

**PENGARUH PENAMBAHAN SABUT KELAPA SEBAGAI  
FILLER PADA CAMPURAN ASPAL AC-WC  
MENGUNAKAN ASPAL MINYAK SEBAGAI PENGIKAT**

**TUGAS AKHIR**

**Karya tulis sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana dari  
Universitas Fajar**

**Oleh**

**Laurentio Kurniawan P**

**1620121072**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS FAJAR**

**2022**

**PENGARUH PENAMBAHAN SABUT KELAPA SEBAGAI FILLER  
PADA CAMPURAN ASPAL AC-WC MENGGUNAKAN ASPAL  
MINYAK SEBAGAI BAHAN PENGIKAT**

Oleh:

**LAURENTIO KURNIAWAN P**

**1620121072**

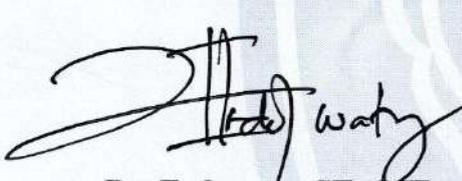
Menyetujui,

Tim Pembimbing

Tanggal, 10 Oktober 2022

Pembimbing 1

Pembimbing II



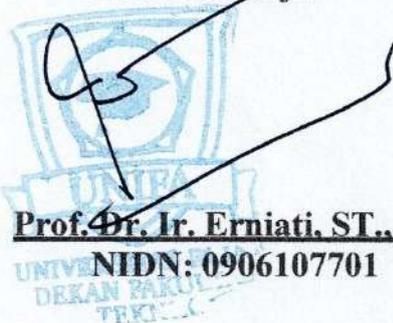
**Dr. Erdawaty, ST., MT**  
NIDN: 0921047802



**Dr. Ir. Nur Khaerat Nur, ST., MT., ACPE., IPM., ASEAN.Eng**  
NIDN: 0901128002

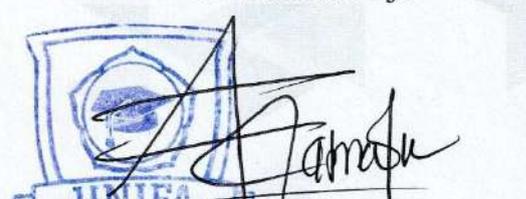
Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Fajar



**Prof. Dr. Ir. Erniati, ST., MT**  
NIDN: 0906107701

Ketua Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Fajar



**Fatmawaty Rachim, ST., MT**  
NIDN: 0919117903

## PERNYATAAN ORSINALITAS

Penulis dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir :

**“Pengaruh Penambahan Sabut Kelapa Sebagai Filler Pada Campuran Aspal Ac-We Menggunakan Aspal Minyak Sebagai Pengikat”** adalah karya orsinal saya setiap serta seluruh sumber acuan telah ditulis sesuai dengan Panduan Ilmiah yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Fajar.

Makassar, 27 Februari 2023

Yang Menyatakan



Laurentio Korniawan P

## ABSTRAK

### **Pengaruh Penambahan Sabut Kelapa Sebagai Filler Pada Campuran Aspal Ac-Wc Menggunakan Aspal Minyak Sebagai Pengikat, Laurentio Kurniawan P.**

Di Indonesia buah kelapa tergolong sangat banyak, hampir di setiap tempat buah kelapa bisa di jumpai. 45% bagian dari buah kelapa adalah sabutnya dan limbah sabut kelapa masih sangat jarang di olah. Sabut kelapa adalah bagian terluar yang ada pada buah kelapa. Sabut kelapa memiliki lapisan dalam (*endocarpium*) dan luar (*exocarpium*) yang ketebalannya 5-6 cm. *Endocarpium* mengandung serat halus dan dapat digunakan seperti bahan tali, karpet, kuas, bahan penyekat panas dan suara, filter, pengisi jok mobil dan kardus. Penelitian ini dilakukan Untuk mengetahui pengaruh penambahan sabut kelapa sebagai filler terhadap campuran aspal AC-WC pada nilai karakteristik marshall, Mengetahui pengaruh nilai kehilangan berat pada sabut kelapa sebagai filler terhadap campuran aspal AC-WC. Campuran aspal masih menjadi pelapis perkerasan jalan utama di Indonesia. Aspal AC-WC merupakan lapisan perkerasan yang terletak paling atas dan berfungsi sebagai lapisan aus. Aspal minyak adalah bahan tersisa yang dianggap sudah sudah tidak lagi bisa diproses secara ekonomi dari proses destilasi minyak bumi di pabrik kilang minyak.. Metode Pengujian *marshall* bertujuan untuk mengetahui karakteristik campuran pada benda uji. Dari hasil pengujian yang didapatkan VIM nilai melebihi dari persyaratan Standar Bina Marga yang diisyaratkan yaitu minimal 3% dan maksimal 5% sedangkan hasil yang diperoleh pada variasi 0% sebesar 18,48%, untuk variasi 5% sebesar 10,06%, dan untuk variasi 10% sebesar 10,9%, Nilai pada VFB yang diperoleh 0% = 54,11%, untuk variasi 10%= 47,15% tidak memenuhi spesifikasi sedangkan pada variasi 5% = 64,02% memenuhi spesifikasi yang di tentukan. Dan pada nilai STABILITAS, FLOW, VMA dan MQ memenuhi spesifikasi yang di tentukan. sedangkan pengujian cantabro memenuhi spesifikasi karena nilai rata – rata yang diperoleh tidak lebih dari 20% dari peryartan yang ditentukan, dimana pada variasi 0% sebesar 2,21%, untuk variasi 5% sebesar 2,24%, dan untuk variasi 10% sebesar 2,57%.

**Kata kunci:** *Sabuk kelapa, Aspal AC-WC, Aspal Minyak, Marshall Test, Cantabro*

## ABSTRACT

*Effect of adding coconut belts as a filler to ac-wc asphalt mixture using oil asphalt as a binder, Laurentio Kurniawan P. In Indonesia, coconuts are very numerous, almost everywhere you can find coconuts. 45% of the coconut is the coir and coconut coir waste is still very rarely processed. Coconut husk is the outermost part of the coconut. Coconut husk has an inner (endocarpium) and an outer (exocarpium) layer which is 5-6 cm thick. Endocarpium contains fine fibers and can be used as rope materials, carpets, brushes, heat and sound insulation materials, filters, car seat fillers and cardboard. This study was conducted to determine the effect of adding coconut husk as a filler to the AC-WC asphalt mixture on the marshall characteristic value, to determine the effect of the weight loss value of coconut fiber as a filler on the AC-WC asphalt mixture. Asphalt mixture is still the main road pavement coating in Indonesia. AC-WC asphalt is the topmost layer of pavement and functions as a wear layer. Oil asphalt is the remaining material which is considered no longer economically viable from the petroleum distillation process in oil refineries. The Marshall Test Method aims to determine the characteristics of the mixture in the test object. From the test results, the VIM value exceeds the required Bina Marga Standard requirements, namely a minimum of 3% and a maximum of 5%, while the results obtained at the 0% variation are 18.48%, for the 5% variation it is 10.06%, and for the variation 10% is 10.9%, the value on the VFB obtained is 0% = 54.11%, for variation 10% = 47.15% does not meet the specifications while the variation 5% = 64.02% meets the specified specifications. And the STABILITY, FLOW, VMA and MQ values meet the specified specifications. while the Cantabro test meets the specifications because the average value obtained is not more than 20% of the specified requirements, where the 0% variation is 2.21%, for the 5% variation it is 2.24%, and for the 10% variation it is 2,57%.*

**Keywords:** Coconut Belt, AC-WC Asphalt, Oil Asphalt, Marshall Test, Cantabro

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul **“Pengaruh Penambahan Sabut Kelapa Sebagai Filler Pada Campuran Aspal Ac-Wc Menggunakan Aspal Minyak Sebagai Pengikat”**. Laporan proposal ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Fajar.

Kami menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dalam penyusunan proposal ini. Oleh karena itu, kami ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan proposal ini.
2. Untuk kedua orang tua saya yang selalu memberikan kasih sayang dan dukungan yang tulus dalam berbagai bentuk, baik materil maupun non-materi yang tidak ada nilainya. Serta kepada seluruh keluarga yang turut berperan dalam penyusunan proposal penelitian ini.
3. Prof. Dr.Ir. Erniati ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Fajar dan Dosen Pembimbing Akademik atas segala dukungan akademiknya.
4. Fatmawaty Rachim, ST, MT selaku Program Studi Teknik Sipil Universitas Fajar.
5. Dr. Erdawaty, ST., MT selaku Pembimbing I dan Dr.Ir Nur Khaerat Nur,ST.,MT.,ACP.,IMP.,ASEAN.Eng. sebagai pembimbing II yang selalu membimbing saya dalam penelitian ini.
6. RATE 16 yang selalu membantu dan mendukung saya dalam penyusunan proposal penelitian ini.
7. Saudara seangkatan saya Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Fajar Angkatan 2016.

8. Dan semua pihak dengan segala kerendahan hati untuk membantu. Oleh karena itu kami mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat kami harapkan demi penyempurnaan proposal ini. Akhir kata, semoga segala bantuan dan amal kebaikan mendapat balasan dan karunia dari Allah SWT. Amin.

Makassar, April 2022

Laurentio Kurniawan P

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN ORSINALITAS .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
I.1 Latar belakang .....	1
I.2 Rumusan masalah .....	3
I.3 Tujuan penelitian .....	3
I.4 Batasan Masalah .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
II.1 Perkerasan lentur .....	4
II.2 Lapisan aspal beton (AC-WC) .....	6
II.2.1 Gradasi campuran aspal beton (AC-WC).....	7
II.3 Aspal minyak.....	8
II.4 Agregat .....	10
II.4.1 Agregat kasar.....	11
II.4.2 Agregat halus.....	12
II.4.3 Bahan pengisi ( <i>filler</i> ).....	14

II.5 Mix design laston AC-WC .....	15
II.6 Karakteristik Marshall .....	15
II.6.1 Stabilitas .....	15
II.6.2 Kelelahan ( <i>Flow</i> ).....	16
II.6.3 Marshall Quotient ( <i>MQ</i> ).....	16
II.6.4 VMA ( <i>Void In Mineral Agregat</i> ) .....	16
II.6.5 VIM ( <i>Void In Mineral</i> ).....	17
II.6.6 VFB ( <i>Filler In Bitumen</i> ).....	17
II.7 Pengujian cantabro .....	17
II.8 Sabut Kelapa.....	18
II.9 Penelitian Terdahulu.....	19
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>24</b>
III.1 Waktu dan tempat .....	24
III.2 Alat dan bahan penelitian.....	24
III.2.1 Alat.....	24
III.2.2 Bahan .....	25
III.3 Metode pengumpulan data .....	25
III.3.1 Metode design.....	25
III.4 Pelaksanaan penelitian .....	27
III.4.1 Prosedur pelaksanaan penelitian .....	27

III.4.2 Pemeriksaan sifat-sifat fisik bahan .....	27
III.4.3 Pembuatan Benda Uji .....	28
III.4.4 Pengujian benda uji.....	29
III.5 Analisis data.....	30
III.6 Bagan alur penelitian.....	31
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>32</b>
IV.1 Hasil uji karakteristik material.....	32
IV.1.1 Sifat fisik agregat kasar.....	32
IV.1.2 Sifat-sifat fisik agregat halus .....	32
IV.2 Penentuan Gradasi Gabungan .....	33
IV.3 Pengujian Marshall .....	34
IV.3.1 (Stability) Stabilitas .....	35
IV.3.2 ( <i>flow</i> ) Kelelehan.....	36
IV.3.3 VIM (Void In The Mix).....	37
IV.3.4 VFB (Voids Filler in Bitument).....	37
IV.3.5 VMA (Void In Mineral Agregate).....	38
IV.3.6 MQ (Marshall Quetion) .....	39
IV.4 Pengujian Cantabro.....	40
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>43</b>
V.1 Kesimpulan .....	43
V.2 Saran.....	43

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>44</b>
-----------------------------	-----------

## DAFTAR TABEL

Tabel.II 1 Penentuan sifat-sifat campuran Laston (AC-WC).....	7
Tabel.II 2 Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal .....	8
Tabel.II 3 Hasil pengujian Karakteristik penetrasi minyak aspal 60/70 .....	9
Tabel.II 4 Ketentuan agregat pokok dan pengunci .....	10
Tabel.II 5 Ketentuan Agregat Kasar .....	11
Tabel.II 6 Analisa saringan pada agregat kasar, dan halus .....	11
Tabel.II 7 Ketentuan agregat halus .....	13
Tabel.II 8 Analisa saringan pada agregat kasar, dan halus .....	13
Tabel.II 9 Syarat gradasi bahan pengisi .....	14
Tabel III. 1 Metode pengujian agregat kasar .....	26
Tabel III. 2 Metode uji agregat halus .....	26
Tabel III. 3 Metode pengujian karakteristik agregat .....	28
Tabel III. 4 Jumlah benda uji .....	28
Tabel III. 5 Pengujian dan metode pengujian karakteristik.....	29
Tabel IV. 1 Sifat-sifat fisik agregat kasar .....	32
Tabel IV. 2 Sifat-sifat fisik agregat halus .....	33
Tabel IV. 3 Analisa gabungan agregat.....	33
Tabel IV. 4 Pengujian marshall.....	35
Tabel IV. 5 Hasil Cantabro test.....	41

## DAFTAR GAMBAR

Gamabr II. 1 Komponen Perkerasan.....	5
Gamabr II. 2 Sabut Kelapa.....	18
Gambar III. 1 Bagan alur penelitian .....	31
Gambar IV. 1 Gradasi gabungan agregat.....	34
Gambar IV. 2 Grafik stabilitas .....	35
Gambar IV. 3 Flow .....	36
Gambar IV. 4 VIM (Vold In The Mix).....	37
Gambar IV. 5 VFB (Voids Filler in Bitument).....	38
Gambar IV. 6 VMA (Void In Mineral Agregate).....	39
Gambar IV. 7 MQ (Marshall Quetion) .....	40
Gambar IV. 8 Hasil pengujian Cantabro test .....	41

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar belakang**

Di Indonesia buah kelapa tergolong sangat banyak, hampir di setiap tempat buah kelapa bisa dijumpai. Sebanyak 45% bagian dari buah kelapa merupakan sabutnya, limbah sabut kelapa masih sangat jarang di olah oleh masyarakat, kebanyakan sabut kelapa hanya dibuang ketika sudah di olah dari kelapanya. Sabut kelapa merupakan salah satu biomassa yang mudah didapatkan dan merupakan hasil samping pertanian. Sabut kelapa terdiri dari serat (*fiber*) dan gabus (*pitch*) yang menghubungkan satu serat dengan serat yang lainnya. Sabut kelapa terdiri dari 75% serat dan 25% gabus (Agustini, 2014).

