

**PENGARUH PENGGUNAAN STEEL SLAG SEBAGAI  
PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT KASAR DENGAN  
*FILLER FLY ASH* PADA CAMPURAN LASTON AC-WC**

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

Oleh :  
YOHANES BAGASKARA SITOHAND  
NPM. : 15 02 15971



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
JULI 2019**

## **PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa

Tugas Akhir dengan judul :

### **“PENGARUH PENGGUNAAN STEEL SLAG SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT KASAR DENGAN FILLER FLY ASH PADA CAMPURAN LASTON AC-WC”**

Benar - benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide dan 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 selama proses penyusunan Tugas Akhir nantinya terbukti bahwa Tugas Akhir saya dikerjakan oleh pihak lain atau saya melakukan plagiasi, maka Tugas Akhir saya dinyatakan gugur oleh pengelola Program Studi.

Yogyakarta, 19 Juli 2019

Yang membuat pernyataan



(Yohanes Bagaskara Sitohang)

## PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

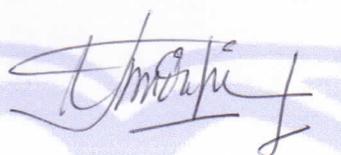
### PENGARUH PENGGUNAAN STEEL SLAG SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT KASAR DENGAN FILLER FLY ASH PADA CAMPURAN LASTON AC-WC

Oleh :  
YOHANES BAGASKARA SITOHAND  
NPM. : 15 02 15971

Telah diperiksa dan disetujui oleh dosen pembimbing :

Yogyakarta, ..... 18 Juli 2019

Dosen Pembimbing



(Ir. JF. Soandrijanie Linggo, M.T.)

Disahkan oleh :  
Program Studi Teknik Sipil  
Ketua



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

## PENGESAHAN

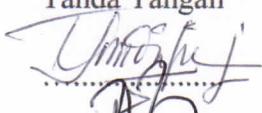
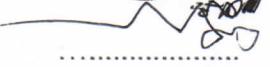
Laporan Tugas Akhir

### PENGARUH PENGGUNAAN STEEL SLAG SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT KASAR DENGAN FILLER FLY ASH PADA CAMPURAN LASTON AC-WC



Oleh :  
**YOHANES BAGASKARA SITOHANG**  
NPM. : 15 02 15971

Telah diuji dan disetujui oleh :

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: Ir. JF. Soandrijanie Linggo, M.T.		18-7-2019
Penguji I	: Ir. P. Eliza Purnamasari, M.Eng.		18-7-2019
Penguji II	: Ir. Y. Lulie, M.T.		18-07-2019

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucap puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya penulisan Tugas Akhir yang berjudul : “**PENGARUH PENGGUNAAN STEEL SLAG SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT KASAR DENGAN FILLER FLY ASH PADA CAMPURAN LASTON AC-WC**”.

Penulisan Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana (S1) pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penelitian dan penulisan karya Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dengan adanya bantuan dari berbagai pihak yang telah membantu penulis dari awal hingga akhir penulisan karya Tugas Akhir ini. Oleh sebab itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Sushardjanti Felasari, S.T., M.Sc., CAED., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Ir. AY. Harijanto S., M.Eng., Ph.D., selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Dr. Ir. J. Dwijoko Ansusanto, M.T., selaku Kepala Laboratorium Transportasi Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. Ir. JF. Soandrijanie Linggo, M.T., selaku Dosen pembimbing atas pengarahan dan bimbingannya selama proses penulisan Tugas Akhir.

5. Bapak L. Beny Antana, selaku Staf Laboratorium Transportasi Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah memberikan bantuan serta saran pada penelitian Tugas Akhir ini.
6. Seluruh Dosen yang telah memberikan ilmunya selama masa studi penulis di Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
7. Papah dan Mamah yang telah memberikan dukungan dan semangat selama masa studi dan penulisan Tugas Akhir.
8. Saudara - saudariku : Anggi, Lia, Jurnal, Jenis, Dion, Aldo, dan Aldi yang turut memberikan dukungan selama masa studi dan proses penulisan Tugas Akhir.
9. Seluruh Asisten Praktikum Bahan Perkerasan Jalan : Willyam, Henri, Andre, Oneal, Monic, Elen, Karsuti, Arti, Amel, Tika, Tania, Amy, Aning, Kak Ivan, Kak Thea, dan Kak Laras yang selalu menemani dan menghibur penulis dalam canda dan tawa selama masa studi.
10. Osha, Henri, Yuli, David, dan Adi selaku teman seperjuangan dalam suka maupun duka selama masa studi di Prodi Teknik Sipil UAJY.
11. Teman - teman yang turut membantu dalam proses penelitian dan penulisan Tugas Akhir
12. Kelompok 64 Tulung KKN 73 dan warga Tulung.
13. Teman - teman kuliah angkatan 2015, 2016, 2017, kelas C, dan seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu - persatu.
14. Teman - teman SMA Negeri 1 Wates yang turut memberikan dukungan dan semangat selama menjalani masa studi.

