

**PEMANFAATAN FIBER SELULOSA ENCENG GONDOK  
SEBAGAI ADITIF PADA CAMPURAN SPLIT MASTIC  
ASPHALT (SMA) 0/11**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Dibuat untuk memenuhi syarat penyelesaian gelar  
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

**Rio Bagus Librany**

**03071001044**

Dosen Pembimbing :

**Ir. H. Wirawan Jatmiko, M.M.**

**NIP. 19550427 198703 1 002**

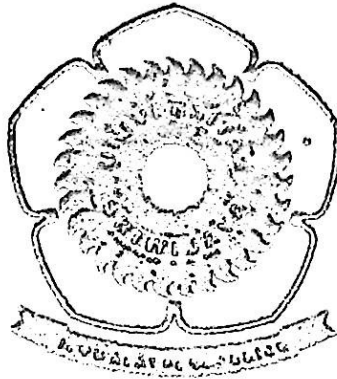
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**2012**

23975 / 24525

625.8507  
Rio  
P  
2012

**PEMANFAATAN FIBER SELULOSA ENCENG GONDOK C. 121819**  
**SEBAGAI ADITIF PADA CAMPURAN SPLIT MASTIC**  
**ASPHALT (SMA) 0/11**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Diklat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar  
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

Rio Bagus Library

03071661044

Dosen Pembimbing :

Ir. H. Wirawan Jatmiko, M.M.

NIP. 19550427 198703 1 002

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**2012**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

---

**TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

NAMA : RIO BAGUS LIBRANY  
NIM : 03071001044  
JURUSAN : TEKNIK SIPIL  
JUDUL : PEMANFAATAN FIBER SELULOSA ENCENG  
GONDOK SEBAGAI ADITIF PADA CAMPURAN SPLIT  
MASTIC ASPHALT (SMA) 0/11

Palembang, April 2012

Ketua Jurusan,



**Ir. Yakni Idris M.SC., MSCE**  
**NIP. 195812111987031002**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

---

**TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

NAMA : RIO BAGUS LIBRANY  
NIM : 03071001044  
JURUSAN : TEKNIK SIPIL  
JUDUL : **PEMANFAATAN FIBER SELULOSA ENCENG  
GONDOK SEBAGAI ADITIF PADA CAMPURAN  
SPLIT MASTIC ASPHALT (SMA) 0/11**

Ketua Jurusan,



**Ir. Yakni Idris M.SC., MSCE**  
**NIP. 195812111987031002**

Palembang, April 2012

Dosen Pembimbing,



**Ir. H. Wirawan Jatmiko, MM**  
**NIP. 19550427 198703 1 002**

## ABSTRAK

### PEMANFAATAN FIBER SELULOSA ENCENG GONDOK SEBAGAI ADITIF PADA CAMPURAN SPLIT MASTIC ASPHALT (SMA) 0/11

*Split Mastic Asphalt* (SMA) adalah campuran beton aspal panas bergradasi terbuka. Jumlah kandungan agregat kasar yang tinggi pada campuran lapis permukaan SMA memungkinkan penggunaan kadar aspal yang tinggi. Untuk menahan aliran aspal tersebut keluar dari campuran dan lebih tahan terhadap pengaruh perubahan suhu maka diperlukan aditif. Aditif yang digunakan berupa fiber selulosa yang berfungsi untuk meningkatkan stabilitas pada campuran berkadar aspal tinggi. Aditif yang tersebut berupa arboceol atau roadcel yang merupakan fiber selulosa sintetis yang harganya relatif mahal. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan fiber selulosa enceng gondok sebagai bahan pengganti fiber selulosaa sintetis yang merupakan serat alami yang sangat kaya akan selulosa. Serat enceng gondok yang digunakan berkadar 0.5%, 0.75%, dan 1% terhadap berat agregat ditambah aspal. Pada penelitian ini campuran yang memenuhi seluruh kriteria spesifikasi Bina Marga sehingga dapat dicari nilai KAO-nya adalah campuran yang menggunakan aditif serat enceng gondok sebesar 0.5% dan 0.75%. Sedangkan pada campuran yang menggunakan aditif serat enceng gondok sebesar 1% tidak dapat ditentukan nilai KAO-nya karena campuran ini tidak memenuhi seluruh kriteria spesifikasi Bina Marga.