Sabut kelapa adalah bagian terluar yang ada pada buah kelapa. Sabut kelapa memiliki lapisan dalam (*endocarpium*) dan luar (*exocarpium*) yang ketebalannya 5-6 cm. *Endocarpium* mengandung serat halus dan dapat digunakan seperti bahan tali, karpet, kuas, bahan penyekat panas dan suara, filter, pengisi jok mobil dan kardus. Sebuah kelapa dapat menghasilkan 0,4kg sabut kelapa yang mengandung 30% serat. Dalam campuran aspal bahan pengisi (*filler*) harus memiliki karakteristik yang sesuai dengan persyaratan yang ada agar perkerasan beton aspal memiliki stabilitas dan kelenturan yang baik. Bahan pengisi (*Filler*) pada campuran aspal beton merupakan bahan yang lolos saringan No.200 (0,075 mm). Pada penelitian ini akan dilakukan pada lapisan aspal beton (AC-WC), pada pencampuran aspal bahan pengisi yang digunakan adalah sabut kelapa.

Aspal campuran panas adalah jenis campuran yang sering diproduksi, disebarkan, dan dipadatkan dalam kondisi panas. Salah satu jenis campuran panas yang populer digunakan di Indonesia adalah beton aspal (AC). Beton aspal terdiri dari agregat kasar, agregat halus, perekat aspal, dan bahan pengisi. Uji ketahanan dilakukan dengan menggunakan campuran sampah plastik dan abu sabut kelapa sebagai bahan pengisi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran tersebut sangat tahan lama dan tahan aus. Penyebab utama kerusakan dan penurunan kekuatan lentur perkerasan adalah rendahnya kekuatan dan durabilitas lapisan

keausan. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan suatu bahan tambahan yang dapat menambah lapisan aspal beton. Salah satu dari banyak bahan yang dapat Anda gunakan dalam proyek Anda adalah plastik.

Ada banyak perkebunan kelapa rakyat di sepanjang pantai Aceh Barat. Sampai saat ini, masyarakat menggunakan kelapa ini hanya untuk membuat ampas kelapa dan minyak kelapa serta sebagai minuman. Sabut kelapa, di sisi lain, tidak dimanfaatkan secara optimal. Wilayah Aceh Barat memiliki pantai yang panjang dengan banyak ruang untuk menyebar, serta sungai dan rawa yang panjang yang dapat menjadi sumber pendapatan bagi masyarakat. Loka dikonsumsi sebagian besar untuk makanan, tetapi cangkangnya tidak dimanfaatkan secara maksimal. Peneliti mencoba menggunakan loka veneer ini sebagai bahan pengisi campuran aspal. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaraktirasi campuran aspal menggunakan abu tempurung loka dan abu sabut kelapa sebagai bahan pengisi. Dua metode yang digunakan untuk menguji keawetan perkerasan tersebut dilakukan oleh Dirjen Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Pengujian pertama dengan variasi semen dan abu cangkang loka 20:80% dan 50:50%. Pengujian kedua adalah variasi semen dan abu sabut kelapa dengan perbandingan 60:40% dan 50:50%. Kadar aspal optimum yang didapat dari pengujian variasi 1 yaitu 4,1% dan 4,9%. Dari variasi 2 didapat kadar aspal optimum sebesar 4,8% dan 4,4%. Penggunaan variasi filler abu tempurung loka menghasilkan nilai stabilitas yang lebih tinggi daripada penggunaan sabut kelapa, hal ini menunjukkan bahwa penggunaan variasi filler abu cangkang loka mungkin lebih diinginkan pada aplikasi lalu lintas yang padat. Ada beberapa hal yang dapat diselidiki lebih lanjut untuk lebih memahami bagaimana pengikat aspal berbeda dalam hal kemampuannya untuk memenuhi persyaratan parameter Marshall. Ini dapat mencakup mencoba variasi dan pengikat yang berbeda dengan persentase pengisi yang berbeda, untuk melihat bagaimana hasilnya dibandingkan.

Berdasarkan uraian diatas maka penulis akan melakukan penelitian yang berjudul **“Pengaruh Penambahan Sabut Kelapa Sebagai Filler Pada Campuran Aspal Ac-Wc Menggunakan Aspal Minyak Sebagai Pengikat”**.

### **I.2 Rumusan masalah**

Rumusan masalah yang akan diteliti adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan sabut kelapa sebagai filler terhadap campuran aspal AC-WC pada nilai karakteristik marshall?
2. Bagaimana pengaruh nilai kehilangan berat pada sabut kelapa sebagai filler terhadap campuran aspal AC-WC?

### **I.3 Tujuan penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan sabut kelapa sebagai filler terhadap campuran aspal AC-WC pada nilai karakteristik marshall.
2. Mengetahui pengaruh nilai kehilangan berat pada sabut kelapa sebagai filler terhadap campuran aspal AC-WC.

### **I.4 Batasan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang dilakukan pada penelitian ini yaitu:

1. Pengujian dilakukan berdasarkan skala laborotorium
2. Penelitian ini menggunakan aspal minyak sebagai bahan pengikat dengan kadar 5% pada campuran.
3. Jenis lapisan yang digunakan adalah aspal AC-WC.
4. Variasi filler sabut kelapa adalah 0% 5% dan 10%
5. Metode pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengujian Marshall dan Cantabro.
6. Campuran dipadatkan dengan *Marshall Compaction* pada suhu  $\pm 120^{\circ} C$ , dengan tumbukan 2 x 75 sesuai dengan spesifikasi bina marga.
7. Gradasi Bina Marga: Saringan no. 1.5", 1", 3/4", 1/2", 3/8, #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 Perkerasan lentur**

Perkerasan lentur adalah jenis perkerasan yang menggunakan campuran butiran sebagai lapisan bawah dan campuran aspal sebagai lapisan atas. Untuk membuat permukaan jalan fleksibel dan mampu mendistribusikan lalu lintas. Komponen lantai fleksibel meliputi:

1. Tanah dasar (*subgrade*)

Tanah dasar adalah lapisan tanah yang berfungsi sebagai tempat peletakan lapisan perkerasan dan mendukung konstruksi perkerasan jalan di atasnya. Menurut spesifikasinya, tanah dasar merupakan lapisan tertinggi dari tanggul jalan dengan ketebalan 30 cm, yang memiliki persyaratan tertentu berdasarkan fungsinya, yaitu dalam hal kepadatan dan kapasitas beban (CBR). Tanah dasar dapat berupa tanah asli yang memadat jika tanah aslinya baik, atau tanah pengisi yang didatangkan dari tempat lain atau distabilkan dan lain-lain.

Kekuatan pada lapisan ini berkaitan erat dengan daya dukung yang memiliki tanah dasar dan sifat-sifat pendukungnya. Adapun persoalan yang ditimbulkan pada lapisan tanah dasar yaitu:

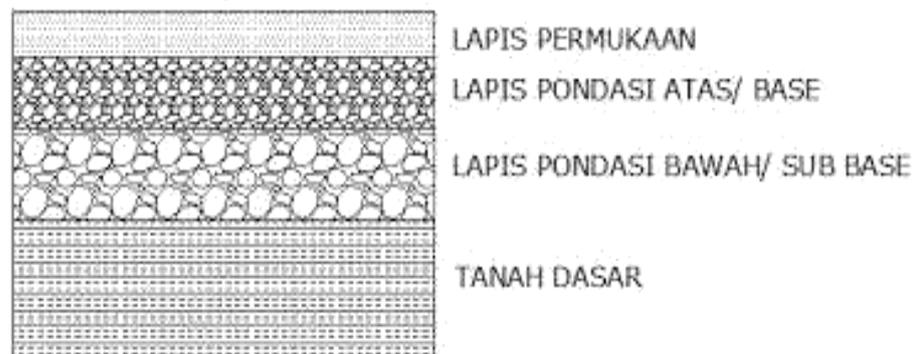
- a. Perubahan bentuk akibat beban yang diterima.
- b. Perubahan sifat yang terjadi karena daerah sekitarnya mengalami perubahan kadar air.
- c. Daya dukung tanah tidak merata.

2. Lapisan pondasi bawah (*subbase course*)

Lapisan pondasi bawah adalah lapisan yang terletak di antara lapisan pondasi bawah dan lapisan tanah dasar. Adapun fungsi dari lapisan ini adalah:

- a. Untuk mendistribusikan beban yang diterima oleh roda ke lapisan tanah dasar.
- b. Menjadi lapisan penyerapan
- c. Sebagai lapisan perantara agar material pada agregat tanah dasar tidak tercampur dengan lapisan pondasi atas.

- d. Lapisan pelindung lapisan tanah dasar dari beban roda-roda alat.
3. Lapisan pondasi atas (*base course*)
- Lapisan pada pondasi atas adalah lapisan yang berfungsi sebagai perkerasan untuk memikul beban roda dalam lalu lintas dan mendistribusikan beban tersebut ke lapisan dibawahnya. Lapisan ini dirancang untuk memiliki daya tahan dan kekuatan yang cukup untuk menahan beban yang diterima. Dan itu memenuhi nilai daya dukung dan kepadatan.
4. Pelapisan Permukaan (*Surface course*)
- Lapisan permukaan adalah lapisan yang terletak di bagian atas perkerasan jalan dan lapisan pertama yang menerima beban roda dan meneruskannya ke lapisan bawah. Fungsi lain lapisan permukaan ini adalah sebagai berikut:
- Lapisan yang digunakan untuk menahan gesekan dari rem kendaraan atau biasa disebut lapisan keausan.
  - Sebagai lapisan untuk menahan air hujan agar tidak semua menembus bagian bawah lapisan, yang dapat melemahkan lapisan.



Gamabr II. 1 Komponen Perkerasan

Kerusakan konstruksi jalan yang sering terjadi adalah adanya keteraturan pada lapisan permukaan jalan berupa lubang (*photoles*), lubang (*rutting*), bergelombang, retak-retak dan pelepasan butiran (*reveling*). Ada juga perananan drainase yang berperan penting dalam menstabilkan perkerasan. Semakin tinggi kadar air maka semakin besar pergerakan struktur perkerasan dan menyebabkan kerusakan dini.

## II.2 Lapisan aspal beton (AC-WC)

Beton aspal merupakan salah satu jenis lapisan perkerasan lentur yang dapat digunakan untuk konstruksi perkerasan jalan. Jenis perkerasan ini merupakan campuran agregat dan aspal yang diset dan dikeraskan pada temperatur tertentu. Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari serangkaian lapisan tipis yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan di bawah membantu menerima beban dan mendistribusikannya ke lapisan bawah. (Zainal Abidin, Bunyamin, Febrina Dian Kurniasari 2020).

Jenis lapisan aspal beton campuran panas dibedakan menjadi 3 yaitu:

1. Laston merupakan lapisan keausan yang dikenal sebagai AC-WC (Asphalt Concrete-Wearing Course) dengan ketebalan minimal 4 cm. Lapisan ini dirancang untuk menahan perubahan iklim, gaya geser, ban bertekanan, dan memberikan lapisan kedap air untuk lapisan di bawahnya.
2. Laston, adalah lapisan pingikat yang disebut AC-BC (Asphalt Concrete Coating) dengan ketebalan minimum AC-BC 5 cm. Lapisan ini akan membentuk subfloor ketika digunakan dalam pekerjaan perbaikan atau pemeliharaan jalan..
3. Terakhir adalah lapisan pondasi yang dikenal dengan AC-Base (Asphalt Concrete-Base) dengan ketebalan 6 cm AC-Base. Lapisan ini tidak berhubungan langsung dengan kondisi cuaca, tetapi membutuhkan kestabilan untuk menopang beban lalu lintas yang dibawa oleh ban kendaraan..

Lapisan beton aspal memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

1. Lalulintas anti-abrasi
2. Tahan air.
3. Memiliki nilai struktural.
4. Stabilitas tinggi.
5. Bahan lapis aspal beton meliputi agregat kasar, agregat halus, filler, dan aspal keras. Kualitas dan bahan ukuran butir harus diperiksa terlebih dahulu. Tidak

diperbolehkan menggunakan aspal dari beberapa pabrik yang berbeda meskipun aspalnya sama.

Tabel.II 1 Penentuan sifat-sifat campuran Laston (AC-WC)

Sifat-sifat Campuran		Laston		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Fondasi
Jumlah tumbukan per bidang		75		112 <sup>(3)</sup>
Rasio partikel lolos ayakan 0,075mm dengan kadar aspal efektif	Min.	0,6		
	Maks.	1,2		
Rongga dalam campuran (%) <sup>(4)</sup>	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 <sup>(3)</sup>
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C <sup>(5)</sup>	Min.	90		
Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal (refusal) <sup>(6)</sup>	Min.	2		

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6

## II.2.1 Gradasi campuran aspal beton (AC-WC)

Gradasi campuran aspal beton merupakan salah satu karakteristik terpenting dari performa/ketahanan di jalan. Setiap jenis lantai memiliki gradasi keseluruhan tertentu yang dapat dilihat pada spesifikasi material permukaannya masing-masing. Peringkat keseluruhan gabungan untuk HMA ditunjukkan pada tabel di bawah ini. Desentralisasi global gabungan Laston telah menjadi kurang terbatas pada pos-pos pemeriksaan dan perlu di terapkan pada area terbatas dan terarah.

Gradasi adalah susunan butir agregat sesuai ukurannya, ukuran agregat dapat diperoleh melalui pemeriksaan analisis saringan satu set saringan umur terdiri dari saringan berukuran 3/4", 1/2", 3/8", No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, No.200. File Akumulasi Skala Resmi Terkirim Eksplisit dapat berupa persentase pada looa atau kuota yang dipertahankan dan dihitung berdasarkan bobot akumulator. Gradien agregat besar mendeteksi rongga atau pori-pori yang sedemikian rupa sehingga dapat berada di dalam campuran, dan agregasi campuran

yang besar terbentuk pada campuran secara serius sampai terkirim secara merata, karena rongga yang terbentuk pada campuran akan diisi dengan aglomerasi kecil.

Ukuran partikel atau distribusi partikel sebagai fungsi dari ukuran agregat sangat penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat mempengaruhi ukuran rongga intergranular, yang menentukan stabilitas dan kemampuan kerja. Ukuran partikel keseluruhan diperoleh dari hasil analisis ayakan menggunakan seperangkat ayakan seperti terlihat pada Tabel II.2.

Tabel.II 2 Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal

Ukuran saringan		% Berat yang lolos terhadap total agregat		
		LASTON (AC)		
(Inci)	(mm)	AC-WC	AC-BC	AC-Base
1 1/2 "	37.5	-	-	100
1 "	25	-	100	90 - 100
3/4 "	19	100	90 - 100	76 - 90
1/2 "	12.5	90 - 100	66 - 82	60 - 78
3/8 "	9.5	77 - 90	58 - 80	52 - 71
4	4.75	53 - 69	46 - 64	35 - 54
8	2.36	33 - 53	30 - 49	23 - 41
16	1.18	21 - 40	18 - 38	13 - 30
30	0,600	14 - 30	12 - 28	10 - 22
50	0,300	9 - 22	7 - 20	6 - 15
100	0,150	6 - 15	5 - 13	4 - 10
200	0,075	4 - 9	4 - 8	3 - 7

Sumber: Spesifikasi Bina Marga 2018 Devisi 6

### II.3 Aspal minyak

Aspal adalah bahan yang mempunyai warna coklat tua atau hitam, pada suhu lingkungan tertentu berbentuk padat sampai hampir padat. Jika dipanaskan sampai suhu tertentu, aspal dapat berubah bentuk dari lunak menjadi cair. Sedemikian rupa sehingga dapat mengikat agregat selama produksi beton aspal atau

dapat menembus rongga agregat yang ada selama penyiraman selama pengerjaan besi cor atau batu pecah. Jika suhu mulai turun, keadaan aspal akan menjadi keras dan mengikat agregat pada tempatnya (sifat thermoplastic) (Moch. Shodiq Zamroji, Kurnia Hadi Putra 2020).

