

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PERENDAMAN AIR LAUT TERHADAP SIFAT
FISIK DAN MEKANIS CAMPURAN ASPAL *HOT ROLLED*
SHEET-WEARING COURSE DENGAN *STEEL SLAG* SEBAGAI
SUBSTITUSI AGREGAT KASAR**



Disusun oleh:

Muhamad Fanhar Agung

20200110262

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

2024

TUGAS AKHIR

PENGARUH PERENDAMAN AIR LAUT TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIS CAMPURAN ASPAL *HOT ROLLED SHEET-WEARING COURSE* DENGAN *STEEL SLAG* SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT KASAR

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



Muhamad Fanhar Agung

20200110262

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

2024

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Fanhar Agung
NIM : 20200110262
Judul : Pengaruh Perendaman Air Laut Terhadap Sifat Fisik dan Mekanis Campuran Aspal *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* dengan *Steel Slag* sebagai Substitusi Agregat Kasar.

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, 12 September 2024

Yang membuat pernyataan



Muhamad Fanhar Agung

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Fanhar Agung
NIM : 20200110262
Judul : Pengaruh Perendaman Air Laut Terhadap Sifat Fisik dan Mekanis Campuran Aspal *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* dengan *Steel slag* Sebagai Substitusi Agregat Kasar

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul Pengaruh Perendaman Air Laut Terhadap Sifat Fisik dan Mekanis Campuran Aspal *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* dengan *Steel slag* Sebagai Substitusi Agregat Kasar.

Yogyakarta, 15 September 2024

Penulis,



Muhamad Fanhar Agung

Dosen Peneliti,

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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Hasil Laporan Tugas Akhir (TA) ini saya persembahkan untuk:

1. Saya persembahkan kepada kedua orang tua saya, Bapak Irham Jumairi dan Ibu Wiwik Kismiati yang senantiasa terus mendidik dan berjuang memberikan yang terbaik kepada penulis baik secara materi maupun dukungan moral dan perjuangan yang luar biasa untuk penulis bisa sampai di titik ini. Satu hal yang penulis akan lakukan untuk kedua orang tua yaitu, senantiasa mengabdikan dan membalas atas perjuangan dan pengorbanan yang telah dilakukan selama ini.
2. Ir. Anita Rahmawati, S.T., M.Sc. selaku Dosen pembimbing Tugas Akhir yang senantiasa membimbing dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir penulis yang begitu berharga.
3. Ir. Dian Setiawan M., S.T., M.Sc., Ph.D., A.M.ASCE. Selaku dosen Penguji Laporan Tugas Akhir.
4. Kepada Adira Tsaniya Azka Endyanti yang telah memberi dukungan moral maupun materiil dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir.
5. Teman-teman Pejuang S.T Kelas F yang selalu memberikan dukungan yang luar biasa.
6. Terima kasih kepada penulis atas pencapaian yang luar biasa dapat menyelesaikan Pendidikan S1 Teknik Sipil.

PRAKATA



Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT yang menguasai segala sesuatu. Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh perendaman air laut pada campuran aspal bergradasi senjang dengan limbah *steel slag* sebagai pengganti agregat kasar 3/8".

Selama penyusunan tugas akhir ini, banyak rintangan yang penyusun dapatkan, tetapi berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Melalui kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Ir. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D. Selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Ir. Anita Rahmawati, S.T., M.Sc. Selaku Dosen Pembimbing 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.

Wallahu a'lam bi Showab.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 12 September 2024



Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
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.....	2
1.3 Lingkup Penelitian.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.1.1 Penelitian Terdahulu	4
2.1.2 Perbandingan Penelitian Sekarang dengan Penelitian Terdahulu	10
2.2 Landasan Teori	14
2.2.1 Jalan.....	14
2.2.2 Perkerasan Jalan	14
2.2.4 Aspal	20
2.2.5 Steel Slag.....	20
2.2.6 Hot Rolled Sheet (HRS).....	21
2.2.7 Bahan Penyusun Hot Rolled Sheet-Wearing Course.....	21
2.2.8 Air Laut	23
2.2.9 Metode Pengujian Material	24
2.2.10 Metode Pembuatan Benda Uji	29

