

**TUGAS AKHIR  
( SKRIPSI )**

**PENGARUH PENAMBAHAN GETAH KARET PADA  
CAMPURAN AC-BC PENETRASI 60/70 TERHADAP  
KARAKTERISTIK MARSHALL**

*Isi dan Penulisan Materi Penelitian Adalah Tanggung Jawab Penulis,  
Pembimbing, Program Studi, dan Fakultas Teknik  
Diajukan Kepada Universitas Sangga Buana (USB) – YPKP Untuk Memenuhi  
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil*

**Disusun Oleh :**

**Abdul Miftah**

**2112181030**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SANGGA BUANA YPKP  
BANDUNG**

**2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR**  
**PENGARUH PENAMBAHAN GETAH KARET 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 :

Abdul Miftah  
2112181030

Dosen Pembimbing I


  
Ir. H. Chandra Afrida Siregar, ST., MT  
NIK. 432 200 167

Dosen Pembimbing II

  
Muhammad Syukri, ST., MT  
NIK. 432 200 200

Menyetujui & Mengesahkan

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Sangga Buana YPKP

  
Muhammad Syukri, ST., MT  
NIK. 432 200 200

---

---

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan bahwa tugas akhir yang berjudul **“PENGARUH PENAMBAHAN GETAH KARET PADA CAMPURAN AC-BC PENETRASI 60/70 TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL”** ini 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, 2023

Pembuat Pernyataan,

A handwritten signature in blue ink is written over a 2000 Rupiah postage stamp. The stamp features the Garuda Pancasila and the text '2000 METERAI TEMPEL' and '26510AKK347141592'.

Abdul Miftah

2112181030

## ***ABSTRAK***

Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas perkerasan jalan adalah dengan menggunakan aspal modifikasi polimer. Karet alam merupakan polimer jenis elastomer dengan harga yang relatif murah. Sebagai produsen karet alam, Indonesia perlu mencari alternatif pemanfaatan karet alam tersebut, termasuk memanfaatkannya sebagai bahan modifikasi aspal. Penelitian ini dilakukan dengan membuat 3 jenis aspal yang dimodifikasi Lateks Alam, yang masing-masing dengan variasi lateks sebesar 7 %, 8 %, dan 9 % dengan kadar aspal optimum 5,99 %. Pada hasil penelitian yang dilakukan hasil dari penambahan getah karet sebagai bahan tambah pada lapis *Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC)*. Nilai stabilitas mengalami kenaikan dengan nilai terbesar 941 kg beradapada variasi getah karet 7%, nilai *Bulk Density* juga mengalami kenaikan dengan nilai 2.340 gr yaitu pada variasi lateks 9%, nilai kelelehan (*flow*) mengalami kenaikan pada setiap variasi penambahan getah karet, nilai *flow* tidak ada yang memenuhi spesifikasi dengan rentang 2 mm sampai 4 mm, nilai *Void In Mineral Agregat (VMA)* yang memenuhi hanya pada variasi lateks 9% yaitu sebesar 15,9 % dengan nilai batas >15%, nilai *Void In the total Mix (VIM)* yang memenuhi standart spesifikasi hanya terdapat pada variasi lateks 9 % dengan nilai 15,9 %, nilai *Void Filleds with Asphalt (VFA)* pada campuran getah karet 7% = 86,60%, 8% = 84,37%, dan 9% = 75,38%, seluruhnya sudah memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018 dengan ketentuan minimum 65%.

**Kata Kunci:** Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC), Perkerasan Jalan, Getah Karet



## **ABSTRACT**

*One way to improve the quality of the pavement is to use polymer modified asphalt. Natural rubber is an elastomeric polymer with a relatively cheap price. As a producer of natural rubber, Indonesia needs to find alternative uses for natural rubber, including using it as an asphalt modification material. This research was conducted by making 3 types of bitumen modified with Natural Latex, each with latex variations of 7%, 8%, and 9% with an optimum asphalt content of 5.99%. The results of the research carried out were the results of the addition of rubber latex as an additive to the layer Asphalt Concrete - Binder Course (AC-BC). The value of stability has increased with the greatest value of 941 kg is in the variation of rubber latex 7%, the value of Bulk Density has also increased with a value of 2,340 gr, namely the 9% variation of latex, the value of melt (flow) has increased in each variation of the addition of rubber latex, the value of flow none of which meet the specifications with a range of 2 mm to 4 mm, the values Void In Mineral Aggregate (VMA) meet only for the 9% latex variation, which is 15.9% with a limit value of > 15%, the Void In the total Mix (VIM) value that meets the specification standard is only found in the 9% latex variation with a value of 15.9%, the Void Filled with value. Asphalt (VFA) in the rubber latex mixture 7% = 86.60%, 8% = 84.37%, and 9% = 75.38%, all of which meet the 2018 Highways Specifications with a minimum requirement of 65%.*

**Keywords:** *Asphalt Concrete - Binder Course (AC-BC), Pavement, Latex*

## 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 GETAH KARET 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 I Jalan S1 Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
7. Muhammad Syukri, ST., MT., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil Sekaligus Dosen Pembimbing II Jalan Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
8. Doni Romdhoni Witarsa, ST., MT., selaku Wali Dosen S1 Teknik Sipil 2018 Sekaligus Wakil Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP.

9. Kedua orang tua saya yang telah memberi dukungan serta doa sehingga saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Pasangan saya rika helvina nada yang telah memberikan support dalam mengerjakan tugas akhir ini.
11. Teman-teman sejawat Program Studi S1 Teknik Sipil 2018 yang senantiasa mendukung dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

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.

Hormat Saya,

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSEMBAHAN</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Umum .....	4
2.2 Jenis Campuran Beraspal.....	5
2.3 Aspal.....	6
2.4 Aspal Treated Base .....	7
2.5 Aspal Polimer .....	7
2.6 Pembagian Laston.....	8
2.7 Agregat .....	9
2.7.1 Agregat Umum .....	9
2.7.2 Agregat Kasar.....	10
2.7.3 Agregat Halus.....	12
2.8 Bahan Pengisian ( Filler) Untuk Campuran Beraspal .....	12



2.8.1 Lateks (Getah Karet) .....	13
2.9 Gradasi Agregat Gabungan .....	15
2.10 Bahan Aspal Untuk Campuran Beraspal.....	16
2.11 Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Agregat Kasar ( Sni03-1968-1990) .....	20
2.11.1 Ruang Lingkup .....	20
2.11.2 Pengertian.....	20
2.11.3 Peralatan .....	20
2.11.4 Benda Uji.....	22
2.11.5 Cara Pengujian .....	22
2.12 Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat <i>Marshall</i> (Sni 06- 2489-1991) .....	23
2.12.1 Ruang Lingkup .....	23
2.12.2 Pengertian.....	23
2.12.3 Cara Uji .....	23
2.12.4 Perhitungan.....	24
2.12.5 Tabel dan Grafik Koreksi <i>Marshall</i> .....	25
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>27</b>
3.1 Metodologi Penelitian.....	29
3.1.1 Data Primer .....	29
3.1.2 Data Sekunder .....	29
3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian.....	29
3.3 Bahan Dan Peralatan.....	29
3.1.3 Bahan.....	29
3.1.4 Peralatan .....	30

3.4	Persiapan Material .....	35
3.5	Pemeriksaan Agregat .....	35
3.6	Pembuatan Benda Uji .....	36
3.7	Pengujian Dengan Alat <i>Marshall</i> .....	37
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>39</b>
4.1	Hasil Penelitian .....	39
4.1.1	Pengujian Aspal pen 60/70 .....	39
4.1.2	Pengujian Agregat.....	39
4.2	Pembahasan .....	43
4.2.1	Perancangan Gradasi Agregat Campuran .....	43
4.2.2	Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) .....	44
4.2.3	Pencampuran Bahan Uji Dengan KAO .....	52
4.2.4	Hasil Pengujian Marshall.....	53
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>60</b>
5.1	Kesimpulan .....	60
5.2	Saran .....	61

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Susunan Lapis Konstruksi Perkerasan Lentur (Apriyanti,2017).....	8
Gambar 2.2 Timbangan dan Neraca Dengan Ketelitian 0,2% .....	21
Gambar 2.3 Satu Set Saringan .....	21
Gambar 2.4 Oven .....	21
Gambar 2.5 Mesin Pengguncang Saringan .....	21
Gambar 2.6 Napan – Napan .....	21
Gambar 2.7 Sikat Kuning.....	21
Gambar 2.8 Grafik Angka Koreksi <i>Marshall</i> .....	26
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian yang Dilaksanakan.....	28
Gambar 3.2 Alat Uji Titik Lembek Aspal.....	30
Gambar 3.3 Alat Uji Titik Nyala Aspal dan Titik Bakar .....	30
Gambar 3.4 Alat Uji Penetrasi .....	30
Gambar 3.5 Alat Uji Berat Jenis Aspal.....	30
Gambar 3.6 Neraca Ohaus .....	31
Gambar 3.7 Picnometer Labu .....	31
Gambar 3.8 Stopwatch.....	32
Gambar 3.9 Penetrometer.....	32
Gambar 3.10 Jarum Penetrasi .....	32
Gambar 3.11 Cawan.....	32
Gambar 3.12 Termometer .....	33
Gambar 3.13 Cincin Penguji.....	33
Gambar 3.14 Bola Baja.....	33

Gambar 3.15 Gelas Ukur.....	33
Gambar 3.16 Dudukan Benda Uji.....	34
Gambar 3.17 Kompor Listrik.....	34
Gambar 3.18 Kawat Kassa.....	34
Gambar 3.19 Penjepit Termometer .....	34
Gambar 3.20 Satu Set Alat Penguji Gradasi .....	34
Gambar 3.21 Satu Set Alat Penguji Berat Jenis dan Penyerapan .....	34
Gambar 4.1 Grafik Hasil Gabungan Agregat.....	44
Gambar 4.2 Grafik Nilai <i>Bulk Density</i> Terhadap Kadar Aspal.....	45
Gambar 4.3 Grafik Nilai <i>Stability</i> Terhadap Kadar Aspal.....	46
Gambar 4.4 Grafik nilai Air Voids (VIM) Terhadap Kadar Aspal.....	47
Gambar 4.5 Grafik nilai Voids Filleds with Bitumen (VFB) Terhadap Kadar Aspal .....	48
Gambar 4.6 Grafik nilai Void in Mineral Aggregate (VMA) terhadap kadar aspal .....	49
Gambar 4.7 Grafik nilai Kelelehan ( <i>flow</i> ) terhadap kadar aspal.....	50
Gambar 4.8 Grafik nilai <i>Marshall Quotient</i> (MQ) terhadap kadar aspal.....	51
Gambar 4.9 Grafik Penentuan KAO.....	51
Gambar 4.10 Proses pencampuran bahan uji.....	52
Gambar 4.11 Proses merendam benda uji dalam bak perendam ( <i>water bath</i> ) selama 30 – 40 menit.....	53
Gambar 4.12 Proses pengujian benda uji menggunakan alat marshall.....	54
Gambar 4.13 Grafik nilai <i>Bulk Density</i> terhadap Penambahan Getah Karet.....	55
Gambar 4.14 Grafik Nilai Stabilitas ( <i>Stability</i> ) Terhadap Penambahan Getah Karet.....	56

Gambar 4.15 Grafik nilai Air Voids (VIM) terhadap Penambahan Getah Karet.57

Gambar 4.16 Grafik nilai Voids Filled with Bitumen (VFB) terhadap Penambahan Getah Karet.....58

Gambar 4.17 Grafik nilai Void in Mineral Aggregate (VMA) Penambahan Getah Karet.....59

Gambar 4.18: Grafik nilai Kelelehan (*flow*) Penambahan Getah Karet.....60

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tebal Nominal Minimum Campuran Beraspal (Spesifikasi Umum Bina Marga 2018).....	5
Tabel 2.2 Ketentuan Agregat Kasar (Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018).....	10
Tabel 2.3 Ketentuan Agregat Halus (Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018).....	12
Tabel 2.4 Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Beraspal (Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018) .....	15
Tabel 2.5 Contoh Batas-Batas “Bahan Bergradasi Senjang” (Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018) .....	16
Tabel 2.6 Ketentuan Untuk Aspal Keras (Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018 ) .....	17
Tabel 2.7 Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston (AC) (Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018).....	18
Tabel 2.8 Tabel Koreksi <i>Marshall</i> (Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat <i>Marshall</i> SNI 06-2489-1991).....	24
Tabel 4.1 Hasil pemeriksaan aspal pen 60/70.....	39
Tabel 4.2 Analisa Gradasi Split (19-22).....	39
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Split (19-22).....	40
Tabel 4.4 Analisa Gradasi Split (12-19).....	40
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Split (12-19).....	41
Tabel 4.6 Analisa Gradasi Screening (6-12).....	41
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Screening (19-22).....	41
Tabel 4.8 Analisa Gradasi Abu Batu.....	42
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Abu Batu.....	42
Tabel 4.10 Hasil gabungan gradasi agregat.....	43
Tabel 4.11 Hasil pengujian <i>Bulk Density</i> campuran normal.....	45
Tabel 4.12 Hasil pengujian <i>Stability</i> campuran normal.....	46
Tabel 4.13 Hasil pengujian Air Voids (VIM) campuran normal.....	47
Tabel 4.13 Hasil pengujian Air Voids (VIM) PRD campuran normal.....	47



