

**ANALISIS PENGGUNAAN SERAT RAMI PADA CAMPURAN  
*STONE MASTIC ASPHALT (SMA)***

**SKRIPSI**

Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik



**Disusun Oleh:  
Qurrotul Milania  
3336180061**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
2023**

**ANALISIS PENGGUNAAN SERAT RAMI PADA CAMPURAN  
*STONE MASTIC ASPHALT (SMA)***

**SKRIPSI**

Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik



**Disusun Oleh:**  
**Qurrotul Milania**  
**3336180061**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**  
**2023**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya sebagai penulits skripsi berikut:

Judul : Analisis Penggunaan Serat Rami pada Campuran *Stone Mastic Asphalt*  
(SMA)

Nama : Qurrotul Milania

NPM : 3336180061

Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi tersebut di atas adalah benar-benar hasil karya asli saya dan tidak memuat hasil karya orang lain, kecuali dinyatakan melalui rujukan yang benar dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari ditemukan hal-hal yang menunjukkan bahwa sebagian atau seluruh karya ini bukan karya saya, maka saya bersedia dituntut melalui hukum yang berlaku. Saya juga bersedia menanggung segala akibat hukum yang timbul dari pernyataan yang secara sadar dan sengaja saya nyatakan melalui lembar ini.

Cilegon, 27 Juni 2023

  
55559AKX508532436  
**Qurrotul Milania**  
3336180061

**SKRIPSI**  
**ANALISIS PENGGUNAAN SERAT RAMI PADA CAMPURAN *STONE***  
***MASTIC ASPHALT* (SMA)**

Dipersiapkan dan disusun oleh:

**QURROTUL MILANIA / 3336180061**

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji

Pada Tanggal : 27 Juni 2023

**Susunan Dewan Penguji**

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.

NIP : 198212062010122001



Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.

NIP : 198601242014042001

Penguji I

Penguji II



Rama Indera Kusuma, S.T., M.T.

NIP : 198108222006041001



Woclandari Fathonah, S.T., M.T.

NIP : 199012292019032021

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal : 27 Juni 2023

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Dr. Subekti., S.T., M.T.

NIP: 19750612200801102

## **PRAKATA**

Puji dan syukur dipanjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh derajat kesarjanaan Strata-1 pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Subekti, S.T., M.T dan Ibu Dwi Esti Intari, ST.,M.Sc, selaku Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
2. Ibu Dr. Rindu Twidi Bethary, ST., M.T. dan Ibu Dwi Esti Intari, ST., M.sc. selaku dosen pembimbing I dan pembimbing II.
3. Bapak Rama Indera Kusuma, ST., MT selaku dosen penguji I serta Ibu Woelandari Fathonah, ST., MT selaku dosen penguji II.
4. Bapak Dr. Subekti, S.T., M.T selaku dosen pembimbing akademik.
5. Bapak H. Obing Kurtubi dan Ibu HJ. Rosnina, selaku orang tua saya yang selalu memberikan do'a, motivasi dan dukungan tiada batas kepada penyusun.
6. Kakak dan saudara yang telah memberikan dukungan motivasi kepada penyusun.
7. Tuti Sulastri yang telah menyiapkan telinga serta memberikan saran kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
8. Tyanna Felia Edrianty yang telah menemani, mensupport, serta mendengarkan keluh kesah penulis dalam pengerjaan skripsi ini.
9. Danang Pinandito Satyagama yang telah menemani, membantu, serta selalu support penulis dalam mengerjakan skripsi ini.
10. Graciella Febriyanti Zulfa yang telah menemani dan mengajak untuk mengerjakan skripsi ini.

11. Indra, Deril, Agung. S, Zidan, Diky, dan Doni yang telah bersedia menyumbangkan tenaga, support, dan tinta dalam penelitian serta pengerjaan skripsi penulis.
12. Teman- teman angkatan 2018 Sipil UNTIRTA yang turut mendukung dan bantuannya kepada penyusun.

Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa pada umumnya dan penyusun pada khususnya

Cilegon, Juni 2023

Penulis

# ANALISIS PENGGUNAAN SERAT RAMI PADA CAMPURAN *STONE MASTIC ASPHALT* (SMA)

Qurrotul Milania

---

## INTISARI

Perkerasan jalan adalah salah satu faktor penting penunjang pembangunan prasarana transportasi jalan yang ramah lingkungan, tahan lama, dan ekonomis. Jumlah kendaraan yang terus meningkat setiap tahunnya mengakibatkan pelayanan jalan harus ditingkatkan. Indonesia termasuk negara yang lambat dalam perkembangan inovasi perkerasan jalan, tidak seperti negara – negara maju di luar sana seperti negara – negara di Benua Eropa.

Penelitian ini membahas tentang pengaruh penambahan serat rami sebagai penggunaan pada campuran aspal dengan metode *Stone Mastic Asphalt* (SMA) yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh kekuatan aspal bergradasi senjang dengan penggunaan serat rami terhadap karakteristik Marshall dan untuk mengetahui nilai stabilitas penggunaan serat rami pada aspal dengan metode *Stone Mastic Asphalt* (SMA) dibandingkan dengan campuran aspal tanpa penggunaan serat rami.

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yaitu persiapan alat dan bahan, pengujian bahan yang diliputi oleh pemeriksaan agregat dan aspal, pembuatan benda uji, pengujian marshall, analisis data dan pembahasan untuk menentukan nilai KAO, pengujian marshall tahap 2, dan terakhir kesimpulan dan saran. Benda uji aspal beton dibuat dengan kadar aspal rencana sebesar 5%, 5,5%, 6%, 6,5% dan 7% serta variasi penggunaan serat rami sebesar 0%, 0,1%, 0,2% dan 0,3% dengan masing-masing variasi benda uji sebanyak 3 buah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai stabilitas dengan penggunaan serat rami pada campuran *Stone Mastic Asphalt* (SMA) yaitu didapatkan nilai optimum pada kadar serat rami 0,2%, dengan kenaikan stabilitas sebesar 1058,95 kg, namun seiring penambahan serat rami akan menurunkan nilai stabilitas. Hal tersebut dikarenakan serat rami dapat menurunkan nilai VIM dan VMA karena serat rami dapat mengisi rongga dalam campuran yang membantu ikatan antar agregat menjadi lebih baik dan meningkatkan kekakuan pada campuran.

**Kata kunci : Serat Rami, Marshall, Aspal**

# ***ANALYSIS OF THE USE HEMP FIBER IN STONE MASTIC ASPHALT (SMA) MIXTURE***

Qurrotul Milania

---

## ***ABSTRACT***

*Road pavement is one of the important factors supporting the development of environmentally friendly, durable, and economical road transportation infrastructure. The number of vehicles continues to increase every year resulting in road services must be improved. Indonesia is one of the slowest countries in the development of pavement innovation, unlike developed countries such as countries in Continental Europe.*

*This research discusses the effect of the addition of jute fiber as a use in asphalt mixtures with the Stone Mastic Asphalt (SMA) method which aims to determine the effect of the strength of graded asphalt with the use of jute fiber on Marshall characteristics and to determine the stability value of using jute fiber in asphalt with the Stone Mastic Asphalt (SMA) method compared to asphalt mixtures without the use of jute fiber.*

*This research consists of several stages, namely preparation of tools and materials, testing of materials which includes inspection of aggregates and asphalt, making test objects, marshall testing, data analysis and discussion to determine the KAO value, stage 2 marshall testing, and finally conclusions and suggestions. The asphalt concrete specimens were made with the planned asphalt content of 5%, 5.5%, 6%, 6.5% and 7% and the variation in the use of hemp fiber of 0%, 0.1%, 0.2% and 0.3% with each variation of 3 specimens.*

*The results showed that the stability value with the use of hemp fiber in Stone Mastic Asphalt (SMA) mixture is obtained at the optimum value at 0.2% hemp fiber content, with an increase in stability of 1058.95 kg, but as the addition of hemp fiber will reduce the stability value. This is because hemp fiber can reduce VIM and VMA values because hemp fiber can fill the voids in the mixture which helps the bond between aggregates to be better and increase the stiffness of the mixtur*

***Keywords: Hemp Fiber, Marshall, Asphalt***



## DAFTAR ISTILAH

Lambing/Singkatan	Arti dan Keterangan
CA	Agregat kasar tertahan saringan No.8
FA	Agregat lolos saringan No.8 tertahan saringan No.200
FF	Agregat lolos saringan No.200
AC-WC	<i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>
KAO	Kadar Aspal Optimum
SNI	Standar Nasional Indonesia

## DAFTAR LAMPIRAN

1. Administrasi
2. Jadwal Penyusunan Skripsi
3. Data Hasil Pengujian Laboratorium
4. Hasil Analisis Perhitungan
5. Dokumentasi

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>PRAKATA</b> .....	iv
<b>INTISARI</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISTILAH</b> .....	viii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Keaslian Penelitian .....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Penelitian Terdahulu yang Relevan .....	5
2.2 Ketertarikan Penelitian.....	9
<b>BAB 3 LANDASAN TEORI</b> .....	11
3.1 Perkerasan Jalan .....	11
3.2 SMA ( <i>Stone Matrix Asphalt</i> ) .....	11
3.2.1 Spesifikasi Campuran <i>Stone Matrix Asphalt</i> .....	12
3.3 Bahan Penyusun Campuran <i>Stone Matrix Asphalt</i> (SMA) .....	13
3.3.1 Agregat.....	13
3.3.2 Aspal ( <i>Asphalt</i> ) .....	14
3.3.3 <i>Filler</i> .....	14

3.3.4 Serat Rami .....	14
<b>BAB 4 METODE PENELITIAN</b> .....	18
4.1 Diagram Alir Penelitian .....	18
4.2 Metode Penelitian.....	19
4.3 Tahapan Penelitian .....	19
4.3.1 Persiapan Alat dan Bahan.....	19
4.3.2 Pemeriksaan Agregat.....	21
4.3.3 Pengolahan Serat Rami.....	21
4.3.4 Perencanaan Gradasi Agregat .....	23
4.3.5 Pemeriksaan Aspal.....	24
4.3.6 Tahap Pembuatan Benda Uji.....	26
4.3.7 Perencanaan Campuran ( <i>Mix Design</i> ) .....	29
4.3.8 Metode Pengujian <i>Marshall Test</i> .....	30
4.4 Matrik Benda Uji .....	33
4.5 Jadwal Penelian.....	32
<b>BAB 5 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b> .....	34
5.1 Pengujian Sifat Fisik Material .....	34
5.2 Analisa Karakteristik.....	34
5.2.1 Agregat Kasar .....	34
5.2.2 Agregat Halus.....	37
5.2.3 Serat Rami .....	39
5.2.4 Hasil Pengujian Aspal .....	40
5.3 Rancangan Campuran Aspal .....	45
5.3.1 Proporsi Agregat Campuran Beraspal.....	46
5.3.2 Perkiraan Awal Kadar Aspal.....	47
5.3.3 Kebutuhan Berat Agregat.....	48
5.3.4 Pembuatan Benda Uji <i>Marshall</i> .....	49
5.3.5 Analisa Perhitungan Sifat Volumetrik Aspal.....	49
5.4 Pengujian Campuran Beraspal Jenis SMA.....	51
5.4.1 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> .....	52
5.4.2 Analisa Karakteristik Campuran Beraspal Jenis SMA .....	53

5.5 Pengujian Campuran Aspal Jenis SMA Tahap Kedua .....	65
5.5.1 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> .....	65
5.5.2 Hasil Pengujian Stabilitas <i>Marshall</i> Sisa .....	67
5.6 Penentuan Proporsi Ideal yang Memenuhi Semua Karakteristik Campuran .....	68
<b>BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	70
6.1 Kesimpulan .....	70
6.2 Saran .....	70
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	71

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Tinjauan Hasil Penelitian Terdahulu.....	7
Tabel 3.1 Gradasi Agregat Campuran Stone Matrix Asphalt .....	12
Tabel 3.2 Ketentuan Campuran Stone Matrix Asphalt .....	13
Tabel 3.3 Sifat Fisik,Kimia, dan Mekanik Serat Rami .....	15
Tabel 4.1 Standar Pengujian Agregat Kasar .....	19
Tabel 4.2 Standar Pengujian Agregat Halus .....	19
Tabel 4.3 Persyaratan Gradasi Agregat Gabungan untuk Campuran Beraspal ....	20
Tabel 4.4 Standar Pengujian Aspal .....	22
Tabel 4.5 Jumlah Benda Uji Kadar Aspal.....	25
Tabel 5.1 Hasil Pengujian Agregat Kasar .....	34
Tabel 5.2 Hasil Pengujian Agregat Halus .....	37
Tabel 5.3 Sifat Fisik, Kimia, dan Mekanik Serat Rami .....	40
Tabel 5.4 Hasil Pengujian Sifat Fisik Aspal .....	41
Tabel 5.5 Presentase Lolos Gradasi Campuran.....	46
Tabel 5.6 Pembagian Butir Agregat Kasar dan Agregat Halus .....	47
Tabel 5.7 Perkiraan Nilai Kadar Aspal .....	48
Tabel 5.8 Data Berat Aspal Beton Padat.....	49
Tabel 5.9 Rekapitulasi Hasil Pengujian Masrhall .....	52
Tabel 5.10 Data Hasil Pengujian VMA .....	55
Tabel 5.11 Persamaan Koefisien Determinasi Terhadap VMA.....	56
Tabel 5.12 Data Hasil Pengujian VIM.....	57
Tabel 5.13 Persamaan Koefisien Determinasi Terhadap VIM .....	57
Tabel 5.14 Data Hasil Pengujian Stabilitas.....	58
Tabel 5.15 Persamaan Koefisien Determinasi Terhadap Stabilitas .....	59
Tabel 5.16 Data Hasil Pengujian Flow .....	60
Tabel 5.17 Persamaan Koefisien Determinasi Terhadap Flow .....	60
Tabel 5.18 Data Hasil Pengujian MQ .....	61
Tabel 5.19 Persamaan Koefisien Determinasi Terhadap MQ.....	62

Tabel 5.20 Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall dengan Kadar Aspal Optimum .....	65
Tabel 5.21 Rekapitulasi Hasil Pengujian Stabilitas Marshall Sisa .....	67
Tabel 5.22 Hasil Analisis Proporsi Ideal Penambahan Kadar Serat Rami dengan Kadar Aspal Optimum .....	68

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Skema Hubungan Antara Penelitian yang Sudah ada dengan Penelitian Tugas Akhir.....	9
Gambar 3.1 Tanaman Rami .....	14
Gambar 3.2 Serat Rami.....	16
Gambar 4.1 Diagram Alir .....	18
Gambar 4.2 Diagram Proses Pengolahan Serat Rami.....	22
Gambar 4.2 Grafik Gradasi Agregat Gabungan Untuk Beraspal.....	24
Gambar 4.3 Diagram Proses Pembuatan Benda Uji .....	26
Gambar 5.1 Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar .....	35
Gambar 5.2 Pengujian Penyerapan Agregat Kasar .....	35
Gambar 5.3 Pengujian Keausan Agregat Kasar.....	36
Gambar 5.4 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar.....	37
Gambar 5.5 Pengujian Berat Jenis Agregat Halus.....	38
Gambar 5.6 Pengujian Penyerapan Agregat Halus .....	38
Gambar 5.7 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus.....	39
Gambar 5.8 Pengujian Berat Jenis Aspa.....	41
Gambar 5.9 Pengujian Titik Lembek Aspal.....	41
Gambar 5.10 Pengujian Penetrasi Aspal.....	42
Gambar 5.11 Pengujian Kehilangan Berat Aspal .....	43
Gambar 5.12 Grafik Pengujian Viskositas.....	43
Gambar 5.13 Pengujian Viskositas Aspal.....	44
Gambar 5.14 Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar .....	44
Gambar 5.15 Grafik Gradasi Campuran Aspal Lapis Antara SMA.....	46
Gambar 5.16 Pengujian <i>Marshall</i> .....	51
Gambar 5.17 Sketimatis Jenis Rongga Aspal Beton Padat.....	53
Gambar 5.18 Grafik Hubungan Nilai VMA dan Kadar Aspal.....	54
Gambar 5.19 Grafik Hubungan Nilai VIM dan Kadar Aspal .....	56
Gambar 5.20 Hubungan Nilai Stabilitas dan Kadar Aspal .....	58
Gambar 5.21 Hubungan Nilai Flow dan Kadar Aspal.....	59



Gambar 5.22 Hubungan Nilai MQ dan Kadar Aspal .....	61
Gambar 5.23 Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum .....	62
Gambar 5.24 Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum .....	62
Gambar 5.25 Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum .....	62
Gambar 5.26 Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum .....	63
Gambar 5.27 Grafik Serat Rami Berbanding dengan KAO.....	63
Gambar 5.28 Perendaman Benda Uji Pada Water Bath Dengan Suhu 60° .....	67

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkerasan jalan adalah salah satu faktor penting penunjang pembangunan prasarana transportasi jalan yang ramah lingkungan, tahan lama, dan ekonomis. Jumlah kendaraan yang terus meningkat setiap tahunnya mengakibatkan pelayanan jalan harus ditingkatkan. Indonesia termasuk negara yang lambat dalam perkembangan inovasi perkerasan jalan, tidak seperti negara – negara maju di luar sana seperti negara – negara di Benua Eropa (Mahani, 2019).

Aspal adalah bahan pengikat yang digunakan dalam perkerasan lentur. Salah satu cara untuk mencegah terjadinya kerusakan dalam perkerasan jalan akibat beban muatan dari kendaraan umum adalah dengan meningkatkan kualitas dan stabilitas dari pekerjaan tersebut. Campuran aspal SMA (*Stone Mastic Asphalt*) merupakan perkerasan alternatif yang bisa digunakan. *Stone Mastic Asphalt* pertama dikembangkan di Jerman pada tahun 1960 an untuk memberikan perlindungan maksimum terhadap *rutting* atau alur yang disebabkan oleh kontak ban pada permukaan jalan. Dengan performa SMA yang menakjubkan, sejak tahun 1984, SMA telah tersebar di seluruh dunia. Ada tiga macam campuran *Stone Mastic Asphalt* yaitu, SMA tipis, SMA halus, dan SMA kasar (Mahani, 2019).

Pemilihan serat rami sebagai bahan tambah penelitian didasarkan pada pertimbangan atas potensi serat rami di Indonesia yang berlimpah dan belum dimanfaatkan secara baik. Serat rami yang berasal dari serat alam sangat berpotensi untuk dikembangkan dan memenuhi kriteria penggunaan bahan alami. Demikian juga jika dilihat dari sisi kekuatan. Hasil – hasil penelitian yang telah dipublikasi oleh peneliti sebelumnya yaitu penelitian dengan menggunakan serat rami dengan metode *Asphalt Treated Base* (ATB), menunjukkan bahwa serat mempunyai rasio kekuatan yang baik karena memiliki kekuatan empat kali lebih besar dari linen, enam kali lebih besar dari sutera, tujuh kali lebih besar dari kapas dan memiliki daya serap terhadap kelembapan 12% yang melebihi daya serap kapas dan memiliki

kompatibilitas yang baik dengan seluruh jenis serat alam maupun jenis serat sintetis sehingga mudah untuk di campur dengan serat apapun. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kadar aspal dengan gradasi senjang. Selain itu pemilihan penggunaan serat selulosa pada campuran metode *Stone Mastic Asphalt* (SMA) ini dikarenakan pada metode tersebut terkadang mengakibatkan *bleeding* yang dikarenakan kadar agregat kasar yang besar, dengan penggunaan serat selulosa pada metode ini dapat mengurangi *draindown* pada aspal serta membuat aspal jauh lebih awet dan meningkatkan nilai stabilitas pada campuran aspal tersebut. Keterkaitan serat rami itu sendiri terhadap campuran beraspal yaitu tanaman ini memiliki daya serap air yang tinggi sehingga memungkinkan untuk menyerap aspal, kemudian serat rami dalam penelitian ini memiliki pengaruh mengisi ruang rongga antar agregat sehingga meningkatkan nilai stabilitas pada aspal (Fadhil, 2020).

Untuk Penelitian lainnya yaitu penggunaan serat asbes dalam pembuatan aspal dengan metode *Split Mastic Asphalt*, pada penelitian ini peneliti ingin mengetahui pengujian kinerja pada campuran *Split Matrix Asphalt* (SMA) dengan melakukan variasi penggunaan serat selulosa dengan variasi kadar aspal dengan menggunakan aspal pen 60/70 dan serat asbes. Untuk pengujian durabilitas dengan melakukan uji variasi waktu rendaman pada suhu 25°C dan pengujian pada suhu standar 60°C. Hasil – hasil yang di dapat dari penelitian ini pada penambahan serat asbes yaitu memenuhi kadar optimum yaitu sebesar 2,81% dan dapat meningkatkan nilai karakteristik campuran aspal beton. Nilai keawetan (Durabilitas) yang didapatkan diatas rata – rata 84% yang dinyatakan dengan indeks kekuatan sisa (IKS). Nilai IKS presentase bahan tambah 2,81% yaitu 86,9% (Alifuddin & Arifin, 2020).

Keterbaruan penelitian ini dari penelitian sebelumnya yaitu pada bahan campuran dan metodenya, fokus penelitian ini untuk menghasilkan nilai uji marshal dalam pembuatan aspal metode *Stone Mastic Asphalt* (SMA) dengan menggunakan campuran bahan serat rami (Amirudin, 2019).

Berdasarkan beberapa hal diatas, penulis ingin melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan serat rami terhadap parameter marshall pada pada metode *Stone Mastic Asphalt* (SMA) dengan variasi serat rami sebesar 0%, 0,1%, 0,2%, dan 0,3%. Untuk penggunaan serat rami ini diambil dari beberapa jurnal, untuk jurnal yang pertama dengan penulis Oktavia Marbun dengan nilai kadar optimum meningkat pada presentase serat 0,1% dengan nilai 6,48% , dan untuk jurnal yang kedua deengan penulis Nurul Akhris Amirudin menunjukkan nilai kadar optimum naik pada presentase serat 0,2% dengan nilai 1180,98kg, maka dari dua jurnal yang saya baca mendapatkan nilai kadar optimum pada presentase 0,1% dan 0,2% maka saya memilih untuk variasi serat rami sebesar 0%, 0,1%, 0,2%, dan 0,3%.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas maka, rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana karakteristik pengujian *Marshall* aspal metode Stone Mastic Asphalt (SMA) dengan penggunaan serat selulosa yaitu serat rami.
- b. Berapa nilai kadar optimum penggunaan Serat Rami dalam campuran.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian tugas akhir ini memiliki beberapa tujuan sebagai berikut :

- a. Mengetahui karakteristik pengujian *Marshall* aspal metode Stone Mastic Asphalt (SMA) dengan penggunaan serat selulosa yaitu serat rami.
- b. Mengetahui nilai kadar optimum dengan penggunaan Serat Rami dalam campuran.

## **1.4 Batasan Masalah**

Agar penelitian ini dapat berjalan secara sistematis maka permasalahan yang ada perlu dibatasi dengan Batasan – Batasan sebagai berikut :

- a. Jenis Perkerasan yang di rencanakan adalah campuran aspal SMA (*Stone Mastic Asphalt*) yang mengacu pada Spesifikasi Umum Campuran Beraspal Panas Standar Nasional Indonesia (SNI).

- b. Jenis yang digunakan adalah aspal pen 60/70.
- c. Campuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat rami.
- d. Variasi serat rami yang digunakan dalam pengujian *Marshall* adalah 0%, 0,1%, 0,2%, dan 0,3%.
- e. Pengujian dilakukan menggunakan *Marshall* untuk mengetahui kinerja campuran yang meliputi; VIM (Void In Total Mix), VMA (*Void In The Mineral Agregat*), stabilitas, MQ (*Marshall Quetient*) dan flow serta nilai KAO (Kadar Aspal Optimum) pada campuran Stone Mastic Asphalt.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain :

- a. Meningkatkan pengetahuan dan pemahaman tentang perkerasan jalan raya dengan menggunakan campuran serat rami.
- b. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi ilmiah, yaitu mengetahui kinerja dan karakteristik campuran serat rami terhadap aspal dengan gradasi senjang.
- c. Menambah alternatif pilihan penggunaan serat selulosa untuk perkerasan jalan.

### **1.6 Keaslian Penelitian**

Penelitian terkait Analisis Penggunaan Serat Rami pada metode campuran *Stone Mastic Asphalt (SMA)* Pen 60/70 sudah banyak yang melakukan penelitian sebelumnya akan tetapi dengan penggunaan serat rami sebagai campuran *filler* ini belum pernah ada yang merencanakan sebelumnya, sehingga benar – benar asli dan tanpa ada unsur plagiat dari perencanaan sebelumnya.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu yang Relevan**

Penelitian yang di gunakan berasal dari beberapa penelitian terdahulu yaitu:

Penelitian pertama dengan judul Perancangan Laboratorium Campuran Stone Matrix Asphalt (SMA) Menggunakan Aspal Shell Pen 60/70 dan Aspal Modifikasi Elvaloy Penelitian ini ditulis oleh Pramurti Dewi Utami selaku mahasiswi S2 Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan Universitas Gajah Mada (2018). Penelitian ini menggunakan 4 variasi *elvaloy*, yaitu 0% (SAME-0; campuran control), 0,5% (SMAE-1), 1% (SAME-2), dan 1,5% (SAME-3) dengan gradasi SMA. Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi kadar *Elvaloy* dalam aspal akan memperbaiki sifat reologi aspal, yaitu menurunkan nilai penetrasi, menaikkan titik leleh, sehingga menurunkan kepekaan aspal terhadap temperatur.

Penelitian kedua dengan judul Pengaruh Penambahan Serat Karung Goni (Serat Rami) pada Campuran *Asphalt Treated Base* (ATB) Ditinjau dari Uji *Marshall*. Penelitian ini ditulis oleh Nurul Akhris Amirudin mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Institut Teknologi Nasional Malang (2019). Penelitian ini menggunakan variasi kadar aspal 4%, 4,5%, 5%, 5,5%, dan 6% dan diperoleh KAO sebesar 5,9%, kemudian dibuat lagi untuk variasi penambahan campuran serat rami sebesar 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4%, dan 0,5% dengan hasil 0,1% - 0,9% masih memenuhi persyaratan (ATB). Hasil yang diperoleh dari penelitian ini terjadinya peningkatan nilai stabilitas pada penambahan kadar serat 0,1% sebesar 1180,98 kg, 0,2% sebesar 1166,7 kg, dan 0,3% sebesar 1077,0 kg. dari uji hipotesis diketahui bahwa penambahan serat rami mempengaruhi pada karakteristik uji *Marshall*.

Penelitian ketiga dengan judul Analisis Durabilitas *Stone Mastic Asphalt* (SMA) Terhadap Penggunaan Serat Selulosa (Serat Asbes). Penelitian ini ditulis oleh Andi Alifuddin; dll selaku mahasiswa Teknik Sipil Muslim Indonesia (2020). Penelitian ini menunjukkan hasil yang memenuhi persyaratan yang di syaratkan, dengan adanya peningkatan nilai stabilitas seiring dengan meningkatnya presentase kadar aspal yang berbanding lurus dengan nilai rongga dalam campuran (VIM) dan *Marshall*

*Quotient* (QM). Untuk perendaman pada 30 menit setiap penambahan kadar serat asbes 3%, dan setelah 3% menurun. Untuk perendaman 24 jam menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai stabilitas dari perendaman 30 menit. Dan hanya kadar serat 3% yang memenuhi spesifikasi.

Penelitian keempat dengan judul Pengaruh Metode Pencampuran Dua Tahap Terhadap Karakteristik Campuran *Stone Matrix Asphalt* dengan Bahan Ikat Aspal Pen 60/70 dan Aspal *Crumb Rubber*. Penelitian ini di tulis oleh Muhammad Irfan Hidayat. mahasiswa Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia (2021). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui meningkatkan ketahanan aspal campuran panas terhadap *rutting*, mengurangi kerusakan akibat kelelahan, meningkatkan daya rekat dan mengatasi masalah pengupasan pengikat dari agregat. Berdasarkan penelitian ini dapat diketahui bahwa pada campuran SMA 12,5 mm dengan bahan ikat aspal Pen 60/70 dan aspal *Crumb Rubber (MQ)* berkaitan dengan perbandingan nilai stabilitas dan nilai *flow* yang didapatkan sebelumnya yaitu campuran Stone Matrix Asphalt (SMA) 12,5 mm dengan bahan ikat aspal Pen 60/70 kadar 5,5% sampai 7,25% dan campuran Stone Matrix Asphalt (SMA) 12,5 mm dengan bahan ikat aspal Crumb rubber pada kadar 5,5% sampai 7% sudah memasuki spesifikasi SNI yang sudah ditetapkan dengan batas maksimal nilai flow yaitu sebesar 4,5%. Pada kadar yang sama, nilai flow pada campuran SMA 12,5 mm dengan bahan ikat aspal Crumb Rubber lebih rendah dibandingkan dengan bahan ikat aspal Pen 60/70 kecuali pada kadar aspal 7% dan 7,5% menunjukkan nilai yang tidak jauh berbeda. Maka dari itu terjadinya penurunan disebabkan tingginya nilai stabilitas dan *flow* pada kadar aspal 6,5 %, 7%, dan 7,5% menyebabkan campuran menjadi lentur dan semakin elastis akibat penambahan kadar aspal.

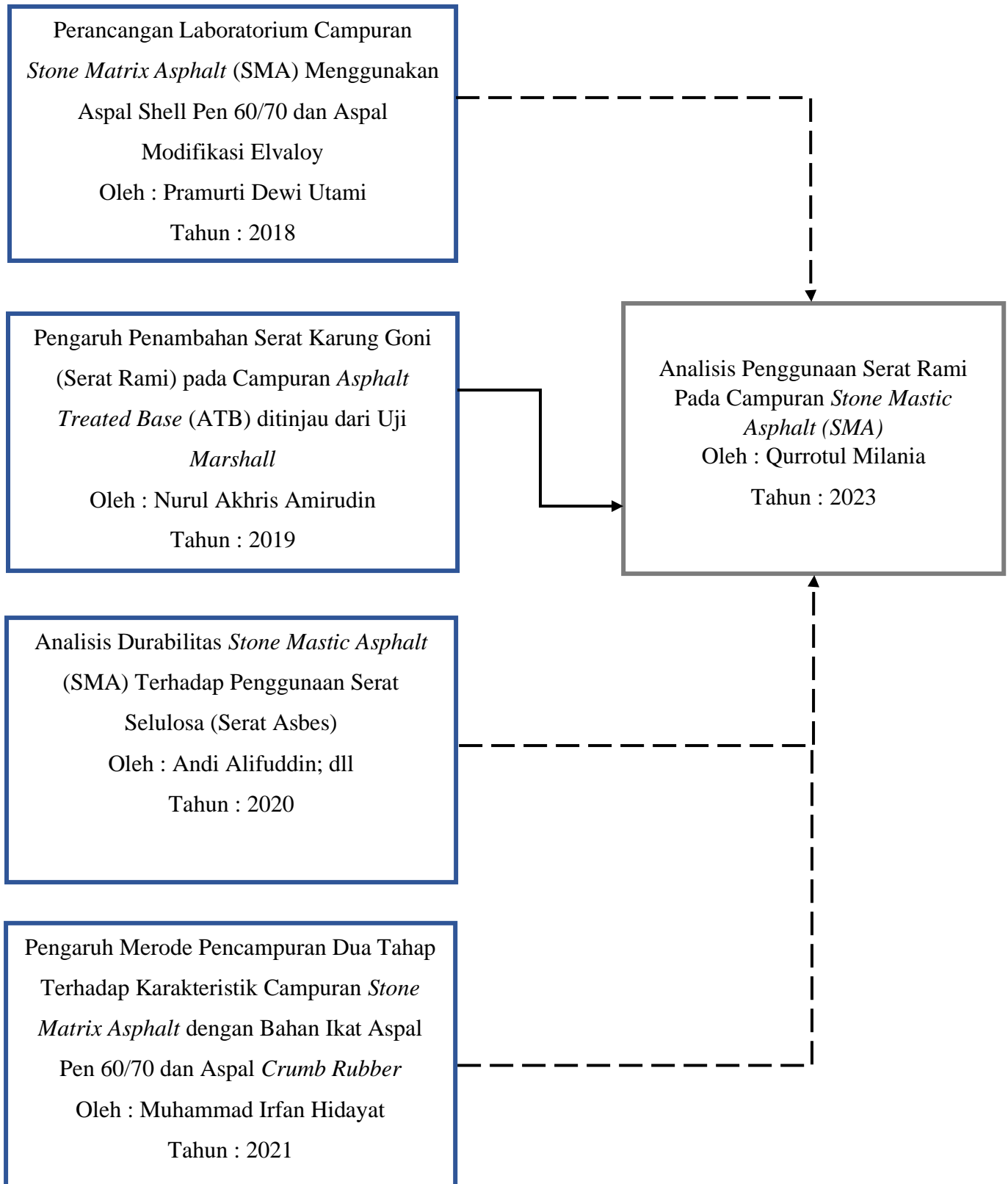
**Tabel 2.1** Tinjauan Hasil Penelitian Terdahulu

No	Judul	Penulis	Bahan Tambah	Metode Penelitian	Hasil
1	Perancangan Laboratorium Campuran <i>Stone Matrix Asphalt</i> (SMA) Menggunakan Aspal Shell Pen 60/70 dan Aspal Modifikasi Elvaloy	Utami, Pramurti Dewi (2018)	Aspal Shell Pen 60/70 dan Aspal Modifikasi Elvaloy	Stone Matrix Asphalt (SMA)	Hasil penelitian menunjukkan pengaruh polimer <i>Elvaloy</i> pada perancangan campuran semakin tinggi kadar <i>Elvaloy</i> dalam campuran akan menurunkan KAO, sehingga menghasilkan campuran yang lebih efisien. Campuran yang menggunakan aspal modifikasi <i>ELvaloy</i> memiliki nilai stabilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran yang menggunakan aspal pen 60/70. Adapun nilai stabilitas marshall sisa untuk masing – masing variasi campuran, nilai tersebut memenuhi persyaratan minimum 90%.
2	Pengaruh Penambahan Serat Karung Goni (Serat Rami) pada Campuran <i>Asphalt Treated Base</i> (ATB) ditinjau dari Uji <i>Marshall</i>	Amirudin, Nurul Akhris (2019)	Serat Karung Goni (Serat Rami)	<i>Asphalt Treated Base</i> (ATB)	Hasil yang diperoleh dari penelitian ini tidak terjadi keadaan kadar serat optimum dikarenakan terjadinya penurunan terhadap nilai stabilitas di setiap penambahan serat karung goni, tetapi penambahan goni masiuh memenuhi persyaratan campuran ATB. Penambahan karung goni dengan kadar 0,1% - 0,19% dari semua parameter <i>marshall</i> memenuhi persyaratan ATB walaupun tidak terjadi keadaan serat optimum, maka dapat dinyatakan serat karung goni layak untuk ditambahkan pada campuran aspal ATB.



