



LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

ANALISIS STABILITAS PENGGUNAAN *STRUT BRACING* PADA PERKUATAN SEMENTARA TEROWONGAN PENGAMBILAN DI BENDUNGAN MANIKIN

Telah disetujui pembimbing untuk dilaksanakan ujian

1. Faa'iz Abdul Jabbar
NIM. 221025

2. Muhammad Irfan Baehaqi
NIM. 221045

Program Studi Teknologi Konstruksi Bangunan Air

Semarang, 25 Juli 2025

Pembimbing


Wahyu Prasetyo, S.T., M.T.
NIP. 198405262010121002

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNOLOGI KONSTRUKSI BANGUNAN AIR
POLITEKNIK PEKERJAAN UMUM SEMARANG
2025**

**ANALISIS STABILITAS PENGGUNAAN *STRUT BRACING*
PADA PERKUATAN SEMENTARA TEROWONGAN
PENGAMBILAN DI BENDUNGAN MANIKIN**

**Tugas Akhir Ini Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Ahli Madya (A.Md.T.)
Politeknik Pekerjaan Umum Semarang**

Oleh:

1. Faa'iz Abdul Jabbar
NIM. 221025

2. Muhammad Irfan Baehaqi
NIM. 221045

Tanggal Ujian: 31 Juli 2025

Menyetujui,

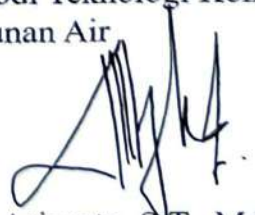
Ketua Penguji	: Wahyu Prasetyo, S.T., M.T.	(..... )
Penguji 1	: Daru Jaka Sasangka, S.T., M. Eng.	(..... )
Penguji 2	: Pranu Arisanto, S.T., M.T.	(..... )

Mengesahkan,
Direktur



Ir. Brawijaya, S.E., M.Eng.I.E, MSCE, Ph.D, IPU, ASEAN. Eng.
NIP. 196606101995021001

Mengetahui,
Ka Prodi Teknologi Konstruksi
Bangunan Air



Pranu Arisanto, S.T., M.T.
NIP. 198305062010121004

MOTTO

“Jangan Pernah Berhenti Melangkah”



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : 1. Faa'iz Abdul Jabbar (221025)
2. Muhammad Irfan Baehaqi (221045)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul “ANALISIS STABILITAS PENGGUNAAN *STRUT BRACING* PADA PERKUATAN SEMENTARA TEROWONGAN PENGAMBILAN DI BENDUNGAN MANIKIN” ini adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan/plagiat. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Semarang, 31 Juli 2025
Yang Menyatakan,



Faa'iz Abdul Jabbar
NIM. 221025

Muhammad Irfan Baehaqi
NIM. 221045

KATA PENGANTAR

Puji dan Puji Syukur kami panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat serta karunianya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Analisis Stabilitas Penggunaan *Strut Bracing* Pada Perkuatan Sementara Di Terowongan Pengambilan Bendungan Manikin” dengan lancar. Penulis menyusun tugas akhir ini guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik (A.Md.T) Politeknik Pekerjaan Umum Semarang. Selama tahap penyusunan tugas akhir ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berperan dalam memberikan bantuan baik secara material maupun non material. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu/Bapak orang tua kami yang senantiasa memberikan dukungan dan do’a
2. Bapak Ir. Brawijaya S.E., M.Eng.I.E, MSCE, Ph.D., IPU. selaku Direktur Politeknik Pekerjaan Umum Semarang
3. Bapak Wahyu Prasetyo, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing
4. Bapak Ir. Koko Heru Satmoko, S.T., M.T. IPM selaku mentor program magang di PT. Wijaya Karya
5. Bapak M. Ivan Adi Perdana selaku mentor program magang di PT. Pembangunan Perumahan
6. Rekan – rekan mahasiswa Program Studi Teknologi Konstruksi Bangunan Air
7. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu

Semoga tugas akhir ini dapat memberikan banyak manfaat kepada pembaca sekalian. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Semarang, 31 Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Terowongan.....	5
2.2 Klasifikasi Terowongan.....	5
2.2.1 Berdasarkan Lokasinya	5
2.2.2 Berdasarkan Kegunaan.....	6
2.3 Metode Penggalian.....	7
2.3.1 Metode Penggalian Seluruh Muka Bidang Galian Dengan <i>Bench</i> Tambahan	8
2.3.2 Metode Penggalian Dengan <i>Bench</i>	8
2.3.3 Metode Diafragma Tengah.....	11
2.3.4 Metode Penggalian Samping (<i>side drift advancing method</i>)	11
2.3.5 Metode Penggalian Samping Lainnya	12

2.4 Sistem Perkuatan Pada Terowongan	14
2.4.1 <i>Steel Rib</i>	14
2.4.2 Wiremesh.....	15
2.4.3 <i>Shotcrete</i>	15
2.4.4 <i>Strut Bracing</i>	16
2.5 Tanah	17
2.5.1 Klasifikasi Tanah.....	17
2.5.2 Komponen Penyusun Tanah.....	19
2.5.3 Parameter Tanah.....	21
2.6 Tanah Bobonaro	26
2.7 Faktor Keamanan (<i>Safety Factor</i>).....	27
2.8 Baja WF (<i>Wide Flange</i>)	27
2.9 Nilai Properties Baja WF (<i>Wide Flange</i>)	28
2.9.1 Modulus Elastisitas	28
2.9.2 Momen Inersia	28
2.9.3 <i>Axial Stiffness</i> /Kekakuan Aksial (EA)	29
2.9.4 <i>Bending Stiffness</i> /Kekakuan Lentur (EI).....	29
2.9.5 <i>Unit Weight</i> (γ)	30
2.10 Metode Elemen Hingga.....	30
2.11 PLAXIS 2D	31
2.12 Pengoperasian Program PLAXIS 2D.....	31
2.12.1 PLAXIS <i>Input</i>	31
2.12.2 PLAXIS <i>Calculation</i>	39
2.12.3 PLAXIS <i>Output</i>	40
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	44
3.1 Jenis dan Desain Penelitian.....	44

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	44
3.3 Subjek Penelitian.....	45
3.4 Etika Penelitian	45
3.5 Data Yang Digunakan.....	46
3.6 Tahapan Penelitian	46
3.7 Metodologi Pengumpulan Data.....	47
3.8 Analisis Data	47
3.8.1 Data Parameter Tanah	47
3.8.2 Data Parameter <i>Steel Support</i>	48
3.9 Bagan Alir Penelitian	49
3.9.1 Alur Penelitian.....	50
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	52
4.1 Kondisi Tanah Pada Area <i>Intake Tunnel</i>	52
4.2 Desain Awal Perkuatan Sementara Pada Terowongan Pengambilan	53
4.3 Gejala Ketidak-stabilan Pada Sistem Perkuatan Sementara (<i>Temporary Support</i>).....	55
4.4 Penambahan <i>Strut Bracing</i> WF 200*100*5,5*8 Pada Sistem Perkuatan Sementara Terowongan Pengambilan	56
4.4.1 Detail Desain Terowongan Dengan <i>Strut Bracing</i>	56
4.5 Analisis Data PLAXIS	57
4.5.1 Analisis Data Parameter Tanah	57
4.5.2 Analisis Data Parameter <i>Steel Support</i>	58
4.6 Analisis Perkuatan Sementara Tanpa Menggunakan <i>Strut Bracing</i>	73
4.6.1 Analisis Nilai <i>Safety Factor</i> Perkuatan Sementara Tanpa Menggunakan <i>Strut Bracing</i>	74
4.6.2 Analisis Nilai <i>Displacement</i> Perkuatan Sementara Tanpa Menggunakan <i>Strut Bracing</i>	74

4.7 Analisis Perkuatan Sementara Dengan Tambahan <i>Strut Bracing</i>	77
4.7.1 Analisis <i>Safety Factor</i> Perkuatan Sementara Dengan Tambahan <i>Strut Bracing</i>	77
4.7.2 Analisis Nilai <i>Displacement</i> Perkuatan Sementara Dengan Tambahan <i>Strut Bracing</i>	78
4.8 Rekapitulasi Hasil Analisis Perkuatan Sementara Menggunakan PLAXIS 2D	81
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	83
5.1 Kesimpulan	83
5.2 Saran	84
DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN	88