Kata kunci: *Split Mastic Asphalt*, *Marshall Test*, serat enceng gondok

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur kepada Allah SWT dan Muhammad SAW atas segala rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “PEMANFAATAN FIBER SELULOSA ENCENG GONDOK SEBAGAI ADITIF PADA CAMPURAN SPLIT MASTIC ASPHALT (SMA) O/11” hingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik sesuai waktu yang telah ditentukan.

Dalam penyusunan penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. **Prof. Dr. Badia Parizade MBA.** selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. **Prof. Dr. Ir. Taufik Toha DEA.** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. **Ir. H. Yakni Idris Msc, MSCE.** selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
4. **Ir. H. Wirawan Jatmiko MM.** selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing dan memberikan pengarahan, masukan dan semangat dalam penyelesaian Tugas Akhir.
5. **Mirka Pataras ST, MT.** selaku dosen yang telah memberikan pengarahan dan masukan dalam penyelesaian Tugas Akhir.
6. Seluruh staf pengajar jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya atas bimbingan, pengarahan dan ilmu pengetahuan yang telah diajarkan selama ini.
7. Seluruh staf administrasi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, yuk tini, kak aang, mbak delly, dan mbak dian atas bantuan dan kemudahan yang diberikan.
8. Pimpinan beserta seluruh staf Balai Besar Jalan Nasional III Sumatera Selatan, pak faad, kak ridwan, mbak sari, dan kak bedu yang telah memberikan izin dan pengarahan prosedural laboratorium kepada saya untuk melakukan penelitian.
9. Keluargaku tercinta, papa, mama, mamak, mbak ayu dan dovan atas dukungan, kasih sayang, bantuan serta doanya.
10. Teman terdekatku Dimitri Yulianti terimakasih telah memberikan dukungan, kasih sayang, dan doanya selama ini.
11. Teman-teman di laboratorium, Sandy Utama, Farhandy Syaputra, dan Ridho yang telah sama – sama berjuang melakukan penelitian dari pagi hingga malam hari.

12. Sahabat – sahabatku Febrianto Cahyadi, Elvin Adi Nugroho, Eri Rizky Antony, Fajar Setiawan, Charles Tanzil, Ali Kamil, Ahmad Riyadinal Ricky, Elvian Warista Ginting atas dukungan dan bantuannya.
13. Teman – teman angkatan sipil 2007 terima kasih atas kebersamaannya selama ini, semoga kita bisa tetap saling membantu untuk selamanya.

Semoga Allah SWT yang Maha Kuasa membalas semua kebaikan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan sehingga diperlukan kritik dan saran dari berbagai pihak. Penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini nantinya dapat berguna bagi kita semua. Amin.

Palembang, April 2012

PENULIS

*Kegagalan dalam kehidupan adalah orang-orang yang tidak menyadari betapa dekatnya dia dengan kesuksesan ketika mereka berhenti.*

*Many of life's failures are people who did not realize how close they were to success when they gave up*

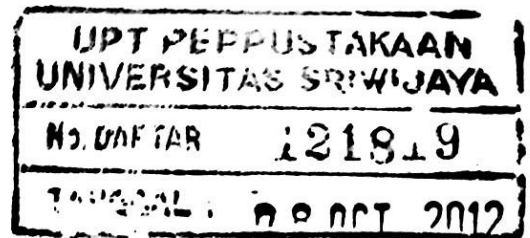
*- Thomas Alfa Edison -*

*Kupersembahkan Untuk:*

- Allah SWT
- Nabi Muhammad SAW
- Ayahku Ruslan Erlany, SE.
- Ibuku Emi Rohdianti, A.Md.Por
- Tanteuku Rita Supiati
- Saudara perempuanku Ratih Ayu Pratiwi, A.Md.Por
- Saudara laki-lakiku Radovan Satria Jefry
- Kekasihku Dimitri Fulianti
- Teman - teman Teknik Sipil angkatan 2007
- Almamaterku.....