	<p>Analisis Durabilitas <i>Stone Mastic Asphalt</i> (SMA) Terhadap Penggunaan Serat Selulosa (Serat Asbes)</p>	<p>Alifuddin, Andi; dll (2020)</p>	<p>Serat Asbes</p>	<p>Stone Matrix Asphalt (SMA)</p>	<p>Hasil penelitian ini menunjukkan hasil yang memenuhi persyaratan yang di syaratkan, dengan adanya peningkatan nilai stabilitas seiring dengan meningkatnya presentase kadar aspal yang berbanding lurus dengan nilai rongga dalam campuran (VIM) dan <i>Marshall Quotient</i> (QM). Untuk perendaman pada 30 menit setiap penambahan kadar serat asbes 3%, dan setelah 3% menurun. Untuk perendaman 24 jam menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai stabilitas dari perendaman 30 menit. Dan hanya kadar serat 3% yang memenuhi spesifikasi.</p>
4	<p>Pengaruh Metode Pencampuran Dua Tahap Terhadap Karakteristik Campuran <i>Stone Matrix Asphalt</i> dengan Bahan Ikat Aspal Pen 60/70 dan Aspal <i>Crumb Rubber</i></p>	<p>Hidayat, Muhammad Irfan (2021)</p>	<p>-</p>	<p><i>Stone Matrix Asphalt</i> (SMA) dan <i>Asphalt Crumb</i></p>	<p>Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa penggunaan metode pencampuran dua tahap pada campuran Stone Matrix Asphalt (SMA) 12,5 mm berbahan ikat aspal Pen 60/70 dan aspal <i>Crumb Rubber</i> secara signifikan memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan metode pencampuran konvensional. Hal tersebut menandakan bahwa penggunaan metode pencampuran dua tahap dapat meningkatkan kemampuan campuran SMA 12,5 mm dalam menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk seperti gelombang, alur, dan bleeding.</p>

## 2.2 Ketertarikan Penelitian



Keterangan :

—————→ : Hubungan Langsung dengan Penelitian

- - - - -→ : Hubungan Tidak Langsung dengan Penelitian

**Gambar 2.1** Skema Hubungan Antara Penelitian yang Sudah ada dengan Penelitian Tugas Akhir  
(Sumber : Qurrotul Milania, 2023)

## **BAB 3**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Perkerasan Jalan**

Perkerasan jalan merupakan bagian jalur lalu lintas, yang bila kita perhatikan secara struktural pada penampang melintang jalan, merupakan penampang struktur dalam kedudukan yang paling sentral dalam suatu badan jalan. Lalu lintas langsung terkonsentrasi pada bagian ini, dan boleh dikatakan merupakan urat nadi dari suatu konstruksi jalan. Secara umum perkerasan jalan mempunyai persyaratan yaitu kuat, awet, kedap air, rata, tidak licin, murah, dan mudah dikerjakan. Menurut *Federal Highway Administration* (Hardiyatmo, 2015:2) komponen – komponen perkerasan meliputi :

- a. Lapis aus (*wearing course*) yang memberikan cukup kekesatan, tahanan gesek dan penutup kedap air atau drainase dipermukaan.
- b. Lapis perkerasan terikat atau tersementasi (aspal atau beton) yang memberikan daya dukung yang cukup dan sekaligus sebagai penghalang air yang masuk ke dalam material tak terikat dibawahnya.
- c. Lapis pondasi (*base course*) dan lapisan pondasi bawah (*sub-base course*) tak terikat yang memberikan tambahan kekuatan (khususnya untuk perkerasan 6 lentur dan ketahanan terhadap pengaruh air yang merusak struktur perkerasan, serta pengaruh degradasi yang lain (erosi dan instruksi butiran halus).
- d. Tanah dasar (*subgrade*) yang memberikan cukup kekakuan, kekuatan yang seragam dan merupakan landasan yang stabil bagi lapisan material perkerasan di atasnya.
- e. Sistem drainase yang dapat membuang air dengan cepat dari sistem perkerasan, sebelum air menurunkan kualitas lapisan material granuler tak terikat dan tanah dasar.

#### **3.2 SMA (*Stone Mastic Asphalt*)**

*Stone Mastic Asphalt* (SMA) merupakan jenis campuran beraspal panas yang telah diakui secara luas sebagai campuran yang stabil, awet, dan tahan terhadap beban tinggi. Terdiri dari dua bagian utama yaitu kerangka agregat kasar (*coarse aggregate*

skeleton) dan campuran agregat halus, bahan pengisi (filler) serta perekat berupa aspal mortar dengan kadar relatif tinggi (*binder rich mastic mortar*), yang merupakan campuran agregat halus, filler dan bitumen dengan kadar relatif tinggi yang mengikat agregat menjadi satu kesatuan menghasilkan kekerasan dan durabilitas yang baik, namun *binder rich mastic mortar* itu sendiri tidak berongga dan mempunyai sifat mengalir (flow characteristic) sehingga cenderung terjadi bleeding atau keluarnya aspal ke permukaan (draindown).

### 3.2.1 Spesifikasi Campuran *Stone Mastic Asphalt*

Spesifikasi gradasi untuk campuran SMA (*Stone Mastic Asphalt*) yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada spesifikasi umum bina marga 2018 revisi 2. Pemilihan tipe gradasi disesuaikan dengan tebal rencangan minimum serta memenuhi batas – batas yang ditunjukkan pada tabel berikut :

**Tabel 3.1** Gradasi Agregat Campuran *Stone Mastic Asphalt*

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos Terhadap Total Agregat							
		<i>Stone Mastic Asphalt (SMA)</i>			Lataston (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 - 88	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	0,6	12 - 18			35 - 60	15 - 35	14 - 30	12 - 28	10 - 22
No. 50	0,3	10 - 15					9 - 22	7 - 20	6 - 15
No. 100	0,15						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

(Sumber: Spesifikasi Umum Bina, 2018)

Sedangkan pada campuran *Stone Mastic Asphalt* harus memenuhi batas – batas yang ditunjukkan pada tabel 3.2 berikut :

**Tabel 3.2** Ketentuan Campuran Stone Mastic Asphalt

Sifat - Sifat Campuran		SMA	SMA Mod
		Tipis, Halus dan Kasar	Tipis, Halus dan Kasar
Jumlah Tumbuhan Perbidang		50	
Rongga Dalam Campuran (%)	Min.	4	
	Maks.	5	
Rongga Dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	17	
Rasio $VCA_{mix}/VCA_{drc}$		< 1	
<i>Draindown</i> pada Temperatur Produksi, % Berat dalam campuran (waktu 1 jam)	Maks.	0,3	
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	600	750
Pelelehan (mm)	Min.	2	
	Maks.	4,5	

(Sumber: Spesifikasi Umum Bina, 2018)

### 3.3 Bahan Penyusun Campuran *Stone Mastic Asphalt* (SMA)

#### 3.3.1 Agregat

Menurut Asphalt Institute (2001), agregat merupakan suatu mineral padat yang keras yang digunakan sebagai bahan susun pada campuran aspal panas. Agregat dapat berupa kerikil, batu pecah, pasir, slag dan abu batu. Komponen utama lapisan pekerasan jalan mengandung 90% – 95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75% – 85% agregat berdasarkan persentase volume. Pemilihan agregat merupakan komponen penting yang perlu dipertimbangkan dalam konstruksi jalan karena berkaitan dengan kinerja perkerasan.

Berdasarkan SNI 8129:2015, agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun hasil buatan. Secara umum agregat terbagi menjadi tiga, yaitu:

- a. Agregat kasar; fraksi agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan ayakan No. 4 (4,76 mm) dan haruslah bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya.
- b. Agregat halus; fraksi agregat halus dari sumber bahan manapun, harus terdiri dari penyaringan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No. 4

### **3.3.2 Aspal (*Asphalt*)**

Aspal didefinisikan sebagai material perekat berwarna hitam atau coklat tua, dengan unsur utama bitumen. Aspal dapat diperoleh di alam ataupun merupakan residu dari pengilangan minyak bumi. Aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Jadi aspal akan mencair jika dipanaskan pada suhu tertentu, dan kembali membeku jika temperature turun. Bersama dengan agregat, aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4-10% berdasarkan berat campuran, atau 10-15% berdasarkan volume campuran. (Sukirman, 2003). Pada penelitian ini aspal yang digunakan merupakan aspal ikat pen 60/70.

### **3.3.3 Filler**

Filler adalah sekumpulan mineral agregat yang umumnya lolos saringan no. 200, filler atau bahan pengisi ini akan mengisi rongga antara partikel agregat kasar dalam rangka mengurangi besarnya rongga, meningkatkan kerapatan dan stabilitas dari massa tersebut. Rongga udara pada agregat kasar diisi dengan partikel yang lolos saringan 200, sehingga membuat rongga udara lebih kecil dan kerapatan massanya lebih besar.

### **3.3.4 Serat Rami**



**Gambar 3.1** Tanaman Rami  
(Sumber: Teguh Rahardjo, 2019)

Tanaman rami adalah tanaman tahunan berumpun yang menghasilkan serat dari kulit kayunya. Tanaman yang diduga berasal dari Cina ini secara botanis dikenal dengan nama *Boehmeria nivea* (L). Dalam perdagangan internasional tanaman ini dikenal dengan sebutan ramie. Tanaman rami mempunyai keunggulan dibanding serat-serat yang lain seperti kekuatan tarik dan kandungan selulosa, daya serap terhadap air, tahan terhadap kelembaban dan bakteri, tahan terhadap panas, lebih ringan dibanding serat sintesis dan ramah lingkungan. Serat rami digolongkan sebagai komoditas zero waste. Artinya, limbah hasil olahan yang berupa serat dapat diolah menjadi berbagai produk alternatif. Rami (*Boehmeria nivea*) merupakan tanaman yang memiliki potensi tinggi. Serat rami dapat diolah menjadi kain fashion berkualitas tinggi, karena memiliki karakter mirip dengan serat kapas. Selain itu, rami merupakan bahan untuk pembuatan selulosa berkualitas tinggi (Ilham & Istiqlaliyah, 2019). Keterkaitan serat rami itu sendiri terhadap campuran beraspal yaitu tanaman ini memiliki daya serap air yang tinggi sehingga memungkinkan untuk menyerap aspal, kemudian serat rami dalam penelitian ini memiliki pengaruh mengisi ruang rongga antar agregat sehingga meningkatkan nilai stabilitas pada aspal (Fadhil, 2020).

Saat ini, serat alam mulai mendapat perhatian yang serius dari para ahli material komposit karena :

- a. Serat alam memiliki kekuatan spesifik yang tinggi karena serat alam memiliki berat jenis yang rendah
- b. Serat alam mudah diperoleh dan merupakan sumber daya alam yang dapat diolah kembali, harganya relatif murah, dan tidak beracun.





**Gambar 3.2** Serat Rami

(Sumber: <https://bandung.karantina.pertanian.go.id/serat%27tanaman%20rami%27> dilirik negara Jerman.Rabu 22 Maret,2023.)

Serat rami memiliki 4 jenis dilihat dari cara pemisahannya yaitu :

a. Serat Rami Nanas

Pembuatan serat rami dengan cara pemisahan secara manual dan lebih tipis serta halus dibandingkan dengan serat rami suwir.

b. Serat Rami Kerok

Pembuatan serat rami dengan cara di kerok.

c. Serat Rami Suwir

Pembuatan serat rami dengan cara pemisahan secara manual.

d. Serat Rami Inagrass

Pembuatan serat rami dengan cara pemisahan dengan menggunakan mesin.

Pengolahan serat rami yang didapat dari kulit batang tanaman *corchorus capsilaris* dan *corchorus olitorius*. Tanaman jute (goni) yang ditanam untuk diambil seratnya mempunyai batang kecil, tinggi dan lurus. Tinggi pohon jute (goni) antara 1,5 sampai 4,8 meter dan rata-rata 3 sampai 3,6 meter dengan diameter batang 1,25 sampai 2 centimeter. Setelah diambil seratnya kemudian kita olah sesuai dengan diameter yang telah ditentukan, kemudian serat yang sudah siap tersebut akan di satukan dan di olah dengan bahan lainnya dengan fungsi sebagai bahan tambah untuk metode *Stone Mastic Asphalt* (SMA), (Amirudin, 2019).

**Tabel 3.3** Sifat Fisik, Kimia, dan Mekanik Serat Rami

NO	Karakteristik	Nilai
1	Diameter ( $\mu\text{m}$ )	40 - 60
2	Panjang (mm)	120 - 150
3	Modulus Elastisitas (Gpa)	44-90
4	Masa Jenis ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	1,5 - 1,6
5	Regangan Maksimu (%)	2
6	Spesifik Kekuatan Serat ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ )	95
7	Selulosa (% berat)	68,6 - 76,2
8	Lignin (% berat)	0,6 - 0,7
9	Hemiselulosa (% berat)	13,1 - 16,7
10	Pektin (% berat)	1,9
11	Lilin (% berat)	0,3
12	Sudut Mikro fibril ( $^\circ$ )	7,5
13	Kadar Air (% berat)	8
14	Kerapatan ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	1,5

(Sumber: Marbun et al., 2017)



(a)

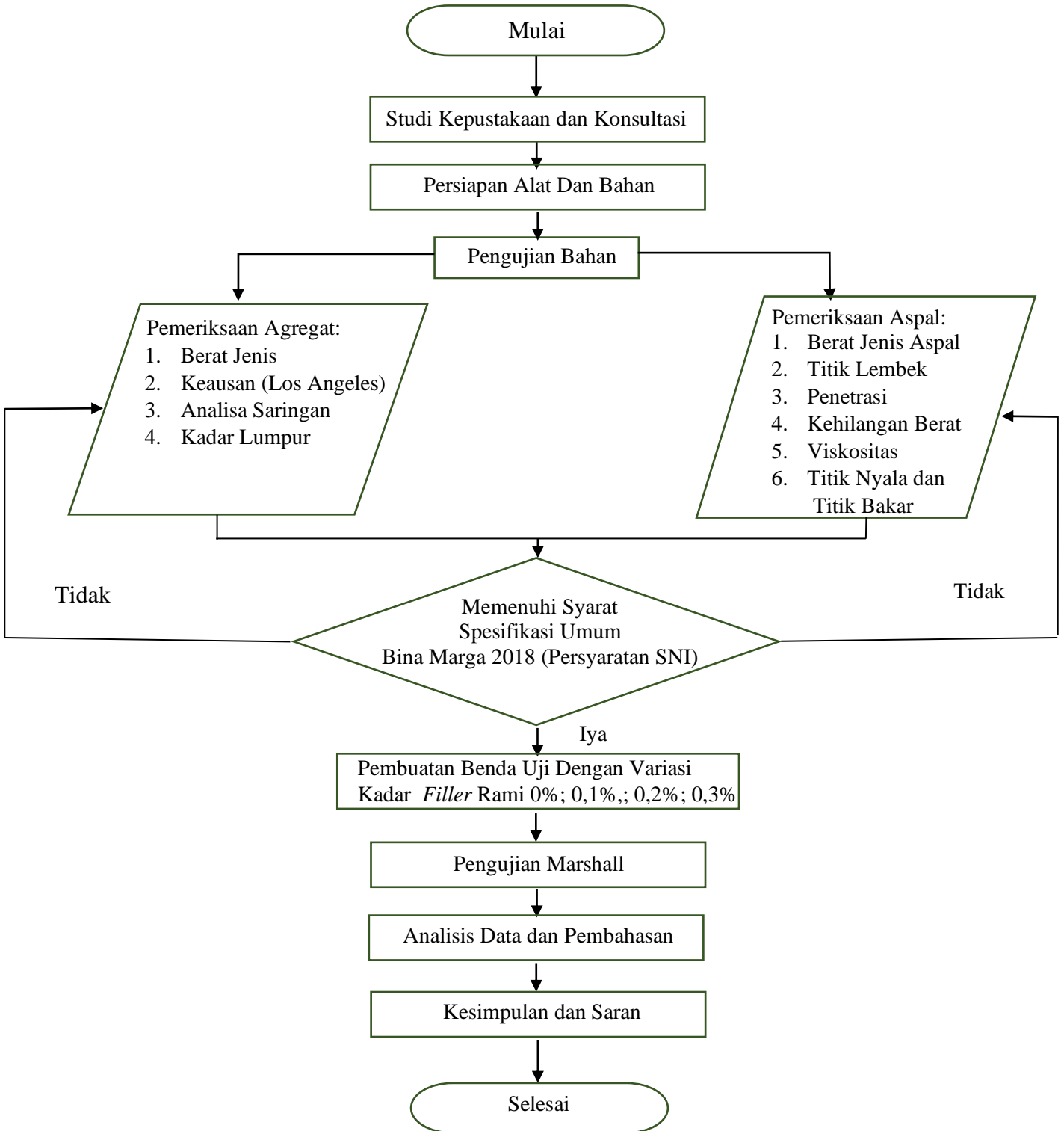
(b)

**Gambar 3.3** (a) Serat Rami Awal, (b) Serat Rami lolos saringan no.200  
(Sumber: Qurrotul Milania, 2022)

Bahan pengisi (filler) adalah bahan berbutir halus yang lolos saringan No. 200 minimum 75%. Bahan pengisi harus terdiri dari debu batu kapur (*limestone dust, calcium carbonate*), atau debu kapur padam yang sesuai dengan AASHTO M303-89 (2006), semen atau mineral yang berasal dari asbuton yang sumbernya disetujui oleh Direksi Pekerjaan. Bahan pengisi harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan pengayakan sesuai SNI 03-4142-1996 harus mengandung bahan yang lolos ayakan No. 200 tidak kurang dari 75% terhadap beratnya (DPU-2010).

**BAB 4  
METODE PENELITIAN**

**4.1 Diagram Alir**



**Gambar 4.1** Diagram Alir  
(Sumber: Qurrotul Milania,2022)

## **4.2 Metode Penelitian**

Metode yang akan saya gunakan dalam penelitian tugas akhir ini yaitu metode dengan menggunakan campuran SMA (*Stone Mastic Asphalt*) dengan pemanfaatan serat rami dan agregat yang akan dibandingkan dengan persyaratan atau standar spesifikasi yang digunakan sebagai acuan. Untuk standar spesifikasi yang digunakan untuk acuan itu sendiri diambil dari peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI)8129:2015 serta Spesifikasi Umum Divisi 6 Bina Marga 2018. Untuk data yang di ambil dalam penelitian yaitu data berupa nilai stabilitas, *flow*, VIM, VMA, *Marshall Quontient* (MQ), dan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO).

## **4.3 Tahapan Penelitian**

Penelitian ini menggunakan tahapan penelitian penggunaan serat rami pada pencampuran SMA (*Stone Mastic Asphalt*). Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Labolatorium Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Adapun tahapan dalam penelitian ini yaitu persiapan material, pemeriksaan material, persiapan alat, pembuatan benda uji, *marshal test* dan uji nilai KAO. Adapun prosedur penelitian ini memiliki beberapa tahapan antara lain:

### **4.3.1 Persiapan Alat dan Bahan**

Alat termasuk benda yang digunakan dalam menunjang penelitian ini. Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- a. Cetakan benda uji yang berdiameter 10,16 cm dan ringgi 7,62 cm lengkap dengan pelat atas dan leher sambung
- b. Mesin penumbuk manual atau otomatis lengkap dengan :
  - 1) Penumbuk yang mempunyai permukaan tumbukan rata yang berbentuk silinder, dengan berat 4,536 kg dan tinggi jauh bebas 45,7 cm.
  - 2) Landasan pemadat terdiri dari balok kayu (jati atau yang sejenis) berukuran 20,32 x 20,32 x 45,72 cm dilapisi dengan baja berukuran 30,48 x 30,48 x 2,54 cm dan dijangkarkan pada lantai beton di keempat bagian sudutnya.
- c. Alat pengeluar benda uji :

Untuk mengeluarkan benda uji yang sudah dipadatkan dari dalam cetakan benda uji dipakai sebuah alat ekstruder berdiameter 10 cm.

- d. Alat *marshall* lengka p dengan :
  - 1) Kepala penekan (*breaking head*) berbentuk lengkung.
  - 2) Cincin penguji (*proving ring*) kapasitas 200 kg dan atau 5000 kg.
  - 3) Arloji pengukur alir (*flow*) dengan ketelitian 0,25 mm beserta perlengkapannya.
- e. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu yang mampu memanasi sampai 200°C ( $\pm 3^\circ\text{C}$ ).
- f. Bak perendam (*water bath*) dilengkapi dengan pengatur suhu mulai 20 - 60°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ).
- g. Timbangan yang dilengkapi dengan penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 gram dan timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gram.
- h. Mistar atau jangka sorong dengan keteltian 0,1 mm.
- i. Pengukur suhu dari logam (*metal thermometer*) berkapasitas 250°C dan 100°C dengan ketelitian 1% dari kapasitas.
- j. Perlengkapan lain :
  - 1) Panci – panci untuk memanaskan agregat, aspal dan campuran aspal.
  - 2) Sendok pengaduk dan spatula.
  - 3) Kompor atau pemanas (*hot plate*).
  - 4) Sarung tangan dari asbes, sarung tangan dari karet dan pelindung pernapasan (*masker*)
- k. Bahan penunjang uji :
  - 1) Kantong plastik.
  - 2) Gas Elpiji 3 kg.

Bahan – bahan yang harus di persiapkan pada penelitian ini yaitu :

- a. Aspal penetrasi 60/70.
- b. Agregat kasar, berupa batu *split* 1-2 dan *screening*.
- c. Agregat halus.
- d. Serat rami
- e. *Filler*.

### 4.3.2 Pemeriksaan Agregat

Agar kualitas agregat dapat memenuhi standar dan dapat digunakan atau tidaknya sesuai dengan spesifikasi yang telah berlaku, maka diperlukan beberapa hal saat pengujian sebagai berikut:

- a. Pemeriksaan analisis saringan agregat kasar maupun agregat halus.
- b. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar maupun halus.
- c. Pemeriksaan keausan dengan mesin los angeles.

**Tabel 4.1** Standar Pengujian Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Standar Pengujian
1.	Analisa saringan	SNI ASTM C136-2012
2.	Berat jenis dan penyerapan air	SNI 1969:2016
3.	Keausan agregat	SNI 2417:2008

(Sumber: Spesifikasi Umum Bina 2018 (Revisi 1) Divisi 6 hlm:32 dan pengujian pada laboratorium Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa)

**Tabel 4.2** Standar Pengujian Agregat Halus

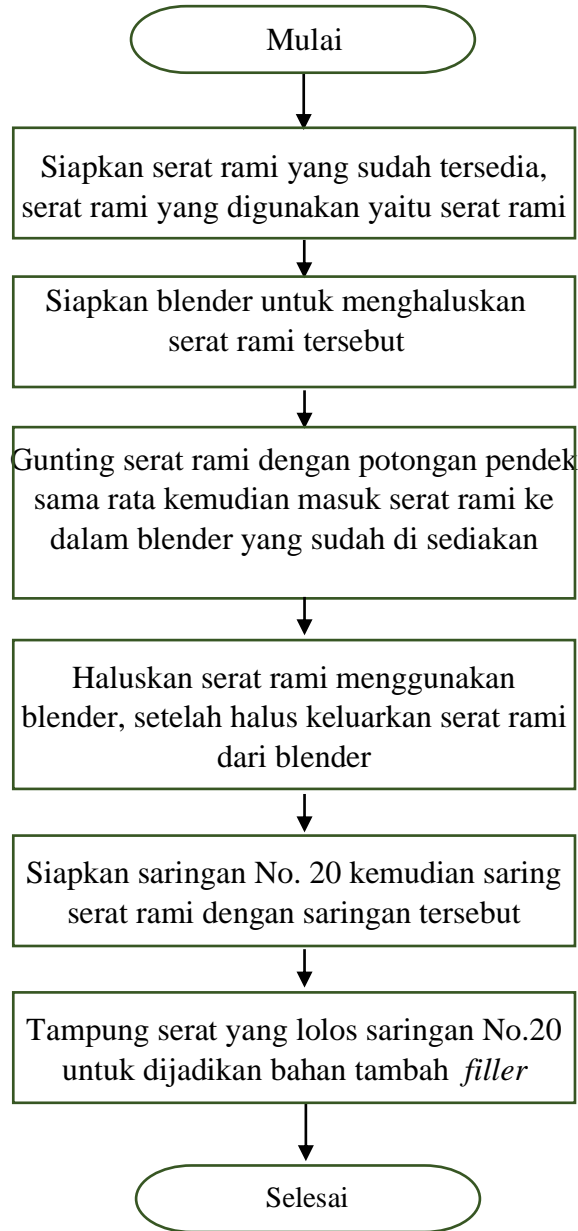
No	Jenis Pengujian	Standar Pengujian
1.	Analisa saringan	SNI ASTM C136-2012
2.	Berat jenis dan penyerapan air	SNI 1969:2016

(Sumber: Spesifikasi Umum Bina 2018 (Revisi 1) Divisi 6 hlm:32 dan pengujian pada laboratorium Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa)

### 4.3.3 Pengolahan Serat Rami

Serat rami merupakan serat yang berasal dari tanaman yang memiliki potensi tinggi. Serat rami dapat diolah menjadi kain fashion berkualitas tinggi, karena memiliki karakter mirip dengan serat kapas. Selain itu, rami merupakan bahan untuk pembuatan selulosa berkualitas tinggi (Ilham & Istiqlaliyah, 2019). Keterkaitan serat rami itu sendiri terhadap campuran beraspal yaitu tanaman ini memiliki daya serap air yang tinggi sehingga memungkinkan untuk menyerap aspal, kemudian serat rami dalam penelitian ini memiliki pengaruh mengisi ruang rongga antar agregat sehingga meningkatkan nilai stabilitas pada aspal (Fadhil, 2020).

Pengolahan yang dilakukan pada serat rami itu sendiri yaitu dengan berupa serat yang lebih halus dengan panjang serat 3,6 mm dimana serat rami yang di gunakan sebagai bahan tambah harus lolos saringan No.20 (0,841mm) diambil  $85\pm 10\%$  (Spesifikasi Umum Bina, 2018),



**Gambar 4.2** Diagram Proses Pengolahan Serat Rami  
(Sumber: Qurrotul Milania,2022)

Untuk metode yang akan di lakukan yaitu antara lain :

- a. Siapkan serat rami yang sudah tersedia serat rami yang di gunakan yaitu serat rami nanas.
- b. Siapkan blender untuk menghaluskan serat rami tersebut.
- c. Gunting serat rami dengan potongan pendek sama rata kemudian masukan serat rami kedalam blender yang sudah di sediakan.
- d. Setelah itu haluskan serat rami menggunakan bender, setelah halus keluarkan serat rami dari blender.
- e. Siapkan saringan No.20 saring serat rami dengan saringan tersebut.
- f. Tampung serat yang lolos saringan No.20 untuk dijadikan bahan tambah *filler*.

Dalam penelitian ini menggunakan cara kering (dry process), dimana cara pencampuran serat rami dimasukkan kedalam agregat pada suhu 120°C kemudian dilanjutkan tahap pencampuran aspal sampai mencapai pada suhu 156°C dan dilakukan pemadatan dengan suhu 145°C. Bahan tambah serat rami yang digunakan yaitu variasi 0%, 0,1%, 0,2%, dan 0,3%, (Amirudin, 2019).

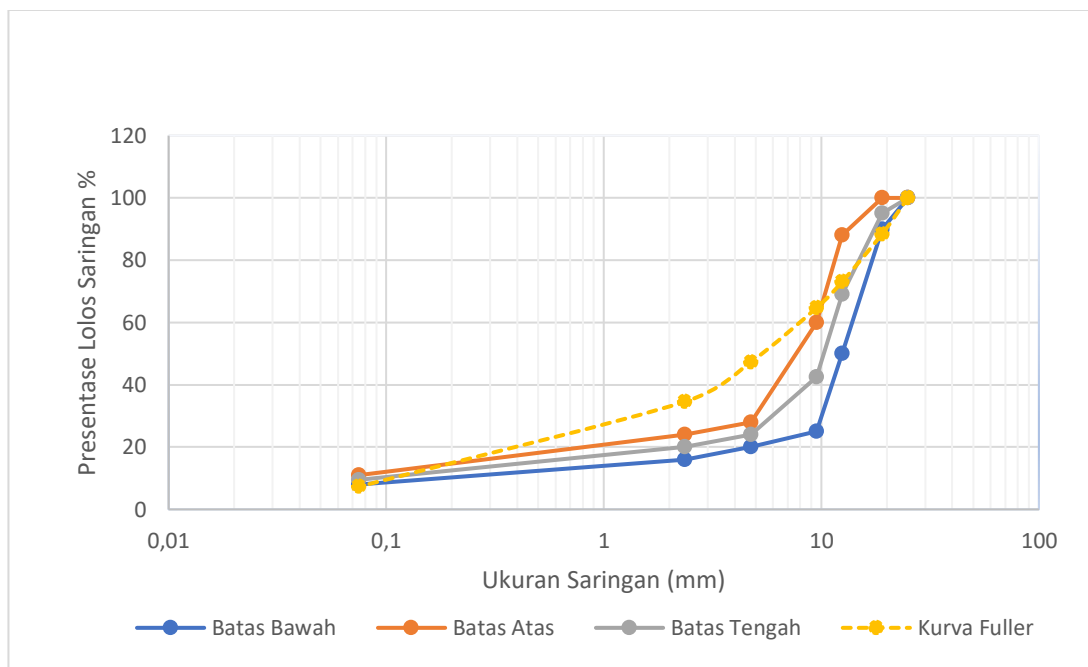
#### **4.3.4 Perencanaan Gradasi Agregat**

Penelitian ini menggunakan campuran gradasi Stone Mastic Asphalt (SMA). Gradasi agregat gabungan untuk campuran beraspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat dan bahan pengisi harus memenuhi batas-batas yang diberikat dalam Analisa Saringan, rancangan dan perbandingan campuran untuk gradasi agregat gabungan harus memenuhi jarak terhadap batas-batas yang diberikan dalam Analisa Saringan.