Penulis menyadari bahwa karya Tugas Akhir ini jauh dari kata sempurna, oleh sebab itu penulis menerima kritik dan saran yang membangun dalam penulisan karya Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, 25 Juni 2019

Yohanes Bagaskara Sitohang

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>INTISARI.....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah .....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	6
1.6 Keaslian Tugas Akhir .....	6
1.7 Lokasi Penelitian .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>8</b>
2.1 Lapis Aspal Beton (Laston).....	8
2.2 Aspal .....	9
2.3 Agregat.....	9
2.4 <i>Filler</i> .....	10
2.5 <i>Steel Slag</i> .....	11
2.6 <i>Fly Ash</i> .....	11
2.7 Karakteristik Campuran Aspal Beton .....	12

2.7.1 Stabilitas ( <i>stability</i> ) .....	12
2.7.2 Durabilitas ( <i>durability</i> ).....	12
2.7.3 Kekesatan ( <i>skid resistance</i> ) .....	12
2.7.4 Ketahanan Kelelahan ( <i>fatigue resistance</i> ).....	13
2.7.5 Fleksibilitas ( <i>flexibility</i> ) .....	13
2.7.6 Kemudahan untuk dikerjakan ( <i>workability</i> ) .....	14
<b>BAB III LANDASAN TEORI .....</b>	<b>15</b>
3.1 Campuran Laston AC-WC .....	15
3.1.1 Aspal.....	16
3.1.2 Agregat .....	16
3.1.3 <i>Filler</i> .....	18
3.2 Penggunaan <i>Steel Slag</i> dalam Campuran Laston AC-WC.....	19
3.3 Penggunaan <i>Fly Ash</i> sebagai <i>Filler</i> Campuran Laston AC-WC .....	19
3.4 Parameter <i>Marshall Test</i> .....	20
3.4.1 Kepadatan ( <i>density</i> ).....	20
3.4.2 <i>Void in The Mix</i> (VITM) .....	21
3.4.3 <i>Void in Mineral Agregat</i> (VMA) .....	21
3.4.4 <i>Void Filled with Asphalt</i> (VFWA).....	22
3.4.5 Stabilitas .....	22
3.4.6 Kelelahan ( <i>flow</i> ).....	23
3.4.7 <i>Marshall quotient</i> (QM) .....	23
<b>BAB IV METODE PENELITIAN .....</b>	<b>24</b>
4.1 Tahapan Persiapan .....	24
4.1.1 Bahan - bahan .....	24
4.1.2 Alat – alat .....	25
4.2 Cara Pengumpulan Data.....	27
4.3 Waktu dan Tempat.....	27
4.4 Cara Pengerjaan .....	27
4.4.1 Pengujian aspal .....	27

4.4.2 Pengujian agregat .....	28
4.4.3 Pengujian <i>steel slag</i> .....	28
4.4.4 Pembuatan benda uji .....	28
4.4.5 Pengujian karakteristik <i>Marshall</i> .....	29
4.5 Persiapan <i>Steel Slag</i> sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar .....	30
4.6 Persiapan <i>Fly Ash</i> sebagai <i>Filler</i> Campuran .....	30
4.7 Diagram Alir Penelitian .....	31
 <b>BAB V PEMBAHASAN .....</b>	<b>32</b>
5.1 Hasil Penelitian.....	32
5.1.1 Pemeriksaan aspal pertamina penetrasi 60/70 .....	32
5.1.2 Pemeriksaan agregat.....	33
5.1.3 Pemeriksaan <i>steel slag</i> .....	33
5.1.4 Hasil pengujian <i>Marshall</i> ( <i>Marshall test</i> ) .....	34
5.2 Pembahasan Pengujian Parameter <i>Marshall</i> .....	35
5.2.1 <i>Density</i> / kepadatan .....	35
5.2.2 <i>Void in The Mix</i> (VITM)/ rongga dalam campuran .....	37
5.2.3 <i>Void in Mineral Agregat</i> (VMA)/ rongga antar butiran agregat....	40
5.2.4 <i>Void Filled with Asphalt</i> (VFWA)/ rongga terisi aspal.....	42
5.2.5 <i>Flow</i> / kelelahan.....	44
5.2.6 Stabilitas .....	46
5.2.7 <i>Marshall quotient</i> (QM) .....	48
5.3 Kadar Aspal Optimum .....	50
 <b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>53</b>
6.1 Kesimpulan.....	53
6.2 Saran .....	56
 <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>57</b>
 <b>LAMPIRAN .....</b>	<b>58</b>

