

**TUGAS AKHIR**

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

Diajukan Guna Memperoleh Derajat Kesarjanaan Starta-1  
Pada Progam Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Disusun Oleh :**

**Abid Ramadhani**

**20200110161**

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

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Abid Ramadhani

NIM : 20200110161

Judul : Pengaruh Dampak Penggunaan Limbah *Steel Slag* Sebagai Pengganti Agregat Kasar Dengan Campuran Aspal Bergradasi Semi Senjang Terhadap 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 manapun.

Yogyakarta, 29 Agustus 2024

Yang membuat pernyataan



Abid Ramadhani

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Abid Ramadhani

NIM : 20200110161

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

Dengan ini menyatakan bahwa laporan tugas akhir merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing dengan judul penelitian **“Pengaruh Dampak Penggunaan Limbah *Steel Slag* Sebagai Pengganti Agregat Kasar Dengan Campuran Aspal Bergradasi Semi Senjang Terhadap Perendaman Air Laut”**

Yogyakarta, 29 Agustus 2024

Penulis



Abid Ramadhani

Dosen Peneliti

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 turunkan 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 selaku Dosen Penguji 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 Sutarno dan Ibu Sutriyati yang sampai saat ini selalu memberikan doa terbaik, ketenangan, kenyamanan, motivasi, dan pengorbanannya dalam mendukung anaknya untuk menjadi pribadi yang lebih baik dan mendukung anaknya untuk mencapai cita-cita sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Teruntuk Bapak dan Ibu tetap terus doakan untukku agar menjadi pribadi yang kuat dan dapat bermanfaat untuk banyak orang.
6. Kepada adik saya Afifah Fatin Nuraini, Adinda Anbar Ramadhani, dan Azka Muhammad Zaid terima kasih selalu memberikan semangat dan dukungannya kepada saya, semoga kita semua bisa membahagiakan kedua orang tua dan dapat meneruskan perjuangan keluarga.
7. Terima kasih untuk keluarga besar yang selalu memberikan dukungan baik secara moril maupun material.
8. Teman-teman dan sahabat-sahabat saya yang selalu mendukung, selalu ada, dan memberikan rasa semangat disaat keadaan apapun kepada saya dalam penyusunan tugas akhir ini.

9. Terima kasih untuk diri sendiri yang sudah berjuang dan melangkah sampai saat ini.

## PRAKATA



*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan banyak kenikmatan dan rahmat hidayah Nya. Sehingga sampai saat ini dapat diberikan kesempatan untuk dapat melaksanakan tugas dan kewajiban kita sebagai manusia. Shalawat serta salam kita haturkan pada Junjungan Besar Nabi Muhammad SAW.

Tugas akhir tersebut dengan judul “Pengaruh dampak penggunaan limbah *steel slag* sebagai pengganti agregat kasar dengan campuran aspal bergradasi semi senjang terhadap perendaman air laut” ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Dalam proses penyusunan tugas akhir tersebut, penyusun menghadapi banyak hambatan namun, dengan bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak dapat diselesaikan dengan sukses. Dalam kesempatan ini, penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Ir. Anita Rahmawati, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir atas arahan, nasihat, dan bimbingan yang berharga selama proses penelitian dan penyusunan tugas akhir.
3. Ir. Dian Setiawan M., S.T., M.Sc., Ph.D., A.M.ASCE selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.

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

*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Yogyakarta, 29 Agustus 2024

Abid Ramadhani

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
SURAT PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
PRAKATA .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
DAFTAR SINGKATAN .....	xvii
ABSTRAK .....	xviii
ABSTRACT .....	xix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Lingkup Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.1.1 Penelitian Dahulu .....	5
2.1.2 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Sekarang.....	8
2.2 Dasar Teori .....	12

2.2.1 Air Laut.....	12
2.2.2 Perhitungan Dalam Campuran .....	13
2.2.3 Aspal Sebagai Bahan Pengikat Agregat .....	16
2.2.4 Karakteristik Campuran Aspal .....	17
2.2.5 Parameter Marshall.....	18
2.2.6 Penggunaan <i>Steel Slag</i> Sebagai Pengganti Agregat .....	19
2.2.7 Aspal Gradasi Semi Senjang .....	20
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
3.1 Bagan Alir Penelitian.....	22
3.2 Tahapan Penelitian.....	24
3.3 Bahan Pengujian .....	27
3.4 Alat Pengujiann .....	28
3.5 Perencanaan Campuran Benda Uji.....	33
3.6 Pembuatan Benda Uji .....	33
3.7 Analisis Data.....	34
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>35</b>
4.1 Hasil dan Pembahasan Material .....	35
4.1.1 Pengujian Aspal.....	35
4.1.2 Pengujian Agregat .....	37
4.1.3 Pengujian <i>Steel Slag</i> .....	38
4.2 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> .....	39
4.2.1 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Kadar Aspal Optimum (KAO) .....	39
4.2.2 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Pada Campuran <i>Steel Slag</i> .....	47
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>60</b>
5.1 Kesimpulan.....	60



5.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA.....	62
LAMPIRAN .....	64