**Tabel 4.3** Persyaratan Gradasi Agregat Gabungan untuk Campuran Beraspal  
(Sumber: Spesifikasi Umum Bina 2018 (Revisi 1) Divisi 6 hlm:39)

		% Berat Yang Lolos Terhadap Total Agregat							
		Stone Mastic Asphalt (SMA)			Lataston (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 - 88	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	0,6	12 - 18			35 - 60	15 - 35	14 - 30	12 - 28	10 - 22
No. 50	0,3	10 - 15					9 - 22	7 - 20	6 - 15
No. 100	0,15						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



**Gambar 4.2** Grafik Gradasi Agregat Gabungan Untuk Beraspal  
(Sumber: Qurrotul Milania, 2022)

#### 4.3.5 Pemeriksaan Aspal

a. Pemeriksaan penetrasi aspal

Pemeriksaan ini bertujuan untuk memeriksa tingkat kekerasan pada aspal.

Pemeriksaan dilakukan dengan cara memasukan jarum standar dengan berat

standar material aspal pada rentang waktu dan suhu tertentu.

b. Pemeriksaan kekentalan aspal

Pemeriksaan ini dilakukan untuk variasi kekentalan aspal terhadap suhu dari tingkatan padat, encer sampai tingkat cair.

c. Pemeriksaan berat jenis aspal

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan berat jenis aspal dengan alat Piknometer. Berat jenis aspal adalah perbandingan antara berat aspal dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu 25<sup>o</sup>C atau 15,6<sup>o</sup>C.

d. Pemeriksaan kehilangan berat

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menetapkan penurunan berat minyak dan aspal dengan cara pemanasan dan tebal tertentu, yang dinyatakan dalam persen berat semula.

e. Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui besaran suhu dimana terlihat nyala singkat kurang dari 5 detik (titik nyala) dan terlihat nyala lebih dari 5 detik (titik bakar) diatas permukaan aspal.

f. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal

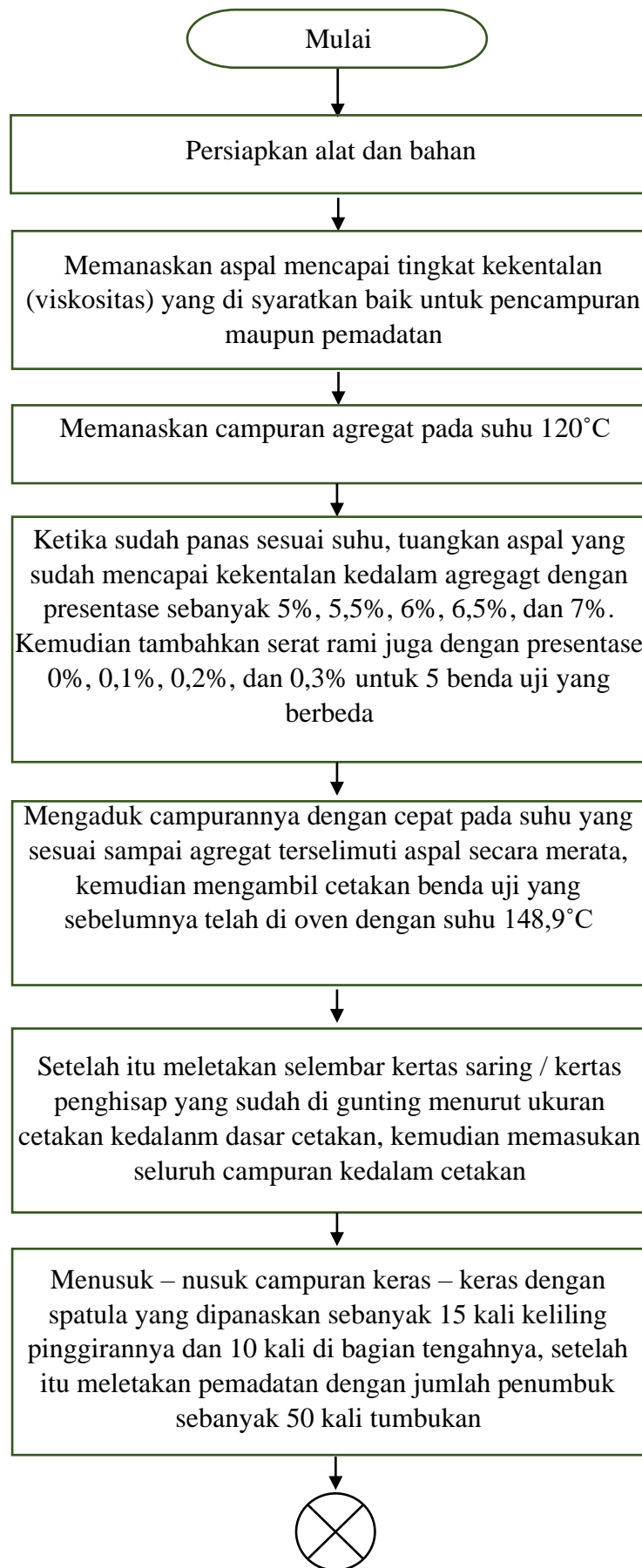
Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui besaran suhu titik lembek aspal. Titik lembek dinyatakan dengan suhu pada saat bola baja dengan berat tertentu mendesak turun pada lapisan aspal yang tertahan dalam cincin berukuran tertentu, sehingga menyentuh pelat dasar yang terletak di bawah cincin pada tinggi 25,4 mm sebagai akibat kecepatan pemanasan tertentu.

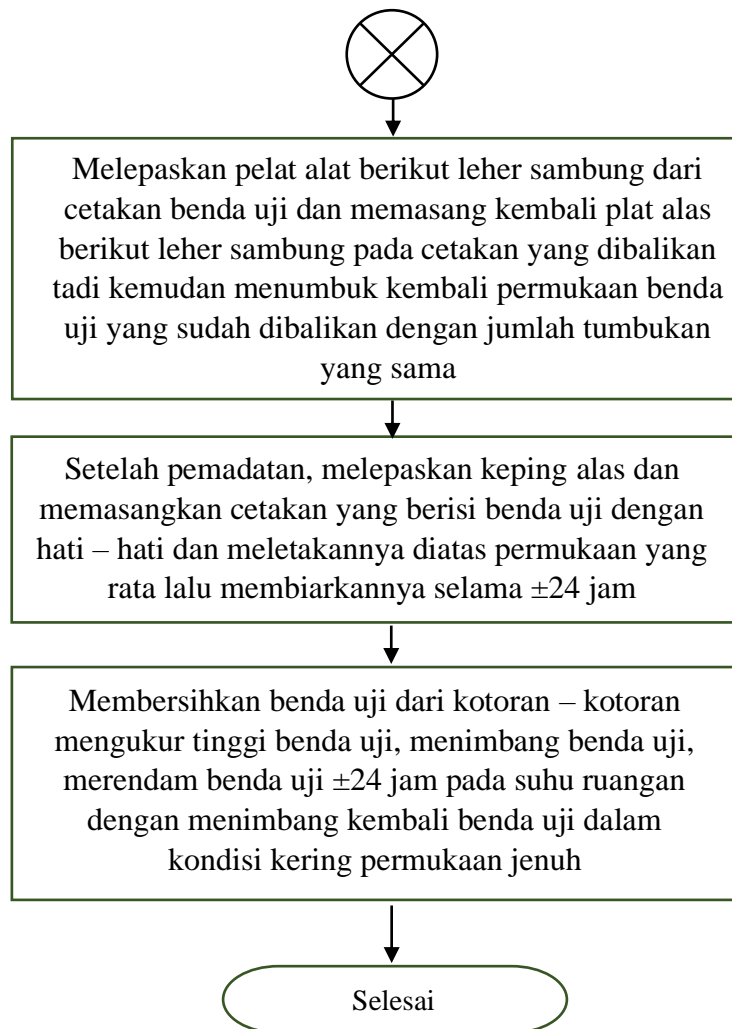
**Tabel 4.4** Standar Pengujian Aspal

No	Jenis Pengujian	Standar Pengujian
1.	Penetrasi Aspal	SNI 06-2456-2011
2.	Kekentalan Aspal	SNI 7729:2011
3.	Kehilangan Berat	SNI 06-2440-1991
4.	Berat Jenis	SNI 06-2441-2011
5.	Titik Nyala dan Titik Bakar	SNI 2433-2011
6.	Titik Lembek	SNI 2434-2011

(Sumber: Spesifikasi Umum Bina 2018 (Revisi 1) Divisi 6 hlm:33 dan pengujian pada laboratorium Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

#### 4.3.6 Tahap Pembuatan Benda uji





**Gambar 4.4** Diagram Proses Pembuatan Benda Uji  
(Sumber: Qurrotul Milania,2022)

Metode pencampuran yang digunakan adalah metode pada umumnya yaitu metode kering yakni mencampurkan aspal panas dan bahan-bahan lain seperti agregat kasar/ split, screening dan filler.

a. Pembuatan Benda Uji Campuran Beraspal

1) Menghitung perkiraan awal kadar aspal (Pb) sebagai berikut:

$$Pb = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) + \text{Konstanta}$$

Keterangan:

Pb : Kadar aspal tengah (ideal), persen terhadap berat campuran

CA : Persen agregat tertahan saringan No. 8

FA : Persen agregat lolos saringan No. 8 dan tertahan saringan No. 200

FF : Persen agregat minimal 75% lolos No. 200

K : Nilai konstanta dimana 0,5 sampai 1,0 untuk Laston dan 2,0 sampai 3,0 untuk Lataston. Untuk jenis campuran lain digunakan nilai 1,0 sampai 2,5.

- 2) Setelah didapat nilai kadar aspal, selanjutnya berat jenis maksimum dihitung dengan mengambil data dari percobaan berat jenis agregat halus dan agregat kasar
  - 3) Jika semua data telah didapatkan, yang dilakukan berikutnya adalah menghitung berat sampel, berat aspal, dan berat agregat berdasarkan persentase tertahan.
  - 4) Mencampur agregat dengan aspal pada suhu 156°C.
  - 5) Melakukan pemadatan terhadap sampel sebanyak 50 kali tumbukan tiap sisi (atas dan bawah) dengan menggunakan alat penumbuk.
  - 6) Mendinginkan benda uji terlebih dahulu agar mengeras sebelum mengeluarkannya dari cetakan, dan mendinginkannya kurang lebih 24 jam.
  - 7) Mengukur ketebalan, menimbang, dan kemudian merendam benda uji dalam air biasa pada suhu normal selama 24 jam.
  - 8) Menimbang kembali benda uji untuk mendapatkan berat jenuh (SSD).
  - 9) Menimbang kembali benda uji untuk mendapatkan berat jenuh (SSD).
- b. Proses Pencampuran Benda Uji
- 1) Menyiapkan bahan untuk setiap benda uji yang diperlukan yaitu campuran beraspal sebanyak  $\pm 1200$  gram serta serat rami yang sudah dijadikan serat halus dan di pisahkan sesuai dengan nilai gradasi nya.
  - 2) Memanaskan panci pencampur berserta agregat kasar/ split, screening filler, dan serat rami dan diaduk sampai suhu 120°C. Sementara itu aspal juga dipanaskan secara terpisah pada suhu 150°C dalam panci aspal.
  - 3) Dalam memanaskan aspal hal yang perlu diperhatikan adalah adukan yang konsisten, hal ini dimaksudkan untuk menghindari penggumpalan dengan kata lain campuran tidak menjadi homogen.
  - 4) Setelah pemanasan campuran mencapai suhu 120°C lalu meletakkannya pada timbangan dalam keadaan panas, setelah itu tuangkan aspal yang telah dipanasi pada suhu 150°C sebanyak kadar aspal yang dibutuhkan.

- 5) Kemudian campuran tersebut diaduk dengan cepat sampai seluruh permukaan agregat terselimuti aspal secara merata. Suhu selama pengadukan campuran diusahakan tetap dipertahankan di bawah dan sampai suhu 146°C, dimana hal ini dikontrol dengan thermometer.
- 6) Melakukan pemadatan terhadap sampel sebanyak 50 kali tumbukan tiap sisi (atas dan bawah) dengan menggunakan alat penumbuk.
- 7) Mendinginkan benda uji terlebih dahulu agar mengeras sebelum mengeluarkannya dari cetakan, dan kemudian mendinginkannya  $\pm 24$  jam.
- 8) Mengukur ketebalan, menimbang, dan kemudian merendam benda uji dalam air biasa pada suhu normal selama  $\pm 24$  jam.
- 9) Menimbang kembali benda uji untuk mendapatkan berat jenuh (SSD).
- 10) Menimbang kembali benda uji dengan alat Marshall, merendam benda uji terlebih dahulu dalam waterbath selama 30 menit.

c. Uji Marshall

Pengujian ini dilakukan dengan alat Marshall sesuai dengan prosedur SNI 06-2489-1991 atau AASHTO T245-90 yaitu dengan meletakkan benda uji ke dalam segmen bawah, waktu yang diperlukan dari saat diangkat benda uji dari bak perendaman maksimum tidak boleh melebihi 30 detik. Kemudian benda uji dibebani dengan kecepatan sekitar 50 mm per menit sampai pembebanan maksimum tercapai atau pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh alat pencatat. Kemudian mencatat nilai stabilitas dan flow yang tertera pada alat pencatat.

d. Analisa Data dan Penentuan KAO

Dari hasil penelitian di Laboratorium akan diperoleh nilai parameter Marshall (Stabilitas, Flow, VMA, VIM, dan Marshall Quotient). Dari hasil yang telah diperoleh maka dapat ditentukan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) yang akan dipakai untuk mix design selanjutnya.

#### 4.3.7 Perencanaan Campuran (*Mix Design*)

Setelah persiapan alat bahan dan pemeriksaan material selesai dilakukan, data yang diperoleh akan di bandingkan dengan spesifikasi. Jika pada material tersebut tidak memenuhi standar spesifikasi, maka akan di lakukan pemeriksaan ulang.

Pengujian ini dilakukan terus sampai memperoleh hasil material yang memenuhi spesifikasi.

Sebelum benda uji dibuat, terlebih dahulu dilakukan perhitungan nilai Formula

Campuran Rancangan (FCR), dengan rumus:

$$P_b = 0,035 \times (\%CA) + 0,045 \times (\%FA) + 0,18 (\% \text{ filler}) + K$$

Dengan:

$P_b$  = Kadar aspal perkiraan, persen terhadap berat campuran

CA = Persen agregat kasar tertahan saringan No 8

FA = Persen agregat halus lolos saringan No. 8 tertahan No.200

FF = Persen agregat minimal 75% lolos saringan No. 200

K = Konstanta, 0,5-1,0 untuk laston 2,0-3,0 untuk lataston.

Dari hasil perhitungan akan didapatkan nilai tengah dimana nilai persentase tersebut didapatkan 5 variasi kadar aspal dengan menambahkan 0,5% dan mengurangi 0,5% nilai tengah dari hasil perhitungan. 5 variasi kadar aspal dibuat sampel sebanyak 3 buah untuk masing-masing kadar aspal gunanya untuk mencari KAO dari campuran *Stone Mastic Asphalt* (SMA).

#### **4.3.8 Metode Pengujian *Marshall Test***

Pengujian marshall bertujuan untuk mengukur daya tahan (stabilitas) campuran agregat dan aspal terhadap kelelahan plastis (*flow*). Selain itu juga, parameter penting yang akan diperoleh adalah nilai VIM (*Void in Total Mix*), VMA (*Void In Mineral Agregat*), kepadatan (*density*), dan MQ (*Marshall quotient*) yang akan didapat saat pengujian marshall.

##### **a. Parameter Pengujian Marshall**

###### **1) Stabilitas**

Stabilitas merupakan kemampuan lapis pekerasan yang menerima beban sampai terjadinya *flow* yang dinyatakan dalam satuan kilogram. Stabilitas tergantung dari gesekan antar agregat dan kohesi. Gesekan agregat tergantung dari testur permukaan agregat, bentuk partikel, kepadatan campuran dan terbal lapisan aspal itu sendiri (Surkiman,1999).

2) Kelelehan (*Flow*)

Kelelehan merupakan keadaan perubahan bentuk suatu campuran aspal yang terjadi akibat suatu beban dinyatakan dalam satuan mm. Parameter flow digunakan untuk mengetahui deformasi (perubahan bentuk) vertikal campuran pada saat dibebani hingga hancur (pada stabilitas maksimum). Nilai flow akan mengingkat seiring meningkatnya kadar aspal.

3) Kepadatan (*Density*)

Kepadatan atau kerapatan merupakan tingkatan kerapatan campuran setelah dipadatkan. Semakin tinggi nilai *density* menunjukkan kerapatan juga semakin baik. Nilai ini dipengaruhi oleh faktor seperti gradasi campuran, jenis dan kualitas bahan penyusun, penggunaan kadar aspal serta penambahan bahan *additive* dalam campuran aspal.

4) *Void In The Mix* (VIM)

Rongga udara dalam campuran (VIM) dalam campuran perkerasan aspal terdiri atas ruang udara di antara partikel agregat yang menyelimuti aspal.

5) *Void In The Mineral Aggregate* (VMA)

Rongga antar mineral agregat (VMA) merupakan ruang rongga diantara partikel agregat pada suatu perkerasan, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif.

6) *Marshall Quotient* (MQ)

*Marshall quotient* merupakan hasil bagi stabilitas dengan kelelehan yang digunakan untuk pendekatan terhadap kekakuan atau kelenturan campuran. Nilai MQ yang tinggi menunjukkan nilai kekakuan lapisan perkerasan yang tinggi.

b. Uji marshall Setelah beda uji sudah tercetak langkah selanjutnya pengujian marshall, pengujian ini dilakukan dengan alat marshall sesuai dengan prosedur yang berlaku yaitu SNI 06-2489-1991 atau AASHITO T245-90 berikut langkah – langkah dari pengujian marshall:

1) Mengukur tinggi benda uji dengan Caliper sebanyak tiga kali di tiga posisi berbeda, sampai mendapatkan angka yang mendekati angka rata-rata, kemudian menimbang dan mencatat beratnya sehingga mendapatkan benda uji sebelum direndam.



- 2) Merendam benda uji didalam air selama 20 s/d 24 jam pada suhu ruang untuk mendapatkan kejenuhan, kemudian menimbang didalam air untuk mendapatkan berat isi.
- 3) Mengeluarkan benda uji dari rendaman lalu mengelap bagian permukannya (hingga mencapai kering permukaan atau SSD), kemudian menimbang untuk mendapatkan berat jenuh.
- 4) Memasukkan benda uji kedalam bak perendam (*waterbath*) selama 30 menit dengan suhu air 60°C.
- 5) Menyiapkan kepala penekan *test head* dan memberi minyak pelumas. Kemudian memeriksa mesin penekan marshall test dan perlengkapannya, menyetel dial stabilitas pada angka nol.
- 6) Mengambil benda uji yang direndam dalam bak perendam (*waterbath*) dan memindahkan ke *test head*, memasang dial *flow* pada tempatnya, kemudian menghidupkan mesin pembebanan. Mengamati dial stabilitas dan *dial flow*, caranya membaca *dial flow* bila dial stabilitas telah mencapai angka maksimum.
- 7) Mencatat pembacaan pada dial stabilitas dan *dial flow*, caranya: misal, pada dial stabilitas diperoleh 5 putaran dan telah berhenti di 50, berarti pembacaan dial stabilitas = 550.
- 8) Mengulangi langkah-langkah seperti diatas untuk benda uji yang lain sebanyak benda uji yang dibuat dalam penelitian

c. Analisa data dan penentuan nilai KAO

Dari hasil penelitian yang akan diperoleh nilai parameter mashall (nilai satbilitas, flow, VMA, VIM, dan MQ), maka dapat ditentukan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO). Setelah didapatkan satu kadar aspal paling optimum, maka akan dibuat benda uji dengan nilai KAO yang di dapat variasi benda uji yaitu benda uji yang tidak diberi serat rami atau 0% dan diberi tambahan serat rami di dalam benda uji sebesar 0,1%, 0,2% , dan 0,3%, Selanjutnya benda uji akan dilakukan uji mashall kembali agar mendapatkan nilai parameter marshall.

#### 4.4 Matrik Benda Uji

Benda uji dibuat sebanyak 3 buah pada masing-masing kadar aspal, pengujian ini menggunakan 5 variasi kadar aspal yaitu 5%, 5.5%, 6%, 6.5%, 7% dan 4 variasi serat rami yaitu 0%, 0.1%, 0.2%, dan 0.3%, untuk mendapatkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO).

**Tabel 4.5** Jumlah Benda Uji Kadar Aspal

<b>Kadar Serat Rami</b>	<b>Kadar Aspal %</b>						<b>Total</b>
	<b>Pb-1 (5%)</b>	<b>Pb-0,5 (5,5%)</b>	<b>Pb (6%)</b>	<b>Pb + 0,5 (6,5%)</b>	<b>Pb +1 (7%)</b>	<b>KAO</b>	
<b>0%</b>	3	3	3	3	3	3	18
<b>0,1%</b>	3	3	3	3	3	3	18
<b>0,2%</b>	3	3	3	3	3	3	18
<b>0,3%</b>	3	3	3	3	3	3	18
<b>Jumlah Total Benda Uji</b>							<b>72</b>

(Sumber: Qurrotul Milania, 2022)

Setelah itu benda uji akan dibuat dengan 1 hasil nilai KAO menggunakan 4 variasi serat yaitu 0%, 0.1%, 0.2% dan 0.3% dengan masing-masing variasi dibuat sebanyak 3 buah, sehingga total keseluruhan benda uji yang akan dibuat pada penelitian ini sebanyak 72 buah. Penambahan kadar serat rami sebagai bahan selulosa sebanyak 0,3% dari total campuran ini, mengacu pada persyaratan atau peraturan spesifikasi umum bina marga 2018 untuk kadar serat selulosa pada campuran aspal beton.

## BAB 5 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Pengujian Sifat Fisik Material

Dari penelitian yang dilakukan pada Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa diperoleh data hasil pemeriksaan terhadap agregat kasar, agregat halus, dan benda uji aspal sebagai berikut.

### 5.2 Analisa Karakteristik

#### 5.2.1 Agregat Kasar

Agregat yang digunakan adalah split, *screening*, dan abu batu. Pengujian material agregat meliputi berat jenis, keausan (*los angeles*), analisa saringan, dan kadar lumpur.

**Tabel 5.1** Hasil Pengujian Agregat Kasar

Jenis Pengujian		Hasil Split	Satuan	Spesifikasi	Metode Pengujian
Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat	BJ Bulk	2,614	gr/cm <sup>3</sup>	Min. 2,5	SNI-1969-2016
	BJ SSD	2,680	gr/cm <sup>3</sup>		
	BJ Apparent	2,799	gr/cm <sup>3</sup>		
	Absorption	2,521	%	Max.3%	
Pengujian keausan Agregat Kasar		19,24	%	Max.40%	SNI-2417-2008
Kadar Lumpur Agregat		0,437	%	Max. 1%	SNI ASTM C117-2012

(Sumber: Hasil Pengujian, 2023)

a. Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar

Pengujian terhadap berat jenis dan penyerapan agregat kasar berdasarkan SNI 1969-2016 yang dilakukan sebanyak 2 kali pada masing – masing agregat kasar Split dan *Screening*. Dari hasil rata-rata pengujian berat jenis yang ditabulasi pada Tabel 5.1, terlihat hasil dari pengujian berat jenis mendapatkan hasil untuk berat jenis bulk 2,614 gr/cm<sup>3</sup>, berat jenis SSD 2,680 gr/cm<sup>3</sup>, dan berat jenis *apparent* 2,799 gr/cm<sup>3</sup>. Dapat disimpulkan bahwa agregat tersebut sesuai dan dapat digunakan untuk campuran aspal, agregat dengan berat jenis yang kecil mempunyai volume yang besar sehingga membutuhkan jumlah aspal

yang banyak,. Dengan begitu dapat disimpulkan agregat tersebut telah sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan yaitu minimal 2,5 gr/cm<sup>3</sup>.



**Gambar 5.1** Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar  
(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)

b. Pengujian Penyerapan Agregat Kasar

Pada Tabel 5.1 didapatkan hasil pengujian penyerapan agregat kasar berdasarkan metode pengujian SNI 1969-2008 masing-masing untuk split dan *Screening* yaitu 2,521%. Dari hasil yang di dapat bahwa agregat dengan hasil tersebut sudah baik untuk pencampuran aspal dan sudah memenuhi pada spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 yaitu dengan maksimal 3%. Penyerapan agregat tidak boleh melebihi dari 3% karena jika semakin tinggi besar nilai penyerapan maka agregat tersebut memiliki sifat porositas serta dapat mengurangi pelemahan antar ikatan aspal dengan agregat.



**Gambar 5.2** Pengujian Penyerapan Agregat Kasar  
(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)

c. Pengujian Keausan Agregat Kasar

Ketahanan agregat terhadap pemecahan (degradasi) diperiksa melalui pengujian keausan agregat kasar menggunakan mesin *Los Angeles* berdasarkan metode pengujian SNI 2417-2008 yang dilakukan sebanyak 2 kali. Dari hasil rata- rata pengujian keausan agregat kasar diperoleh hasil pengujian sebesar 19,24% sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil dari penelitian agregat kasar

yang akan digunakan memiliki daya tahan yang baik terhadap gesekan maupun beban mekanis, oleh karena itu agregat tersebut memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk ketentuan agregat kasar pada persentase keausan yaitu maksimal 40%.



**Gambar 5.3** Pengujian Keausan Agregat Kasar  
(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)

d. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar

Pengujian terhadap kadar lumpur agregat kasar dilakukan sebanyak 2 kali pengujian pada masing-masing agregat kasar mendapatkan hasil 0,437% berdasarkan SNI ASTM C117-2012. Dari **Tabel 5.1** hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar dapat dilihat bahwa agregat kasar memiliki persenan kecil terhadap kadar lumpur maka agregat tersebut memiliki kualitas yang baik untuk bahan pencampuran pada aspal maka dari itu agregat telah memenuhi spesifikasi yaitu maksimal 1%. Karena semakin banyak agregat yang mengandung banyak lumpur maka akan berkurang daya lekat aspal terhadap agregat dan mempengaruhi kekuatan aspal menjadi kurang maksimal.



**Gambar 5.4** Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar  
(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)

### 5.2.2 Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini menggunakan Abu Batu. Pengujian agregat halus terdiri dari pemeriksaan gradasi dengan analisis saringan, pengujian berat dan penyerapan. Ringkasan hasil pengujian agregat halus terdapat pada **Tabel 5**.

**Tabel 5.2** Hasil Pengujian Agregat Halus

Jenis Pengujian		Abu Batu	Satuan	Spesifikasi	Metode Pengujian
Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat	BJ Bulk	2,455	gr/cm <sup>3</sup>	Min. 2,5	SNI-1969-2016
	BJ SSD	2,505	gr/cm <sup>3</sup>		
	BJ Apparent	2,585	gr/cm <sup>3</sup>		
	Absorption	2,041	%	Max.3%	
Kadar Lumpur Agregat		2,400	%	Max. 5%	SNI ASTM C117-2012

(Sumber: Hasil Pengujian, 2023)

a. Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Pengujian terhadap berat jenis dan penyerapan agregat halus berdasarkan SNI 1969-2008 yang dilakukan sebanyak 2 kali (2 benda uji). Dari hasil rata – rata pengujian didapat berat jenis dengan hasil untuk berat jenis bulk 2,455 gr/cm<sup>3</sup>, berat jenis ssd 2,505 gr/cm<sup>3</sup>, dan berat jenis *apparent* 2,585 gr/cm<sup>3</sup>. Dapat dilihat pada **Tabel 5.2** hasil pengujian berat jenis agregat halus sudah baik untuk campuran aspal, agregat dengan berat jenis yang kecil mempunyai volume yang besar sehingga akan membutuhkan jumlah aspal yang banyak. Dengan begitu dapat disimpulkan agregat tersebut telah sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan yaitu minimal 2,5 gr/cm<sup>3</sup>.



**Gambar 5.5** Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)

b. Pengujian Penyerapan Agregat Halus

Pada Tabel 5.2 menunjukkan hasil pengujian penyerapan agregat halus berdasarkan metode pengujian SNI 1969-2008 yaitu 2,041%, dapat disimpulkan bahwa agregat halus tersebut sudah baik dan tahan terhadap porositas. Maka dari itu pengujian ini telah sesuai dengan standar penyerapan untuk agregat halus yaitu maksimal 3%.



**Gambar 5.6** Pengujian Penyerapan Agregat Halus  
(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)

c. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Pengujian terhadap kadar lumpur agregat halus dilakukan sebanyak 2 kali pengujian pada masing-masing agregat halus, dari pengujian tersebut mendapatkan hasil sebesar 2,4%. Berdasarkan SNI ASTM C117-2012 pada **Tabel 5.2**. Dari hasil hasil pengujian kadar lumpur agregat halus dapat dilihat bahwa agregat halus memiliki kadar lumpur yang sedikit sehingga agregat mudah untuk melekat saat pencampuran dengan aspal maka dari itu pengujian ini telah memenuhi spesifikasi yaitu maksimal 5%. Karena semakin banyak agregat yang mengandung banyak lumpur maka akan berkurang daya lekat aspal terhadap agregat dan dapat mempengaruhi kekuatan aspal menjadi kurang maksimal.



**Gambar 5.7** Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus  
(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)

Berdasarkan **Tabel 5.1 dan 5.2** diatas dapat dilihat bahwa pada pengujian agregat kasar dan halus yang meliputi berat jenis agregat, penyerapan agregat, keausan agregat dan kadar lumpur agregat telah memenuhi persyaratan pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2.

### **5.2.3 Serat Rami**

Rami (*Boehmeria nivea*) merupakan tanaman yang memiliki potensi tinggi. Serat rami dapat diolah menjadi kain fashion berkualitas tinggi, karena memiliki karakter mirip dengan serat kapas. Selain itu, rami merupakan bahan untuk pembuatan selulosa berkualitas tinggi (Ilham & Istiqlaliyah, 2019). Keterkaitan serat rami itu sendiri terhadap campuran beraspal yaitu tanaman ini memiliki daya serap air yang tinggi sehingga memungkinkan untuk menyerap aspal, kemudian serat rami dalam penelitian ini memiliki pengaruh mengisi ruang rongga antar agregat sehingga meningkatkan nilai stabilitas pada aspal (Fadhil, 2020).

Pengolahan yang dilakukan pada serat rami itu sendiri yaitu dengan berupa serat yang lebih halus dengan panjang serat 3,6 mm dimana serat rami yang di gunakan sebagai bahan tambah harus lolos saringan No.20 (0,841mm) diambil 85±10% (Spesifikasi Umum Bina, 2018). Serat rami memiliki sifat fisik, kimia dan mekanik yang di tunjukan pada **Tabel 5.3** sebagai berikut :



**Tabel 5.3** Sifat Fisik, Kimia, dan Mekanik Serat Rami

NO	Karakteristik	Nilai
1	Diameter ( $\mu\text{m}$ )	40 - 60
2	Panjang (mm)	120 - 150
3	Modulus Elastisitas (Gpa)	44-90
4	Masa Jenis ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	1,5 - 1,6
5	Regangan Maksimu (%)	2
6	Spesifik Kekuatan Serat ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ )	95
7	Selulosa (% berat)	68,6 - 76,2
8	Lignin (% berat)	0,6 - 0,7
9	Hemiselulosa (% berat)	13,1 - 16,7
10	Pektin (% berat)	1,9
11	Lilin (% berat)	0,3
12	Sudut Mikro fibril ( $^\circ$ )	7,5
13	Kadar Air (% berat)	8
14	Kerapatan ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	1,5

(Sumber: Marbun et al., 2017)

Dari **Tabel 5.3** menjelaskan serat rami mempunyai kandungan fisik maupun kimia yang dapat meningkatkan mutu campuran pada aspal, terlebih metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Stone Mastic Asphalt* (SMA). Pada metode tersebut terkadang mengakibatkan *bleeding* yang dikarenakan kadar agregat kasar yang besar, penggunaan serat selulosa yakni serat rami pada metode ini dapat mengurangi *draindown* pada aspal serta membuat aspal jauh lebih awet dan meningkatkan nilai stabilitas pada campuran aspal tersebut.