Tabel 4.14 Hasil pengujian Voids Filled with Bitumen (VFB) campuran normal.....	48
Tabel 4.15 Hasil pengujian Void in Mineral Aggregate (VMA) campuran normal.....	49
Tabel 4.16 Hasil pengujian Kelelehan ( <i>flow</i> ) campuran normal.....	50
Tabel 4.17 Hasil pengujian <i>Marshall Quotient</i> (MQ) campuran normal.....	51
Tabel 4.18 Rekapitulasi hasil uji Marshall campuran Normal.....	51
Tabel 4.19 Hasil perhitungan berat agregat yang diperlukan untuk benda uji penggunaan getah karet 7%, 8%, 9%, pada KAO 5,2%.....	53
Tabel 4.20 Hasil pengujian Kepadatan ( <i>Bulk Density</i> ) Penambahan Getah Karet.....	54
Tabel 4.21 Hasil pengujian Kepadatan Stabilitas ( <i>Stability</i> ) Penambahan Getah Karet.....	55
Tabel 4.22 Hasil pengujian Air Voids (VIM) Penambahan Getah Karet.....	56
Tabel 4.23 Hasil pengujian Voids Filled with Bitumen (VFB) terhadap Penambahan Getah Karet.....	57
Tabel 4.24 Hasil pengujian Void ini Mineral Aggregate (VMA) Penambahan Getah Karet.....	58
Tabel 4.25 Hasil pengujian Kelelehan ( <i>flow</i> ) Penambahan Getah Karet.....	59
Tabel 4.26 Rekapitulasi Hasil Uji Marshall Penambahan Getah Karet. 7%, 8%, 9% Pada KAO.....	60

# **BAB I**

## **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 leleh 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 leleh yang tinggi, lebih elastis, pelekatan baik dan lebih tahan lama, maka perlu penambahan bahan lain dan pada penelitian ini dicoba mencampur aspal dengan Lateks (getah karet).

Lateks adalah cairan getah yang didapat dari bidang sadap pohon karet.

Lateks yang baik harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

- a) Tidak terdapat kotoran atau benda-benda lain, seperti daun atau kayu.
- b) Tidak tercampur dengan bubur Lateks, air ataupun serum Lateks.
- c) Warna putih dan berbau karet segar
- d) Mempunyai kadar karet kering 20 % sampai 28 %

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

- a) Sifat baik dari aspal semula harus dipertahankan, termasuk pada saat penyimpanan, pengeringan dan masa pelayanan.
- b) Mudah diproses meskipun dengan peralatan konvensional
- c) Secara fisik dan kimia tetap baik pada saat penyimpanan, pengerjaan, maupun masa pelayanan.

Selain didalam literatur, ada penelitian yang telah selesai melakukan dan masih terus dikembangkan, yaitu Leksiminingsih dari Pusat Litbang Jalan Bandung, yang telah meneliti campuran aspal minyak dengan Lateks menggunakan kadar karet kering 60%. (Amal, 2012)

## **1.2 Rumusan Masalah**

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

1. Berapa besar pengaruh getah karet terhadap karakteristik *Marshall* pada aspal penetrasi 60/70 ?
2. Berapa nilai karakteristik *Marshall* yang menggunakan bahan tambah getah karet 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 skripsi ini, yaitu:

1. Penelitian ini meninjau karakteristik *Marshall* terhadap campuran dengan

menggunakan aspal penetrasi 60/70.

2. Penelitian ini meninjau pengaruh penambahan getah karet terhadap campuran pada lapisan antara ( AC-BC )

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan pada penelitian ini untuk :

1. Mengetahui pengaruh penambahan getah karet pada campuran AC-BC penetrasi 60/70 terhadap karakteristik *Marshall*.
2. Mengetahui nilai karakteristik *Marshall* yang menggunakan bahan tambah getah karet 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 getah karet 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 getah karet terhadap aspal penetrasi 60/70.

## **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		SMA - Tipis	3,0
Split Mastic Asphalt – Halus		SMA – Halus	4,0
Split Mastic Asphalt - Kasar		SMA – 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 Jenis Campuran Beraspal

Jenis campuran beraspal dibedakan berdasarkan ketebalan pada setiap lapisan, antara lain:

### 1. *Split Mastic Asphalt (SMA)*.

*Split Mastic Asphalt* disebut *SMA*, terdiri dari tiga jenis yaitu *SMA* Tipis, *SMA* Halus, *SMA* Kasar, dengan ukuran partikel maksimum agregat masing-masing campuran adalah 12,5 mm, 19 mm, 25 mm. Setiap campuran *SMA* yang menggunakan bahan aspal polymer disebut masing-masing sebagai *SMA* Tipis Modifikasi, *SMA* Halus Modifikasi, *SMA* Kasar Modifikasi.

### 2. Lapis Tipis Aspal Beton (*Hot Rolled Sheet, HRS*).

Lapis Tipis Aspal Beton (Lastaton) yang disebut juga HRS, terdiri dari dua jenis campuran yaitu HRS Fondasi, (HRS-Base) dan HRS Lapis Aus (HRS-*Wearing Course*, HRS-WC) dan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm. HRS-Base mempunyai proporsi fraksi agregat kasar lebih besar dari pada HRS-WC.



### 3. Lapis Aspal Beton (Asphalt Concrete, AC)

Lapis Aspal Beton (Laston) yang disebut juga AC, terdiri dari tiga jenis yaitu AC Lapis Aus (*AC-Wearing Course*), AC Lapis Antara (*AC-Binder Course*) dan AC Lapis Fondasi (*AC-Base*), dengan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm, 25,4 mm, 37,5 mm, setiap jenis campuran AC yang menggunakan Aspal Polymer disebut masing-masing sebagai AC-WC Modifikasi, AC-BC Modifikasi, dan AC-Base Modifikasi.

Ciri lain aspal adalah memiliki sedikit rongga dalam struktur agregatnya, saling mengunci satu dengan yang lainnya, oleh karena itu aspal beton memiliki sifat stabilitas tinggi dan relatif kaku. Sesuai fungsinya Laston (AC) mempunyai 3 macam campuran yaitu:

- a. Laston sebagai lapisan aus, dikenal dengan nama AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*), dengan tebal nominal minimum adalah 4 cm.
- b. Laston sebagai lapisan antara, dikenal dengan nama AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course*), dengan tebal nominal minimum adalah 6 cm.
- c. Laston sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama AC- Base (*Asphalt Concrete-Base*), dengan tebal nominal minimum adalah 7,5 cm.

Sebagai lapis permukaan perkerasan jalan, Laston (AC) mempunyai nilai struktur, kedap air, dan mempunyai stabilitas tinggi (Supriadi.T, Syafaruddin AS, 2010).

### 2.3 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)

#### **2.4 Aspal Treated Base**

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)

#### **2.5 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 karet alam 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)

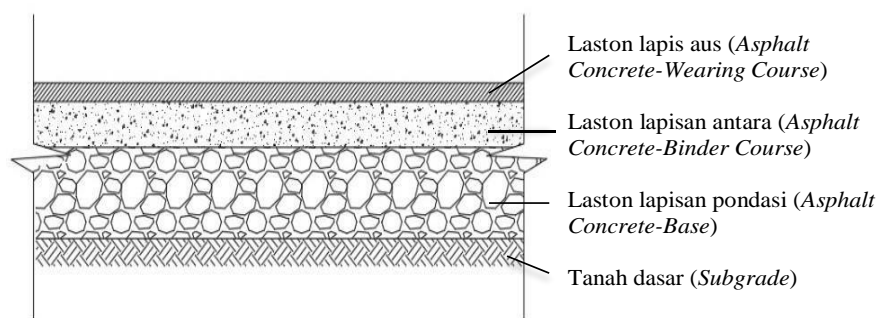
Aspal termodifikasi polimer merupakan salah satu jenis formula aspal dengan penambahan polimer untuk mendapatkan sifat perkerasan jalan yang lebih baik, yaitu mengurangi deformasi pada perkerasan, meningkatkan ketahanan terhadap retak dan kelekatan pada agregat. Penelitian ini telah dilakukan dengan 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 daripada aspal tanpa penambahan aditif (kontrol). (Prastanto et al., 2015)

## 2.6 Pembagian Laston

Menurut spesifikasi Bina Marga Devisi 6 ( 2018 ) laston dibagi menjadi:

1. Laston sebagai lapisan aus, dikenal dengan nama AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*), diameter butir maksimal 19,0 mm, bertekstur halus.
2. Laston sebagai lapisan antara/pengikat, dikenal dengan nama AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course*), diameter butir maksimal 25,4 mm, bertekstur sedang.
3. 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*)
  - b. Laston lapisan antara (*Asphalt Concrete-Binder Course*)
  - c. Laston lapisan pondasi (*Asphalt Concrete-Base*)
  - 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)

## **2.7 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.

### **2.7.1 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.

### 2.7.2 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 2.1.
- 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 2.1. 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	Maks 12 %
	Magnesium Sulfat		Maks 18 %
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC Modifikasi dan SMA	100 putaran	Maks 6 %
		500 putaran	Maks 30 %
	Semua jenis campuran beraspal bergradasi lainnya	100 putaran	Maks 8 %
		500 putaran	Maks 40 %
Kelekatan agregat terhadap aspal	-	SNI 2439:2011	Min. 95 %
Butir Pecah pada agregat kasar	SMA	SNI 7619:2012	100/90 *)
	Lainnya		95/90 **)

Partikel pipih dan lonjong	SMA	ASTM D4791-10 Perbandingan 1:5	Maks 5 %
	Lainnya		Maks 10 %
Material lolos ayakan No.200	-	SNI ASTM C117 2012	Maks 1 %

Catatan:

- \*) 100/90 menunjukkan bahwa 100% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dari 90% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih.
- \*\*\*) 95/90 menunjukkan bahwa 95% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 90% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih.

### 2.7.3 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 sebagaikomponen material Lapis Fondasi Agregat.
- e) Agregat halus harus memenuhi ketentuan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.3: Ketentuan Agregat Halus (Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018)

Pengujian	Metode Pengujian	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428 -1997	Min 50 %
Uji Kadar Rongga Tanpa Pematatan	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 %

## 2.8 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.

### 2.8.1 Lateks (Getah Karet)

Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas perkerasan jalan adalah dengan menggunakan aspal modifikasi polimer. Karet alam merupakan polimer jenis elastomer dengan harga yang relatif murah. Sebagai produsen karet alam, Indonesia perlu mencari alternatif pemanfaatan karet alam tersebut, termasuk memanfaatkannya sebagai bahan modifikasi aspal. Penelitian ini dilakukan dengan membuat 4 jenis aspal yang dimodifikasi Lateks Alam KKK 60, yang masing-masing dengan proporsi lateks yang ditambahkan 0 %, 1 %, 3 %, dan 5 %. Selanjutnya, sifat reologi aspal yang dimodifikasi tersebut diuji dengan menggunakan alat Dynamic Shear Rheometer (DSR) pada kondisi aspal fresh, setelah penuaan jangka pendek, dan setelah penuaan jangka panjang.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan Lateks Alam KKK 60 dapat meningkatkan reologi aspal sehingga lebih elastis, lebih kaku, lebih tahan terhadap rutting, dan lebih tahan terhadap retak. Namun peningkatan sifat reologi setelah mengalami penuaan jangka pendek relatif lebih sedikit karena kemungkinan terjadi pemecahan rantai molekul polimer lateks alam. (Hermadi & Ronny, 2015)

#### a) Cup Lump

Cup lump adalah lateks yang menggumpal atau terkoagulasi di dalam mangkok yang sering disebut dengan lump mangkok, prokoagulasi terjadi karena kemantapan bagian-bagian koloid yang terkandung di dalam lateks menggumpal menjadi satu sehingga membentuk komponen yang lebih besar.

**b) Karet Alam (Natural Rubber/NR)**

Merupakan sebuah bahan baku pembuatan produk karet yang beredar di masyarakat. Karet alam ini dibuat dari bahan lateks seperti cairan susu yang berasal dari getah tumbuhan dan seringkali disebut sebagai elastomer. Nantinya, lateks ini ini dimurnikan secara kimiawi dan diproduksi juga secara sintetis.

**c) Karet Alam Padat (Karet Remah/Crumb Rubber)**

Karet alam yang diperoleh dengan pengolahan bahan olah karet yang berasal dari getah batang pohon *Hevea brasiliensis* secara mekanis dengan atau tanpa kimia, serta mutunya mengacu pada spesifikasi teknis (SNI 1903-2017).

