

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH STEEL SLAG
SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR TERHADAP
CAMPURAN ASPAL BERGRADASI SENJANG DENGAN
PERENDAMAN AIR LAUT**



Disusun oleh :

Maulana Suwardi

20200110172

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2024

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH STEEL SLAG SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR TERHADAP CAMPURAN ASPAL BERGRADASI SENJANG DENGAN PERENDAMAN AIR LAUT

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik
di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Maulana Suwardi

20200110172

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pengaruh Penggunaan Limbah Steel Slag Sebagai
Title Pengganti Agregat Kasar Terhadap Campuran Aspal
Bergradasi Senjang Dengan Perendaman Air Laut

Mahasiswa : Maulana Suwardi
Student

Nomor Mahasiswa : 20200110172
Student ID.


Dosen Pembimbing : Ir. Anita Rahmawati, S.T., M.Sc.
Advisors

Telah disetujui oleh Tim Penguji :
Approved by the Committee on Oral Examination

Ir. Anita Rahmawati, S.T., M.Sc.
Ketua Tim Penguji
Chair


: _____
Yogyakarta, 30 Maret 2024

Ir. Dian Setiawan M., S.T., M.Sc., Ph.D.,
A.M.ASCE.
Anggota Tim Penguji
Member


: _____
Yogyakarta, 28 Maret 2024

Diterima dan disetujui sebagai persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik
*Accepted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Bachelor of
Engineering*

Ketua Program Studi
Head of Department



Ir. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D.
NIK. 19740607 201404 123 064

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Maulana Suwardi

NIM : 20200110172

Judul : Pengaruh Penggunaan Limbah Steel Slag sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Campuran Aspal Bergradasi Senjang Dengan Perendaman Air Laut

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, Maret 2024

Yang membuat pernyataan



Maulana Suwardi

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Maulana Suwardi

NIM : 20200110172

Judul : Pengaruh Penggunaan Limbah Steel Slag sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Campuran Aspal Bergradasi Senjang Dengan Perendaman Air Laut

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul **“PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH STEEL SLAG SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR TERHADAP CAMPURAN ASPAL BERGRADASI SENJANG DENGAN PERENDAMAN AIR LAUT”**

Yogyakarta, Maret 2024

Penulis,

Dosen Peneliti,



Maulana Suwardi

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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah Rabbil'Alamin, puji syukur atas kehadiran Allah SWT Tuhan Yang Maha Kuasa atas rahmat dan karunia-Nya saya bisa menjadi pribadi yang berilmu sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW. Puji syukur berkat doa dari keluarga dan kerabat Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Untuk itu Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Ir. Anita Rahmawati, S.T., M.Sc. yang telah membimbing dalam penyusunan Tugas Akhir.
3. Bapak Ir. Dian Setiawan M., S.T., M.Sc., Ph.D., A.M.ASCE. yang telah memberikan masukan dalam penyusunan Tugas Akhir.
4. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang sudah banyak membantu dan membimbing dalam proses pembelajaran.
5. Kedua orang tua, Bapak Wardi dan Ibu Miti B.T Inan yang sampai saat ini selalu mendukung dan mensupport saya dalam segala hal, senyum, semangat, dan pengorbanannya dalam mendukung anak-anaknya menjadi pribadi yang baik dan menjadi orang yang sukses dan bermanfaat bagi orang banyak yang selalu saya jadikan motivasi untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Teruntuk Bapak dan Ibuku tolong teruskan doa untukku karena sungguh itulah yang membuat ku menjadi pribadi yang kuat.
6. Teman-teman dan sahabat-sahabat saya yang selalu ada, selalu mendukung, dan memberikan rasa semangat disaat keadaan apapun kepada saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Semua pihak yang terlibat dalam penyusunan tugas akhir ini.
8. Terima kasih untuk diri sendiri sudah berjuang dan melangkah hingga titik ini.

PRAKATA



Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat hidayah Nya. Sehingga kita masin diberi izin serta kesempatan untuk dapat menyelesaikan tugas dan kewajiban kita. Sholawat serta salam kita haturkan pada Junjungan Besar Nabi Muhammad SAW.

Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Penggunaan Limbah Steel Slag Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Campuran Aspal Bergradasi Senjang Dengan Perendaman Air Laut” ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Di dalam melakukan penelitian terkait tugas akhir tersebut, tentunya peneliti tidak dapat bekerja maksimal tanpa adanya bantuan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itulah dalam kesempatan ini, peneliti menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Ibu Ir. Anita Rahmawati, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
3. Bapak Ir. Dian Setiawan M., S.T., M.Sc., Ph.D., A.M.ASCE. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
4. Bapak Endra Aji Setiawan, S.T. selaku laboran di Laboratorium Komputasi dan Laboratorium Transportasi dan Jalan yang senantiasa ikhlas memberikan tambahan waktu dalam mengerjakan tugas akhir ini di laboratorium.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

Wallahu a 'lam bi Showab.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, Maret 2024

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Maulana Suwardi', written over a horizontal line.