#### **5.2.4 Hasil Pengujian Aspal**

Aspal didefinisikan sebagai material perekat berwarna hitam atau coklat tua, dengan unsur utama bitumen. Aspal dapat diperoleh di alam ataupun merupakan residu dari pengilangan minyak bumi. Aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Jadi aspal akan mencair jika dipanaskan pada suhu tertentu, dan kembali membeku jika temperature turun. Bersama dengan agregat, aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan.

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal dengan penetrasi 60/70. Pengujian material aspal meliputi berat jenis aspal, titik lembek, penetrasi, kehilangan berat minyak aspal, viskositas, dan pengujian titik nyala dan titik bakar. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mendapatkan suatu campuran aspal yang

memenuhi ketentuan-ketentuan yang telah ditetapkan didalam kriteria perencanaan, pada suatu sampel atau kadar aspal yang akan kita uji perlu adanya hasil dari material.

Dari hasil pemeriksaan Laboratorium Teknik Sipil FT UNTIRTA, diperoleh hasil pengujian sebagai berikut:

**Tabel 5.4 Hasil Pengujian Sifat Fisik Aspal**

No.	Jenis Pengujian	Hasil	Spesifikasi Umum Bina Marga 2018		Metode Pengujian
			Minimal	Maksimal	
Aspal Penetrasi 60/70					
1	Berat Jenis	1,052	1	-	SNI 2441:2011
2	Titik Lembek 25°C (cm)	50 °C	48°C	-	SNI 2432:2011
3	Penetrasi, 25 °C; 100 gr	64,6	60	70	SNI 2456-2011
4	Kehilangan Berat (%)	0.295 %	-	0,8 %	SNI 06-2441-1991
5	Viskositas 135°C (cSt)	445°C	≥300°C	-	SNI 06-2433-1991
6	Titik Nyala dan Titik Bakar	326°C	232°C	-	SNI-2433-2011
		332°C			

(Sumber: Hasil Pengujian dan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, 2022)

Hasil pengujian aspal dinyatakan memenuhi spesifikasi yang diatur dalam Spesifikasi Umum Divisi 6 Departemen Pekerjaan Umum tahun 2018.

a. Pengujian Berat Jenis Aspal

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan berat jenis aspal dengan alat Piknometer. Berat jenis aspal adalah perbandingan antara berat aspal dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu 250°C atau 15,60°C.

Dari hasil penelitian didapat berat jenis aspal 1,052 dengan batas minimum 1, hal ini dapat disimpulkan bahwa aspal yang akan digunakan memiliki kandungan minyak dan partikel yang sedikit maka dari itu aspal yang akan digunakan memiliki kualitas yang baik. Dapat disimpulkan bahwa aspal dalam pengujian ini layak karena memenuhi spesifikasi bina marga 2018.



**Gambar 5.8** Pengujian Berat Jenis Aspal  
(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)

b. Pengujian Titik Lembek Aspal

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui besaran suhu titik lembek aspal. Titik lembek dinyatakan dengan suhu pada saat bola baja dengan berat tertentu mendesak turun pada lapisan aspal yang tertahan dalam cincin berukuran tertentu, sehingga menyentuh pelat dasar yang terletak di bawah cincin pada tinggi 25,4 mm sebagai akibat kecepatan pemanasan tertentu.

Dari hasil penelitian titik lembek aspal didapatkan hasil 50°C, maka dari itu aspal ini baik untuk di gunakan pada campuran aspal karena telah memenuhi persyaratan dengan hasil minimal 48°C. Sehingga ketika aspal < 50°C maka aspal akan mencapai derajat kelembekan (mulai meleleh).



**Gambar 5.9** Pengujian Titik Lembek Aspal  
(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)

c. Pengujian Penetrasi Aspal

Pemeriksaan ini bertujuan untuk memeriksa tingkat kekerasan pada aspal. Pemeriksaan dilakukan dengan cara memasukan jarum standar dengan berat standar material aspal pada rentang waktu dan suhu tertentu.

Dari hasil penelitian penetrasi didapat nilai penetrasi sebesar 64,6 dengan batas 60-70, dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian menunjukkan tingkat kekerasan aspal sesuai dengan aspal keras penetrasi 60/70 yang dapat digunakan untuk volume lalu lintas tinggi pada *temperature* tinggi.



**Gambar 5.10** Pengujian Penetrasi Aspal  
(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)

d. Pengujian Kehilangan Berat Aspal

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menetapkan penurunan berat minyak dan aspal dengan cara pemanasan dan tebal tertentu, yang dinyatakan dalam persen berat semula.

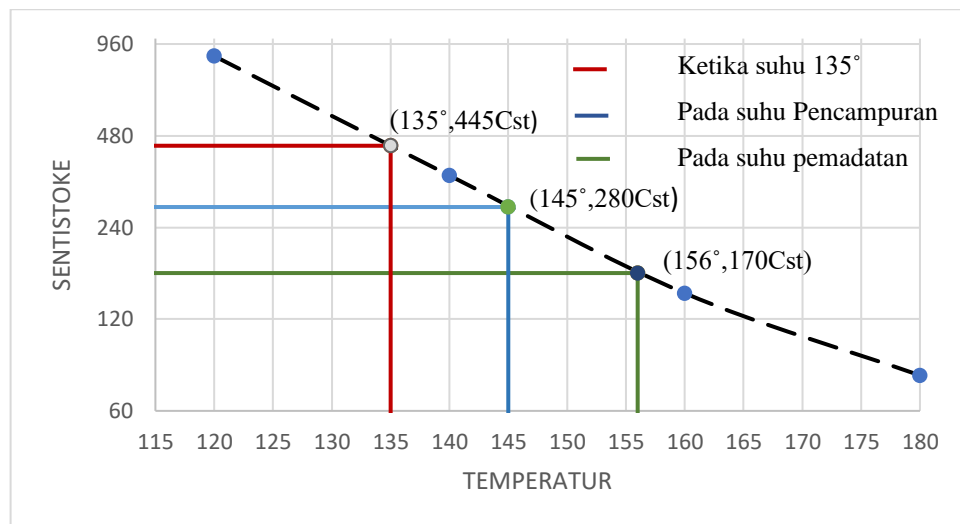
Dari hasil penelitian kehilangan berat aspal didapat 0,295 % dari batas maksimum 0,8 %, dapat disimpulkan bahwa aspal yang akan digunakan memiliki durabilitas yang baik karena dapat mempertahankan sifat asalnya akibat pengaruh cuaca atau perubahan temperature selama masa pelayanan jalan.



**Gambar 5.11** Pengujian Kehilangan Berat Aspal  
(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)

e. Pengujian Viskositas Aspal

Pemeriksaan ini dilakukan untuk variasi kekentalan aspal terhadap suhu dari tingkatan padat, encer sampai tingkat cair.



**Gambar 5.12** Grafik Pengujian Viskositas  
(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)

Dari hasil **Grafik 5.12** mendapatkan hasil 445cSt pada suhu 135°C yang dimana sudah sesuai dengan spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 2, namun untuk hasil dari penelitian viskositas didapat hasil 280cSt pada suhu 145°C untuk pematatan dan 170cSt pada suhu 156°C untuk pencampuran, sehingga dapat disimpulkan pada saat pencampuran kita menggunakan suhu aspal yaitu 156°C dan untuk pematatan menggunakan suhu 145°C, dengan begitu hasil tersebut sudah sesuai dengan SNI-7729:2011.



**Gambar 5.13** Pengujian Viskositas Aspal  
(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)

f. Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui besaran suhu dimana terlihat nyala singkat kurang dari 5 detik (titik nyala) dan terlihat nyala lebih dari 5 detik (titik bakar) diatas permukaan aspal.

Dari hasil penelitian titik nyala yaitu di dapatkan hasil  $326^{\circ}\text{C}$  dan titik bakar yaitu  $332^{\circ}\text{C}$ , dapat disimpulkan bahwa aspal memiliki ketahanan yang baik terhadap resiko kebakaran dan bahan panas lainnya karena telah memenuhi persyaratan yaitu minimal  $232^{\circ}\text{C}$ . Dengan demikian pada saat di lapangan ketika suhu mencapai  $325^{\circ}\text{C}$  maka aspal mulai menyala dan ketika suhu mencapai maka aspal mulai terbakar. Semakin tinggi suhu titik bakar aspal maka semakin baik karena tidak mudah terbakar.



**Gambar 5.14** Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar  
(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)

### 5.3 Rancangan Campuran Aspal

Pada penelitian ini rancangan campuran aspal memakai metode SMA yakni campuran *Stone Mastic Asphalt* (SMA) merupakan campuran beraspal panas yang biasa digunakan sebagai lapis permukaan pada jalan, dimana campuran yang digunakan yaitu terdiri dari dua bagian antara lain agregat dan bahan pengikat aspal pen 60/70 dengan proporsi tinggi, serta dengan penggunaan serat selulosa yaitu serat rami.

Rancangan Campuran dilakukan sebelum pembuatan benda uji untuk menentukan proporsi dari agregat dan aspal yang akan digunakan di dalam campuran aspal. Proporsi agregat dalam campuran yang digunakan harus memenuhi spesifikasi yang disyaratkan didalam peraturan Departemen Pekerjaan Umum Divisi 6 Tahun 2018 Revisi 2.

#### 5.3.1 Proporsi Agregat Campuran Beraspal

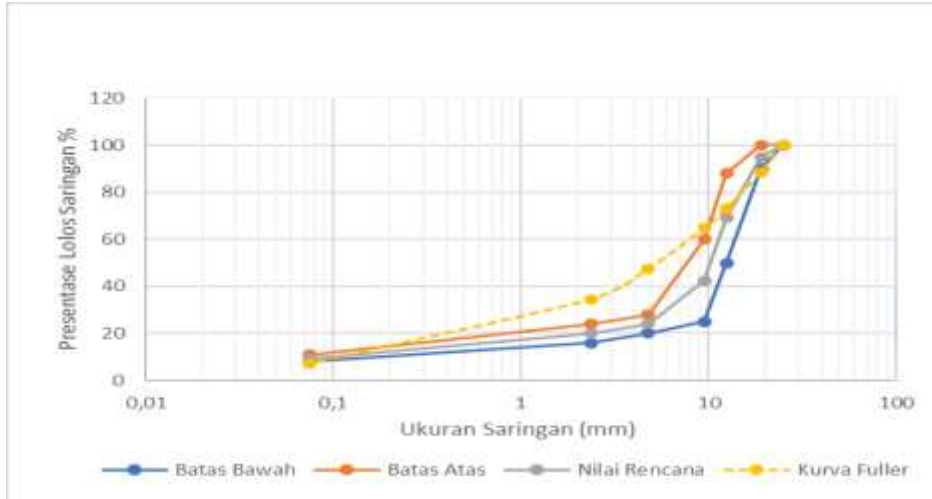
Proporsi agregat campuran dapat diketahui setelah menguji analisa saringan. Uji analisa saringan dilakukan untuk mendapatkan persentase lolos dari setiap agregat yang digunakan dalam campuran. Hasil rancangan campuran ditampilkan dalam bentuk grafik yang terdapat pada batasan spesifikasi jenis campuran *Stone Mastic Asphalt* (SMA) dari variasi ukuran butir berdasarkan nilai titik tengah dari spesifikasi yang digunakan dalam nilai persen, dimana campuran menggunakan gradasi ini diharapkan akan menghasilkan hasil yang disyaratkan. Hasil gradasi agregat gabungan dapat dilihat pada **Tabel 5.4** berikut:

**Tabel 5.5** Presentase Lolos Gradasi Campuran

Nomor/Ukuran Saringan		Spesifikasi Gradasi <i>Stone Mastic Asphalt</i> (SMA)			Lolos	Tertahan
inch	mm	(%)			(%)	(%)
1"	25	100			100	0
3/4"	19	90	-	100	88,38	5
1/2"	12,5	50	-	88	73,20	26
3/8"	9,5	25	-	60	64,70	26,5
4	4,75	20	-	28	47,36	18,5
8	2,36	16	-	24	34,57	4
200	0,075	8	-	11	7,32	10,5
Pan					0	9,5

(Sumber: Hasil Pengujian dan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, 2022)

Dari hasil pengujian analisis saringan menunjukkan perhitungan dari setiap komposisi pada saringan bahwa untuk masing-masing agregat memenuhi kelayakan untuk menentukan hasil proporsi campuran yang baik berguna untuk proporsi pada setiap sampel nya yang sesuai untuk jenis campuran metode *Stone Mastic Asphalt* (SMA)



**Gambar 5.15** Grafik Gradasi Campuran Aspal Lapis Antara SMA  
(Sumber : Qurrotul Milania, 2023)

### 5.3.2 Perkiraan Awal Kadar Aspal

Kadar aspal ditentukan dengan menghitung nilai  $P_b$ , setelah itu kadar aspal divariasikan menjadi 5 variasi kadar aspal untuk mendapatkan kadar aspal optimum, berikut merupakan tabel pembagian butir agregat kasar dan agregat halus serta perhitungan untuk mencari nilai  $P_b$  :

**Tabel 5.6** Pembagian Butir Agregat Kasar dan Agregat Halus

Nomor/Ukuran Saringan		Spesifikasi Gradasi <i>Stone Mastic Asphalt</i> (SMA)			Lolos	Tertahan
inch	mm	(%)			(%)	(%)
1"	25	100			100	0
3/4"	19	90	-	100	100	0
1/2"	12,5	50	-	88	80	20
3/8"	9,5	25	-	60	60	40
4	4,75	20	-	28	28	72
8	2,36	16	-	24	24	76
200	0,075	8	-	11	10	90
Pan					0	100

(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)



Kadar aspal ditentukan dengan cara menghitung nilai Pb

$$Pb = 0,035 (CA) + 0,045 (FA) + 0,18 (FF) + \text{Konstanta}$$

Keterangan :

Pb = Kadar Aspal Perkiraan

CA = Agregat kasar tertahan saringan no.8

FA = Agregat lolos saringan no.8 tertahan saringan no.200

FF = Agregat halus lolos saringan no.200

Dalam penelitian ini digunakan nilai konstanta 1.

$$Pb = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) + K$$

$$Pb = 0,035 (80) + 0,045 (10,5) + 0,18 (9,5) + 1$$

$$Pb = 5,983 \% \approx 6 \%$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut maka untuk mendapatkan kadar aspal optimum pada SMA (*Stone Mastic Asphalt*), kadar aspal divariasi menjadi 5 variasi kadar aspal sebagai berikut :

**Tabel 5.7** Perkiraan Nilai Kadar Aspal

Pb - 1	Pb - 0,5	Pb	Pb + 0,5	Pb + 1
5 %	5,5 %	6 %	6,5 %	7 %

(Sumber : Qurrotul Milania, 2023)

### 5.3.3 Kebutuhan Berat Agregat

Contoh perhitungan untuk kadar aspal 6 %

Berat Total = 1200 gr

Berat Aspal = Kadar Aspal x Berat total  
 = 6 % x 1200  
 = 72 gr

Berat Total Agregat = Berat total – Berat aspal  
 = 1200 – 72  
 = 1128 gr

Berat Split 1-2 = Berat agregat x % berat  
 = 1128 x 76 %  
 = 857,28 gr

Berat *Screening* = Berat agregat x % berat  
 = 1128 x 14,5 %

$$\begin{aligned}
 &= 163,56 \text{ gr} \\
 \text{Berat Abu batu} &= \text{Berat Agregat} \times \% \text{ berat} \\
 &= 1128 \times 9,5 \% \\
 &= 107,16 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

### 5.3.4 Pembuatan Benda Uji Marshall

Setelah mengetahui komposisi dan kadar aspal rencana, selanjutnya pembuatan benda uji *Stone Matrix Asphalt* (SMA) untuk menentukan kadar aspal optimum campuran. Pada penelitian ini benda uji yang dibuat sebanyak 72 sampel untuk setiap kadar variasi. Dan 8 sampel untuk setiap kadar variasi setelah didapat kadar aspal optimum (KAO) dari setiap kadar variasi yaitu 0%, 0,1%, 0,2%, dan 0,3%.

Pembuatan benda uji mengikuti standar SNI 06-2489-1991 (Metode Pengujian Campuran Aspal dengan Alat Marshall). Pematatan dilakukan dengan penumbukan sebanyak 2 x 50 kali untuk tipe metode *Stone Matrix Asphalt* (SMA), dengan menggunakan alat *Marshall Compaction Hammer* untuk lalu lintas sesuai yang disyaratkan Bina Marga Untuk Campuran *Stone Matrix Asphalt* (SMA).

### 5.3.5 Analisa Perhitungan Sifat Volumetrik Aspal

Contoh perhitungan untuk kadar aspal 6% dan kadar serat rami 0%. Berikut merupakan hasil rekapitulasi berat aspal beton dapat dilihat pada **Tabel 5.8**

**Tabel 5.8** Data Berat Aspal Beton Padat

No	Jenis Agregat	Berat Jenis		Komposisi Campuran, % Terhadap Berat Total Benda Uji, P
		Bulk	Apparent	
1	Agregat Kasar	2,614 gr/ml	2,799 gr/ml	76%
2	Agregat Halus	2,455 gr/ml	2,585 gr/ml	14,5%
3	Abu Batu	2,455 gr/ml	2,585 gr/ml	9,5%
4	Agregat Gabungan	2,574 gr/ml	2,744 gr/ml	94%
5	Kadar Aspal	1,052 gr/ml		6%

(Sumber : Qurrotul Milania, 2023)

Analisa perhitungan marshall dengan benda uji aspal lapis antara dengan kadar aspal 6%

Diketahui :

Kadar Aspal	= 6 %
Persentase Agregat Kasar	= 76 %
Persentase Agregat Halus	= 14,5 %
Persentase Abu Batu	= 9,5 %
Bj Bulk Agregat Kasar	= 2,614 gr/ml
Bj Bulk Agregat Halus	= 2,455 gr/ml
Bj Bulk Abu Batu	= 2,455 gr/ml
Bj Apparent Agregat Kasar	= 2.799 gr/ml
Bj Apparent Agregat Halus	= 2.585 gr/ml
Bj Apparent Abu Batu	= 2.585 gr/ml
Bj Bulk Gabungan	= 2,574 gr/ml
Bj Apparent Gabungan	= 2,744 gr/ml
Bj Bulk Aspal	= 1,052 gr/ml
Berat Benda Uji Kering	= 1.182 gram
Berat Benda Uji SSD	= 1.193 gram
Berat Benda Uji Dalam Air	= 688 gram

a. Menentukan Berat jenis Efektif Agregat (Gse)

$$G_{se} = \frac{G_{sb} + G_{sa}}{2}$$

$$G_{se} = \frac{2,574 + 2,744}{2} = 2,659 \text{ gr/ml}$$

b. Menghitung Isi Benda Uji

$$\begin{aligned} \text{Isi Benda Uji} &= \text{Berat Benda Uji SSD} - \text{Berat Benda Uji Dalam Air} \\ &= 1193 - 688 \\ &= 505 \text{ t/m}^3 \end{aligned}$$

c. Berat jenis Campuran Maksimum

$$\begin{aligned} G_{mm} &= \frac{100}{\frac{\% \text{ agregat}}{G_{se}} + \frac{\% \text{ aspal}}{G_b}} \\ &= \frac{100}{\frac{94}{2,659} + \frac{6}{1,052}} = 2,44 \text{ gr/ml} \end{aligned}$$

d. Persentase pori antar butir campuran agregat

$$\begin{aligned} VMA &= 100 - \left( \frac{G_{mb} \times P_b}{G_{sb}} \right) \\ &= 100 - \left( \frac{2,34 \times 6}{2,574} \right) \\ &= 17,26 \% \end{aligned}$$

e. Persentase pori benda uji

$$\begin{aligned} VIM &= 100 \times \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \\ &= 100 \times \frac{2,44 - 2,34}{2,44} \\ &= 3,91 \% \end{aligned}$$

f. Stabilitas

$$\begin{aligned} \text{Stabilitas} &= \text{Pembacaan Dial} \times \text{Angka Korelasi} \times \text{Kalibrasi Alat} \\ &= 89 \times 1 \times 10,46 \\ &= 930,94 \text{ kg} \end{aligned}$$

g. Marshall Quotient

$$\begin{aligned} MQ &= \frac{\text{Stabilitas}}{\text{Flow}} = \frac{930,94}{2,34} \\ &= 397,84 \text{ kg/mm} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas bisa disimpulkan setiap nilai pada pengujian memenuhi spesifikasi umum Bina Marga tentang batas – batas minimal dalam pengujian aspal.

#### 5.4 Pengujian Campuran Beraspal Jenis SMA

Dalam analisis karakteristik campuran aspal dengan kadar aspal rencana membahas tentang data pengujian *Marshall* dengan kadar aspal rencana beserta analisis pengaruh penambahan kadar aspal dan penggunaan serat rami terhadap karakteristik *Marshall* pada campuran aspal jenis SMA.

##### 5.4.1 Hasil Pengujian *Marshall*

Rekapitulasi hasil pengujian *Marshall* (kadar normal 0%) untuk mencari kadar aspal optimum yang akan digunakan dapat dilihat pada tabel 5.8 dibawah ini:



**Gambar 5.16** Pengujian *Marshall*  
(Sumber : Qurrotul Milania, 2023)

**Tabel 5.9** Rekapitulasi Hasil Pengujian *Marshall*

Karakteristik Marshall	Kadar Aspal	Kadar Serat Rami				Spesifikasi
		0	0,1	0,2	0,3	
VIM	5	10,7	10,87	10,21	11	3 % - 5 %
	5,5	6,56	8,24	8,42	7,85	
	6	5,25	6,08	4,89	4,8	
	6,5	3,77	3,79	2,95	2,66	
	7	2,69	2,87	2,29	2,41	
VMA	5	21,18	21,33	20,75	21,45	Min 17 %
	5,5	18,54	20,01	20,17	19,67	
	6	18,41	19,13	18,11	18,03	
	6,5	18,15	18,17	17,46	17,21	
	7	18,25	18,4	17,91	18,01	

Karakteristik Marshall	Kadar Aspal	Kadar Serat Rami				Spesifikasi
		0	0,1	0,2	0,3	
Stabilitas	5	864,69	910,02	993,7	983,24	Min 600 kg
	5,5	920,48	969,29	1004,16	990,21	
	6	930,94	1014,62	1059,95	1032,05	
	6,5	934,43	976,27	1035,54	1004,16	
	7	910,02	937,91	993,7	993,7	
Flow	5	2,25	2,33	2,41	2,47	2 mm - 4,5 mm
	5,5	2,26	2,35	2,47	2,49	
	6	2,28	2,36	2,54	2,6	
	6,5	2,3	2,41	2,62	2,64	
	7	2,64	2,66	2,72	2,78	
MQ	5	383,76	391,15	412,52	397,58	Min 250 kg/mm
	5,5	408,07	413,12	406,14	397,67	
	6	407,91	429,92	418,37	396,95	
	6,5	406,25	411,64	395,8	379,9	
	7	344,29	352,69	366,55	357,06	

(Sumber : Qurrotul Milania, 2023)

Berdasarkan **Tabel 5.9** hasil rekapitulasi pengujian *marshall* diatas campuran aspal dan variasi serat rami 0,2% didapatkan nilai stabilitas tertinggi sebesar 1059,95kg. Nilai stabilitas mengalami penurunan dengan adanya penambahan kadar aspal dan campuran serat rami, hal ini dikarena pada kadar aspal 6% sudah mencapai nilai optimum. Pada nilai stabilitas secara keseluruhan memenuhi spesifikasi untuk campuran *Stone Mastic Asphalt* (SMA) yaitu minimal 600 kg. Untuk nilai *flow* disetiap variasi kadar aspal mengalami kenaikan, dan untuk nilai tertinggi pada kadar aspal 7%. Pada kadar serat rami sendiri mengalami kenaikan dari variasi 0% - 0,3% semakin tinggi kadar variasi serat rami semakin tinggi pula nilai *flow*nya, namun nilai *flow* seluruhnya memenuhi spesifikasi umum. Untuk nilai VIM menunjukkan bahwa penambahan kadar aspal pada campuran akan menurunkan nilai VIM. Pada setiap variasi serat rami yang memenuhi spesifikasi yaitu pada kadar serat rami 0% dan 0,1% dengan kadar aspal 6,5%, kadar serat rami 0,2% dan 0,3% dengan kadar aspal 6%. Untuk VMA menunjukkan bahwa nilai VMA cenderung mengalami naik dan turun disetiap variasi kadar aspal, secara keseluruhan hasil yang didapat menunjukkan bahwa VMA memenuhi persyaratan yang disyaratkan yaitu minimal 17%.

### 5.4.2 Analisa Karakteristik Campuran Beraspal Jenis SMA

Aspal terbuat dari agregat, aspal, serta atau tanpa bahan tambah yang dicampur secara merata pada suhu tertentu. Campuran kemudian di hamparkan dan dipadatkan sehingga terbentuk aspal padat.

Sifar volumetrik dari aspal padat dapat ditentukan dengan beberapa parameter.

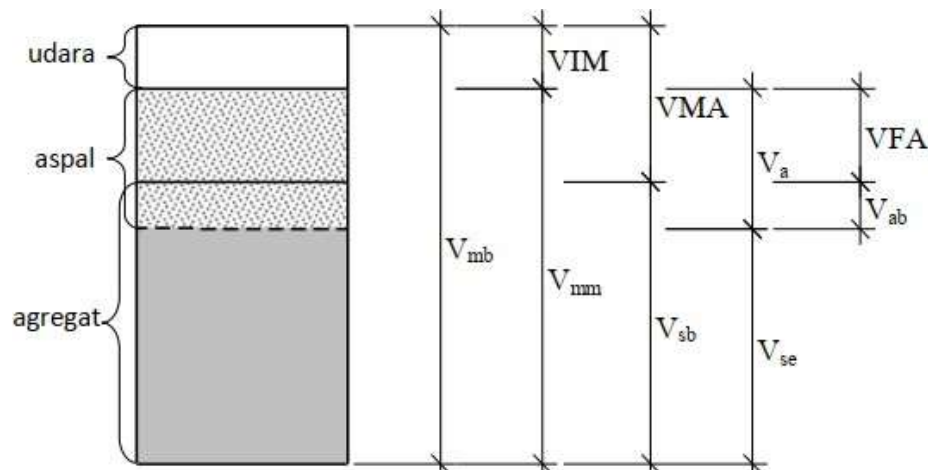
Parameter yang digunakan yaitu:

VMA : Volume rongga di antara butir agregat campuran dalam aspal beton padat termasuk yang terisi oleh aspal

VIM : Volume rongga aspal padat

VFA : Volume rongga aspal padat yang terisi oleh aspal

Secara skematis berbagai jenis volume yang terdapat di dalam campuran aspal padat. Pada **Gambar 5.17** dapat dilihat jenis rongga yang terdapat pada aspal padat.



**Gambar 5.17** Skematis Jenis Rongga Aspal  
(Sumber : Silvia Sukirman, 2016)

$V_{mb}$  = volume bulk dari campuran aspal beton padat

$V_{sb}$  = volume agregat, adalah volume bulk dari agregat

$V_{se}$  = volume agregat efektif dari agregat

VMA = volume rongga antar butir agregat di dalam aspal beton padat

$V_{mm}$  = volume teoritis tanpa rongga dari aspal beton padat

VIM = volume rongga udara dalam aspal beton padat

$V_a$  = volume aspal dalam aspal beton padat termasuk yang meresap ke dalam pori agregat

VFA = volume rongga antar butir agregat dalam aspal beton padat yang terisi oleh aspal

Vab = volume pori butir agregat yang mengabsorpsi aspal dalam campuran aspal beton

Pada **Gambar 5.17** menjelaskan untuk VIM yaitu volume rongga aspal padat. VMA merupakan volume rongga di antara butir agregat campuran dalam aspal beton padat termasuk yang terisi oleh aspal, yang artinya semakin besar nilai VIM dan VMA maka akan mengakibatkan aspal cepat penuaan dan menurunkan sifat durabilitas aspal, sedangkan semakin menurunnya nilai VIM dan VMA dari acuan yang telah ditentukan yakni 3% - 5% untuk VIM dan min 17% untuk VMA, maka akan mudah terjadi *bleeding* pada aspal. VFA merupakan volume rongga aspal padat yang terisi oleh aspal, berbeda dengan VIM dan VMA jika nilai VFA semakin tinggi maka kualitas aspal semakin bagus dan jika nilai VFA turun maka semakin kurang bagus kualitas aspal tersebut. Namun untuk metode *Stone Mastic Asphalt* (SMA) itu sendiri tidak mencari nilai VFA yang sudah tercantum dalam spesifikasi umum bina marga 2018.

Analisis pengaruh kadar aspal terhadap VMA (*Void in Mineral Agregates*) Volume rongga udara dalam agregat campuran atau VMA merupakan Rongga udara dalam campuran (VIM) dalam campuran perkerasan aspal terdiri atas ruang udara di antara partikel agregat yang menyelimuti aspal.

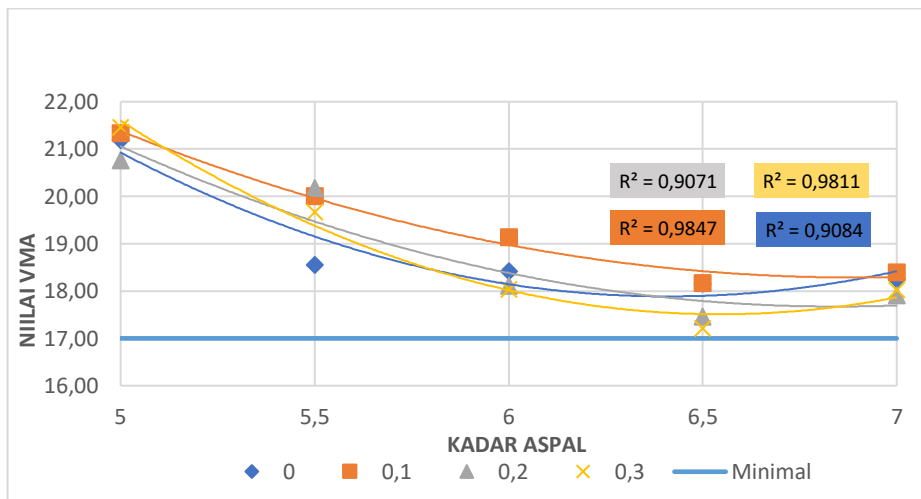
- a. Nilai VMA sangat berkaitan dengan nilai VIM dalam campuran. Karena VIM adalah merupakan bagian dari VMA. Semakin besar nilai yang diperoleh dari VIM, maka akan semakin besar pula VMA yang diperoleh, secara keseluruhan hasil yang didapat menunjukkan bahwa VMA memenuhi persyaratan yang disyaratkan yaitu minimal 17%.



**Tabel 5.10** Data Hasil Pengujian VMA

Kadar Aspal (%)	Kadar Serat Rami				Spesifikasi
	0%	0,1%	0,2%	0,3%	
5	21,18	21,33	20,75	21,45	Min. 17%
5,5	18,54	20,01	20,17	19,67	
6	18,41	19,13	18,11	18,03	
6,5	18,15	18,17	17,46	17,21	
7	18,25	18,40	17,91	18,01	

(Sumber : Qurrotul Milania, 2023)



**Gambar 5.18** Grafik Hubungan Nilai VMA dan Kadar Aspal  
(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)

**Tabel 5.11** Persamaan Koefisien Determinasi Terhadap VMA

No	Serat Rami	R <sup>2</sup>	Max.R <sup>2</sup>
1	0%	0,9084	1
2	0,1%	0,9847	1
3	0,2%	0,7381	1
4	0,3%	0,9811	1

(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)

Pada **Gambar 5.18** menunjukkan pada setiap variasi kadar serat rami mengalami penurunan seiring dengan penambahan kadar aspal, hal ini disebabkan karena rongga antar butir agregat pada campuran mengalami penurunan karena adanya penambahan kadar aspal yang mengisi rongga antar butir agregat.

