

**PENGARUH SUBSTITUSI *STEEL SLAG* DENGAN PENAMBAHAN
SERAT SELULOSA ALAMI DEDAK PADI PADA CAMPURAN ASPAL
*STONE MATRIX ASPHALT (SMA)***

Laporan Tugas Akhir

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :

Bonaventura Jangkung Priambodo

NPM : 17 02 16701



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2021**

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PENGARUH SUBSTITUSI *STEEL SLAG* DENGAN PENAMBAHAN SERAT SELULOSA ALAMI DEDAK PADI PADA CAMPURAN ASPAL *STONE MATRIX ASPHALT* (SMA)

Oleh :


BONAVENTURA JANGKUNG PRIAMBODO

NPM : 17 02 16701/ TS

Telah diuji dan disetujui oleh Pembimbing:

Yogyakarta, 9 - 8 - 2021

Pebimbing



(Dr. Ir. J. Dwijoko Ansusanto, MT.)

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua




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

PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir

**PENGARUH SUBSTITUSI *STEEL SLAG* DENGAN PENAMBAHAN
SERAT SELULOSA ALAMI DEDAK PADI PADA CAMPURAN ASPAL
*STONE MATRIX ASPHALT (SMA)***



Oleh :

BONAVENTURA JANGKUNG PRIAMBODO

NPM : 17 02 16701

Telah diuji dan disetujui

	Nama
Ketua	: Dr. Ir. J. Dwijoko Anusanto, MT.
Sekretaris	: Dr. Ir. Imam Basuki, MT.
Anggota	: Angelina Eva Lianasari, S.T., M.T

Tanda tangan	Tanggal
	9-8-2021



PERNYATAAN

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

**PENGARUH SUBSTITUSI *STEEL SLAG* DENGAN PENAMBAHAN
SERAT SELULOSA ALAMI DEDAK PADI PADA CAMPURAN ASPAL
*STONE MATRIX ASPHALT (SMA)***

Benar- benar merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan bukan 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 saya merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 22 Agustus 2021

Yang membuat pernyataan



Bonaventura Jangkung Priambodo

KATA HANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, bimbingan, dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan segala yang merupakan syarat menyelesaikan pendidikan tinggi Program Strata-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak mungkin diselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Tuhan Yang Maha Esa.
2. Bapak Dr. Eng. Luky Handoko, S.T., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Ir. Imam Basuki, M.T. selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
5. Dr. Ir. J. Dwijoko Anusanto, MT. selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu, sabar dalam memberikan arahan dan petunjuk, serta sangat peduli kepada penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
6. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mengajarkan dan memberikan berbagai macam ilmu pengetahuan dalam bidang teknik sipil.

7. Orang tua, kakak, keponakan dan saudara yang telah mendoakan, membantu, serta mendukung baik dalam bentuk moril maupun finansial hingga pembuatan Tugas Akhir ini dapat berjalan lancar.
8. Seluruh rekan Teknik Sipil UAJY Angkatan 2017 yang telah berjuang bersama dalam masa studi, terkhusus teman dekat Abel, Celvin, Irfan, Daniel, Nanda, Adhi, Nando, Randy, Angger, Karin, Ping, Baluk, Ronas, Boots, dan Yudha. Serta rekan HMS dan SUM.
9. Seluruh Pengurus Laboratorium Aspal PT Selo Progo Sakti Klaten yang telah memberikan banyak fasilitas, ilmu, pengalaman, pembelajaran, dan hati yang sangat besar saat melakukan penelitian.
10. Rekan seperjuangan satu laboratorium, Aldo, Meko, dan Olive yang telah saling memberi pembelajaran dan dukungan satu sama lain.
11. Seluruh civitas dan rekan kerja CV. ARS
12. OMK, Komsos, dan Misdinar Paroki Roh Kudus Kebonarum
13. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini dan tidak dapat disebut satu per satu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, 22 Agustus 2021

