

**PENGGUNAAN ADITIF ZEOLIT DAN SERAT KAYU PADA
CAMPURAN *STONE MATRIX ASPHALT* (SMA)**

Laporan Tugas Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :

GABRIEL BIAN SASONGKOJATI

NPM. : 16 02 16651



**PROGTAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
SEPTEMBER 2020**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul :

PENGGUNAAN ADITIF ZEOLIT DAN SERAT KAYU PADA CAMPURAN *STONE MATRIX ASPHALT* (SMA)

Merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 25 September 2020

Yang membuat pernyataan

Gabriel Bian Sasongkojati

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PENGGUNAAN ADITIF ZEOLIT DAN SERAT KAYU PADA CAMPURAN *STONE MATRIX ASPHALT* (SMA)

Oleh :

GABRIEL BIAN SASONGKOJATI

NPM : 16 02 16651

Telah disetujui oleh pembimbing :

Yogyakarta,

Pembimbing



(Ir. Y. Hendra Suryadharma, M.T.)

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



(Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D.)

PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir

**PENGGUNAAN ADITIF ZEOLIT DAN SERAT KAYU PADA CAMPURAN
*STONE MATRIX ASPHALT (SMA)***



Oleh :

GABRIEL BIAN SASONGKOJATI

NPM : 16 02 16651

Telah diuji dan disetujui

Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua : J. Dwijoko Anusanto, Ir., M.T., Dr.
Sekretaris : Imam Basuki, Ir., M.T., Dr.
Anggota : Ir. Haryanto Y.W., M.T.

KATA HANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yesus atas segala rahmat, berkat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir yang berjudul **“PENGUNAAN ADITIF ZEOLIT DAN SERAT KAYU PADA CAMPURAN *STONE MATRIX ASPHALT* (SMA)”** ini dengan baik.

Tugas Akhir ini disusun sesuai dengan syarat kurikulum dan untuk menyelesaikan jenjang pendidikan tinggi Program Strata Satu (S-1) di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis sendiri menyadari bahwa selama proses penulisan Tugas Akhir ini tidak dapat diselesaikan tanpa dukungan yang diterima oleh penulis. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada banyak pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, antara lain kepada :

1. Prof. Ir. Yoyong Arfandi, M.Eng., Ph.D, selaku Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph. D, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Ir. Y. Hendra Suryadharma, M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah berkenan membimbing dan memberikan petunjuk serta saran kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan baik.
4. J. Dwijoko Anusanto, Ir., M.T., Dr., Imam Basuki, Ir., M.T., Dr., dan Ir. Haryanto Y.W., M.T, selaku Dosen Penguji yang telah berkenan memberikan arahan dan saran kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

5. Seluruh Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah mendidik dan mengajar penulis. Bagian Staff Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang membantu bidang administrasi.
6. Keluarga tercinta Ayah, Ibu, Romo Koko, Mas Deris, Mas Akbar, Mas Dayat, Mas Lutfi, Mas Tio, dan semua keluarga yang selalu mendukung dan mendoakan penulis sampai sejauh ini.
7. Untuk Fransisca Sekar Ayu yang selalu ada, membantu, mengingatkan, menasihati dan memberi dukungan penuh kepada penulis sejak awal penulisan Tugas Akhir ini.
8. Sahabat- sahabat, Oneal, Damian, Danur, Gery, Bona yang sudah membantu saat proses penelitian berjalan, Oby, Krisna, Marsella, Chenia, Lauren, Bima, Rey, Gerry, Benji dan masih banyak yang tidak bisa disebutkan satu per satu, terimakasih atas segala dukungannya.

Penulisan Tugas Akhir ini jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan masukan, kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan rekan-rekan pembaca sekalian.

