bahwa plastik daur ulang jarang digunakan untuk membuat barang plastik identik atau bentuk sebelumnya. Dalam bentuk pelet inilah plastik diangkut ke perusahaan manufaktur plastik untuk dirancang ulang dan digunakan untuk membuat produk plastik bermanfaat lainnya.

2.8.5 Keuntungan dari Plastik Daur Ulang

Plastik harus didaur ulang karena sejumlah alasan seperti yang dapat dilihat di bawah ini:

1. Penyediaan Sumber Bahan Baku yang Berkelanjutan

Plastik daur ulang menyediakan sumber bahan baku yang berkelanjutan untuk industri manufaktur. Setelah plastik didaur ulang,

mereka dikirim ke industri manufaktur untuk dirancang ulang dan diubah menjadi bentuk baru dan digunakan dalam peralatan yang berbeda.

2. Mengurangi Masalah Lingkungan

Karena plastik tidak dapat dibiodegradasi, plastik berisiko tinggi bagi manusia dan lingkungan secara keseluruhan. Mereka dapat memblokir saluran pembuangan, drainase dan saluran air lainnya yang mengarah ke penyumbatan dan tumpukan yang tidak diinginkan. Ketika plastik dihilangkan melalui daur ulang, lingkungan terlihat bersih dan dapat ditinggali.

3. Mengurangi Masalah TPA

Plastik daur ulang meminimalkan jumlah plastik yang dibawa ke lokasi TPA yang semakin berkurang. Sebagian besar negara telah menetapkan area khusus untuk mengubur plastik. Ketika mereka didaur ulang, situs-situs ini akan menerima sedikit sampah plastik. Area yang tersisa dapat digunakan untuk keperluan lain alih-alih membuang plastik yang tidak membusuk. Area-area ini dapat digunakan untuk pertanian atau untuk pemukiman manusia. Harus dipahami bahwa populasi manusia bertambah setiap hari dan tanah menjadi masalah. Alih-alih menyalahgunakan lahan untuk pembuangan sampah, itu dapat digunakan untuk pemukiman dan kegiatan ekonomi penting lainnya.

4. Konsumsi Energi Lebih Sedikit

Daur ulang bahan termasuk plastik membutuhkan lebih sedikit energi dibandingkan dengan membuat plastik dari awal. Ini menghemat energi dan energi itu dapat dialihkan ke hal-hal penting lainnya dalam perekonomian. Karena itu penting untuk mendorong daur ulang plastik di industri manufaktur karena akan menghemat ekonomi miliaran uang. Proses pembuatan plastik menggunakan bahan baku alami mahal dan memakan waktu dibandingkan dengan proses daur ulang.

2.9 Gradasi Agregat Gabungan

Menurut spesifikasi umum bina marga 2018 Gradasi Agregat Gabungan

adalah campuran beraspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat dan bahan pengisi, harus memenuhi batas-batas yang diberikan dalam Tabel 2.4. Rancangan dan Perbandingan Campuran untuk gradasi agregat gabungan harus mempunyai jarak terhadap batas-batas yang diberikan dalam Tabel 2.4.

Untuk memperoleh gradasi HRS-WC atau HRS-Base yang senjang, maka paling sedikit 80% agregat lolos ayakan No.8 (2,36 mm) harus lolos ayakan No.30 (0,600 mm). Bilamana gradasi yang diperoleh tidak memenuhi kesenjangan yang disyaratkan Tabel 2.5. di bawah ini, Pengawas Pekerjaan dapat menerima gradasi tersebut asalkan sifat-sifat campurannya memenuhi ketentuan.

Tabel 2.4: Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Beraspal
(Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018)

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat							
		Stone Matrix Aspal (SMA)			Lastaston (HRS)		Laston (AC)		
ASTM	(mm)	Tipis	Halus	Kasar	WC	Base	WC	BC	Base
1½"	37,5								100
1"	25			100				100	90-100
¾"	19		100	90-100	100	100	100	90-100	76-90
½"	12,5	100	90-100	50-88	90-100	90-100	90-100	75-90	60-78
⅜"	9,5	70-95	50-80	25-60	75-85	65-90	77-90	66-82	52-71
No.4	4,75	30-50	20-35	20-28			53-69	46-64	35-54
No.8	2,36	20-30	16-24	16-24	50-72	35-55	33-53	30-49	23-41
No.16	1,18	14-21					21-40	18-38	13-30
No.30	0,600	12-18			35-60	15-35	14-30	12-28	10-22
No.50	0,300	10-15					9-22	7-20	6-15
No.100	0,150						6-15	5-13	4-10
No.200	0,075	8-12	8-11	8-11	6-10	2-9	4-9	4-8	3-7

Tabel 2.5: Contoh Batas-Batas "Bahan Bergradasi Senjang" (Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018)

Ukuran Ayakan	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4
---------------	--------------	--------------	--------------	--------------

% Lolos No.8	40	50	60	70
% Lolos No.30	Paling sedikit 32	Paling sedikit 40	Paling sedikit 48	Paling sedikit 56
% Kesenjangan	8 atau kurang	10 atau kurang	12 atau kurang	14 tau kurang

2.10 Bahan Aspal Untuk Campuran Beraspal

Menurut spesifikasi umum bina marga 2018 Bahan Aspal untuk Campuran Beraspal adalah:

- a) Bahan aspal berikut yang sesuai dengan Tabel 2.6 dapat digunakan. Bahan pengikat ini dicampur dengan agregat sehingga menghasilkan campuran beraspal sebagaimana mestinya sesuai dengan yang disyaratkan yang disebutkan dalam tabel 2.7 mana yang relevan, sebagaimana yang disebutkan dalam gambar atau yang di perintahkan oleh pengawas pekerjaan
Pengambilan contoh bahan aspal harus dilaksanakan sesuai dengan SNI 06- 6399-2000 dan pengujian sesuai sifat-sifat (properties) yang disyaratkan dalam table 2.6 harus dilakukan. Bila mana jenis aspal modifikasi tidak disebutkan dalam gambar maka penyedia jasa dapat memilih aspal Tipe II jenis PG 70 dalam tabel 2.6 dibawah ini.
- b) Contoh bahan aspal harus diekstraksi dari benda uji sesuai dengan cara SNI 03-3640-1994 (metoda soklet) atau SNI 03-6894-2002 (metoda sentrifus) atau AASHTO T164-14 (metoda tungku pengapian). Jika metoda sentrifitus digunakan, setelah konsentrasi larutan aspal yang terekstraksi mencapai 200 mm, partiker mineral yang terkandung harus di pindahkan kedalam suatu alat sentrifugal. Pemindahan ini dianggap memenuhi bila mana kadar abu dalam bahan aspal yang diperoleh kembali tidak melebihi 1% (dengan pengapian). Jika bahan aspal diperlukan untuk pengujian lebih lanjut maka bahan aspal itu harus diperoleh kembali dalam larutan sesuai dengan prosedur SNI 03-6894- 2002.
- c) Aspal tipe I harus diuji pada setiap kedatangan dan sebelum

dituangkan ke tangki penyimpanan AMP untuk penetrasi pada 25°C (SNI 2456:2011). Tipe II harus diuji untuk stabilitas penyimpanan sesuai dengan ASTM D5976-00. Semua tipe aspal yang baru datang harus ditempatkan dalam tangki sementara sampai hasil pengujian tersebut diketahui. Tidak ada aspal yang boleh digunakan sampai aspal tersebut telah diuji dan disetujui.

Tabel 2.6: Ketentuan Untuk Aspal Keras (Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018)

No.	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Tipe I Aspal Pen.60-70	Aspal Modifikasi	
				Elastomer Sintesis	
				PG70	PG76
1.	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 2456:2011	60-70	Dilaporkan ⁽¹⁾	
2.	Temperatur yang menghasilkan Geser Dinamis ($G^*/\sin \delta$) pada osilasi 10 red/detik $\geq 1,0$ kPa, (°C)	SNI 06-6442-2000	-	70	76
3.	Viskositas Kinematis 135°C (cSt) ⁽³⁾	ASTM D2170-10	≥ 300	≤ 3000	
4.	Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	≥ 48	Dilaporkan ⁽²⁾	
5.	Daktalitas pada 25°C, (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100	-	

Tabel 2.6: *Lanjutan*

6.	Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥ 232	≥ 230	
7.	Kelarutan dalam <i>Trichloroethylene</i> (%)	AASTHO T44-14	≥ 99	≥ 99	
8.	Berat Jenis	SNI 2441:2011	≥ 1,0	-	
9.	Stabilitas penyimpanan perbedaan titik lembek (°C)	ASTM D 5976-00 Part 6.1 dan SNI 2434:2011	-	≤ 2,2	
10.	Kadar paraffin lilin (%)	SNI 03-3639-2002	2		
Pengujian Residu hasil TFOT (SNI-06-2440-1991) atau RTFOT(SNI-03-6835-2002)					
11.	Berat yang hilang (%)	SNI 06-2441-1991	≤ 0,8	≤ 0,8	
12.	Temperatur yang menghasilkan Geser Dinamis ($G^*/\sin \delta$) pada osilasi 10 red/detik 2,2 kPa, (°C)	SNI 06-6442-2000	-	70	76
13.	Penetrasi pada 25°C (% semula)	SNI 2456-2011	≥ 54	≥ 54	≥ 54
14.	Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 50	≥ 50	≥ 25
Residu aspal segar setelah PAV (SNI 03-6837-2002) pada temperatur 100°C dan tekanan 2,1 Mpa					
15.	Temperatur yang menghasilkan Geser Dinamis ($G^*/\sin \delta$) pada osilasi 10 rad/detik ≤ 5000 kPa, (°C)	SNI 06-6442-2000	-	31	34

Catatan:

1. Pengujian semua sifat-sifat harus dilaksanakan sebagaimana yang disyaratkan. Sedangkan untuk pengendalian mutu di lapangan, ketentuan untuk aspal dengan penetrasi ≥ 50 adalah ± 4 (0,1 mm) dan untuk aspal dengan penetrasi < 50 adalah ± 2 (0,1 mm), masing-masing dari nilai penetrasi yang dilaporkan pada saat pengujian semua sifat-sifat aspal keras.
2. Pengujian semua sifat-sifat harus dilaksanakan sebagaimana yang

disyaratkan. Sedangkan untuk pengendalian mutu di lapangan, ketentuan titik lembek diterima adalah $\pm 1^\circ\text{C}$ dari nilai titik lembek yang dilaporkan pada saat pengujian semua sifat-sifat aspal keras.

3. Viskositas diuji juga pada temperatur 100°C dan 160°C untuk tipe I, untuk tipe II pada temperatur 100°C dan 170°C untuk menetapkan temperatur yang akan diterapkan.
4. Jika untuk pengujian viskositas tidak dilakukan sesuai dengan AASHTO T201-15 maka hasil pengujian harus dikonversikan ke satuan SI.

Tabel 2.7: Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston (AC) (Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018)

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

Catatan:

1. Penentuan VCmix dan VCAdre sesuai AASHTO R46-08 (2012). VCmix : *Voids in coarse aggregate within compacted mixture*. VCAdre : *Voids in coarse aggregate fraction in dry-rodded condition*.

2. Pengujian draindown sesuai AASHTO T305-14
3. Modifikasi Marshall.
4. Rongga dalam campuran dihitung berdasarkan pengujian berat jenis Maksimum Agregat (Gmm test, SNI 03-6893-2002).
5. Pengawas pekerjaan dapat atau menyetujui AASHTO T283-14 sebagai alternatif pengujian kepekaan terhadap kadar air. Pengondisian beku cair (*freeze thaw conditioning*) tidak diperlukan. Nilai Indirect Tensile Strength Retained (ITSR) minimum 80% pada VIM (Rongga dalam Campuran) $7\% \pm 0,5\%$. Untuk mendapatkan VIM $7\% \pm 0,5\%$, buatlah benda uji Marshall dengan variasi tumbukan pada kadar aspal optimum, misal 2x40, 2x50, 2x60 dan 2x75 tumbukan. Kemudian dari setiap benda uji tersebut, hitung nilai VIM dan buat hubungan antara jumlah tumbukan dan VIM. Dari grafik tersebut dapat diketahui jumlah tumbukan yang memiliki nilai VIM $7\% \pm 0,5\%$, kemudian lakukan pengujian ITSR untuk mendapatkan *Indirect Tensile Strength Ratio* (ITSR) sesuai SNI 6753 : 2008 atau AASTHO T283-14 tanpa pengondisian $-18 \pm 3^{\circ}\text{C}$.
6. Untuk menentukan kepadatan membal (*refusal*), disarankan menggunakan penumbuk bergetar (*vibratory hammer*) agar pecahnya butiran agregat dalam campuran dapat dihindari. Jika digunakan penumbukan manual jumlah tumbukan perbidang harus 600 untuk cetakan berdiameter 6 inch dan 400 untuk Jatakan berdiameter 4 inch.
7. Pengujian Wheel Tracking Machine (WTM) harus dilakukan pada temperatur 60°C . Prosedur pengujian harus mengikuti serti pada *Technical Guidline for Pavement Design and Construction*, Japan Road Association (JRA 2005).

