

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH *STEEL SLAG* SEBAGI  
PENGANTI AGREGAT KASAR NO. ½” PADA CAMPURAN  
HRS-WC TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL**



Disusun oleh :

FARID KURNIAWAN

20120110172

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2016**

LEMBAR PENGESAHAN

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH *STEEL SLAG* SEBAGAI  
PENGANTI AGREGAT KASAR NO. ½" PADA CAMPURAN HRS-WC  
TERHADAP KARAKTERISTIK *MARSHALL***

Disusun guna melengkapi persyaratan untuk mencapai derajat keserjanaan

Strata-1

Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Disusun Oleh :

FARID KURNIAWAN

20120110172

Telah diperiksa dan disahkan oleh :

Anita Rahmawati, S.T., M.Sc.

\_\_\_\_\_

Ketua Tim Penguji

Tanggal :

Emil Adly, ST., M.Eng.

\_\_\_\_\_

Anggota Tim Penguji

Tanggal :

Dian Setiawan. M., S.T., M.Sc., Sc.

\_\_\_\_\_

Anggota Tim Penguji

Tanggal :

HALAMAN MOTTO

“Dan kami turunkan dari Al-Qur’an  
suatu yang menjadi penawar dan Rahmat  
bagi orang-orang yang beriman”

**(QS. Al-Isro : 82).**

“Sesungguhnya jika kamu bersyukur,  
pasti kami akan menambah (nikmat)  
kepadamu”

**(QS. Ibrahim : 7).**

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini penulis persembahkan untuk :

**Yang Maha Kuasa Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta memberikan kesempatan kepadaku untuk menyelesaikan salah satu tugas yaitu tugas akhir ini, serta untuk Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan bagi Umat manusia**

**Untuk kedua orangtuaku bapak Moch. Toha dan ibu Dra. Mahjanatun yang telah memberikan dukungan moril, materil dan doa yang selalu di panjatkan agar semua urusanku diberikan kelancaran.**

**Untuk kedua kakakku Anis Kurniawati, S.Farm., Apt dan Farida Amalia, S.Farm., Apt yang selalu memberikan semangat dan cinta serta mengiatkanku untuk tetap berusaha.**

**Untuk teman-teman seperjuangan di Lab laboratorium Perkerasan Jalan Teknik Sipil UMY Ambar-Fitri-Dede-Windi-Lia-Feriz-Wahyu semangat untuk terus berjuang kawan. Sahabatku Adit-Utman-Rendy-Bagus-Zaky-Aris-Sutrizta makasih atas semangat dan dukungannya, dan untuk Nurul Firkhati Hidayah terimakasih atas semangat, dukungannya dan sudah menemani dalam penyusunan laporan.**

**Teman-teman civen D dan Teknik Sipil UMY 2012 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu terimakasih untuk dukungan dan kerjasamanya, semoga persaudaraan kita tidak berhenti sampai di UMY saja terimakasih untuk kebersamaannya.**

**Untuk dosen pembimbingku Anita Rahmawati, S.T., M.Sc. dan bapak Emil Adly ST., M.Eng yang telah membimbing dan telaten mendampingi hingga selesainya proses pengerjaan laporan ini. Serta bapak Dian Setiawan. M., S.T., M.Sc., Sc yang telah bersedia menjadi dosen penguji dalam pendadaran tugas akhir ini.**

**Untuk dosen-dosen Jurusan Teknik Sipil UMY yang telah memberikan wawasan yang begitu luas dan pengalaman yang berharga.**

## KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirobbal'alamin segala puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat, hidayah dan kasih sayang-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul **PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH STEEL SLAG SEBAGAI PENGANTI AGREGAT KASAR NO. 1/2" CAMPURAN HRS-WC TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL**. Dalam menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir ini, penyusun menyadari sepenuhnya bahwa selesainya Tugas Akhir ini tidaklah terlepas dari kerjasama, bantuan, bimbingan, pengarahan, petunjuk dan saran-saran dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada :

1. Bapak Jazaul Ikhsan, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Ibu Ir. Anita Widianti, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Ibu Anita Rahmawati, ST., M.Sc, selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan pengarahan dalam Tugas Akhir ini.
4. Bapak Emil Aldy, ST., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan hingga Tugas Akhir ini bisa terselesaikan.
5. Bapak Dian Setiawan, M., S.T., M.Sc., Sc., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan koreksi terhadap Tugas Akhir ini sehingga dapat menjadi lebih baik lagi.
6. Seluruh staf, karyawan serta dosen Jurusan Teknik Sipil atas semua bantuan selama saya masih berstatus sebagai mahasiswa.