Yogyakarta, 25 September 2020

Gabriel Bian Sasongkojati

NPM : 16 02 16651

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
KATA HANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
INTISARI.....	xiii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Keaslian Tugas Akhir	4
1.7 Lokasi Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 <i>Stone Matrix Asphalt</i> (SMA).....	6
2.2 Agregat	7
2.3 Bahan Pengisi (<i>Filler</i>).....	8
2.4 Karakteristik Campuran Aspal	9
2.4.1 Stabilitas (<i>Stability</i>).....	10
2.4.2 Kelenturan / fleksibilitas	10
2.4.3 Keawetan (<i>durability</i>)	11
2.4.4 Kekesatan (<i>skid resistance</i>).....	11
2.4.5 Ketahanan terhadap kelelahan (<i>fatigue resistance</i>).....	12
2.4.6 Kedap air (<i>impermeability</i>)	12
2.4.7 Kemudahan pelaksanaan (<i>workability</i>)	12
2.5 Bahan Tambah (Aditif).....	13
2.6 Peneliti Terdahulu.....	14
III. LANDASAN TEORI.....	16
3.1 <i>Stone Matrix Asphalt</i> (SMA).....	16
3.2 Bahan Penyusun <i>Stone Matrix Asphalt</i> (SMA)	17

3.2.1 Agregat	17
3.2.1.1 Agregat kasar.....	17
3.2.1.1 Agregat halus.....	18
3.2.1.1 Bahan pengisi (<i>filler</i>).....	20
3.2.2 Aspal.....	21
3.2.3 Bahan aditif	23
3.2.3.1 Serat selulosa.....	23
3.2.3.1 Bahan tambah zeolit	24
3.3 Parameter <i>Marshall Test</i>	25
3.3.1 Kepadatan (<i>density</i>).....	26
3.3.2 <i>Void in mineral aggregate</i> (VMA).....	27
3.3.3 <i>Void in mix</i> (VIM)	27
3.3.4 <i>Void Filled with Bitumen</i> (VFB)	27
3.3.5 Stabilitas	28
3.3.6 Kelelehan (<i>flow</i>)	28
3.3.7 <i>Marshall Quotient</i> (QM)	29
IV. METODE PENELITIAN	30
4.1 Tahap Persiapan.....	30
4.1.1 Bahan-bahan.....	30
4.1.2 Alat-alat.....	31
4.1.2.1 Pemeriksaan aspal	31
4.1.2.2 Pemeriksaan agregat	32
4.1.2.3 Pemeriksaan serat selulosa (<i>wood pellet</i>).....	32
4.1.2.4 Pemeriksaan zeolit	32
4.1.2.5 Pengujian <i>Marshall Test</i>	33
4.2 Cara Pengerjaan	33
4.2.1 Pemeriksaan aspal.....	33
4.2.2 Pemeriksaan agregat	34
4.2.3 Pembuatan benda uji.....	34
4.2.4 Pengujian karakteristik <i>marshall</i>	36
4.3 Diagram Alir Penelitian	37
V. PEMBAHASAN.....	38
5.1 Hasil Pemekriksaan Bahan Penyusun Benda Uji	38
5.1.1 Pemeriksaan aspal	38
5.1.2 Pemeriksaan agregat.....	39
5.2 Kadar Aspal Optimum.....	40
5.2.1 Pengujian <i>Marshall</i> (<i>Marshall Test</i>)	40

5.2.2 Parameter <i>Marshall</i>	41
5.2.2.1 Kepadatan / <i>density</i>	41
5.2.2.2 Rongga Terhadap Campuran / <i>Void in Mix</i> (VIM)	42
5.2.2.3 Rongga dalam Agregat / <i>Void in Mineral Aggregate</i> (VMA)	44
5.2.2.4 Rongga Terisi Bitumen / <i>Void Filled With Bitumen</i> (VFB).....	46
5.2.2.5 Stabilitas	48
5.2.2.6 Kelelehan / <i>Flow</i>	52
5.2.2.7 <i>Marshall Quotient</i> (MQ)	53
5.2.3 Hasil Kadar Aspal Optimum	55
5.3 Variasi aditif	54
5.3.1 Pengujian <i>Marshall</i> (<i>Marshall Test</i>)	54
5.3.2 Parameter <i>Marshall</i>	55
5.3.2.1 Kepadatan / <i>density</i>	55
5.3.2.2 Rongga Terhadap Campuran / <i>Void in Mix</i> (VIM)	57
5.3.2.3 Rongga dalam Agregat / <i>Void in Mineral Aggregate</i> (VMA)	58
5.3.2.4 Rongga Terisi Bitumen / <i>Void Filled With Bitumen</i> (VFB).....	59
5.3.2.5 Stabilitas	60
5.3.2.6 Kelelehan / <i>Flow</i>	62
5.3.2.7 <i>Marshall Quotient</i> (MQ)	63
5.2.3 Hasil Kadar Aspal Optimum	64
5.4 Perbandingan Hasil Aspal Optimum dan Zeolit Optimum.....	65
5.5 Perhitungan Biaya Bahan Tanpa Aditif dan Menggunakan Aditif	71
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	72
6.1 Kesimpulan	72
6.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN.....	75