2.11 Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan

Agregat Kasar (SNI 03-1968-1990)

2.11.1 Ruang Lingkup

Metode pengujian jenis tanah ini mencakup jumlah dan jenis-jenis tanah baik agregat halus maupun agregat kasar. Hasil pengujian analisis saringan agregat halus dan kasar dapat digunakan antara lain:

- 1) Penyelidikan quarry agregat;
- 2) Perencanaan campuran dan pengendalian mutu beton.

2.11.2 Pengertian

Analisis saringan agregat ialah penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka-angka persentase digambarkan pada grafik pembagian butir.

2.11.3 Peralatan

Peralatan yang dipergunakan adalah sebagai berikut :

- 1) timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2% dari berat benda uji;
- 2) satu set saringan; 37,5 mm (3"); 63,5 mm (2½"); 50,8 mm (2"); 19,1 mm (¾"); 12,5 mm (½"); 9,5 mm (⅜"); No.4 (4.75 mm); No.8 (2,36 mm); No.16 (1,18 mm); No.30 (0,600 mm); No.50 (0,300 mm); No.100 (0,150 mm); No.200 (0,075 mm);
- 3) oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai (110 +5)°C;
- 4) alat pemisah contoh;
- 5) mesin pengguncang saringan;
- 6) talam-talam;
- 7) kuas, sikat kuning, sendok, dan alat-alat lainnya.

2.11.4 Benda Uji

Benda uji diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat banyak : benda uji disiapkan berdasarkan standar yang berlaku dan terkait kecuali apabila butiran yang melalui saringan No. 200 tidak perlu diketahui jumlahnya dan bila syarat-syarat ketelitian tidak menghendaki pencucian.

- 1) Agregat halus terdiri dari :
 - a) ukuran maksimum 4,76 mm; berat minimum 500 gram;
 - b) ukuran maksimum 2,38 mm; berat minimum 100 gram.
- 2) agregat kasar terdiri dari :
 - a) ukuran maks. 3,5"; berat minimum 35,0 kg
 - b) ukuran maks. 3"; berat minimum 30,0 kg
 - c) ukuran maks. 2,5"; berat minimum 25,0 kg
 - d) ukuran maks. 2"; berat minimum 20,0 kg
 - e) ukuran maks. 1,5"; berat minimum 15,0 kg
 - f) ukuran maks. 1"; berat minimum 10,0 kg
 - g) ukuran maks. 3/4" berat minimum 5,0 kg
 - h) ukuran maks. 1/2"; berat minimum 2,5 kg
 - i) ukuran maks. 3/8"; berat minimum 1,0 kg
- 3) Bila agregat berupa campuran dari agregat halus dan agregat kasar, agregat tersebut dipisahkan menjadi 2 bagian dengan saringan No. 4.; Selanjutnya agregat halus dan agregat kasar disediakan sebanyak jumlah seperti tercantum diatas.

2.11.5 Cara Pengujian

Urutan proses dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

- 1) benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $(10 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, sampai berat tetap; SNI 03-1968-1990 3.
- 2) saring benda uji lewat susunan saringan den-an ukuran saringan paling

besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.

2.12 Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat *Marshall* (SNI 06-2489-1991)

2.12.1 Ruang Lingkup

Pengujian ini meliputi pengukuran stabilitas dan alir (flow) dari suatu campuran aspal dengan agregat ukuran maksimum 2,54 cm.

2.12.2 Pengertian

Yang dimaksud dengan :

1. Stabilitas adalah kemampuan suatu campuran aspal untuk menerima beban sampai terjadi alir (flow) yang dinyatakan dalam kilogram;
2. Alir (flow) adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran aspal yang terjadi akibat suatu beban, dinyatakan dalam mm.

2.12.3 Cara Uji

Cara uji dilakukan, sebagai berikut :

Waktu yang diperlukan dari saat diangkatnya benda uji dari bak perendaman atau oven sampai tercapainya beban maksimum tidak boleh melebihi 30 detik.

- 1) Rendamlah benda uji dalam bak perendam (water bath) selama 30 – 40 menit dengan suhu tetap 60°C ($\pm 1^{\circ}\text{C}$) untuk benda uji yang menggunakan aspal padat, untuk benda uji yang menggunakan aspal cair masukkan benda uji ke dalam oven selama minimum 2 jam dengan suhu tetap 25°C ($\pm 1^{\circ}\text{C}$);
- 2) Keluarkan benda uji dari bak perendam atau dari oven dan letakkan ke dalam segmen bawah kepala penekan;
- 3) Pasang segmen atas di atas benda uji, dan letakkan keseluruhannya

dalam mesin pengujian;

- 4) Pasang arloji pengukur alir (flow) pada kedudukannya di atas salah satubatang penuntun dan atur kedudukan jarum penunjuk pada angka nol, sementara selubung tangkai arloji (sleeve) dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan;
- 5) Sebelum pembebanan diberikan, kepala penekan beserta benda ujinya dinaikkan sehingga menyentuh alas cincin pengujian;
- 6) Atur jarum arloji tekan pada kedudukan angka nol;
- 7) Berikan pembebanan pada benda uji dengan kecepatan tetap sekitar 50 mm per menit sampai pembebanan maksimum tercapai atau pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji tekan dan catat pembebanan maksimum (stability) yang dicapai, untuk benda uji yang tebalnya tidak sebesar 63,5 mm.
- 8) Catat nilai alir (flow) yang ditunjukkan oleh jarum arloji pengukur alir pada saat pembebanan maksimum tercapai.

2.12.4 Perhitungan

Untuk menghitung hasil pengujian, digunakan rumus sebagai berikut:

- 1) Persen aspal terhadap campuran (%) :

$$\frac{\% \text{ Aspal terhadap batuan}}{\% \text{ Aspal terhadap batuan}} \times 100\% \quad (2.1)$$

- 2) Berat isi (t/m^3);

$$\frac{\text{Berat benda uji}}{\text{Isi benda uji}} \quad (2.2)$$

- 3) Stabilitas (kg);

$$\text{Pembacaan arloji tekan} \times \text{Angka korelasi beban Alir (flow) (mm);}$$

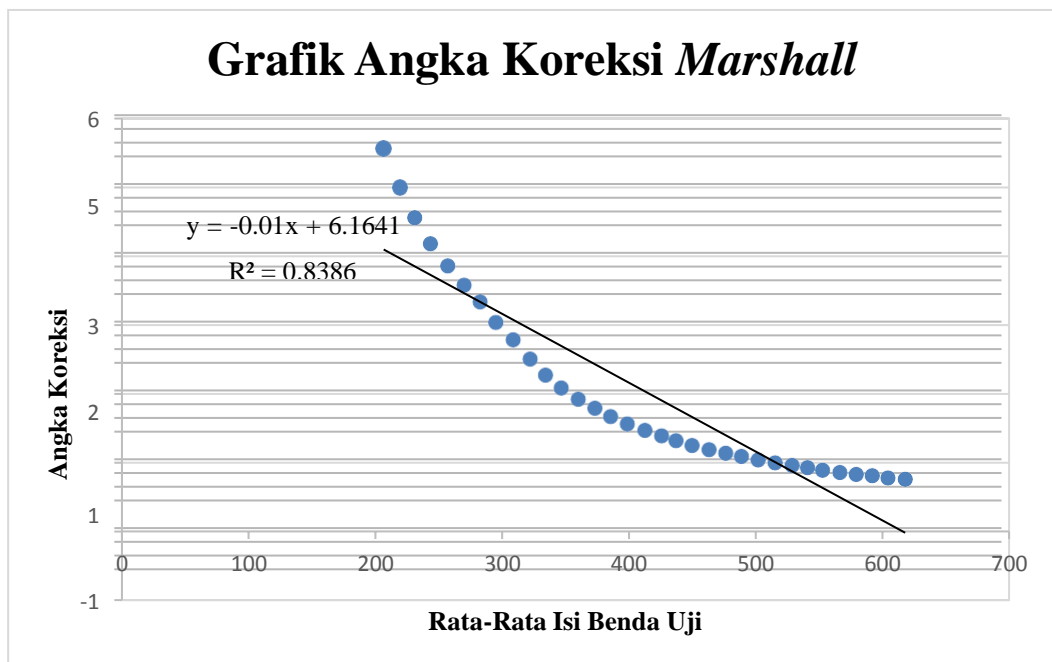
Dibaca pada arloji pengukur alir.

2.12.5 Tabel dan Grafik Koreksi *Marshall*

Tabel 2.8: Tabel Koreksi *Marshall* (Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat *Marshall* SNI 06-2489-1991)

Isi Benda Uji (Cm3)		Rata-Rata	Angka Koreksi
200	213	206.5	5.56
214	225	219.5	5
226	237	231.5	4.55
238	250	244	4.17
251	264	257.5	3.85
265	276	270.5	3.57
277	289	283	3.33
290	301	295.5	3.03
302	316	309	2.78
317	328	322.5	2.5
329	340	334.5	2.27
341	353	347	2.08
354	367	360.5	1.92
368	379	373.5	1.79
380	392	386	1.67
393	405	399	1.56
406	420	413	1.47
421	431	426	1.39
432	443	437.5	1.32
444	456	450	1.25
457	470	463.5	1.19
471	482	476.5	1.14
483	495	489	1.09
496	508	502	1.04
509	522	515.5	1

523	535	529	0.96
536	546	541	0.93
547	559	553	0.89
560	573	566.5	0.86
574	585	579.5	0.83
586	598	592	0.81
599	610	604.5	0.78
611	625	618	0.76