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Muka Bidang Galian Pada Metode Penggalian Dengan <i>Bench</i> Tambahan	8
Gambar 2. 2 Pembagian Muka Bidang Galian Pada Metode Penggalian Dengan <i>Bench</i> Panjang.....	9
Gambar 2. 3 Potongan Memanjang Galian Dengan <i>Bench</i> Panjang.....	9
Gambar 2. 4 Pembagian Muka Bidang Galian Pada Metode Penggalian Dengan <i>Bench</i> Pendek	9
Gambar 2. 5 Potongan Memanjang Penggalian Dengan <i>Bench</i> Pendek.....	10
Gambar 2. 6 Pembagian Muka Bidang Galian Pada Metode Penggalian <i>Bench</i> Kecil	10
Gambar 2. 7 Pembagian Muka Galian Pada Metode Penggalian Dengan <i>Bench</i> Ganda	11
Gambar 2. 8 Pembagian Muka Bidang Galian Pada Metode Penggalian Diafragma Tengah	11
Gambar 2. 9 Pembagian Muka Bidang Galian Pada Penggalian Samping Dengan Dinding Beton	12
Gambar 2. 10 Pembagian Muka Bidang Galian Pada Penggalian Samping Tanpa Menggunakan <i>Bench</i>	12
Gambar 2. 11 Pembagian Muka Bidang Galian Pada Metode Penggalian Samping Bagian Atas	13
Gambar 2. 12 Pembagian Muka Bidang Galian Pada Penggalian Samping Bagian Atas	13
Gambar 2. 13 Pembagian Muka Bidang Galian Pada Metode Penggalian Samping Tengah	14
Gambar 2. 14 Tipe-tipe Steel Rib.....	14
Gambar 2. 15 <i>Wiremesh</i>	15
Gambar 2. 16 Pekerjaan <i>Shotcrete</i> Pada Pekerjaan Terowongan.....	16
Gambar 2. 17 Penggunaan <i>Strut Bracing</i> Pada Pekerjaan Galian	17
Gambar 2. 18 Diagram Fase Tanah	20
Gambar 2. 19 Grafik Lingkaran <i>Mohr</i> dan <i>Coloumb</i>	24

Gambar 2. 20 Peta Geologi Bendungan Manikin	27
Gambar 2. 21 Penampang Baja WF	28
Gambar 2. 22 Persamaan Momen Inersia	29
Gambar 2. 23 Contoh Penerapan FEM	31
Gambar 2. 24 Tampilan Menu <i>Quick Start</i>	32
Gambar 2. 25 Tampilan Menu <i>Project Properties</i>	32
Gambar 2. 26 Menu <i>Model</i> Pada <i>Project Properties</i>	33
Gambar 2. 27 Tampilan Permodelan Geometri.....	33
Gambar 2. 28 Tampilan Jendela <i>Soil</i>	34
Gambar 2. 29 <i>Input</i> Material Tanah	34
Gambar 2. 30 Tampilan Tab <i>Initial</i> Pada Aplikasi PLAXIS 2D	35
Gambar 2. 31 Bagian Ok Pada Bagian Akhir Pengisian Data Parameter Tanah ..	36
Gambar 2. 32 Tampilan Jendela <i>Tunnel Designer</i>	37
Gambar 2. 33 Tampilan Menu <i>Properties</i>	37
Gambar 2. 34 <i>Input Genel</i>	38
Gambar 2. 35 Tampilan <i>Tab Mechanical</i>	38
Gambar 2. 36 Tampilan Setelah Desain Ter-generate.....	39
Gambar 2. 37 Hasil <i>View Mesh</i>	39
Gambar 2. 38 Tampilan <i>Phase Eksplorer</i>	40
Gambar 2. 39 Tampilan <i>Analisis Displacement</i>	41
Gambar 2. 40 Lokasi <i>Tool Curve Manager</i>	41
Gambar 2. 41 Tampilan Menu <i>Curves manager</i>	42
Gambar 2. 42 Tampilan Menu <i>Curves Generation</i>	42
Gambar 2. 43 Tampilan <i>Output</i> Nilai <i>Safety Factor</i>	43
Gambar 3. 1 Peta Lokasi Penelitian	45
Gambar 4. 1 Hasil Mikrofoto Sampel Korelasi INA GT-40	52
Gambar 4. 2 Hasil Analisis EDX	53
Gambar 4. 3 Penampang <i>Steel Support</i> WF 175*175*7,5*11	54
Gambar 4. 4 Desain Awal Perkuatan Sementara Terowongan Pengambilan	54
Gambar 4. 5 Alur Gejala Ketidakstabilan Pada Perkuatan Sementara.....	55
Gambar 4. 6 Penampang <i>Strut Bracing</i> WF 200*100*5,5*8	56
Gambar 4. 7 Desain Pemasangan <i>Strut Bracing</i> WF 200*100*5,5*8	56