**d) Kompon Karet Alam Padaat**

Karet padat yang telah ditambah dengan bahan pervalanisasi belerang, aktivator, anti oksidan dan bahan kimia lainnya sehingga apabila dipanaskan dapat divulkanisasi.

**e) Lateks Pravulkanisasi**

Lateks pekat dengan kadar karet kering minimum 60% yang dicampur dengan bahan kimia vulkanisasi (belerang), bahan penstabil, bahan kimia lainnya sehingga menjadi campuran yang umum disebut kompon lateks. Kompon lateks selanjutnya dipanaskan pada suhu tertentu sehingga terjadi proses vulkanisasi sampai tingkat tertentu yang dapat menjadikan lateks lebih tahan terhadap panas dan oksidasi bila dibandingkan dengan lateks pekat.

**f) Masterbatch (Campuran Induk Karet Aspal)**

Campuran induk yang terdiri dari karet alam padat yang telah melalui proses mastikasi dan aspal dengan perbandingan tertentu yang diaduk menggunakan mesin kneader dan dibentuk menjadi lembaran menggunakan alat open mill.

## 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 2.3. Rancangan dan Perbandingan Campuran untuk gradasi agregat gabungan harus mempunyai jarak terhadap batas-batas yang diberikan dalam Tabel 2.3.

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 2.4 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)			Laston (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 atau kurang

## 2.10 Bahan Aspal Untuk Campuran Beraspal

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

- 1) Bahan aspal berikut yang sesuai dengan Tabel 2.5 dapat digunakan. Bahan pengikat ini dicampur dengan agregat sehingga menghasilkan campuran beraspal sebagaimana mestinya sesuai dengan yang disyaratkan yang disebutkan dalam tabel 2.6 mana yang relevan, sebagaimana yang disebutkan dalam gambar atau yang di perintahkan oleh pengawas pekerjaan.
- 2) Pengambilan contoh bahan aspal harus dilaksanakan sesuai dengan SNI 06- 6399-2000 dan pengujian sesuai sifat-sifat (properties) yang disyaratkan dalam table 2.5 harus dilakukan. Bilamana jenis aspal modifikasi tidak disebutkan dalam gambar maka penyedia jasa dapat memilih aspal Tipe II jenis PG 70 dalam tabel 2.5 dibawah ini.  
 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.
- 3) 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 Part 6.1. 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 <sup>(1)</sup>	
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) <sup>(3)</sup>	ASTM D2170-10	$\geq 300$	$\leq 3000$	
4	Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	$\geq 48$	Dilaporkan <sup>(2)</sup>	
5	Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI 2432:2011	$\geq 100$	-	
6	Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011	$\geq 232$	$\geq 230$	
7	Kelarutan dalam <i>Trichloroethylene</i> (%)	AASTHO T44-14	$\geq 99$	$\geq 99$	
8	Berat Jenis	SNI 2441:2011	$\geq 1,0$	-	
9	Stabilitas penyimpanan perbedaan titik lembek (°C)	ASTM D 5976-00 Part 6.1 dan SNI 2434:2011	-	$\leq 2,2$	
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	$\leq 0,8$	$\leq 0,8$	
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	$\geq 54$	$\geq 54$	$\geq 54$
14	Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 2432:2011	$\geq 50$	$\geq 50$	$\geq 25$
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 $\leq 5000$ 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  $\geq 50$  adalah  $\pm 4$  (0,1 mm) dan untuk aspal dengan penetrasi  $< 50$  adalah  $\pm 2$  (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  $100^\circ\text{C}$  dan  $160^\circ\text{C}$  untuk tipe I, untuk tipe II pada temperatur  $100^\circ\text{C}$  dan  $170^\circ\text{C}$  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 <sup>(3)</sup>
Pelelehan (mm)	Min	2		3
	Maks	4		6(3)
Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, $60^\circ\text{C}$ <sup>(5)</sup>	Min	90		
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal) <sup>(6)</sup>	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  $60^{\circ}\text{C}$ . 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 ( SNI03-1968-1990)**

### **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) nampan - nampan;
- 7) kuas, sikat kuning, sendok, dan alat-alat lainnya.



Gambar 2.2: Timbangan dan Neraca dengan ketelitian 0,2%



Gambar 2.3: Satu Set Saringan



Gambar 2.4: Oven



Gambar 2.5: Mesin Pengguncang Saringan



Gambar 2.6: Nampan - Nampan



Gambar 2.7: Sikat - Kuning

#### 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  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ , 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 bebansampai terjadi alir (flow) yang dinyatakan dalam kilogram;
2. Alir (flow) adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran aspal yangterjadi 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  $60^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) 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  $25^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 1^{\circ}\text{C}$ );
- 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 penguji;
- 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 (%) :

$$\frac{\% \text{ Aspal Terhadap Batuan}}{\% \text{ Aspal Terhadap Batuan} + 100\%} \times 100\%$$

- 2) Berat Isi ( $t/m^3$ );

$$\frac{\text{Berat Benda Uji}}{\text{Isi Benda Uji}}$$

- 3) Stabilitas (kg);

$$\text{Pembacaan Arloji} \times \text{Angka Korelasi Beban}$$

Alir (flow) (mm); Dibaca pada arloji pengukur alir.

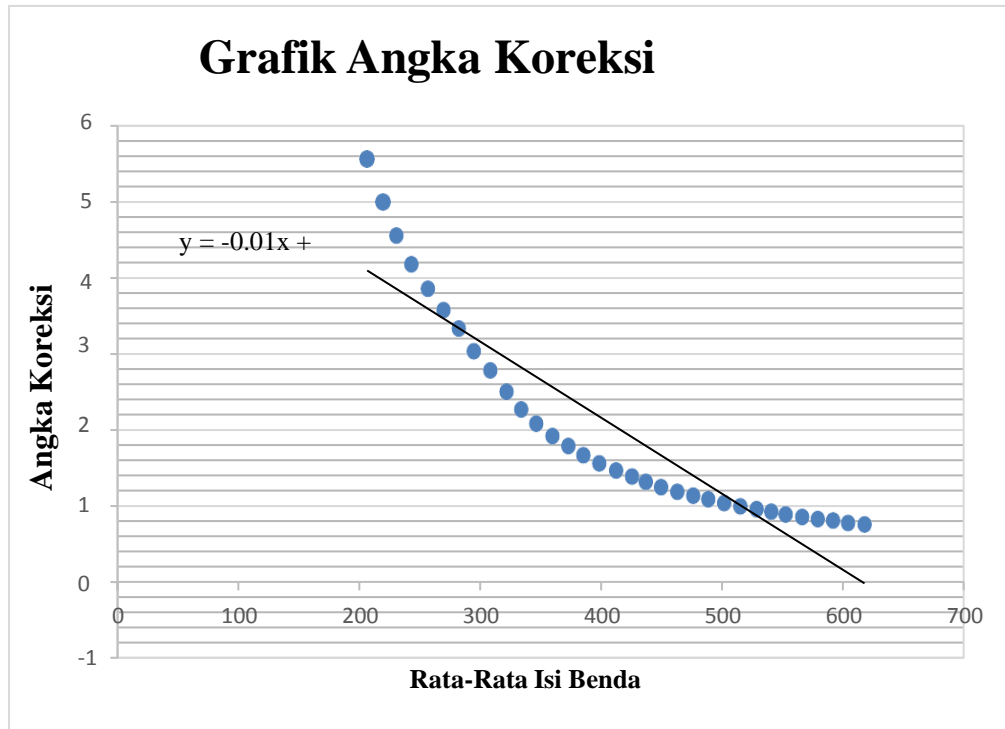
#### 2.12.5 Tabel dan Grafik Koreksi Marshall

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 2.8: Grafik Angka Koreksi *Marshall*



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

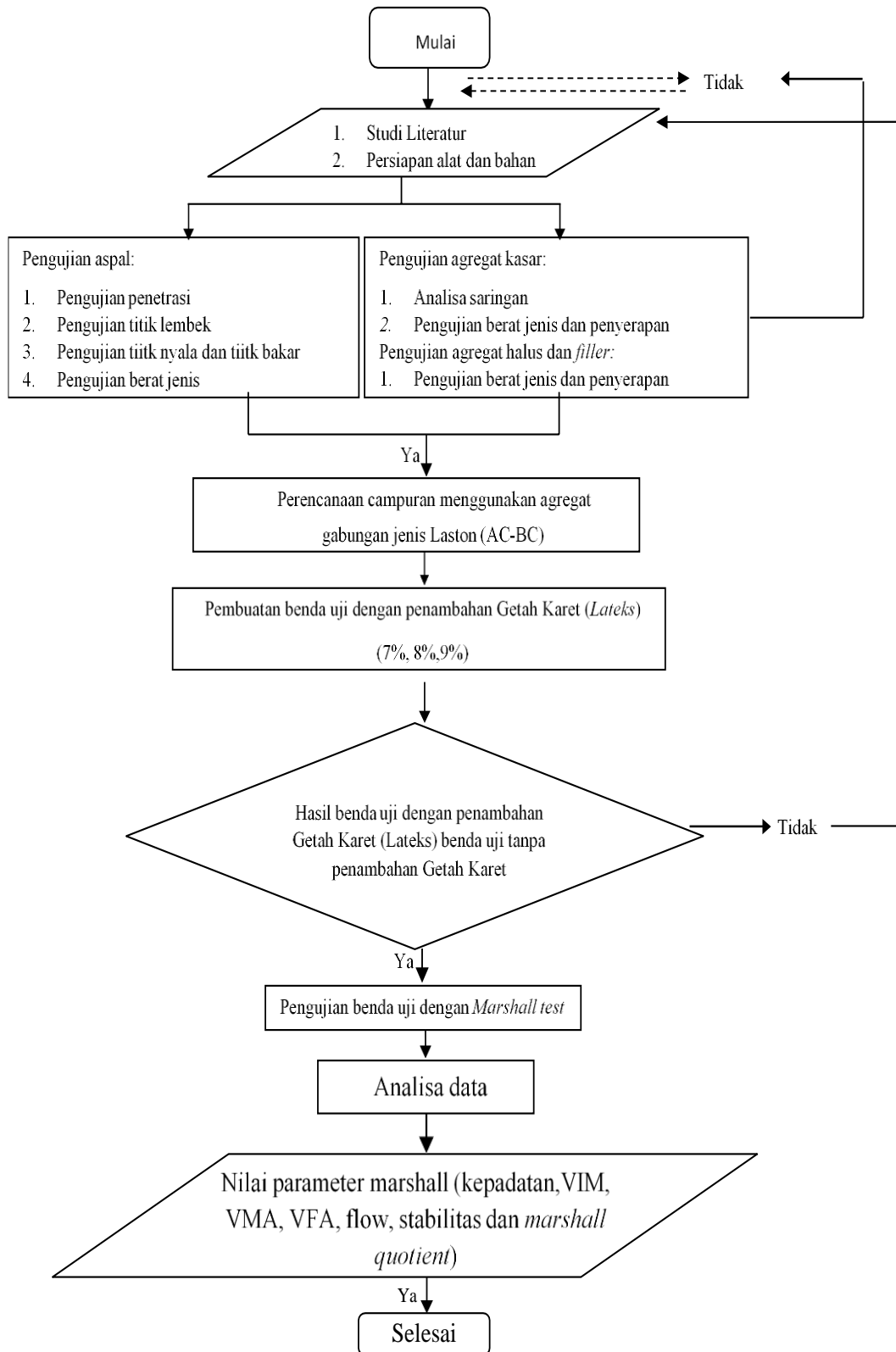
#### **3.1 Metodologi Penelitian**

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* getah karet (lateks) 7 %, aspal dengan *filler* getah karet (lateks) 8%, dan aspal dengan *filler* getah karet (lateks) 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: Bagan alir penelitian yang dilaksanakan.

### **3.1 Metodologi Penelitian**

#### **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 lateks pada campuran aspal (*Job Mix Formula*).
- f. Tes penetrasi aspal.
- g. Tes daktilitas.
- h. Tes titik lembek aspal.
- i. Tes berat jenis aspal.
- j. Tes kehilangan berat.
- k. Uji marshall.

#### **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 dan Pekerja Lab. 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**

Rencan penelitian akan dimulai pada bulan September 2022. Penelitian dilakukan di Laboratorium UPTD Laboratorium Bahan Konstruksi Dinas Bina Marga dan Penataan Ruang Provinsi Jawa Barat.

### **3.3 Bahan dan Peralatan**

#### **3.1.3 Bahan**

Bahan-bahan pembentuk benda uji yaitu :

- a. Aspal penetrasi 60/70.

- b. Agregat halus.
- c. Agregat kasar.
- d. Getah karet ( Lateks ).
- e. Bensin.