Pengaruh penggunaan serat rami itu sendiri terhadap nilai VMA mengakibatkan penurunan pada nilai VMA dikarenakan serat rami itu sendiri memiliki sifat dapat mengisi ruang udara antar agregat, maka dari itu dengan adanya penambahan kadar aspal kedalam campuran cenderung akan menurunkan nilai VMA namun penurunan nilai VMA masih dalam batas yang telah di syaratkan yaitu minimal 17%.

Pada **Tabel 5.11** menunjukan nilai determinasi yaitu 0,90841%, 0,9847%, 0,7381%, dan 0,9811% hasil tersebut mendekati 1%, yang artinya hubungan nilai koefisien determinasi terhadap nilai VMA memiliki korelasi yang kuat, sehingga hubungan nilai VMA dengan kadar aspal saling berhubungan.

b. Analisis pengaruh kadar aspal terhadap VIM (*Void In Mixture*)

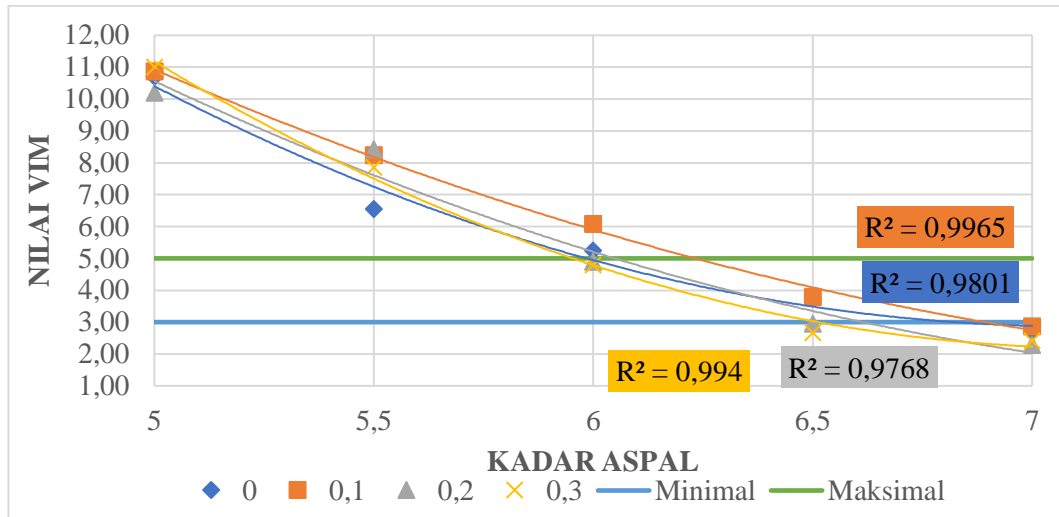
VIM adalah Rongga udara dalam campuran (VIM) dalam campuran perkerasan aspal terdiri atas ruang udara di antara partikel agregat yang menyelimuti aspal.

VIM ini dibutuhkan untuk tempat bergesernya butiran-butiran agregat, akibat pemadatan tambahan yang terjadi oleh repetisi beban lalu lintas, atau tempat jika aspal menjadi lunak akibat meningkatnya temperatur. VIM yang terlalu besar bisa mengakibatkan aspal cepat penuaan dan menurunkan sifat durabilitas aspal,

**Tabel 5.12** Data Hasil Pengujian VIM

Kadar Aspal (%)	Kadar Serat Rami				Spesifikasi
	0%	0,1%	0,2%	0,3%	
5	10,70	10,87	10,21	11,00	3 % - 5 %
5,5	6,56	8,24	8,42	7,85	
6	5,25	6,08	4,89	4,80	
6,5	3,77	3,79	2,95	2,66	
7	2,69	2,87	2,29	2,41	

(Sumber : Qurrotul Milania, 2023)



**Gambar 5.19** Grafik Hubungan Nilai VIM dan Kadar Aspal  
(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)

**Tabel 5.13** Persamaan Koefisien Determinasi Terhadap VIM

No	Serat Rami	R <sup>2</sup>	Max.R <sup>2</sup>
1	0%	0,9801	1
2	0,1%	0,9965	1
3	0,2%	0,9768	1
4	0,3%	0,994	1

(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)

Pada Grafik memperlihatkan bahwa pengaruh penambahan kadar serat rami seiring penambahan kadar aspal menunjukkan adanya penurunan terhadap nilai VIM. Penambahan serat rami cenderung memiliki nilai VIM lebih kecil di bandingkan tanpa menggunakan serat rami hal ini di karenakan fungsi dari serat rami yang dapat mengisi ruang udara antar agregat.

Dari **Tabel 5.12** dapat dilihat bahwa variasi kadar serat rami 0% dan 0,1% yang memenuhi persyaratan yaitu kadar aspal 6,5%. Pada variasi kadar serat rami 0,2% dan 0,3%.

Pada **Tabel 5.13** menunjukkan nilai determinasi yaitu 0,9801%, 0,9965%, 0,9768%, dan 0,994% hasil tersebut mendekati 1%, yang artinya hubungan nilai koefisien determinasi terhadap nilai VIM memiliki korelasi yang kuat, sehingga hubungan nilai VIM dengan kadar aspal saling berhubungan.

c. Pengaruh kadar aspal terhadap Stabilitas

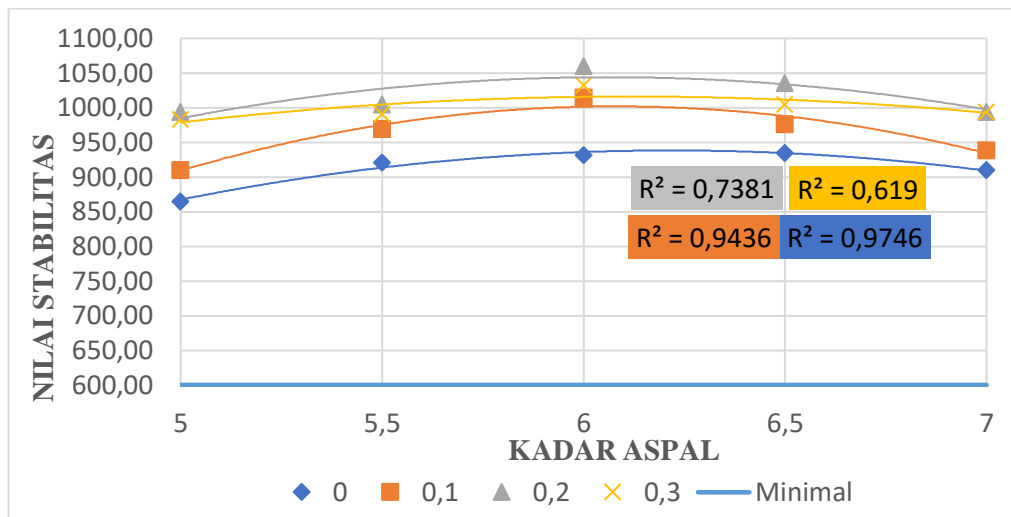
Stabilitas merupakan kemampuan lapis pekerasan yang menerima beban sampai terjadinya *flow* yang dinyatakan dalam satuan kilogram. Stabilitas tergantung dari gesekan antar agregat dan kohesi. Gesekan agregat tergantung dari testur permukaan agregat, bentuk partikel, kepdatan campuran dan terbal lapisan aspal itu sendiri (Surkiman,1999).

Pengujian stabilitas diperlukan untuk mengukur ketahanan benda uji terhadap beban tanpa mengalami perubahan bentuk (*deformasi*) secara berlebihan. Dalam penentuan nilai stabilitas dapat ditentukan dengan angka kalibrasi pada alat *Stability Marshall* dikali angka korelasi dan pembacaan dial.

**Tabel 5.14** Data Hasil Pengujian Stabilitas

Kadar Aspal (%)	Kadar Serat Rami				Spesifikasi
	0%	0,1%	0,2%	0,3%	
5	864,69	910,02	993,70	983,24	Min. 600 kg
5,5	920,48	969,29	1004,16	990,21	
6	930,94	1014,62	1059,95	1032,05	
6,5	934,43	976,27	1035,54	1004,16	
7	910,02	937,91	993,70	993,70	

(Sumber : Qurrotul Milania, 2023)



**Gambar 5.20** Hubungan Nilai Stabilitas dan Kadar Aspal  
(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)

**Tabel 5.15** Persamaan Koefisien Determinasi Terhadap Stabilitas

No	Serat Rami	R <sup>2</sup>	Max.R <sup>2</sup>
1	0%	0,8995	1
2	0,1%	0,9436	1
3	0,2%	0,7381	1
4	0,3%	0,619	1

(Sumber: Qurrotul Milania,2023)

Pada **Gambar 5.20** menunjukkan nilai stabilitas tertinggi terdapat pada kadar serat rami 0,2% yaitu sebesar 1059,95kg, dimana pada kadar serat rami 0% hingga kadar serat rami 0,2% nilai stabilitas mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena seiring dengan penambahan kadar aspal yang menyebabkan aspal dapat menyelimuti agregat dengan sangat baik. Nilai stabilitas menurun pada kadar serat rami 0,2% menuju kadar aspal 0,3%, ini disebabkan karena kandungan aspal terlalu tinggi sehingga aspal tidak efektif lagi menyelimuti agregat. Semakin tebal selimut aspal maka sifat saling kunci antar agregat menjadi semakin berkurang.

Pada **Tabel 5.15** menunjukkan nilai determinasi yaitu 0,8995%, 0,9436%, 0,7381%, dan 0,619% hasil tersebut mendekati 1%, artinya hubungan nilai koefisien determinasi terhadap nilai stabilitas memiliki korelasi yang kuat, sehingga hubungan nilai stabilitas dengan kadar aspal saling berhubungan.

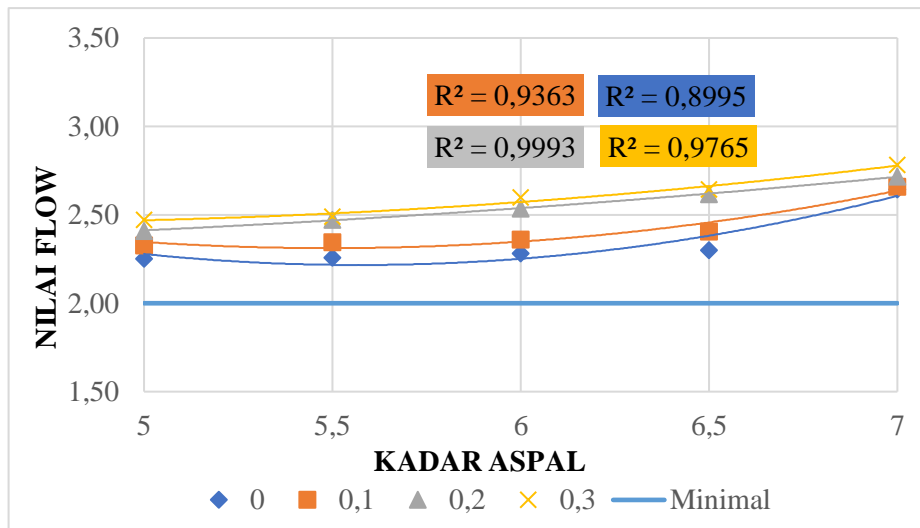
d. Pengaruh kadar aspal terhadap *Flow*

Kelelehan (*flow*) adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran aspal yang terjadi akibat suatu beban dinyatakan dalam satuan mm. Parameter flow digunakan untuk mengetahui deformasi (perubahan bentuk) vertikal campuran pada saat dibebani hingga hancur (pada stabilitas maksimum). Nilai flow akan meningkat seiring meningkatnya kadar aspal.

**Tabel 5.16** Data Hasil Pengujian *Flow*

Kadar Aspal (%)	Kadar Serat Rami				Spesifikasi
	0%	0,1%	0,2%	0,3%	
5	2,25	2,33	2,41	2,47	2 mm – 4,5 mm
5,5	2,26	2,35	2,47	2,49	
6	2,28	2,36	2,54	2,60	
6,5	2,30	2,41	2,62	2,64	
7	2,64	2,66	2,72	2,78	

(Sumber : Qurrotul Milania, 2023)



**Gambar 5.21** Hubungan Nilai Flow dan Kadar Aspal

(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)

**Tabel 5.17** Persamaan Koefisien Determinasi Terhadap *Flow*

No	Serat Rami	R <sup>2</sup>	Max.R <sup>2</sup>
1	0%	0,8995	1
2	0,1%	0,9363	1
3	0,2%	0,9993	1
4	0,3%	0,9765	1

(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)

Pada **Gambar 5.21** menunjukkan bahwa nilai *flow* pada setiap variasi kadar serat rami mengalami kenaikan seiring dengan penambahan kadar aspal, hal ini menjelaskan bahwa campuran lebih tahan terhadap perubahan bentuk atau deformasi akibat menerima beban dari lalu lintas.

Penggunaan serat rami pada campuran ini cenderung meningkat dikarenakan serat rami kurang sempurna dalam menyerap aspal sehingga campuran memiliki selimut aspal tebal. Dapat dilihat bahwa pada variasi kadar serat rami 0%, 0,1%,

0,2% dan 0,3% semuanya telah memenuhi persyaratan pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 yaitu nilai *flow* harus dalam rentang 2 mm – 4,5 mm.

Pada **Tabel 5.17** menunjukkan nilai determinasi yaitu 0,8995%, 0,9363%, 0,9993%, dan 0,9765% hasil tersebut mendekati 1%, yang artinya hubungan nilai koefisien determinasi terhadap nilai *flow* memiliki korelasi yang kuat, sehingga hubungan nilai *flow* dengan kadar aspal saling berhubungan.

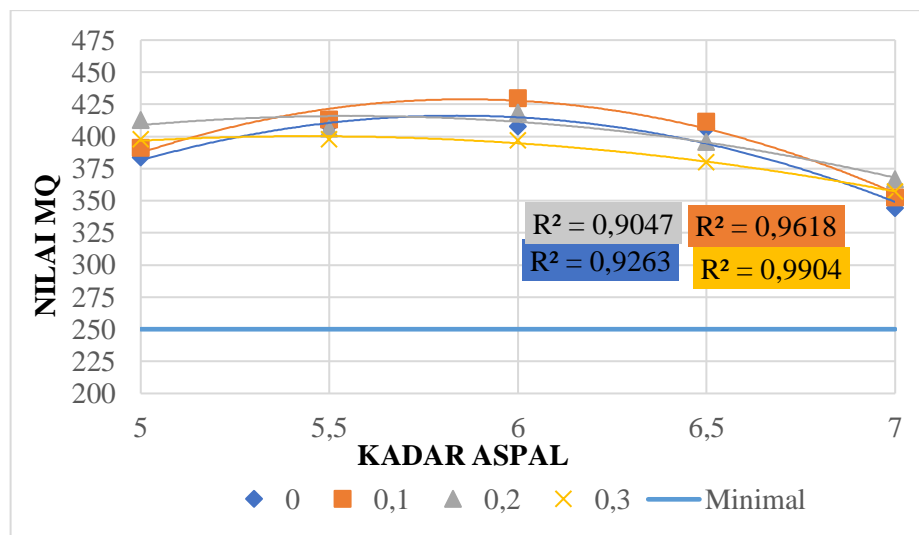
e. Pengaruh kadar aspal terhadap MQ (*Marshall Quotient*)

Nilai *Marshall Quotient* (MQ) merupakan hasil bagi stabilitas dengan kelelehan yang digunakan untuk pendekatan terhadap kekakuan atau kelenturan campuran. Nilai MQ yang tinggi menunjukkan nilai kekakuan lapisan perkerasan yang tinggi.

**Tabel 5.18** Data Hasil Pengujian MQ

Kadar Aspal (%)	Kadar Serbuk Arang				Spesifikasi
	0%	0,1%	0,2%	0,3%	
5	383,76	391,15	412,52	397,58	Min. 250 kg/mm
5,5	408,07	413,12	406,14	397,67	
6	407,91	429,92	418,37	396,95	
6,5	406,25	411,64	395,80	379,90	
7	344,29	352,69	366,55	357,06	

(Sumber : Qurrotul Milania, 2023)



**Gambar 5.22** Hubungan Nilai MQ dan Kadar Aspal  
(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)

**Tabel 5.19** Persamaan Koefisien Determinasi Terhadap MQ

No	Serat Rami	R <sup>2</sup>	Max.R <sup>2</sup>
1	0%	0,9263	1
2	0,1%	0,9618	1
3	0,2%	0,9047	1
4	0,3%	0,9904	1

(Sumber: Qurrotul Milania,2023)

Pada **Gambar 5.22** dapat dilihat bahwa nilai MQ pada setiap variasi kadar serat rami mengalami kenaikan seiring dengan penambahan kadar aspal hingga pada batas maksimumnya, setelah mencapai batas maksimumnya penambahan kadar aspal justru dapat menurunkan nilai MQ campuran.

Pada penelitian ini penggunaan serat rami menghasilkan peningkatan proses pengerasan yang membuat campuran lebih kaku. Dapat dilihat bahwa pada variasi kadar seart rami 0%, 0,1%, 0,2% dan 0,3% semuanya telah memenuhi persyaratan pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 yaitu nilai MQ minimal 250 kg/mm. Nilai MQ saling berhubungan dengan nilai stabilitas Ketika stabilitas naik nilai MQ juga naik dan ketika nilai stabilitas turun maka akan ikut turun juga.

Pada **Tabel 5.19** menunjukkan nilai determinasi yaitu 0,9263%, 0,9618%, 0,9047%, dan 0,9904% hasil tersebut mendekati 1%, yang artinya hubungan nilai koefisien determinasi terhadap nilai MQ memiliki korelasi yang kuat, sehingga hubungan nilai MQ dengan kadar aspal saling berhubungan.

f. Analisis Penentuan Kadar Aspal Optimum

Penentuan kadar aspal optimum bertujuan untuk menentukan kadar aspal efektif pada campuran berdasarkan kadar aspal yang memenuhi nilai karakteristik marshal.



Serat Rami 0%	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi
	5	5,5	6	6,5	7	
VIM				↓		3% - 5%
VMA						Min 17%
Stabilitas						Min 600 kg
Flow				↓		2mm - 4,5mm

**Gambar 5.23** Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum  
(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)

Serat Rami 0,1%	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi
	5	5,5	6	6,5	7	
VIM				↓		3% - 5%
VMA						Min 17%
Stabilitas						Min 600 kg
Flow				↓		2mm - 4,5mm

**Gambar 5.24** Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum  
(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)

Serat Rami 0,2%	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi
	5	5,5	6	6,5	7	
VIM			↓			3% - 5%
VMA						Min 17%
Stabilitas						Min 600 kg
Flow			↓			2mm - 4,5mm

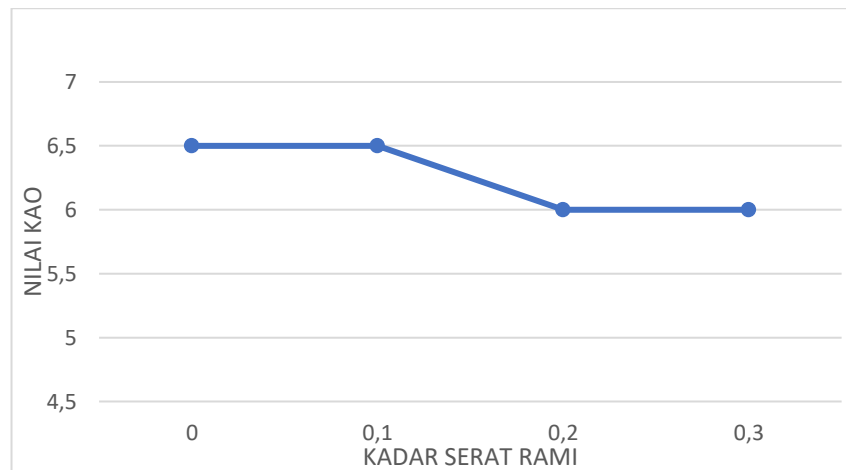
**Gambar 5.25** Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum  
(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)

Serat Rami 0,3%	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi
	5	5,5	6	6,5	7	
VIM			↓			3% - 5%
VMA						Min 17%
Stabilitas						Min 600 kg
Flow			↓			2mm - 4,5mm

**Gambar 5.26** Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum  
(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)

Dari keempat gambar diatas dapat dilihat pada grafik barchart menunjukan bahwa nilai yang didapat dari hasil penelitian menunjukan bahwa kadar aspal optimum (KAO) yang didapat pada kadar serat rami 0% dan kadar serat rami

0,1% yaitu pada kadar aspal 6,5%, dan pada kadar serat rami 0,2% dan 0,3% yaitu pada kadar aspal 6%.



**Gambar 5.27** Grafik Serat Rami Berbanding dengan KAO  
(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)

Pada **Gambar 5.27** penggunaan serat rami pada metode *Stone Mastic Asphalt* (SMA) menunjukkan bahwa dapat menyebabkan terjadinya pengurangan nilai kadar aspal sebesar 0,5% terhadap kadar aspal tanpa serat. Hal ini disebabkan dikarenakannya penggunaan pada serat rami dapat menurunkan nilai VIM dan VMA, karena serat rami dapat mengisi rongga dalam campuran yang membantu ikatan antar agregat menjadi lebih baik dan meningkatkan kekakuan pada campuran. Sehingga semakin besar kadar serat rami yang digunakan maka semakin menurun kadar aspal optimum yang digunakan.

Kadar aspal optimum menjadi peryaratan mutlak dalam setiap campuran lapis perkerasan beraspal. Besaran kadar aspal optimum berbeda-beda, tergantung dari propertis aspal, agregat, gradasi agregat dan jenis campuran itu sendiri.

## 5.5 Pengujian Campuran Aspal Jenis SMA Tahap Kedua

### 5.5.1 Hasil Pengujian Marshall

Rekapitulasi hasil pengujian Marshall dengan bahan tambah Serat rami dengan kadar serat 0%, 0,1%, 0,2% dan 0,3% menggunakan kadar aspal optimum dapat dilihat Pada Tabel 5.19 dibawah ini :

**Tabel 5.20** Rekapitulasi Hasil Pengujian *Marshall* dengan Kadar Apal Optimum

Karakteristik Marshall	Kadar Serat Rami	Kadar Aspal	Hasil	Spesifikasi
VIM	0	6,5	4,92	3 % - 5 %
	0,1	6,5	4,46	
	0,2	6	3,91	
	0,3	6	3,75	
VMA	0	6,5	19,13	Min 17 %
	0,1	6,5	18,74	
	0,2	6	17,26	
	0,3	6	17,12	
Stabilitas	0	6,5	988,47	Min 800 kg
	0,1	6,5	1073,89	
	0,2	6	1126,19	
	0,3	6	1058,20	
Flow	0	6,5	2,62	2 mm - 4 mm
	0,1	6,5	2,65	
	0,2	6	2,76	
	0,3	6	2,64	
MQ	0	6,5	377,91	Min 250 kg/mm
	0,1	6,5	405,15	
	0,2	6	408,77	
	0,3	6	400,39	

(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)

Berdasarkan rekapitulasi hasil pengujian *marshall* pada **Tabel 5.20** di atas. Nilai VMA tertinggi yaitu 19,13% pada kadar serat rami 0% dengan kadar aspal optimum 6,5% hal tersebut dikarenakan kadar aspal yang terlalu banyak sehingga dapat memenuhi rongga udara antar agregat sementara nilai VMA cenderung mengalami penurunan dari setiap penambahan kadar serat rami yaitu pada kadar serat rami 0,2% dan 0,3% dengan kadar aspal optimum 6%, hal ini terjadi karena penggunaan serat rami itu sendiri memiliki sifat dapat mengisi ruang udara antar agregat.

Nilai VIM tertinggi yaitu pada kadar serat rami 0% dengan kadar aspal optimum 6,5% hal tersebut dikarenakan banyaknya aspal yang mengisi rongga antar agregat, sedangkan pada kadar aserat rami 0,2% dan 0,3% pada kadar aspal optimum 6%

menunjukkan bahwa penambahan kadar serat rami cenderung menurunkan nilai VIM, hal ini terjadi karena kadar serat rami mengisi ruang antar agregat., maka dari itu menjadi faktor dari menurunnya nilai VIM pada penelitian serat rami sebagai bahan tambah *filler*.

Nilai Stabilitas optimum yaitu 1126,19kg pada serat rami 0,2%, hal ini karena penambahan serat rami dapat mengakibatkan *durability* pada aspal semakin meningkat. Namun jika serat rami digunakan dengan kadar yang tinggi maka akan menurunkan nilai stabilitas.

Nilai Flow pada campuran yang menggunakan serat rami memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan yang tidak menggunakan serat rami, dapat dilihat bahwa nilai pada kadar serat rami 0% yaitu 2,62mm dan untuk nilai dengan kadar serat rami 0,3% yaitu 2,64 mm. hal itu dikarenakan penggunaan serat rami dapat dapat menurunkan nilai *flow* yang akan membuat campuran akan cenderung lebih kaku.

Nilai MQ yang didapat mengalami peningkatan hingga nilai optimumnya, setelah itu nilai *Marshall Quotient* (MQ) akan mengalami penurunan, pada penambahan serat rami ini dapat meningkatkan kelenturan pada campuran jika dalam kadar yang tepat, jika berlebihan akan menghasilkan campuran yang lebih kaku dan mudah retak, sehingga campuran mudah teroksidasi yang mengakibatkan pengelupasan pada lapis perkerasan. Namun seluruhnya memenuhi spesifikasi umum bina marga 2018 Revisi 2.

### **5.5.2 Hasil Pengujian Stabilitas Marshall Sisa**

Rekapitulasi hasil pengujian stabilitas Marshall penggunaan serat rami dengan kadar serat rami 0%, 0,1%, 0,2% dan 0,3% menggunakan kadar aspal optimum dapat dilihat Pada Tabel Dibawah ini :

**Tabel 5.21** Rekapitulasi Hasil Pengujian Stabilitas *Marshall* Sisa

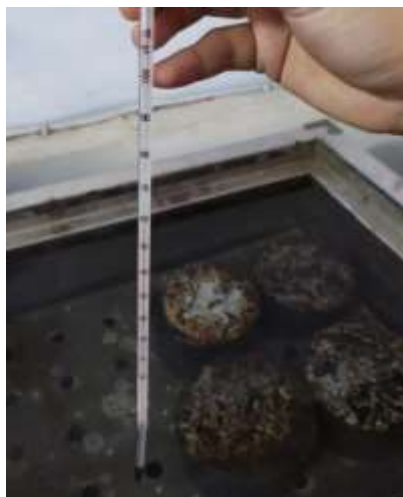
Jenis Pengujian	Kadar Serat Rami	Kadar Aspal Optimum	Hasil Pengujian	Minimal 90%
Stabilitas Marshall Sisa (kg)	0	6	948,93	889,623
	0,1	6	1020,20	966,504
	0,2	6,5	1064,25	1013,574
	0,3	6,5	1010,58	952,383

(Sumber : Qurrotul Milania, 2023)

Stabilitas Marshall sisa dilakukan untuk melihat nilai keawetan dari campuran yang ditunjukkan dengan indeks perendaman dan penurunan pada nilai stabilitas. Hal ini untuk mendapatkan rongga udara campuran yang besar dengan kondisi yang ekstrim sehingga didapatkan campuran yang lebih fleksibel meskipun dalam kondisi terburuk sekalipun.

Hasil pengujian dapat dilihat bahwa nilai stabilitas Marshall sisa mengalami kenaikan ketika penambahan kadar serat rami dengan masing-masing kadar aspal optimumnya. Hal ini disebabkan karena penggunaan serat rami yang dapat membatu sifat saling mengunci antar agregat menjadi baik sehingga menaikkan nilai stabilitas pada Marshall sisa juga dalam penggunaan serat rami dapat memperkecil rongga dalam campuran menjadi kedap.

Berdasarkan hasil rekapitulasi stabilitas marshall sisa dapat dilihat pada **Tabel 5.20**. Stabilitas marshall sisa pada kadar serat rami 0%, 0,1%, 0,2% dan 0,3% memenuhi spesifikasi umum divisi 6 bina marga tahun 2018. Sehingga hal ini dapat disimpulkan bahwa campuran aspal tersebut dapat bertahan terhadap pengaruh cuaca, air, temperatur atau keausan akibat gesekan kendaraan.



**Gambar 5.28** Perendaman Benda Uji Pada *Water Bath* Dengan Suhu 60°  
(Sumber: Qurrotul Milania, 2023)

### 5.6 Penentuan Proporsi Ideal yang Memenuhi Semua Karakteristik Campuran Beraspal

Penentuan proporsi ideal yang memenuhi semua karakteristik marshall campuran beton aspal pada penggunaan kadar serat rami dimaksudkan untuk menentukan proporsi ideal pencampuran serat rami efektif dalam campuran. Berikut rekapitulasi hasil analisis penentuan proporsi ideal penambahan serat rami yang sudah memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 ditunjukkan pada **Tabel 5.22**.

**Tabel 5.22** Hasil Analisis Proporsi Ideal Penambahan Kadar Serat Rami dengan Kadar Aspal Optimum

Kadar Serat Rami	Kadar Aspal Optimum	VIM	VMA	Stabilitas	Flow	MQ	Stabilitas Marshall Sisa
		3 - 5	Min. 17	Min. 800	2 - 4	Min. 250	
0	6,5	4,92	19,13	988,47	2,62	377,91	889,623
0,1	6,5	4,46	18,74	1073,89	2,65	405,15	966,504
0,2	6	3,91	17,26	1126,19	2,76	408,77	1013,574
0,3	6	3,75	17,12	1058,20	2,64	400,39	952,383

(Sumber : Qurrotul Milania, 2023)

Pada **Tabel 5.22** diatas dapat ditentukan proporsi ideal penggunaan serat rami pada campuran aspal berdasarkan nilai pada setiap proporsi campuran yang memenuhi semua karakteristik marshall campuran sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6 untuk jenis campuran *Stone Mastic Asphalt* (SMA).

## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang di lakukan pada penggunaan serat rami pada campuran *Stone Mastic Asphalt* (SMA) dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Penggunaan serat rami pada pengujian aspal dengan metode *Stone Mastic Asphalt* (SMA) yaitu akan dapat meningkatkan nilai stabilitas sampai dengan kadar serat rami 0,2% dan terjadi penurunan pada kadar serat rami 0,3%, kemudian hasil *marshall* pada KAO tidak menaikan nilai kadar aspal dalam campuran ini, hal tersebut disebabkan karena terjadinya penurunan nilai kadar aspal sebesar 0,5% terhadap kadar aspal tanpa serat dan penambahan serat sebesar 0,1%.
- b. Untuk hasil nilai kadar optimum yang di dapat, dengan penggunaan serat rami yaitu mengalami penurunan pada kadar aspal optimumnya dengan nilai kadar serat rami 0,3% dikarenakan serat rami dapat membantu ikatan antar agregat menjadi lebih baik dan meningkatkan kekakuan pada campuran. Pada hasil MQ juga menjelaskan bahwa semakin tinggi kadar aspal dan semakin banyak serat rami yang digunakan maka semakin kecil kadar optimumnya.