Gambar 2.2: Grafik Angka Koreksi *Marshall*

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

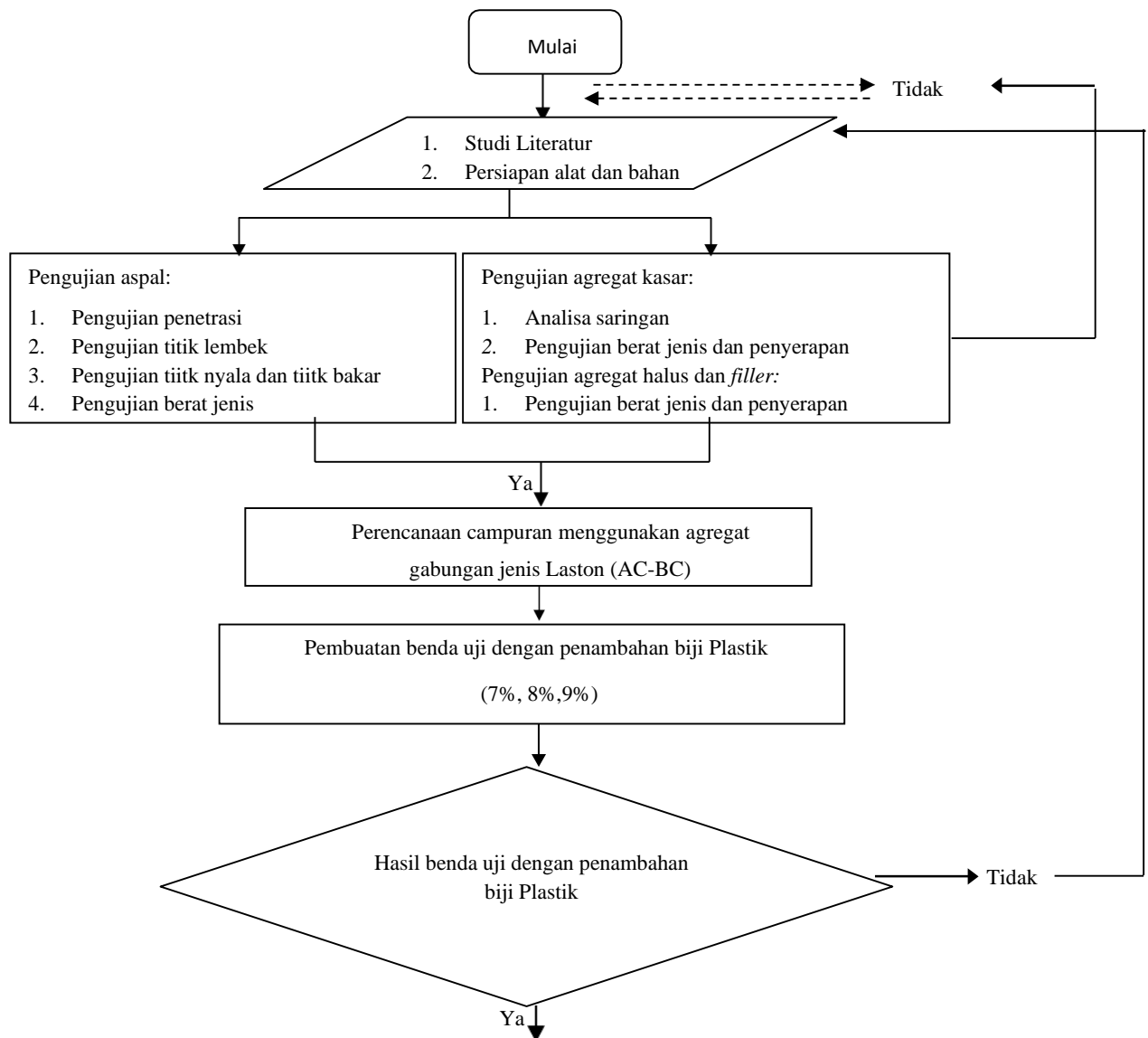
3.1 Metode Penelitian

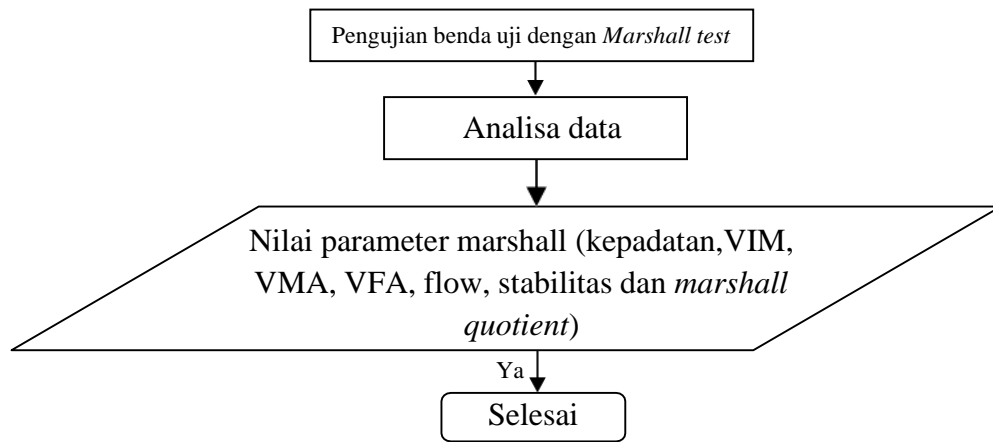
Penelitian dimulai setelah mendapatkan izin dari Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP, dosen pembimbing, dan kemudian melakukan studi literatur, seperti mencari jurnal referensi, kandungan dalam bahan tambah yang digunakan, dan metode yang digunakan dalam melakukan penelitian.

Setelah mencari informasi tentang penelitian yang akan dilakukan, selanjutnya dilakukan pemeriksaan dasar seperti penetrasi aspal, titik nyala aspal, titik lembek aspal, berat jenis aspal, daktilitas aspal, kehilangan berat aspal, analisa saringan yang bertujuan untuk mendapatkan data-data pendukung yang diperoleh di laboratorium.

Selanjutnya mencari *KAO* (Kadar Aspal Optimum) untuk mengetahui proporsi campuran untuk setiap benda uji yang akan dibuat. Setelah memperoleh proporsi campuran aspal, kemudian dilakukan penyaringan bahan tambah (*filler*) yang telah dikeringkan. Setelah bahan-bahan yang dibutuhkan telah siap digunakan, tahap selanjutnya adalah pembuatan benda uji. Pembuatan benda uji dilakukan sesuai kebutuhan masing-masing variasi campuran bahan tambah yaitu aspal normal, aspal dengan *filler* biji pstik 7 %, aspal degan *filler* biji plastik 8%,

dan aspal dengan *filler biji plastik* 9%. Setelah pembuatan benda uji selesai kemudian dilakukan test Marshall. Dari pengujian Marshall yang dilakukan kita dapat memperoleh data-data yang dibutuhkan sesuai dengan tujuan penelitian.





Gambar 3.1 Diagram Alur Peneliti

3.1.1 Data Primer

Data yang diperoleh dari hasil penelitian di Laboratorium, yaitu:

- a. Analisa saringan agregat.
- b. Berat jenis dan penyerapan.
- c. Pemeriksaan kadar lumpur.
- d. Pemeriksaan keausan agregat.
- e. Variasi penggunaan biji Plastik pada campuran aspal (*Job Mix Formula*).

3.1.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan konstruksi jalan (literatur) dan konsultasi langsung dengan dosen pembimbing di Universitas Sangga Buana YPKP Bandung. Data teknis mengenai Standar Nasional Indonesia serta buku-buku atau literatur sebagai penunjang guna memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dimulai pada bulan november 2022 Penelitian dilakukan di PT. Trisakti Manunggal Perkasa Internasional yang berlokasi di Blok Pasir Domba Desa Jalan Cagak Kecamatan Jalan Cagak Kabupaten Subang.

3.3 Bahan dan Peralatan

3.3.1 Bahan

Bahan-bahan pembentuk benda uji yaitu:

- a. Aspal penetrasi 60/70.

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah Aspal Pertamina *Penetration* : 60/70 berasal dari PT. Trisakti Manunggal Perkasa Internasional.



Gambar 3.2 Aspal

b. Agregat halus.

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah abu batu yang berasal dari PT. Trisakti Manunggal Perkasa Internasional.



Gambar 3.3 Agregat Halus

c. Agregat kasar.

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat kasar yang berasal dari PT. Trisakti Manunggal Perkasa Internasional.



Gambar 3.4 Agregat Kasar

d. Biji Plastik.

Biji Plastik dibawah ini yang akan digunakan untuk sebagai bahan campuran.



Gambar 3.5 Biji Plastik

e. Solar

Solar berfungsi sebagai pembersih alat-alat yang terkena aspal setelah pengujian.



Gambar 3.6 Solar

3.3.2 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 satu set alat uji titik lembek, uji titik nyala, titik bakar, berat jenis dan satu set alat pengujian penetrasi. 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*

Neraca *Ohaus* adalah alat ukur massa benda dengan ketelitian 0,01 gram. Prinsip kerja neraca ini adalah sekedar membanding massa benda yang akan dikur dengan anak timbangan.



Gambar 3.7 Neraca *Ohaus*

b. Alat-alat pengujian penetrasi aspal

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

1) *Stopwatch*

Stopwatch digunakan untuk mengukur waktu ketika proses penetrasi.



Gambar 3.8 *Stopwatch*

2) Penetrometer

Penetrometer adalah alat yang digunakan dalam pengujian penetrasi aspal. Pada alat ini terdapat jarum yang digunakan untuk menusuk aspal padat untuk mengukur nilai penetrasinya. Untuk menguji nilai penetrasi aspal, tombol pada sebelah atas jarum ditekan agar jarum dapat turun. Nilai penetrasi aspal akan ditunjukkan oleh jarum penunjuk angka pada arloji penetrasi bagian atas.

Penetrometer yang dapat melepas pemegang jarum untuk bergerak secara vertikal tanpa gesekan dan dapat menunjukkan kedalaman masuknya jarum kedalam benda uji sampai 0,1 mm terdekat. Berat pemegang jarum 47,5 gram \pm 0,05 gram. Berat total pemegang jarum beserta jarum 50 gram \pm 0,05 gram. Pemegang jarum harus mudah dilepas dari penetrometer untuk keperluan pengecekan berat. Penetrometer harus dilengkapi dengan *waterpass* untuk memastikan posisi jarum tegak (90°) ke permukaan. Berat beban 50 gram \pm 0,05 gram dan 100 gram \pm 0,05 gram sehingga dapat digunakan untuk mengukur penetrasi dengan berat total 100 gram atau 200 gram sesuai dengan kondisi pengujian yang diinginkan (RSNI 06-2456- 1991).



Gambar 3.9 Penetrometer

3) Jarum Penetrasi

Jarum penetrasi harus terbuat dari *stainless steel* dan dari bahan yang kuat, *Grade 440-C* atau yang setara, HRC 54 sampai 60. Jarum standar memiliki panjang sekitar 50 mm sedangkan jarum panjang memiliki panjang sekitar 60 mm (2,4 inch). Diameter jarum antara 1,00 mm sampai dengan 1,02 mm. Ujung jarum berupa kerucut terpancung dengan sudut antara 8,7° dan 9,7°. Ujung jarum harus terletak satu garis dengan permukaan yang lurus tidak boleh melebihi 0,2 mm. Diameter ujung kecut terpancung 0,14 mm sampai 0,16 mm dan terpusat terhadap sumbu jarum. Ujung jarum harus runcing, tajam dan halus. Panjang bagian jarum standar yang tampak harus antara 40 sampai 45 mm sedangkan untuk jarum panjang antara 50 mm hingga 55 mm (1,97 inch hingga 2,17 inch). Berat jarum harus 2,50 gram \pm 0,05 gram. Jarum penetrasi yang akan digunakan untuk pengujian mutu aspal harus memenuhi kriteria tersebut diatas disertai dengan hasil pengujian dari pihak yang berwenang (RSNI 06-2456-1991).



Gambar 3.10 Jarum Penetrasi

4) Cawan

Cawan berfungsi sebagai wadah aspal padat, cawan ini berbentuk setengah tabung yang berbahan aluminium.



Gambar 3.11 Cawan Yang Sudah Terisi Aspal

5) Termometer

Termometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu. Dalam pengujian ini, termometer digunakan untuk mengukur suhu aspal padat yang akan diuji penetrasinya.



Gambar 3.12 Termometer

6) *Baskom*

Baskom mangkuk seng berfungsi sebagai wadah air es yang digunakan untuk menurunkan suhu aspal.



Gambar 3.13 baskom/wadah

7) *Kain Lap*

Kain lap dibutuhkan dalam praktikum ini, yaitu untuk membersihkan cawan, termometer dan meja yang terkena aspal yang menempel maupun air yang tumpah.



Gambar 3.14 Kain Lap

c. Alat-alat pengujian titik lembek aspal

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

1) *Termometer*

Termometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu. Pengujian ini, termometer digunakan untuk mengukur suhu aspal padat yang akan diuji penetrasinya.



Gambar 3.15 Termometer

2) *Cincin Kuningan*

Cincin kuningan berbentuk seperti bola baja, dalam pengujian titik lembek aspal ini membutuhkan dua buah cincin kuningan. Cincin kuningan ini berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan aspal yang akan diuji.



Gambar 3.16 Cincin Kuningan

3) *Bola baja*

Pengujian titik lembek aspal ini membutuhkan dua buah bola baja. Bola baja yang digunakan dalam pengujian ini harus memiliki spesifikasi diameter 9,3 mm, berat antara 3,45 gram hingga 3,55 gram.



Gambar 3.17 Bola Baja

4) *Tabung ukur*

Pengujian ini, tabung ukur digunakan sebagai wadah yang berisi air es untuk merendam aspal yang diletakkan dalam dudukan benda uji.



Gambar 3.18 Tabung Ukur

5) *Dudukan benda uji*

Dudukan benda uji merupakan alat yang digunakan untuk meletakkan benda uji yang telah diletakkan dalam cincin kuningan. Dudukan benda uji ini dilengkapi dengan tempat untuk menaruh benda uji (cincin kuningan yang telah berisi aspal) yang berlubang pada bagian tempat meletakkan cincin kuningan dan dilengkapi dengan plat dasar dengan jarak tertentu yang digunakan untuk menahan bola baja ketika jatuh.



Gambar 3.19 Dudukan Benda Uji

6) *Kompur listrik*

Kompur listrik merupakan kompor yang dalam penggunaannya membutuhkan energi dari listrik. Proses pengujian titik leleh ini, kompor digunakan untuk memanaskan benda uji yang sedang diuji



Gambar 3.20 Kompor Listrik

7) *Plat penghantar/kawat kasa*

Kawat kasa digunakan sebagai alas tabung ukur ketika dalam proses pemanasan. Hal ini bertujuan agar tabung ukur tidak bersinggungan langsung dengan kompor sehingga pertambahan panas tidak terlalu banyak dan tidak menyebabkan tabung ukur pecah.



Gambar 3.21 Kawat Kasa

8) *Penjepit*

Penjepit digunakan untuk mengangkat benda yang panas.



Gambar 3.22 Penjepit

9) *Kain Lap*

Kain lap dibutuhkan dalam praktikum ini, yaitu untuk membersihkan cincin kuningan, bola baja, termometer dan meja yang terkena aspal yang menempel maupun air yang tumpah.



Gambar 3.23 Kain lap

10) Stopwatch

Stopwatch digunakan untuk mengukur waktu ketika proses pengujian titik lembek aspal.



Gambar 3.24 *Stopwatch*

11) Sendok

Sendok berfungsi sebagai pengaduk aspal ketika proses pemanasan aspal. Sendok yang digunakan dalam pengujian ini berbahan aluminium.



Gambar 3.25 Sendok

2. Alat-alat pengujian agregat

a. Satu set alat pengujian analisa Saringan

Satu set adalah saringan ukuran 37,5mm (3"); 50,8 mm (2"); 19,1 mm (3/4"); 12,5 mm (1/2"); 9,5 mm (3/8"); 4,75 mm (No. 4); 2,36 mm (No. 8); 1,18 mm (No. 16); 0,600 mm (No. 30); 0,300 mm (No. 50); 0,150 mm (No. 100); 0,075 mm (No. 200). Semua saringan disusun secara berurutan mulai dari yang terkecil di posisi paling bawah sampai ukuran terbesar di posisi paling atas.



Gambar 3.26 Satu Set Saringan

b. Satu set alat pengujian berat jenis dan penyerapan

Satu set alat pengujian berat jenis dan penyerapan berupa oven, timbangan, piring seng, alat uji SSD (*Saturated Surface Dry*) dan gelas ukur.