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Persyaratan Agregat Kasar	18
Tabel 3.2	Persyaratan Agregat Halus	19
Tabel 3.3	Gradasi Agregat Gabungan Campuran SMA	19
Tabel 3.4	Persyaratan Aspal Keras	22
Tabel 3.5	Persyaratan Serat Selulosa	23
Tabel 3.6	Persyaratan Campuran <i>Stone Matrix Asphalt</i> (SMA)	26
Tabel 4.1	Variasi Jumlah Sampel Benda Uji Kadar Aspal Optimum	35
Tabel 4.2	Variasi Jumlah Sampel Benda Uji Kadar Zeolit Optimum	35
Tabel 5.1	Hasil Pemeriksaan Aspal	38
Tabel 5.2	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	39
Tabel 5.3	Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	39
Tabel 5.4	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Kadar Aspal Optimum	40
Tabel 5.5	Hasil Penelitian <i>Density</i>	41
Tabel 5.6	Hasil Penelitian VIM	43
Tabel 5.7	Hasil Penelitian VMA	45
Tabel 5.8	Hasil Penelitian VFB	47
Tabel 5.9	Hasil Penelitian Stabilitas	48
Tabel 5.10	Hasil Penelitian <i>Flow</i>	50
Tabel 5.11	Hasil Penelitian <i>MQ</i>	52
Tabel 5.12	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Kadar Zeolit Optimum	54
Tabel 5.13	Hasil Penelitian <i>Density</i>	55
Tabel 5.14	Hasil Penelitian VIM	57
Tabel 5.15	Hasil Penelitian VMA	58
Tabel 5.16	Hasil Penelitian VFB	59
Tabel 5.17	Hasil Penelitian Stabilitas	60
Tabel 5.18	Hasil Penelitian <i>Flow</i>	62
Tabel 5.19	Hasil Penelitian <i>MQ</i>	63
Tabel 5.20	Perhitungan Biaya bahan tanpa Aditif	71
Tabel 5.21	Perhitungan Biaya bahan menggunakan Aditif	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Agregat Kasar dan Agregat Halus.....	20
Gambar 3.2	<i>Filler</i> Semen.....	21
Gambar 3.3	<i>Filler</i> Serbuk Batu Bata	21
Gambar 3.4	Aspal PEN 60/70.....	23
Gambar 3.5	Serat Selulosa Wood Pellet	24
Gambar 3.6	Bahan Tambah Zeolit.....	25
Gambar 5.1	Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan <i>Density</i>	42
Gambar 5.2	Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VIM	44
Gambar 5.3	Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VMA.....	45
Gambar 5.4	Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VFB	47
Gambar 5.5	Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas	49
Gambar 5.6	Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Kelelehan.....	51
Gambar 5.7	Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan <i>MQ</i>	53
Gambar 5.8	Hasil Kadar Aspal Optimum.....	54
Gambar 5.9	Grafik Hubungan Kadar Zeolit dengan <i>Density</i>	56
Gambar 5.10	Grafik Hubungan Kadar Zeolit dengan VIM.....	57
Gambar 5.11	Grafik Hubungan Kadar Zeolit dengan VMA	58
Gambar 5.12	Grafik Hubungan Kadar Zeolit dengan VFB	59
Gambar 5.13	Grafik Hubungan Kadar Zeolit dengan Stabilitas	61
Gambar 5.14	Grafik Hubungan Kadar Zeolit dengan VFB	62
Gambar 5.15	Grafik Hubungan Kadar Zeolit dengan <i>MQ</i>	63
Gambar 5.16	Hasil Kadar Zeolit Optimum.....	64
Gambar 5.17	Perbandingan Nilai Kepadatan tanpa Aditif dan dengan Aditif.....	65
Gambar 5.18	Perbandingan Nilai VIM tanpa Aditif dan dengan Aditif.....	66
Gambar 5.19	Perbandingan Nilai VMA tanpa Aditif dan dengan Aditif	67
Gambar 5.20	Perbandingan Nilai VFB tanpa Aditif dan dengan Aditif.....	68
Gambar 5.21	Perbandingan Nilai Stabilitas tanpa Aditif dan dengan Aditif.....	69
Gambar 5.22	Perbandingan Nilai <i>Flow</i> tanpa Aditif dan dengan Aditif	69
Gambar 5.23	Perbandingan Nilai <i>MQ</i> tanpa Aditif dan dengan Aditif	70

