

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>USULAN PENELITIAN TUGAS AKHIR</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI</b> .....	v
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	vii
<b>MOTTO</b> .....	ix
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	x
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xx
<b>ABSTRAK</b> .....	xxi
<b>ABSTRACT</b> .....	xxii

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Sistematika Penulisan .....	3

### **BAB II STUDI PUSTAKA**

2.1 Tanah dan sifat-sifatnya .....	4
2.1.1 Klasifikasi Tanah.....	4
2.1.2 Deformasi .....	7
2.1.3 Tegangan Efektif ( <i>Effective stresses</i> ) .....	8
2.2 Terowongan ( <i>Tunnel</i> ).....	14
2.2.1 Metode NATM ( <i>New Austrian Tunneling Method</i> ) .....	14
2.2.2 Perubahan Tegangan.....	23
2.2.3 Stabilitas Terowongan .....	24
2.3 Program PLAXIS 2D & PLAXIS 3D <i>Tunnel</i> .....	25
2.3.1 Masukan dalam Program PLAXIS 2D .....	28
2.3.2 Penentuan Kondisi Awal .....	37
2.3.3 Tahapan Konstruksi.....	38
2.3.4 Perhitungan Program Komputer PLAXIS .....	38
2.3.5 Keluaran Program Komputer PLAXIS .....	38
2.4 Pemodelan Material Program PLAXIS .....	38
2.4.1 Model Mohr Coulomb .....	38
2.4.2 Perumusan Model Mohr Coulomb .....	39
2.4.3 Perilaku Elastis dan Plastis Sempurna.....	40

2.4.4 Parameter Dasar Model Mohr Coulomb .....	42
2.4.5 Parameter Lanjut Model Mohr Coulomb .....	45

### **BAB III METODOLOGI PENULISAN**

3.1 Pendahuluan .....	46
3.2 Studi Literatur .....	46
3.3 Pengumpulan Data .....	46
3.4 Pemodelan dengan Program Plaxis 2D dan Plaxis 3D <i>Tunnel</i> ...	47
3.4.1 Pemodelan Tanah .....	47
3.4.2 Pemodelan Material Terowongan .....	48
3.4.3 Proses Penggalian Terowongan .....	49
3.4.4 <i>Grouting</i> Terowongan .....	49
3.4.5 Kalkulasi ( <i>Calculation</i> ) .....	49
3.5 Kesimpulan dan Saran .....	50
3.6 Pembuatan Laporan .....	50

### **BAB IV HASIL DAN.PEMBAHASAN**

4.1 Data Pemodelan .....	52
4.1.1 Data Material Tanah .....	52
4.1.2 Data Material Plat .....	55
4.1.3 Data Material <i>Rockbolt 25 mm</i> .....	56
4.2 Pemodelan Data. ....	56
4.2.1 Geometri .....	56
4.2.2 <i>Tunnel</i> .....	58
4.2.3 <i>Grouting</i> .....	61
4.2.4 <i>Calculation</i> .....	63
4.2.4.1 Plaxis 2D .....	64
4.2.4.2 Plaxis 3D <i>Tunnel</i> .....	70
4.3 Hasil Perhitungan .....	79
4.3.1 <i>Output</i> Plaxis 2D .....	79
4.3.2 <i>Output</i> Plaxis 3D <i>Tunnel</i> .....	83

### **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	90
5.2 Saran .....	91

<b>DAFTAR. PUSTAKA</b> .....	xxiii
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Klasifikasi tanah cara USCS .....	6
Tabel 4.1. Kurva <i>Displacement</i> Plaxis 2D .....	83
Tabel 4.2. Kurva <i>Displacement</i> Plaxis 3D <i>Tunnel</i> .....	87

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Gambaran uji tarik.....	8
Gambar 2.2	Tegangan efektif.....	9
Gambar 2.3	Tanah jenuh .....	10
Gambar 2.4	Tegangan pada Tanah Jenuh .....	11
Gambar 2.5	Rembesan ke Atas .....	12
Gambar 2.6	Rembesan ke Bawah .....	13
Gambar 2.7	Penggalian terowongan metode NATM.....	15
Gambar 2.8	<i>Wedge Shape Bodies</i> .....	16
Gambar 2.9	konvergensi .....	17
Gambar 2.10	Pengaruh gaya lateral .....	17
Gambar 2.11	Metode penggalian terowongan Cisumdawu .....	18
Gambar 2.12	<i>compressive strength</i> .....	20
Gambar 2.13	Tahapan pembuatan terowongan metode NATM .....	20
Gambar 2.14	Deformasi dan momen lentur lapisan terowongan.....	24
Gambar 2.15	Pemodelan 2 Dimensi (Hoek,2001) .....	34
Gambar 2.16	Titik Nodal dan Titik Tegangan (PLAXIS) .....	34
Gambar 2.17	Yield Surface Mohr- Coulomb dalam Ruang Tegangan Utama (PLAXIS, 1998).....	40
Gambar 2.18	Model Elastis dan Plastis Sempurna (PLAXIS, 1998).....	41
Gambar 2.19	E0 dan E50 dari Triaxial Drained (PLAXIS, 1998).....	43
Gambar 2.20	Lingkaran Tegangan Saat Keruntuhan (PLAXIS, 1998)....	45
Gambar 3.1	Bagan Metodologi Penulisan .....	52
Gambar 4.1	<i>Plan profile</i> terowongan.....	53
Gambar 4.2	Pemodelan <i>Plaxis 2D</i> .....	54
Gambar 4.3	Pemodelan <i>Plaxis 3D Tunnel</i> .....	54
Gambar 4.4	<i>Very Stiff N=19</i> .....	55
Gambar 4.5	<i>Hard N=36</i> .....	56
Gambar 4.6	<i>Very Stiff N=19 INTERFACE 0.5</i> .....	56
Gambar 4.7	<i>Hard N=36 INTERFACE 0.5</i> .....	57
Gambar 4.8	<i>Plate properties IWF 150x150</i> .....	57
Gambar 4.9	<i>Rockbolt 25 mm</i> .....	58
Gambar 4.10	Pemodelan kondisi tanah.....	59
Gambar 4.11	Pemodelan material tanah .....	59
Gambar 4.12	<i>Standard fixities</i> .....	60
Gambar 4.13	Pemodelan dimensi <i>tunnel</i> .....	61
Gambar 4.14	Dimensi terowongan cisumdawu .....	61
Gambar 4.15	Penempatan struktur <i>tunnel</i> .....	62
Gambar 4.16	<i>Soil material interface 0.5</i> .....	62
Gambar 4.17	Tahapan <i>phase</i> penggalian .....	63
Gambar 4.18	Pemodelan <i>grouting</i> .....	64
Gambar 4.19	Muka air tanah.....	64