3. Alat-alat pembuat benda uji

Untuk membuat benda uji diperlukan beberapa peralatan yang meliputi cetakan benda uji (*mould*), penumbuk benda uji dan landasanya, dongkrak (untuk mengeluarkan benda uji), kompor listrik,

thermometer, wadah pencampur, piring, kertas penyaring, spatula, dan sarung tangan.

a. Alat cetak benda uji (Mould)

Mould atau alat cetak benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10,2 cm dengan tinggi 7,62 cm. *Mould* yang digunakan berjumlah 2 buah dan berfungsi sebagai cetakan benda uji.



Gambar 3.27 *Mould*

b. Alat penumbuk benda uji beserta landasan penumbuk

Alat penumbuk benda uji mempunyai permukaan tumbuk rata yang berbentuk silinder dengan berat 4,536 kg dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm. Dalam penumbukan benda uji juga dilengkapi dengan landasan pematat yang terdiri dari pelat baja berbentuk persegi dengan ukuran 20,32 x 20,32 cm dan tebal sekitar 3 cm.



Gambar 3.28 Alat penumbuk Manual

c. Bak pengaduk

Bak pengaduk ini terbuat dari logam seng berbentuk balok dengan ukuran kira-kira panjang 30 cm, lebar 20 cm dan kedalaman sekitar 10-15 cm. Bak ini berfungsi sebagai wadah untuk memanasi dan mencampur bahan-bahan campuran benda uji secara keseluruhan seperti aspal dan agregat hingga mencapai suhu maksimum pencampuran yang sudah ditentukan.



Gambar 3.29 Bak pengaduk (*Hooper*)

d. Alat pengujian benda uji dengan metode marshall

Alat untuk melakukan pengujian *marshall* terhadap benda uji meliputi alat *marshall test*, bak perendam, termometer, kompor listrik, sarung tangan dan lain-lain.



Gambar 3.30 Alat Pengujian *Marshall*

e. Alat pengeluar benda uji

Alat pengeluar benda uji berfungsi untuk mengeluarkan benda uji dari dalam cetakan yang sudah dipadatkan.



Gambar 3.31 Alat Pengeluar Benda Uji

3.4 Persiapan Material

Secara umum pelaksanaan penelitian ini terdapat beberapa langkah pekerjaan. Diawali dengan menetapkan komposisi campuran, penyiapan material, pemeriksaan material, pembuatan benda uji, perawatan, dan pengujian benda uji. Tahapan-tahapan penelitian tersebut di atas, dilaksanakan dengan berdasarkan standar peraturan pengerjaan aspal yang disesuaikan dengan kondisi laboratorium. Sebagian langkah pemeriksaan material hanya dibatasi pada pemeriksaan karakteristik, karena dianggap penting dalam perhitungan komposisi campuran. Namun tidak semua material dapat diperiksa karakteristiknya. Tidak dilakukan pemeriksaan terhadap air dan material aditif.

Semua material (aspal, agregat) berasal dari tempat yang berbeda. Semua bahan ditempatkan pada tempat yang aman dan tidak mengalami perubahan fisik

dan kimia serta bebas dari benda asing. Untuk menjaga kelembaban supaya tetap, material dimasukkan ke dalam kantong plastik. Aspal yang digunakan adalah AC Penetrasi 60/70. Agregat kasar adalah batu pecah dan Agregat halus adalah pasir. Bahan tambahan biji plastik

3.5 Pemeriksaan Agregat

Agregat halus pasir, dan agregat kasar batu pecah. Agregat kemudian dilakukan Pengujian Gradasi, Kadar Lumpur, Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Halus, Keausan dan Berat Volume untuk perhitungan proporsi campuran Aspal.

3.6 Pembuatan Benda Uji

Berikut ini adalah proses atau langkah-langkah pembuatan benda uji :

- a. Menyiapkan semua bahan benda uji yaitu aspal, agregat kasar, agregat halus, dan bahan tambah biji plastik yang sudah dimasukkan ke dalam plastik sesuai dengan komposisi yang sudah direncanakan.
- b. Menyiapkan semua peralatan yang dibutuhkan untuk melakukan pencampuran aspal lapis beton.
- c. Memanaskan aspal beserta biji plastik mencapai suhu 300°C sebelum dicampur dengan agregat.
- d. Memanaskan agregat mencapai suhu 120°C .
- e. Setelah semua bahan mencapai suhu yang telah ditentukan, kemudian dilakukan pencampuran antara aspal dengan agregat. Semua bahan diijadikan satu dan diaduk-aduk sampai tercampur merata hingga mencapai suhu sekitar 160°C .
- f. Menyiapkan cetakan benda uji (mould) beserta alas cetakan yang sudah diolesi pelumas dan dipanaskan. Kemudian menyiapkan kertas lakmus dibagian dasar cetakan.
- g. Memasukkan semua bahan yang sudah dicampur dan pada suhu maksimal pencampuran ke dalam cetakan sembari ditusuk-tusuk

dengan spatula yang sudah dipanaskan sebelumnya. Penusukan dengan alat spatula ini dilakukan dengan prosedur menusuk bagian pinggir sebanyak 15 kali dan bagian tengah sebanyak 10 kali.

- h. Langkah selanjutnya yaitu dilakukan penumbukan pada campuran yang telah dimasukan pada cetakan sebanyak 75 kali kemudian diganti permukaan lainya sebanyak 75 kali.
- i. Setelah dilakukan penumbukkan, benda uji dikeluarkan dari cetakan menggunakan alat pengeluar benda uji.
- j. Setelah benda uji dilepaskan dari cetakan kemudian diberikan tanda pengenal agar tidak tertukar dengan yang lain. Kemudian benda uji didiamkan hingga kering.
- k. Setelah benda uji kering maka selanjutnya dilakukan penimbangan setiap benda uji untuk mendapatkan nilai berat benda uji kering.
- l. Benda uji kemudian direndam selama ± 24 jam.
- m. Setelah direndam ± 24 jam, kemudian dikeluarkan dari bak perendaman lalu dilap menggunakan lap kering sampai benda uji dalam keadaan SSD atau dalam keadaan kering permukaan.
- n. Benda uji kemudian ditimbang untuk mendapatkan nilai dari berat SSD (saturated surface dry)
- o. Setelah itu beda uji ditimbang dalam air untuk mendapatkan nilai berat dalam air.
- p. Kemudian dilakukan pengujian dengan alat marshall terhadap masing masing benda uji. (Desain, n.d.)

3.7 Pengujian dengan Alat *Marshall*

Menurut Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat *Marshall* (SNI 06- 2489-1991) Langkah –langkah pengujian menggunakan alat marshall adalah sebagai berikut :

- a. Merendam benda uji dalam bak perendam (water bath) selama 30 – 40 menit dengan suhu tetap 60°C ($\pm 1^{\circ}\text{C}$) untuk benda uji yang menggunakan aspal padat, untuk benda uji yang menggunakan aspal cair masukkan benda uji ke dalam oven selama minimum 2 jam dengan suhu tetap 25°C ($\pm 1^{\circ}\text{C}$);
- b. Mengeluarkan benda uji dari bak perendam atau dari oven dan letakkan ke dalam segmen bawah kepala penekan;
- c. Memasang segmen atas di atas benda uji, dan letakkan keseluruhannya dalam mesin pengujian;
- d. Memasang arloji pengukur alir (flow) pada kedudukannya di atas salah satu batang penuntun dan atur kedudukan jarum penunjuk pada angka nol, sementara selubung tangkai arloji (sleeve) dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan;
- e. Sebelum pembebanan diberikan, menaikkan kepala penekan beserta benda ujinya sehingga menyentuh alas cincin pengujian;
- f. Mengatur jarum arloji tekan pada kedudukan angka nol;
- g. Memberikan pembebanan pada benda uji dengan kecepatan tetap sekitar 50 mm per menit sampai pembebanan maksimum tercapai atau pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji tekan dan mencatat pembebanan maksimum (stability) yang dicapai, untuk benda uji yang tebalnya tidak sebesar 63,5 mm. Mencatat nilai alir (flow) yang ditunjukkan oleh jarum arloji pengukur alir pada saat pembebanan maksimum tercapai.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Pengujian Aspal penetrasi 60/70

Bahan yang digunakan untuk campuran Beton aspal pada penelitian ini terdiri dari aspal pen 60/70, agregat kasar, agregat halus dan filler dari abu batu. Dari hasil pengujian yang dilakukan terhadap aspal pen 60/70, diperoleh hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1: Hasil Pemeriksaan Aspal Penetrasi 60/70.

Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil Uji	Satuan
Penetrasi Pada suhu 25°C	60-70	65,60	0,1 mm
Berat Jenis	Min 1	1,030	gr/ml
Titik Lembek	Min 48	49,00	°C

Sumber : Laboratorium AMP PT. Trisakti Manunggal Perkasa Internasional

4.1.2 Pengujian Agregat

Hasil pemeriksaan material agregat yang digunakan berdasarkan data yang didapat dari Laboratorium AMP PT. Trisakti Manunggal Perkasa Internasional telah memenuhi syarat sesuai Spesifikasi Bina Marga 2018 untuk bahan campuran perkerasan jalan. Pada penentuan agregat kasar digunakan 2 jenis agregat yaitu batu split ukuran 19-22 mm dan split ukuran 12-19 mm. Dapat dilihat hasil pengujian material agregat mulai dari split, screening hingga abu batu pada tabel berikut.

a. Agregat Gradasi Split (19-22)

Tabel 4.2: Analisa Gradasi Split (19-22).

No. Saringan	Ukuran(mm)	%Lolos Saringan
1"	25	100,00
3/4"	19	57,83
1/2"	12,5	13,91
3/8"	9,5	2,59

NO. 4	4,75	0,51
NO. 8	2,36	0,51
NO. 16	1,18	0,29
NO. 30	0,6	0,17
NO. 50	0,3	0,11
NO. 100	0,15	0,08
NO. 200	0,075	0,05

Pada spesifikasi bina marga untuk agregat kasar adalah yang memiliki ukuran butir lebih besar dari diameter saringan no.4 atau diameter 4,75 mm. Pada saringan no.4 banyak agregat yang lolos adalah 0,51%.

Tabel 4.3: Hasil Pengujian Split (19-22).

Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil Uji	Satuan
Berat Jenis Bulk	-	2,607	gr/cc
Berat Jenis SSD	-	2,640	gr/cc
Berat Jenis Apparent	-	2,693	gr/cc
Penyerapan Air	Max 3	1,254	%

Dari tabel hasil pemeriksaan split diatas, didapatkan berat jenis sebesar 2,607 gr/ml, dan penyerapan 1,254%. Hasil tersebut memenuhi syarat yang telah ditetapkan oleh Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk perkerasan aspal.

b. Agregat Gradasi Split (12-19)

Tabel 4.4: Analisa Gradasi Split (12-19).

No. Saringan	Ukuran(mm)	%Lolos Saringan
1"	25	100,00
3/4"	19	100,00
1/2"	12,5	32,49
3/8"	9,5	8,11
NO. 4	4,75	1,82
NO. 8	2,36	0,51
NO. 16	1,18	1,70
NO. 30	0,6	1,60

NO. 50	0,3	1,39
NO. 100	0,15	0,86
NO. 200	0,075	0,40

Pada spesifikasi bina marga untuk agregat kasar adalah yang memiliki ukuran butir lebih besar dari diameter saringan no.4 atau diameter 4,75 mm. Pada saringan no.4 banyak agregat yang lolos adalah 1,82%.

Tabel 4.5: Hasil Pengujian Split (12-19).

Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil Uji	Satuan
Berat Jenis Bulk	-	2,633	gr/cc
Berat Jenis SSD	-	2,672	gr/cc
Berat Jenis Apparent	-	2,741	gr/cc
Penyerapan Air	Max 3	1,488	%

Dari tabel hasil pemeriksaan split diatas, didapatkan berat jenis sebesar 2,633 gr/ml, dan penyerapan 1,488%. Hasil tersebut memenuhi syarat yang telah ditetapkan oleh Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk perkerasan aspal.

c. Agregat Gradasi Screening (6-12)

Tabel 4.6: Analisa Gradasi Screening (6-12).

No. Saringan	Ukuran(mm)	%Lolos Saringan
1"	25	100,00
3/4"	19	100,00
1/2"	12,5	100,00
3/8"	9,5	95,40
NO. 4	4,75	18,92
NO. 8	2,36	3,18
NO. 16	1,18	2,38
NO. 30	0,6	2,02
NO. 50	0,3	1,82
NO. 100	0,15	1,48
NO. 200	0,075	1,18

Pada agregat medium persentase lolos saringan 1/2" atau diameter 12,5 mm sebanyak 100% dan saringan no.4 sebanyak 18,92%.

Tabel 4.7: Hasil Pengujian Screening (19-22).

Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil Uji	Satuan
Berat Jenis Bulk	-	2,628	gr/cc
Berat Jenis SSD	-	2,670	gr/cc
Berat Jenis Apparent	-	2,744	gr/cc
Penyerapan Air	Max 3	1,621	%

Dari tabel hasil pemeriksaan split diatas, didapatkan berat jenis sebesar 2,628 gr/ml, dan penyerapan 1,621%. Hasil tersebut memenuhi syarat yang telah ditetapkan oleh Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk perkerasan aspal.

d. Agregat Gradasi Abu Batu

Tabel 4.8: Analisa Gradasi Abu Batu.

No. Saringan	Ukuran(mm)	%Lolos Saringan
1"	25	100,00
3/4"	19	100,00
1/2"	12,5	100,00
3/8"	9,5	100,00
NO. 4	4,75	99,91
NO. 8	2,36	85,62
NO. 16	1,18	55,72
NO. 30	0,6	35,50
NO. 50	0,3	27,17
NO. 100	0,15	19,70
NO. 200	0,075	12,98

Tabel 4.9: Hasil Pengujian Abu Batu.

Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil Uji	Satuan
Berat Jenis Bulk	-	2,611	gr/cc
Berat Jenis SSD	-	2,666	gr/cc
Berat Jenis Apparent	-	2,763	gr/cc

Penyerapan Air	Max 3	2,103	%
Sand Equivalent	Min 60	72,12	%
Lolos Saringan No.200	Max 10	9,49	%
Gumpalan Lempung Agregat Halus	Max 1	0,58	%

Dari tabel hasil pemeriksaan split diatas, didapatkan berat jenis sebesar 2,611 gr/ml, dan penyerapan 2,103%. Hasil tersebut memenuhi syarat yang telah ditetapkan oleh Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk perkerasan aspal.

4.2 Pembahasan

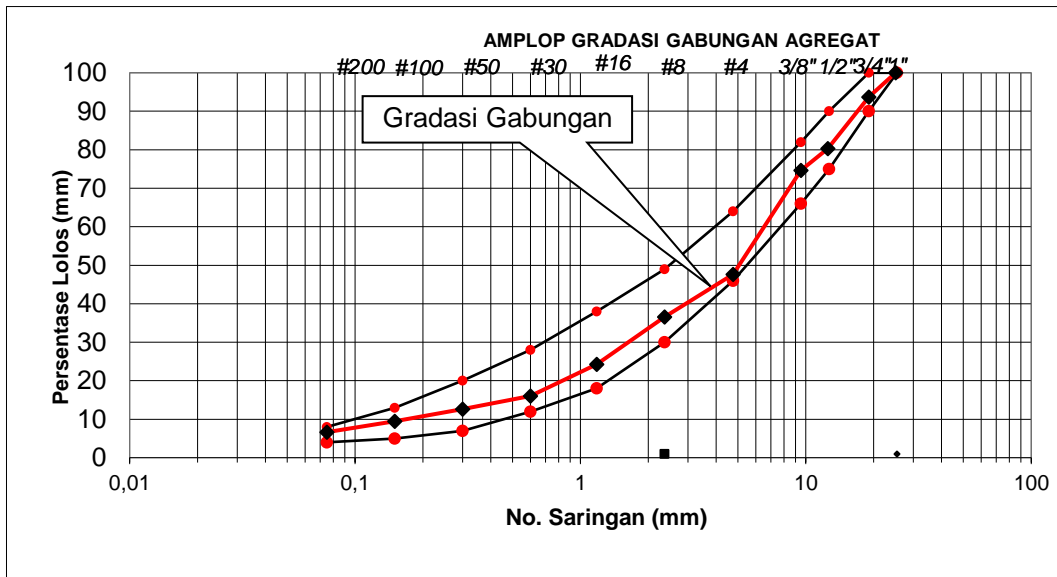
4.2.1 Perancangan Gradasi Agregat Campuran

Perlu diketahui proporsi agregat gabungan untuk pembuatan campuran aspal. Proporsi agregat gabungan merupakan penggabungan agregat atau pencampuran agregat kasar, agregat medium, agregat halus dan filler sehingga menjadi campuran yang homogen dengan susunan butiran sesuai dengan spesifikasi. Hasil penentuan gradasi agregat untuk campuran ini dilakukan dengan cara trial and error. Dimana data yang digunakan mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk lapisan aspal AC-BC. Tiap hasil analisis saringan dimasukkan kedalam grafik dan kemudian didapatkan persentase yang digunakan untuk pencampuran yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.10: Hasil Gabungan Gradasi Agregat.

No Saringan	Agg Halus	Agg Sedang	Ca Max Size 3/4"	Ca Max Size 1"	Filler	Total Campuran
	40%	34%	10%	15%	1%	
1"	40,00	34,00	10,00	15,00	1,00	100,00
3/4"	40,00	34,00	10,00	8,67	1,00	93,67
1/2"	40,00	34,00	3,25	2,09	1,00	80,34
3/8"	40,00	32,44	0,81	0,39	1,00	74,64
No. 4	39,96	6,43	0,18	0,08	1,00	47,66
No. 8	34,25	1,08	0,17	0,08	1,00	36,58
No. 16	22,29	0,81	0,16	0,04	1,00	24,30
No. 30	14,20	0,69	0,14	0,03	1,00	16,05

No. 50	10,87	0,62	0,12	0,02	1,00	12,62
No. 100	7,88	0,50	0,09	0,01	1,00	9,48
No. 200	5,19	0,40	0,04	0,01	1,00	6,64



Gambar 4.1: Grafik Hasil Gabungan Agregat.

Dari hasil penhujian analisi saringan didapat hasil kombinasi gradasi agregat yang memenuhi spesifikasi umum bina marga 2018.

Data persen agregat yang diperoleh pada campuran normal:

1. Medium Agregat = 34%
2. Agregat kasar CA $\frac{3}{4}$ " inch = 10%
3. Agregat kasar CA 1" inch = 15%
4. Agregat halus abu batu = 40%
5. Filler semen = 1%

4.2.2 Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Untuk benda uji penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) maka dapat dilakukan pembuatan sampel dan pengujian Marshall yang dimana hasil pengujian tersebut dibutuhkan untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO). Data-data yang diperlukan setelah pengujian Marshall yaitu Density, VIM, VMA, VFB, Stabilitas dan Flow. Kemudian data yang didapat dibandingkan dengan spesifikasi

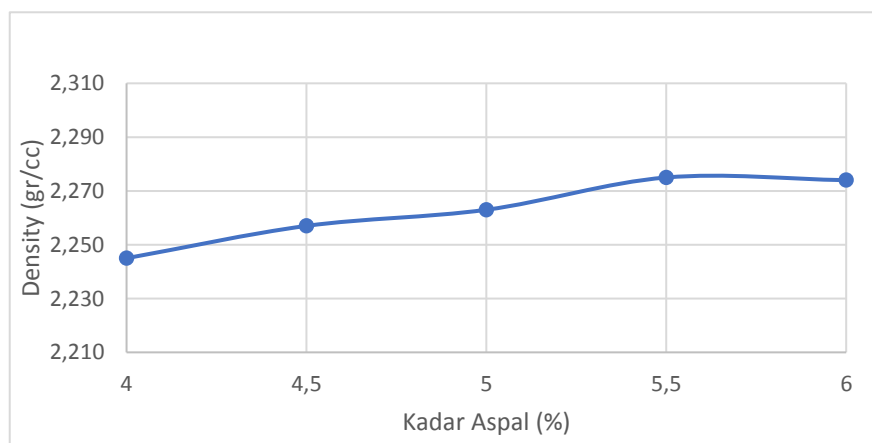
Bina Marga 2018 divisi 6. Besar nya nilai rata-rata dari beberapa data tersebut diambil nilai tengah nya untuk dijadikan Kadar Aspal Optimum. Berikut data hasil pengujian yang didapatkan sebagai berikut:

a. Kepadatan (*Bulk Density*)

Kepadatan atau *bulk density* merupakan nilai yang menunjukkan kepadatan dari campuran beraspal. Faktor yang mempengaruhi nilai kepadatan adalah suhu pemadatan, komposisi bahan penyusun, kadar aspal, dan jumlah tumbukan pemadatan. Berikut hasil nilai density yang diperoleh berdasarkan pengujian :

Tabel 4.11: Hasil Pengujian *Bulk Density* Campuran Normal.

Kadar Aspal	Spesifikasi Umum	<i>Bulk Density</i>
4%	-	2,245
4,5%	-	2,257
5%	-	2,263
5,5%	-	2,275
6%	-	2,274



Gambar 4.2: Grafik Nilai *Bulk Density* Terhadap Kadar Aspal.

Dari hasil pengujian untuk nilai *bulk density* pada aspal normal didapatkan nilai tertinggi pada campuran 5,5% dengan nilai 2,275 gr/cc.

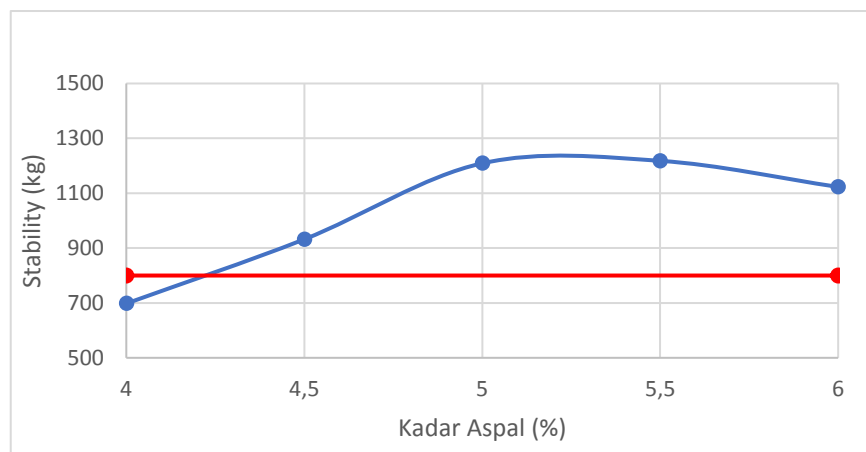
b. Stabilitas (*Stability*)

Stabilitas merupakan kemampuan lapis perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa mengalami perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) yang berbentuk seperti gelombang, alur (rutting), ataupun mengalami bleeding. Nilai

stabilitas dipengaruhi kerapatan dalam campuran. Berikut hasil nilai stabilitas yang diperoleh berdasarkan pengujian :

Tabel 4.12: Hasil Pengujian *Stability* Campuran Normal.

Kadar Aspal	Spesifikasi Umum	<i>Stability</i>
4%	Min 800	698,0
4,5%	Min 800	932,0
5%	Min 800	1209,0
5,5%	Min 800	1218,0
6%	Min 800	1123,0



Gambar 4.3: Grafik Nilai *Stability* Terhadap Kadar Aspal.

Dari hasil pengujian yang dilakukan, didapatkan nilai stabilitas pada kadar aspal 4% yang tidak memenuhi syarat Spesifikasi Bina Marga 2018 bahwa nilai stabilitas minimum sebesar 800 Kg. Semakin tinggi kadar aspal dalam campuran maka akan meningkatkan nilai stabilitas hingga optimum dan mengalami penurunan. Nilai stabilitas yang terlalu tinggi dapat menyebabkan perkerasan mudah retak dan bila terlalu rendah mudah terjadinya deformasi.

c. Air Voids (VIM)

VIM merupakan parameter yang menunjukkan persentase rongga dalam campuran. Nilai VIM menjadi indikator untuk mengetahui tingkat durabilitas atau memberi pengaruh terhadap keawetan dari campuran beraspal. Besar kecilnya nilai VIM sangat dipengaruhi oleh gradasi agregat, jumlah tumbukan serta suhu pemadatan yang akan membuat campuran lebih padat. Semakin tinggi nilai VIM

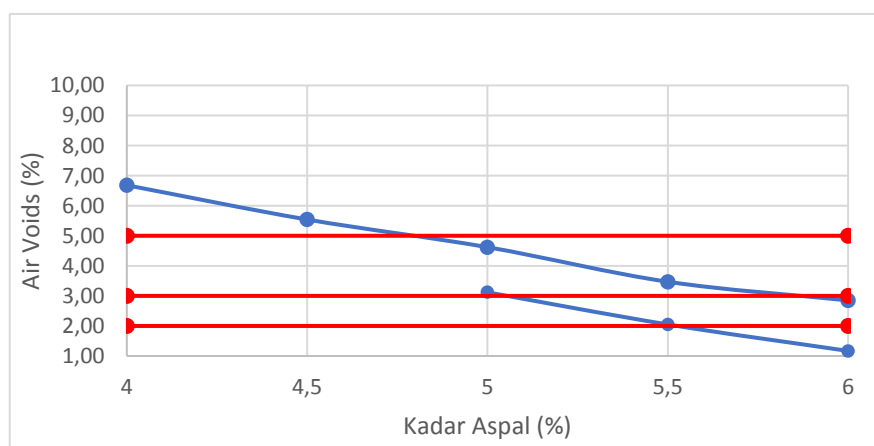
maka semakin tinggi kemampuan aspal untuk kedap air dan udara, sehingga dapat mempercepat penuaan aspal dan mudah retak sedangkan nilai VIM yang terlalu kecil juga akan mengakibatkan campuran perkerasan mudah mengalami bleeding. Berikut hasil nilai VIM yang diperoleh berdasarkan pengujian :

Tabel 4.13: Hasil Pengujian Air Voids (VIM) Campuran Normal.