# DAFTAR ISI



Halaman Judul .....	i
Halaman Pengesahan Tugas Akhir .....	ii
Abstrak .....	v
Kata Pengantar .....	vi
Daftar Isi .....	viii
Daftar Tabel .....	xi
Daftar Gambar .....	xii
Daftar Lampiran.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penulisan.....	2
1.4. Manfaat Penelitian .....	3
1.5. Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1. Umum.....	5
2.2. Struktur Perkerasan Jalan.....	5
2.2.1. Tanah Dasar (Sub-Grade) .....	6
2.2.2. Lapisan Pondasi Bawah (Sub-base Course).....	6
2.2.3. Lapisan Pondasi Atas (Base Course) .....	7
2.2.4. Lapisan Permukaan (Surface Course).....	7
2.3. Aspal .....	7
2.3.1. Klasifikasi Aspal .....	8

2.3.2. Sifat Aspal.....	12
2.3.3. Jenis Beton Aspal.....	13
2.3.4. Split Mastic Asphalt (SMA) .....	12
2.3.4.1 Penelitian Lain Tentang SMA.....	15
2.4. Agregat.....	16
2.4.1. Agregat Kasar .....	19
2.4.2. Agregat Halus .....	19
2.4.3. Bahan Pengisi (Filler) .....	19
2.5. Serat Selulosa .....	20
2.6. Pengujian Marshall .....	21
2.6. Rancangan Campuran Metode Marshall .....	23
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>28</b>
3.1. Umum.....	28
3.2. Cara Mendapat Data.....	28
3.2.1. Asal Bahan.....	28
3.2.2. Pemeriksaan Bahan.....	28
3.3. Peralatan.....	31
3.4. Jumlah Benda Uji.....	32
3.5. Pengujian Benda Uji .....	32
3.6. Analisis Data .....	32
3.7. Bagan Alur Penelitian .....	33
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>34</b>
4.1. Hasil Penelitian Material.....	34
4.2. Hasil Pengujian Campuran.....	35
4.2.1. Perhitungan Kadar Aspal.....	35
4.2.2. Komposisi Campuran .....	37

4.3. Hasil Pengujian Marshall .....	37
4.3.1. Hasil Pengujian Marshall Dengan Tambahan Serat Enceng Gondok Sebesar 0.5% .....	37
4.3.2. Hasil Pengujian Marshall Dengan Tambahan Serat Enceng Gondok Sebesar 0.75% .....	42
4.3.3. Hasil Pengujian Marshall Dengan Tambahan Serat Enceng Gondok Sebesar 1% .....	47
4.4. Pembahasan.....	52
4.4.1. Stabilitas .....	52
4.4.2. Flow (Kelelehan) .....	54
4.4.3. VIM ( <i>Void In The Mix</i> ).....	55
4.4.4. VMA ( <i>Void In The Mix Agregate</i> ).....	56
4.4.5. VFA ( <i>Void Filled With Asphalt</i> ).....	57
4.4.6. <i>Marshall Quotient</i> (MQ) .....	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	61
5.1. Kesimpulan .....	61
5.2. Saran.....	61