Penulis


Bonaventura Jangkung Priambodo

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA HANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
INTISARI.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Masalah	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Keaslian Tugas Akhir.....	6
1.6 Manfaat Tugas Akhir	7
1.7 Lokasi Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Perkerasan Jalan	8
2.2 Aspal	8
2.3 <i>Stone Matrix Aspal (SMA)</i>	9
2.4 Agregat.....	9
2.5 Bahan Pengisi (Filler)	10
2.6 Serat Selulosa	10
2.7 <i>Steel Slag</i>	10
2.8 Dedak Padi	11
2.9 Karakteristik Campuran Aspal.....	11
BAB III DASAR TEORI	14
3.1 Perkerasan <i>Stone Matrix Asphalt (SMA)</i>	14
3.2 Bahan Penyusun	14
3.2.1 Agregat.....	14
3.2.2 Aspal	16
3.2.3 Bahan Pengisi (Filler)	17
3.2.4 Serat Selulosa.....	18
3.2.5 <i>Steel Slag</i>	19
3.3 Parameter Marshall Test	20

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	24
4.1 Tahap Awal	24
4.1.1 Bahan-Bahan	24
4.1.2 Alat-Alat.....	25
4.1.2.1 Pemeriksaan Aspal.....	25
4.1.2.2 Pemeriksaan Agregat	26
4.1.2.3 Pemeriksaan Dedak Padi	26
4.1.2.4 Pengujian Marshall Test	26
4.2 Waktu dan Tempat Penelitian	27
4.3 Tahapan Pengerjaan Penelitian	27
4.3.1 Pemeriksaan Aspal	27
4.3.2 Pemeriksaan Agregat.....	28
4.3.3 Pemeriksaan Serat Selulosa Dedak Padi	28
4.3.4 Pemeriksaan <i>Steel Slag</i>	28
4.3.5 Persiapan Agregat Sebagai Bahan Penyusun Benda Uji.....	29
4.3.5.1 Analisa Saringan Agregat	29
4.3.6 Persiapan <i>Steel Slag</i> Sebagai Bahan Substitusi.....	30
4.3.6.1 Penyetaraan <i>Steel Slag</i> Terhadap Agregat Kasar.....	30
1. Analisa Saringan <i>Steel Slag</i>	30
2. Prosentase Substitusi <i>Steel Slag</i>	31
4.3.7 Pembuatan Benda Uji.....	32
4.3.8 Pengujian Karakteristik Marshall.....	33
4.4 Diagram Alir Penelitian	34
BAB V PEMBAHASAN	35
5.1 Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusun Benda Uji.....	35
5.1.1 Pemeriksaan Aspal	35
5.1.2 Pemeriksaan Agregat.....	36
5.1.3 Pemeriksaan <i>Steel Slag</i>	38
5.1.4 Pemeriksaan Dedak Padi	38
5.2 Pengujian Parameter <i>Marshall</i>	38
5.2.1 Analisa Hasil dan Penentuan Kadar Aspal Optimum	39
5.2.1.1 Hasil Untuk Menentukan Kadar Aspal Optimum.....	39
1. Kepadatan/ <i>Density</i>	39
2. Rongga Dalam Campuran/ <i>Void in Mix</i> (VIM)	40
3. Rongga Antar Agregat/ <i>Void Mix Aggregate</i> (VMA).42	
4. Rongga Terisi Aspal/ <i>Void Filled Bitumen</i> (VFB)	43
5. Stabilitas.....	44
6. Kelelehan/ <i>flow</i>	45