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 3.1 Persyaratan Campuran Lapis Aspal Beton .....	15
Tabel 3.2 Ketentuan Aspal Penetrasi 60/70 .....	16
Tabel 3.3 Ketentuan Temperatur Aspal untuk Pencampuran dan Pemadatan ..	16
Tabel 3.4 Ketentuan Agregat Kasar.....	17
Tabel 3.5 Ketentuan Agregat Halus.....	17
Tabel 3.6 Ketentuan Gradasi Agregat Gabungan untuk Campuran Aspal .....	18
Tabel 3.7 Persyaratan Campuran Laston .....	20
Tabel 4.1 Variasi Sampel Benda Uji .....	29
Tabel 5.1 Pemeriksaan Aspal Penetrasi 60/70 .....	32
Tabel 5.2 Pemeriksaan Agregat Kasar .....	33
Tabel 5.3 Pemeriksaan Agregat Halus .....	33
Tabel 5.4 Pemeriksaan <i>Steel Slag</i> .....	33
Tabel 5.5 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> ( <i>Marshall Test</i> ) .....	34
Tabel 5.6 Hasil Penelitian Nilai <i>Density</i> / Kepadatan .....	35
Tabel 5.7 Hasil Penelitian Nilai VITM .....	37
Tabel 5.8 Hasil Penelitian Nilai VMA .....	40
Tabel 5.9 Hasil Penelitian Nilai VFWA .....	42
Tabel 5.10 Hasil Penelitian Nilai <i>Flow</i> / Keleahan .....	44
Tabel 5.11 Hasil Penelitian Nilai Stabilitas .....	46
Tabel 5.12 Hasil Penelitian Nilai QM .....	48
Tabel 5.13 Kadar Aspal Optimum pada <i>Steel Slag</i> 0 % + <i>Filler Semen</i> .....	50
Tabel 5.14 Kadar Aspal Optimum pada <i>Steel Slag</i> 10 % + <i>Filler Fly Ash</i> .....	50
Tabel 5.15 Kadar Aspal Optimum pada <i>Steel Slag</i> 20 % + <i>Filler Fly Ash</i> .....	51
Tabel 5.16 Kadar Aspal Optimum pada <i>Steel Slag</i> 30 % + <i>Filler Fly Ash</i> .....	51
Tabel 5.17 Data Parameter <i>Marshall</i> berdasarkan Kadar Aspal Optimum .....	52

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 Struktur Lapisan Perkerasan Jalan Lentur .....	9
Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian .....	31
Gambar 5.1 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan <i>Density</i> .....	36
Gambar 5.2 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VITM .....	38
Gambar 5.3 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VMA .....	40
Gambar 5.4 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VFWA .....	42
Gambar 5.5 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan <i>Flow</i> .....	44
Gambar 5.6 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas .....	46
Gambar 5.7 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan QM.....	48