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spesifikasi Aspal Pen. 60/70.....	10
Tabel 2.2	Spesifikasi Aspal Keras.....	11
Tabel 2.3	Gradasi Agregat Campuran Untuk SMA.....	14
Tabel 2.4	Sifat – sifat Campuran SMA.....	15
Tabel 2.5	Ukuran Bukaan Saringan.....	18
Tabel 2.6	Jenis Pengujian Kebersihan Agregat.....	18
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Aspal.....	35
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Agregat.....	35
Tabel 4.3	Komposisi Agregat Gradasi Ideal Bagian Atas Daerah Larangan.....	36
Tabel 4.4	Komposisi Agregat.....	37
Tabel 4.5	Komposisi JMF Berdasarkan Gradasi Ideal.....	37
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Marshall Dengan Tambahan Serat Enceng Gondok Sebesar 0.5%.....	38
Tabel 4.7	Hasil Pengujian Marshall Dengan Tambahan Serat Enceng Gondok Sebesar 0.75%.....	43
Tabel 4.8	Hasil Pengujian Marshall Dengan Tambahan Serat Enceng Gondok Sebesar 1%.....	48
Tabel 4.9	Rekapan KAO Campuran SMA Dengan Aditif Serat Enceng Gondok..	52
Tabel 4.10	Rerata Hasil Pengujian Stabilitas Dengan kadar Aspal.....	54
Tabel 4.11	Rerata Hasil Pengujian <i>Flow</i> Dengan Kadar Aspal.....	54
Tabel 4.12	Rerata Hasil Pengujian VIM Dengan Kadar Aspal.....	55
Tabel 4.13	Rerata Hasil Pengujian VMA Dengan Kadar Aspal.....	56
Tabel 4.14	Rerata Hasil Pengujian VFA Dengan Kadar Aspal.....	58
Tabel 4.15	Rerata Hasil Pengujian <i>Marshall Quotient</i> Dengan Kadar Aspal.....	59

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tipikal Konstruksi Perkerasan Laston .....	6
Gambar 2.2	Grafik Tipikal Gradasi Senjang, Rapat, Terbuka dan SMA.....	14
Gambar 2.3	Alat Uji Marshall.....	22
Gambar 3.1	Bagan Alur Penelitian .....	33
Gambar 4.1	Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai Stabilitas Pada Serat Enceng Gondok Sebesar 0.5% .....	39
Gambar 4.2	Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai Kelelehan/flow Pada Serat Enceng Gondok Sebesar 0.5% .....	39
Gambar 4.3	Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai VIM Pada Serat Enceng Gondok Sebesar 0.5%.....	40
Gambar 4.4	Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai VMA Pada Serat Enceng Gondok Sebesar 0.5%.....	40
Gambar 4.5	Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai VFA Pada Serat Enceng Gondok Sebesar 0.5%.....	41
Gambar 4.6	Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai Marshall Quotient Pada Serat Enceng Gondok Sebesar 0.5%.....	41
Gambar 4.7	Grafik Kadar Aspal Optimum Serat Enceng Gondok Sebesar 0.5% .....	42
Gambar 4.8	Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai Stabilitas Pada Serat Enceng Gondok Sebesar 0.75%.....	44
Gambar 4.9	Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai Kelelehan/flow Pada Serat Enceng Gondok Sebesar 0.75% .....	44
Gambar 4.10	Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai VIM Pada Serat Enceng Gondok Sebesar 0.75%.....	45
Gambar 4.11	Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai VMA Pada Serat Enceng Gondok Sebesar 0.75%.....	45

Gambar 4.12 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai VFA Pada Serat Enceng Gondok Sebesar 0.75%.....	46
Gambar 4.13 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai Marshall Quotient Pada Serat Enceng Gondok Sebesar 0.75%.....	46
Gambar 4.14 Grafik Kadar Aspal Optimum Serat Enceng Gondok Sebesar 0.75% .....	47
Gambar 4.15 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai Stabilitas Pada Serat Enceng Gondok Sebesar 1%.....	49
Gambar 4.16 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai Kelelahan/flow Pada Serat Enceng Gondok Sebesar 1% .....	49
Gambar 4.17 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai VIM Pada Serat Enceng Gondok Sebesar 1%.....	50
Gambar 4.18 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai VMA Pada Serat Enceng Gondok Sebesar 1%.....	50
Gambar 4.19 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai VFA Pada Serat Enceng Gondok Sebesar 1%.....	51
Gambar 4.20 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai Marshall Quotient Pada Serat Enceng Gondok Sebesar 1%.....	51
Gambar 4.21 Grafik Kadar Aspal Optimum Serat Enceng Gondok Sebesar 1% .....	52