Minyak aspal merupakan sisa bahan alam yang tidak dapat lagi diolah lebih lanjut secara ekonomis. Aspal berminyak juga dikenal sebagai aspal buatan adalah hasil penyulingan minyak bumi tergantung pada jenis bahan dasarnya.

Jenis produk bitumen:

- a. Sebagian besar bahan dasar aspal
- b. Beberapa bahan dasarnya adalah parafin.
- c. Bahan dasarnya adalah campuran bitumen dan parifin

Aspal penetrasi rendah digunakan dalam cuaca panas dan lalu lintas padat. Aspal permeabilitas tinggi malah digunakan di iklim dingin dengan sedikit lalu lintas. Aspal keras dengan penetrasi 60-70 dan 80-100 banyak digunakan di Indonesia.

Tabel.II 3 Hasil pengujian Karakteristik penetrasi minyak aspal 60/70

No	Jenis Pengujian	Syarat	Hasil
1	Berat Jenis	$\geq 1,0$	1,09
2	Penetrasi (mm)	$\geq 60 - 70$	61,6
3	Daktalitas (cm)	$\geq 100$	164
4	Titik Nyala ( $^{\circ}\text{c}$ )	$\geq 232$	312
5	Kelarutan TCE (%)	$\geq 99$	99,47
6	Titik Lembek ( $^{\circ}\text{c}$ )	$\geq 48$	48

Sumber: PT. Summitama Intino

- AC Pen 40/50, adalah aspal keras dengan penetrasi antara 40-50
- AC Pen 60/70, adalah aspal keras dengan penetrasi antara 60-70
- AC Pen 85/100, adalah aspal keras dengan penetrasi antara 85-100

## II.4 Agregat

Agregat Campuran adalah kata resmi yang bertanggung jawab mantap dan cepat sehingga batu pecah, pasir atau mineral harus berusaha membentuk komponen agregat sehingga karakter dan pengolahan (kekompakan dan kerusakan) yang terbiasa sebagai bahan utama untuk menumpuk jalan. Pengambilan keputusan tentang campuran yang tepat untuk diterapkan dalam status quo marina dipengaruhi oleh beberapa faktor, dia adalah butiran dan ukuran yang besar, serta bertanggung jawab atas tekanan dan kekerasan tekstur permukaan. Porositas, daya rekat pada aspal dan kebersihan.

Sifat agregat menentukan kualitasnya sebagai bahan lantai, dimana agregat itu sendiri merupakan bahan yang keras dan kaku. Mutu mutu yang baik mungkin diperlukan agar lapisan atas dapat mengambil beban lalu lintas secara langsung dan menyalurkannya ke lapisan bawah sehingga beban yang disalurkan melalui permukaan tidak mudah hancur dan rusak pada lapisan perkerasan. (Fachruddin Sopalauw, Suharno 1998).

Agregat harus terbuat dari bahan yang bersih, kuat dan tahan lama, bebas dari lumpur dan benda-benda yang tidak diinginkan dan harus memenuhi persyaratan yang ditentukan pada tabel III.4.

Tabel.II 4 Ketentuan agregat pokok dan pengunci

Pengujian	MetodePengujian	Nilai
Abrasi dengan mesin Los Angeles 100 Putaran 500 Putaran	SNI 2417:2008	Maks. 8 %
Penyelimutan dan Pengelupasan Butir Pecah pada Agregat Kasar	SNI 2439:2011	Maks. 40 %
Partikel Pipih dan Lonjong	SNI 7619:2012	Min. 90 %
	ASTM D4791-10	85/75*)
	Perbandingan 1:5	Maks. 15 %

Sumber: Spesifikasi Bina Marga 2018 Devisi 6

## II.4.1 Agregat kasar

Agregat kasar adalah kerikil yang terbentuk dari penguraian alami batuan atau berupa batu pecah dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran partikel 5 sampai dengan 40 mm, tertahan pada saringan nomor 4 (4,75 mm).

Tabel.II 5 Ketentuan Agregat Kasar

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 <sup>1)</sup>	Campuran AC Modifikasi dan SMA	100 putaran	SNI 2417:2008	Maks. 6%
		500 putaran		Maks. 30%
	Semua jenis campuran beraspal bergradasi lainnya	100 putaran		Maks. 8%
		500 putaran		Maks. 40%
Kelekatan agregat terhadap aspal			SNI 2439:2011	Min. 95 %
Butir Pecah pada Agregat Kasar		SMA	SNI 7619:2012	100/90 <sup>*)</sup>
		Lainnya		95/90 <sup>**)</sup>
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%

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum 2018 Divisi 6

Tabel.II 6 Analisa saringan pada agregat kasar, dan halus

Ukuran ayakan		Gradasi Agregat(Kumulatif lolos saringan) (%)		
Milimeter	inch	Kasar	halus	filler
19	3/4"	100	100	100
12.5	1/2"	89,3	100	100
9.5	3/8"	33,5	100	100
4.75	No.4	3.0	96,4	100
2.36	No.8	2,5	55,7	100
1.18	No.16	2,5	35	100

0.6	No.30	2,4	26,8	100
0.3	No.50	2,4	19,7	100
0.15	No.100	2,3	13,9	100
0.075	No.200	2,2	10,6	98

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum 2018 (Revisi 1)

Catatan:

1. 100/90 menunjukkan bahwa 100% agregat kasar memiliki satu atau lebih dari permukaan patahan dan 90% agregat kasar memiliki dua atau lebih permukaan patahan.
2. 95/90 menunjukkan bahwa 95% agregat kasar memiliki satu atau lebih dari permukaan patahan dan 90% agregat kasar memiliki dua atau lebih permukaan patahan

#### **II.4.2 Agregat halus**

Agregat halus adalah agregat dapat lolos pada saringan nomor 8 (2,36 mm) dan tertinggal pada saaringan nomor 200 (0,075 mm) yang terdiri dari batu pecah yang diayak atau pasir alam yang bersih dan keras, bebas dari tanah liat atau bahan lain. lain yang tidak diinginkan. Sifat agregat halus merupakan salah satu komponen dasar campuran aspal, terletak pada bentuk, bentuk dan struktur permukaan yang halus. Fungsi agregat halus dalam campuran aspal :

1. Meningkatkan stabilitas campuran dengan memperkuat sifat pengikatan agregat halus dan mengurangi rongga udara pada agregat halus.
2. Komposisi yang seimbang menggunakan agregat yang kasar dan agregat yang halus sangat penting sekali untuk mencapai permukaan yang licin dengan jumlah aspal yang diinginkan.

Agregat halus juga berperan penting dalam mengontrol keawetan campuran. Namun daya tahan ini juga disertai dengan penurunan daya tahan campuran jika keseluruhan campuran memiliki proporsi yang tidak seimbang atau tidak sesuai dengan yang dibutuhkan. Adapun persyaratan spesifikasi gradasi agregat halus di bawa ini yaitu:

Tabel.II 7 Ketentuan agregat halus

<b>Pengujian</b>	<b>Metode Pengujian</b>	<b>Nilai</b>
Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	Min 50%
Uji Kadar Rongga Tanpa Pemadatan	SNI 03-6877-2002	Min 45
Gumpalan Lempung Dab Butir-Butir Mudah Pecah Dalam Agregat	SNI 03-4141-1996	Min 1%
Agregat Lolol Ayakan No.200	SNI ASTM C117: 2012	Max. 10%

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum 2018 (Revisi 1)

Tabel.II 8 Analisa saringan pada agregat kasar, dan halus

<b>Ukuran ayakan</b>		<b>Gradasi Agregat(Kumulatif lolos saringan) (%)</b>		
<b>Milimeter</b>	<b>inch</b>	<b>kasar</b>	<b>halus</b>	<b>filler</b>
19	3/4"	100	100	100
12.5	1/2"	89,3	100	100
9.5	3/8"	33,5	100	100
4.75	No.4	3.0	96,4	100
2.36	No.8	2,5	55,7	100
1.18	No.16	2,5	35	100
0.6	No.30	2,4	26,8	100
0.3	No.50	2,4	19,7	100
0.15	No.100	2,3	13,9	100
0.075	No.200	2,2	10,6	98

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum 2018 (Revisi 1)

Agregat halus dapat berupa pasir alam sebagai distengrasi alami dari batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat pemecah batu.

Persyaratan agregat halus yang digunakan menurut SNI antara lain:

1. Butirannya harus kuat, keras dan tajam.

2. Bersifat kuat dan tidak mudah hancur dan pecah karena pengaruh cuaca serta memberikan stabilitas pada campuran dan komposisi penggunaan agregat kasar dan halus untuk mendapatkan permukaan yang tidak licin.
3. Agregat halus tidak boleh mengandung kadar lumpur lebih dari 5% (bagian yang dapat lolos saringan 0,060 mm). Jika lebih dari 5%, pasir harus dicuci.
4. Tidak boleh mengandung zat organik karena akan mempengaruhi mutu beton. Ketika dikelupkan kedalam larutan NaOH 3%, larutan diatas endapan tidak boleh dari warna larutan pembanding.
5. harus memiliki variasi ukuran yang baik dalam ukuran butir (gradasi), sehingga memiliki sedikit rongga. Ini memiliki modulus kehalusan dikisaran antara 1,5-3,8. Jika ayakan dengan susunan ayakan yang ditentukan, maka ayakan tersebut akan jatuh kedalam salah satu zona distribusi butir.

#### II.4.3 Bahan pengisi (*filler*)

Dempul sebagai bahan yang dapat jadi bahan pengisi harus kering dan tidak menggumpal serta memiliki sifat non-plastik. Filler harus menggunakan benang ulir filter nomor 200 (0,075) dengan berat minimal 75% (Bina Marga 2010). bahan pengisi adalah abu batu, debu kapur (limestone dust), abu terbang (fly ash), semen portland, kapur tohor dan bahan non plastik lainnya. (Misbakhul Fitria Nur, Eding Iskak Imananto, Agus Prajitno 2017).

Tabel.II 9 Syarat gradasi bahan pengisi

Ukuran saringan	Persentase (%) lolos
Nomor 30 (0,59 mm)	100
Nomor 50 (0,279 mm)	95-100
Nomor 100 (0,149 mm)	90-100
Nomor 200 (0,074 mm)	65-100

Sumber: Spesifikasi Bina Marga 2018 Divisi 6

## II.5 Mix design laston AC-WC

Setelah Anda mencoba sebagai metode untuk semua pengujian komposisi untuk alasan spesifikasi tersebut, langkah Anda selanjutnya adalah merencanakan campuran untuk mencapai komposisi yang paling memuaskan untuk agregat kasar, agregat halus sedang, filler dan bitumen. Distribusinya adalah berat bahan yang digunakan dalam campuran sampel uji, yang merupakan atau merupakan komposisi agregat kasar, halus dan pengisi dengan konsistensi besar. (Alfrian et al., 2021). Massa total agregat campuran adalah massa agregat yang dapat menghasilkan benda uji padat setinggi 6,35 cm dengan diameter 10,2 cm. Umumnya berat campuran agregat adalah  $\pm 1200g$ .

## II.6 Karakteristik Marshall

Pengujian Marshall bertujuan untuk mengetahui bagaimana karakteristik campuran pada benda uji. Dalam hal ini mengetahui nilai durabilitas (stabilitas), fusion (aliran) dan Marshall Qontient.

### II.6.1 Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan lapisan keras bagaimana menahan beban akibat beban lalu lintas supaya mengalami deformasi permanen. Nilai-nilai yang mempengaruhi nilai stabilitas adalah bentuk, struktur permukaan, kualitas dan gradasi agregat yang meliputi interlocking, kohesi, gesekan dalam dan kadar aspal dalam campuran.

Proses pemakaian aspal untuk campuran akan menentukan nilai stabilitas campuran. Dengan penambahan nilai stabilitas aspal juga akan meningkat. Penambahan campuran aspal sampai batas maksimum akan menurunkan nilai stabilitas sehingga lapisan perkerasan menjadi kaku dan getas.

$$\text{Stabilitas} = O \times E \times Q \dots\dots\dots (II.1)$$

Dimana itu:

- Stability= Stabilitas Marshall (Vim x Vma)
- O = Pembacaan arloji stabilitas (Lbf)

- E' = Angka kolerasi volume benda uji
- Q = Kalibrasi alat Marshall

### II.6.2 Kelelahan (*Flow*)

Kelelahan (*flow*) adalah nilai regangan memanjang benda uji yang terjadi pada saat pembebanan awal sampai dengan batas keruntuhan benda uji yang merupakan indikator kelenturan. Kesenjangan yang besar antara campuran (VIM) dan penggunaan aspal yang berat dapat meningkatkan nilai rendemen resin. Nilai flow rate didapatkan dari pembacaan molten meter pada Marshall test.

### II.6.3 Marshall Quotient (*MQ*)

Marshall Quotient adalah suatu nilai yang menunjukkan sifat kekerasan suatu campuran. Jika nilai yang diperoleh sama dengan MQ, maka campuran tersebut tergolong keras dan getas. Sebaliknya jika nilai MQ terlalu rendah cenderung fleksibel dan kurang stabil..

$$MQ = \frac{\text{Stability}}{\text{Flow}} \dots\dots\dots (II.2)$$

### II.6.4 VMA (*Void In Mineral Agregat*)

Vakum dalam agregat mineral (VMA) adalah rongga udara yang terkandung dalam agregat dari campuran yang dipadatkan.

$$VMA = 100 \frac{G_{mb} \times P_s}{G_{sb}} \dots\dots\dots (II.4)$$

Keterangan:

VMA = Volume pori antara agregat dalam campuran

*gmb* = Kepadatan massal campuran

PS = Kadar aspal persen terhadap berat total campuran

*gsb* = Berat jenis *bulk* agregat

### II.6.5 VIM (*Void In Mineral*)

Void In Mix (VIM) adalah rongga yang terdapat dalam suatu campuran. Nilai VIM akan mempengaruhi daya tahan lapisan lantai, semakin tinggi nilai yang dihasilkan menunjukkan semakin besar rongga pada campuran sehingga campuran dapat porous.

$$VIM = 100 \times \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \dots\dots\dots (II.3)$$

Keterangan:

VIM = Volume rongga dalam campuran

G<sub>mm</sub> = Kepadatan campuran maksimum

g<sub>mb</sub> = Kepadatan massal campuran

### II.6.6 VFB (*Filler In Bitumen*)

Void filler in bitumen (VFB) adalah persentase rongga yang terisi aspal dalam suatu campuran yang dipadatkan.

$$VFB = 100 \frac{VMA - VIM}{VMA} \dots\dots\dots (II.5)$$

Keterangan:

VFB = Volume pori di antara butiran agregat

VMA = Volume pori di antara agregat dalam campuran

VIM = Volume rongga dalam campuran

### II.7 Pengujian cantabro

Tes Cantabro menggambarkan ketahanan aus dari suatu objek yang diuji dengan mesin Los Angels. Proses pengujian subjek pada kondisi KAO dengan variabilitas 5%, 5,5% dan 6% dengan komponen beban 75%. Sebelum dimuat ke dalam mesin Los Angels, massa awal benda uji ditimbang setelah benda uji dimuat ke dalam mesin Los Angels. Uji Cantabro akan memberikan gambaran seberapa

baik perkerasan aspal dalam menahan gesekan antar roda pada perkerasan tersebut.