### 3.1.4 Peralatan

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

#### 1. Alat Penguji 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 :



Gambar 3.2: Alat Uji Titik & Lembek Aspal



Gambar 3.3: Alat Uji Titik Nyala Aspal & Titik Bakar



Gambar 3.4: Alat Uji Penetrasi



Gambar 3.5: Alat Uji Berat Jenis Aspal

a. Alat – alat penguji berat jenis aspal

- 1) Neraca ohaus
- 2) Picnometer labu



Gambar 3.6: Neraca Ohaus



Gambar 3.7: Picnometer Labu

b. Alat – alat pengujian penetrasi aspal

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

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



Gambar 3.8: Stopwatch



Gambar 3.9: Penetrometer



Gambar 3.10: Jarum Penetrasi



Gambar 3.11: Cawan

c. Alat – alat pengujian titik lembek aspal

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

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



Gambar 3.12: Termometer



Gambar 3.13: Cincin Penguji



Gambar 3.14: Bola Baja



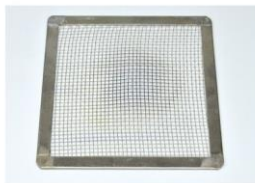
Gambar 3.15: Gelas Ukur



Gambar 3.16: Dudukan Benda Uji



Gambar 3.17: Kompor Listrik



Gambar 3.18: Kawat Kassa



Gambar 3.19: Penjepit Termometer

## 2. Alat – Alat Penguji Agregat

- a. Satu set alat pengujian gradasi
- b. Satu set alat pengujian berat jenis dan penyerapan



Gambar 3.20: Satu Set Alat Penguji Gradasi



Gambar 3.21: Satu Set Alat Penguji Berat Jenis & Penyerapan

### 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 )
- b. Alat penumbuk benda uji beserta landasan penumbuk
- c. Bak pengaduk
- d. Alat pengujian benda uji dengan metode marshall

### 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 yang berasal dari Pesisir Pantai Garut Selatan . Agregat halus adalah pasir yang berasal dari Sungai Garut Selatan dan bahan tambah getah karet (Lateks) berasal dari perkebunan karet pribadi milik keluarga.

### 3.5 Pemeriksaan Agregat

Agregat halus pasir berasal dari Sungai Garut Selatan, agregat kasar batu pecah berasal dari Pesisir Pantai Garut Selatan. 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 getah karet 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 getah karet mencapai suhu  $300^{\circ}\text{C}$  sebelum dicampur dengan agregat.
- d. Memanaskan agregat mencapai suhu  $120^{\circ}\text{C}$ .
- 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  $160^{\circ}\text{C}$ .
- f. Menyiapkan cetakan benda uji (mould) beserta alas cetakan yang sudah diolesi pelumas dan dipanaskan. Kemudian menyiapkan kertas lakmus di bagian 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 dimasukkan pada cetakan sebanyak 75 kali kemudian diganti permukaan lainnya 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 ujikering maka selanjutnya dilakukan penimbangan setiap benda uji untuk mendapatkan nilai berat benda uji kering.

- l. Benda uji kemudian direndam selama  $\pm 24$  jam.
- m. Setelah direndam  $\pm 24$  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 benda 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  $60^{\circ} \text{C}$  ( $\pm 1^{\circ} \text{C}$ ) 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  $25^{\circ} \text{C}$  ( $\pm 1^{\circ} \text{C}$ ).
- 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 penguji.
- 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 penguji.
- 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.

- h. 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 pen 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 pen 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

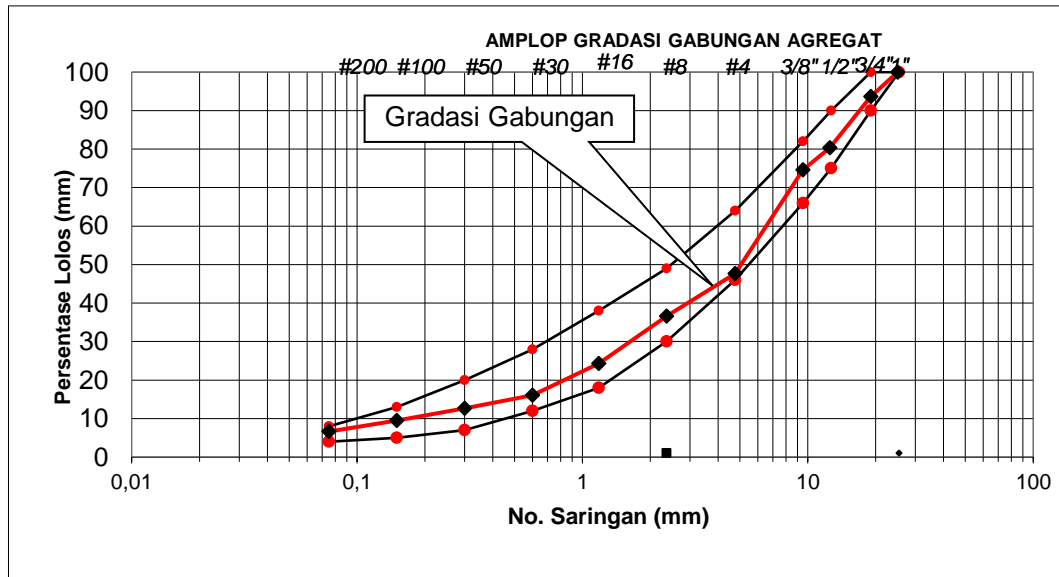
### 4.2.1 Perancangan Gradasi Agregat Campuran

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	<b>100,00</b>
3/4"	40,00	34,00	10,00	8,67	1,00	<b>93,67</b>
1/2"	40,00	34,00	3,25	2,09	1,00	<b>80,34</b>
3/8"	40,00	32,44	0,81	0,39	1,00	<b>74,64</b>
No. 4	39,96	6,43	0,18	0,08	1,00	<b>47,66</b>
No. 8	34,25	1,08	0,17	0,08	1,00	<b>36,58</b>
No. 16	22,29	0,81	0,16	0,04	1,00	<b>24,30</b>
No. 30	14,20	0,69	0,14	0,03	1,00	<b>16,05</b>
No. 50	10,87	0,62	0,12	0,02	1,00	<b>12,62</b>
No. 100	7,88	0,50	0,09	0,01	1,00	<b>9,48</b>
No. 200	5,19	0,40	0,04	0,01	1,00	<b>6,64</b>





Gambar 4.1: Grafik Hasil Gabungan Agregat.

Dari hasil pengujian analisis 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 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)

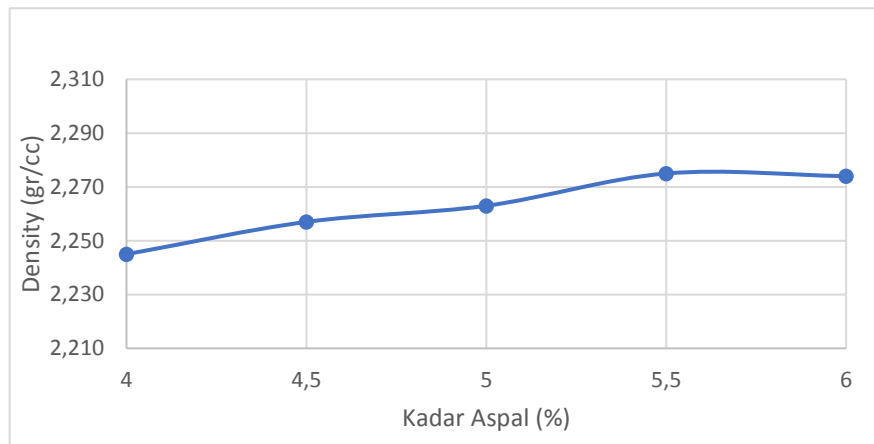
Untuk benda uji penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) maka dapat dilakukan pembuatan sampel dan pengujian Marshall yang dimana hasil pengujian tersebut dibutuhkan untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO). Data-data yang diperlukan setelah pengujian Marshall yaitu Density, VIM, VMA, VFB, Stabilitas dan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

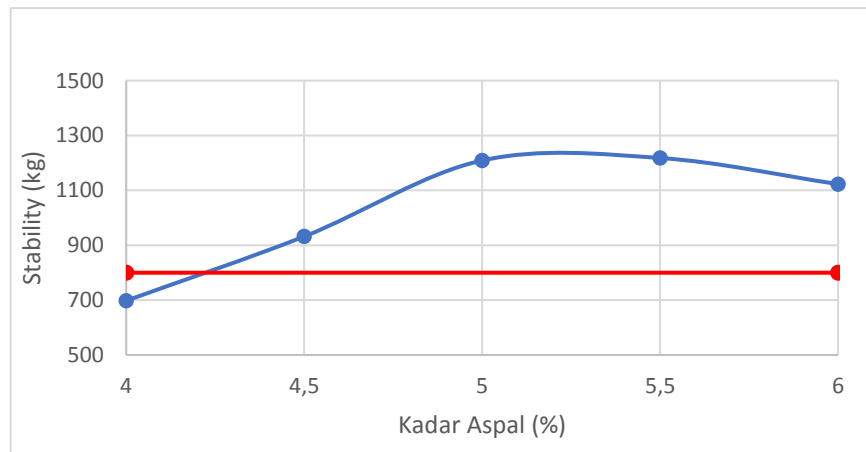
Dari hasil pengujian untuk nilai *bulk density* pada aspal normal didapatkan nilai tertinggi pada campuran 5,5% dengan nilai 2,275 gr/cc.

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 kepadatan 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

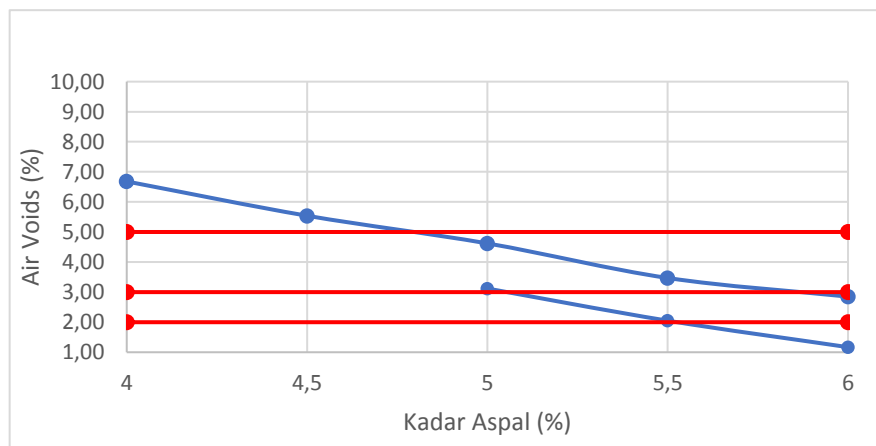
kecil juga akan mengakibatkan campuran perkerasan mudah mengalami bleeding. Berikut hasil nilai VIM yang diperoleh berdasarkan pengujian :

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 4.13: 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.

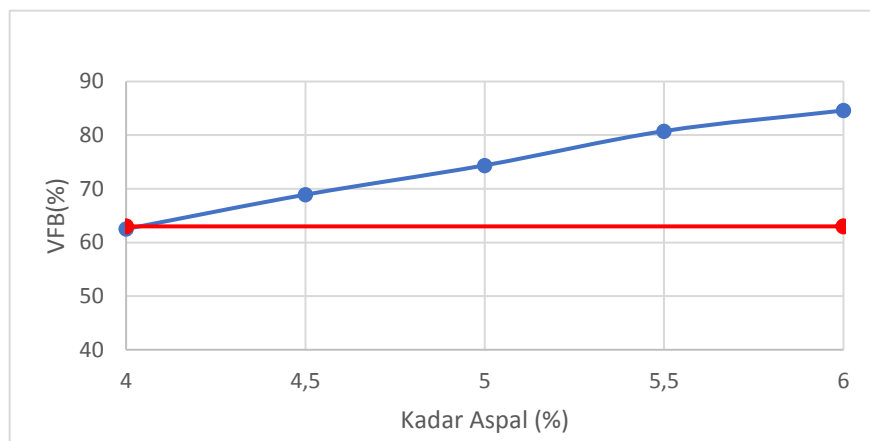
Dari hasil pengujian yang dilakukan, didapatkan nilai VIM memenuhi syarat Spesifikasi Bina Marga yaitu sebesar 3-5% pada kadar aspal 4,85% hingga 5,85% sementara Air Voids PRD yang memenuhi spesifikasi mulai dari kadar aspal 5,5%. Semakin besar kadar aspal yang digunakan maka pengaruh pada nilai VIM 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 4.14: 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.

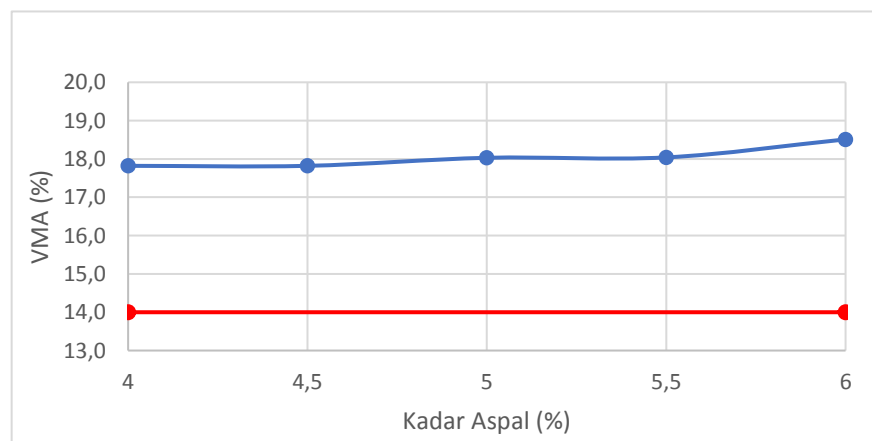
e. Void in Mineral Aggregate (VMA)

*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 4.15: 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.