#### **6.2 Saran**

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian yang di lakukan pada penggunaan serat rami dapat diberikan saran sebagai berikut :

- a. Perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait campuran aspal dengan metode *Stone Mastic Asphalt* (SMA) menggunakan serat rami, agar mengetahui lebih detail dalam penelitian ini.
- b. Dalam pelaksanaan pembuatan maupun pengujian dalam penelitian ini harus lebih teliti untuk mengurangi dampak dari kesalahan akibat peneliti, supaya hasil akhir dari penelitian ini dapat menghasilkan hasil yang jauh lebih maksimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alifuddin, A., & Arifin, W. (2020). Analisis Durabilitas Campuran Split Mastic Asphalt (SMA) Terhadap Penggunaan Serat Selulosa (Serat Asbes). *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 5(2), 67–78.
- Amirudin, N. A. (2019). *Pengaruh Penambahan Serat Karung Goni (Serat Rami) Pada Campuran Asphalt Treated Base (Atb) Ditinjau Dari Uji Marshall. 2.*
- Annisa, H., & Yunus, I. (2023). Analisis Penggunaan Serat Jute Pada Campuran Laston Ac-Wc Terhadap Peningkatan Nilai Kuat Tarik Tidak Langsung. 1(2), 38–48.
- Arifin, S. (Syamsul), Kasan, M. (M), & Pradani, N. (Novita). (2007). Pengaruh Nilai Abrasi Agregat terhadap Karakteristik Beton Aspal. *Smartek*, 5(1), 221733.
- Aspal, D. A. N., & Cara, D. (1991). *Metode Pengujian Kehilangan Berat Minyak a – B. 2440.*
- Badan Standarisasi Nasional. (2011a). SNI 2441:2011 tentang Cara Uji Berat Jenis Aspal Keras. *Badan Standar Nasional Indonesia.*
- Badan Standarisasi Nasional. (2011b). *SNI 7729 Cara uji viskositas aspal pada temperatur tinggi.*
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2020). Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2). *Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat, Oktober*, 1036.
- Fadhil, R. nugroho. (2020). ( *the Effect of Waste Oil As Reclaimed Asphalt.*
- Hidayat, M. I. (2021). *Pengaruh Metode Pencampuran Dua Tahap Terhadap Karakteristik Campuran Stone Matrix Asphalt Dengan Bahan Ikat Aspal Pen 60/70 Dan Aspal Crumb Rubber.*
- Ilham, M., & Istiqlaliyah, H. (2019). Pemanfaatan Serat Rami (Boehmeria Nivea) Sebagai Bahan Komposit Bermatrik Polimer. *Jurnal Mesin Nusantara*, 2(1), 34–41.
- Kaseke, O. H., & Sendow, T. K. (2015). *Karakteristik Marshall. 3(1).*
- Laoli, M. E., Kaseke, O. ., Manoppo, M. R. ., & Jansen, F. (2013). Kajian Penyebab Perbedaan Nilai Berat Jenis Maksimum Campuran Beraspal Panas Yang Dihitung Berdasarkan Metode Marshall Dengan Yang Dicari Langsung



- Berdasarkan Aashto T209. *Jurnal Sipil Statik*, 1(2), 128–132.
- Mahani, I. (2019). *Jurusan teknik sipil dan perencanaan fakultas teknik universitas sriwijaya 2019*.
- Marbun, O., Pramono, & Suroso, P. (2017). The Usage of Ramie Fiber ( *Boehmeria Nivea* ) in order to Increase The Content of Asphalt In The Mix of Graded Asphalt. *Jurnal Inersia Teknik Sipil Politeknik Negeri Samarinda*, IX(2), 50–57.
- Minnesota Department of Transportation. (2005). *Stone Matrix Asphalt (SMA) Specifications*. 1–10.
- Mukhtar Thahir Syarkawi, A. J. G. S. R. R. (2019). *Analisa Deformasi Penggunaan Limbah Marmer sebagai Filler pada Campuran Aspal Beton*. 28–40.
- Nugroho, M. S. (2019). Karakteristik Marshall Quotient Pada Hot Mix Asphalt Menggunakan Agregat Alam Sungai Opak. *INERSIA: LNformasi Dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 15(2), 84–91.
- Nur, H. S., & Muharam, L. M. F. (2022). Analisis Karakteristik Campuran Aspal Panas Split Mastic Asphalt (SMA) menggunakan Bahan Tambah Buton Granular Asphalt (BGA) dan Tongkol jagung. *Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil UNIDAYAN*, 11(2), 59–62.
- PRAMURTI DEWI UTAMI. (2018). PERANCANGAN LABORATORIUM CAMPURAN STONE MATRIX ASPHALT (SMA) MENGGUNAKAN ASPAL SHELL PEN 60/70 DAN ASPAL MODIFIKASI ELVALOY. *Bitkom Research*, 63(2), 1–3.  
[http://forschungsunion.de/pdf/industrie\\_4\\_0\\_umsetzungsempfehlungen.pdf](http://forschungsunion.de/pdf/industrie_4_0_umsetzungsempfehlungen.pdf)  
[0Ahttps://www.dfki.de/fileadmin/user\\_upload/import/9744\\_171012-KI-Gipfelpapier-online](https://www.dfki.de/fileadmin/user_upload/import/9744_171012-KI-Gipfelpapier-online).
- Purnama, A., yoyok, & wigih. (2022). Penelitian Kualitas Pasir Dari Daerah Gunung Kelud Kabupaten Kediri (Sand Quality Research From Kelud Mountain Area Kediri Regency). *Jurnal Teknik Sipil Universitas Tulungagung*, 2(2), 1–25.
- Raharjo, T. (2008). “ Study Eksperimental Pemanfaatan Serat Rami (*Boehmeria Nivea*) Sebagai Bahan Penguat Komposit Polimer Matrik Polistiren.” *Flywheel*, 1(Juni 2008), 27–33.

- SNI 06-2434. (2011). Cara Uji Titik Lembek Aspal dengan Alat Cincin dan Bola (Ring and Ball). *Badan Standardisasi Nasional*, 1–17.
- SNI ASTM C 136. (2012). SNI ASTM C 136-2012 Metode uji untuk analisis saringan agregat halus dan agregat kasar. *Badan Standardisasi Nasional*, 24.
- Sukirman, S. (2003). *Diilsar-dasar Perencanaan Geometrft Jdan*.
- Sukirman, S. (2016). Beton Aspal Campuran Panas. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).

**LAMPIRAN 1**  
**Administrasi**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Smp-01

Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**SURAT PERMOHONAN SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI**

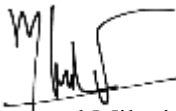
Yang bertanda tangan di bawah ini, saya mahasiswa Program Sarjana Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

Nama Mahasiswa : Qurrotul Milania  
Nomor Mahasiswa : 3336180061  
Alamat Mahasiswa : Jl. Bhayangkara No.10 RT/RW, 002/024 Kel.Sumur Pecung, Kec.  
Serang- BANTEN  
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T  
2. Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc

dengan prestasi studi 3,37 sampai dengan tanggal: 15 Desember 2022 seperti terlampir. Dengan ini saya mengajukan permohonan untuk dapat menyelenggarakan seminar proposal skripsi.

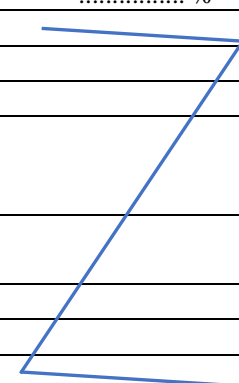
Cilegon, 15 Desember 2022

Pemohon,



Qurrotul Milania

**PEMERIKSAAN (oleh Koord. Skripsi)**

No	Perihal	Catatan
1.	Hasil studi kumulatif ( $\geq 116$ sks dan $IPK \geq 2,00$ )	..... SKS & IPK .....
2.	Nilai D maksimal 10% dari total SKS mata kuliah	..... %
3.	Kerja Praktek	
4.	Mengontrak mata kuliah Skripsi dalam KRS berjalan	
5.	Melakukan pendaftaran pada SISTA (TA-01)	
6.	Draf proposal telah disetujui Dosen Pembimbing (TA-02) Salinan sebanyak 4 eksemplar masing-masing untuk pembimbing dan penguji	
7.	Naskah seminar telah disetujui Dosen Pembimbing (TA-02) Salinan sebanyak 10-15 eksemplar untuk peserta sidang	
8.	Berita Acara Seminar Proposal (Smp-02)	
9.	Lembar saran & masukan (Smp-03)	
10.	Daftar hadir dosen (Smp-04)	
11.	Daftar hadir peserta seminar (Smp-05)	

Seminar tersebut dapat dilaksanakan, waktu dan tempat seminar harap dikonsultasikan dengan Dosen Pembimbing dan Dosen Penguji.

Cilegon, 15 Desember 2022

Koordinator Skripsi,



Siti Asyiah, S.Pd., M.T.

NIP. 198601312019032009

Dibuat rangkap 2 untuk:

1. Mahasiswa ybs
2. Koord. Skripsi



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jendral Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**FORM PERSETUJUAN TANGGAL SIDANG**

Nama : Qurrotul Milania  
NIM : 3336180061  
Jurusan : Teknik Sipil  
Rencana Sidang : Seminar Proposal/ ~~Seminar Hasil/ Sidang Akhir~~ \*)  
Waktu Sidang :  
Hari/ Tanggal : Senin, 26 Desember 2022  
Jam : 10.00 WIB

No	Nama Dosen	Pembimbing	Penguji	Tanda Tangan
1	Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T	I		Tanggal: 26-12-2022 Paraf:
2	Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc	II		Tanggal: 26-12-2022 Paraf:
3	Rama Indera Kusuma, S.T., M.T		I	Tanggal: 26-12-2022 Paraf:
4	Woelandari Fathonah, S.T., M.T		II	Tanggal: 26-12-2022 Paraf:

Cilegon, 16 Desember 2022  
Koordinator TA

Siti Asyiah, S.Pd., M.T.  
NIP. 198601312019032009

\*) coret yang tidak perlu



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman : ft.untirta.ac.id

No. : 099/UN43.3.6/PT.01.00/2022  
Perihal : Undangan Seminar Proposal Skripsi  
Lamp. : -

Kepada Yth. :

1. Rama Indera Kusuma, S.T., M.T. (Penguji I)
2. Woelandari Fathonah, S.T., M.T. (Penguji II)
3. Dr. Rindu Twidi Bethary, ST., MT (Penguji III/ Pembimbing I)
4. Dwi Esti Intari, ST., M.Sc. (Penguji IV/ Pembimbing II)

Dengan Hormat,

Dengan ini kami mengundang bapak/Ibu pada Seminar Proposal Skripsi dari mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, atas nama :

Nama : Qurrotul Milania  
NIM : 3336180061  
Judul : Analisis Penggunaan Serat Rami Pada Campuran *Stone Mastic Asphalt* (SMA).

Adapun Seminar Proposal Skripsi atas nama mahasiswa tersebut di atas, akan diselenggarakan pada:

Hari/Tgl : Senin, 26 Desember 2022  
Waktu : 10.00 WIB s/d Selesai  
Tempat : via online (daring)

Demikian surat undangan ini kami sampaikan, atas perhatian dan kehadiran bapak/ibu kami ucapkan banyak terimakasih

Cilegon, 23 Desember 2022  
Ketua Jurusan Teknik Sipil

**Dr. Subekti, S.T., M.T.**  
NIP. 197506122008011020

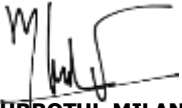
**FORM PENDAFTARAN TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Lengkap : QURROTUL MILANIA  
NIM : 3336180061  
Tempat/Tgl Lahir : SERANG/05 Januari 2000  
Program Studi : Teknik Sipil  
Semester Mulai :  
Jumlah SKS yang sudah diselesaikan : 145 SKS  
IPK : 3.37  
Topik TA : Transportasi  
Judul TA : Analisis Penggunaan Serat Rami Pada Campuran Stone Mastic Asphalt (SMA).  
Judul Asing : *Analysis of the Use of Hemp Fiber in Stone Mastic Asphalt (SMA) Mixtures*

Dengan Persyaratan:

Cilegon, 14 Desember 2023  
Pendaftar,



**QURROTUL MILANIA**  
NIM. 3336180061

Mengetahui,  
Pembimbing Akademik,



**Dr.. SUBEKTI, S.T., M.T.**  
NIP. 197506122008011020

Menyetujui  
Pembimbing I,






**Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T**  
NIP. 198212062010122001



## FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : QURROTUL MILANIA  
 NIM : 3336180061  
 Program Studi : TEKNIK SIPIL - S1 Reguler  
 Semester : Ganjil Tahun Akademik 2022/2023  
 Pembimbing 1 : Dr.. RINDU TWIDI BETHARY, S.T., M.T.

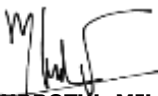
Judul Tugas Akhir:  
 Analisis Penggunaan Serat Rami pada Campuran Stone Mastic Asphalt (SMA)

No	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
1.	06-06-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tambahkan ketertarikan dengan penelitian yang ada, apa keterbaruannya</li> <li>- Dari hasil penelitian coba di buat resumanya seperti apa</li> <li>- Tambahkan penelitian penggunaan serat lainnya</li> <li>- Tambahkan literatur pada bab 3</li> <li>- Tambahkan pengujian lainnya yang ada di laboratorium untirta</li> <li>- Penentuan serat darimana,tambahkan?</li> </ul>	
2.	26-08-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pendahuluan tambahkan studi literatur</li> <li>- Seragamkan kata aspal gradasi senjang dengan metode SMA.</li> <li>- Perbaiki jumlah benda uji kadar kadar aspal.</li> <li>- Tambahkan pengujian aspal.</li> </ul>	
3.	14-11-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki, tambahkan referensi yang mendukung penelitian ini, hasilnya bagaimana</li> <li>- berdasarkan studi literatur sebutkan referensinya</li> <li>- sebutkan dan jelaskan variasi serat rami di latar belakang</li> <li>- Jurnal diurutkan sesuai tahun</li> <li>- Cek istilah binder rich mastic mortar</li> <li>- hubungkan terhadap kinerja campuran beraspal, cari studi literturnya</li> <li>- belum ada penjelasan pembuatan serat rami yang akan dijadikan filler?? bagaimana teknisnya, kemudian ukurannya berapa, cara dicampurnya bagaimana ?? diuraikan secara jelas</li> <li>- gambarkan gradasi saringan yg di gunakan</li> </ul>	
4.	22-11-2022	Tambahkan penelitian lain pada latar belakang	

**FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR**

5.	30-11-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gambarkan gradasi rencananya pada grafik gradasi agregat.</li> <li>- Tambahkan penjelasan mengenai serat rami secara detail bagaimana teknis campurannya, bagaimana teknis persiapan materialnya, menggunakan ukuran berapa dan jenis apa??? diuraikan secara detail di Bab IV.</li> </ul>	<i>Prid</i>
6.	05-12-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bagaimana teknis ukurannya menggunakan apa agar seragam.</li> </ul>	<i>Prid</i>
7.	12-12-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ACC Seminar Proposal</li> </ul>	<i>Prid</i>

Cilegon, 17 Juni 2023  
Mahasiswa,



**QURROTUL MILANIA**  
NIM. 3336180061

Mengetahui,  
Pembimbing Akademik,





**Dr. SUBEKTI, S.T., M.T.**  
NIP. 197506122008011020

**FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : QURROTUL MILANIA  
 NIM : 3336180061  
 Program Studi : TEKNIK SIPIL - S1 Reguler  
 Semester : Ganjil Tahun Akademik 2022/2023  
 Pembimbing 2 : Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.

Judul Tugas Akhir:  
 Analisis Penggunaan Serat Rami Pada Campuran Stone Mastic Asphalt (SMA)

No	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
1.	10-11-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki penulisan</li> <li>- Koreksi penulisan sumber</li> <li>- Lengkapi diagram proses pembuatan benda uji</li> <li>- Lengkapi daftar Pustaka (Mendeley)</li> <li>- Lengkapi gambar serat rami yang akan digunakan</li> <li>- Perbaiki tabel (jangan di scan)</li> <li>- lanjutan</li> </ul>	
2.	28-11-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ACC Seminar Proposal</li> </ul>	

Cilegon, 17 Juni 2023  
 Mahasiswa,



**QURROTUL MILANIA**  
 NIM. 3336180061

Mengetahui,  
 Pembimbing Akademik,



**Dr. SUBEKTI, S.T., M.T.**  
 NIP. 197506122008011020



# UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA

Jalan Raya Jakarta KM. 04 Pakupatan Kota Serang - Banten, Telp. 0254-280330, Faks. (0254)-281254

## TRANSKRIP AKADEMIK

### Sementara

Diberikan Kepada : **QURROTUL MILANIA**  
 Tempat, Tanggal Lahir : SERANG, 05 Januari 2000  
 Nomor Pokok Mahasiswa : 3336180061  
 Tanggal Kelulusan : -  
 Program Pendidikan : (S1)  
 Fakultas : TEKNIK  
 Program Studi : **TEKNIK SIPIL**  
**Terakreditasi B**  
 Nomor: 0901/SK/BAN-PT/Akred/S/III/2017 Tanggal 30 Maret 2022

No	Nomor Kode dan Nama Matakuliah	Prestasi			
		HM	AM	K	M
1	UNI622101 Agama	A-	3,75	2	7,50
2	TSP622105 Dasar-dasar Transportasi	A-	3,75	2	7,50
3	TEKSP622101 Fisika Dasar I	B+	3,50	2	7,00
4	TSP622103 Gambar Teknik	A-	3,75	2	7,50
5	TEKSP622105 Ilmu Lingkungan	B	3,00	2	6,00
6	TSP622107 Ilmu Ukur Tanah	A-	3,75	2	7,50
7	TEKSP622103 Kalkulus I	B	3,00	3	9,00
8	TEK614107 Kimia Dasar	B	3,00	2	6,00
9	UNI614103 Pendidikan Pancasila	A	4,00	2	8,00
10	TEK614105 Praktikum Fisika Dasar	A-	3,75	1	3,75
11	TSP614103 Statistik Teknik sipil	A-	3,75	2	7,50
12	TEKSP622102 Fisika Dasar 2	B+	3,50	2	7,00
13	TEKSP622104 Kalkulus 2	B	3,00	3	9,00
14	TSP622106 Kesehatan dan keselamatan kerja	B+	3,50	2	7,00
15	TSP622102 Konstruksi Bangunan	A	4,00	2	8,00
16	TSP614104 Mekanika Struktur I	B	3,00	3	9,00
17	UNI614102 Pendidikan Agama II	A-	3,75	2	7,50
18	UNI614104 Pendidikan Kewarganegaraan	A	4,00	2	8,00
19	TSP622110 Praktikum Gambar Teknik	C+	2,50	1	2,50
20	TSP614108 Praktikum Ilmu Ukur Tanah	B	3,00	1	3,00
21	TSP622108 Teknik Lalu Lintas	B	3,00	2	6,00
22	TSP622205 Bandar Udara	B	3,00	2	6,00
23	TSP622201 Hidrologi	B	3,00	2	6,00
24	TEKSP622201 Kalkulus 3	C	2,00	2	4,00
25	TSP622211 Mekanika Bahan	A-	3,75	3	11,25
26	TSP622209 Mekanika Fluida dan Hidrolika	B	3,00	2	6,00
27	TSP622213 Mekanika Tanah 1	A-	3,75	2	7,50
28	TSP622203 Pemindahan Tanah Mekanis & Alat Berat	A-	3,75	2	7,50
29	TSP622215 Praktikum Hidrolika	B	3,00	1	3,00
30	TSP622217 Praktikum Teknologi Beton	A-	3,75	1	3,75

Nama: QURROTUL MILANIA

Nomor Pokok Mahasiswa: 3336180061

No	Nomor Kode dan Nama Matakuliah	Prestasi				
		HM	AM	K	M	
31	TSP622207	Rel Kereta Api	B+	3,50	2	7,00
32	TSP619203	Teknologi Beton	B	3,00	2	6,00
33	TSP622202	Drainase	A-	3,75	2	7,50
34	TSP622204	Irigasi dan Bangunan Air	B+	3,50	2	7,00
35	TEKSP622202	Kalkulus 4	B+	3,50	2	7,00
36	TSP622212	Manajemen Proyek	B+	3,50	2	7,00
37	TSP622210	Mekanika Tanah 2	B-	2,75	2	5,50
38	TSP622206	Pemograman Teknik Sipil	B	3,00	2	6,00
39	TSP622218	Praktikum Mekanika Tanah	A	4,00	1	4,00
40	TSP622214	Struktur Beton 1	C	2,00	2	4,00
41	TSP622208	Struktur Statis Tak Tentu	B+	3,50	3	10,50
42	TSP622216	Teknik Pantai	B+	3,50	2	7,00
43	TSP622303	Analisa Struktur Metode Matriks	B	3,00	3	9,00
44	UNI622305	Bahasa Indonesia	B+	3,50	2	7,00
45	TEKSP622301	Metode Numerik	B	3,00	2	6,00
46	TSP622301	Perencanaan Struktur Geometri Jalan	B+	3,50	2	7,00
47	TSP619319	Praktikum Pemograman Teknik Sipil	A-	3,75	1	3,75
48	TSP622305	Rekayasa Pondasi 1	B	3,00	2	6,00
49	TSP622307	Struktur Baja 1	B+	3,50	2	7,00
50	TSP622309	Struktur Beton 2	C+	2,50	2	5,00
51	TSP622300	Kerja Praktek	A	4,00	2	8,00
52	UNI622304	Kuliah Kerja Mahasiswa (KKM)	A	4,00	3	12,00
53	TSP622312	Metodologi Penelitian	B-	2,75	2	5,50
54	TSP622304	Perencanaan Perkerasan Jalan	A-	3,75	2	7,50
55	TSP622314	Praktikum Perkerasan Jalan	A-	3,75	1	3,75
56	TSP622306	Rekayasa Pondasi 2	B-	2,75	2	5,50
57	TSP622308	Struktur Baja 2	A	4,00	2	8,00
58	TSP622302	Struktur Kayu	A-	3,75	2	7,50
59	UNI622302	Studi Kebantenan	B-	2,75	2	5,50
60	TSP622310	Teknik Gempa	C+	2,50	2	5,00
61	TEK614302	Teknologi Besi Baja	B+	3,50	2	7,00
62	UNI622401	English for Academic Purpose	B	3,00	2	6,00
63	TSP622403	Kewirausahaan Teknik Sipil	A	4,00	2	8,00

Nama: QURROTUL MILANIA

Nomor Pokok Mahasiswa: 3336180061

No	Nomor Kode dan Nama Matakuliah	Prestasi				
		HM	AM	K	M	
64	TSP622410	Manajemen Lalu lintas	B+	3,50	2	7,00
65	TSP622411	Mekanika Tanah Lanjut	A-	3,75	2	7,50
66	TSP622407	Metode Pelaksanaan Konstruksi	A	4,00	2	8,00
67	TSP622405	Pelabuhan	A-	3,75	2	7,50
68	TSP622401	Perencanaan Struktur Gedung	C+	2,50	2	5,00
69	TSP622414	Teknik Lalu lintas Lanjut	A	4,00	2	8,00
70	UNI622403	Teknologi dan Transformasi Digital	A-	3,75	2	7,50
71	TSP622404	Aspek Hukum Teknik Sipil	A-	3,75	2	7,50
72	TSP622402	Jembatan	B	3,00	2	6,00
73	TSP622423	Perencanaan Angkutan Umum	A-	3,75	2	7,50
Judul: Analisis Penggunaan Serat Rami Sebagai Bahan Tambah Untuk Meningkatkan Kadar Aspal dengan Metode Campuran Stone Mastic Asphalt (SMA).						
		Jumlah		145	489	
		Indeks Prestasi : 3,37				

Predikat Kelulusan	: Memuaskan
-----------------------	-------------

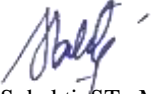
Keterangan:

HM = Huruf Mutu    AM = Angka Mutu

K = Kredit         M = Mutu

Serang, 13 Desember 2022

KETUA JURUSAN TEKNIK SIPIL



Dr. Subekti, ST., M.T  
NIP 197506122008011020

NIP



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Smp-02

Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI  
JURUSAN TEKNIK SIPIL UNTIRTA**

Pada hari ini senin tanggal 26 bulan Desember tahun 2022, telah dilaksanakan Seminar Proposal Skripsi dari mahasiswa/mahasiswi, yaitu :

Nama : Qurrotul Milania  
NPM : 3336180061  
Judul Skripsi : Analisis Penggunaan Serat Rami Pada Campuran *Stone Mastic Asphalt (SMA)*.

Dosen pembimbing I : Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T

Dosen pembimbing II: Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc

Dosen Penguji I : Rama Indera Kusuma, S.T., M.T

Dosen Penguji II : Woelandari Fathonah, S.T., M.T

Dari Seminar Proposal Skripsi ini dinyatakan bahwa mahasiswa tersebut telah dinyatakan ~~MEMENUHI PERSYARATAN / TIDAK MEMENUHI PERSYARATAN~~ untuk melanjutkan Penelitian (Skripsi) \*)

Demikian Berita Acara ini dibuat dan selanjutnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Cilegon, 26 Desember 2022

Dosen Penguji I

Rama Indera Kusuma, S.T., M.T  
NIP. 198108333006041001

Dosen Penguji II

Woelandari Fathonah, S.T., M.T  
NIP. 199012292019032021

Dosen Pembimbing I

Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T  
NIP. 198212062010122001

Dosen Pembimbing II

Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc  
NIP. 198601242014042001

**Ket** : \*) coret yang tidak perlu  
CC : Arsip



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Smp-03

Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

SARAN / MASUKAN  
SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Senin, 26 Desember 2022 Waktu : 10.00 WIB  
Nama Peserta : Qurrotul Milania NPM : 3336180061  
Judul Skripsi : Analisis Penggunaan Serat Rami Pada Campuran *Stone Mastic Asphalt*  
(SMA).

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
1.		Pelajari kembali terkait lapisan pada aspal, dan fungsinya.	
2.		Coba cari tahu kembali perbandingan antara aspal murni dengan aspal yang menggunakan bahan tambah serat rami.	
3.		Jelaskan lebih detail pengambilan presentase pada serat rami.	
4.		Manfaat penelitian point 3 tolong diperbaiki.	
5.		Lokasi tempat serat rami dan harganya.	





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
**FAKULTAS TEKNIK**

Smp-03

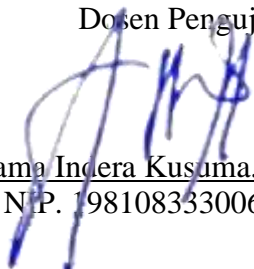
Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

---

--	--	--	--

Cilegon, 26 Desember 2022

Dosen Penguji I

  
Rama Indera Kusuma, S.T., M.T  
N.P. 198108333006041001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Smp-03

Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

SARAN / MASUKAN  
SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Senin, 26 Desember 2022 Waktu : 10.00 WIB  
Nama Peserta : Qurrotul Milania NPM : 3336180061  
Judul Skripsi : Analisis Penggunaan Serat Rami Pada Campuran *Stone Mastic Asphalt*  
(SMA).

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.

Cilegon, 26 Desember 2022

Dosen Pembimbing II

Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc  
NIP. 198601242014042001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Smp-03

Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

SARAN / MASUKAN  
SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Senin, 26 Desember 2022 Waktu : 10.00 WIB  
Nama Peserta : Qurrotul Milania NPM : 3336180061  
Judul Skripsi : Analisis Penggunaan Serat Rami Pada Campuran *Stone Mastic Asphalt*  
(SMA).

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.

Cilegon, 26 Desember 2022

Dosen Pembimbing I

Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T  
NIP. 198212062010122001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Smp-03

Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

SARAN / MASUKAN  
SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Senin. 26 Desember 2022 Waktu : 10.00 WIB  
Nama Peserta : Qurrotul Milania NPM : 3336180061  
Judul Skripsi : Analisis Penggunaan Serat Rami Pada Campuran *Stone Mastic Asphalt*  
(SMA).

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
1.		Tolong tambahkan dilatar belakang untuk benang merah pada studi literatur sebelumnya ,lebih di perjelas lagi.	
2.		Setiap metode pada penelitian tolong jabarkan secara detail baik benda uji , pengolahan serat rami maupun cara uji dari tiap agregat yang akan digunakan.	
3.		Membuat tabel terkait spesifikasi bahan.	



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
**FAKULTAS TEKNIK**

Smp-03

Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

---

--	--	--	--

Cilegon, 26 Desember 2022

Dosen Penguji II

Woelandari Fathonah, S.T., M.T  
NIP. 199012292019032021



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Smp-04

Jl. Jendral Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**DAFTAR HADIR SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI**

Hari/Tgl : Senin, 26 Desember 2022  
Waktu : 10.00 WIB  
Nama Peserta : Qurrotul Milania  
NPM : 3336180061  
Judul Skripsi : Analisis Penggunaan Serat Rami Pada Campuran *Stone Mastic Asphalt*  
(SMA).

NO	NAMA	NIP	TANDA-TANGAN
1.	Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T	198212062010122001	1.
2.	Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc	198601242014042001	2.
3.	Rama Indera Kusuma, S.T., M.T	198108333006041001	3.
4.	Woelandari Fathonah, S.T., M.T	199012292019032021	4.

Cilegon, 26 Desember 2022  
Koordinator Skripsi

Siti Asyiah S.Pd., M.T.  
NIP.198601312019032009



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Smp-05

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**DAFTAR HADIR SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI**

Hari/Tgl : Senin, 26 Desember 2022

Waktu : 10.00 WIB

Nama Peserta : Qurrotul Milania

NPM : 3336180061

Judul Skripsi : Analisis Penggunaan Serat Rami Pada Campuran *Stone Mastic Asphalt (SMA)*.

NO	NAMA	NPM	TANDA-TANGAN	KET.
1	Tyanna Felia Edrianty	3336180013	1	
2	Salma Nur Fitri Ana	3336180056	2	
3	Rebecca Nauli S.	333618003	3	
4	Elfrida Yohana	3336180040	4	
5	Nada Shafa Soraya G.	3336180035	5	
6	Isyfa Shafira	3336180010	6	
7	Graciela Febriyanti Zulfa	3336180065	8	
8	Danang Pinandito Satyagama	3336180053	9	

Cilegon, 26 Desember 2022




Koordinator Skripsi

Siti Asyiah S.Pd.M.T.  
NIP.198601312019032009

## FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : QURROTUL MILANIA  
 NIM : 3336180061  
 Program Studi : TEKNIK SIPIL - S1 Reguler  
 Semester : Ganjil Tahun Akademik 2022/2023  
 Pembimbing 1 : Dr.. RINDU TWIDI BETHARY, S.T., M.T.

Judul Tugas Akhir:  
 Analisis Penggunaan Serat Rami pada Campuran Stone Mastic Asphalt (SMA)

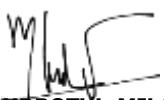
No	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
1.	06-06-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tambahkan ketertarikan dengan penelitian yang ada, apa keterbaruannya</li> <li>- Dari hasil penelitian coba di buat resumanya seperti apa</li> <li>- Tambahkan penelitian penggunaan serat lainnya</li> <li>- Tambahkan literatur pada bab 3</li> <li>- Tambahkan pengujian lainnya yang ada di laboratorium untirta</li> <li>- Penentuan serat darimana,tambahkan?</li> </ul>	
2.	26-08-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pendahuluan tambahkan studi literatur</li> <li>- Seragamkan kata aspal gradasi senjang dengan metode SMA.</li> <li>- Perbaiki jumlah benda uji kadar kadar aspal.</li> <li>- Tambahkan pengujian aspal.</li> </ul>	
3.	14-11-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki, tambahkan referensi yang mendukung penelitian ini, hasilnya bagaimana</li> <li>- berdasarkan studi literatur sebutkan referensinya</li> <li>- sebutkan dan jelaskan variasi serat rami di latar belakang</li> <li>- Jurnal diurutkan sesuai tahun</li> <li>- Cek istilah binder rich mastic mortar</li> <li>- hubungkan terhadap kinerja campuran beraspal, cari studi literturnya</li> <li>- belum ada penjelasan pembuatan serat rami yang akan dijadikan filler?? bagaimana teknisnya, kemudian ukurannya berapa, cara dicampurnya bagaimana ?? diuraikan secara jelas</li> <li>- gambarkan gradasi saringan yg di gunakan</li> </ul>	
4.	22-11-2022	Tambahkan penelitian lain pada latar belakang	




**FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR**

5.	30-11-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gambarkan gradasi rencananya pada grafik gradasi agregat.</li> <li>- Tambahkan penjelasan mengenai serat rami secara detail bagaimana teknis campurannya, bagaimana teknis persiapan materialnya, menggunakan ukuran berapa dan jenis apa??? diuraikan secara detail di Bab IV.</li> </ul>	<i>Pid</i>
6.	05-12-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bagaimana teknis ukurannya menggunakan apa agar seragam.</li> </ul>	<i>Pid</i>
7.	12-12-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ACC Seminar Proposal</li> </ul>	<i>Pid</i>
8.	07-06-2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tambahkan penjelasan pada tiap pengujian agregat dan aspal sesuai atau tidaknya, harus terdapat Analisa pengaruh terhadap campuran tersebut.</li> <li>- Sesuaikan grafik dengan spesifikasi kementerian PUPR 2018.</li> <li>- Pada bab 6 lebih di jelasin hasilnya bagaimana dalam bentuk rangkuman penjelasan bukan di tulis hasil dari tiap pengujian.</li> </ul>	<i>Pid</i>
9.	09-06-2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penjelasan pada tiap pengujian agregat dan aspal harus merupakan arti nilai pengujian bukan definisi pengujian.</li> <li>- Hasil pengujian viskositas harus dalam bentuk cSt.</li> <li>- Buat penjelasan dari tiap tabel koefisien determinasi.</li> </ul>	<i>Pid</i>
10.	12-06-2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki, dicek semhas</li> <li>- Buat jadwal untuk semhas</li> <li>- ACC Seminar Hasil</li> </ul>	<i>Pid</i>

Cilegon, 17 Juni 2023  
Mahasiswa,

  
**QURROTUL MILANIA**  
NIM. 3336180061





Mengetahui,  
Pembimbing Akademik,

  
**Dr. SUBEKTI, S.T., M.T.**  
NIP. 197506122008011020

## FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : QURROTUL MILANIA  
 NIM : 3336180061  
 Program Studi : TEKNIK SIPIL - S1 Reguler  
 Semester : Ganjil Tahun Akademik 2022/2023  
 Pembimbing 2 : Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.