Ini cara cek cantabro:

- a. Timbang dan catat benda uji
- b. Pada pengujian ini benda uji didiamkan pada suhu kamar selama  $\pm 24$  jam.
- c. Selanjutnya, masukkan benda uji ke dalam alat uji abrasi mobil Los Angeles dengan putaran 300 putaran tanpa menggunakan bola baja.
- d. Kemudian menimbang dan mencatat benda uji setelah dilakukan pengujian.

## **II.8 Sabut Kelapa**

Sabut kelapa merupakan produk alam yang dapat digunakan sebagai bahan tambahan pada aspal. Sabut adalah bagian dari selimut yang berupa batok kelapa mentah. Disebut sampah karena diletakkan di bawah pohon kelapa dan dibiarkan membusuk atau layu. Inilah sebabnya mengapa batok kelapa hanya digunakan sebagai kayu bakar. Secara tradisional, orang menggunakan sabut untuk membuat tali dan menenun kesed, meskipun batok kelapa masih memiliki nilai ekonomi yang baik. Sabut kelapa, setelah terurai, akan membentuk sabut (cocofibre) dan tepung kelapa (cococoir). Namun, inti dari sabut adalah sabut. Produk kelapa akan digunakan untuk menghasilkan berbagai jenis produk turunan dengan manfaat khusus. Di beberapa negara, termasuk Indonesia, sabut kelapa diolah menjadi pupuk tanaman. Adapun gambar dari sabut dan serat kelapa bisa di lihat pada gambar



Gamabr II. 2 Sabut Kelapa

Komposisi kimia sabut kelapa meliputi lignin, selulosa, asam piroligneous, gas batubara, tar, tanin dan kalium dengan ketebalan 5 mm. Karena sifat mekanik seperti: memiliki kekuatan tarik yang berbeda pada serat kasar dan halus. Sehingga tidak mudah rapuh dan pecah. Salah satu manfaat sabut adalah sebagai bahan pembuatan briket. Selain arang, sabut juga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan briket arang. Keunggulan kue sabut jenis ini adalah ramah lingkungan, biaya produksi murah, sehingga harganya lebih murah.

Briket sabut ini lebih ramah lingkungan dan akan mengurangi biaya produksi. Karena biaya produksi briket jauh lebih murah dibandingkan briket..

Hannant, dalam Here, scornov (2004), Sabut terdiri dari dua bagian, yaitu sel berserat dan sel tidak berserat atau berdebu yang biasa disebut empulur. Sebagai bahan tambahan pada campuran lembaran canai panas atau proses HRS-Waring, debu harus dipisahkan terlebih dahulu dari seratnya. Sabut memiliki ketahanan yang sangat baik terhadap kondisi iklim normal. Publikasi tentang penggunaan sabut jarang terjadi karena sabut memiliki sifat yang sama dengan serat tumbuhan lainnya dan sensitif terhadap kelembaban..

Keunggulan sabut adalah tahan terhadap jamur dan busuk, sehingga memiliki insulasi yang sangat baik terhadap suhu dan kebisingan, tidak mudah terbakar, tahan api, tidak bersentuhan dengan uap air, serta tahan lama dan tahan lama. , tahan banting..

## **II.9 Penelitian Terdahulu**

Pengaruh sabut sebagai bahan tambahan pada campuran AC-BC menggunakan batu Gunung Barani. Salah satu pemanfaatan tempurung kelapa sebagai campuran aspal saat ini banyak digunakan dalam bahan aditif untuk meningkatkan kualitas campuran aspal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat campuran AC-BC menggunakan penambahan sabut dan juga untuk mengetahui pengaruh sabut pada campuran AC-BC. Metode yang digunakan adalah perendaman Marshall secara konvensional untuk mendapatkan campuran AC-BC dengan kandungan sabut sebagai bahan baku tambahan yaitu 0%, 1%, 2%,

3%, 4% dengan kandungan resin. gula adalah 5%. Mengenai pengaruh sifat pada masing-masing komponen campuran, yaitu jika kadar sabut ditingkatkan, nilai stabilisasi yang diperoleh dari 1300,74-2354,10 dan VFB 72,28-75,70 meningkat. , sedangkan nilai VIM 4,18-3,52, Jalur 3,50-2,33 dan VMA 15,08-14,49 mengalami penurunan. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa racikan AC-BC menggunakan suplemen serat kelapa telah memenuhi spesifikasi umum bina marga 2018.. (Retor Rante Tondok \*1, Alpius \*2, Monika Datu Mirring Palinggi'3)

Karakteristik, aspal beton, filler, variasi, abu cangkang lokan, abu sabut kelapa. Ada banyak perkebunan kelapa rakyat di sepanjang pantai Aceh Barat. Sampai saat ini, masyarakat menggunakan kelapa ini hanya untuk membuat ampas kelapa dan minyak kelapa serta sebagai minuman. Sabut kelapa, di sisi lain, tidak dimanfaatkan secara optimal. Wilayah Aceh Barat memiliki pantai yang panjang dengan banyak ruang untuk menyebar, serta sungai dan rawa yang panjang yang dapat menjadi sumber pendapatan bagi masyarakat. Lokan dikonsumsi sebagian besar untuk makanan, tetapi cangkangnya tidak dimanfaatkan secara maksimal. Peneliti mencoba menggunakan lucan veneer ini sebagai bahan pengisi campuran aspal. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi campuran aspal menggunakan abu tempurung lokan dan abu sabut kelapa sebagai bahan pengisi. Dua metode yang digunakan untuk menguji keawetan perkerasan tersebut dilakukan oleh Dirjen Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Pengujian pertama dengan variasi semen dan abu cangkang lokan 20:80% dan 50:50%. Pengujian kedua adalah variasi semen dan abu sabut kelapa dengan perbandingan 60:40% dan 50:50%. Kadar aspal optimum yang didapat dari pengujian variasi 1 yaitu 4,1% dan 4,9%. Dari variasi 2 didapat kadar aspal optimum sebesar 4,8% dan 4,4%. Penggunaan variasi filler abu tempurung lokan menghasilkan nilai stabilitas yang lebih tinggi daripada penggunaan sabut kelapa, hal ini menunjukkan bahwa penggunaan variasi filler abu cangkang lokan mungkin lebih diinginkan pada aplikasi lalu lintas yang padat. Ada beberapa hal yang dapat diselidiki lebih lanjut untuk lebih memahami bagaimana pengikat aspal berbeda dalam hal kemampuannya untuk memenuhi persyaratan parameter Marshall. Ini

dapat mencakup mencoba variasi dan pengikat yang berbeda dengan persentase pengisi yang berbeda, untuk melihat bagaimana hasilnya dibandingkan.

(Veranita<sup>1</sup>, Bambang Tripoli<sup>2</sup>, Hadi Kesuma<sup>3</sup>)

Uji Marshall Pada Campuran Aspal AC-WC Dengan Substitusi Filler. Tujuan penelitian untuk meningkatkan kualitas perkerasan jalan, dilakukan substitusi dengan bahan pengisi filler. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa semua komposisi telah memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 4 2018, komposisi terbaik substitusi filler ACT dan PC diperoleh pada persentase 20% ACT dan 80% PC pada kadar aspal 5,00%, nilai stabilitas yaitu 1323,01 kg dengan nilai VIM 3,66% VMA 15,91% VFA 76,99 dan MQ 508,68 kg/mm (Zainal Abidin, Bunyamin, Febrina Dian Kurniasari 2020).

Khasiat penggunaan sabut sebagai bahan tambahan serat selulosa pada campuran aspal split (SMA) (Penelitian), Lubis, M. Iqbal Azhari, 17 September 2019, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Sebagai bahan tambahan dalam fraksi campuran aspal damar wangi, kadar sabut berkisar antara 0,1% hingga 0,5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sabut akan mempengaruhi sifat-sifat campuran aspal. Dari data uji marshall diperoleh nilai stabilitas tertinggi 752 kg, densitas 2.232 gr/cc, debit 2,56 mm, agregat mineral berongga 17,04%, rongga udara 4,81% sehingga dapat memenuhi syarat uji marshall..

Uji Kompresi Agregat Ac-Wc Menggunakan campuran limbah plastik dan abu kelapa sebagai bahan pengisi. Alasan di balik cedera dan tegangan lentur yang rendah untuk perkerasan dapat menjadi titik lemah bukti terhadap abrasi dan kekuatan. Untuk mengatasi sebagai metode untuk file, cobalah untuk secara wajib menaikkan komponen ke lapisan fitur dalam upaya untuk mengaspal beton. Mencoba bahan tambahan mungkin dengan bantuan Anda menggunakan plastik. Abu batu, semen dan fly ash umumnya digunakan sebagai bahan pengisi dalam instalasi aspal. Namun, sulit untuk menemukan Sebagai cara untuk jenis file mungkin mencoba padding dan nilainya relatif mahal. Sebaiknya abu kelapa ini dimasukkan sebagai metode untuk kepadatan yang lebih baik mencoba menggantikan aspal. Pengecekan ini bertujuan untuk mengetahui secara signifikan

durabilitas agregat AC-WC menggunakan campuran untuk mencoba limbah plastik dan abu kelapa. Plastik yang digunakan dalam pengujian ini adalah polietilena tereftalat, polipropilena dan polistirena. Langkah pertama adalah inside file mungkin mencari inside find sebagai metode untuk mendapatkan kadar aspal yang optimal. setelah kao diperoleh, tujuannya harus dicapai tanpa dan dengan campuran 2,7% sampah plastik; 4,7%; 6,7% berat bitumen per kao + 0,5% tanpa dan dengan abu sabut sebagai pengisi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi penggunaan sampah plastik tidak dapat memberikan nilai tambah yang berkelanjutan. Nilai kekuatan tertinggi diperoleh pada saat mengganti 4,7% campuran plastik bekas atau 77,53%, sedangkan nilai terendah didapatkan ketika mengganti 6,7% campuran sampah plastik dengan satu jumlah abu sabut, yaitu 38,27%. Nilai keberlanjutan campuran ac-wc dengan penggantian campuran sampah plastik dan penggunaan abu sabut sebagai bahan pengisi belum memenuhi syarat yaitu >90%. ( Ondriani, Sofyan M. Saleh, M. Isya 2018).

“Pengaruh sabut kelapa sebagai bahan tambahan pengisi serbuk bentonit terhadap jam dasar dan jam kerja. Penelitian ini bertujuan untuk menggunakan bahan pengisi sabut dan serbuk bentonit untuk memberikan variasi bahan tambahan dan bahan pengisi pada campuran perkerasan jalan plastik. Penelitian sebelumnya menggunakan aditif serbuk bentonit pada HRS-Base memberikan hasil yang baik pada kadar aspal tinggi, sedangkan penggunaan sabut dapat meningkatkan kualitas perkerasan aspal canai panas (HRA). Purnamasari, P. E. (2007)

Di Indonesia buah kelapa tergolong sangat banyak, hampir di setiap tempat buah kelapa bisa di jumpai. 45% bagian dari buah kelapa adalah sabutnya dan limbah sabut kelapa masih sangat jarang di olah. Sabut kelapa adalah bagian terluar yang ada pada buah kelapa. Sabut kelapa memiliki lapisan dalam (*endocarpium*) dan luar (*exocarpium*) yang ketebalannya 5-6 cm. *Endocarpium* mengandung serat halus dan dapat digunakan seperti bahan tali, karpet, kuas, bahan penyekat panas dan suara, filter, pengisi jok mobil dan kardus. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh limbah sabut kelapa pada campuran aspal emulsi pada nilai karetristik *marshall*. Campuran aspal masih menjadi pelapis perkerasan jalan utama di Indonesia. Aspal porus adalah campuran aspal yang kadar pasirnya rendah

sehingga memiliki rongga yang besar. Aspal emulsi adalah bitumen cair yang dihasilkan dengan mendeskripsikan bitumen keras kedalam air dan sebaliknya dengan bantuan emulsifier. Metode Pengujian *marshall* bertujuan untuk mengetahui karakteristik campuran pada benda uji. Dalam hal ini dengan mengetahui nilai daya tahan (*stabilitas*), kelehan (*flow*), dan *marshall qountient*. Suprianti Sampe Tondok.,Jurnal Aplikasi Teknik dan Sains (JATS) Vol. x, No. x, Agustus, 2021

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **III.1 Waktu dan tempat**

Penelitian dilakukan selama  $\pm$  dua bulan, dimulai dari Juni 2022 hingga Juli 2022. Lokasi penelitian ini dilakukan di laboratorium Program Studi Teknik Sipil Universitas Fajar Makassar, Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah (Ex Racing Center) no. 101, Karampuang, Panakukang Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231, Indonesia.

#### **III.2 Alat dan bahan penelitian**

##### **III.2.1 Alat**

a. Alat pengujian

Alat-alat yang digunakan dalam pengujian adalah sebagai berikut:

1. *Automatic Asphalt Compactor*
2. Ayakan dengan nomor saringan 3/4', 1/2', 3/8', #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200
3. Mesin penggetar ayakan (Sieve Shaker)
4. Oven
5. Timbangan (kapasitas 50 kg)
6. Alat uji berat jenis
7. Bak perendam
8. Alat uji *Marshall Test*
9. Alat uji Cantabro yaitu Mesin Los Angeles

b. Alat bantu:

1. Ejektor
2. Alat pencampur
3. Kompor pemanas
4. Termometer
5. Sendok pengaduk
6. Kaos tangan
7. Spatula

## 8. Timbangan

### III.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Agregat kasar
2. Agregat halus
3. *Filler* dalam hal ini menggunakan sabut kelapa
4. Aspal minyak

### III.3 Metode pengumpulan data

Proses pengumpulan data sebagai bahan utama untuk penelitian ini akan menggunakan dua metode pengumpulan data adalah:

- a. Studi pustaka untuk memperoleh data sekunder dengan membaca buku, jurnal, artikel ilmiah sebagai landasan teori untuk menyelesaikan penelitian ini.
- b. Pemeriksaan sampel dilakukan di laboratorium untuk mendapatkan data primer yang akan digunakan untuk menganalisis hasil penelitian yang dilakukan.

Penelitian eksperimental nyata yang digunakan untuk penelitian ini adalah melakukan kegiatan eksperimen di laboratorium. Aspal diproduksi dari agregat yang sama langsung dari crusher dan dari bitumen yang sama. Selain itu, pengamatan dilakukan untuk mengetahui nilai karakteristik marshal.

Metode yang digunakan untuk penelitian ini adalah penelitian laboratorium, dengan mengacu pada:

- a. Standar Nasional Indonesia (SNI)
- b. Spesifikasi Bina Marga 2018

#### III.3.1 Metode design

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a) Pengujian sifat bahan

Material yang digunakan untuk campuran aspal terlebih dahulu harus diuji sifat-sifat dari masing-masing material antara lain agregat kasar, agregat halus dan

bitumen. Dimana metode dalam pengujian ini mengacu pada SNI dan pengujian ini dilaksanakan di laboratorium.