## **DAFTAR LAMPIRAN**

**Lampiran A : Hasil Pengujian Material**

**Lampiran B : Hasil Pengujian Marshall**

**Lampiran C : Dokumentasi Penelitian**

**Lampiran D : Surat-surat Kelengkapan Penelitian**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Jalan merupakan sarana transportasi yang sangat penting bagi kehidupan. Jalan dapat menunjang perkembangan suatu wilayah terutama dalam aspek perekonomian serta sosial budaya bagi masyarakat yang berada di sekitar jalan tersebut. Semakin lancar sarana transportasi pada suatu wilayah, maka semakin pesat pula perkembangan dan pertumbuhan pada wilayah tersebut. Seiring dengan perkembangan dan pertumbuhan lalu lintas yang semakin cepat, maka harus diimbangi dengan fasilitas jalan yang memadai serta dengan peningkatan mutu atau kualitas dari jalan. Oleh karena itu, guna meningkatkan kualitas suatu jalan maka diperlukan perencanaan konstruksi perkerasan jalan yang pada aplikasinya dapat memberikan kekuatan, keamanan, kenyamanan serta efisiensi atas waktu dan biaya.

Berat beban yang berlebihan, temperatur yang cukup tinggi dibandingkan dengan titik lembek aspal, dan campuran penyusun aspal itu sendiri merupakan 3 hal yang mengakibatkan jalan di Indonesia banyak mengalami kerusakan alur (rutting) yang dapat menimbulkan kerusakan retak yang pada akhirnya akan menurunkan kekuatan konstruksi perkerasan secara keseluruhan. Untuk mengatasi hal ini, pemerintah lewat Departemen Pekerjaan Umum, melalui spesifikasi jalan dan jembatan telah mensyaratkan ketahanan deformasi yang dikenal dengan stabilitas dinamis dari campuran beraspal untuk jalan dengan lalu lintas berat, minimum 2500 lintasan/mm. Untuk memenuhi nilai stabilitas dinamis ini ditetapkan beberapa jenis aspal polimer dan aspal modifikasi beserta persyaratannya.

Jerman pada akhir tahun 60-an, telah menemukan campuran beraspal panas yang mempunyai ketahanan terhadap alur dan keawetan yang lebih baik, dikenal dengan nama Split Mastic Asphalt (SMA). Keberhasilan dari perkerasan dengan SMA di Jerman ini, menimbulkan banyak negara-negara lain di Eropa dan Amerika termasuk Inggris ikut mengembangkan dan menggunakan jenis perkerasan ini karena masalah kerusakan alur pada perkerasan jalan beraspal telah lama dialami oleh negara-negara tersebut.

SMA adalah campuran beton aspal panas bergradasi terbuka. Masalah utama pada SMA ialah pengaliran aspal dan kegemukan aspal (bleeding). Oleh



karena itu, campuran ini menggunakan bahan tambah berupa fiber selulosa (serat) yang berfungsi untuk meningkatkan stabilitas serta viskositas pada campuran berkadar yang berkadar aspal tinggi ini.

Bahan tambah yang digunakan pada umumnya berupa fiber selulosa dan material tersebut telah dikembangkan di beberapa negara antara lain Jerman (*Arbocel* dan *Technocel 1004*) dan USA (CF-31500). Salah satu produk yang dalam negeri yang diproduksi oleh PT. Olah Bumi Mandiri Jakarta adalah *roadcel-50* yang merupakan serat selulosa sintetis yang harganya relatif mahal. Oleh karena itu, dapat dipakai serat enceng gondok sebagai bahan pengganti fiber selulosa sintetis yang merupakan sumber serat alami yang sangat kaya akan selulosa. Jumlah tanaman enceng gondok yang melimpah, khususnya di daerah sekitar rawa seperti Kota Palembang, sangat cocok untuk memanfaatkan potensi limpahan sumber daya enceng gondok sebagai zat aditif (bahan tambah) pengganti selulosa sintetis.