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian Campuran Aspal .....	22
Gambar 3.2 Lanjutan Bagan Alir Penelitian Campuran Aspal.....	23
Gambar 3.3 Lanjutan Bagan Alir Penelitian Campuran Aspal.....	24
Gambar 3.4 Steel Slag .....	27
Gambar 3.5 Agregat Kasar .....	27
Gambar 3.6 Aspal .....	27
Gambar 3.7 Seive Shacker .....	28
Gambar 3.8 Saringan .....	28
Gambar 3.9 Timbangan .....	29
Gambar 3.10 Oven.....	29
Gambar 3.11 Alat Uji Daktilitas .....	29
Gambar 3.12 Automatic Asphalt Compactor.....	30
Gambar 3.13 Mesin Los Angeles .....	30
Gambar 3.14 Penetrometer .....	31
Gambar 3.15 Alat uji titik lembek.....	31
Gambar 3.16 Extruder .....	31
Gambar 3.17 Cetakan Benda Uji.....	32
Gambar 3.18 Kompor.....	32
Gambar 3.19 Marshall Electrical Machine.....	32
Gambar 4.1 Grafik Kepadatan dan Kaddar Aspal .....	40
Gambar 4.2 Grafik Voids in Mineral Aggregate (VMA).....	41
Gambar 4.3 Grafik pengujian Void Filled with Asphalt (VFA) .....	43
Gambar 4.4 Grafik Pengujian Void in Mixture (VIM).....	44
Gambar 4.5 Grafik Pengujian Stability .....	45
Gambar 4.6 Grafik Pengujian Kelelehan (Flow).....	46
Gambar 4.7 Grafik Pengujian Marshall Quotient (MQ) .....	47
Gambar 4.8 Grafik Hasil Pengujian Kepadatan (Density) .....	48
Gambar 4.9 Grafik Hasil Pengujian VMA .....	50
Gambar 4.10 Grafik Hasil Pengujian VFA .....	51

Gambar 4. 11 Grafik Hasil Pengujian VIM.....	53
Gambar 4. 12 Grafik Hasil Pengujian Stability.....	54
Gambar 4. 13 Grafik Pengujian Flow Air Tawar .....	56
Gambar 4.14 Grafik Hasil Pengujian Marshall Quotient (MQ).....	57

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang.....	8
Tabel 2.2 Lanjutan Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang 9	
Tabel 2.3 Lanjutan Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang 10	
Tabel 2.4 Lanjutan Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang 11	
Tabel 2.5 Lanjutan Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang 12	
Tabel 2.6 Spesifikasi Aspal Penetrasi 60/70 (Bina Marga, 2010) .....	16
Tabel 2.7 Lanjutan Spesifikasi Aspal Penetrasi 60/70 (Bina Marga, 2010).....	17
Tabel 2.8 Hasil Pengujian TCLP Steel Slag (Pemanfaatan Steel Slag Untuk Teknologi Jalan Yang Ramah Lingkungan, 2011) .....	20
Tabel 2.9 Tabel 2. Persyaratan Campuran Lataston HRS-WC (Sumber Bina Marga, Spesifikasi Umum 2010) .....	21
Tabel 2.10 Amplop Gradasi Senjang dan Semi Senjang (Sumber Bina Marga, Spesifikasi 2010).....	21
Tabel 3.1 Jumlah benda uji untuk menentukan KAO.....	34
Tabel 3.2 Jumlah benda uji untuk variasi steel slag .....	34
Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Aspal .....	35
Tabel 4.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus Bina Marga 2010, Revisi 3).....	37
Tabel 4.3 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Bina Marga 2010, Revisi 3).....	37
Tabel 4.4 Hasil Pemeriksaan Steel Slag (Bina Marga 2010, Revisi 3) .....	38
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kadar Aspal Optimum (Bina Marga 2010, Revisi 3) .	39
Tabel 4.6 Penentuan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO).....	40
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kepadatan (Density).....	48
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Voids in Mineral Aggregate (VMA).....	49
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Void Filled with Asphalt (VFA).....	51
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Void in Mixture (VIM) .....	52
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Stability .....	54
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Flow.....	55
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Marshall Quotient (MQ).....	57
Tabel 4.14 Hasil Pengujian Marshall Perendaman Air Tawar.....	58
Tabel 4.15 Hasil Pengujian Marshall Perendaman Air Laut .....	58

Tabel 4.16 Penentuan Kadar Steel Slag Optimum Perendaman Air Tawar .....	59
Tabel 4.17 Penentuan Kadar Steel Slag Optimum Perendaman Air Laut .....	59

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar .....	64
Lampiran 2. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus .....	66
Lampiran 3. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air <i>Steel Slag</i> .....	68
Lampiran 4. Pengujian Keausan <i>Steel Slag</i> .....	70
Lampiran 5. Pengujian Keausan Agregat Kasar .....	71
Lampiran 6. Pengujian Berat Jenis Aspal.....	72
Lampiran 7. Pengujian Penetrasi Aspal.....	74
Lampiran 8. Pengujian Kehilangan Berat Aspal .....	75
Lampiran 9. Pengujian Daktilitas .....	76
Lampiran 10. Pengujian Titik Lembek.....	77
Lampiran 11. Pengujian <i>Marshall</i> .....	78

## DAFTAR SINGKATAN

SNI	: Standar Nasional Indonesia
VMA	: <i>Void in Mineral Agregat</i>
VIM	: <i>Void in Mixture</i>
VFA	: <i>Void Filled with Asphalt</i>
MQ	: <i>Marshall Quotient</i>
KAO	: Kadar Aspal Optimum
AC-WC	: <i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>
AC-BC	: <i>Asphalt Concrete Binder Course</i>
HRS-WC	: <i>Hot Rolled Sheet Wearing Course</i>
kg	: Kilogram
gr	: Gram
mm	: Milimeter
ASTM	: <i>American Standard Testing Method</i>
B3	: Bahan Berbahaya dan Beracun
Sa	: <i>Saturated Apparent</i>
Sw	: <i>Saturated Water</i>
Sd	: <i>Saturated Dry</i>
SSD	: <i>Saturated Surface Dry</i>
B3	: Bahan Berbahaya dan Beracun
ASTM	: <i>American Standard Testing Method</i>