2.2.11	Metode Pengujian Campuran dengan Metode <i>Marshall</i>	30
2.2.12	Karakteristik <i>Marshall</i>	31
BAB III. METODE PENELITIAN.....		35
3.1	Bagan Alir.....	35
3.1	Bahan atau Materi.....	37
3.1.1	Aspal Pertamina Penetrasi 60/70	37
3.1.2	Agregat	38
3.1.3	Steel Slag.....	38
3.1.4	Air Laut	38
3.2	Alat	39
3.2.1	Piknometer	39
3.2.2	Cawan.....	39
3.2.3	Alat Daktilitas	40
3.2.4	Termometer	41
3.2.5	Ring and Ball	41
3.2.6	Penetrometer	41
3.3.7	Timbangan Digital	42
3.3.8	Timbangan Digital <i>Specific Gravity Test</i>	42
3.3.9	Keranjang Kawat	43
3.3.10	Oven Agregat.....	43
3.3.11	Oven Aspal	43
3.3.12	Mesin <i>Los Angeles</i>	44
3.3.13	Saringan	44
3.3.14	Compactor.....	45
3.3.15	Extruder	45
3.3.16	Water Bath	46
3.3.17	<i>Marshall Test</i>	46
3.3.18	Teko.....	46
3.3.19	Panci.....	47
3.3.20	Spatula	47
3.3.21	Silinder <i>Mold</i>	47
3.3.22	Nampan	48
3.3.23	Kompur Listrik.....	48
3.3.24	Kaliper.....	49
3.3	Tempat dan Waktu Penelitian.....	49
3.3.1	Tempat penelitian.....	49

3.3.2	Waktu Penelitian	49
3.4	Tahapan Penelitian.....	49
3.4.1	Tahap Persiapan	49
3.4.2	Pengujian Bahan atau Material	50
3.5	Analisis Data.....	56
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		57
4.1	Pengujian Aspal	57
4.2	Pengujian Agregat	58
4.3	Pengujian <i>Steel Slag</i>	60
4.4	Hasil Pengujian <i>Marshall</i>	61
4.4.1	Hasil Pengujian Kadar Aspal Optimum (KAO)	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		88
5.1	Kesimpulan.....	88
5.2	Saran	90
DAFTAR PUSTAKA		xix
LAMPIRAN.....		91

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sekarang dengan Penelitian Terdahulu.....	10
Tabel 2.2 Lanjutan Antara Penelitian Sekarang dan Penelitian Terdahulu	11
Tabel 2.3 Lanjutan Antara Penelitian Sekarang dan Penelitian Terdahulu	12
Tabel 2.4 Lanjutan Antara Penelitian Sekarang dan Penelitian Terdahulu	13
Tabel 2.5 Lanjutan Antara Penelitian Sekarang dan Penelitian Terdahulu	14
Tabel 2.6 Gradasi agregat senjang campuran aspal HRS-WC Bina Marga, (2010 Revisi 3).....	22
Tabel 2.7 Spesifikasi agregat kasar Bina Marga, (2010 Revisi 3).....	23
Tabel 2.8 Spesifikasi agregat halus Bina Marga, (2010 Revisi 3)	23
Tabel 3.1 Jumlah benda uji Kadar Aspal Optimum.....	53
Tabel 3.2 Jumlah benda uji Variasi <i>Steel Slag</i>	54
Tabel 4.1 Hasil pengujian Aspal Penetrasi 60/70 Bina Marga, (2010 Revisi 3) ...	57
Tabel 4.2 Hasil pengujian agregat kasar dan agregat halus Bina Marga, (2010 Revisi 3)	59
Tabel 4.3 Hasil pengujian agregat <i>steel slag</i> Bina Marga, (2010 Revisi 3)	60
Tabel 4.4 Hasil pengujian Kapadatan (<i>Density</i>)	62
Tabel 4.5 Hasil pengujian Rongga Diantara Mineral Agregat (VMA)	63
Tabel 4.6 Hasil pengujian Rongga Terhadap Campuran (<i>Voids in the Mix</i>)	64
Tabel 4.7 Hasil pengujian Rongga Terisi Aspal (<i>Voids Filled with Asphalt</i>)	66
Tabel 4.8 Hasil pengujian Stabilitas	67
Tabel 4.9 Hasil pengujian Kelelehan (<i>Flow</i>)	69
Tabel 4.10 Hasil pengujian <i>Marshall Qoutient</i>	70
Tabel 4.11 Hasil pengujian <i>Marshall</i> untuk menentukan Kadar Aspal Optimum	71
Tabel 4.12 Hasil Kadar Aspal Optimum (KAO)	72
Tabel 4.13 Hasil pengujian <i>Density</i>	73
Tabel 4.14 Hasil pengujian Rongga Dalam Agregat (VMA)	74
Tabel 4.15 Hasil pengujian VIM terhadap variasi campuran <i>Steel Slag</i>	76
Tabel 4.16 Hasil pengujian VFA terhadap campuran <i>Steel Slag</i>	78
Tabel 4.17 Hasil pengujian Stabilitas terhadap perendaman	80