Tahap pertama penelitian yang dilakukan di laboratorium terdiri dari pengujian kualitas aspal minyak dan kualitas agregat yang digunakan untuk pengujian campuran aspal. Berikut adalah Langkah-langkah pengujian sifat bahan:

1. Pengujian Material Agregat

Tahap pertama penelitian yang akan dilakukan di laboratorium adalah pemeriksaan mutu sifat-sifat bahan dalam campuran aspal yang terlebih dahulu diuji karakteristiknya.

Tabel III. 1 Metode pengujian agregat kasar

<b>Pengujian</b>	<b>Metode Pengujian</b>	<b>Nilai</b>
Abrasi dengan mesin Los Angeles	SNI 2417-2008	Maks. 30%
Partikel pipih dan lonjong Material lolos saringan No. 200	ASTM D479 SNI 03-4142-1996	Maksimal 10% 1% maksimum
Berat jenis	SNI 03-1959-1990	Maksimal 0.2 dari gregat halus 3% maksimum
Penyerapan air	SNI-03-1959-1990	

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum Bina Marga 2018 Revisi 1 Divisi 6.

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa ada beberapa cara pengujian untuk agregat kasar, salah satunya adalah material lolos saringan no. 200 yang mengacu pada SNI 03-4142-1996.

Tabel III. 2 Metode uji agregat halus

<b>Pengujian</b>	<b>Metode Pengujian</b>	<b>Nilai</b>
Material lolos saringan No. 200	SNI 03-4428-1997	Maksimal 8%
Berat jenis	SNI 03-1970-1990	Maks 0.2
Penyerapan air	SNI 03-1970-1990	Maks 3%
Berat isi	-	

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum Bina Marga 2018 Revisi 1 Divisi 6.

## 2. Pemilihan jenis gradasi

Gradasi agregat akan mempengaruhi ukuran rongga antara butir yang menentukan nilai stabilitas dan kemudahan penanganan dalam proses.

Kajian ini mengacu pada standar gradasi spesifikasi Bina Marga 2018 yang menggunakan aspal minyak sebagai bahan pengikat.

### **III.4 Pelaksanaan penelitian**

#### **III.4.1 Prosedur pelaksanaan penelitian**

##### a. Tahap persiapan/studi literatur

Pada tahap persiapan ini diawali untuk pengumpulan data berupa data yang didapat dari hasil pengujian sebelumnya yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya, serta data dari buku dan jurnal.

##### b. Persiapan alat dan bahan

Sebelum kegiatan penelitian dilaksanakan hal yang pertama harus dilakukan adalah mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan. Kegiatan ini meliputi: kegiatan cek lokasi untuk pengambilan bahan material yang akan digunakan, pengambilan bahan penelitian dari lokasi pengangkutan bahan ke Laboratorium.

##### c. Tahap pengujian sifat bahan karakteristik

Pada tahap pengujian ini tujuannya adalah mengetahui karakteristik masing-masing material yang akan dipakai pada campuran aspal AC-WC. Untuk mengetahui bahwa bahan tersebut telah memenuhi standar spesifikasi yang digunakan yaitu SNI.

#### **III.4.2 Pemeriksaan sifat-sifat fisik bahan**

##### **A. Pengujian Material Agregat**

Pengujian komposit ini dimaksudkan untuk mengetahui sifat fisik komposit yang digunakan pada campuran bahan uji. Bahan sintetis yang memenuhi standar sifat fisik untuk digunakan dalam pembuatan bahan dalam uji global dapat dilihat di Tabel III.1.

Tabel III. 3 Metode pengujian karakteristik agregat

Pengujian	Metode Pengujian	
	Agregat kasar	Agregat halus
Analisis saringan	SNI 03-1968-1990	
Berat jenis dan penyerapan	SNI 03-1969-2008	SNI 03-1970-2008
Kadar lumpur	SNI 03-4142-1996	
Keausan agregat kasar	SNI 2417-2008	
Mesin dengan Los Angeles	SNI 03-4137-1996	
Indeks kepipihan	SNI 03-4428-1997	
Sand Equivalent	SNI 03-4428-1997	

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga 2018

### III.4.3 Pembuatan Benda Uji

Buat objek uji menggunakan langkah-langkah berikut::

- Siapkan agregat sama dengan bahan variasi campuran yang telah di tentukan
- Panaskan agregat hingga mencapai suhu  $\pm 150^{\circ}\text{C}$
- Setelah suhu tercapai, campurkan agregat dengan aspal minyak.
- Kemudian campuran tersebut dipadatkan dengan *Marshall Compaction* pada suhu  $\pm 120^{\circ}\text{C}$ , dengan tumbukan  $2 \times 75$  sesuai Spesifikasi Bina Marga.

Pengujian yang akan dilakukan adalah komposisi campuran aspal AC-WC. Setelah pengujian bahan dan telah memenuhi spesifikasi untuk produksi benda uji. Ketentuan yang akan dipergunakan untuk penelitian ini adalah mengacu pada ketentuan campuran aspal (AC-WC), yaitu:

Tabel III. 4 Jumlah benda uji

No.	Variasi Filler Sabut Kelapa	Pengujian Marshall	Pengujian Kantabro
1	0%	3	3
2	5%	3	3
3	10%	3	3
	Jumlah	18	

### III.4.4 Pengujian benda uji

Pada pengujian benda uji aspal (AC-WC) menggunakan metode uji karakteristik Marshall. Metode pengujian yang akan dilakukan ditunjukkan pada Tabel III.3. Pengujian dilakukan pada benda uji berupa briket aspal (AC-WC).

Tabel III. 5 Pengujian dan metode pengujian karakteristik

Pengujian	Metode Pengujian
Marshall	SNI 06-2489-1991
cantabro	SNI 03-2417-1991

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga 2018

#### A. Metode pengujian Marshall, sebagai berikut:

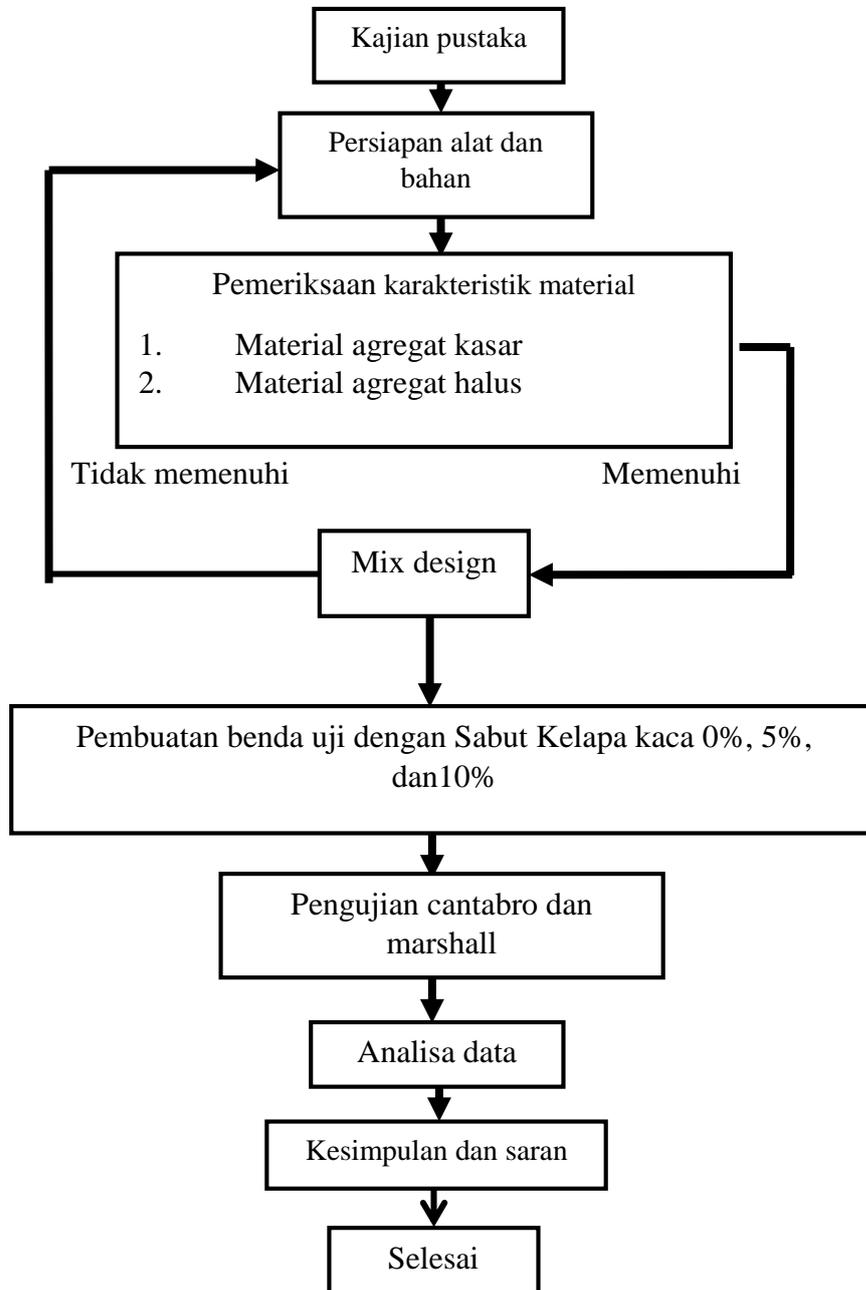
- a. Timbang dan catat briket benda uji.
- b. Rendam benda uji dalam air biasa selama  $\pm 24$  jam.
- c. Keluarkan benda uji setelah benda uji direndam selama  $\pm 24$  jam, kemudian timbang benda uji dalam air dan dalam keadaan kering permukaan.
- d. Selanjutnya benda uji direndam dalam bak perendam (*water bath*) 30-40 menit pada suhu tetap  $60^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ).
- e. Keluarkan benda uji dari bak perendam dan letakkan di bagian bawah kepala tekanan (waktu yang diperlukan sejak sampel dikeluarkan dari bak perendam atau oven sampai beban maksimum tercapai tidak boleh melebihi 30 detik).
- f. Pasang segmen atas di atas benda uji dan letakkan seluruhnya di mesin uji.
- g. Pasang arloji pengukur alir (*flow*) pada posisinya di salah satu batang penuntun dan atur kedudukan jarum pada angka nol, sementara selubung tangkai arloji (*sleeve*) dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan.
- h. Sebelum pembebanan diberikan, kepala penekan dan benda uji dinaikkan sehingga menyentuh dasar cincin uji.

- i. Mengatur jarum arloji tekan pada kedudukan angka nol.
  - j. Pembebanan dilakukan pada benda uji dengan kecepatan tetap sekitar 50 mm per menit sampai tercapai beban maksimum atau beban menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji dan catat pembebanan maksimum (*stabilitas*) yang dicapai.
  - k. Catat nilai aliran pada (*flow*) yang ditunjukkan oleh jarum pengukur arloji ketika beban maksimum telah tercapai.
- B. cara menguji Cantabro:
- a. Timbang dan catat benda uji.
  - b. Dalam pengujian, benda uji akan didiamkan pada suhu ruangan selama  $\pm 24$  jam.
  - c. Selanjutnya, masukkan benda uji ke dalam mesin abrasi Los Angeles dengan putaran 300 putaran tanpa menggunakan bola baja.
  - d. Kemudian menimbang dan mencatat benda uji setelah dilakukan pengujian.

### **III.5 Analisis data**

Dalam penelitian ini, analisis data yang diperoleh dari hasil pengujian disajikan dalam bentuk tabel, grafik dan gambar yang kemudian dianalisis untuk data dalam penelitian ini guna mengetahui nilai karakteristik Marshal dan nilai karakteristik Marshal, abrasi.

### III.6 Bagan alur penelitian



Gambar III. 1 Bagan alur penelitian

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### IV.1 Hasil uji karakteristik material

Untuk mengetahui hasil pengujian sifat fisik agregat yang ada dalam penelitian ini memenuhi mutu SNI pengujian agregat. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Fajar.

#### IV.1.1 Sifat fisik agregat kasar

Hasil pengujian sifat fisik agregat kasar yang dilakukan sesuai metode pengujian Standar Nasional Indonesia (SNI)

Tabel IV. 1 Sifat-sifat fisik agregat kasar

No.	Pengujian	Nilai Interval	Hasil
1	Penyerapan (%)	Maks. 3	1,63
2	Berat Jenis Spesifik (%)		
	1. Berat Jenis Bulk	Maks. 3	2,75
	2. Berat Jenis SSD	Maks. 3	2,8
	3. Berat Jenis Semu	Maks. 3	2,88
3	Keausan (%)	Maks. 40	30,28
4	Indeks Kepipihan	Maks. 25	24,8

*Sumber: Hasil pengujian dan perhitungan laboratorium Teknik sipil, UNIFA*

Tabel IV.1 memperlihatkan bahwa hasil-hasil pengujian agregat kasar berupa batu pecah (chipping) memenuhi spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga.

#### IV.1.2 Sifat-sifat fisik agregat halus

Hasil pengujian sifat fisik agregat halus yang dilakukan sesuai metode pengujian Standar Nasional Indonesia (SNI)

Tabel IV. 2 Sifat-sifat fisik agregat halus

No.	Pengujian	Nilai Interval	Hasil
1	Penyerapan (%)	Maks. 3	1,22
2	Berat jenis Spesifik (%)		
	1. Berat Jenis Bulk	Maks. 3	2,58
	Berat Jenis SSD	Maks. 3	2,61
	Berat Jenis Semu	Maks. 3	2,67
3	Kadar Lumpur (%)	Maks. 5	1,5

Sumber: Hasil pengujian dan perhitungan laboratorium teknik sipil, UNIFA

Tabel IV.2 memperlihatkan bahwa hasil pengujian agregat halus memenuhi Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum, (2010).