Kadar Aspal	Spesifikasi Umum	Air Voids (VIM)
4%	3-5	6,68
4,5%	3-5	5,54
5%	3-5	4,62
5,5%	3-5	3,47
6%	3-5	2,85

Tabel 4.14: Hasil Pengujian Air Voids (VIM) PRD Campuran Normal.

Kadar Aspal	Spesifikasi Umum	Air Voids (VIM)
5%	Min 2	3,12
5,5%	Min 2	2,05
6%	Min 2	1,17



Gambar 4.4: Grafik Nilai Air Voids (VIM) Terhadap Kadar Aspal.

Dari hasil pengujian yang dilakukan, didapatkan nilai VIM memenuhi syarat Spesifikasi Bina Marga yaitu sebesar 3-5% pada kadar aspal 4,85% hingga 5,85% sementara Air Voids PRD yang memenuhi spesifikasi mulai dari kadar aspal

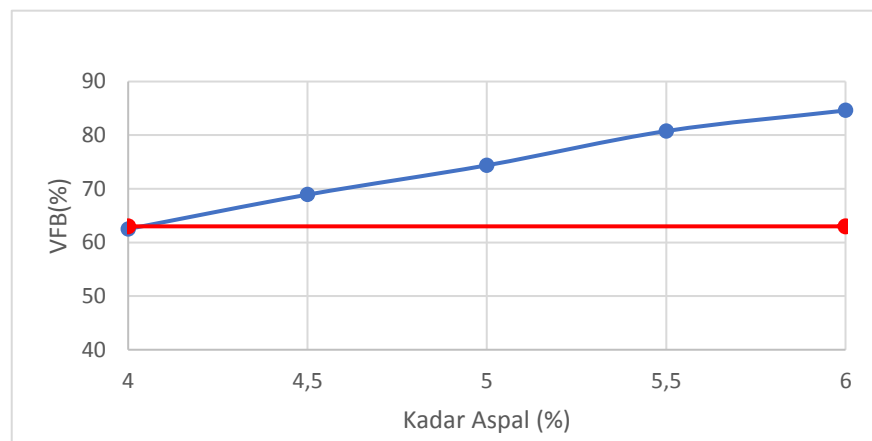
5,5%. Semakin besar kadar aspal yang digunakan maka pengaruh pada nilai VIM menjadi semakin kecil.

d. Voids Filled with Bitumen (VFB)

VFB atau rongga yang terisi aspal merupakan parameter yang menunjukkan banyaknya aspal yang terisi dalam rongga campuran beraspal yang telah dipadatkan. Nilai VFB dinyatakan dalam persen terhadap rongga antar butiran agregat atau VMA. Faktor – faktor yang dapat mempengaruhi VFB antara lain kadar aspal, gradasi agregat, dan kekuatan saat pemadatan (jumlah dan temperatur pemadatan). Berikut hasil nilai VFB yang diperoleh berdasarkan pengujian :

Tabel 4.15: Hasil Pengujian Voids Filled With Bitumen (VFB) Campuran Normal.

Kadar Aspal	Spesifikasi Umum	VFB
4%	Min 63	62,51
4,5%	Min 63	68,91
5%	Min 63	74,38
5,5%	Min 63	80,76
6%	Min 63	84,60



Gambar 4.5: Grafik Nilai Voids Filled With Bitumen (VFB) Terhadap Kadar Aspal.

Dari hasil pengujian yang dilakukan untuk pengujian VFB hanya kadar aspal 4% dengan nilai 62,51% yang tidak memenuhi syarat untuk Spesifikasi Bina Marga yaitu minimum 63%. Dilihat dari grafik diatas nilai VFB semakin meningkat

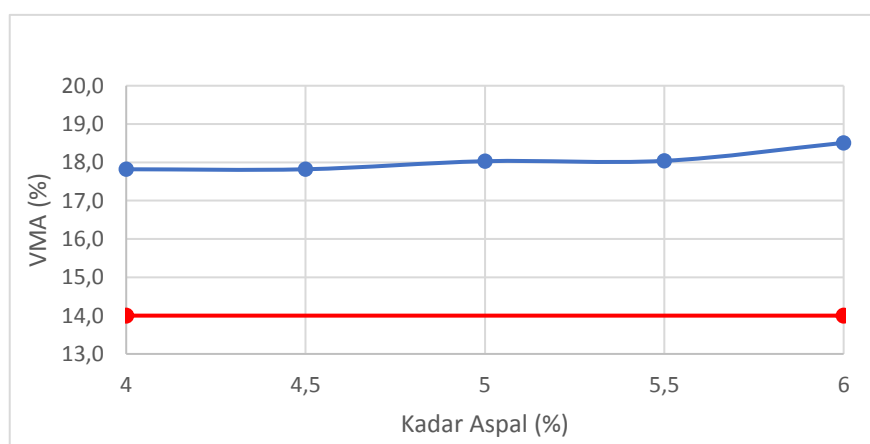
dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran. Hal ini disebabkan karena rongga yang ada dalam campuran semakin banyak terisi oleh aspal.

e. Void in Mineral Aggregate (VMA)

Void in Mineral Aggregate (VMA) atau rongga dalam agregat merupakan rongga antar butiran agregat dalam campuran aspal yang sudah dipadatkan. Rongga tersebut dipergunakan untuk menampung aspal yang mengikat antar agregat satu sama lain. Nilai VMA yang terlalu kecil menyebabkan lapisan perkerasan mempunyai lapisan aspal yang tipis sehingga mudah lepas dan kedap air yang menyebabkan lapisan perkerasan mudah rusak. Berikut hasil nilai VMA yang diperoleh berdasarkan pengujian :

Tabel 4.16: Hasil Pengujian Void In Mineral Aggregate (VMA) Campuran Normal.

Kadar Aspal	Spesifikasi Umum	VMA
4%	Min 14	17,82
4,5%	Min 14	17,82
5%	Min 14	18,03
5,5%	Min 14	18,04
6%	Min 14	18,51



Gambar 4.6: Grafik Nilai Void In Mineral Aggregate (VMA) Terhadap Kadar Aspal.

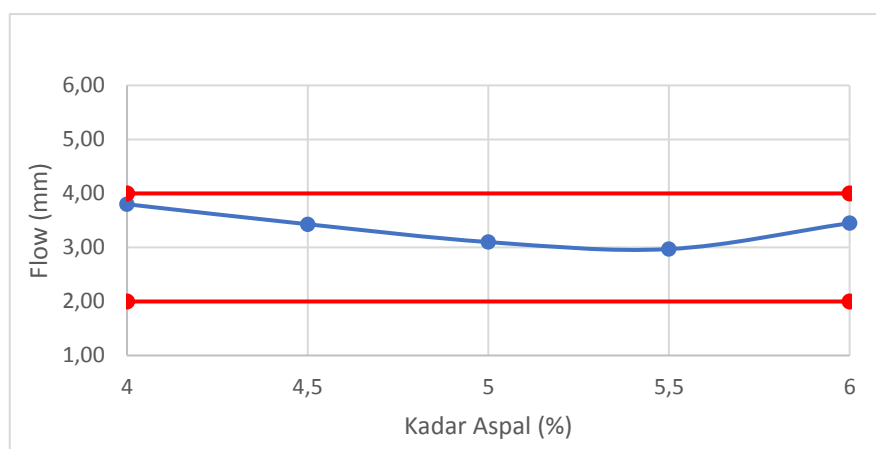
Dari pengujian yang dilakukan, didapatkan nilai VMA keseluruhan memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018 dengan syarat minimal 14%.

f. Kelelehan (*flow*)

Kelelehan atau *flow* merupakan indikator dari sifat fleksibilitas campuran yang dihasilkan. Nilai *flow* menunjukkan nilai penurunan yang terjadi pada campuran lapis perkerasan akibat menahan beban yang diterima sampai batas runtuh, dinyatakan dalam satuan mm. Nilai *flow* dipengaruhi antara lain oleh kadar dan viskositas aspal, gradasi agregat dan proses pemadatan. Berikut hasil nilai *flow* yang diperoleh berdasarkan pengujian :

Tabel 4.17: Hasil Pengujian Kelelehan (*flow*) Campuran Normal.

Kadar Aspal	Spesifikasi Umum	<i>flow</i>
4%	2-4	3,80
4,5%	2-4	3,43
5%	2-4	3,10
05,5%	2-4	2,97
6%	2-4	3,45



Gambar 4.7: Grafik Nilai Kelelehan (*flow*) Terhadap Kadar Aspal.

Dari hasil pengujian dengan mengacu syarat Spesifikasi Bina Marga 2018 bahwa nilai kelelehan sebesar 2 - 4. Maka nilai kelelehan yang didapatkan memenuhi syarat tersebut.

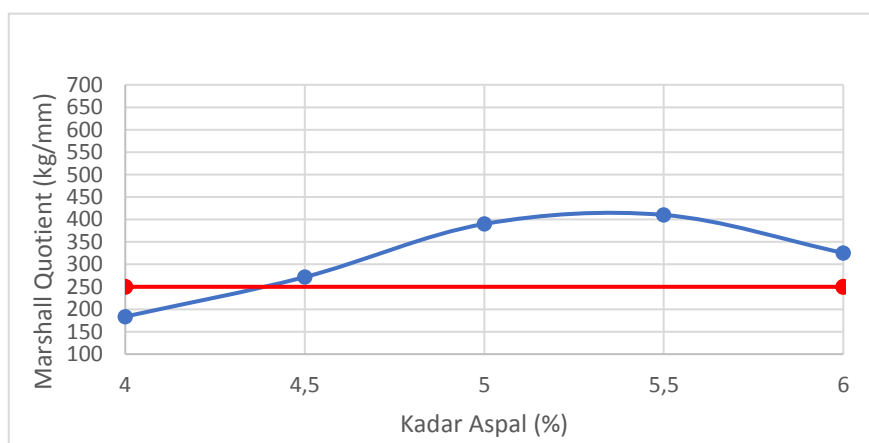
g. *Marshall Quotient* (MQ)

Marshall Quotient merupakan parameter dari kekakuan sebuah campuran yang dihasilkan. Dimana nilai MQ didapatkan dari hasil bagi antara nilai stabilitas dengan nilai *flow* dan dinyatakan dalam kg/mm. Campuran yang memiliki nilai MQ

yang rendah, maka campuran aspal akan semakin fleksibel, cenderung menjadi plastis dan lentur sehingga mudah mengalami perubahan bentuk pada saat menerima beban lalu lintas yang tinggi. Dan sebaliknya jika nilai MQ terlalu tinggi maka campuran beraspal akan kaku dan mudah retak. Berikut hasil nilai MQ yang diperoleh berdasarkan pengujian :

Tabel 4.18: Hasil Pengujian *Marshall Quotient* (MQ) Campuran Normal.

Kadar Aspal	Spesifikasi Umum	<i>Marshall Quotient</i> (MQ)
4%	-	183,8
4,5%	-	271,72
5%	-	390,0
05,5%	-	410,10
4	-	325,51



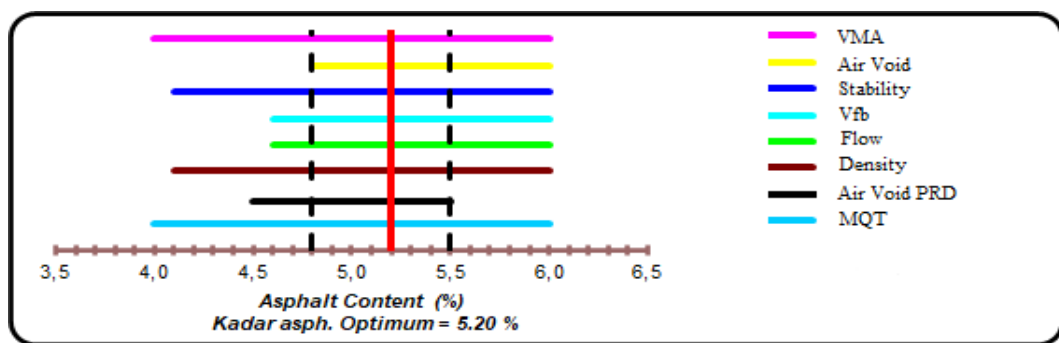
Gambar 4.8: Grafik Nilai *Marshall Quotient* (MQ) Terhadap Kadar Aspal.

Hasil marshall quotient yang didapat menggambarkan grafik naik, dimana semakin tinggi kadar aspal yang digunakan maka nilai marshall quotient semakin rendah. Hal ini diakibatkan dari banyaknya kandungan aspal pada campuran sehingga menjadi sangat lentur.

Tabel 4.19: Rekapitulasi Hasil Uji Marshall Campuran Normal.