7. Kedua orang tua yang selalu memberikan motivasi, dukungan, kasih sayang dan segalanya kepada penyusun hingga detik ini.
8. Kedua kakakku tercinta yang selalu memberikan semangat dalam penulisan laporan ini.
9. Teman-teman satu perjuangan selama penelitian di Laboratorium berlangsung, Ambar, Fitri, Dede, Feris, Lia, Windi, dan Wahyu.
10. Sahabat-sahabatku yang selalu menyemangati dan ada saat suka maupun duka Adit, Utman, Rendy, Bagus, Zaky.
11. Teman-teman Teknik Sipil 2012 yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penyusun berharap semoga amal baik yang telah diberikan mendapat balasan dari Allah SWT. Disadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna, sehingga masih perlu akan adanya perbaikan dan saran dari pembaca. Penyusun juga berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberi manfaat bagi kita semua, Amin Ya Robbal 'Alamin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta,

Mei 2016

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
INTISARI .....	xiv
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	2
C. Tujuan Penelitian.....	2
D. Manfaat Penelitian.....	2
E. Batasan Penelitian.....	2
F. Keaslian Penelitian.....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
A. Jalan.....	5
B. Perkerasan Jalan .....	5
C. Kinerja Perkerasan.....	7
1. Stabilitas.....	7
2. <i>Durabilitas</i> atau Ketahanan .....	7
3. <i>Fleksibilitas</i> atau Kelenturan.....	7
4. <i>Skid resistance</i> .....	8
5. <i>Workability</i> .....	8
6. <i>Fatigue resistance</i> .....	8
7. <i>Permeability</i> .....	8
D. Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston) .....	8
E. Material Penyusun Lataston (HRS-WC) .....	9

1. Agregat.....	9
2. Aspal .....	11
3. Bahan Pengisi ( <i>Filler</i> ).....	12
F. <i>Steel Slag</i> .....	13
<b>BAB III. LANDASAN TEORI .....</b>	<b>15</b>
A. Metode Pengujian Material .....	15
1. Agregat Kasar .....	15
2. Agregat Halus .....	17
3. <i>Steel Slag</i> .....	18
4. Aspal.....	20
B. Parameter <i>Marshall</i> .....	22
1. Stabilitas/ <i>Stability</i> .....	23
2. Kelelehan/ <i>Flow</i> .....	23
3. <i>Void in Mix (VIM)</i> / Rongga Udara dalam Campuran.....	23
4. <i>Void in the Mineral Agregat (VMA)</i> / Rongga Diantara Mineral Agregat .....	24
5. <i>Void Filled with Asphalt (VFA)</i> / Rongga Terisi Aspal.....	24
6. <i>Marshall Quetient (MQ)</i> .....	24
B. Perhitungan Dalam Campuran .....	25
1. Berat Jenis <i>Bulk</i> dan <i>Appatent</i> Total Agregat.....	25
2. Berat Jenis Efektif Total Agregat .....	26
3. Volume Campuran dan Berat Jenis Campuran Setelah Pemadatan .....	27
4. Stabilitas.....	27
5. Rongga Udara ( <i>Air Voids</i> ).....	28
6. <i>Marshall Quetient</i> .....	29
<b>BAB IV. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>30</b>
A. Bagan Alir Penelitian .....	30
B. Tahapan Penelitian .....	33
1. Tahap Persiapan .....	33
2. Pengujian Bahan.....	34
3. Perencanaan Campuran.....	36



4. Pencampuran <i>Steel Slag</i> Kedalam Campuran Lataston .....	37
5. Pembuatan Benda Uji.....	37
6. Pengujian Benda Uji Dengan Menggunakan Alat Uji <i>Marshall</i> .....	37
C. Lokasi Penelitian .....	39
D. Metode Pengambilan Data .....	39
E. Variabel penelitian.....	39
F. Presentasi Hasil.....	40
<b>BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>41</b>
A. Hasil Pengujian Bahan .....	41
B. Hasil Pengujian <i>Steel Slag</i> .....	42
C. Hasil Pengujian Kadar Aspal Optimum .....	42
D. Hasil dan Pembahasan Pengujian Marshall Menggunakan Campuran Steel Slag No. ½” .....	44
1. <i>Density</i> .....	44
2. <i>Voids in The Mix (VIM)</i> .....	45
3. <i>Voids In Mineral Aggregate (VMA)</i> .....	46
4. <i>Voids Filled Witd Asphalt (VFA)</i> .....	47
5. Stabilitas.....	49
6. Kelelehan.....	50
7. <i>Marshall Quotient (MQ)</i> .....	52
8. Hasil Kadar <i>Steel Slag</i> Optimum .....	53
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>55</b>
A. Kesimpulan .....	55
B. Saran .....	57
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>xv</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Lapisan perkerasan lentur.....	6
Gambar 2.2	Lapisan perkerasan kaku .....	6
Gambar 2.3	Lapisan perkerasan komposit .....	7
Gambar 4.1	Bagan alir penelitian di Laboratorium .....	30
Gambar 4.2	Bagan alir penelitian.....	31
Gambar 5.1	Hubungan antara <i>density</i> dan % Slag pada agregat no. ½” .....	44
Gambar 5.2	Hubungan antara VIM dan % Slag pada agregat no. ½” .....	45
Gambar 5.3	Hubungan antara VMA dan % Slag pada agregat no. ½” .....	47
Gambar 5.4	Hubungan antara VFA dan % Slag pada agregat no. ½” .....	48
Gambar 5.5	Hubungan antara stabilitas dan % Slag pada agregat no. ½” .....	49
Gambar 5.6	Hubungan antara kelelehan ( <i>Flow</i> ) dan % Slag pada agregat no. ½” .....	51
Gambar 5.7	Hubungan antara MQ dan % Slag pada agregat no. ½”.....	52