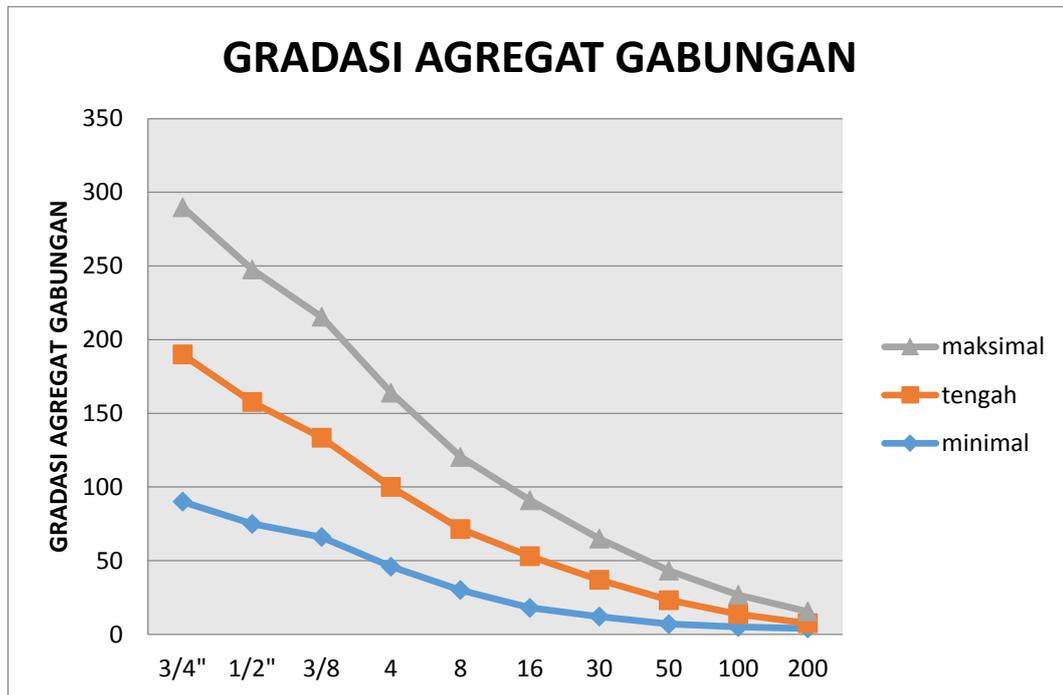
#### IV.2 Penentuan Gradasi Gabungan

Penentuan gradasi Gabungan dan mix design dalam penelitian ini dilakukan dengan system trial graduation yang mengacu pada standar gradasi terbuka yang disyaratkan oleh spesifikasi bina marga tahun 2010 revisi 2 dapat dilihat pada tabel IV.3.

Tabel IV. 3 Analisa gabungan agregat

SIEVE NOMOR		3/4	1/2	3/8	No. 4	No. 8	N0.16	No. 30	No. 50	No. 100	No. 200
<b>BATU PECAH</b>	<b>% PASS</b>	100,00	73,33	50,00	29,33	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>65</b>	<b>% BATCH</b>	65	47,67	32,50	19,07	6,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>PASIR</b>	<b>% PASS</b>	100	100	100	100	100,00	100,00	71,00	46,00	25,00	10,00
<b>30</b>	<b>% BATCH</b>	30	30	30	30	30	30	21,3	13,8	7,5	3
<b>DEBU BATU</b>	<b>% PASS</b>	100	100	100	100	100,00	100,00	73,00	48,00	25,00	10,00
<b>5</b>	<b>% BATCH</b>	5	5	5	5	5	5	3,65	2,4	1,25	0,5
<b>AGREGAT GABUNGAN</b>		100	82,67	67,50	54,07	41,50	35,00	24,95	16,20	8,75	3,50
<b>SPESIFIKASI</b>		100	90-100	77-90	53-69	33-53	21-40	14-30	9-22	6-15	4-9'

Sumber: Hasil pengujian perhitungan laboratorium Teknik sipil, UNIFA



Gambar IV. 1 Gradasi gabungan agregat

Pada Tabel IV.3 dan Gambar IV.1 Terlihat bahwa rancangan agregat gabungan yang dibuat dan diperoleh dalam penelitian ini berada dalam interval spesifikasi yang telah diisyaratkan oleh Bina Marga (2010). Sehingga diharapkan akan diperoleh campuran yang optimal.

### IV.3 Pengujian Marshall

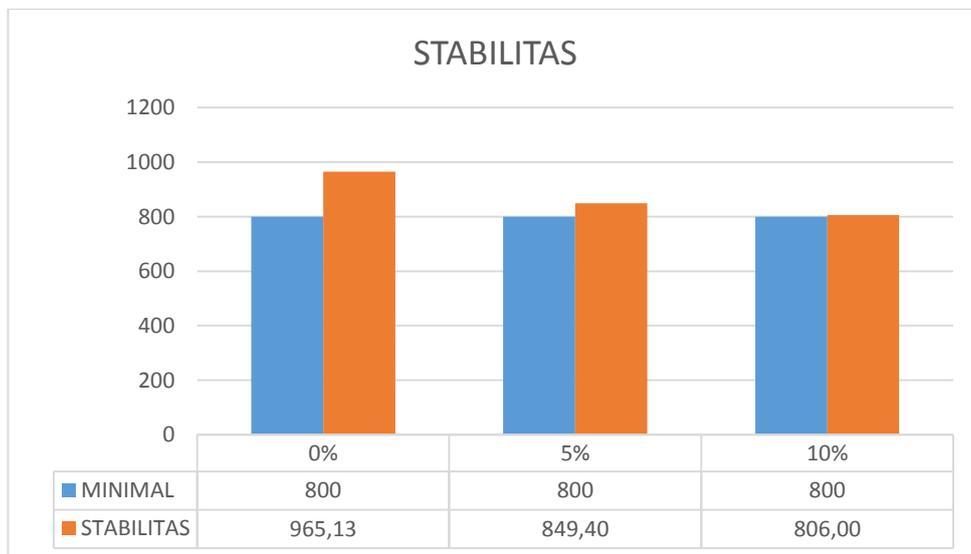
Hasil pengujian parameter marshall berupa stabilitas, VIM, VMA, VFB, Kelelehan (*flow*) dan *Marshall Quentiont* (MQ) terhadap benda uji campuran aspal dengan substitusi limbah serbuk kaca dengan variasi 0%, 5%, dan 10% pada Tabel IV.4 memperlihatkan hasil pengujian marshall.

Tabel IV. 4 Pengujian marshall

Variasi bahan tambah Sabut Kelapa	No. Sampel	Nilai Hasil Pengujian Marshall					
		VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	Stabilitas (Kg)	Flow (Mm)	MQ (Kg/Mm)
0%	1	1,8	21,35	91,57	992	2,5	396,80
	2	29,68	43,68	32,05	1271	4,10	310,00
	3	23,96	39,1	38,71	632,4	4,80	131,75
<b>Rata-rata</b>		<b>18,48</b>	<b>34,71</b>	<b>54,11</b>	<b>965,13</b>	<b>3,80</b>	<b>279,52</b>
5%	1	10,2	28,07	63,68	961,00	3,1	310,00
	2	9,96	27,88	64,29	812,20	2,8	290,07
	3	10,03	27,94	64,1	775,00	2,3	336,96
<b>Rata-rata</b>		<b>10,06</b>	<b>27,96</b>	<b>64,023333</b>	<b>849,40</b>	<b>2,73</b>	<b>312,34</b>
10%	1	10,87	28,61	62,02	744,00	3,20	232,50
	2	11,04	28,75	61,59	868,00	2,7	321,48
	3	10,78	28,54	17,84	806,00	2,5	322,40
<b>Rata-rata</b>		<b>10,90</b>	<b>28,63</b>	<b>47,15</b>	<b>806,00</b>	<b>2,80</b>	<b>292,13</b>

### IV.3.1 (Stability) Stabilitas

Stabilitas ialah beban yang dapat ditahan campuran aspal sampai terjadi kelelahan plastis atau dengan arti lain yaitu kemampuan lapis keras untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja di atasnya tanpa mengalami perubahan bentuk tetap seperti gelombang (*washboarding*) dan alur (*rutting*).

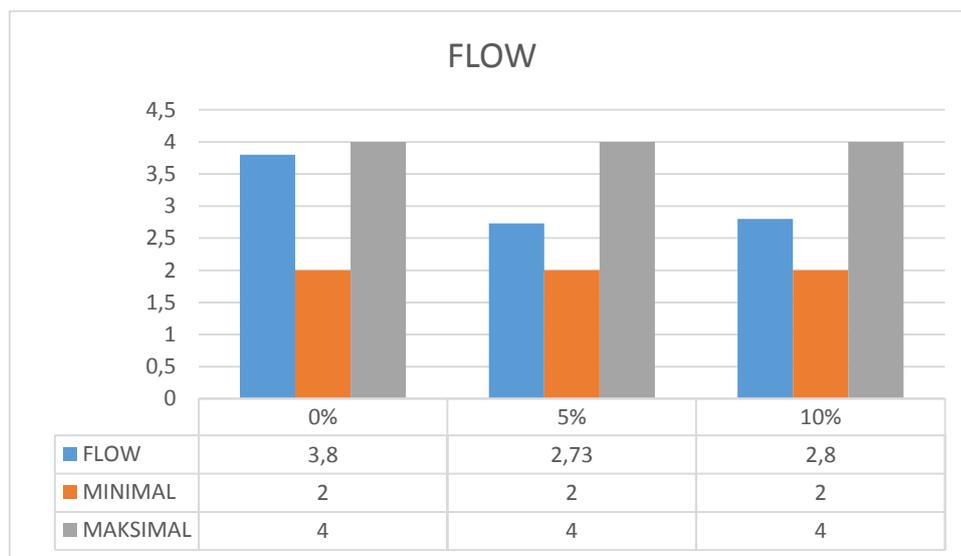


Gambar IV. 2 Grafik stabilitas

Hasil dari Tabel IV.4 di atas dapat dilihat dalam bentuk grafik pada gambar IV.2 dimana hasil rata-rata yang diperoleh pada variasi 0% sebesar 965,13 kg, untuk variasi 5% nilai rata-rata yang diperoleh adalah 849,40 kg, dan untuk variasi 10% nilai rata-rata yang diperoleh adalah 806 kg. nilai rata-rata yang diperoleh pada pengujian ini mencapai spesifikasi Bina Marga, sehingga dapat di simpulkan bahwa penggunaan sabut kelapa sebagai bahan tambah sebagai filler pada pengujian stabilitas pada campuran aspal AC-WC

#### IV.3.2 (*flow*) Kelelahan

Flow ialah besarnya penurunan atau deformasi vertikal benda uji yang terjadi pada awal pembebanan sehingga stabilitas menurun, yang menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapis perkerasan akibat menahan beban yang di terima.

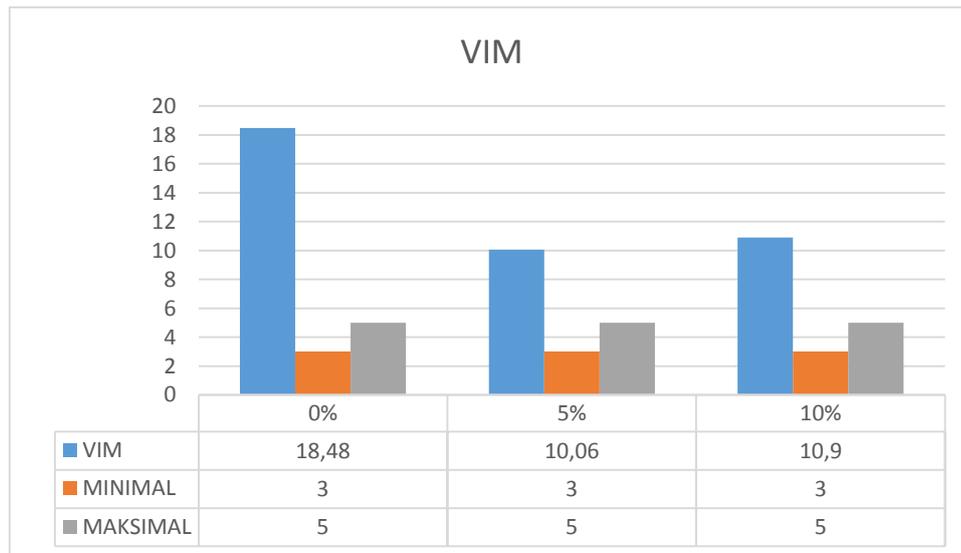


Gambar IV. 3 Flow

Berdasarkan spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 Revisi 2, nilai spesifikasi flow yang disyaratkan yaitu minimal 2 mm dan maksimal 4 mm. Terlihat pada gambar IV.3 dimana hasil rata-rata yang diperoleh pada variasi 0% sebesar 3,8, untuk variasi 5% nilai rata-rata yang diperoleh adalah 2,73, dan untuk variasi 10% nilai rata-rata yang diperoleh adalah 2,8. nilai rata-rata yang diperoleh pada pengujian ini memenuhi standar spesifikasi Bina Marga.

### IV.3.3 VIM (Vold In The Mix)

Vold In The Mix merupakan presentase rongga yang terdapat dalam total campuran. Nilai VIM berpengaruh terhadap keawetan lapis perkerasan, semakin tinggi nilai VIM menunjukkan semakin besar rongga dalam campuran sehingga campuran bersifat berongga.

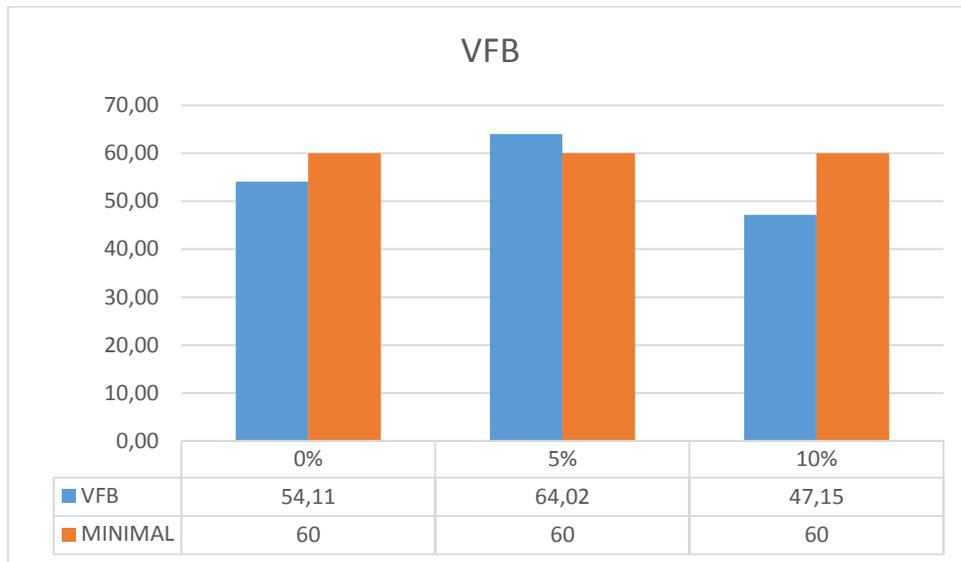


Gambar IV. 4 VIM (Vold In The Mix)

Pada gambar IV.4 dapat di lihat nilai yang diperoleh pada variasi 0% sebesar 18,48, untuk variasi 5% sebesar 10,06% dan untuk variasi 10% sebesar 10,9. Berdasarkan spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 Revisi 2, nilai spesifikasi yang disyaratkan yaitu minimal 3% dan maksimal 5%, Terlihat pada gambar IV.4 Berdasarkan nilai pada spesifikasi Bina Marga tidak memenuhi syarat spesifikasi yaitu di atas 5%.

### IV.3.4 VFB (Voids Filler in Bitument)

VFB ialah presentase pori antar butir agregat yang terisi aspal, sehingga VFB merupakan bagian dari VMA yang terisi oleh aspal, tidak termasuk didalamnya aspal yang terabsorpsi oleh masing-masing butir agregat.