7. <i>Marshall Quotient</i> (MQ).....	46
5.2.1.2 Penentuan Kadar Aspal Oprimum	47
5.2.2 Analisa Hasil Substitusi <i>Steel Slag</i> Terhadap Agregat Kasar dan Penentuan <i>Steel Slag</i> Optimum.....	48
5.2.2.1 Analisa Hasil Substitusi <i>Steel Slag</i>	48
1. Kepadatan/Density	48
2. Rongga Dalam Campuran/ <i>Void in Mix</i> (VIM)	49
3. Rongga Antar Agregat/ <i>Void Mix Aggregate</i> (VMA).....	51
4. Rongga Terisi Aspal/ <i>Void Filled Bitumen</i> (VFB)	52
5. Stabilitas.....	53
6. Kelelehan/ <i>flow</i>	54
7. <i>Marshall Quotient</i> (MQ).....	55
5.2.2.2 Penentuan Kadar <i>Steel Slag</i> Optimum.....	56
5.3 Perbandingan Penelitian Penulis Dengan Tinjauan Pustaka.....	56
5.3.2 Kadar Aspal Optimum	57
1. Kepadatan/Density	57
2. Rongga Dalam Campuran/ <i>Void in Mix</i> (VIM)	58
3. Rongga Antar Agregat/ <i>Void Mix Aggregate</i> (VMA)	59
4. Rongga Terisi Aspal/ <i>Void Filled Bitumen</i> (VFB)	60
5. Stabilitas.....	61
6. Kelelehan/ <i>flow</i>	62
7. <i>Marshall Quotient</i> (MQ).....	63
5.3.3 Variasi Substitusi <i>Steel Slag</i>	64
1. Kepadatan/Density	64
2. Rongga Dalam Campuran/ <i>Void in Mix</i> (VIM)	65
3. Rongga Antar Agregat/ <i>Void Mix Aggregate</i> (VMA)	66
4. Rongga Terisi Aspal/ <i>Void Filled Bitumen</i> (VFB)	67
5. Stabilitas.....	69
6. Kelelehan/ <i>flow</i>	70
7. <i>Marshall Quotient</i> (MQ).....	71
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	73
6.1 Kesimpulan	73
6.2 Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	78

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Ketentuan Agregat Kasar	15
Tabel 3.2 Ketentuan Agregat Halus	15
Tabel 3.3 Ketentuan Untuk Aspal Keras.....	16
Tabel 3.4 Ketentuan Serat Selulosa Pada Aspal SMA.....	18
Tabel 3.5 Ketentuan Sifat-Sifat Campuran SMA	20
Tabel 4.1 Daftar Hasil Analisa Saringan.....	29
Tabel 4.2 Analisa Saringan Agregat Kasar dan <i>Steel Slag</i>	30
Tabel 4.3 Komposisi Prosentase Substitusi <i>Steel Slag</i> Terhadap Agregat Kasar ..	31
Tabel 4.4 Variasi Jumlah Sampel Benda Uji Kadar Aspal Optimum.....	32
Tabel 4.5 Variasi Jumlah Sampel Benda Variasi <i>Steel Slag</i>	32
Tabel 5.1 Hasil Pemeriksaan Aspal	35
Tabel 5.2 Hasil Pemeriksaan Agregat 1'.....	36
Tabel 5.3 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar.....	37
Tabel 5.4 Hasil Pemeriksaan Agregat Sedang	37
Tabel 5.5 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus.....	37
Tabel 5.6 Hasil Pemeriksaan <i>Steel Slag</i>	38
Tabel 5.7 Hasil Hasil Penelitian <i>Density</i>	39
Tabel 5.8 Hasil Penelitian VIM	41
Tabel 5.9 Hasil Penelitian VMA.....	42
Tabel 5.10 Hasil Hasil Penelitian VFB	43
Tabel 5.11 Hasil Hasil Penelitian Stabilitas	44
Tabel 5.12 Hasil Hasil Penelitian <i>Flow</i>	45
Tabel 5.13 Hasil Hasil Penelitian MQ	46
Tabel 5.14 Hasil Hasil Penelitian <i>Density</i>	48
Tabel 5.15 Hasil Hasil Penelitian VIM.....	50
Tabel 5.16 Hasil Hasil Penelitian VMA	51
Tabel 5.17 Hasil Penelitian VFB	52
Tabel 5.18 Hasil Penelitian Stabilitas	53
Tabel 5.19 Hasil Hasil Penelitian <i>Flow</i>	54