Judul Tugas Akhir:  
 Analisis Penggunaan Serat Rami Pada Campuran Stone Mastic Asphalt (SMA)

No	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
1.	10-11-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki penulisan</li> <li>- Koreksi penulisan sumber</li> <li>- Lengkapi diagram proses pembuatan benda uji</li> <li>- Lengkapi daftar Pustaka (Mendeley)</li> <li>- Lengkapi gambar serat rami yang akan digunakan</li> <li>- Perbaiki tabel (jangan di scan)</li> <li>- lanjutkan</li> </ul>	
2.	28-11-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ACC Seminar Proposal</li> </ul>	
3.	09-06-2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki font di tabel</li> <li>- Tambahkan dokumentasi untuk setiap pengujian agregat, aspal.</li> <li>- Perbaiki penamaan grafik</li> <li>- Tambahkan Analisa yang berkaitan dengan nilai <math>R^2</math></li> <li>- Perbaiki susunan kalimat, tulisan cetak miring, penempatan tabel, dll.</li> <li>- lanjutkan</li> </ul>	
4.	12-06-2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ACC Seminar Hasil</li> </ul>	

Cilegon, 17 Juni 2023  
 Mahasiswa,



**QURROTUL MILANIA**  
 NIM. 3336180061

Mengetahui,  
 Pembimbing Akademik,



**Dr. SUBEKTI, S.T., M.T.**  
 NIP. 197506122008011020



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-01

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**BERITA ACARA SEMINAR HASIL SKRIPSI  
JURUSAN TEKNIK SIPIL UNTIRTA**

Pada hari ini Jum'at tanggal 16 bulan Juni tahun 2023, telah dilaksanakan Seminar Hasil Skripsi dari mahasiswa/mahasiswi, yaitu :

Nama : Qurrotul Milania  
NPM : 3336180061  
Judul Skripsi : Analisis Penggunaan Serat Rami Pada Campuran *Stone Mastic Asphalt (SMA)*.

Dosen pembimbing I : Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T

Dosen pembimbing II: Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc

Dari Seminar Hasil Skripsi ini dinyatakan bahwa mahasiswa tersebut telah dinyatakan MEMENUHI PERSYARATAN / ~~TIDAK MEMENUHI PERSYARATAN~~ untuk melanjutkan ke Sidang Akhir \*)

Demikian Berita Acara ini dibuat dan selanjutnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Cilegon, 16 Juni 2023

Dosen Pembimbing I

Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T  
NIP. 198212062010122001

Dosen Pembimbing II

Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc  
NIP. 198601242014042001

**Ket** : \*) coret yang tidak perlu  
**CC** : Arsip



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-02

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**SARAN / MASUKAN  
SEMINAR HASIL SKRIPSI**

Hari/Tgl : Jum'at, 16 Juni 2023 Waktu : 08.30 WIB  
Nama Peserta : Qurrotul Milania NPM : 3336180061  
Judul Skripsi : Analisis Penggunaan Serat Rami Pada Campuran *Stone Mastic Asphalt*  
(SMA).

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.

Cilegon, 16, Juni 2023  
Dosen Pembimbing II

Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc  
NIP. 198601242014042001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-02

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**SARAN / MASUKAN  
SEMINAR HASIL SKRIPSI**

Hari/Tgl : Jum'at, 16 Juni 2023 Waktu : 08.30 WIB  
Nama Peserta : Qurrotul Milania NPM : 3336180061  
Judul Skripsi : Analisis Penggunaan Serat Rami Pada Campuran *Stone Mastic Asphalt*  
(SMA).

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
1.		Pastikan jelas apakah bahan tambah / pengganti filler.	
2.		Penulisan diperbaiki.	
3.		Perbaiki gambar viskositas.	
4.		Analisis campuran pada sub bab gradasi ditambahkan alasan dari campuran SMA.	
5.		Analisis volumetrik dan stabilitas, flow, MQ, nilai R <sup>2</sup> (Diperbaiki dan di tambahkan).	
6.		Analisis KAO, dan pada tahanan dua diperbaiki dan dilakukan hubunganterhadap serat rami.	
7.		Kesimpulan diperbaiki.	
8.		Tambahkan dokumentasi pengujain.	

Cilegon, 16, Juni 2023  
Dosen Pembimbing I

Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T  
NIP. 198212062010122001





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-03

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**DAFTAR HADIR SEMINAR HASIL SKRIPSI**

Hari/Tgl : Jum'at, 16 Juni 2023  
Waktu : 08.30 WIB  
Nama Peserta : Qurrotul Milania  
NPM : 3336180061  
Judul Skripsi : Analisis Penggunaan Serat Rami Pada Campuran *Stone Mastic Asphalt*  
(SMA).

NO	NAMA	NIP	TANDA-TANGAN
1.	Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M. T	198212062010122001	1. 
2.	Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc	198601242014042001	2. 

Cilegon, 16 Juni 2023  
Koordinator Skripsi



Siti Asyiah S.Pd., M.T.  
NIP.198601312019032009



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Hs1-04

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

DAFTAR HADIR SEMINAR HASIL SKRIPSI

Hari/Tgl : Jum.at, 16 Juni 2023  
Waktu : 08.30 WIB  
Nama Peserta : Qurrotul Milania  
NPM : 3336180061  
Judul Skripsi : Analisis Penggunaan Serat Rami Pada Campuran *Stone Mastic Asphalt* (SMA).

NO	NAMA	NPM	TANDA-TANGAN	KET.
1.	Maharani Izmy Sekar . A	3336200018	1.	
2.	Malik Agung Ramadhan	3336200121	2.	
3.	Yan Martin	3336180028	3.	
4.	Tyanna Felia Edrianty	3336180013	4.	
5.	Danang Pinandito Satyagama	3336180063	5.	
6.	Alvi Aditya. R	3336190057	6.	
7.	Ratu Anggita. A	3336190071	7.	
8.			8.	
9.			9.	
10.			10.	
11.			11.	
12.			12.	
13.			13.	
14.			14.	
15.			15.	

Cilegon, 16 Juni 2023  
Koordinator Skripsi

Siti Asyiah, S.Pd., M.T.  
NIP.198601312019032009



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-05

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**BUKTI PERBAIKAN LAPORAN HASIL SKRIPSI**

Nama Peserta : Qurrotul Milania  
NPM : 3336180061

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN
1.	Selasa/ 22 Juni 2023	Pastikan jelas apakah bahan tambah / pengganti filler.	1	3
2.	Selasa/ 22 Juni 2023	Penulisan diperbaiki.	1 – 6	1 – 67
3.	Selasa/ 22 Juni 2023	Perbaiki gambar viskositas.	5	43
4.	Selasa/ 22 Juni 2023	Analisis campuran pada sub bab gradasi ditambahkan alasan dari campuran SMA.	5	45
5.	Selasa/ 22 Juni 2023	Analisis volumetrik dan stabilitas, flow, MQ, nilai $R^2$ (Diperbaiki dan di tambahkan).	5	54 – 60
6.	Selasa/ 22 Juni 2023	Analisis KAO, dan pada tahan dua diperbaiki dan dilakukan hubungan terhadap serat rami.	5 6	62 – 63 67
7.	Selasa/ 22 Juni 2023	Kesimpulan diperbaiki.	5	34 - 66
8.	Selasa/ 22 Juni 2023	Tambahkan dokumentasi pengujian.		

Cilegon, 22 Juni 2023  
Dosen Pembimbing I

Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T  
NIP. 198212062010122001





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Ahr-01

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**SURAT PERMOHONAN SIDANG AKHIR SKRIPSI**

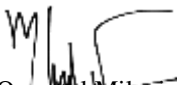
Yang bertanda tangan di bawah ini, saya mahasiswa Program Sarjana Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

Nama Mahasiswa : Qurrotul Milania  
Nomor Mahasiswa : 3336180061  
Alamat Mahasiswa : Jalan Bhayangkara No.10, RT.02 / RW.24, Kel. Sumur Pecung, Kec. Serang, Kota Serang – BANTEN.  
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T  
2. Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc

dengan prestasi studi 3,37 sampai dengan tanggal: 17 Juni 2023 seperti terlampir. Dengan ini saya mengajukan permohonan untuk dapat menyelenggarakan sidang akhir skripsi.

Cilegon, 17 Juni 2023

Pemohon,

  
Qurrotul Milania

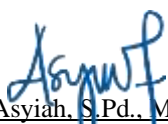
**PEMERIKSAAN (oleh Koord. Skripsi)**

No	Perihal	Catatan
1.	Hasil studi kumulatif ( $\geq 139$ sks dan $IPK \geq 2,00$ )	.....sks, IPK .....
2.	Hasil studi kumulatif (nilai D $\leq 10$ %)	Nilai D ..... %
3.	Draf laporan telah disetujui Dosen Pembimbing (TA-02) Salinan sebanyak 4 eksemplar	
4.	Formulir Pendaftaran (TA-03) dari Online: SISTA	
5.	Berita Acara Sidang Akhir (TA-04) dari Online: SISTA	
6.	Formulir Penilaian Skripsi (TA-05) dari Online: SISTA	
7.	Formulir Revisi Laporan Skripsi (TA-06) dari Online: SISTA	
8.	Daftar hadir dosen (Ahr-02)	
9.	Formulir saran & masukan (Ahr-03)	
10.	Transkrip Nilai Mahasiswa ditandatangani Mahasiswa	
11.	Form bukti pelaksanaan seminar hasil (Hsl-01 sampai Hsl-06)	
12.	Sertifikat TOEFL Lab. Bahasa FT. Untirta (Min. Score 400)	

Sidang Akhir tersebut dapat dilaksanakan, waktu dan tempat seminar harap dikonsultasikan dengan Dosen Pembimbing dan Dosen Penguji.

Cilegon, 17 Juni 2023

Koordinator Skripsi,

  
Siti Asyiah, S.Pd., M.T.  
NIP. 198601312019032009

Dibuat rangkap 3 untuk:

1. Mahasiswa ybs
2. Koordinator Skripsi



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jendral Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**FORM PERSETUJUAN TANGGAL SIDANG**

Nama : Qurrotul Milania  
NIM : 3336180061  
Jurusan : Teknik Sipil  
Rencana Sidang : ~~Seminar Proposal/ Seminar Hasil/ Sidang Akhir~~ \*)  
Waktu Sidang :  
Hari/ Tanggal : Selasa, 27 Juni 2023  
Jam : 13.00 WIB

No	Nama Dosen	Pembimbing	Penguji	Tanda Tangan
1	Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T	I		Tanggal: 27-06-2023 Paraf:
2	Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc	II		Tanggal: 27-06-2023 Paraf:
3	Rama Indera Kusuma, S.T., M.T		I	Tanggal: 27-06-2023 Paraf:
4	Woelandari Fathonah, S.T., M.T		II	Tanggal: 27-06-2023 Paraf:

Cilegon, 17 Juni 2023  
Koordinator TA

Siti Asyiah, S.Pd., M.T.  
NIP. 198601312019032009

\*) coret yang tidak perlu



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
**FAKULTAS TEKNIK**  
Jalan Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman : ft.untirta.ac.id

No. : 090/UN43.3.6/PT.01.00/2023  
Perihal : Undangan Sidang Akhir Skripsi  
Lamp. : -

Kepada Yth. :

1. Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T. (Ketua Sidang / Pembimbing I)
2. Rama Indera Kusuma, S.T., M.T. (Penguji I)
3. Woelandari Fathonah, S.T., M.T. (Penguji II)
4. Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc. (Penguji III/ Pembimbing II)

Dengan Hormat,

Dengan ini kami mengundang bapak/Ibu pada Sidang Akhir Skripsi dari mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, atas nama :

Nama : Qurrotul Milania  
NIM : 3336180061  
Judul : Analisis Penggunaan Serat Rami Pada Campuran Stone Mastic Asphalt (SMA).

Adapun Sidang Akhir Skripsi atas nama mahasiswa tersebut di atas, akan diselenggarakan pada:

Hari/Tgl : Selasa, 27 Juni 2023  
Waktu : 13.00 WIB s/d Selesai  
Tempat : Ruang Rapat Jurusan

Demikian surat undangan ini kami sampaikan, atas perhatian dan kehadiran bapak/ibu kami ucapkan banyak terimakasih

Cilegon, 21 Juni 2023  
Ketua Jurusan Teknik Sipil

**Dr. Subekti, S.T., M.T.**  
NIP. 197506122008011020

**FORM PENDAFTARAN TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

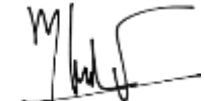
Nama Lengkap : QURROTUL MILANIA  
NIM : 3336180061  
Tempat/Tgl Lahir : SERANG/05 Januari 2000  
Program Studi : Teknik Sipil  
Semester Mulai :  
Jumlah SKS yang sudah diselesaikan : 145 SKS  
IPK : 3.37  
Topik TA : Transportasi

Judul TA : Analisis Penggunaan Serat Rami Pada Campuran Stone Mastic Asphalt (SMA).

Judul Asing : *Analysis of the Use of Hemp Fiber in Stone Mastic Asphalt (SMA) Mixture.*

Dengan Persyaratan:

Cilegon, 17 Juni 2023  
Pendaftar,



**QURROTUL MILANIA**  
NIM. 3336180061

Mengetahui,  
Pembimbing Akademik,



**Dr.. SUBEKTI, S.T., M.T.**  
NIP. 197506122008011020

Menyetujui  
Pembimbing I,






**Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T**  
NIP. 198212062010122001

## FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : QURROTUL MILANIA  
 NIM : 3336180061  
 Program Studi : TEKNIK SIPIL - S1 Reguler  
 Semester : Ganjil Tahun Akademik 2022/2023  
 Pembimbing 1 : Dr.. RINDU TWIDI BETHARY, S.T., M.T.


Judul Tugas Akhir:  
 Analisis Penggunaan Serat Rami pada Campuran Stone Mastic Asphalt (SMA)

No	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
1.	06-06-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tambahkan ketertarikan dengan penelitian yang ada, apa keterbaruannya</li> <li>- Dari hasil penelitian coba di buat resumanya seperti apa</li> <li>- Tambahkan penelitian penggunaan serat lainnya</li> <li>- Tambahkan literatur pada bab 3</li> <li>- Tambahkan pengujian lainnya yang ada di laboratorium untirta</li> <li>- Penentuan serat darimana,tambahkan?</li> </ul>	
2.	26-08-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pendahuluan tambahkan studi literatur</li> <li>- Seragamkan kata aspal gradasi senjang dengan metode SMA.</li> <li>- Perbaiki jumlah benda uji kadar kadar aspal.</li> <li>- Tambahkan pengujian aspal.</li> </ul>	
3.	14-11-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki, tambahkan referensi yang mendukung penelitian ini, hasilnya bagaimana</li> <li>- berdasarkan studi literatur sebutkan referensinya</li> <li>- sebutkan dan jelaskan variasi serat rami di latar belakang</li> <li>- Jurnal diurutkan sesuai tahun</li> <li>- Cek istilah binder rich mastic mortar</li> <li>- hubungkan terhadap kinerja campuran beraspal, cari studi literturnya</li> <li>- belum ada penjelasan pembuatan serat rami yang akan dijadikan filler?? bagaimana teknisnya, kemudian ukurannya berapa, cara dicampurnya bagaimana ?? diuraikan secara jelas</li> <li>- gambarkan gradasi saringan yg di gunakan</li> </ul>	
4.	22-11-2022	Tambahkan penelitian lain pada latar belakang	

## FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

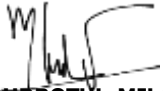
5.	30-11-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gambarkan gradasi rencananya pada grafik gradasi agregat.</li> <li>- Tambahkan penjelasan mengenai serat rami secara detail bagaimana teknis campurannya, bagaimana teknis persiapan materialnya, menggunakan ukuran berapa dan jenis apa??? diuraikan secara detail di Bab IV.</li> </ul>	Prid
6.	05-12-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bagaimana teknis ukurannya menggunakan apa agar seragam.</li> </ul>	Prid
7.	12-12-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ACC Seminar Proposal</li> </ul>	Prid
8.	07-06-2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tambahkan penjelasan pada tiap pengujian agregat dan aspal sesuai atau tidaknya, harus terdapat Analisa pengaruh terhadap campuran tersebut.</li> <li>- Sesuaikan grafik dengan spesifikasi kementerian PUPR 2018.</li> <li>- Pada bab 6 lebih di jelasin hasilnya bagaimana dalam bentuk rangkuman penjelasan bukan di tulis hasil dari tiap pengujian.</li> </ul>	Prid
9.	09-06-2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penjelasan pada tiap pengujian agregat dan aspal harus merupakan arti nilai pengujian bukan definisi pengujian.</li> <li>- Hasil pengujian viskositas harus dalam bentuk cSt.</li> <li>- Buat penjelasan dari tiap tabel koefisien determinasi.</li> </ul>	Prid
10.	12-06-2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki, dicek semhas</li> <li>- Buat jadwal untuk semhas</li> </ul>	Prid
11.	20-06-2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uraikan lebih detail metedologi dan hasil yang di dapatkan</li> <li>- Tabel 4.3 dijadikan satu halaman saja enter kehalaman berikutnya</li> <li>- Gambar 4.4 dijadikan satu halaman saja</li> <li>- Tambahkan sub bab mengenai serat rami</li> <li>- Koefisien apa yang di maksud dalam penjelasan tabel <math>R^2</math></li> </ul>	Prid

**FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR**

		- Tabel dan penjelasan tidak sesuai	
12.	26-06-2023	- ACC Sidang Akhir	

Cilegon, 17 Juni 2023  
Mahasiswa,

Mengetahui,  
Pembimbing Akademik,



**QURROTUL MILANIA**  
NIM. 3336180061








**Dr. SUBEKTI, S.T., M.T.**  
NIP. 197506122008011020

## FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : QURROTUL MILANIA  
 NIM : 3336180061  
 Program Studi : TEKNIK SIPIL - S1 Reguler  
 Semester : Ganjil Tahun Akademik 2022/2023  
 Pembimbing 2 : Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.

Judul Tugas Akhir:  
 Analisis Penggunaan Serat Rami Pada Campuran Stone Mastic Asphalt (SMA)

No	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
1.	10-11-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki penulisan</li> <li>- Koreksi penulisan sumber</li> <li>- Lengkapi diagram proses pembuatan benda uji</li> <li>- Lengkapi daftar Pustaka (Mendeley)</li> <li>- Lengkapi gambar serat rami yang akan digunakan</li> <li>- Perbaiki tabel (jangan di scan)</li> <li>- lanjutkan</li> </ul>	
2.	28-11-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ACC Seminar Proposal</li> </ul>	
3.	09-06-2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki font di tabel</li> <li>- Tambahkan dokumentasi untuk setiap pengujian agregat, aspal.</li> <li>- Perbaiki penamaan grafik</li> <li>- Tambahkan Analisa yang berkaitan dengan nilai R<sup>2</sup></li> <li>- Perbaiki susunan kalimat, tulisan cetak miring, penempatan tabel, dll.</li> <li>- lanjutkan</li> </ul>	
4.	12-06-2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ACC Seminar Hasil</li> </ul>	
5.	22-06-2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ACC Sidang Akhir</li> </ul>	

Cilegon, 17 Juni 2023  
 Mahasiswa,



**QURROTUL MILANIA**  
 NIM. 3336180061

Mengetahui,  
 Pembimbing Akademik,



**Dr. SUBEKTI, S.T., M.T.**  
 NIP. 197506122008011020





UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
**PUSAT BAHASA (Language Center)**

ENGLISH PROFICIENCY TEST (EPT)  
SCORE RECORD  
1930/EPT.PB/2022

NAME : QURROTUL MILANIA  
SEX : FEMALE  
NATIVE COUNTRY : INDONESIA  
NATIVE LANGUAGE : INDONESIAN  
SCORES : LISTENING : 52  
: STRUCTURE AND WRITTEN EXPRESSION : 55  
: READING : 43  
TOTAL SCORE : 500  
TEST DATE : 8/11/2022

THIS ENGLISH PROFICIENCY TEST (EPT) IS ADMINISTERED BY THE LANGUAGE CENTRE  
OF SULTAN AGENG TIRTAYASA UNIVERSITY (UNTIRTA)



AUTHORIZED BY  
THE HEAD OF LANGUAGE CENTRE

DR. MASRUPI, M.PD.  
NIP 196310051992031009



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**  
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon, Tlp. (0254)395502 Ext. 19

Cilegon, 2 Januari 2023

No : 001/UN43.3.6/TA.03/2023  
Lamp :1 Berkas  
Perihal: Permohonan Penelitian di Laboratorium Teknik Sipil

Kepada Yth,

**Kepala Laboratorium Teknik Sipil UNTIRTA**

**Di Tempat.**

Dengan hormat,

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa / dosen :

Nama : Qurrotul Milania  
NIM / NIP : 3336180061  
Jurusan : Teknik Sipil  
Judul Penelitian : Analisis Penggunaan Serat Rami Sebagai Bahan Tambah untuk Meningkatkan Kadar Aspal Bergradasi Senjang dengan Metode Campuran *Stone Mastic Asphalt* (SMA)  
Dosen Pembimbing : Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
Kegiatan : Skripsi

Mengajukan permohonan penelitian di Laboratorium pada :

Hari/Tanggal : 19 Januari 2023 s/d 19 Juli 2023

Demikian permohonan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Saya siap mengikuti SOP dan Tata Tertib Laboratorium yang berlaku, kerusakan/kehilangan alat yang disebabkan oleh kesalahan peneliti menjadi tanggung jawab peneliti.

Mengetahui  
Kepala Laboratorium Teknik Sipil

**Baehaki, S.T., M.Eng**  
NIP. 198705082015041001

Cilegon, 17 Maret 2023  
Pemohon,

**Qurrotul Milania**  
NIM: 3336180061



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**

Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon, Tlp. (0254)395502 Ext. 19

**DAFTAR PEMINJAMAN ALAT**  
**LABORATORIUM TEKNIK SIPIL**

No	Nama Alat	Satuan	Volume	Kondisi
1	Sieve Shaker	Buah	1	Baik
2	Sieve Set	Buah	1	Baik
3	Los Angeles Abrasion Machine	Buah	1	Baik
4	Alat Penetrasi	Buah	1	Baik
5	Alat Titik Nyala & Titik Bakar	Buah	1	Baik
6	Alat Titik Lembek	Buah	1	Baik
7	Alat Daktilisasi	Buah	1	Baik
8	Alat Berat Jenis Aspal	Buah	1	Baik
9	Water Bath	Buah	1	Baik
10	Marshall Stability Test	Buah	1	Baik

Mengetahui  
 Laboran

  
Dwi Ainun Naseha, ST  
 NIK 201808031323

Cilegon, 17 Maret 2023  
 Pemohon,

  
Qurrotul Milania  
 NIP/NIM: 3336180061



**DAFTAR MASUK MATERIAL**  
**LABORATORIUM TEKNIK SIPIL**

No	Nama Material	Satuan	Volume	Kondisi
1	Agregat Kasar	Karung	4	Tertutup
2	Agregat Halus	Karung	4	Tertutup
3	Serat Rami	Karung	1	Tertutup

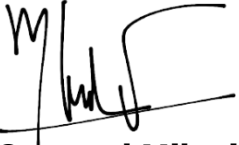
**CATATAN:**

1. Material harus diberikan identitas (Nama, NIM, Bidang Studi & No. Hp)
2. Penempatan Material diarahkan oleh Laboran

Mengetahui  
Laboran

  
**Dwi Ainun Naseha, ST**  
**NIK 201808031323**

Cilegon, 17 Maret 2023  
Pemohon,

  
**Qurrotul Milania**  
**NIP/NIM: 3336180061**



LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL BAHAN &  
BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon, Tlp. (0254)395502 Ext. 19

Cilegon, 9 Agustus 2023

No : 059/UN43.3/TA.03/VIII/2023  
Lampiran : 1  
Perihal : Permohonan Bebas Laboratorium

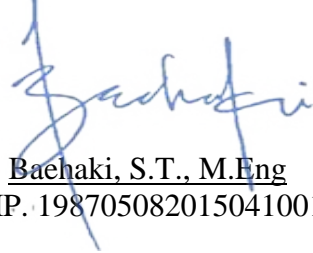
Kepada Yth,  
Kepala Laboratorium Teknik Sipil UNTIRTA  
Di Tempat.

Dengan hormat,  
Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa/dosen :  
Nama : Qurrotul Milania  
NIM / NIP : 333618061  
Jurusan : Teknik Sipil  
Judul Penelitian : Analisis Penggunaan Serat Rami Sebagai Bahan Tambah *Filler*  
Pada Campuran *Stone Mastic Asphalt* (SMA)  
Dosen Pembimbing: 1. Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
2. Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.  
Kegiatan : Skripsi

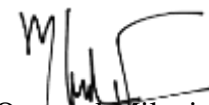
Mengajukan permohonan bebas Laboratorium

Demikian permohonan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya. Saya siap mengikuti SOP dan Tata Tertib Laboratorium yang berlaku, kerusakan/kehilangan alat yang disebabkan oleh kesalahan peneliti menjadi tanggung jawab peneliti.

Mengetahui  
Kepala Laboratorium Teknik Sipil

  
Baehaki, S.T., M.Eng  
NIP. 198705082015041001


Pemohon

  
Qurrotul Milania  
NIM. 3336180061

## DAFTAR PENGEMBALIAN ALAT LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

No	Nama Alat	Satuan	Vol	Kondisi	
				Sebelum	Sesudah
1	Sieve Shaker	Buah	1	Baik	Baik
2	Sieve Set	Buah	1	Baik	Baik
3	Los Angeles Abrasion	Buah	1	Baik	Baik
4	Alat Penetrasi	Buah	1	Baik	Baik
5	Alat Titik Nyala & Titik Bakar	Buah	1	Baik	Baik
6	Alat Titik Lembek	Buah	1	Baik	Baik
7	Alat Berat Jenis Aspal	Buah	1	Baik	Baik
8	Water Bath	Buah	1	Baik	Baik
9	Marshall Stability Test	Buah	1	Baik	Baik
10					

Mengetahui  
Laboran

  
Dwi Ainun Naseha, S.T  
NIK. 201808031323

Cilegon, 9 Agustus 2023  
Pemohon

  
Qurrotul Milania  
NIM. 3336180061


## PEMERIKSAAN MATERIAL LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

No	Nama Material	Satuan	Volume	
			Awal	Akhir
1.	Agregat Kasar	Karung	4	0
2.	Agregat Halus	Karung	4	0
3.	Serat Rami	Karung	1	0

### CATATAN

1. Pembersihan material segera setelah penelitian selesai (maksimal 1 minggu)
2. Pembersihan sisa-sisa material menjadi tanggung jawab peneliti

Mengetahui  
Laboran

  
Dwi Ainun Naseha, S.T  
NIK. 201808031323

Cilegon, 9 Agustus 2023  
Pemohon

  
Qurrotul Milania  
NIM. 3336180061



**PENGANTAR**

**HASIL PENGUJIAN LABORATORIUM**

Berdasarkan Surat Permohonan Pengujian No. **001/UN43.3.6/TA.03/2023** dan memperhatikan Surat Keterangan Bebas Lab No. **059/UN43.3/TA.03/VIII/2023**, maka pada tanggal **19 Januari 2023 s/d 19 Juli 2023** telah selesai dilakukan Pengujian pada Penelitian Tugas Akhir (TA) dari **Qurrotul Milania /3336180061**, Hasil Pengujian tersebut dapat dilihat pada lampiran (Blanko Pengujian)

Demikian Pengantar Hasil Pengujian Laboratorium ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Cilegon, 9 Agustus 2023  
Kepala Laboratorium Teknik Sipil

Baehaki, ST., M.Eng  
NIP. 198705082015041001



**LAMPIRAN 2**  
**Jadwal Penyusunan Skripsi**



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**  
 Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

**JADWAL PENYUSUNAN SKRIPSI**

No	Tahapan	Mei 2022				Juni 2022				Juli 2022				Agustus 2022			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Penyusunan Skripsi</b>																	
1	Pengajuan Judul																
2	Penyusunan Proposal																
3	Seminar Proposal																
4	Revisi Seminar Proposal																
5	Pelaksanaan Penelitian																
6	Penyusunan Hasil Penelitian dan Pembahasannya																
7	Penyusunan dan Saran																
8	Seminar Hasil																
9	Sidang Akhir																
10	Revisi/ Finalisasi naskah Skripsi																

No	Tahapan	Sep-22				Nov-22				Des-2022				Januari 2023			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Penyusunan Skripsi</b>																	
1	Pengajuan Judul																
2	Penyusunan Proposal																
3	Seminar Proposal																
4	Revisi Seminar Proposal																
5	Pelaksanaan Penelitian																
6	Penyusunan Hasil Penelitian dan Pembahasannya																
7	Penyusunan dan Saran																
8	Seminar Hasil																
9	Sidang Akhir																
10	Revisi/ Finalisasi naskah Skripsi																

No	Tahapan	Februari 2023				Maret 2023				Apr-23				Mei 2023			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Penyusunan Skripsi</b>																	
1	Pengajuan Judul																
2	Penyusunan Proposal																
3	Seminar Proposal																
4	Revisi Seminar Proposal																
5	Pelaksanaan Penelitian																
6	Penyusunan Hasil Penelitian dan Pembahasannya																
7	Penyusunan dan Saran																
8	Seminar Hasil																
9	Sidang Akhir																
10	Revisi/ Finalisasi naskah Skripsi																

No	Tahapan	Juni 2023				Juli 2023				Agustus 2023				Sep-23			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Penyusunan Skripsi</b>																	
1	Pengajuan Judul																
2	Penyusunan Proposal																
3	Seminar Proposal																
4	Revisi Seminar Proposal																
5	Pelaksanaan Penelitian																
6	Penyusunan Hasil Penelitian dan Pembahasannya																
7	Penyusunan dan Saran																
8	Seminar Hasil																
9	Sidang Akhir																
10	Revisi/ Finalisasi naskah Skripsi																

Keterangan :

Rencana   
Realisasi 



**LAMPIRAN 3**  
**Data Hasil Pengujian Laboratorium**



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**  
 Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19


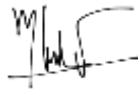
**BLANGKO PENGUJIAN**

No. Pengujian : \_\_\_\_\_ Lokasi Pengujian: Laboratorium Teknik Sipil  
 Jenis Material : Agregat Kasar Untirta  
 Jenis Pengujian : Berat Jenis Agregat Kasar Tanggal Pengujian : Maret 2023

**Tabel 1**

Pengujian	Notasi	I	II	Satuan
Berat Benda Uji Kering Oven	A	973	859,6	gram
Berat Benda Uji Jenuh Kering Permukaan	B	993	884	gram
Berat Benda Uji Dalam Air	C	642	534	gram