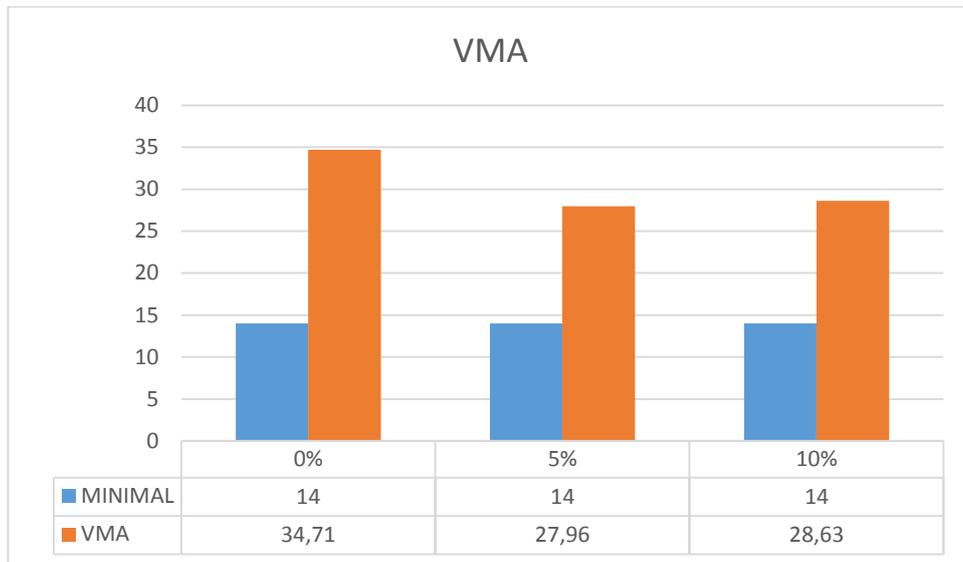


Gambar IV. 5 VFB (Voids Filler in Bitument)

Dapat dilihat pada grafik pada gambar IV.5 diatas menjelaskan bahwa nilai diperoleh pada variasi 0% sebesar 54,11%, untuk variasi 5% sebesar 64,02% dan untuk variasi 10% sebesar 47,15%. Berdasarkan spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 Revisi 2, nilai VFB yang disyaratkan yaitu minimal 60%. Terlihat pada gambar IV.5 nilai Bina Marga yang tidak memenuhi spesifikasi yaitu 0% dan 10% dan yang memenuhi spesifikasi yaitu 5%.

#### IV.3.5 VMA (Void In Mineral Agregate)

Void In Mineral Agregate ialah rongga udara butir agregat aspal padat, termasuk rongga udara dan kadar aspal efektif, yang dinyatakan dalam persen terhadap volume, kuantitas terhadap rongga udara berpengaruh terhadap kinerja suatu campuran karena jika VMA terlalu kecil maka campuran bisa mengalami masalah durabilitas, dan jika VMA terlalu besar maka campuran bisa memperlihatkan masalah stabilitas dan tidak ekonomis untuk diproduksi.

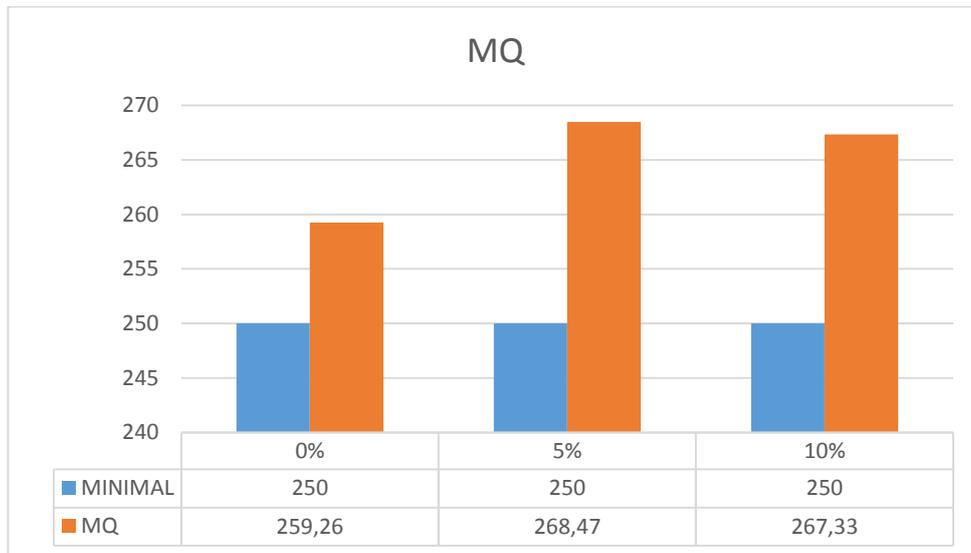


**Gambar IV. 6 VMA (Void In Mineral Agregate)**

Berdasarkan Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010, nilai spesifikasi VMA yang disyaratkan yaitu minimal 14%. Dari hasil yang diperoleh pada variasi 0% sebesar 34,71 untuk variasi 5% memperoleh nilai sebesar 27,96% dan untuk 10% memperoleh nilai sebesar 28,63, sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai yang diperoleh dari pengujian VMA memenuhi syarat yang ditentukan.

#### **IV.3.6 MQ (Marshall Quotion)**

Marshall Quotion ialah hasil bagi antara stabilitas dengan flow. Nilai Marshall Quotient akan memberikan nilai fleksibilitas campuran. Semakin besar nilai *Marshall Quotient* berarti campuran semakin kaku, sebaliknya bila semakin kecil nilainya maka campuran semakin lentur.



Gambar IV. 7 MQ (Marshall Quetion)

Berdasarkan nilai spesifikasi marshall quetion yang disyaratkan yaitu minimal 250kg/mm. Terlihat pada gambar IV.7 259,29 kg/mm, untuk variasi 5% adalah 268,47% kg/mm, dan untuk 10% adalah 267,33 kg/mm, sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai pada pengujian marshall question memenuhi standar spesifikasi Bina Marga.

#### IV.4 Pengujian Cantabro

Pengujian cantabro dilakukan agar dapat mengetahui ketahanan campuran aspal terhadap pelepasan butir dapat dilakukan pengujian abrasi (Cantabrian Test). Benda uji yang telah dipadatkan (briket) dimasukkan kedalam drum mesin *Los Angeles* untuk mengetahui keausan dari benda uji.

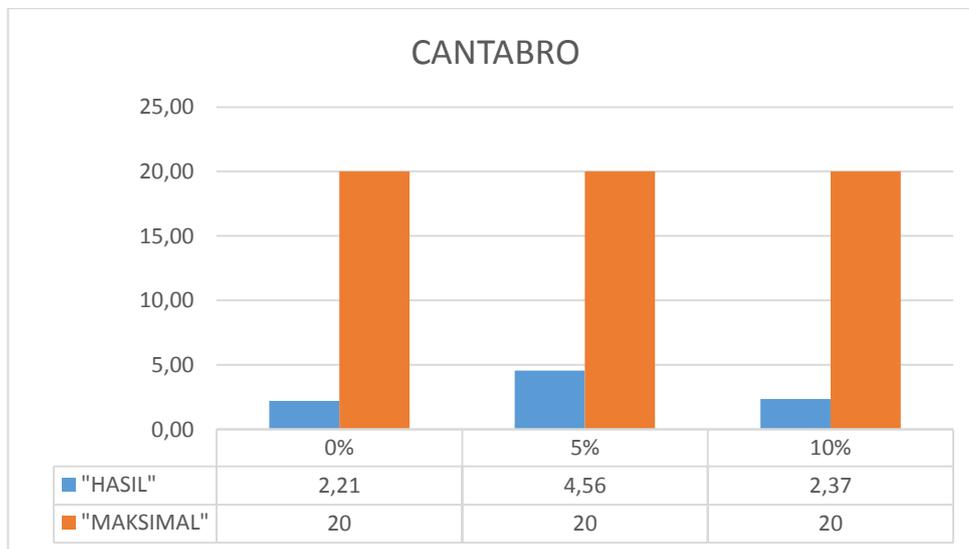
Berikut ini tahap yang dilakukan, sebagai berikut.

1. Menimbang berat benda uji sebelum dilakukan pengujian.
2. Memasukan benda uji pada mesin *Los Angeles* untuk dilakukan pengujian.
3. Menjalankan mesin *Los Angeles* dengan kecepatan 30-33 rpm sebanyak 300 putaran, kemudian ditimbang kembali berat benda uji setelah pengujian.
4. Menimbang kembali benda uji setelah di *los angeles*.

Tabel IV. 5 Hasil Cantabro test

Gradasi	bahan tambah sabut kelapa	Sample	Kadar Aspal	Berat Sebelum Pengujian (Mo)	Berat Setelah Pengujian (Mi)	Kehilangan Berat Mo-Mi (Kg)	Rata-Rata Kehilangan Berat		Spesifikasi	
							$\frac{(Mo-Mi)}{Mo} \times 100$ (%)			
Tipe	%	No.	%	Kg	Kg				%	
BINA MARGA	0	1	6	1166	1132	34		2,916	Max. 20	
		2		1146	1120	26		2,269		
		3		1165	1148	17		1,459		
	Rata-rata				1159,00	1133,33	25,67		2,21	
	5	6	1	1263	1210	53		4,196	Max. 20	
			2	1223	1119	104		8,504		
			3	1229	1216	13		1,058		
	Rata-rata				1238,33	1181,67	56,67		4,59	
	10	6	1	1294	1271	23		1,777	Max. 20	
			2	1298	1261	37		2,851		
			3	1291	1259	32		2,479		
	Rata-rata				1294,33	1263,67	30,67		2,37	

Sumber: Hasil pengujian dan perhitungan laboratorium Teknik sipil, UNIFA



Gambar IV. 8 Hasil pengujian Cantabro test

Berdasarkan hasil di atas , spesifikasi yang telah di syartkan bina marga untuk campuran aspal tidak boleh lebih dari 20%. Dari hasil yang diperoleh dari variasi 0% di peroleh 2,21, untuk variasi 5% diperoleh 4,56 dan untuk variasi 10% diperoleh 2,37%. Dari hasil pengujian di atas telah memenuhi batas nilai kehilangan

berat (cantabro test), sehingga dapat dikatakan bahwa telah memenuhi spesifikasi bina marga 2010. Dapat di lihat pada gambar IV.8.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **V.1 Kesimpulan**

Dari hasil pengujian nilai karakteristik *marshall Test* yaitu: untuk pengujian STABILITAS, FLOW, VMA, dan MQ yang menggunakan Sabut Kelapa sebagai bahan tambah Filler dengan variasi 0%, 5%, dan 10% telah memenuhi spesifikasi Bina Marga yang telah di tentukan, sedangkan pada pengujian VIM *tidak* memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga yang telah di tentukan karna pada nilai minimal yang di tentukan 3% dan maksimal 5% dan melebihi dari ketentuan spesifikasi Bina Marga. Dan VFB tidak memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga yang telah di tentukan dimana nilai minimal 60 dan telah melebihi ketentuan spesifikasi Bina Marga.

Berdasarkan hasil pengujian *Cantabro Tests* menggunakan spesifikasi Bina Marga yang menggunakan Sabut Kelapa sebagai bahan tambah Filler dengan variasi nilai rata - rata 0%= 2,21, 5% =4,56, dan 10%=2,37 memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan yaitu dengan nilai kehilangan berat maksimal 20%.

#### **V.2 Saran**

1. Perlu dilakukan lebih banyak penelitian lanjutan untuk meningkatkan nilai dari pengujian VIM dan VFB
2. Perlu dilakukan penelitian dengan variasi yang berbeda pada bahan tambah sabut kelapa sebagai Filler.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bina Marga Pekerjaan Umum (2018) Spesifikasi Pengujian Marshall Test. Departemen Pekerjaan Umum, Spesifikasi Umum Bina Marga, Devisi 6, Metode Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus Dan Kasar, 2010.
- RR Tondok, MDM Palinggi - Paulus Civil Engineering Journal, 2021 Pengaruh Sabut Kelapa sebagai Bahan Tambah Campuran AC-BC Menggunakan Batu Gunung Barani.
- Hannant, dalam Here, scornov (2004) Pengaruh Serat Serabut Kelapa Sebagai Bahan Tambah Dengan Filler Serbuk Bentonit Pada HRS-BASE Dan HRS-WC
- V Veranita, B Tripoli, H Kesuma - Jurnal Teknik Sipil, 2020 Analisis Karakteristik Campuran Aspal Beton Menggunakan Cangkang Lokan Dan Abu Sabut Kelapa Sebagai Pengganti Filler.
- O Ondriani, SM Saleh, M Isya - Jurnal Teknik Sipil, 2018 Uji Durabilitas Campuran AC-WC menggunakan Kombinasi Limbah Plastik Dan Abu Serabut Kelapa Sebagai Filler.
- Purnamasari, P. E. (2007) "Pengaruh Serat Serabut Kelapa Sebagai Bahan Tambah Dengan Filler Serbuk Bentonit Pada Hrs-Base Dan Hrs-Wc," *Jurnal Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta*,
- Suprianti Sampe Tondok.,Jurnal Aplikasi Teknik dan Sains (JATS) Vol. x, No. x, Agustus, 2021 Pengaruh Penambahan Sabut Kelapa Pada Campuran Aspal Porus Menggunakan Aspal Emulsi Sebagai Bahan Pengikat.
- Zainal Abidin & Bunyamin & Febrina Dian Kurniasari (2020) Uji Marshall Pada Campuran Aspal AC-WC Dengan Subtitusi Filler.
- Sukirman, S., (2003), Beton Aspal Campuran Panas, Granit, Jakarta



LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL  
PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar

90231

Lampiran 1 Pemeriksaan Absorpsi Dan Berat Jenis Agregat Kasar

Dikerjakan : Laurentio Kurniawan P

Diperiksa :

Pengujian : Karakteristik Agregat

Penelitian : Tugas Akhir

Berat Bahan : 2500gr (Chipping)

No. Contoh		I	II	Rata-rata
Berat Contoh Kering Oven (Gr)	A	2445,00	2485,00	2465,00
Berat Contoh Kering Permukaan (Gr)	B	2505,00	2505,00	2505,00
Berat Contoh Dalam Air (Gr)	C	1612,00	1605,00	1608,50
Berat Jenis Bulk (Atas Dasar Kering Oven)	$\frac{A}{B-C}$	2,74	2,76	2,75
Berat Jenis Bulk (Atas Dasar Kering Permukaan)	$\frac{B}{B-C}$	2,81	2,78	2,80
Berat Jenis Semu	$\frac{A}{A-C}$	2,94	2,82	2,88
Penyerapan Air	$\frac{B-A}{A} \times 100\%$	2,45	0,80	1,63

Makassar, 20 Juli 2022

Mengetahui;

Koordinator Laboratorium Teknik Sipil

Universitas Fajar

(Dr. Erdawaty, S.T., M.T)



LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL  
PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar

90231

Lampiran 2 Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus

Dikerjakan : Laurentio Kurniawan P

Diperiksa :

Pengujian : Karakteristik Agregat

Penelitian : Tugas Akhir

Berat Bahan : 500gr (Pasir)

No. Contoh		I	II	Rata-rata
Berat Contoh Kering Oven (Gr)	A	493,00	495,00	494,00
Berat Contoh Kering Permukaan (Gr)	B	748,00	745,00	746,50
Berat Contoh Dalam Air (Gr)	C	1055,00	1055,00	1055,00
Berat Jenis Bulk (Atas Dasar Kering Oven)	$\frac{A}{B + 500 - C}$	2,55	2,61	2,58
Berat Jenis Bulk (Atas Dasar Kering Permukaan)	$\frac{500}{B + 500 - C}$	2,59	2,63	2,61
Berat Jenis Semu	$\frac{A}{B + A - C}$	2,65	2,68	2,67
Penyerapan Air	$\frac{500 - A}{A} \times 100\%$	1,42	1,01	1,22