Karakteristik	Spesifikasi Umum	Kadar Aspal %				
		4	4,5	5	5,5	6
Bulk Density (Gr/cc)	-	2,245	2,257	2,263	2,275	2,274

Stability (Kg)	Min 800	698,0	932	1209	1218	1123
Air Voids (%)	3-5	6,68	5,54	4,62	3,47	2,85
Air Voids PRD (%)	Min 2	-	-	3,12	2,05	1,17
Voids Filled Bitumen (%)	Min 63	62,51	68,91	74,38	80,76	84,6
VMA (%)	Min 14	17,82	17,82	18,03	18,04	18,51
Flow (mm)	2-4	3,80	3,43	3,1	2,97	3,45
Marshall Quotient (Kg/mm)	Min 250	183,8	271,72	390,0	410,10	325,51



Gambar 4.9: Grafik Penentuan KAO

Nilai KAO didapatkan dari nilai parameter yang memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018, Nilai parameter yang didapatkan yaitu nilai VMA, VIM, VFB, density, Stabilitas, Flow, dan MQ dimasukkan dalam satu diagram dan ditentukan nilai kadar aspal yang memenuhi seluruh spesifikasi tiap parameter. Dapat dilihat pada gambar bahwa semua variasi kadar aspal memenuhi spesifikasi namun terdapat nilai parameter yang tidak seluruhnya memenuhi spesifikasi yaitu pada nilai vim. Nilai yang memenuhi hanya berada pada variasi 4,85 – 5,5 %, dan didapatkan batas atas – batas bawah dari variasi maka dicari kadar optimumnya yaitu nilai tengah dari kadar aspal yang memenuhi spesifikasi. Dengan hasil kadar aspal optimum yang diperoleh dari pengujian sebesar 5,20%.

4.2.3 Pencampuran bahan uji dengan KAO



Gambar 4.10: Proses Pencampuran Bahan Uji.

Setelah didapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO) Sebesar 5,2%. Maka digunakan sebagai acuan penggunaan kadar aspal terhadap campuran AC-BC dengan bahan penambah *Biji Plastik*. Berikut variasi yang digunakan pada tiap campuran :

Tabel 4.20: Hasil Perhitungan Berat Agregat Yang Diperlukan Untuk Benda Uji Penggunaan Biji Plastik 7%, 8%, 9%, Pada KAO 5,2%.

Material	Persentase Material	Normal (gr)	Kadar Biji Plastik		
			7%	8%	9%
Abu Batu	40%	436,1	436,1	436,1	436,1
Medium Agregat	34%	370,7	806,7	806,7	806,7
Coarse Agregat 3/4	10%	109,0	915,8	915,8	915,8
Coarse Agregat 1"	15%	163,5	1079,3	1079,3	1079,3
Filler Semen	1%	10,9	1090,2	1090,2	1090,2
Total	100%	1090,2	1094,4	1095,0	1095,6
Berat Biji Plastik (gr)			4,19	4,78	5,38

4.2.4 Hasil Pengujian Marshall



Gambar 4.11: Proses Merendam Benda Uji Dalam Bak Perendam (*water bath*) Selama 30 – 40 Menit.



Gambar 4.12: Proses Pengujian Benda Uji Menggunakan Alat Marshall.

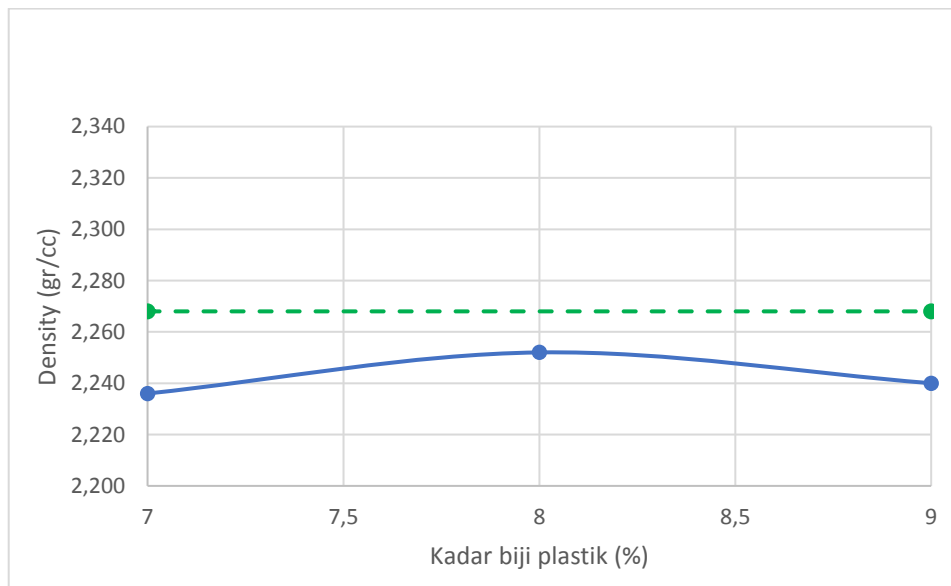
Uji marshall pada variasi campuran *Biji Plastik* dengan kadar aspal optimum dimaksudkan agar mendapatkan angka karakteristik marshall dan mengetahui pengaruh penambahan *Biji Plastik* dalam campuran aspal, serta mendapatkan kadar *Biji Plastik* yang optimum dalam pencampuran aspal. Hasil pengujian marshall dapat dilihat dalam tabel sebagai berikut :

a. Kepadatan (*Bulk Density*)

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan nilai kepadatan, hasil nilai kepadatan dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 4.21: Hasil Pengujian Kepadatan (*Bulk Density*) Variasi *Biji Plastik*.

Kadar Aspal	Spesifikasi Umum	<i>Bulk Density</i>
7%	-	2,236
8%	-	2,252
9%	-	2,240



Gambar 4.13: Grafik Nilai *Bulk Density* Terhadap Variasi *Biji Plastik*

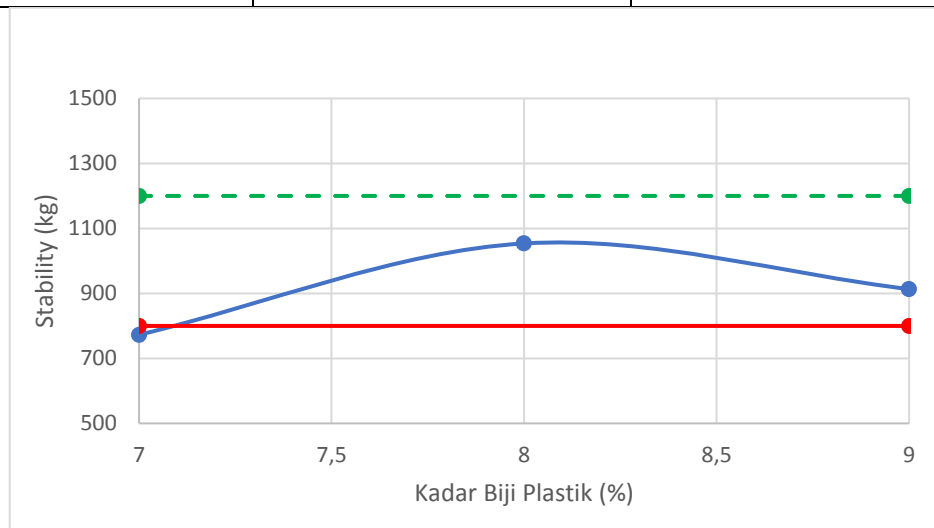
Berdasarkan hasil density yang didapat, Nilai density menurun dengan bertambahnya kadar variasi Biji Plastik. Jadi semakin banyak penambahan Biji Plastik maka semakin menurun nilai density sehingga campuran semakin tidak rapat dan semakin tidak kedap terhadap air dan udara.

b. Stabilitas (*Stability*)

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan nilai stabilitas, hasil nilai stabilitas dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 4.22: Hasil Pengujian Kepadatan Stabilitas (*Stability*) Variasi *Biji Plastik*.

Kadar Aspal	Spesifikasi Umum	<i>Stability</i>
7%	Min 800	772,75
8%	Min 800	1053,75
9%	Min 800	913,3



Gambar 4.14: Grafik Nilai Stabilitas (*Stability*) Terhadap Variasi *Biji Plastik*.

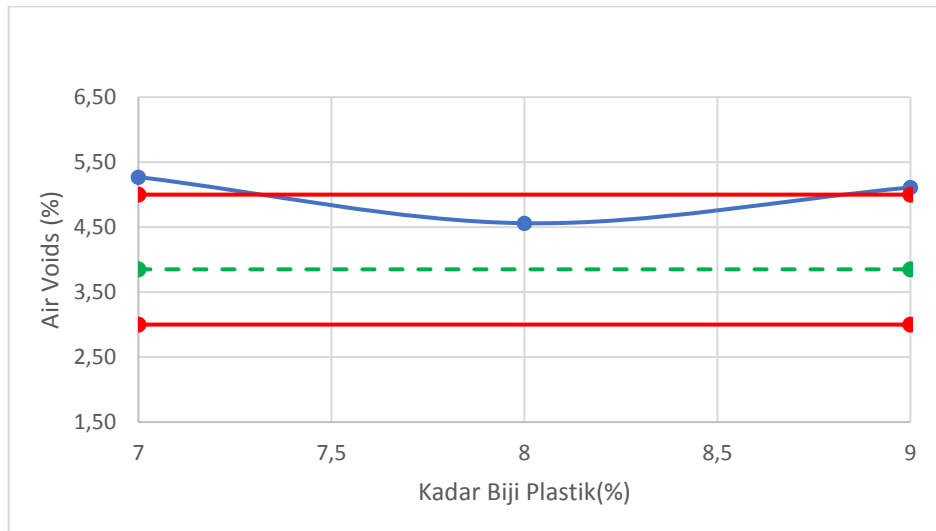
Berdasarkan hasil nilai stabilitas grafik diatas, menunjukkan bahwa pada kadar 7% penambahan biji plastik mengalami penurunan hingga tidak memenuhi syarat spesifikasi bina marga.

c. Air Voids (VIM)

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan nilai VIM, hasil nilai VIM dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 4.23: Hasil Pengujian Air Voids (VIM) Variasi *Biji Plastik*.

Kadar Aspal	Spesifikasi Umum	Air Voids (VIM)
7%	3-5	5,27
8%	3-5	4,56
9%	3-5	5,11



Gambar 4.15: Grafik Nilai Air Voids (VIM) Terhadap Variasi *Biji Plastik*.

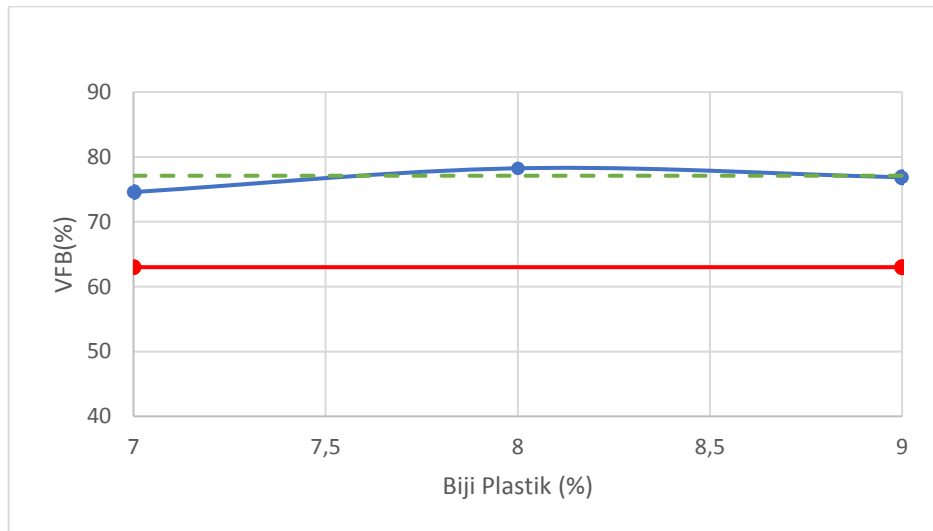
Dari hasil pengujian untuk nilai VIM pada aspal dengan tambahan biji plastik, didapat nilai kadar biji plastik 7% sebesar 5,27%, kadar biji plastik 8% sebesar 4,56%, kadar biji plastik 9% sebesar 5,11%. Sehingga kadar biji plastik 8%, memenuhi spesifikasi bina marga.

d. Voids Filled with Bitumen (VFB)

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan nilai VFB, hasil nilai VFB dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 4.24: Hasil pengujian Voids Filled with Bitumen (VFB) terhadap *Biji Plastik*.

Kadar Aspal	Spesifikasi Umum	VFB
7%	Min 63	74,58
8%	Min 63	78,26
9%	Min 63	76,86



Gambar 4.16: Grafik Nilai Voids Filled With Bitumen (VFB) Terhadap Variasi *Biji Plastik*.