Pengujian	Notasi	I	II	Rata - Rata
Berat Jenis Curah Kering (Sd)	$\frac{A}{(B - C)}$	2,772	2,456	2,614
Berat Jenis Curah Jenuh Kering Permukaan (Ss)	$\frac{B}{(B - C)}$	2,829	2,531	2,680
Berat Jenis Semu (Sa)	$\frac{A}{(A - C)}$	2,940	2,658	2,799
Penyerapan Air (Sw)	$\frac{(B - A)}{(A)} \times 100\%$	2,055	2,987	2,521

Laboran Nama : Maulana Adi . F NIM : 3336180079	Paraf: 	Penelitian Nama: Qurrotul Milania NIM : 3336180061	Paraf: 
---	---	--	---



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**  
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

**BLANGKO PENGUJIAN**

No. Pengujian : Lokasi Pengujian: Laboratorium Teknik Sipil  
Jenis Material : Agregat Kasar Untirta  
Jenis Pengujian : Los Angeles Abration Tanggal Pengujian : Maret 2023

**Tabel 2**

Gradasi Pelaksanaan		Jumlah Putaran	
Ukuran Saringan		I	II
Lolos	Tertahan	Berat (a)	Berat (b)
19,1 (3/4")	12,7 (1/2")	2500	2500
12,7 (1/2")	9,52 (3/8")	2500	2500
Jumlah Berat		5000	5000
Berat tertahan saringan No. 12 setelah percobaan (b)		4049	4027

I. a = 5000 gr  
b = 4049 gr  
a-b = 951 gr

II. a = 5000 gr  
b = 4027 gr  
a-b = 973 gr

$$\text{Keausan I} = \frac{951}{5000} \times 100\% = 19,02\%$$

$$\text{Keausan II} = \frac{973}{5000} \times 100\% = 19,46\%$$

$$\begin{aligned} \text{Keausan rata - rata} &= \frac{19,02+19,46}{2} \\ &= 19,24\% \end{aligned}$$

Laboran Nama : Maulana Adi . F NIM : 3336180079	Paraf: 	Penelitian Nama: Qurrotul Milania NIM : 3336180061	Paraf: 
---	------------	--	------------



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**  
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

**BLANGKO PENGUJIAN**

No. Pengujian : Lokasi Pengujian: Laboratorium Teknik Sipil  
Jenis Material : Agregat Kasar Untirta  
Jenis Pengujian : Kadar Lumpur Agregat Kasar Tanggal Pengujian : Maret 2023

**Tabel 3**

Pengujian	Notasi	I	II	Satuan
Berat Cawan	A	218,5	234	gram
Berat benda uji	B	2000	2000	gram
Berat cawan + benda uji	(A + B)	2218,5	2234	gram
Berat cawan + benda uji kering	C	2212	2223	gram
Berat benda uji kering	(C - A)	1993,5	1989	gram

Pengujian	Notasi	I	II	Rata - Rata
Kadar Lumpur Agregat	$\frac{B-(C-A)}{B} \times 100\%$	0,325	0,550	0,438

Laboran Nama : Maulana Adi . F NIM : 3336180079	Paraf: 	Penelitian Nama: Qurrotul Milania NIM : 3336180061	Paraf: 
---	------------	--	------------





**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**  
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

**BLANGKO PENGUJIAN**

No. Pengujian : Lokasi Pengujian: Laboratorium Teknik Sipil  
Jenis Material : Agregat Halus Untirta  
Jenis Pengujian : Berat Jenis Agregat Halus Tanggal Pengujian : Maret 2023

**Tabel 4**

Pengujian	Notasi	I	II	Satuan
Berat benda uji kondisi kering permukaan	S	500	513,1	gram
Berat benda uji kering oven	A	488	490	gram
Berat piknometer yang berisi air	B	758,5	760	gram
Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan	C	1044,5	1051	gram

Pengujian	Notasi	I	II	Rata - Rata
Berat Jenis Curah Kering (Sd)	$\frac{A}{(B + S - C)}$	2,280	2,630	2,455
Berat Jenis Curah Jenuh Kering Permukaan (Ss)	$\frac{A}{(B + S - C)}$	2,336	2,674	2,505
Berat Jenis Semu (Sa)	$\frac{A}{(B + S - C)}$	2,416	2,754	2,585
Penyerapan Air (Sw)	$\frac{(S - A)}{A} \times 100\%$	2,459	1,623	2,041

Laboran Nama : Maulana Adi . F NIM : 3336180079	Paraf: 	Penelitian Nama: Qurrotul Milania NIM : 3336180061	Paraf: 
---	------------	--	------------



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**  
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

**BLANGKO PENGUJIAN**

No. Pengujian :

Lokasi Pengujian: Laboratorium Teknik Sipil

Jenis Material : Agregat Halus

Untirta

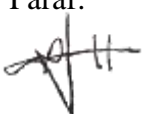
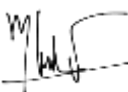
Jenis Pengujian: Kadar Lumpur Agregat Halus

Tanggal Pengujian : Maret 2023

**Tabel 5**

Pengujian	Notasi	I	II	Satuan
Berat Cawan	A	185.5	211	gram
Berat benda uji	B	500	500	gram
Berat cawan + benda uji	(A + B)	685,5	711	gram
Berat cawan + benda uji kering	C	674	698,5	gram
Berat benda uji kering	(C - A)	488,5	427,5	gram

Pengujian	Notasi	I	II	Rata - Rata
Kadar Lumpur Agregat	$\frac{B-(C-A)}{B} \times 100\%$	2,3	2,5	2,4

Laboran Nama : Maulana Adi . F NIM : 3336180079	Paraf: 	Penelitian Nama: Qurrotul Milania NIM : 3336180061	Paraf: 
---	---	--	---



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**  
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

**BLANGKO PENGUJIAN**

No. Pengujian : Lokasi Pengujian: Laboratorium Teknik Sipil  
Jenis Material : Aspal Pen. 60/70 Untirta  
Jenis Pengujian : Penetrasi Aspal Tanggal Pengujian : Maret 2023

**Tabel 6**

Pemeriksaan penetrasi 25°C 100 gram, 5 detik	Benda uji
Pengamatan	I
1	65
2	69
3	61
4	63
5	65
Rata - rata	64,6

Laboran Nama : Maulana Adi . F NIM : 3336180079	Paraf: 	Penelitian Nama: Qurrotul Milania NIM : 3336180061	Paraf: 
---	------------	--	------------



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**  
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

**BLANGKO PENGUJIAN**

No. Pengujian : Lokasi Pengujian: Laboratorium Teknik Sipil  
Jenis Material : Aspal Pen. 60/70 Untirta  
Jenis Pengujian : Titik Nyala dan Titik Bakar Tanggal Pengujian : Maret 2023

**Tabel 7**

Temperatur dibawah titik nyala				Pembacaan Temperatur (°C)			
menit	°C	menit	°C				
1	170	17	24	170	°C	316	°C
2	155	18	22	185	°C	318	°C
3	140	19	20	200	°C	320	°C
4	125	20	18	215	°C	322	°C
5	110	21	16	230	°C	324	°C
6	95	22	14	245	°C	326	°C
7	80	23	12	260	°C	328	°C
8	65	24	10	275	°C	330	°C
9	56	25	8	284	°C	332	°C
10	51	26	6	289	°C		°C
11	46	27	4	294	°C		°C
12	41	28	2	299	°C		°C
13	36	29	-	304	°C		°C
14	31	30	-	309	°C		°C
15	28	31	-	312	°C		°C
16	26	32	-	314	°C		°C
Titik Nyala terkoreksi (bila tek barometer berbeda) $C + 0,25 (101,3 - K)$ Dimana: C = titik nyala (°C) K = tekanan barometer (kPa)							
				Titik Nyala		326 °C	
				Titik Bakar		332 °C	

Laboran Nama : Maulana Adi . F NIM : 3336180079	Paraf: 	Penelitian Nama: Qurrotul Milania NIM : 3336180061	Paraf: 
---	------------	--	------------



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**  
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

**BLANGKO PENGUJIAN**

No. Pengujian : Lokasi Pengujian: Laboratorium Teknik Sipil  
Jenis Material : Aspal Pen. 60/70 Untirta  
Jenis Pengujian : Titik Lembek Aspal Tanggal Pengujian : Maret 2023

**Tabel 8**

No	Suhu yang diamati °C	Waktu (detik)		Titik Lembek °C	
		I	II	I	II
1	5	0	0		
2	10	76	76		
3	15	139	139		
4	20	200	200		
5	25	262	262		
6	30	317	317		
7	35	381	381		
8	40	445	445		
9	45	507	507		
10	50	564	564		
11		588		52	
12			597		53

Laboran Nama : Maulana Adi . F NIM : 3336180079	Paraf: 	Penelitian Nama: Qurrotul Milania NIM : 3336180061	Paraf: 
---	------------	--	------------



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**  
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

**BLANGKO PENGUJIAN**

No. Pengujian : Lokasi Pengujian: Laboratorium Teknik Sipil  
Jenis Material : Aspal Pen. 60/70 Untirta  
Jenis Pengujian : Berat Jenis Aspal Tanggal Pengujian : Maret 2023

**Tabel 9**

Jenis Pengujian	Benda Uji 1	
Massa piknometer + aspal (C)	123,500	gram
Massa piknometer kosong (A)	42,500	gram
Massa aspal (C-A)	81,000	gram
Massa piknometer + air (B)	146,500	gram
Massa piknometer kosong (A)	42,500	gram
Massa air (B-A)	104,000	gram
Massa piknometer + aspal + air (D)	150,500	gram
Massa piknometer + aspal (C)	123,500	gram
Massa air (D-C)	27,000	gram
Massa air (B-A) - (D-C)	77,000	gram
Berat Jenis $\frac{(C-A)}{(B-A) - (D-C)}$	1,052	gram

Laboran	Paraf:	Penelitian	Paraf:
Nama : Maulana Adi . F		Nama: Qurrotul Milania	
NIM : 3336180079		NIM : 3336180061	



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**  
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

**BLANGKO PENGUJIAN**

No. Pengujian : Lokasi Pengujian: Laboratorium Teknik Sipil  
Jenis Material : Aspal Pen. 60/70 Untirta  
Jenis Pengujian : Kehilangan Berat Aspal Tanggal Pengujian : Maret 2023

**Tabel 10**

Jenis Pengujian	Benda Uji [1]	Benda Uji [2]
Cawan + aspal keras	84,5	84,5
Cawan kosong	34,5	35
Aspal keras	50	49,5
Berat sebelum pemanasan	84,5	84,5
Berat setelah penguapan	84,5	84
Kehilangan Berat Aspal	0	0,6
Rata - rata	0,296 %	

Laboran Nama : Maulana Adi . F NIM : 3336180079	Paraf: 	Penelitian Nama: Qurrotul Milania NIM : 3336180061	Paraf: 
---	------------	--	------------



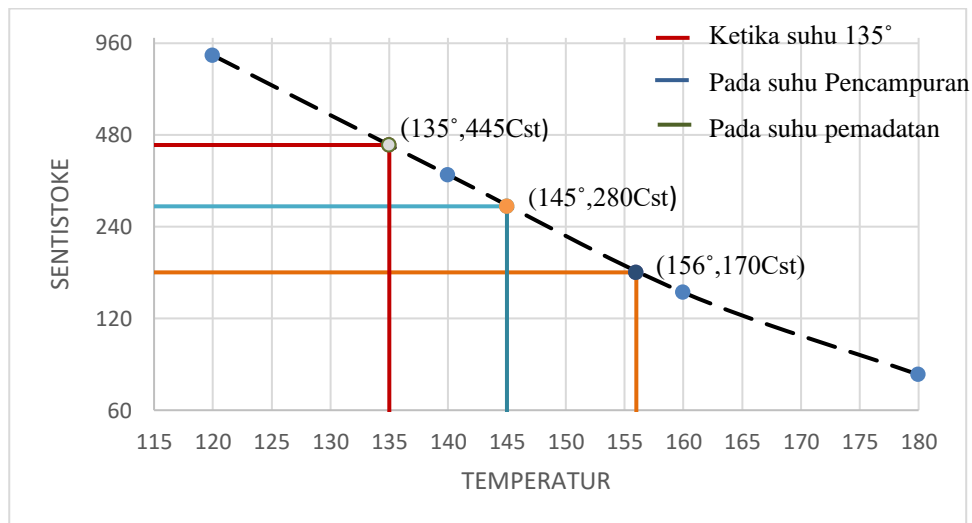
**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**  
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

**BLANGKO PENGUJIAN**

No. Pengujian : Lokasi Pengujian: Laboratorium Teknik Sipil  
Jenis Material : Aspal Pen. 60/70 Untirta  
Jenis Pengujian : Viakositas Tanggal Pengujian : Maret 2023

**Tabel 11**

No	Temperatur °C	Waktu Alir (detik)	Koreksi	Sentistokes (Cst)
1	120	420	2,0995	844
2	140	163	2,0930	341,167
3	160	67	2,0696	138,667
4	180	36	1,9924	71,727



Perkiraan temperatur pencampuran (170 Cst) = 156°C

Perkiraan temperatur pematatan (280 Cst) = 145°C

Laboran	Paraf:	Penelitian	Paraf:
Nama : Maulana Adi . F		Nama: Qurrotul Milania	
NIM : 3336180079		NIM : 3336180061	



**LAMPIRAN 4**  
**Hasil Analisis Perhitungan**



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**  
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

**BLANGKO PENGUJIAN**

No. Pengujian :  
Jenis Material : Kadar Serat Rami 0%  
Jenis Pengujian : Test Marshall

Lokasi Pengujian: Laboratorium Teknik Sipil Untirta  
Tanggal Pengujian : April 2023

Tabel 12

Kadar Aspal	GMM	Berat Benda Uji			Isi Benda	GMB	VIM	VMA	Stabilitas		Flow	MQ
		Kering	SSD	Dalam					Bacaan	Hasil		
5	2,47	1153	1184	664,00	520,00	2,22	10,25	20,79	85	889,10	2,28	389,96
		1154,5	1185,5	662,00	523,50	2,21	10,73	21,21	83	868,18	2,22	391,07
		1155	1186	660,00	526	2,20	11,12	21,55	80	836,80	2,26	370,27
<b>Rata - rata</b>		<b>1154,17</b>	<b>1185,17</b>	<b>662,00</b>	<b>523,17</b>	<b>2,21</b>	<b>10,70</b>	<b>21,18</b>	<b>82,67</b>	<b>864,69</b>	<b>2,25</b>	<b>383,76</b>
5,5	2,45	1176	1182,5	672,00	510,5	2,30	6,09	18,14	93	972,78	2,23	436,22
		1178	1184,5	670,00	514,5	2,29	6,66	18,63	85	889,10	2,28	389,96
		1177	1183,5	668,00	515,5	2,28	6,92	18,86	86	899,56	2,26	398,04
<b>Rata - rata</b>		<b>1177,00</b>	<b>1183,50</b>	<b>670,00</b>	<b>513,5</b>	<b>2,29</b>	<b>6,56</b>	<b>18,54</b>	<b>88,00</b>	<b>920,48</b>	<b>2,26</b>	<b>408,07</b>
6	2,44	1188	1191	670,00	521	2,28	6,39	19,40	92	962,32	2,24	429,61
		1184	1192	678,00	514	2,30	5,44	18,57	86	899,56	2,27	396,28
		1182	1193	688,00	505	2,34	3,91	17,26	89	930,94	2,34	397,84
<b>Rata - rata</b>		<b>1184,67</b>	<b>1192,00</b>	<b>678,67</b>	<b>513,3</b>	<b>2,31</b>	<b>5,25</b>	<b>18,41</b>	<b>89,00</b>	<b>930,94</b>	<b>2,28</b>	<b>407,91</b>
6,5	2,42	1186	1197	692,00	505	2,35	2,91	17,42	91	951,86	2,30	413,85
		1188	1201	695,00	506	2,35	2,94	17,45	87	910,02	2,28	399,13
		1187	1199	680,00	519	2,29	5,45	19,58	90	941,40	2,32	405,78
<b>Rata - rata</b>		<b>1187,00</b>	<b>1199,00</b>	<b>689,00</b>	<b>510,0</b>	<b>2,33</b>	<b>3,77</b>	<b>18,15</b>	<b>89,33</b>	<b>934,43</b>	<b>2,30</b>	<b>406,25</b>
7	2,40	1169	1170,5	674,00	496,5	2,35	1,99	17,66	89	930,94	2,68	347,37
		1165	1173,5	675,00	498,5	2,34	2,72	18,27	87	910,02	2,60	350,01
		1156	1171	673,00	498	2,32	3,37	18,82	85	889,10	2,65	335,51
<b>Rata - rata</b>		<b>1163,33</b>	<b>1171,67</b>	<b>674,00</b>	<b>497,7</b>	<b>2,34</b>	<b>2,69</b>	<b>18,25</b>	<b>87,00</b>	<b>910,02</b>	<b>2,64</b>	<b>344,29</b>



# LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL

BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKAFAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG  
TIRTAYASA

Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

## BLANGKO PENGUJIAN

No. Pengujian :  
Jenis Material : Kadar Serat Rami 0,1%  
Jenis Pengujian : Test Marshall

Lokasi Pengujian: Laboratorium Teknik Sipil Untirta  
Tanggal Pengujian : April 2023

Tabel 13

Kadar Aspal	GMM	Berat Benda Uji			Isi Benda	GMB	VIM	VMA	Stabilitas		Flow	MQ
		Kering	SSD	Dalam					Bacaan	Hasil		
5	2,47	1125	1152	648,00	504	2,23	9,65	20,26	87	910,02	2,30	395,66
		1120	1156	642,00	514	2,18	11,80	22,16	88	920,48	2,36	390,03
		1126	1159	646,00	513	2,19	11,15	21,59	86	899,56	2,32	387,74
<b>Rata - rata</b>		<b>1123,67</b>	<b>1155,67</b>	<b>645,33</b>	<b>510,3</b>	<b>2,20</b>	<b>10,87</b>	<b>21,33</b>	<b>87,00</b>	<b>910,02</b>	<b>2,33</b>	<b>391,15</b>
5,5	2,45	1156	1160	645,00	515	2,24	8,50	20,23	90	941,40	2,34	402,31
		1158	1162	649,00	513	2,26	7,98	19,78	93	972,78	2,38	408,73
		1157	1161	647,00	514	2,25	8,24	20,01	95	993,70	2,32	428,32
<b>Rata - rata</b>		<b>1157,00</b>	<b>1161,00</b>	<b>647,00</b>	<b>514</b>	<b>2,25</b>	<b>8,24</b>	<b>20,01</b>	<b>92,67</b>	<b>969,29</b>	<b>2,35</b>	<b>413,12</b>
6	2,44	1177	1194	660,00	534	2,20	9,52	22,09	97	1014,62	2,38	426,31
		1178,5	1195	688,00	507	2,32	4,58	17,83	99	1035,54	2,36	438,79
		1179	1195	690,00	505	2,33	4,16	17,47	95	993,70	2,34	424,66
<b>Rata - rata</b>		<b>1178,17</b>	<b>1194,67</b>	<b>679,33</b>	<b>515,3</b>	<b>2,29</b>	<b>6,08</b>	<b>19,13</b>	<b>97,00</b>	<b>1014,62</b>	<b>2,36</b>	<b>429,92</b>
6,5	2,42	1156	1160	662,00	498	2,32	4,04	18,38	96	1004,16	2,28	440,42
		1159	1162	668,00	494	2,35	3,01	17,51	94	983,24	2,84	346,21
		1162	1166	664,00	502	2,31	4,31	18,61	90	941,40	2,10	448,29
<b>Rata - rata</b>		<b>1159,00</b>	<b>1162,67</b>	<b>664,67</b>	<b>498,0</b>	<b>2,33</b>	<b>3,79</b>	<b>18,17</b>	<b>93,33</b>	<b>976,27</b>	<b>2,41</b>	<b>411,64</b>
7	2,40	1164	1169	670,00	499	2,33	2,90	18,42	89	930,94	2,66	349,98
		1166	1171	672,00	499	2,34	2,73	18,28	86	899,56	2,68	335,66
		1170	1176	674,00	502	2,33	2,98	18,49	94	983,24	2,64	372,44
<b>Rata - rata</b>		<b>1166,67</b>	<b>1172,00</b>	<b>672,00</b>	<b>500,0</b>	<b>2,33</b>	<b>2,87</b>	<b>18,40</b>	<b>89,67</b>	<b>937,91</b>	<b>2,66</b>	<b>352,69</b>



## LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL

**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKAFAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG  
TIRTAYASA**

Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

### BLANGKO PENGUJIAN

No. Pengujian :  
 Jenis Material : Kadar Serat Rami 0,2%  
 Jenis Pengujian : Test Marshall

Lokasi Pengujian: Laboratorium Teknik Sipil Untirta  
 Tanggal Pengujian : April 2023

**Tabel 14**

Kadar Aspal	GMM	Berat Benda Uji			Isi Benda	GMB	VIM	VMA	Stabilitas		Flow	MQ
		Kering	SSD	Dalam					Bacaan	Hasil		
5	2,47	1175,5	1211	680,00	531	2,21	10,39	20,91	99	1035,54	2,38	435,10
		1177,5	1213	684,00	529	2,23	9,90	20,48	92	962,32	2,45	392,78
		1178,5	1214	682,00	532	2,22	10,33	20,86	94	983,24	2,40	409,68
<b>Rata - rata</b>		<b>1177,17</b>	<b>1212,67</b>	<b>682,00</b>	<b>530,7</b>	<b>2,22</b>	<b>10,21</b>	<b>20,75</b>	<b>95,00</b>	<b>993,70</b>	<b>2,41</b>	<b>412,52</b>
5,5	2,45	1192,5	1218	690,00	528	2,26	7,93	19,74	97	1014,62	2,55	397,89
		1194,5	1220	688,00	532	2,25	8,47	20,21	95	993,70	2,41	412,32
		1196	1222	687,00	535	2,24	8,87	20,56	96	1004,16	2,46	408,20
<b>Rata - rata</b>		<b>1194,33</b>	<b>1220,00</b>	<b>688,33</b>	<b>531,67</b>	<b>2,25</b>	<b>8,42</b>	<b>20,17</b>	<b>96,00</b>	<b>1004,16</b>	<b>2,47</b>	<b>406,14</b>
6	2,44	1179,5	1202	694,00	508	2,32	4,68	17,92	103	1077,38	2,58	417,59
		1182	1204	695,00	509	2,32	4,67	17,91	101	1056,46	2,63	401,70
		1183	1205	692,00	513	2,31	5,33	18,48	100	1046,00	2,40	435,83
<b>Rata - rata</b>		<b>1181,50</b>	<b>1203,67</b>	<b>693,67</b>	<b>510</b>	<b>2,32</b>	<b>4,89</b>	<b>18,11</b>	<b>101,33</b>	<b>1059,95</b>	<b>2,54</b>	<b>418,37</b>
6,5	2,42	1164,5	1187,5	692,00	495,5	2,35	2,85	17,37	101	1056,46	2,59	407,90
		1166	1189	694,00	495	2,36	2,62	17,18	97	1014,62	2,61	388,74
		1168,5	1191	691,00	500	2,34	3,39	17,83	99	1035,54	2,65	390,77
<b>Rata - rata</b>		<b>1166,33</b>	<b>1189,17</b>	<b>692,33</b>	<b>496,83</b>	<b>2,35</b>	<b>2,95</b>	<b>17,46</b>	<b>99,00</b>	<b>1035,54</b>	<b>2,62</b>	<b>395,80</b>
7	2,40	1166	1182,5	686,00	496,5	2,35	2,24	17,87	97	1014,62	2,78	364,97
		1168	1185,5	688,00	497,5	2,35	2,27	17,89	95	993,70	2,85	348,67
		1170,5	1187	688,00	499	2,35	2,36	17,96	93	972,78	2,52	386,02
<b>Rata - rata</b>		<b>1168,17</b>	<b>1185,00</b>	<b>687,33</b>	<b>497,7</b>	<b>2,35</b>	<b>2,29</b>	<b>17,91</b>	<b>95,00</b>	<b>993,70</b>	<b>2,72</b>	<b>366,55</b>



# LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL

BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKAFAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG  
TIRTAYASA

Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

## BLANGKO PENGUJIAN

No. Pengujian :  
Jenis Material : Kadar Serat Rami 0,3%  
Jenis Pengujian : Test Marshall

Lokasi Pengujian: Laboratorium Teknik Sipil Untirta  
Tanggal Pengujian : April 2023

Tabel 15

Kadar Aspal	GMM	Berat Benda Uji			Isi Benda	GMB	VIM	VMA	Stabilitas		Flow	MQ
		Kering	SSD	Dalam					Bacaan	Hasil		
5	2,47	1186,5	1221,5	682,00	539,5	2,20	10,98	21,43	96	1004,16	2,46	408,20
		1190	1223	684,00	539	2,21	10,63	21,13	92	962,32	2,49	386,47
		1193	1225	680,00	545	2,19	11,39	21,80	94	983,24	2,47	398,07
<b>Rata - rata</b>		<b>1189,83</b>	<b>1223,17</b>	<b>682,00</b>	<b>541,17</b>	<b>2,20</b>	<b>11,00</b>	<b>21,45</b>	<b>94,00</b>	<b>983,24</b>	<b>2,47</b>	<b>397,58</b>
5,5	2,45	1177	1204,5	688,00	516,5	2,28	7,10	19,02	93	972,78	2,45	397,05
		1179	1206,5	684,00	522,5	2,26	8,02	19,81	95	993,70	2,50	397,48
		1181,5	1208	682,00	526	2,25	8,43	20,18	96	1004,16	2,52	398,48
<b>Rata - rata</b>		<b>1179,17</b>	<b>1206,33</b>	<b>684,67</b>	<b>521,67</b>	<b>2,26</b>	<b>7,85</b>	<b>19,67</b>	<b>94,67</b>	<b>990,21</b>	<b>2,49</b>	<b>397,67</b>
6	2,44	1197,5	1221	704,00	517	2,32	4,91	18,12	100	1046,00	2,62	399,24
		1200	1224	708,00	516	2,33	4,53	17,79	97	1014,62	2,60	390,24
		1201,5	1225	706,00	519	2,32	4,96	18,17	99	1035,54	2,58	401,37
<b>Rata - rata</b>		<b>1199,67</b>	<b>1223,33</b>	<b>706,00</b>	<b>517,33</b>	<b>2,32</b>	<b>4,80</b>	<b>18,03</b>	<b>98,67</b>	<b>1032,05</b>	<b>2,60</b>	<b>396,95</b>
6,5	2,42	1179,5	1202	699,00	503,00	2,34	3,06	17,55	98	1025,08	2,63	389,76
		1181	1204	705,00	499	2,37	2,16	16,78	96	1004,16	2,66	377,50
		1183	1206	703,00	503	2,35	2,77	17,31	94	983,24	2,64	372,44
<b>Rata - rata</b>		<b>1181,17</b>	<b>1204,00</b>	<b>702,33</b>	<b>501,7</b>	<b>2,35</b>	<b>2,66</b>	<b>17,21</b>	<b>96,00</b>	<b>1004,16</b>	<b>2,64</b>	<b>379,90</b>
7	2,40	1156,5	1180	688,00	492	2,35	2,15	17,79	93	972,78	2,70	360,29
		1158,5	1182	689,00	493	2,35	2,18	17,82	95	993,70	2,80	354,89
		1161,5	1184	686,00	498	2,33	2,91	18,43	97	1014,62	2,85	356,01
<b>Rata - rata</b>		<b>1158,83</b>	<b>1182,00</b>	<b>687,67</b>	<b>494,33</b>	<b>2,34</b>	<b>2,41</b>	<b>18,01</b>	<b>95,00</b>	<b>993,70</b>	<b>2,78</b>	<b>357,06</b>



## LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL

BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKAFAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG  
TIRTAYASA

Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

### BLANGKO PENGUJIAN

No. Pengujian : 13  
Jenis Material : Kadar Serat Rami 0%, 0,1%, 0,2%, 0,3%  
Jenis Pengujian : Test Marshall Kadar Aspal Optimum

Lokasi Pengujian: Laboratorium Teknik Sipil  
Untirta  
Tanggal Pengujian : April 2023

Tabel 16





Kadar Aspal (%)	GMM	Berat Benda Uji			Isi Benda Uji	GMB	VIM	VMA	Stabilitas		Flow	MQ
		Kering	SSD	Dalam Air					Bacaan	Hasil		
6,5	2,42	1164,50	1183,00	676,00	507,00	2,30	5,05	19,24	99,00	1035,54	2,59	399,82
		1163,00	1184,00	678,00	506,00	2,30	4,98	19,19	93,50	978,01	2,61	374,72
		1164,00	1185,00	680,00	505,00	2,30	4,71	18,96	91,00	951,86	2,65	359,19
<b>Rata - rata</b>		<b>1163,83</b>	<b>1184,00</b>	<b>678,00</b>	<b>506,00</b>	<b>2,30</b>	<b>4,92</b>	<b>19,13</b>	<b>94,50</b>	<b>988,47</b>	<b>2,62</b>	<b>377,91</b>
6,5	2,42	1179,00	1196,00	685,00	511,00	2,31	4,62	18,88	105,00	1098,30	2,63	417,60
		1180,50	1197,00	687,00	510,00	2,31	4,31	18,61	103,00	1077,38	2,65	406,10
		1181,00	1195,00	684,00	511,00	2,31	4,46	18,74	100,00	1046,00	2,67	391,76
<b>Rata - rata</b>		<b>1180,17</b>	<b>1196,00</b>	<b>685,33</b>	<b>510,67</b>	<b>2,31</b>	<b>4,46</b>	<b>18,74</b>	<b>102,67</b>	<b>1073,89</b>	<b>2,65</b>	<b>405,15</b>
6	2,44	1166,50	1189,50	690,00	499,50	2,34	4,13	17,45	110,00	1150,60	2,70	426,15
		1168,00	1191,00	692,00	499,00	2,34	3,91	17,26	107,00	1119,22	2,75	406,99
		1170,50	1193,00	694,00	499,00	2,35	3,70	17,08	106,00	1108,76	2,82	393,18
<b>Rata - rata</b>		<b>1168,33</b>	<b>1191,17</b>	<b>692,00</b>	<b>499,17</b>	<b>2,34</b>	<b>3,91</b>	<b>17,26</b>	<b>107,67</b>	<b>1126,19</b>	<b>2,76</b>	<b>408,77</b>
6	2,44	1181,50	1204,00	701,00	503,00	2,35	3,57	16,97	103,00	1077,38	2,65	406,56
		1183,00	1206,00	703,00	503,00	2,35	3,45	16,86	100,50	1051,23	2,60	404,32
		1185,00	1208,00	700,00	508,00	2,33	4,24	17,54	100,00	1046,00	2,68	390,30
<b>Rata - rata</b>		<b>1183,17</b>	<b>1206,00</b>	<b>701,33</b>	<b>504,67</b>	<b>2,34</b>	<b>3,75</b>	<b>17,12</b>	<b>101,17</b>	<b>1058,20</b>	<b>2,64</b>	<b>400,39</b>

**LAMPIRAN 5**  
**Dokumentasi**



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**  
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19





**DOKUMENTASI**

No	Dokumentasi	Keterangan
1.		Analisa Saringan
2.		Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar
3.		Pengujian keausan agregat kasar
4.		Pengujian kadar lumpur agregat kasar








**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**  
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

5.				Pengujian karakteristik agregat halus
6.				Pengujian kadar lumpur agregat halus
7.				Pengujian penetrasi pada aspal
8.				Pengujian titik nyala dan titik bakar pada aspal







**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**  
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

9.		Pengujian titik lembek pada aspal
10.		Pengujian berat jenis pada aspal
11		Pengujian kehilangan minyak pada aspal





**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**  
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

12		Pengujian viskositas pada aspal
14		Proses pencampuran benda uji
15		Proses pemadatan benda uji
16		Benda uji yang telah selesai dipadatkan dan selesai pengujian



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**  
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

17				Perendaman benda uji dalam water bath
18				Proses pengujian <i>Marshall</i>