SMA yang banyak digunakan terdiri dari 3 jenis, yaitu:

1. SMA 0/5 dengan tebal perkerasan 1,5 – 3 cm
2. SMA 0/8 dengan tebal perkerasan 2 – 4 cm
3. SMA 0/11 dengan tebal perkerasan 3 – 5 cm

## **1.2. Perumusan Masalah**

Masalah yang dibahas dalam laporan tugas akhir ini adalah pengaruh penggunaan serat enceng gondok sebagai aditif pengganti fiber selulosa sintetis untuk mengatasi bleeding yang terjadi akibat tingginya kadar aspal pada SMA ditinjau dari nilai pengujian karakteristik Marshall.

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik campuran SMA dengan menggunakan aditif fiber selulosa enceng gondok, apakah memenuhi spesifikasi untuk perkerasan jalan.
2. Mengetahui nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) dari pengujian beberapa variasi persentase sampel benda uji menggunakan aditif fiber selulosa enceng gondok.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memperoleh beberapa manfaat:

1. Mengetahui apakah fiber selulosa enceng gondok dapat digunakan sebagai aditif untuk pembuatan campuran SMA yang optimal.
2. Menambah variasi jenis fiber selulosa alami yang dapat digunakan pada campuran SMA yang optimal.

#### **1.5. Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Standar pengujian karakteristik material agregat dan aspal yang digunakan adalah Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Bina Marga.
2. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian agregat dan pengujian aspal serta pengujian campuran aspal dengan *Marshall Test* untuk mendapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO).
3. Aditif fiber selulosa enceng gondok yang digunakan hanya pada kadar 0.5%, 0.75%, dan 1% terhadap berat total campuran.

#### **1.6. Sistematika Penulisan**

Dalam laporan Tugas Akhir ini dibagi menjadi lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

#### **Bab I Pendahuluan**

Pada bab ini berisikan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

#### **Bab II Tinjauan Pustaka**

Berisi tentang teori – teori yang dijadikan dasar dalam analisa dan pembahasan masalah, serta beberapa definisi dari studi literatur yang berhubungan dengan penulisan ini.

#### **Bab III Metodologi Penelitian**

Bagian ini berisi uraian tentang bahan penelitian, peralatan penelitian, prosedur perencanaan penelitian, prosedur pengujian material, prosedur pengujian Marshall, parameter dan formula perhitungan.

**Bab IV Analisis dan Pembahasan**

Bagian ini menyajikan penjabaran analisis data serta penjabaran dari hasil analisa yang diperoleh dari perhitungan dan pengujian dalam penelitian ini.

**Bab V Kesimpulan dan Saran**

Bagian ini berisi kesimpulan yang dapat diambil dari seluruh hasil penelitian untuk menjawab tujuan penelitian dan saran yang diberikan untuk perbaikan dan keberlanjutan penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Petunjuk Pelaksanaan Lapis aspal beton (Laston) Untuk Jalan Raya*. Jakarta : Direktorat Jendral Bina Marga,
- Oemar, Bakrie. 2003. *Bahan perkerasan jalan*. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya.
- Sukirman, Silvia. 1995. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung : Nova.
- Sukirman, Silvia. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta : Granit
- Sukirman, Silvia. 2010. *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*. Bandung: Nova
- Tasripin, Sartiyono. 1998. *Penelitian Laboratorium Untuk Split Mastic Asphalt (SMA) Dengan Bahan Tambah Roadcel 50*. Program Magister Sistem Dan Teknik Jalan Raya Institut Teknologi Bandung : Tesis tidak diterbitkan.
- Affandi, Furqon. 2010. *Pengaruh Asbuton Semi Ekstraksi Pada Campuran Stone Mastic Asphalt*. Bandung : Puslitbang Jalan dan Jembatan.
- Amal, Andi Syaiful. 2009. *Variasi Perendaman Pada Campuran Beton Aspal Terhadap Nilai Stabilitas Marshall*. Jurnal Simposium XII FSTPT.
- Erizal, Yondra Feta. 2008. *Studi Pemanfaatan Serat Batang Pisang Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran SMA 0/11*. Jurnal Simposium XI FSTPT.
- Yuliasari, Nova, Miksusanti & Dian. 2010. *Studi Penyerapan Procion Pada Limbah Kain Tajung Menggunakan Serbuk Batang Enceng Gondok*. Jurnal Penelitian Sains.