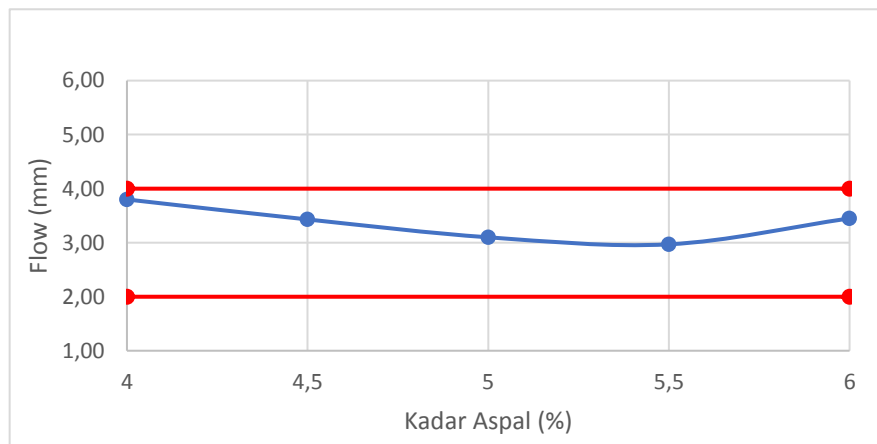
Dari pengujian yang dilakukan, didapatkan nilai VMA keseluruhan memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018 dengan syarat minimal 14%.

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 4.16: 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.

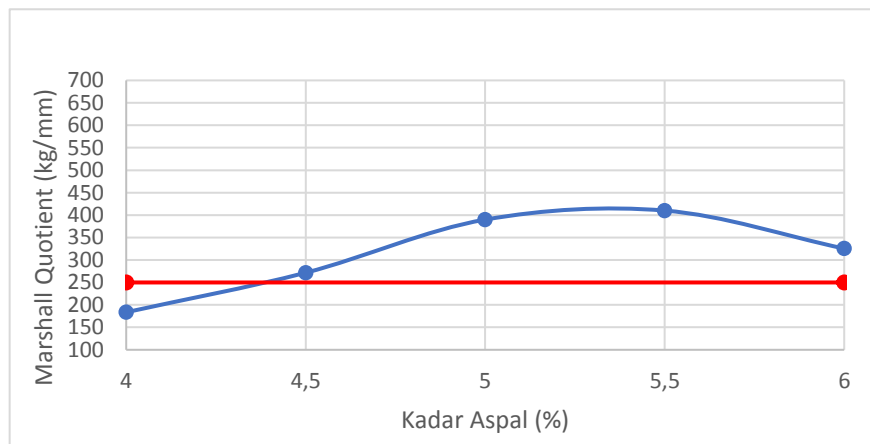
Dari hasil pengujian dengan mengacu syarat Spesifikasi Bina Marga 2018 bahwa nilai kelelehan sebesar 2 - 4. Maka nilai kelelehan yang didapatkan memenuhi syarat tersebut.

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 4.17: 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



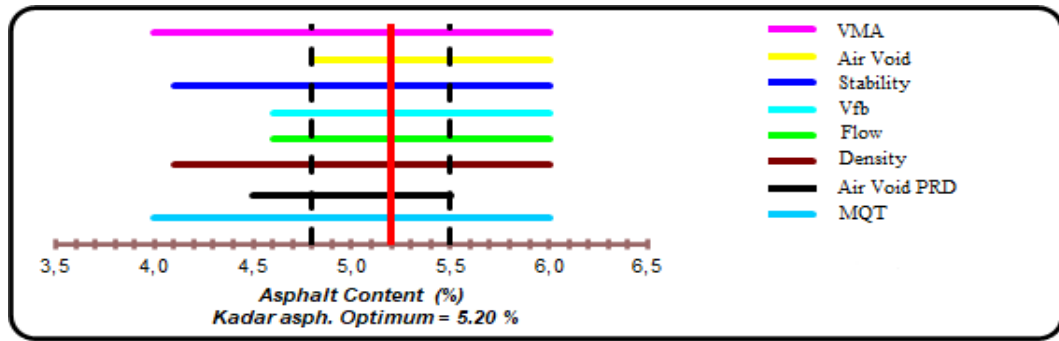
Gambar 4.8: Grafik nilai *Marshall Quotient* (MQ) terhadap kadar aspal.

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 4.18: 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 Getah Karet. Berikut variasi yang digunakan pada tiap campuran :

Tabel 4.19: Hasil perhitungan berat agregat yang diperlukan untuk benda uji penggunaan getah karet 7%, 8%, 9%, pada KAO 5,2%.

Material	Persentase Material	Normal (gr)	Kadar Getah Karet		
			7%	8%	9%
Abu Batu	40%	436,1	436,1	436,1	436,1
Medium Agregat	34%	370,7	370,7	370,7	370,7
Coarse Agregat 3/4	10%	109,0	109,0	109,0	109,0
Coarse Agregat 1"	15%	163,5	163,5	163,5	163,5
Filler Semen	1%	10,9	10,9	10,9	10,9
<b>Getah Karet</b>			4,19	4,78	5,38
Total	100%	1090,2	1092	1092,3	1092,6

#### 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.

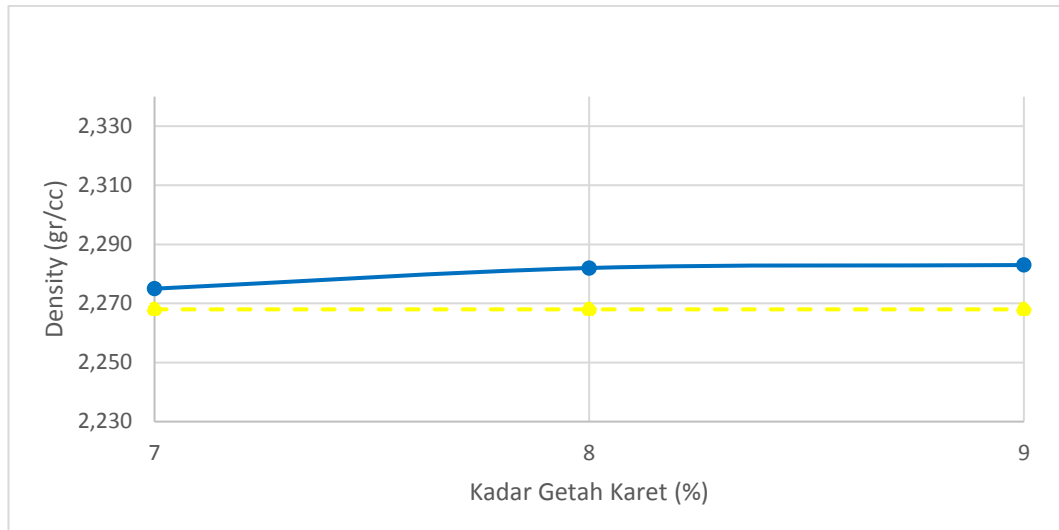
Uji marshall pada variasi campuran getah karet dengan kadar aspal optimum dimaksudkan agar mendapatkan angka karakteristik marshall dan mengetahui pengaruh penambahan getah karet dalam campuran aspal, serta mendapatkan kadar getah karet yang optimum dalam pencampuran aspal. Hasil pengujian marshall dapat 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 4.20: Hasil pengujian Kepadatan (*Bulk Density*) Penambahan Getah Karet.

Kadar Aspal	Spesifikasi Umum	<i>Bulk Density</i>
7%	-	2,275
8%	-	2,282
9%	-	2,283



Gambar 4.20: Grafik nilai *Bulk Density* terhadap Penambahan Getah Karet.

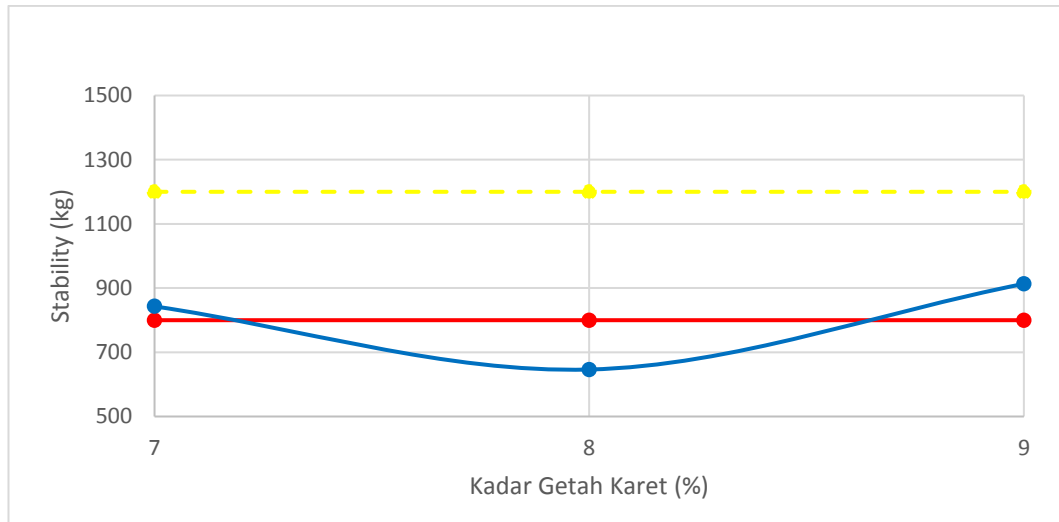
Berdasarkan hasil density yang didapat, Nilai density naik dengan bertambahnya kadar penambahan getah karet. Jadi semakin banyak penambahan getah karet maka semakin naik nilai density sehingga campuran semakin rapat dan semakin kedap terhadap air dan udara.

b. Stabilitas (*Stability*)

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

Tabel 4.21: Hasil pengujian Kepadatan Stabilitas (*Stability*) Penambahan Getah Karet.

Kadar Aspal	Spesifikasi Umum	<i>Stability</i>
7%	-	843
8%	-	646,3
9%	-	913,3



Gambar 4.14: Grafik Nilai Stabilitas (*Stability*) Terhadap Penambahan Getah Karet.

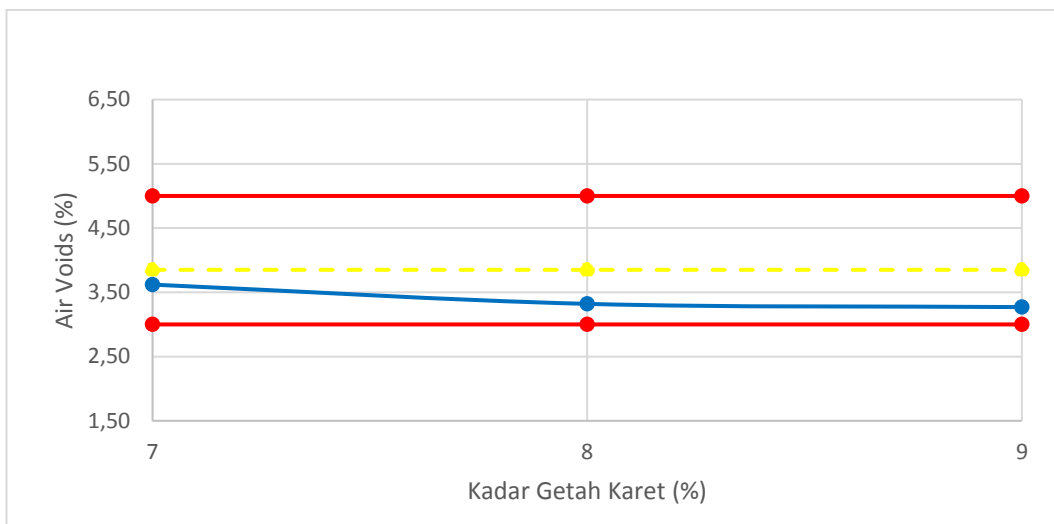
Berdasarkan hasil nilai stabilitas grafik diatas, menunjukkan bahwa pada kadar 8% penambahan getah karet mengalami penurunan sehingga tidak memenuhi syarat spesifikasi bina marga.

c. Air Voids (VIM)

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

Tabel 4.22: Hasil pengujian Air Voids (VIM) Penambahan Getah Karet.

Kadar Aspal	Spesifikasi Umum	Air Voids (VIM)
7%	3-5	3,63
8%	3-5	3,32
9%	3-5	3,25



Gambar 4.15: Grafik nilai Air Voids (VIM) terhadap Penambahan Getah Karet.