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Ketentuan sifat-sifat Campuran Lataston .....	9
Tabel 2.2	Spesifikasi pengujian agregat kasar dan halus .....	10
Tabel 2.3	Gradasi agregat untuk campuran beraspal .....	11
Tabel 2.4	Persyaratan aspal keras pen 60/70 .....	12
Tabel 2.5	Syarat gradasi bahan pengisi ( <i>filler</i> ).....	13
Tabel 2.6	Uji TCLP <i>Steel slag</i> .....	14
Tabel 3.1	Ketentuan sifat-sifat Campuran HRS-WC .....	25
Tabel 4.1	Jumlah benda uji yang diperlukan untuk menentukan KAO .....	40
Tabel 4.2	Jumlah benda uji yang diperlukan untuk variasi <i>steel slag</i> .....	40
Tabel 5.1	Hasil pengujian agregat kasar dan halus .....	41
Tabel 5.2	Hasil pengujian aspal keras 60/70 .....	41
Tabel 5.3	Hasil pengujian <i>steel slag</i> .....	42
Tabel 5.4	Hasil pengujian <i>Marshall</i> untuk KAO .....	43
Tabel 5.5	Hasil pengujian kadar aspal optimum .....	43
Tabel 5.6	Nilai <i>density</i> untuk campuran <i>Steel Slag</i> .....	44
Tabel 5.7	Nilai VIM untuk campuran <i>Steel Slag</i> .....	45
Tabel 5.8	Nilai VMA untuk campuran <i>steel slag</i> .....	46
Table 5.9	Nilai VFA untuk campuran <i>steel slag</i> .....	48
Tabel 5.10	Nilai stabilitas untuk campuran <i>steel slag</i> .....	49
Table 5.11	Nilai kelelehan untuk campuran <i>steel slag</i> .....	50
Table 5.12	Nilai <i>Marshall Quotient</i> untuk campuran <i>steel slag</i> .....	52
Table 5.13	Hasil pengujian campuran dengan <i>steel slag</i> .....	53
Table 5.14	Kadar <i>Steel Slag</i> Optimum Untuk Campuran HRS-WC .....	54

## DAFTAR LAMPIRAN

### **Flowchart**

Lampiran 1	Flowchart penetrasi aspal keras .....	58
Lampiran 2	Flowchart titik lembek aspal.....	59
Lampiran 3	Flowchart berat jenis aspal keras .....	60
Lampiran 4	Flowchart kehilangan berat aspal keras.....	61
Lampiran 5	Flowchart titik nyala & titik bakar .....	62
Lampiran 6	Flowchart berat jenis dan penyerapan agregat kasar .....	63
Lampiran 7	Flowchart berat jenis dan penyerapan agregat halus .....	65
Lampiran 8	Flowchart analisis saringan kasar .....	68
Lampiran 9	Flowchart keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i> .....	69
Lampiran 10	Flowchart berat jenis dan penyerapan <i>steel slag</i> .....	70
Lampiran 11	Flowchart keausan <i>steel slag</i> dengan mesin <i>Los Angeles</i> .....	72

### **Pengujian Aspal**

Lampiran 12	Pemeriksaan penetrasi aspal keras.....	73
Lampiran 13	Pemeriksaan titik lembek aspal .....	74
Lampiran 14	Pemeriksaan berat jenis aspal keras.....	75
Lampiran 15	Pemeriksaan kehilangan berat aspal keras.....	76
Lampiran 16	Pemeriksaan titik nyala.....	77

### **Agregat**

Lampiran 17	Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar.....	78
Lampiran 18	Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus.....	79
Lampiran 19	Pemeriksaan berat jenis <i>filler</i> .....	80
Lampiran 20	Pemeriksaan keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i> .....	81
Lampiran 21	Pemeriksaan kelekatan agregat terhadap aspal.....	82

### **Pengujian Steel Slag**

Lampiran 22	Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan <i>steel slag</i> .....	83
Lampiran 23	Pemeriksaan keausan <i>steel slag</i> dengan mesin <i>Los Angeles</i> .....	84
Lampiran 24	Pemeriksaan kelekatan agregat terhadap aspal.....	85

## **Pelaksanaan Pengujian**

Lampiran 25	Hasil pengujian karakteristik Marshall untuk mendapatkan kadar kasar aspal optimum (KAO) .....	86
Lampiran 26	Hasil pengujian karakteristik Marshall dengan kadar steel slag 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% dari berat agregat No. ½” .....	87
Lampiran 27	Gambar alat dan gambar pengujian .....	88