

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	v
<b>MOTTO</b> .....	vi
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMBANG DAN NOTASI</b> .....	xix
<b>ABSTRAK</b> .....	xx
<b>ABSTRACT</b> .....	xxi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Tanah .....	4
2.1.1 Tanah dan sifat- sifatnya .....	5
2.1.2 Parameter Tanah .....	7
2.1.3 Modulus Young .....	9
2.1.4 Poisson Ratio .....	9

2.1.5	Sudut Geser Dalam .....	10
2.1.6	Kohesi .....	10
2.1.7	Berat Jenis Tanah Kering.....	11
2.1.8	Berat Jenis Tanah Basah .....	11
2.1.9	Permeabilitas Tanah.....	12
2.1.10	Angka Pori .....	15
2.1.11	Pengaruh beban gempa pada Galian tanah .....	15
2.2	Terowongan ( <i>Tunnel</i> ) .....	19
2.2.1	Metode <i>TBM</i> ( <i>Tunnel Boring Machine</i> ) .....	19
2.2.2	Metode <i>NATM</i> ( <i>New Austrian Tunneling Method</i> ).....	23
2.2.3	Perubahan Tegangan .....	28
2.2.4	Stabilitas Terowongan.....	29
2.2.5	Pengaruh beban Gempa pada Terowongan .....	30
2.3	Progam PLAXIS 2D .....	32
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN.....</b>	<b>34</b>
3.1.	Alur Diagram Penelitian .....	34
3.2.	Pendahuluan.....	36
3.3.	Studi Literatur .....	36
3.4.	Pengumpulan Data .....	36
3.5.	Permodelan dengan Progam Plaxis 2D Galian dan Plaxis 2D <i>Tunnel</i> .....	37
3.5.1	Permodelan Tanah.....	37
3.5.2	Permodelan Material .....	38
3.5.3	Proses Penggalian.....	38

3.5.4 Kalkulasi ( <i>Calculation</i> ).....	39
3.5 Kesimpulan dan Saran .....	39
3.6 Pembuatan Laporan .....	39
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>40</b>
4.1. Tinjauan Umum .....	40
4.2. Data Analisis .....	41
4.2.1 Data Tanah .....	41
4.3. Analisis Data Galian .....	43
4.3.1 Pemodelan Plaxis 2D .....	43
4.3.2 <i>Input</i> Kondisi Awal .....	49
4.3.3 <i>Calculation</i> .....	52
4.3.4 Hasil Analisa <i>Calculation</i> .....	53
4.4. Analisis Data <i>Tunnel</i> ( Terowongan ) .....	65
4.4.1 Data Pemodelan .....	65
4.4.2 Pemodelan Data .....	70
4.4.3 Hasil Analisa <i>Calculation</i> .....	76
4.5. Pembahasan.....	87
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>91</b>
5.1. Kesimpulan .....	91
5.2. Saran.....	92

