

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Definisi Terowongan.....	4
2.2 Macam-macam Bentuk Terowongan	4
2.3 Klasifikasi Terowongan	6
2.3.1 Terowongan Berdasarkan Lokasi	6
2.3.2 Terowongan Berdasarkan Kegunaan	7
2.3.3 Terowongan Berdasarkan Material di Lapangan.....	7
2.4 Metode Konstruksi Terowongan.....	8
2.4.1 <i>Tunnel Bore Machine</i> (TBM)	8
2.4.2 <i>New Austrian Tunneling Method</i> (NATM).....	10
2.5 Parameter Tanah.....	16
2.5.2 Modulus Elastisitas Tanah	17
2.5.3 Sudut Geser Dalam	18
2.5.4 Kohesi Tanah	18
2.5.5 Permeabilitas tanah	19

2.6 Metode Numerik	20
2.7 <i>Stress reduction method</i> (β -Method).....	21
2.8 <i>Hardening Soil Model</i>	22
2.9 <i>Hoek-Brown model</i>	26
2.10 Studi Terdahulu	31
2.10.1 Analisis Stabilitas dan Deformasi Terowongan Kreta Cepat Indonesia dengan Pendekatan Numerik Tiga Dimensi.....	31
2.10.2 Pemodelan Terowongan Pada Batuan Dengan Metode <i>Finite Element</i> , Studi Kasus Terowongan <i>Diversion Tunnel</i> Rencana Bendungan Jambu Aye, Nangro Aceh Darussalam.....	32
2.10.3 Analisis Pengaruh Tebal <i>Lining</i> dan <i>Shotcrete</i> Terhadap Deformasi Pada Perkuatan Konstruksi Terowongan Kereta Cepat Jakarta-Bandung	32
BAB III METODE PENELITIAN	34
3.1 Tinjauan Pustaka	35
3.2 Pengumpulan Data	35
3.2.1 Data Struktur Terowongan	35
3.2.2 Data parameter tanah	37
3.2.3 Data topografi.....	40
3.2.4 Pemodelan terowongan.....	40
3.3 Pembahasan dan Kesimpulan.....	41
BAB IV	42
ANALISIS PEMBAHASAN	42
4.1 Pembuatan Model Geometri 3D dan 2D	42
4.2 Pembuatan Model Penampang Terowongan.....	42
4.3 <i>Stage Constructions</i>	47
4.4 Analisis Perbandingan Deformasi	50
4.5 Hasil Analisis Pemodelan PLAXIS.....	51
4.5.1 Hasil Proses Analisis Perbandingan Deformasi Pada <i>Arch Crown</i> PLAXIS 3D dan 2D	51

4.5.2 Hasil Proses Analisis Perbandingan Deformasi Pada Permukaan Tanah Di PLAXIS 3D dan 2D	59
4.5.3 Hasil Analisis Rekapitulasi Perbandingan Deformasi Pada Model PLAXIS 2D dan 3D	79
BAB V	85
KESIMPULAN DAN SARAN	85
5.1 Kesimpulan.....	85
5.2 Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA	87



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kronologis Perkembangan NATM	10
Tabel 2.2 Tabel Korelasi Antara Jenis Tanah Dengan Berat Isi Tanah	17
Tabel 2.3 Tabel Korelasi Antara Kepadatan Tanah Dengan Kohesi.....	19
Tabel 2.4 Tabel Korelasi Antara Jenis Tanah Dengan Nilai Permeabilitas Tanah	19
Tabel 2.5 Klasifikasi <i>Uniaxial Compressive Strength</i> (σ_{ci}).....	27
Tabel 2.6 <i>Values Modulus Ratios of Rocks</i>	28
Tabel 2.7 <i>Lithology Classification</i> (m_i).....	29
Tabel 2.8 Klasifikasi <i>Geological Strength Index</i> (GSI)	30
Tabel 3.1 Parameter <i>Primary Lining Tunnel</i> No. 7 (94+350)	36
Tabel 3.2 Parameter <i>Secondary Lining Tunnel</i> No. 7 (94+350)	36
Tabel 3.3 Parameter <i>Grouting Anchor (Rockbolt)</i>	36
Tabel 3.4 Parameter Tanah.....	39
Tabel 3.5 Nilai Modulus Elastisitas di Tunnel No. 7 (94+350)	39
Tabel 3.6 Parameter Hoek Brown untuk Batuan di Tunnel No. 7 (94+350)	40
Tabel 4.1 Nilai <i>total displacement</i> dari setiap panjang galian (model 3D).....	52
Tabel 4.2 Nilai <i>total displacement</i> dari setiap tahapan galian (model 2D)	54
Tabel 4.3 Nilai deformasi permukaan tanah dari setiap panjang galian (model 3D)	59
Tabel 4.4 Nilai deformasi pada -10 m dari permukaan tanah dari setiap panjang galian	60
Tabel 4.5 Nilai deformasi -20 m dari permukaan tanah dari setiap panjang galian (model 3D)	60
Tabel 4.6 Nilai deformasi -30 m dari permukaan tanah dari setiap panjang galian (model 3D)	60
Tabel 4.7 Nilai deformasi permukaan tanah dari setiap tahapan galian.....	61
Tabel 4.8 Nilai deformasi pada -10 m dari permukaan tanah dari setiap tahapan galian (model 2D)	61