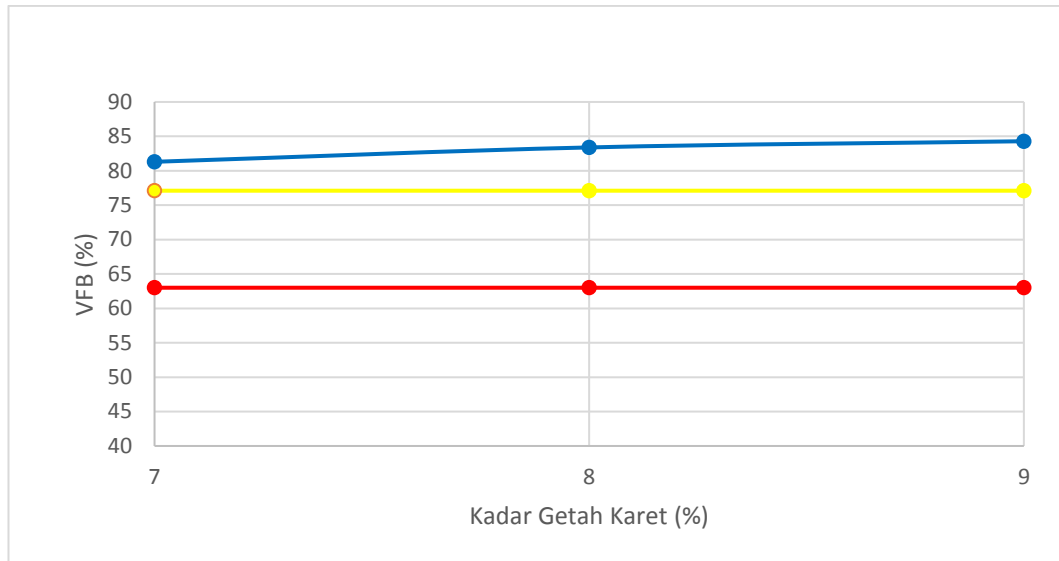
Pada hasil pengujian nilai VIM yang didapatkan nilai pada grafik terus mengalami penurunan. Nilai VIM semakin menurun namun masih memenuhi syarat spesifikasi umum bina marga. Semakin besar penambahan getah karet dalam campuran maka getah karet susah untuk mengisi rongga.

d. Voids Filled with Bitumen (VFB)

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

Tabel 4.23: Hasil pengujian Voids Filled with Bitumen (VFB) terhadap Penambahan Getah Karet.

Kadar Aspal	Spesifikasi Umum	VFB
7%	Min 63	81,3
8%	Min 63	83,39
9%	Min 63	84,29



Gambar 4.16: Grafik nilai Voids Filled with Bitumen (VFB) terhadap Penambahan Getah Karet.

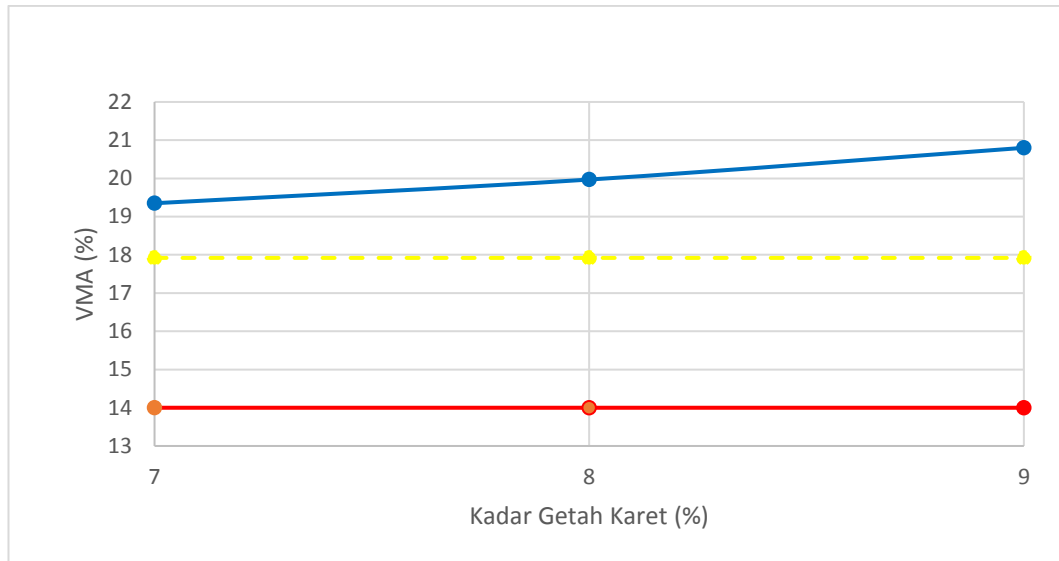
Dari grafik dapat dilihat nilai VFB mengalami kenaikan seiring bertambahnya kadar penambahan getah karet. Hal ini disebabkan getah karet tidak menyerap aspal dan tidak mengisi rongga lebih banyak.

e. Void in Mineral Aggregate (VMA)

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

Tabel 4.24: Hasil pengujian Void ini Mineral Aggregate (VMA) Penambahan Getah Karet.

Kadar Aspal	Spesifikasi Umum	VMA
7%	Min 14	19,35
8%	Min 14	19,97
9%	Min 14	20,08



Gambar 4.17: Grafik nilai Void in Mineral Aggregate (VMA) Penambahan Getah Karet.

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

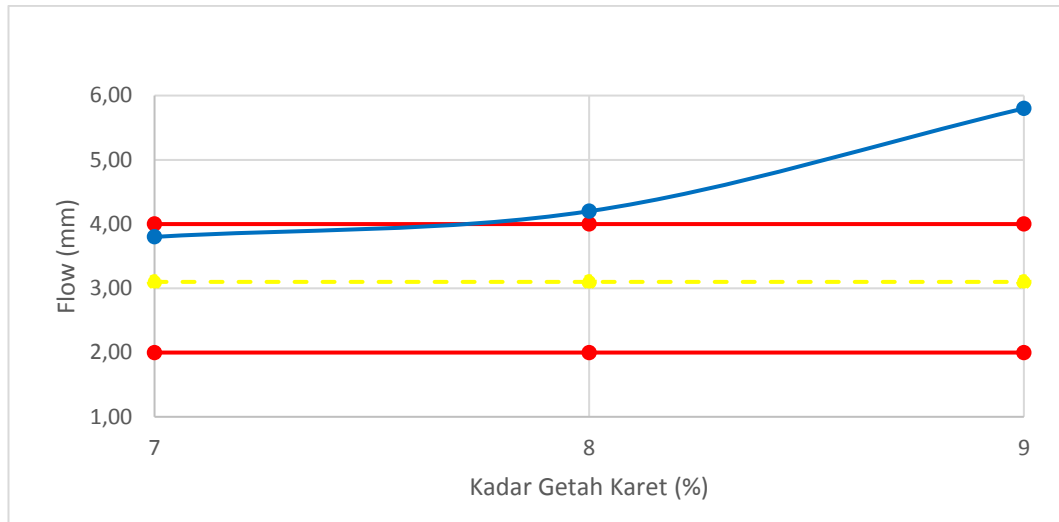
f. Kelelahan (*flow*)

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

Tabel 4.25: Hasil pengujian Kelelahan (*flow*) Penambahan Getah Karet.

Kadar Aspal	Spesifikasi Umum	<i>flow</i>
7%	2-4	3,80
8%	2-4	4,20
9%	2-4	5,80





Gambar 4.18: Grafik nilai Kelelehan (*flow*) Penambahan Getah Karet.

Berdasarkan hasil nilai flow yang didapat, dimana nilai flow yang diperoleh mengalami kenaikan dengan penambahan getah karet namun, penambahan getah karet pada 7% memenuhi spesifikasi bina marga.

Berikut adalah tabel rekapitulasi Dari hasil nilai pengujian sifat Marshall untuk nilai Berat Isi (*Bulk Density*), stabilitas (*Stability*), Persentase Rongga Terhadap Campuran (*Air Voids*), Persentase Rongga Terhadap Agregat (VMA), Kelelehan (*Flow*) untuk campuran aspal normal dengan Penambahan Getah Karet 7%, 8%, dan 9% dapat dilihat perbandingannya pada Tabel 4.16.

Tabel 4.26: Rekapitulasi Hasil Uji Marshall Penambahan Getah Karet. 7%, 8%, 9% Pada KAO.

Karakteristik	Spesifikasi umum	Jenis Aspal			
		Normal	Getah Karet		
			7%	8%	9%
Bulk Density (gr/cc)	-	2,268	2,275	2,282	2,283
Stability (kg)	Min 800	1200	843	646,3	913,3
Air Voids (%)	3-5	3,85	3,62	3,32	3,25
Voids Filleds Bitumen (%)	Min 63	77,10	81,3	83,39	84,29
VMA (%)	Min 14	17,92	19,35	19,97	20,08
Flow (mm)	2-4	3,10	3,80	4,20	5,80

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada AC-BC (*Asphalt Concrete – Binder Course*) dengan menggunakan getah karet, 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 aspal dengan penambahan getah karet, berikut adalah hasil pengujian:
  - a. Nilai *bulk density* pada kadar getah karet 7% sebesar 2,275 gr/cc, kadar getah karet 8% sebesar 2,282 gr/cc, kadar getah karet 9% sebesar 2,283 gr/cc.
  - b. Nilai stability pada kadar getah karet 7% sebesar 843 kg, kadar getah karet 8% sebesar 646,3 kg, kadar getah karet 9% sebesar 913,3 kg. Berdasarkan spesifikasi bina marga nilai stabilitas minimum adalah 800 kg. Sehingga yang memenuhi spesifikasi bina marga adalah pada kadar getah karet 7% dan 9% , hanya kadar getah karet 8% yang tidak memenuhi spesifikasi bina marga 2018.
  - c. Nilai VIM pada kadar getah karet 7% sebesar 3,62%, kadar getah karet 8% sebesar 3,32%, kadar getah karet 9% sebesar 3,25%. Untuk spesifikasi VIM sebesar 3%-5% sehingga kadar getah karet 7%, 8%, dan 9% memenuhi spesifikasi.
  - d. Nilai VFB pada kadar getah karet 7% sebesar 81,03%, kadar getah karet 8% sebesar 83,39%, kadar getah karet 9% sebesar 84,92%. Pada spesifikasi VFB memiliki nilai minimum sebesar 63%, sedangkan hasil yang didapat saat menggunakan kadar getah karet 7%, 8%, 9% melebihi batas minimal sehingga memenuhi spesifikasi. Pada campuran aspal normal hanya aspal 4,5% sampai dengan 6% yang memenuhi syarat VFB pada spesifikasi bina marga 2018.

- e. Nilai VMA pada kadar getah karet 7% sebesar 19,35%, kadar getah karet 8% sebesar 19,97%, dan kadar getah karet 9% sebesar 20,08%. Untuk spesifikasi minimum VMA sebesar 14%. VMA pada kadar getah karet mengalami peningkatan setiap persennya. Tetapi semua persenan campuran memenuhi spesifikasi. Nilai VMA pada semua persenan aspal normal memenuhi spesifikasi dari bina marga 2018.
  - f. Nilai *flow* pada kadar 7% sebesar 3,80 mm, pada kadar 8% sebesar 4,20 mm, kadar 9% sebesar 5,80 mm. Berdasarkan spesifikasi bina marga untuk nilai *flow* 2 mm – 4 mm sehingga kadar penambahan getah karet 7% saja yang memenuhi spesifikasi dari bina marga.
3. Dari hasil penelitian aspal penambahan dengan getah karet dapat disimpulkan bahwa penggunaan getah karet 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 getah karet.

## 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 penambahan getah karet pada AC-BC agar lebih banyak referensi yang didapat.

## DAFTAR PUSTAKA

Agustian, K., & Ridha, M. (2018). Karakteristik Marshall Campuran AC-BC Dengan Menggunakan 6% Getah Damar Sebagai Bahan Substitusi Aspal. *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.30601/unayaded.v4i1.193>

Amal, A. S. (2012). Pemanfaatan Getah Karet 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). *Getah 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 Banuuuu*. 30–56.

Hermadi, M., & Ronny, Y. (2015). *Pengaruh penambahan lateks alam terhadap sifat reologi aspal*. 1(2), 105–114.

Mashuri. (2010). Karakteristik aspal sebagai bahan pengikat yang ditambahkan styrofoam. *SMARTek*, 8(1), 1–12.

Nursandah, F. (2019). *LASTON AC-WC TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL*. 4(2), 262–267.