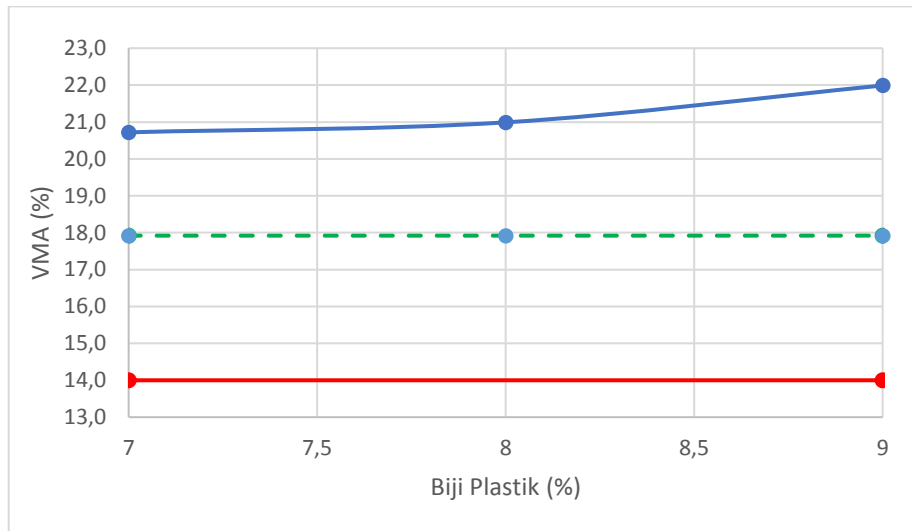
Dari grafik dapat dilihat nilai VFB mengalami naik turun seiring bertambahnya kadar variasi *Biji Plastik*. Hal ini disebabkan serat menyerap aspal dan mengisi rongga lebih banyak.

e. Void in Mineral Aggregate (VMA)

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan nilai VMA, hasil nilai VMA dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 4.25: Hasil pengujian Void in Mineral Aggregate (VMA) variasi *Biji Plastik*.

Kadar Aspal	Spesifikasi Umum	VMA
7%	Min 14	20,72
8%	Min 14	20,99
9%	Min 14	21,99



Gambar 4.17: Grafik Nilai Void in Mineral Aggregate (VMA) Terhadap Variasi *Biji Plastik*.

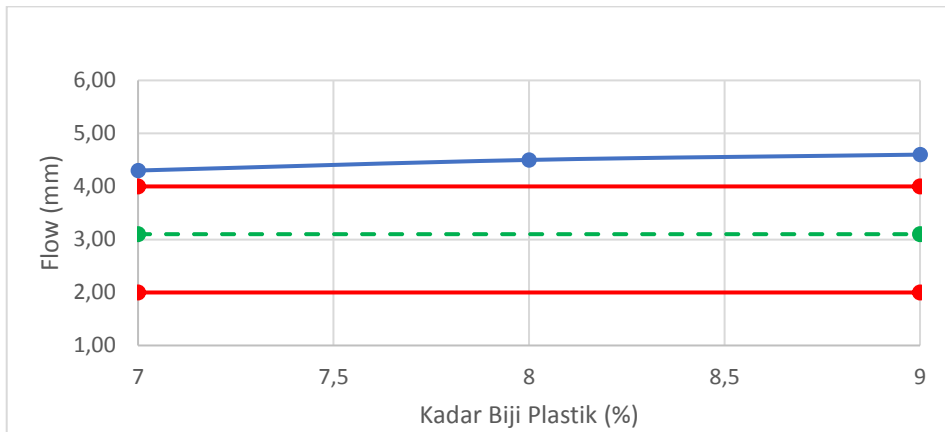
Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai VMA mengalami peningkatan seiring bertambahnya kadar variasi *Biji Plastik*. Nilai minimum rongga dalam mineral agregat adalah untuk menghindari banyaknya rongga udara yang menyebabkan material menjadi berpori.

f. Kelelahan (*flow*)

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan nilai kelelahan, hasil nilai kelelahan dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 4.26: Hasil Pengujian Kelelahan (*flow*) Variasi *Biji Plastik*.

Kadar Aspal	Spesifikasi Umum	<i>flow</i>
7%	2-4	4,30
8%	2-4	4,50
9%	2-4	4,60



Gambar 4.18: Grafik nilai Kelelehan (*flow*) Variasi *Biji Plastik*.

Berdasarkan hasil nilai flow yang didapat, Dimana nilai flow yang diperoleh mengalami kenaikan dengan penambahan *biji plastik* namun tidak ada yang memenuhi spesifikasi bina marga.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada AC-BC (*Asphalt Concrete – Binder Course*) dengan menggunakan biji plastik, maka kesimpulan yang didapat dari penelitian ini:

1. Dari pengujian yang dilakukan didapatkan nilai kadar aspal optimum sebesar 5,20%
2. Perubahan pada nilai karakteristik Marshall substitusi aspal dengan *biji plastik*, berikut adalah hasil pengujian:
 - a. Nilai bulk density dengan spesifikasi - normal 2,268 pada kadar biji plastik 7% sebesar 2,236 gr/cc, kadar biji plastik 8% sebesar 2,252 gr/cc, kadar biji plastik 9% sebesar 2,240 gr/cc.
 - b. Nilai stability dengan spesifikasi min 800 normal 1200 pada kadar biji plastik 7% sebesar 772,75 kg, kadar biji plastik 8% sebesar 1053,75 kg, kadar biji plastik 9% sebesar 913,3 kg. Berdasarkan spesifikasi bina marga nilai stabilitas minimum adalah 800 kg. Sehingga yang memenuhi spesifikasi bina marga adalah pada kadar biji plastik 7% yang tidak memenuhi spesifikasi bina marga 2018.
 - c. Nilai VIM dengan spesifikasi 3-5 normal 3,85 pada kadar biji plastik 7% sebesar 5,27%, kadar biji plastik 8% sebesar 4,56%, kadar biji plastik 9% sebesar 5,11%. Sehingga yang memenuhi spesifikasi bina marga 2018 hanya kadar biji plastik 8%
 - d. Nilai VFB dengan spesifikasi min 63 normal 77,10 pada kadar biji plastik 7% 74,58 kadar biji plastik 8% 78,26 kadar biji plastik 9% 76,86 sehingga yang memenuhi spesifikasi hanya 7% dan 9%
 - e. Nilai VMA dengan spesifikasi min 14 normal 17,19 pada kadar biji plastik 7% 20,72 kadar biji plastik 8% 20,99 kadar biji plastik 9% 21,99 sehingga tidak ada satu pun yang masuk spesifikasi bina marga 2018

- f. Nilai *flow* dengan spesifikasi 2-4 normal 3,10 pada kadar 7% sebesar 4,30 mm, pada kadar 8% sebesar 4,50 mm, kadar 9% sebesar 4,60 mm. Berdasarkan spesifikasi bina marga untuk nilai *flow* 2 mm – 4 mm sehingga kadar biji plastik pada setiap persenan tidak memenuhi spesifikasi dari bina marga.
3. Dari hasil penelitian aspal substitusi dengan biji plastik dapat disimpulkan bahwa penggunaan biji plastik sebagai campuran aspal memiliki nilai yang tidak begitu bagus, sehingga harus dilakukan penelitian lebih lanjut lagi agar lebih dapat dipastikan karena kurangnya referensi tentang penelitian aspal AC-BC yang menggunakan campuran biji plastik.

5.2 Saran



Berdasarkan hasil analisa data dalam penelitian dapat diambil beberapa saran sebagai berikut:

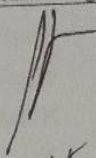



1. Dalam melakukan pengujian Analisa Saringan dan Marshall diperlukan ketelitian agar tidak terjadi kesalahan.
2. Diperlukannya pemahaman tentang tahap perencanaan campuran aspal yang sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 serta Standart Nasional Indonesia agar memperkecil kesalahan dalam tahapan pembuatan campuran beraspal.
3. Diharapkan adanya penelitian lebih lanjut mengenai aspal substitusi biji plastik pada AC-BC agar lebih banyak referensi yang didapat.

DAFTAR PUSTAKA

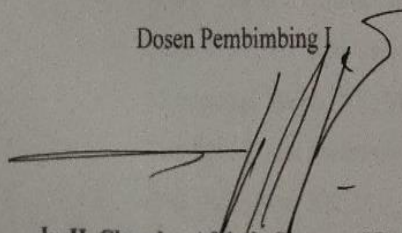
- Agustian, K., & Ridha, M. (2018). *Karakteristik Marshall Campuran AC-BC Dengan Menggunakan 6% biji plastik Sebagai Bahan Substitusi Aspal*. *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.30601/unayaded.v4i1.193>
- Amal, A. S. (2012). *Pemanfaatan biji plastik Pada Aspal AC 60/70 Terhadap Stabilitas Marshall Pada Asphalt Treated Base (Atb)*. *Jurnal Media Teknik Sipil*, 9(1). <https://doi.org/10.22219/jmts.v9i1.1111>
- Apriyanti, M. (2017). *Biji plastik Kemenyan Sebagai Bahan Aditif Pada Campuran Aspal Ac – Wc Ditinjau Dari Sifat Fisik Bahan Aspal Dan Nilai Stabilitas*. 9, 15–26.
- Desain, A. M. (n.d.). *Bab Iii Banuuuuu*. 30–56.
- Hermadi, M., & Ronny, Y. (2015). *Pengaruh penambahan biji plastik terhadap sifat reologi aspal*. 1(2), 105–114.
- Mashuri. (2010). *Karakteristik aspal sebagai bahan pengikat yang ditambahkan biji plastik*. *SMARTek*, 8(1), 1–12.
- Nursandah, F. (2019). *Laston ac-wc terhadap karakteristikmarshall*. 4(2), 262–267.
- Prastanto, H. (2014). *Depolimerisasi biji plastik secara mekanis Mechanically depolymerization of natural rubber for asphalt additive material*. *Jurnal penelitian biji plastik*, 32(1), 81–87. Retrieved
- Prastanto, H., Cifriadi, A., & Ramadhan, A. (2015). *Karakteristik Dan Hasil Uji Marshall Aspal Termodifikasi Dengan biji plasik Terdepolimerisasi Sebagai Aditif*. *Jurnal Penelitian biji plastik*, 33(1), 75.
- Razuardi, R., Saleh, S. M., & Isya, M. (2018). *Pengaruh Penambahan Buton Rock Asphalt (Bra) Sebagai Filler Pada Campuran Laston Lapis Aus (Ac-Wc)*. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(3), 715–724.
- Sukirman, S. (2016). *Beton Aspal Campuran Panas*. In *Institut Teknologi Nasional*

LAMPIRAN

 UNIVERSITAS SANGGA BUANA YPKP	FORMULIR BIMBINGAN/ASISTENSI TOPIK KHUSUS PENGARUH PENAMBAHAN BIJI PLASTIK PADA CAMPURAN AC-BC (ASPHALT CONCRETE - BINDER COURSE) PENETRASI 60/70 TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL			 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
	Mahasiswa : Romi Hidayat 2112181050	Dosen Pembimbing I : Ir. H. Chandra Afriade Siregar, ST., M.T Dosen Pembimbing II : Muhammad Syukri, ST., MT.	TA 2022-2023	

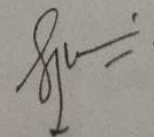
No.	Tanggal Pertemuan	Uraian Kegiatan, Catatan Perbaikan	Paraf Pembimbing
1.	09.11.22	<ul style="list-style-type: none"> 1) Penulisan cek! 2) Karakteristik biji plastik dicantumkan 	
2	11.11.22	<ul style="list-style-type: none"> 1) Penulisan recheck lagi! 2) Konsultasi ke PB. 	
3	4/11-22	Periksa & perbaikan format penulisan	
4	15/11-22	Acc Seminar TDVSUS	

Dosen Pembimbing I







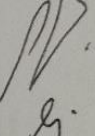
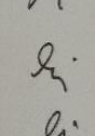
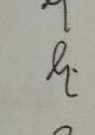
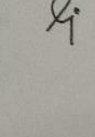
Ir. H. Chandra Afriade Siregar, ST., M.T

Dosen Pembimbing II



Muhammad Syukri, ST., MT.

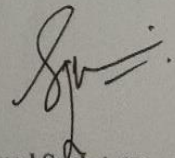
 FORMULIR BIMBINGAN/ASISTENSI TUGAS AKHIR PENGARUH PENAMBAHAN BIJI PLASTIK PADA CAMPURAN AC-BC (ASPHALT CONCRETE - BINDER COURSE) PENETRASI 60/70 TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL			
UNIVERSITAS SANGGA BUANA YPKP	Mahasiswa : ROMI HIDAYAT 2112181050	Dosen Pembimbing I : Ir. H. Chandra Afriade Siregar, ST., M.T Dosen Pembimbing II : Muhammad Syukri, ST., MT.	TA 2022-2023
			PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

No.	Tanggal Pertemuan	Uraian Kegiatan, Catatan Perbaikan	Paraf Pembimbing
01	03.01.23	<p>1) Susun analisis \leftarrow Normal / Tambahan</p> <p>2) Buat Rekap Hasil !</p>	
2	09.01.23	<p>1) Bab III dan Bab V ok!</p> <p>2) Susun semua bab!</p>	
3	11.01.23	<p>1) Laporan TA selesai</p> <p>Susunan analisis berdasarkan tahapan/metode yang standar Berikan deskripsi setiap hasil analisis penambahan marshall Buatlah rekap hasil akhir marshall dan dideskripsikan kesimpulan Acc Siday TA</p>	   

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. H. Chandra Afriade Siregar, ST., M.T


 Muhammad Syukri, ST., MT.