Tabel 4.9 Nilai deformasi pada -20 m dari permukaan tanah dari setiap tahapan galian (model 2D)	61
Tabel 4.10 Nilai deformasi pada -30 m dari permukaan tanah dari setiap tahapan galian	62
Tabel 4.11 Perbandingan hasil deformasi pada bagian <i>arch crown</i> terowongan .	79
Tabel 4.12 Perbandingan hasil deformasi pada bagian <i>arch crown</i> terowongan .	79
Tabel 4.13 Perbandingan hasil deformasi pada bagian <i>arch crown</i> terowongan .	80
Tabel 4.14 Perbandingan hasil deformasi model 3D dan model 2D ($\beta = 0.5$ & 0.8) pada bagian permukaan tanah	80
Tabel 4.15 Perbandingan hasil deformasi model 3D dan model 2D ($\beta = 0.35$ & 0.6) pada bagian permukaan tanah	81
Tabel 4.16 Perbandingan hasil deformasi model 3D dan model 2D ($\beta = 0.2$ & 0.4) pada bagian permukaan tanah	81
Tabel 4.17 Perbandingan hasil deformasi pada model 3D dengan model 2D ($\beta = 0.5$ & 0.8)	82
Tabel 4.18 Perbandingan hasil deformasi pada model 3D dengan model 2D ($\beta = 0.35$ & 0.6)	82
Tabel 4.19 Perbandingan hasil deformasi pada model 3D dengan model 2D ($\beta = 0.2$ & 0.4)	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk Terowongan Tapal Kuda, Terowongan Huruf D dan Terowongan Lingkaran	5
Gambar 2.2 Bentuk Terowongan Persegi	6
Gambar 2.3 <i>Tunnel Bor Machine</i>	9
Gambar 2.4 Tipe Skema Desain Penggalian NATM	11
Gambar 2.5 Detail Sistem Pendukung Pada Terowongan Dengan Metode NATM	13
Gambar 2.6 Penggunaan shotcrete	13
Gambar 2.7 Penggunaan <i>lattice girder</i>	14
Gambar 2.8 Tahapan perbaikan <i>wire mesh</i> dan <i>pipe forepoling</i>	14
Gambar 2.9 Tahap pemasangan primary lining dengan shotcrete	15
Gambar 2.10 Tahap pemasangan <i>rock bolt</i>	16
Gambar 2.11 Hubungan antara Variabel-Variabel dalam Penyusunan Persamaan Elemen Hingga	21
Gambar 2.12 <i>Stress reduction method with ground loss control adopting ground response curve</i>	21
Gambar 2.13 Definisi Nilai <i>E50ref</i> dan <i>Eurref</i> dari Hasil Uji <i>Triaxial Drained</i>	24
Gambar 2.14 Definisi Nilai <i>Eoedref</i> dari Hasil Pengujian Oedometer	25
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian	34
Gambar 3.2 Bentuk Penampang Terowongan	36
Gambar 3.3 Potongan Melintang Terowongan DK 94+350	40
Gambar 3.4 Gambar Pemodelan 2D	41
Gambar 4.1 Model geometri terowongan no 7 DK 94+350 kereta cepat Indonesia	42
Gambar 4.2 Pembuatan model terowongan pada PLAXIS 2D	43
Gambar 4.3 Tanah pada penampang terowongan bagian atas dinon-aktifkan	44
Gambar 4.4 <i>Shotcrete</i> dan <i>rock bolt</i> diaktifkan	44
Gambar 4.5 <i>Shotcrete</i> dan <i>rock bolt</i> diaktifkan	45