Prastanto, H. (2014). **DEPOLIMERISASI KARET ALAM SECARA MEKANIS**

Mechanically Depolymerization of Natural Rubber for Asphalt Additive Material. *Jurnal Penelitian Karet*, 32(1), 81–87. Retrieved from <http://ejournal.puslitkaret.co.id/index.php/jpk/article/view/154/103>

Prastanto, H., Cifriadi, A., & Ramadhan, A. (2015). Karakteristik Dan Hasil Uji Marshall Aspal Termodifikasi Dengan Karet Alam Terdepolimerisasi Sebagai Aditif. *Jurnal Penelitian Karet*, 33(1), 75. <https://doi.org/10.22302/jpk.v33i1.173>

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. <https://doi.org/10.24815/jts.v1i3.10031>

Sukirman, S. (2016). Beton Aspal Campuran Panas. In *Institut Teknologi Nasional*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

*Spesifikasi Umum Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan*. 2018. Surat Edaran Dirjen Bina Marga Nomor 02/SE/Db/2018

*Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*. 1990. SNI 03-1968-1990

*Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat Marshall*. 1991. SNI 06-2489-1991

*Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (Beta Version)*.

2002. SNI 03-2847-2002

# **LAMPIRAN**



**USB**  
**UNIVERSITAS SANGGA BUANA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
Terakreditasi BAN - PT

Jl. PHH. Mustopa No. 68 Telp. 022-7275489, 7202841 Fax. 022-7201756 BANDUNG 40124

Nomor : 072/06-Sipil/XI/2022  
Lampiran : -  
Perihal : Permohonan Data

Bandung, 22 November 2022

Kepada  
Yth. Project Manager  
PT. Trisakti Manunggal Perkasa Internasional  
Blok Pasir Domba DS. Jalan Cagak, Kec. Jalan Cagak.  
Kab. Subang.

Dengan Hormat,

Sebagai Institusi yang bertanggung jawab dalam mengembangkan wawasan keilmuan dan membekali para mahasiswa dengan gambaran aplikasi di dunia nyata/perusahaan, kami dari Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil S1, mewajibkan mahasiswa untuk melaksanakan Topik Khusus.

Sehubungan dengan hal tersebut, melalui surat ini kami mengajukan permohonan kiranya para mahasiswa kami dapat mendapatkan data yang diperlukan untuk keperluan Topik Khusus di perusahaan yang Bapak/Ibu pimpin sesuai waktu yang Bapak/Ibu izinkan. Mengenai waktu dapat dikonfirmasi pada mahasiswa yang bersangkutan.

Adapun nama mahasiswa yang ditugas untuk pengambilan data sebagai berikut :

No.	NPM	Nama
1.	2112181030	Abdul Miftah
2.	2112181033	Arga Junanda
3.	2112181043	David
4.	2112181041	Mochamad Rifansyah
5.	2112181050	Romi Hidayat

Demikian surat permohonan ini dibuat, atas perhatian dan bantuan Bapak/Ibu, kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu alaikum Wr.Wb.

Konfirmasi Program Studi Teknik Sipil  
USB YPKP  
Ridwan Syukri, ST, MT.

Tembusan :  
1 Arsip



**PT. TRISAKTI MANUNGGAL PERKASA INTERNASIONAL  
GENERAL TRADE & CONTRACTOR**



**PERCOBAAN MARSHALL RSNI M 03 - 1 - 2003**

AGREGAT : Hot Bin AC Binder Course  
 ASPAL : Pertamina Pem. 60 - 70  
 Tanggal :

Asphalt Content	4,0	4,5	5,0
Bit. Film Thickness (micron)	5,30	6,18	7,07
Absorption aspal	0,869	0,869	0,869
Bj. Agregat eff.	2,686	2,686	2,686

Bj. agregat bulk : 2,623  
 Bj. Aspal : 1,029  
 Surface Area : 5,98

Kalibrasi Proving Ring : 14,334 Kg

No.	Aspal Terh. Bahan	Kadar Aspal	Berat (gr)			Tsi Benda Uji	BD Bulk Campuran	(Gmm) Uji LAB	Rangka diantara Agregat	Rangka Udara	Rangka Terisi Aspal	Stabilitas (kg)			Kelelahan Plastik (mm)	Hasil Bagi Mariall	Kadar Aspal Efektif
			Di Udara	Dalam Air	Kering Pemukaan							Di Baca	Di Sesuaikan	Di Koreksi			
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q
I . 1.		4,0	1157,2	650,3	1165,3	515,0	2,247	2,406	17,76	6,61	62,78	49	702	702	3,80	184,83	3,2
2.		4,0	1152,2	647,3	1160,5	513,2	2,245	2,406	17,83	6,69	62,48	47	674	674	3,90	172,74	3,2
3.		4,0	1151,4	647,4	1160,5	513,1	2,244	2,406	17,87	6,74	62,28	50	717	717	3,70	193,70	3,2
		<b>RATA - RATA</b>					<b>2,245</b>	<b>2,406</b>	<b>17,82</b>	<b>6,68</b>	<b>62,51</b>		<b>698</b>	<b>698</b>	<b>3,80</b>	<b>183,68</b>	<b>3,2</b>
II . 1.		4,5	1157,2	652,1	1165,5	513,4	2,254	2,389	17,93	5,67	68,38	61	874	874	3,40	257,16	3,7
2.		4,5	1152,3	650,1	1160,4	510,3	2,258	2,389	17,79	5,50	69,08	66	946	946	3,60	262,79	3,7
3.		4,5	1150,8	649,0	1158,4	509,4	2,259	2,389	17,75	5,46	69,24	68	975	975	3,30	295,36	3,7
		<b>RATA - RATA</b>					<b>2,257</b>	<b>2,389</b>	<b>17,82</b>	<b>5,54</b>	<b>68,91</b>		<b>932</b>	<b>932</b>	<b>3,43</b>	<b>271,72</b>	<b>3,7</b>
III . 1.		5,0	1156,8	652,2	1163,4	511,2	2,263	2,373	18,04	4,64	74,28	82	1175	1175	3,10	379,15	4,2
2.		5,0	1160,1	654,4	1166,6	512,2	2,265	2,373	17,97	4,55	74,68	85	1218	1218	2,90	420,13	4,2
3.		5,0	1155,5	652,0	1162,8	510,8	2,262	2,373	18,07	4,68	74,10	86	1233	1233	3,30	373,55	4,2
		<b>RATA - RATA</b>					<b>2,263</b>	<b>2,373</b>	<b>18,03</b>	<b>4,62</b>	<b>74,38</b>		<b>1209</b>	<b>1209</b>	<b>3,10</b>	<b>390,00</b>	<b>4,2</b>

**Legenda**  
 a = % aspal terhadap bahan  
 b = % aspal terhadap campuran  
 c = berat kering (gr)  
 d = berat dalam keadaan jenuh (gr)  
 e = berat dalam air (gr)

(\*) Gmm di tentukan dengan cara AASHTO T 209 pada kadar aspal  
 $P_b = 0,025 (\% CA) + 0,045 (\% FA) + 0,18 (\% FT) + K$   
 $K = 0,5 - 1$  Untuk Laston ; 2,0 - 3,0 Untuk Lataston  
 $(100 - P_b)$

(\*\*) BJ . ttec. Agg. =  $\frac{100 - P_b}{Gmm} \times BJ \text{ Aspal}$   
 h = berat jenis maksimum (teoritis)  
 $\frac{100 - P_b}{BJ \text{ ttec. Agg.}}$

(\*) % Rangka diantara agregat  
 $100 - \frac{(100 - b) \times g}{BJ \text{ Bulk agregat}}$

J = % Rangka terhadap comp.  
 $100 - (100 g / h)$   
 k = % Rangka terisi Aspal 100  $(I - j) / I$   
 l = Pembacaan orlogi Stabilitas  
 m = Stabilitas ( 1 X Kalibrasi Proving Ring ) Kg  
 n = Stabilitas ( 1 X Koreksi benda uji ) Kg

e = Kelelahan (mm)  
 p = hasil bagi mariall n / o (kg/mm)  
 (\*\*\*) Abi. Aspal thd. Total Agg.  
 $100 \times \frac{BJ \text{ Eff. Agg.} - BJ \text{ Bulk Agg.}}{BJ \text{ ttec. Agg.} \times BJ \text{ Bulk Agg.}}$   
 X BJ. Aspal

q = Kadar Aspal Efectif  
 $Abip. Aspal (100 - b)$   
 $\frac{100}{100}$

Dibuat Oleh :  
 Asphalt Mixing Plant  
 PT. Trisakti Manunggal Perkasa  
 Internasional  
  
**GUNAWAN**  
 LDO, TECHNICIAN



**PT. TRISAKTI MANUNGGAL PERKASA INTERNASIONAL  
GENERAL TRADE & CONTRACTOR**



**PERCOBAAN MARSHALL RSNI M 03 - 1 - 2003**

AURE/GAI : Hot Bin AC Binder Course  
 ASPAL : Pertamina Pm, 60 - 70  
 Tanggal :

Kadar Aspal	5,5	6,0
Bit Film Thickness (micron)	7,96	8,87
Abap aspal	0,869	0,869
Bj. Agregat eff.	2,686	2,686

Bj. agregat bulk : 2,623

Bj. Aspal : 1,029

Surface Area : 5,98

Kalibrasi Proving Ring : 26.334 Kg

No.	Aspal Terh. Bahan	Kadar Aspal	Berat (gr)			Tali Benda Uji	BD Bulk Campuran	(Gmm) Uji LAB	Rongga diantara Agregat	Rongga Udara	Rongga Ter isi Aspal	Stabilitas (kg)			Kelelahan Plastis (mm)	Hasil Bagi Marshall	Kadar Aspal Efektif
			DI Udara	Dalam Air	Kering Pemukaan							Di Baca	Di Sesuaikan	Di Koreksi			
	a	b	c	d	e	f	g	h	I	j	k	l	m	n	o	p	q
I . 1.		5,5	1155,2	653,3	1161,5	508,2	2,273	2,357	18,11	3,56	80,34	82	1175	1175	2,80	419,77	4,7
2.		5,5	1157,8	655,3	1164,2	508,9	2,275	2,357	18,04	3,47	80,76	85	1218	1218	2,90	420,13	4,7
3.		5,5	1153,6	653,6	1160,2	506,6	2,277	2,357	17,97	3,39	81,14	88	1261	1261	3,20	394,18	4,7
		<b>RATA - RATA</b>					<b>2,275</b>	<b>2,357</b>	<b>18,04</b>	<b>3,47</b>	<b>80,76</b>		<b>1218</b>	<b>1218</b>	<b>2,97</b>	<b>410,10</b>	<b>4,7</b>
II . 1.		6,0	1159,2	654,8	1164,6	509,8	2,274	2,341	18,51	2,85	84,60	80	1147	1147	3,50	327,63	5,2
2.		6,0	1155,5	652,3	1160,7	508,4	2,273	2,341	18,54	2,90	84,36	76	1089	1089	3,40	320,4	5,2
3.		6,0	1152,3	650,1	1156,6	506,5	2,275	2,341	18,47	2,81	84,79	79	1132	1132	3,30	343,14	5,2
		<b>RATA - RATA</b>					<b>2,274</b>	<b>2,341</b>	<b>18,51</b>	<b>2,85</b>	<b>84,60</b>		<b>1123</b>	<b>1123</b>	<b>3,45</b>	<b>325,5</b>	<b>5,2</b>

Keterangan :  
 a = % aspal terhadap batuan  
 b = % aspal terhadap campuran  
 c = berat kering (gr)  
 d = berat dalam keadaan jenuh (gr)  
 e = berat dalam air (gr)

(\*) Gmm : ditentukan dengan cara AASHTO T 209 pada kadar aspal  
 $P_b = 0,035 (\% CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\% FF) + K$   
 K = 0,5 - 1 Untuk Laston ; 2,0 - 3,0 Untuk Lastston  

$$G_{mm} = \frac{100 - P_b}{B_j \text{ Aspal}}$$

(\*\*) B<sub>J</sub> . Efec. Agg. =  $\frac{100 - P_b}{G_{mm} - B_j \text{ Aspal}}$

h = berat jenis maksimum (teoritis)  

$$h = \frac{100}{\frac{100 - P_b}{B_j \text{ Efec. Agg.}} + \frac{b}{B_j \text{ Aspal}}}$$

i = % Rongga diantara agregat  

$$i = \frac{100 - (b - j) \times g}{B_j \text{ Bulk agregat}}$$

J = % Rongga terhadap camp.  

$$J = \frac{100 - (100 \times g / h)}{100}$$

k = % Rongga terisi Aspal  $100 (I - j) / I$   
 l = Pembacaan arloji Stabilitas  
 m = Stabilitas ( 1 X Kalibrasi Proving Ring ) Kg  
 n = Stabilitas ( 1 X Koreksi benda uji ) Kg

o = Kelelahan (mm)  
 p = hasil bagi marshall n / o (kg/mm)  
 (\*\*) Abs. Aspal Thd. Total Agg.  

$$B_j \text{ Efec. Agg.} = \frac{100 \times B_j \text{ Aspal}}{B_j \text{ Efec. Agg.} + B_j \text{ Bulk Agg.}}$$

q = Kadar Aspal Efektif  

$$q = \frac{Abap. Aspal (100 - b)}{100}$$

Dibuat Oleh :  
 Asphalt Mixing Plant  
 PT. Trisakti Manunggal Perkasa  
 Internasional