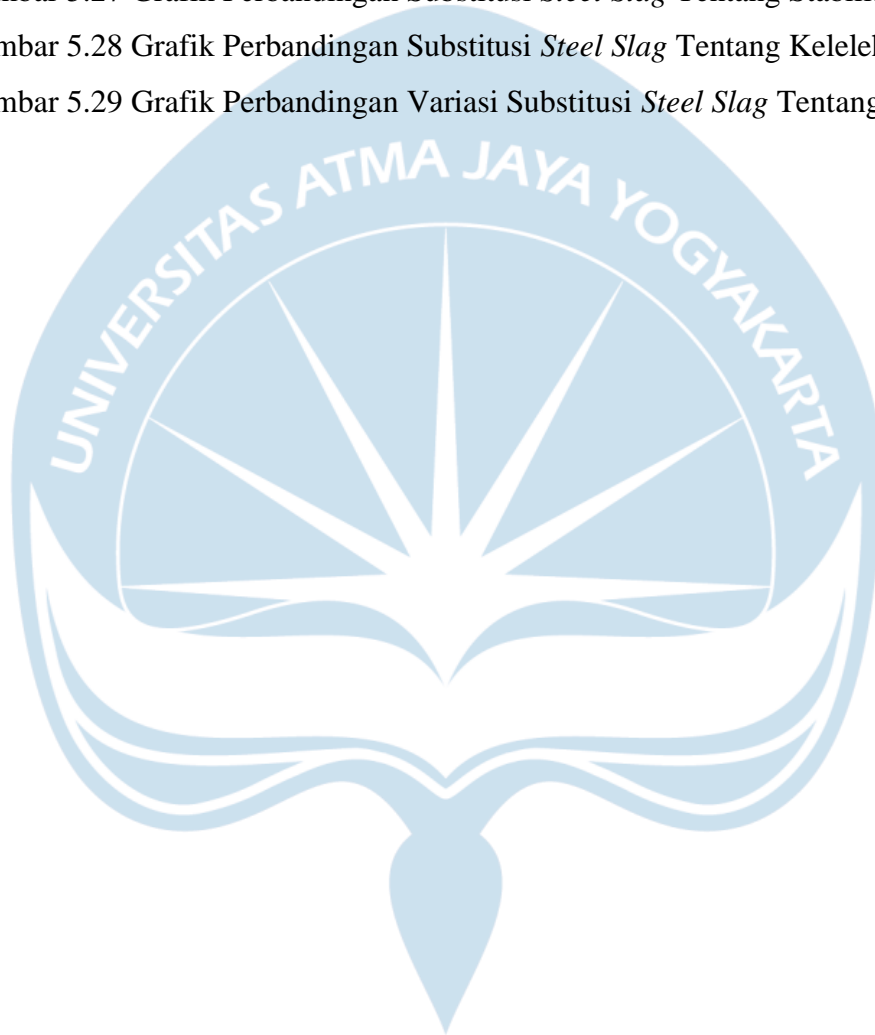
Tabel 5.20 Hasil Hasil Penelitian MQ55



DAFTAR GAMBAR

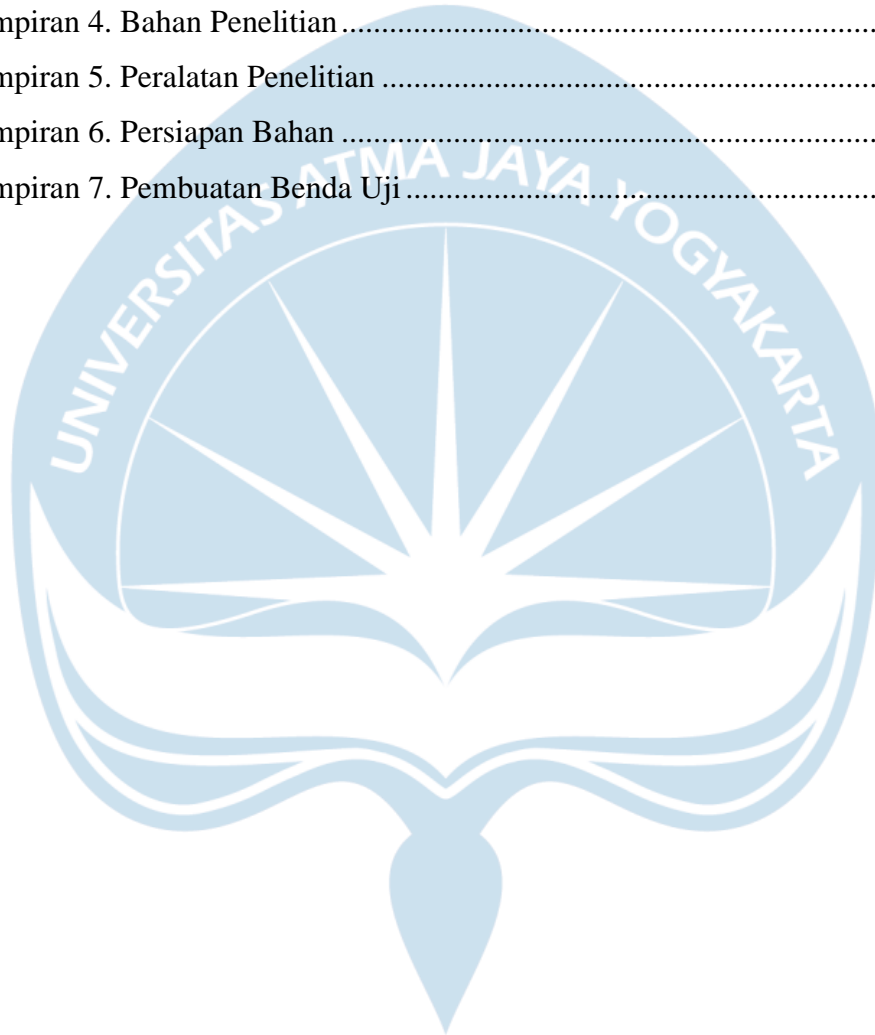
Gambar 3.1 Agregat Kasar dan Halus.....	16
Gambar 3.2 Aspal pen 60/70.....	17
Gambar 3.3 Serbuk Kapur Sebagai Bahan <i>Filler</i>	18
Gambar 3.4 Dedak Padi Sebagai Bahan Serat Selulosa Alami.....	19
Gambar 3.5 <i>Steel Slag</i> Sebagai Bahan Substitusi	19
Gambar 4.1 Grafik Gradasi.....	29
Gambar 4.2 Diagram Alir	34
Gambar 5.1 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan <i>Density</i>	40
Gambar 5.2 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VIM	41
Gambar 5.3 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VMA.....	42
Gambar 5.4 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VFB	43
Gambar 5.5 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas	44
Gambar 5.6 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Kelelehan.....	45
Gambar 5.7 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan MQ.....	46
Gambar 5.8 Hasil Kadar Aspal Optimum	47