Maulana Suwardi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
SURAT PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
ABSTRAK	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.1.1 Penelitian Terdahulu	5
2.1.2 Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Sekarang.....	13
2.2 Dasar Teori.....	18
2.2.1 Macam dan Fungsi Perkerasan Jalan	18
2.2.2 Karakteristik Campuran	21
2.2.3 Campuran Aspal.....	25
2.2.4 Lataston beserta Bahan Penyusunnya	27
2.2.5 Agregat.....	28
2.2.6 Aspal sebagai bahan pengikat	32
2.2.7 <i>Steel slag</i> sebagai pengganti agregat kasar	36

2.2.8	Air Laut	36
2.2.9	Parameter <i>Marshall</i>	37
BAB III METODE PENELITIAN.....		40
3.1	Bagan Alir Penelitian	40
3.2	Alat.....	42
3.3	Bahan.....	50
3.4	Tahapan Penelitian	51
3.4.1	Tahap Persiapan	51
3.4.2	Pengujian Bahan.....	51
3.4.3	Perencanaan Campuran Benda Uji.....	53
3.4.4	Pembuatan Benda Uji.....	54
3.5	Variabel Penelitian	56
3.6	Presentasi Hasil	56
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		57
4.1	Hasil dan Pembahasan Material	57
4.1.1	Pemeriksaan Aspal	57
4.1.2	Pemeriksaan Agregat	59
4.1.3	Pemeriksaan <i>Steel Slag</i>	61
4.2	Hasil Pengujian <i>Marshall</i>	62
4.2.1	Pengujian <i>Marshall</i> untuk Kadar Aspal Optimum	62
4.2.2	Pengujian <i>Marshall</i> Variasi Kadar <i>Steel Slag</i> Rendaman Air Tawar	71
4.2.3	Pengujian <i>Marshall</i> Variasi Kadar <i>Steel Slag</i> Rendaman Air Laut	82
4.2.4	Pengujian <i>Marshall</i> Variasi Kadar <i>Steel Slag</i> Perbandingan Rendaman Air Tawar dan Air Laut Selama 24 Jam	92
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		103
5.1	Kesimpulan	103
5.2	Saran.....	104
DAFTAR PUSTAKA		105
LAMPIRAN.....		108

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Sekarang.....	13
Tabel 2. 2 Lanjutan Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Sekarang	14
Tabel 2. 3 Lanjutan Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Sekarang	15
Tabel 2. 4 Lanjutan Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Sekarang	16
Tabel 2. 5 Lanjutan Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Sekarang	17
Tabel 2. 6 Ketentuan sifat campuran Lataston (HRS-WC) (Bina Marga, 2010)..	28
Tabel 2. 7 Ketentuan sifat campuran Lataston (HRS –WC) (Bina Marga, 2010)	28
Tabel 2. 8 Spesifikasi Gradasi Senjang (HRS-WC) (Bina Marga, 2010).....	32
Tabel 2. 9 Spesifikasi Aspal Penetrasi 60/70 (Bina Marga , 2010)	33
Tabel 3. 1 Jumlah benda uji yang diperlukan untuk menentukan KAO	53
Tabel 3. 2 Jumlah benda uji yang di perlukan untuk rendaman benda uji.....	54
Tabel 4. 1 Hasil Pemeriksaan Aspal	57
Tabel 4. 2 Hasil pemeriksaan agregat kasar.....	59
Tabel 4. 3 Hasil pemeriksaan agregat halus.....	60
Tabel 4. 4 Hasil pemeriksaan <i>steel slag</i>	61
Tabel 4. 5 Nilai <i>density</i> pada kadar aspal.....	62
Tabel 4. 6 Nilai VFA pada kadar aspal	63
Tabel 4. 7 Nilai VIM pada kadar aspal	65
Tabel 4. 8 Nilai VMA pada kadar aspal.....	66
Tabel 4. 9 Nilai <i>stability</i> pada kadar aspal	67
Tabel 4. 10 Nilai <i>flow</i> pada kadar aspal	68
Tabel 4. 11 Nilai MQ pada kadar aspal.....	69
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Kadar Aspal Optimum	70
Tabel 4. 13 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Kadar Aspal Optimum	71
Tabel 4. 14 Nilai <i>density</i> pada kadar <i>steel slag</i> rendaman air tawar	72
Tabel 4. 15 Nilai VFA pada kadar <i>steel slag</i> rendaman air tawar	73
Tabel 4. 16 Nilai VIM pada kadar <i>steel slag</i> rendaman air tawar.....	74
Tabel 4. 17 Nilai VMA pada kadar <i>steel slag</i> rendaman air tawar	76
Tabel 4. 18 Nilai <i>stability</i> pada kadar <i>steel slag</i> rendaman air tawar	77
Tabel 4. 19 Nilai <i>flow</i> pada kadar <i>steel slag</i> rendaman air tawar	78
Tabel 4. 20 Nilai MQ pada kadar <i>steel slag</i> rendaman air tawar.....	80