Makassar, 20 Juli 2022

Mengetahui;

Koordinator Laboratorium Teknik Sipil

Universitas Fajar

(Dr. Erdawaty, S.T., M.T)



LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL  
PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar

90231

Lampiran 3 Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar

Dikerjakan : Laurentio Kurniawan P

Diperiksa :

Pengujian : Karakteristik Agregat

Penelitian : Tugas Akhir

Berat Bahan : 5000gr (Chipping)

Gradasi Saringan		No. Sampel			
		I		II	
Lolos	Tertahan	A	B	C	D
		Berat Sebelum (gr)	Berat Sesudah (gr)	Berat Sebelum (gr)	Berat Sesudah (gr)
¾"	½"	2500	3202	2500	3770
½"	3/8"	2500		2500	
Jumlah Berat (gram)		5000		5000	
Berat Tertahan Saringan No. 8		3202		3770	
Keausan		$\frac{5000-3202}{5000} \times 100\% = 35,96\%$		$\frac{5000-3770}{5000} \times 100\% = 24,60\%$	
$\frac{A-B}{A} \times 100\%$					
Rata-rata		30,28%			

Makassar, 20 Juli 2022

Mengetahui;  
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil  
Universitas Fajar

(Dr. Erdawaty, S.T., M.T)



LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL

PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar

90231

Lampiran 4 Pemeriksaan Indeks Kepipihan Agregat Kasar

Dikerjakan : Laurentio Kurniawan P

Diperiksa :

Pengujian : Karakteristik Agregat

Penelitian : Tugas Akhir

Berat Bahan : 1000gr (Chipping)

Nomor	Gradasi Saringan		Ukuran Thickness Gauge		Berat Lolos Slot (Gram)	Berat Ter-tahan Slot (Gram)	Total Berat (Gram)
			Lebar (mm)	Panjang (mm)			
					A	B	C
I	3/4"	1/2"	6.67	38.2	110	390	500
II	1/2"	3/8"	4.8	25.4	138	362	500
T o t a l					248	752	1000
<b>Indeks Kepipihan</b> = $\frac{\text{Total Berat A}}{\text{Total Berat C}} \times 100\%$					$\frac{248}{1000} \times 100\% = 24,8\%$		

Makassar, 20 Juli 2022

Mengetahui;

Koordinator Laboratorium Teknik Sipil

Universitas Fajar

(Dr. Erdawaty, S.T., M.T)



LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL

PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar

90231

Lampiran 5 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Dikerjakan : Laurentio Kurniawan P

Diperiksa :

Pengujian : Karakteristik Agregat

Penelitian : Tugas Akhir

Berat Bahan : 1000gr (Pasir)

Kode	Uraian	Pemeriksaan
A	Volume lumpur	3 ml
B	Volume total (lumpur + pasir)	200 ml

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{A}{B} \times 100\% = 1,5\%$$

Makassar, 20 Juli 2022

Mengetahui;

Koordinator Laboratorium Teknik Sipil

Universitas Fajar

(Dr. Erdawaty, S.T., M.T)



LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL

PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof.Abdurrahman Basalamah No.101 Makassar 90231

Lampiran 6 PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

Dikerjakan : Laurentio Kurniawan P

Diperiksa :

Pengujian : Karakteristik Agregat

Penelitian : Tugas Akhir

Berat Bahan : 1500 gr

Agregat Kasar : Chipping

No. Saringan	Berat Tertahan (gram)	Kumulatif Tertahan (gram)	Persen Total Tertahan (%)	Persen Lolos (%)
1.5	0.00	0.00	0.00	100.00
1	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	180.00	12.00	12.00	88.00
1/2"	265.00	17.67	29.67	70.33
3/8"	335.00	22.33	52.00	48.00
4	295.00	19.67	71.67	28.33
8	235.00	15.67	87.33	12.67
16	190.00	12.67	100.00	0.00
30	0.00	0.00	100.00	0.00
50	0.00	0.00	100.00	0.00
100	0.00	0.00	100.00	0.00
200	0.00	0.00	100.00	0.00
Pan	0.00	0.00	100.00	0.00



LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL

PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof.Abdurrahman Basalamah No.101 Makassar 90231

Lampiran 7 PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS/PASIR

Dikerjakan : Laurentio Kurniawan P

Diperiksa :

Pengujian : Karakteristik Agregat

Penelitian : Tugas Akhir

Berat Bahan : 1000 gr

Agregat Halus : Pasir

No. Saringan	Berat Tertahan (gram)	Kumulatif Tertahan (gram)	Persen Total Tertahan (%)	Persen Lolos (%)
1.5	0	0	0	100
1	0	0	0	100
3/4"	0	0	0	100
1/2"	0	0	0	100
3/8"	0	0	0	100
4	0	0	0	100
8	0	0	0	100
16	195	20	20	81
30	105	11	30	70
50	95	10	40	61
100	210	21	61	40
200	235	24	84	16
Pan	160	16	100	0



LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL

PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof.Abdurrahman Basalamah No.101 Makassar 90231

Lampiran 8 PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS/ABU BATU

Dikerjakan : Laurentio Kurniawan P

Diperiksa :

Pengujian : Karakteristik Agregat

Penelitian : Tugas Akhir

Berat Bahan : 1000 gr

Agregat Halus : Abu Batu

No. Saringan	Berat Tertahan (gram)	Kumulatif Tertahan (gram)	Persen Total Tertahan (%)	Persen Lolos (%)
1.5	0	0	0	100
1	0	0	0	100
3/4"	0	0	0	100
1/2"	0	0	0	100
3/8"	0	0	0	100
4	78	5	5	95
8	415	28	33	67
16	324	22	55	45
30	220	15	70	30
50	105	7	77	23
100	105	7	84	16
200	180	12	97	3
Pan	73	5	102	-2



LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL

PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof.Abdurrahman Basalamah No.101 Makassar 90231

Lampiran 9 Analisa Data Bricket Gradasi Bina Marga

Dikerjakan : Laurentio Kurniawan P

Diperiksa :

Pengujian : Karakteristik Agregat

Penelitian : Tugas Akhir

Kadar Aspal : 5,0 %

ANALISA DATA												
<b>Kadar aspal</b>	=	5,0%										
<b>Material Chipping</b>	=	(	100%	-	5,0%	)	x	65%	x	1200	=	741
3/4	=	(	100%	-	100,00%	)	x	737,1	=	0,00	gram	
1/2	=	(	100,00%	-	73,33%	)	x	741,0	=	197,62	gram	
3/8	=	(	73,33%	-	50,00%	)	x	741,0	=	172,88	gram	
no. 4	=	(	50,00%	-	29,33%	)	x	741,0	=	153,16	gram	
no.8	=	(	29,33%	-	10,00%	)	x	741,0	=	143,24	gram	
no. 16	=	(	10,00%	-	0,00%	)	x	741,0	=	74,10	gram	
no. 30	=	(	0,00%	-	0,00%	)	x	741,0	=	0,00	gram	
no. 50	=	(	0,00%	-	0,00%	)	x	741,0	=	0,00	gram	
no. 100	=	(	0,00%	-	0,00%	)	x	741,0	=	0,00	gram	
no. 200	=	(	0,00%	-	0,00%	)	x	741,0	=	0,00	gram	
PAN	=	(	0,00%	-	0,00%	)	X	741,0	=	0,00	gram	
<b>Material pasir</b>	=	(	100%	-	5,0%	)	x	30%	x	1200	=	342
3/4	=	(	100%	-	100%	)	x	340,2	=	0,00	gram	
1/2	=	(	100%	-	100%	)	x	342,0	=	0,00	gram	
3/8	=	(	100%	-	100%	)	x	342,0	=	0,00	gram	
no. 4	=	(	100%	-	100%	)	x	342,0	=	0,00	gram	
no.8	=	(	100%	-	100%	)	x	342,0	=	0,00	gram	
no. 16	=	(	100%	-	100%	)	x	342,0	=	0,00	gram	
no. 30	=	(	100%	-	71,00%	)	x	342,0	=	99,18	gram	
no. 50	=	(	71,00%	-	46,00%	)	x	342,0	=	85,50	gram	
no. 100	=	(	46,00%	-	25,00%	)	x	342,0	=	71,82	gram	
no. 200	=	(	25,00%	-	10,00%	)	x	342,0	=	51,30	gram	
PAN	=	(	10,00%	-	0,00%	)	X	342,0	=	34,20	gram	
<b>Material abu batu</b>	=	(	100%	-	5,0%	)	x	5%	x	1200	=	57
3/4	=	(	100%	-	100%	)	x	56,7	=	0,00	gram	
1/2	=	(	100%	-	100%	)	x	57,0	=	0,00	gram	
3/8	=	(	100%	-	100%	)	x	57,0	=	0,00	gram	
no. 4	=	(	100%	-	100%	)	x	57,0	=	0,00	gram	
no.8	=	(	100%	-	100%	)	x	57,0	=	0,00	gram	
no. 16	=	(	100%	-	100%	)	x	57,0	=	0,00	gram	
no. 30	=	(	100%	-	73,00%	)	x	57,0	=	15,39	gram	
no. 50	=	(	73,00%	-	48,00%	)	x	57,0	=	14,25	gram	
no. 100	=	(	48,00%	-	25,00%	)	x	57,0	=	13,11	gram	
no. 200	=	(	25,00%	-	10,00%	)	x	57,0	=	8,55	gram	
PAN	=	(	10,00%	-	0,00%	)	X	57,0	=	5,70	gram	



LABORATORIUM JALAN RAYA DAN ASPAL

TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran 10 Analisis Data Pengujian Marshall Test

Dikerjakan : Laurentio Kurniawan P

Diperiksa :

Pengujian :

Penelitian : Tugas Akhir

Variasi Agregat	No. Sample	Kadar Aspal terhadap		Berat (Gram)		Volume Benda Uji	Bj. Bulk Campuran	i. Maksimum Campuran	% Total Volume			Rongga Dalam Rongga Terisi		Stabilitas - Kg				Kelelahan mm	Quotient Marshall					
				Di udara	dlm air				K. permukaan	Eff. Aspal	Agregat	Rongga Udara	Camp. Agr (%)	Aspal (%)	Dibaca	Disesuaikan	Flow							
		(in air)	(in water)	(SSD)	cm <sup>3</sup>	Unit Weight (Gmb)	(Gmm)	VMA	VFB	VIM	Stability		R	S										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K			L	M	N	O	P	Q	R	S		
Berat Campuran		Berat agregat																	Angka Korelasi	Pembacaan Arloji Stabilitas	Angka Kalibrasi	Stability	Koreksi Stability	Q/R
0%	1	8,50	9,29	1146	668	1171	478	2,45	2,49	19,55	78,65	21,35	91,57	1,80	0,76	160,00	6,20	992,00	992,00	2,50	396,80			
	2	8,50	9,29	1191	560	1107	631	1,75	2,49	14,00	56,32	43,68	32,05	29,68	0,76	205,00	6,20	1271,00	1271,00	4,10	310,00			
	3	8,50	9,29	1170	588	1104	582	1,90	2,49	15,14	60,90	39,10	38,71	33,96	0,76	102,00	6,20	632,40	632,40	4,80	131,75			
Rata-rata				1169	605,3333	1127,333	563,6667	2,03	2,49	16,23	65,29	34,71	54,11	18,48	0,76	155,67		965,13	3,80	279,52				
5%	1	8,50	9,29	1220	675	1221	545	2,24	2,49	17,88	71,93	28,07	63,68	10,20	0,76	155,00	6,20	961,00	961,00	3,10	310,00			
	2	8,50	9,29	1221	677	1222	544	2,25	2,49	17,92	72,12	27,88	64,29	9,96	0,76	102,00	6,20	632,40	632,40	2,80	225,86			
	3	8,50	9,29	1210	670	1212	540	2,24	2,49	17,91	72,06	27,94	64,10	10,03	0,76	100,00	6,20	620,00	620,00	2,30	269,57			
Rata-rata				1217	674	1218,333	543	2,24	2,49	17,90	72,03	27,97	64,02	10,06	0,76	119,00		737,80	2,73	268,47				
10%	1	8,50	9,29	1240	681	1243	559	2,22	2,49	17,74	71,39	28,61	62,02	10,87	0,76	120,00	6,20	744,00	744,00	3,20	232,50			
	2	8,50	9,29	1241	680	1245	561	2,22	2,49	17,71	71,25	28,75	61,59	11,04	0,76	140,00	6,20	868,00	868,00	2,70	321,48			
	3	8,50	9,29	1241	683	1242	558	2,23	2,49	5,09	71,46	28,54	17,84	10,78	0,76	100,00	6,20	620,00	620,00	3,10	200,00			
Rata-rata				1240,6667	681,3333	1243,333	559,3333	2,22	2,49	17,73	71,37	28,63	47,15	10,90	0,76	120,00		744,00	3,00	251,33				



LABORATORIUM JALAN RAYA DAN ASPAL

TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran 10 Analisis Data Pengujian Cantabro

Dikerjakan : Laurentio Kurniawan P

Diperiksa :

Pengujian :

Penelitian : Tugas Akhir

Gradasi	bahan tambah sabut kelapa	Sample	Kadar Aspal	Berat Sebelum Pengujian (Mo)	Berat Setelah Pengujian (Mi)	Kehilangan Berat Mo-Mi (Kg)	Rata-Rata Kehilangan Berat		Spesifikas %
							$\frac{(Mo-Mi)}{Mo} \times 100$ (%)		
Type	%	No.	%	Kg	Kg				
BINA MARGA	0	1	5	1166	1132	34	2,916	Max. 20	
		2		1146	1120	26	2,269		
		3		1165	1148	17	1,459		
	Rata-rata				1159,00	1133,33	25,67	2,21	
	5	5	1	5	1263	1210	53	4,196	Max. 20
			2		1223	1119	104	8,504	
			3		1229	1216	13	1,058	
	Rata-rata				1238,33	1181,67	56,67	4,59	
	10	5	1	5	1294	1271	23	1,777	Max. 20
			2		1298	1261	37	2,851	
			3		1291	1259	32	2,479	
	Rata-rata				1294,33	1263,67	30,67	2,37	



LABORATORIUM JALAN RAYA DAN ASPAL

PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

---

## Lampiran 11 Dokumentasi Penelitian



**Sabut Kelapa setelah di bakar**



**Pencucian Agregat kasar**



**Penjemuran agregat kasar (chipping)**



**Pencucian agregat halus (pasir)**



**Penjemuran agregat halus (pasir)**



**Proses penyaringan agregat**



**Proses penimbangan agregat**



**Proses Mix Design Agregat**



**Proses pembuatan benda uji**



**Benda uji setiap variasi**



**Proses penimbangan dalam air**



**Proses perendaman sampel dalam water bath**



**Pengujian Marshall Test**



**Pengujian cantabro test**



**Hasil pengujian marshal test**

**Hasil pengujian cantabro test**