Gambar 5.9 Grafik Hubungan Kadar <i>Steel Slag</i> dengan <i>Density</i>	49
Gambar 5.10 Grafik Hubungan Kadar <i>Steel Slag</i> dengan VIM.....	50
Gambar 5.11 Grafik Hubungan Kadar <i>Steel Slag</i> dengan VMA	51
Gambar 5.12 Grafik Hubungan Kadar <i>Steel Slag</i> dengan VFB.....	52
Gambar 5.13 Grafik Hubungan Kadar <i>Steel Slag</i> dengan Stabilitas.....	53
Gambar 5.14 Grafik Hubungan Kadar <i>Steel Slag</i> dengan Kelelehan	54
Gambar 5.15 Grafik Hubungan Kadar <i>Steel Slag</i> dengan MQ	55
Gambar 5.16 Grafik Perbandingan Kadar Aspal Optimum Tentang Kepadatan...57	
Gambar 5.17 Grafik Perbandingan Kadar Aspal Optimum Tentang VIM	58
Gambar 5.18 Grafik Perbandingan Kadar Aspal Optimum Tentang VMA.....	59
Gambar 5.19 Grafik Perbandingan Kadar Aspal Optimum Tentang VFB	60
Gambar 5.20 Grafik Perbandingan Kadar Aspal Optimum Tentang Stabilitas.....	61
Gambar 5.21 Grafik Perbandingan Kadar Aspal Optimum Tentang Kelelehan....	62
Gambar 5.22 Grafik Perbandingan Kadar Aspal Optimum Tentang MQ	63