Gambar 4.6 <i>Secondary lining (reinforced concrete)</i> diaktifkan.....	45
Gambar 4.7 Hasil <i>mesh</i> model geometri terowongan.....	46
Gambar 4.8 Posisi elevasi muka air tanah.....	47
Gambar 4.9 Tahapan konstruksi pada model PLAXIS 2D.	48
Gambar 4.10 Tahapan konstruksi pada model PLAXIS 2D.	49
Gambar 4.11 Pemodelan galian pada program PLAXIS 3D untuk <i>phase</i> selanjutnya selesai konstruksi	50
Gambar 4.12 Tahapan Konstruksi Pada Model PLAXIS 3D.....	51
Gambar 4.13 Tahapan Konstruksi Pada Model PLAXIS 3D lanjutan.....	52
Gambar 4.14 Lokasi titik tinjau deformasi pada <i>arch crown</i>	52
Gambar 4.15 Penggunaan Variasi Nilai <i>Stress Reduction Factor</i> Model PLAXIS 2D.....	53
Gambar 4.16 Penggunaan Variasi Nilai <i>Stress Reduction Factor</i> Model PLAXIS 2D lanjutan.....	54
Gambar 4.17 <i>Total displacement</i> tiap tahapan galian terowongan model 2D ($\beta = 0.5$ & 0.8)	55
Gambar 4.18 <i>Total displacement</i> tiap tahapan galian terowongan model 2D ($\beta = 0.35$ & 0.6)	56
Gambar 4.19 <i>Total displacement</i> tiap tahapan galian terowongan model 2D ($\beta = 0.2$ & 0.4)	57
Gambar 4.20 <i>Total displacement</i> tiap tahapan galian terowongan (model 3D) ..	58
Gambar 4.21 Variasi titik tinjau deformasi pada permukaan tanah	59
Gambar 4.22 Distribusi arah <i>total displacement</i> pada permukaan tanah model PLAXIS 3D.....	63
Gambar 4.23 Distribusi arah <i>total displacement</i> pada permukaan tanah model PLAXIS 3D.....	64
Gambar 4.24 Distribusi arah <i>total displacement</i> pada permukaan tanah model PLAXIS 3D.....	65
Gambar 4.25 Distribusi arah <i>total displacement</i> pada permukaan tanah model PLAXIS 3D.....	66

Gambar 4.26 Distribusi arah <i>total displacement</i> pada permukaan tanah model PLAXIS 2D.....	67
Gambar 4.27 Distribusi arah <i>total displacement</i> pada permukaan tanah model PLAXIS 2D.....	68
Gambar 4.28 Distribusi arah <i>total displacement</i> pada permukaan tanah model PLAXIS 2D.....	69
Gambar 4.29 Distribusi arah <i>total displacement</i> pada permukaan tanah model PLAXIS 2D.....	70
Gambar 4.30 Distribusi arah <i>total displacement</i> pada permukaan tanah model PLAXIS 2D ($\beta = 0.35$ & 0.6).....	71
Gambar 4.31 Distribusi arah <i>total displacement</i> pada permukaan tanah model PLAXIS 2D ($\beta = 0.35$ & 0.6) (-10 m).....	72
Gambar 4.32 Distribusi arah <i>total displacement</i> pada permukaan tanah model PLAXIS 2D.....	73
Gambar 4.33 Distribusi arah <i>total displacement</i> pada permukaan tanah model PLAXIS 2D.....	74
Gambar 4.34 Distribusi arah <i>total displacement</i> pada permukaan tanah model PLAXIS 2D.....	75
Gambar 4.35 Distribusi arah <i>total displacement</i> pada permukaan tanah model PLAXIS 2D.....	76
Gambar 4.36 Distribusi arah <i>total displacement</i> pada permukaan tanah model PLAXIS 2D ($\beta = 0.2$ & 0.4) (-20 m).....	77
Gambar 4.37 Distribusi arah <i>total displacement</i> pada permukaan tanah model PLAXIS 2D ($\beta = 0.2$ & 0.4) (-30 m).....	78
Gambar 4.38 Grafik perbandingan deformasi <i>arch crown</i> terowongan pada seluruh tahap konstruksi di Model PLAXIS 2D dan 3D	80
Gambar 4.39 Grafik perbandingan deformasi permukaan tanah pada seluruh tahap konstruksi di Model PLAXIS 2D dan 3D	81
Gambar 4.40 Grafik perbandingan deformasi -10 m dari permukaan tanah pada tahap akhir konstruksi di Model PLAXIS 2D dan 3D	82
Gambar 4.41 Grafik perbandingan deformasi -20 m dari permukaan tanah	83

Gambar 4.42 Grafik perbandingan deformasi -30 m dari permukaan tanah 83