*Gunawan*  
**GUNAWAN**  
 LAD, TECHNICIAN

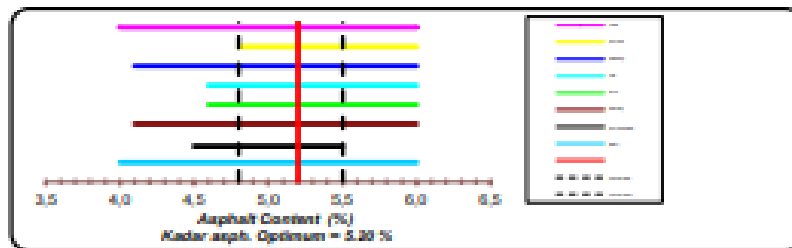
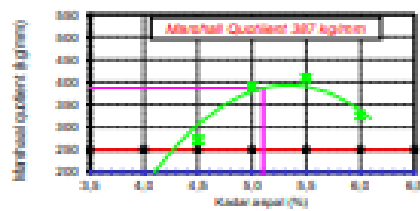
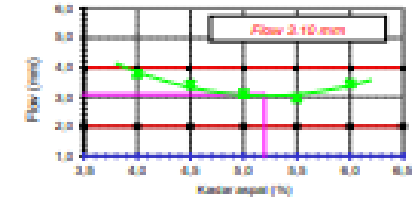
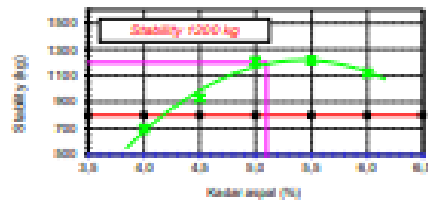
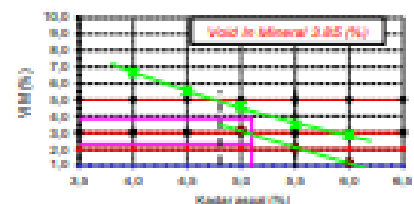
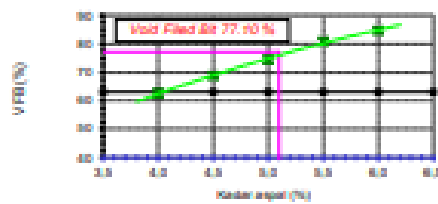
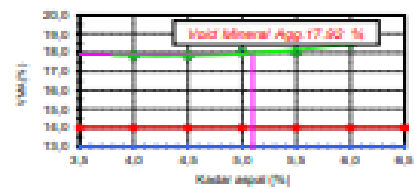
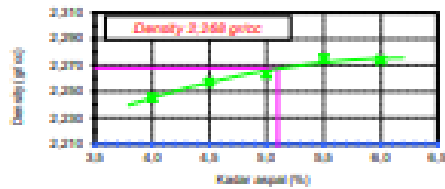


## HASIL UJI MARSHALL CAMPURAN AC-BC PENETERASI 60/70 PENAMBAHAN STYROFOAM

Kadar Aspal	Berat (gr)			Isi Benda Uji	Bulk Density	Gmm (Uji Lab)	Rongga diantara Agregat (VMA)	Rongga Udara (VIM)	Rongga terisi aspal (VFB)	Stabilitas	Kelelehan (Flow)
	Di Udara	Dalam Air	Kering Permukaan								
3	1115,8	640,4	1134,4	494,0	2,259	2,360	16,46	4,29	73,94	843	3,74
3	1108,0	636,4	1129,3	492,9	2,248	2,360	16,87	4,75	71,97		
					<b>2,253</b>	<b>2,360</b>	<b>16,67</b>	<b>4,52</b>	<b>72,96</b>		
3,5	1098,0	631,7	1119,8	488,1	2,250	2,360	17,22	4,68	72,82	871,1	4,18
3,5	1092,4	629,4	1115,9	486,5	2,245	2,360	17,41	4,85	72,14		
					<b>2,247</b>	<b>2,360</b>	<b>17,32</b>	<b>4,77</b>	<b>72,48</b>		
4	1103,9	635,6	1125,0	489,4	2,256	2,360	17,43	4,42	74,64	913,25	4,47
4	1114,4	635,9	1135,4	499,5	2,231	2,360	18,35	5,46	70,25		
					<b>2,243</b>	<b>2,360</b>	<b>17,89</b>	<b>4,97</b>	<b>72,45</b>		



PERCOBAAN MARSHALL AC. BINDER COURSE  
ASPAL ( Pas. 60-70 )



Dibuat Oleh :  
Asphalt Mixing Plant  
PT. Trisakti Manunggal Perkasa  
Internasional  
  
**SUNAWAN**  
Lab. Technician



PT. TRISAKTI MANUNGGAL PERKASA INTERNASIONAL  
GENERAL TRADE & CONTRACTOR



## DESIGN MIX FORMULA ASHPALT CONCRETE BINDER COURSE ASHPALT PEN 60 - 70

Komposisi Campuran						
COLD BIN				HOT BIN		
Abu Batu	Ex. STC PT.TMPI	41,0%	thd. Agg.	Hot Bin I	42,0%	thd. Agg.
Medium Agg	Ex. STC PT.TMPI	33,0%	thd. Agg.	Hot Bin II	30,0%	thd. Agg.
Coarse Agg 19mm	Ex. STC PT.TMPI	10,0%	thd. Agg.	Hot Bin III	10,0%	thd. Agg.
Coarse Agg 22mm	Ex. STC PT.TMPI	15,0%	thd. Agg.	Hot Bin IV	17,0%	thd. Agg.
Filler Semen		1,00%	thd. Agg.	Filler Semen	1,00%	thd. Agg.
Aspal Pen 60/70		5,2%	thd. Campuran	Aspal Pen 60/70	5,2%	thd. Campuran

### 1. GRADASI CAMPURAN

JENIS PENGUJIAN	SATUAN	HASIL UJI		STANDAR UJI	SPESIFIKASI
		COLD BIN	HOT BIN		
Gradasi				SNI 03-1968-1990	
Ukuran Ayakan (inc)					
1"	%	100,00	100,00		100,00
3/4	%	95,13	93,66		90 - 100
1/2	%	84,26	79,32		75 - 90
3/8	%	70,59	71,41		66 - 82
# 4	%	48,86	55,34		46 - 64
# 8	%	39,07	40,75		30 - 49
# 16	%	25,27	31,69		18 - 38
# 30	%	16,52	20,37		12 - 28
# 50	%	13,19	15,08		70 - 20
# 100	%	8,73	9,96		5 - 13
# 200	%	5,26	5,35		4 - 8

### 2. AGREGAT PROPERTIES COLD BIN

JENIS PENGUJIAN	HASIL PENGUJIAN					Sat	Spek
	Abu - Batu	Split 06-12	Split 12-19	Split 19-22	Filler Semen		
Berat Jenis Bulk	2,611	2,628	2,633	2,607	2,914	gr/cc	-
Berat Jenis SSD	2,666	2,670	2,672	2,640		gr/cc	-
Berat Jenis Apparent	2,763	2,744	2,741	2,693		gr/cc	-
Penyerapan Air	2,103	1,621	1,488	1,254		%	Max 3
Sand Equivalent	72,12					%	Min.60
Lolos Saringan No.200	9,49					%	Max 10
Gumpalan Lempung Agregat Halus	0,58					%	Max 1.0

Diajukan Oleh  
Penyedia Jasa  
CV. GUNA KARYA

(.....)



PT. TRISAKTI MANUNGGAL PERKASA INTERNASIONAL  
GENERAL TRADE & CONTRACTOR



3. ASPAL PROPERTIES

Penetrasi Pada suhu 25°C	65,60	0.1 mm	60 - 70
Berat Jenis	1,030		Min. 1
Titik Lembek	49,00	°C	Min. 48

3. MARSHALL PROPERTIES HOT BIN

SIFAT SIFAT - CAMPURAN	SAT	HASIL UJI PADA KADAR ASPAL OPTIMUM KADAR ASPAL 5,2%	SPESIFIKASI UMUM 2018 DIV. 6
Kepadatan Campuran (Laboratorium)	gr/cc	2,265	-
Stabilitas Marshall	kg	1223,1	Min 800
Rongga diantara Agregat (VMA)	%	18,14	Min 14
Rongga Terisi Aspal (VFB)	%	76,37	Min 65
Rongga Udara (VIM)	%	4,29	3,0 - 5,0
Rongga Udara (PRD)	%	2,55	Min 2,0
Pelelehan (Flow)	mm	3,07	2,0 - 4,0
Marshall Quotient	kg/mm	400,2	Min 250
Penyerapan Aspal	%	0,869	Max. 1,2
Rasio Partikel Lolos Ayakan 0,075 mm Dengan Kadar Aspal Efektif	%	1,2	0,6 - 1,2
Stabilitas Marshall Sisa	%	91,79	90

Diajukan Oleh  
Penyedia Jasa  
CV. GUNA KARYA

(.....)

## DOKUMENTASI



**Gambar 1:**  
Agregat (Agregat Kasar, Agregat Medium, dan Agregat Halus).



**Gambar 2:**  
Bahan Penambah Getah Karet.



**Gambar 3:**  
Proses penimbangan komposisi campuran.



**Gambar 4:**  
Proses memasukan komposisi campuran ke dalam oven.



**Gambar 5:**  
Proses memanaskan campuran di wajan dan pengecekan suhu menggunakan thermometer.



**Gambar 6:**  
Proses menuangkan aspal ke bahan uji.



**Gambar 7:**  
Proses pencampuran hingga aspal menyelimuti bahan uji.



**Gambar 8:**  
Memasukan bahan uji ke dalam cetakan (*mold*).



**Gambar 9:**  
Proses pemadatan benda uji.



**Gambar 10:**  
Proses mengeluarkan benda uji dari cetakan ( *mold*).



**Gambar 11:**  
Proses penimbangan benda uji.



**Gambar 12:**  
Proses perendaman benda uji selama 24jam.





**Gambar 13:**  
Proses penimbangan benda uji dalam air.



**Gambar 14:**  
Proses penimbangan berat kering permukaan.



**Gambar 15:**  
Proses bagian dari tes Marshall



**Gambar 16:**  
Proses tes Marshall





FORMULIR BIMBINGAN/ASISTENSI TOPIK KHUSUS (TOPSUS)

PENGARUH PENAMBAHAN GETAH KARET  
PADA CAMPURAN AC-BC PENETRASI 60/70  
TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL



UNIVERSITAS  
SANGGA  
BUANA  
YPKP

Mahasiswa :  
Abdul Miftah  
2112181030

Dosen Pembimbing I :  
Ir.H.Chandra Afriade Siregar, ST.,MT  
Dosen Pembimbing II :  
Muhammad Syukri, ST.,MT

TA  
2022-2023

PROGRAM  
STUDI  
TEKNIK  
SIPIL

No.	Tanggal Pertemuan	Uraian Kegiatan, Catatan Perbaikan	Paraf Pembimbing
1.	09. 11. 22	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Penulisan disesuaikan dgn standar!</li> <li>→ Tambahkan spek. Latak 20</li> </ul>	
2.	9/11-22	<p>Tambahkan BAB II, detail agregat aspal, latak, foto peralatan.</p> <p>Perbaiki bagian alir.</p>	
3.	11. 11. 22	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Penulisan dicek kembali!</li> <li>→ Koordinasi ke Pb. II!</li> </ul>	
4	14/11-22	Periksa & perbaiki format penulisan	
5	15/11-22	ACE Summary TOPSUS	

Bandung, November 2022

Dosen Pembimbing I

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

Dosen Pembimbing II

Muhammad Syukri, ST.,MT



FORMULIR BIMBINGAN/ASISTENSI TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN GETAH KARET (LATEKS) PADA CAMPURAN AC-BC (ASPHALT CONCRETE – BINDER COURSE) PENETRASI 60/70 TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL



UNIVERSITAS SANGGA BUANA YPKP

Mahasiswa : ABDUL MIFTAH 2112181030

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
1.	3. 01. 23	<ul style="list-style-type: none"> <li>↳ Susun Analisis <math>\begin{cases} \rightarrow \text{Normal} \\ \rightarrow \text{Tambahan} \end{cases}</math></li> <li>↳ Buat Rekap hasil!</li> </ul>	
2.	09. 01. 2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>↳ Bab IV dan Bab V, ok!</li> <li>↳ Susun semua bab!</li> </ul>	
3.	11. 01. 23	<ul style="list-style-type: none"> <li>↳ Laporan TA ok!</li> </ul> <p>Susun analisis berdasarkan tabel/metode yg standar.</p> <p>Berikan deskripsi setiap hasil.</p> <p>Berikan rekap hasil Penambahan marshol dan deskripsikan di kesimpulan</p> <p>Ace Sidang TA</p>	   

Dosen Pembimbing I

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

Dosen Pembimbing II

Muhammad Syukri, ST., MT.