Gambar 5.23 Grafik Perbandingan Substitusi <i>Steel Slag</i> Tentang Kepadatan.....	64
Gambar 5.24 Grafik Perbandingan Variasi Substitusi <i>Steel Slag</i> Tentang VIM ...	65
Gambar 5.25 Grafik Perbandingan Variasi Substitusi <i>Steel Slag</i> Tentang VMA..	66
Gambar 5.26 Grafik Perbandingan Variasi Substitusi <i>Steel Slag</i> Tentang VFB ...	67
Gambar 5.27 Grafik Perbandingan Substitusi <i>Steel Slag</i> Tentang Stabilitas.....	69
Gambar 5.28 Grafik Perbandingan Substitusi <i>Steel Slag</i> Tentang Kelelahan	70
Gambar 5.29 Grafik Perbandingan Variasi Substitusi <i>Steel Slag</i> Tentang MQ.....	71



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Pernyataan Kebenaran dan Keabsahan Data.....	78
Lampiran 2. Resume Hasil Pengujian Laboratorium Agregat <i>Hot Mix</i>	79
Lampiran 3. Resume Hasil Pengujian Laboratorium Aspal Pen. 60/70	80
Lampiran 4. Bahan Penelitian	81
Lampiran 5. Peralatan Penelitian	82
Lampiran 6. Persiapan Bahan	84
Lampiran 7. Pembuatan Benda Uji	84



INTISARI

PENGARUH SUBSTITUSI *STEEL SLAG* DENGAN PENAMBAHAN SERAT SELULOSA ALAMI DEDAK PADI PADA CAMPURAN ASPAL *STONE MATRIX ASPHALT* (SMA), Bonaventura Jangkung Priambodo, NPM 17.02.16701, tahun 2021. Bidang Peminatan Transportasi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Steel slag merupakan produk limbah yang berasal dari pengolahan industri pengecoran logam. *Steel slag* memiliki bentuk fisik hampir serupa dengan batuan atau kerikil alam. Dengan adanya limbah tersebut dapat dimanfaatkan menjadi beberapa alternatif inovasi, salah satu halnya yaitu pemanfaatan *steel slag* menjadi bahan substitusi pada lapis perkerasan jalan.

Stone Matrix Asphalt (SMA) merupakan lapis perkerasan yang menggunakan gradasi senjang dengan tambahan serat selulosa di dalamnya. Lapis perkerasan ini cocok digunakan pada jalan yang menampung beban lalu lintas berat. Dalam penelitian ini *steel slag* akan digunakan sebagai bahan substitusi terhadap agregat kasar pada lapis aspal *Stone Matrix Asphalt* (SMA) dengan penambahan serat selulosa alami berupa dedak padi sebesar 0,3%. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh kelayakan substitusi *steel slag* terhadap agregat kasar pada lapis aspal *Stone Matrix Asphalt* (SMA) terhadap parameter *marshall*. Kadar aspal optimum merupakan kadar yang akan digunakan ke dalam variasi substitusi *steel slag*. Variasi prosentase aspal yang digunakan dalam penentuan kadar aspal optimum antara lain 5,5%, 6%, 6,5%, 7%, dan 7,5%. Dan untuk kadar aspal optimum yang didapatkan yaitu 6,4%. Variasi prosentase substitusi *steel slag* terhadap agregat kasar yaitu 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%.

Hasil dari substitusi *steel slag* terhadap agregat kasar yaitu nilai kepadatan mengalami peningkatan seiring bertambahnya kadar *steel slag*, nilai VIM mengalami penurunan, nilai VMA mengalami peningkatan, nilai VFB mengalami peningkatan, stabilitas mengalami penurunan, dan nilai kelelahan mengalami penurunan. Pada nilai VIM di tiap kadar *steel slag* tidak ada yang memenuhi batas persyaratan, sehingga tidak ditemukan kadar *steel slag* optimum pada penelitian ini.

Kata kunci: *Steel slag*, *Stone Matrix Asphalt* (SMA), Kadar Aspal Optimum, Parameter *Marshall*.