Gambar 4.20	<i>Setting Calculation</i> .....	65
Gambar 4.21	<i>Select Point</i> .....	66
Gambar 4.22	Penggalian <i>phase 1</i> .....	67
Gambar 4.23	<i>Active pore pressures</i> .....	67
Gambar 4.24	<i>Running calculations</i> .....	68
Gambar 4.25	Hasil kalkulasi <i>phase 1</i> .....	69
Gambar 4.26	Penggalian <i>phase 2</i> .....	70
Gambar 4.27	<i>Input material grouting ke pemodelan</i> .....	71
Gambar 4.28	Hasil akhir kalkulasi <i>plaxis 2D</i> .....	71
Gambar 4.29	<i>Setting 3D Mesh generation</i> .....	72
Gambar 4.30	<i>3D Mesh generation</i> .....	73
Gambar 4.31	<i>Active pore pressures</i> .....	74
Gambar 4.32	<i>Effective mean stresses</i> .....	74
Gambar 4.33	<i>Select Point</i> .....	76
Gambar 4.34	Penggalian <i>slice 1 phase 1</i> .....	76
Gambar 4.35	Hasil kalkulasi <i>slice 1 phase 1</i> .....	77
Gambar 4.36	Penggalian <i>slice 1 phase 2</i> .....	78
Gambar 4.37	Hasil kalkulasi <i>slice 2 phase 1</i> .....	57
Gambar 4.38	<i>Input material grouting ke pemodelan</i> .....	79
Gambar 4.39	<i>Tunnel telah tergali</i> .....	80
Gambar 4.40	<i>Deformed Mesh</i> .....	81
Gambar 4.41	<i>Total displacement</i> .....	82
Gambar 4.42	<i>Horizontal displacement</i> .....	82
Gambar 4.43	<i>Vertical displacement</i> .....	83
Gambar 4.44	<i>Excess Pore Pressures</i> .....	83
Gambar 4.45	<i>Effective Stresses</i> .....	84
Gambar 4.46	<i>Kurva Displacement</i> .....	84
Gambar 4.47	<i>Deformed Mesh</i> .....	86
Gambar 4.48	<i>Total displacement</i> .....	86
Gambar 4.49	<i>Horizontal displacement</i> .....	87
Gambar 4.50	<i>Vertical displacement</i> .....	87
Gambar 4.51	<i>Excess Pore Pressures</i> .....	88
Gambar 4.52	<i>Effective Stresses</i> .....	88
Gambar 4.53	<i>Kurva Displacement</i> .....	89

## DAFTAR NOTASI

$\sigma$	= Tegangan Total ( $kN/m^2$ )
$\sigma'$	= Tegangan Efektif ( $kN/m^2$ )
$u$	= Tekanan Pori ( $kN/m^2$ )
$\sigma_z$	= Tegangan Vertikal Total ( $kN/m^2$ )
$u_w$	= Tekanan Air Pori ( $kN/m^2$ )
$u_a$	= Tekanan udara dalam Pori ( $kN/m^2$ )
$\gamma_{sat}$	= Berat Volume Tanah Jenuh ( $kN/m^3$ )
$H$	= Tinggi Muka Air (m)
$\gamma_w$	= Berat Volume Air ( $kN/m^3$ )
$C$	= Kedalaman Titik Crown dari Terowongan (m)
$R$	= Jari- jari Terowongan (m)
$\gamma$	= Berat Jenis Tanah Total ( $kN/m^3$ )
$\sigma T$	= Face Pressure ( $kN/m^2$ )
$cu$	= Kuat Geser Tanah dalam Kondisi Undrained ( $kN/m^2$ )
$qs$	= Beban Permukaan Tanah ( $kN/m^2$ )
$s$	= Support Pressure ( $kN/m^2$ )
$E$	= Modulus Elastisitas Young ( $kN/m^2$ )
$I$	= Momen Inersia
$\nu$	= Poisson's Ratio (-)
$w$	= Berat (kg)
$\gamma_{material}$	= Berat Volume Material
$d_{real}$	= Ketebalan Struktur
$\varphi$	= Sudut Geser ( $^{\circ}$ )
$c$	= Kohesi ( $kN/m^2$ )
$\psi$	= Sudut Dilatasi ( $^{\circ}$ )

## **DAFTAR LAMPIRAN**

1. Paparan Jalan Tol Cisumdawu (Perencanaan Tunnel Jalan Tol Cisumdawu)
2. Langkah-langkah penggunaan Plaxis 2D & Plaxis 3D Tunnel
3. Lembar Asistensi
4. Hasil Turnitin