Tabel 4.18 Hasil pengujian <i>Flow</i> pada varian <i>Steel Slag</i> terhadap rendaman	82
Tabel 4.19 Hasil pengujian <i>Marshall Quotient</i> pada varian <i>Steel Slag</i> dan perendaman	84
Tabel 4.20 Hasil pengujian <i>Marshall</i> dengan perendaman air tawar	86
Tabel 4.21 Hasil pengujian <i>Marshall</i> dengan perendaman air laut	86
Tabel 4.22 Hasil penentuan Kadar <i>Steel Slag</i> Optimum pada perendaman air tawar	86
Tabel 4.22 Hasil penentuan Kadar <i>Steel Slag</i> Optimum pada perendaman air laut	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Perkerasan Lentur (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024)	16
Gambar 2.2 Struktur Pekarasan Beton Semen (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024)	17
Gambar 2.3 Struktur Perkerasan Komposit Bina Marga, 2010 (Revisi 3)	18
Gambar 3.1 Bagan alir pengujian campuran aspal	35
Gambar 3.2 Lanjutan began alir pengujian campuran aspal	36
Gambar 3.3 Lanjutan bagan alir pengujian campuran aspal	37
Gambar 3.4 Aspal Pertamina Penetrasi 60/70	37
Gambar 3.5 Agregat	38
Gambar 3.6 <i>Steel slag</i>	38
Gambar 3.7 Air laut Pantai Parangkusumo	39
Gambar 3.8 Piknometer	39
Gambar 3.9 Cawan	40
Gambar 3.10 Alat Daktilitas	40
Gambar 3.11 Termometer	41
Gambar 3.12 <i>Ring and ball</i>	41
Gambar 3.13 Penetrometer	42
Gambar 3.14 Timbanag digital	42
Gambar 3.15 Timbangan Digilat <i>Specific Gravity Test</i>	42
Gambar 3.16 Keranjang kawat	43
Gambar 3.17 Oven agregat	43
Gambar 3.18 Oven aspal	43
Gambar 3.19 Mesin <i>loss angles</i>	44
Gambar 3.20 Saringan	44
Gambar 3.21 <i>Compactor</i>	45
Gambar 3.22 <i>Extruder</i>	45
Gambar 3.23 <i>Water bath</i>	46
Gambar 3.24 <i>Marshall test</i>	46

Gambar 3.25 Teko	46
Gambar 3.26 Panci	47
Gambar 3.27 Spatula	47
Gambar 3.28 Silinder <i>mold</i>	48
Gambar 3.29 Nampan	48
Gambar 3.30 Kompor Listrik	48
Gambar 3.31 Kaliper	49
Gambar 4.1 Grafik hubungan kepadatan pada kadar aspal	62
Gambar 4.2 Grafik hubungan VMA pada kadar aspal	63
Gambar 4.3 Grafik hubungan VIM pada kadar aspal	65
Gambar 4.4 Grafik hubungan antara VFA pada kadar aspal	66
Gambar 4.5 Grafik hubungan stabilitas pada kadar aspal	68
Gambar 4.6 Grafik hubungan nilai kelelahan (<i>Flow</i>) pada kadar aspal	69
Gambar 4.7 Grafik hubungan <i>Marshall Quotinet</i> pada kadar aspal	70
Gambar 4.8 Grafik hubungan kepadatan dengan varian <i>steel slag</i>	73
Gambar 4.9 Grafik hubungan VMA dengan varian <i>steel slag</i>	75
Gambar 4.10 Grafik hubungan VIM dengan varian <i>steel slag</i>	77
Gambar 4.11 Grafik hubunga VFA dengan varian <i>steel slag</i>	79
Gambar 4.12 Grafik hubungan stabilitas dengan variasi <i>steel slag</i>	80
Gambar 4.13 Grafik hubungan <i>flow</i> dengan varian <i>steel slag</i>	82
Gambar 4.14 Grafik hubungan <i>marshall quotient</i> dengan varian <i>steel slag</i>	81

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar	87
Lampiran 2. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus	90
Lampiran 3. Pengujian berat jenis dan penyerapan air <i>steel slag</i>	92
Lampiran 4. Pengujian keausan <i>steel slag</i>	94
Lampiran 5. Pengujian keausan agregat kasar	95
Lampiran 6. Pengujian berat jenis aspal	96
Lampiran 7. Pengujian Penetrasi Aspal	98
Lampiran 8. Pengujian kehilangan berat aspal	99
Lampiran 9. Pengujian daktilitas	100
Lampiran 10. Pengujian titik lembek	101
Lampiran 11. Pengujian <i>Marshall</i>	102

DAFTAR SINGKATAN

SNI	: Standar Nasional Indonesia
B3	: Bahan Berbahaya dan Beracun
VMA	: <i>Void in the Mineral Agregate</i>
VIM	: <i>Void in the Mix</i>
VFA	: <i>Void Filled Asphalt</i>
MQ	: <i>Marshall Quotient</i>
IDK	: <i>The Second of Durability Index</i>
IRS	: <i>Index of Retained Stability</i>
IDP	: <i>First Durability Index</i>
KAO	: Kadar Aspal Optimum
Kg	: Kilogram
Mg/l	: <i>Miligram per liter</i>
Mm	: Milimeter
SSD	: <i>Saturated Surface Dry</i>