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pemeriksaan Penetrasi Aspal .....	58
Lampiran 2. Pemeriksaan Kehilangan Berat Aspal .....	59
Lampiran 3. Pemeriksaan Penetrasi Aspal Setelah Kehilangan Berat.....	60
Lampiran 4. Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal Keras .....	61
Lampiran 5. Pemeriksaan Titik Lembek .....	62
Lampiran 6. Pemeriksaan Daktilitas .....	63
Lampiran 7. Pemeriksaan Kelarutan Aspal dalam <i>CCL4</i> .....	64
Lampiran 8. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal Keras .....	65
Lampiran 9. Pemeriksaan Berat Jenis & Penyerapan Agregat Kasar .....	66
Lampiran 10. Pemeriksaan Berat Jenis & Penyerapan <i>Steel Slag</i> .....	67
Lampiran 11. Pemeriksaan Berat Jenis & Penyerapan Agregat Halus .....	68
Lampiran 12. Pemeriksaan <i>Sand Equivalent</i> .....	69
Lampiran 13. Pemeriksaan <i>Soundness Test</i> Agregat .....	70
Lampiran 14. Pemeriksaan <i>Soundness Test Steel Slag</i> .....	71
Lampiran 15. Pemeriksaan Keausan Agregat dengan Mesin <i>Los Angeles</i> .....	72
Lampiran 16. Pemeriksaan Keausan <i>Steel Slag</i> dengan Mesin <i>Los Angeles</i> ....	73
Lampiran 17. Pemeriksaan Kadar Air Agregat .....	74
Lampiran 18. Pemeriksaan Kadar Air <i>Steel Slag</i> .....	75
Lampiran 19. Pemeriksaan Kelekanan Aspal terhadap Agregat .....	76
Lampiran 20. Pemeriksaan Kelekanan Aspal terhadap <i>Steel Slag</i> .....	77
Lampiran 21. Pemeriksaan <i>Marshall Test</i> Kadar <i>Steel slag</i> 0% .....	78
Lampiran 22. Pemeriksaan <i>Marshall Test</i> Kadar <i>Steel slag</i> 10% .....	79
Lampiran 23. Pemeriksaan <i>Marshall Test</i> Kadar <i>Steel slag</i> 20% .....	80
Lampiran 24. Pemeriksaan <i>Marshall Test</i> Kadar <i>Steel slag</i> 30% .....	81
Lampiran 25. Tabel Angka Korelasi Beban (Stabilitas) .....	82
Lampiran 26. Dokumentasi Penelitian.....	83

## INTISARI

**PENGARUH PENGGUNAAN STEEL SLAG SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT KASAR DENGAN FILLER FLY ASH PADA CAMPURAN LASTON AC-WC**, Yohanes Bagaskara Sitohang, NPM. 150215971, tahun 2019, Bidang Peminatan Transportasi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Potensi kerusakan prasarana transportasi khususnya jalan menuntut sebuah usaha dan inovasi untuk meningkatkan kualitas campuran perkerasan jalan. Penggunaan *steel slag* dalam campuran aspal dapat mengganti penggunaan agregat kasar, sehingga dengan adanya pemanfaatan *steel slag* dalam campuran aspal dapat mengurangi limbah industri baja. *Fly ash* merupakan limbah hasil sisa pembakaran batu bara yang kurang dimanfaatkan, sehingga dapat mencemari lingkungan sekitarnya apabila tidak diolah dengan baik. Penggunaan *fly ash* sebagai *filler* dalam campuran aspal dapat meningkatkan nilai karakteristik *Marshall*.

Pada penelitian ini ditinjau pengaruh *steel slag* sebagai pengganti sebagian agregat kasar dan penggunaan *fly ash* sebagai *filler* pada aspal beton AC-WC terhadap karakteristik *Marshall* yaitu: *density*, VITM, VMA, VFWA, *flow*, stabilitas, dan *Marshall quotient* (QM). Penelitian dilakukan dengan membuat sampel benda uji dengan variasi : *steel slag* 0% + *filler* semen 2%, *steel slag* 10% + *filler fly ash* 2%, *steel slag* 20% + *filler fly ash* 2%, dan *steel slag* 30% + *filler fly ash* 2%. Aspal yang digunakan yaitu aspal pen. 60/70 dengan variasi : 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7%. Masing - masing variasi benda uji dibuat ganda (*duplo*). Hasil pemeriksaan *Marshall* kemudian dibandingkan dengan persyaratan pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3.

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan menunjukkan bahwa campuran aspal yang menggunakan *steel slag* sebagai pengganti sebagian agregat kasar dan *fly ash* sebagai *filler* mampu meningkatkan atau memperbaiki karakteristik campuran Laston AC-WC pada campuran dengan variasi kadar *steel slag* 10 % + *filler fly ash* 2 % dengan kadar aspal 5,5 %. Pengaruh penggunaan *steel slag* dan *filler fly ash* dalam campuran membuat nilai *density*, VFWA, dan *flow* cenderung mengalami peningkatan seiring bertambahnya kadar *steel slag*, sedangkan nilai VMA, VITM, stabilitas, dan QM cenderung mengalami penurunan. Campuran dengan kadar *steel slag* 0 % dan 10 % mempunyai nilai KAO tertinggi yaitu 6,5 %, sedangkan campuran dengan kadar *steel slag* 20 % dan 30 % mempunyai nilai KAO tertinggi yaitu 6 %.

**Kata kunci:** Laston AC-WC, *steel slag*, *fly ash*, KAO, karakteristik *Marshall*