Gambar 4. 8 Potongan Memanjang Geologi.....	57
Gambar 4. 9 Hasil Stratifikasi Tanah	58
Gambar 4. 10 Penampang Baja WF 175*175*7,5*11 Terhadap Sumbu X	59
Gambar 4. 11 Penampang Baja WF 175*175*7,5*11 Terhadap Sumbu Y	60
Gambar 4. 12 Koordinat Titik Pusat Pada Penampang Baja WF 175*175*7,5*11	62
Gambar 4. 13 Penampang Baja WF 200*100*5,5*8 Terhadap Sumbu X	66
Gambar 4. 14 Penampang Baja WF 200*100*5,5*8 Terhadap Sumbu Y	67
Gambar 4. 15 Koordinat Titik Pusat Pada Penampang Baja WF 200*100*5,5*8	68
Gambar 4. 16 Grafik <i>Safety Factor</i> Pada Perkuatan Sementara Tanpa Tambahan <i>Strut Bracing</i>	74
Gambar 4. 17 Nilai <i>Horizontal Displacement</i> Pada Perkuatan Sementara Tanpa <i>Strut Bracing</i>	75
Gambar 4. 18 Nilai <i>Vertical Displacement</i> Pada Perkuatan Sementara Tanpa <i>Strut Bracing</i>	76
Gambar 4. 19 Nilai <i>Total Displacement</i> Pada Perkuatan Sementara Tanpa <i>Strut Bracing</i>	76
Gambar 4. 20 Arah <i>Vertical Displacement</i> Pada Perkuatan Sementara Tanpa <i>Strut Bracing</i>	77
Gambar 4. 21 Arah <i>Horizontal Displacement</i> Pada Perkuatan Sementara Tanpa <i>Strut Bracing</i>	77
Gambar 4. 22 Grafik <i>Safety Factor</i> Perkuatan Sementara Dengan Tambahan <i>Strut Bracing</i>	78
Gambar 4. 23 Nilai <i>Horizontal Displacement</i> Pada Perkuatan Sementara Dengan Tambahan <i>Strut Bracing</i>	79
Gambar 4. 24 Nilai <i>Vertical Displacement</i> Pada Perkuatan Sementara Dengan Tambahan <i>Strut Bracing</i>	79
Gambar 4. 25 Nilai <i>Total Displacement</i> Pada Perkuatan Sementara Dengan Tambahan <i>Strut Bracing</i>	80
Gambar 4. 26 Arah <i>Horizontal Displacement</i> Pada Perkuatan Sementara Dengan Tambahan <i>Strut Bracing</i>	80

Gambar 4. 27 Arah <i>Vertical Displacement</i> Pada Perkuatan Sementara Dengan Tambahan <i>Strut Bracing</i>	81
---	----



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi USCS.....	18
Tabel 2. 2 Klasifikasi AASHTO.....	19
Tabel 2. 3 Nilai Koefisien Permeabilitas.....	22
Tabel 2. 4 Nilai Modulus Elastisitas Tanah.....	22
Tabel 2. 5 Nilai Perkiraan Modulus Elastisitas Tanah (Es).....	23
Tabel 2. 6 Keterkaitan Konsentrasi Tanah Terhadap Nilai Tekanan Korus dan Kohesi	25
Tabel 2. 7 Kisaran Nilai Sudut Geser Tanah Berdasarkan Jenis Tanah	25
Tabel 4. 1 Parameter Fisik Tanah	58
Tabel 4. 2 Jarak Bagian Penampang Baja WF 175*175*7,5*11 Terhadap Titik Pusat	62
Tabel 4. 3 Jarak Bagian Penampang Baja WF 200*100*5,5*8 Terhadap Titik Pusat	68
Tabel 4. 4 Data Parameter <i>Steel Support</i>	73
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Hasil Analisis.....	81