Tabel 4. 21 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> variasi <i>steel slag</i> rendaman air tawar	81
Tabel 4. 22 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> variasi <i>steel slag</i> rendaman air tawar	81
Tabel 4. 23 Nilai <i>density</i> pada kadar <i>steel slag</i> rendaman air laut	82
Tabel 4. 24 Nilai VFA pada kadar <i>steel slag</i> rendaman air laut	83
Tabel 4. 25 Nilai VIM pada kadar <i>steel slag</i> rendaman air laut	84
Tabel 4. 26 Nilai VMA pada kadar <i>steel slag</i> rendaman air laut	86
Tabel 4. 27 Nilai <i>stability</i> pada kadar <i>steel slag</i> rendaman air laut	87
Tabel 4. 28 Nilai <i>flow</i> pada kadar <i>steel slag</i> rendaman air laut	88
Tabel 4. 29 Nilai MQ pada kadar <i>steel slag</i> rendaman air laut	90
Tabel 4. 30 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> variasi <i>steel slag</i> rendaman air laut	91
Tabel 4. 31 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> variasi <i>steel slag</i> rendaman air laut	91
Tabel 4. 32 Nilai <i>density</i> pada kadar <i>steel slag</i> untuk masing-masing rendaman.	92
Tabel 4. 33 Nilai VFA pada kadar <i>steel slag</i> untuk masing-masing rendaman....	93
Tabel 4. 34 Nilai VIM pada kadar <i>steel slag</i> untuk masing-masing rendaman	95
Tabel 4. 35 Nilai VMA pada kadar <i>steel slag</i> untuk masing-masing rendaman...	96
Tabel 4. 36 Nilai <i>Stability</i> pada kadar <i>steel slag</i> untuk masing-masing rendaman	98
Tabel 4. 37 Nilai <i>Flow</i> pada kadar <i>steel slag</i> untuk masing-masing rendaman....	99
Tabel 4. 38 Nilai MQ pada kadar <i>steel slag</i> untuk masing-masing rendaman ...	101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Lapisan perkerasan lentur (Bina Marga, 2010)	18
Gambar 2. 2 Lapisan perkerasan kaku (Bina Marga, 2010).....	20
Gambar 2. 3 Lapisan perkerasan komposit (Bina Marga, 2010).....	21
Gambar 3. 1 Bagan Alir Penelitian Campuran Modifikasi	40
Gambar 3. 2 Lanjutan bagan alir penelitian campuran modifikasi	41
Gambar 3. 3 <i>Seive Shacker</i>	42
Gambar 3. 4 <i>Oven</i>	42
Gambar 3. 5 Saringan.....	43
Gambar 3. 6 Timbangan.....	43
Gambar 3. 7 Alat uji daktalitas	44
Gambar 3. 8 <i>Automatic Asphalt Compactor</i>	44
Gambar 3. 9 Mesin Abrasi <i>Los angeles</i>	45
Gambar 3. 10 <i>Penetrometer</i>	45
Gambar 3. 11 Alat uji titik lembek.....	46
Gambar 3. 12 <i>Water bath</i>	46
Gambar 3. 13 <i>Extruder</i>	47
Gambar 3. 14 Cetakan benda uji	47
Gambar 3. 15 Kompor.....	48
Gambar 3. 16 <i>Marshall Electrical Machine</i>	48
Gambar 3. 17 <i>Thermometer Gun</i>	49
Gambar 3. 18 Kaliper.....	49
Gambar 3. 19 Agregat.....	50
Gambar 3. 20 <i>Steel slag</i>	50
Gambar 3. 21 Aspal.....	51
Gambar 4. 1 Hubungan <i>density</i> dengan kadar aspal	62
Gambar 4. 2 Hubungan VFA dengan kadar aspal.....	64
Gambar 4. 3 Hubungan VIM dengan kadar aspal.....	65
Gambar 4. 4 Hubungan VMA dengan kadar aspal	66
Gambar 4. 5 Hubungan <i>stability</i> dengan kadar aspal.....	67
Gambar 4. 6 Hubungan <i>flow</i> dengan kadar aspal.....	68
Gambar 4. 7 Hubungan <i>Marshall Quotient</i> dengan kadar aspal	69