INTISARI

PENGGUNAAN ADITIF ZEOLIT DAN SERAT KAYU PADA CAMPURAN *STONE MATRIX ASPHALT* (SMA), Gabriel Bian Sasongkojati, nomor mahasiswa 16 02 16651, tahun 2020, Bidang Peminatan Transportasi, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Seiring bertambahnya pertumbuhan penduduk di Indonesia, peran jalan sebagai prasarana perhubungan darat sangatlah penting. Jalan menjadi penghubung daerah satu dengan lainnya agar perpindahan manusia, jasa, dan barang dapat berjalan dengan lancar, pembuatan jalan dengan konstruksi yang baik sangat diperlukan. Tetapi banyak jalan di Indonesia yang rusak dan berlubang sehingga diperlukan variasi perkerasan jalan yang lebih mumpuni, salah satu nya ialah *Stone Matrix Asphalt* (SMA).

Dalam penelitian ini campuran SMA divariasikan dengan aditif zeolit dan serat kayu (*wood pellet*), hal ini bertujuan meneliti variasi aspal baru. Kemudian membandingkan hasil pengujian campuran SMA menggunakan aditif dan tanpa menggunakan aditif. Data yang deiperoleh berdasarkan dari hasil pengujian *marshall test* yang dilaksanakan di Laboratorium PT. Selo Progo Sakti Klaten.

Dari hasil pengujian, diperoleh Kadar aspal optimum yang diperoleh yakni 6,5%, dengan nilai *density* sebesar 2,301 gr/cc, VIM sebesar 4,47%, VMA sebesar 17,33%, nilai VFB sebesar 74,20%, stabilitas sebesar 1.055 kg, *flow* sebesar 3,37 mm, dan MQ sebesar 313,33 kg/mm.

Kadar zeolit optimum yang diperoleh yakni 5%, dengan nilai *density* sebesar 2,301 gr/cc, VIM sebesar 4,45%, VMA sebesar 17,31%, VFB sebesar 74,31%, stabilitas sebesar 1.452,77 kg, *flow* sebesar 4,43 mm, dan MQ sebesar 327,69 kg/mm. Stabilitas campuran SMA yang menggunakan bahan tambah sebesar 1.452,77 kg. Nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan campuran SMA tanpa bahan tambah sebesar 1.055 kg

Kata Kunci : *Stone Matrix Asphalt* (SMA), Zeolit, Serat Kayu, *Marshall Test*

DAFTAR LAMPIRAN

Pemeriksaan Aspal	75
Pemeriksaan Agregat Kasar dan Agregat Halus	86
Perhitungan Komposisi Agregat	120
Perhitungan Marshall Variasi Kadar Aspal.....	121
Perhitungan Marshall Variasi Kadar Zeolit	122