Gambar 4. 8 Hubungan nilai <i>density</i> pada kadar <i>steel slag</i> rendaman air tawar ..	72
Gambar 4. 9 Hubungan nilai VFA pada kadar <i>steel slag</i> rendaman air tawar.....	73
Gambar 4. 10 Hubungan nilai VIM pada kadar <i>steel slag</i> rendaman air tawar	75
Gambar 4. 11 Hubungan nilai VMA pada kadar <i>steel slag</i> rendaman air tawar ..	76
Gambar 4. 12 Hubungan nilai <i>Stability</i> pada kadar <i>steel slag</i> rendaman air tawar.....	77
Gambar 4. 13 Hubungan nilai <i>flow</i> pada kadar <i>steel slag</i> rendaman air tawar	79
Gambar 4. 14 Hubungan nilai MQ pada kadar <i>steel slag</i> rendaman air tawar	80
Gambar 4. 15 Hubungan nilai <i>density</i> pada kadar <i>steel slag</i> rendaman air laut ...	82
Gambar 4. 16 Hubungan nilai VFA pada kadar <i>steel slag</i> rendaman air laut.....	83
Gambar 4. 17 Hubungan nilai VIM pada kadar <i>steel slag</i> rendaman air laut.....	85
Gambar 4. 18 Hubungan nilai VMA pada kadar <i>steel slag</i> rendaman air laut	86
Gambar 4. 19 Hubungan nilai <i>Stability</i> pada kadar <i>steel slag</i> rendaman air laut .	87
Gambar 4. 20 Hubungan nilai <i>flow</i> pada kadar <i>steel slag</i> rendaman air laut.....	89
Gambar 4. 21 Hubungan nilai MQ pada kadar <i>steel slag</i> rendaman air laut	90
Gambar 4. 22 Nilai <i>density</i> pada variasi kadar <i>steel slag</i> rendaman air tawar dan air laut.....	92
Gambar 4. 23 Nilai VFA pada variasi kadar <i>steel slag</i> rendaman air tawar dan air laut.....	94
Gambar 4. 24 Nilai VIM pada variasi kadar <i>steel slag</i> rendaman air tawar dan air laut.....	95
Gambar 4. 25 Nilai VMA pada variasi kadar <i>steel slag</i> rendaman air tawar dan air laut.....	97
Gambar 4. 26 Nilai <i>stabilty</i> pada variasi kadar <i>steel slag</i> rendaman air tawar dan air laut.....	98
Gambar 4. 27 Nilai <i>flow</i> pada variasi kadar <i>steel slag</i> rendaman air tawar dan air laut.....	100
Gambar 4. 28 Nilai <i>Marshall Quotient</i> pada variasi kadar <i>steel slag</i> rendaman air tawar dan air laut.....	101

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.....	108
Lampiran 2. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.....	110
Lampiran 3. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air <i>Steel Slag</i>	112
Lampiran 4. Pengujian Keausan <i>Steel Slag</i>	114
Lampiran 5. Pengujian Keausan Agregat Kasar	115
Lampiran 6. Pengujian Berat Jenis Aspal	116
Lampiran 7. Pengujian Penetrasi Aspal	118
Lampiran 8. Pengujian Kehilangan Berat Aspal.....	119
Lampiran 9. Pengujian Daktilitas.....	120
Lampiran 10. Pengujian Titik lembek.....	121
Lampiran 11. Pengujian <i>Marshall</i>	122

DAFTAR SINGKATAN

AC-BC	: <i>Asphalt Concrete-Binder Course</i>
AC-WC	: <i>Asphalt Concrete-Wearing Course</i>
ASTM	: <i>American Standart Testing Method</i>
CBR	: <i>California Bearing Ratio</i>
EVA	: <i>Ethylene Vinyl Acetate</i>
HMA	: <i>Hot Mix Asphalt</i>
HRA	: <i>Hot Rolled Asphalt</i>
HRS	: <i>Hot Rolled Sheet</i>
HRS_WC	: <i>Hot Rolled Sheet_Wearing Course</i>
IDK	: Indeks Durabilitas Kedua
IDP	: Indeks Durabilitas Pertama
IKS	: Indeks Kekuatan Sisa
IRS	: <i>Index of Retained Stability</i>
KAO	: Kadar Aspal Optimum
MQ	: <i>Marshall Quotient</i>
NAPA	: <i>National Asphalt Pavement Association</i>
PET	: <i>Polythylene Terephthalate</i>
RMS	: <i>Retained Marshall Stability</i>
Sa	: <i>Saturated Apparent</i>
Sd	: <i>Saturated Dry</i>
SNI	: Standar Nasional Indonesia
SSD	: <i>Saturated Surface Dry</i>
Sw	: <i>Saturated Water</i>
VFA	: <i>Voids Filled Asphalt</i>
VIM	: <i>Void in the Mix</i>
VMA	: <i>Void in the Mineral Agregat</i>