DAFTAR PUSTAKA ..... 93

LAMPIRAN



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Korelasi empiris antara nilai N-SPT dengan <i>unconfined compressive strength</i> dan berat jenis tanah jenuh untuk tanah kohesif ..... 7
<b>Tabel 2.2</b>	Korelasi Berat Jenis Tanah Untuk Tanah Non Kohesif dan Kohesif ..... 8
<b>Tabel 2.3</b>	Korelasi Berat Jenis Tanah Jenuh Untuk Tanah Non Kohesif ..... 8
<b>Tabel 2.4</b>	Nilai Tipikal Berat Volume Tanah ..... 8
<b>Tabel 2.5</b>	Nilai Perkiraan pada <i>Modulus Young</i> ..... 9
<b>Tabel 2.6</b>	Hubungan antara jenis Tanah dan <i>Poisson Ratio</i> ..... 9
<b>Tabel 2.7</b>	Hubungan Antar Sudut Geser Dalam dan Jenis Tanah..... 10
<b>Tabel 2.8</b>	Nilai Kohesi Tanah Lempung..... 10
<b>Tabel 2.9</b>	Nilai <i>Tripikal</i> Berat Volume Tanah..... 11
<b>Tabel 2.10</b>	Nilai Permeabilitas Tanah menurut <i>Casagrande</i> ..... 12
<b>Tabel 2.11</b>	Tabel Klasifikasi Situs..... 15
<b>Tabel 2.12</b>	Parameter dan metode pengujian yang di gunakan untuk mendapatkan parameter kelas situs ..... 16
<b>Tabel 2.13</b>	Faktor amplifikasi untuk PGA dan periode 0,2 detik ( <i>F<sub>pga</sub></i> dan <i>F<sub>a</sub></i> ) .....17
<b>Tabel 2.14</b>	Besarnya nilai <i>factor</i> amplifikasi untuk periode 1 detik ( <i>F<sub>v</sub></i> ) .....18
<b>Tabel 4.1</b>	Parameter Tanah Galian ..... 41
<b>Tabel 4.2</b>	Parameter Beton Rabat pada galian tinggi..... 42
<b>Tabel 4.3</b>	Parameter <i>Rigid</i> pada galian tinggi (perkerasan kaku)..... 42
<b>Tabel 4.4</b>	Parameter Timbunan <i>Base</i> pada galian tinggi ..... 42
<b>Tabel 4.5</b>	Parameter <i>Tunnel</i> (Terowongan) ..... 42
<b>Tabel 4.6</b>	Parameter <i>Rigid</i> pada <i>Tunnel</i> (perkerasan kaku) ..... 42
<b>Tabel 4.7</b>	Hasil <i>Output</i> Galian Tinggi ..... 91
<b>Tabel 4.8</b>	Hasil <i>Output</i> Analisa Gempa pada Galian Tinggi ..... 91
<b>Tabel 4.9</b>	Hasil <i>Output Tunnel</i> ..... 91
<b>Tabel 4.10</b>	Hasil <i>Output</i> Beban pada <i>Plate Tunnel</i> ..... 91
<b>Tabel 4.11</b>	Hasil <i>Output Plate Tunnel</i> sesudah terkena gempa ..... 93
<b>Tabel 4.12</b>	Hasil <i>Output Plate Tunnel</i> sesudah terkena gempa ..... 93
<b>Tabel 4.13</b>	Hasil <i>Output</i> Analisa Gempa pada <i>Tunnel</i> ..... 93

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	<i>Alat uji standart penetration test (tabung split spoon sampler)</i> .....	7
<b>Gambar 2.2</b>	Perangkat mesin bor Mr. I bohn .....	20
<b>Gambar 2.3</b>	<i>Tunnel Bor Machine</i> .....	20
<b>Gambar 2.4</b>	Alur galian <i>hard rock</i> TBM.....	21
<b>Gambar 2.5</b>	<i>Hard rock tunnel bore machine</i> .....	22
<b>Gambar 2.6</b>	Mesin TBM dengan tipe <i>slurry shield bore machine</i> .....	23
<b>Gambar 2.7</b>	Penggalian terowongan metode NATM .....	24
<b>Gambar 2.8</b>	<i>Wedge Shape Bodies</i> .....	25
<b>Gambar 2.9</b>	Konvergensi .....	25
<b>Gambar 2.10</b>	Pengaruh gaya lateral.....	26
<b>Gambar 2.11</b>	Tahapan pembuatan terowongan metode NATM.....	27
<b>Gambar 2.12</b>	<i>Compressive strength</i> .....	27
<b>Gambar 2.13</b>	Deformasi dan momen lentur lapisan terowongan .....	28
<b>Gambar 2.14</b>	Spektrum respon <i>design</i> , dibentuk menggunakan metode tiga titik.....	30
<b>Gambar 3.1</b>	Bagan Metodologi Penulisan.....	35
<b>Gambar 4.1</b>	Lokasi Pengambilan Data .....	40
<b>Gambar 4.2</b>	Plaxis 8.2 .....	43
<b>Gambar 4.3</b>	Pembuatan Dimensi .....	43
<b>Gambar 4.4</b>	Pemodelan kondisi tanah.....	44
<b>Gambar 4.5</b>	Pembuatan <i>New Material</i> .....	44
<b>Gambar 4.6</b>	<i>Material</i> galian.....	45
<b>Gambar 4.7</b>	Memasukan <i>Material</i> kedalam pemodelan .....	46
<b>Gambar 4.8</b>	<i>Plate</i> dan <i>Distributed Load</i> .....	46
<b>Gambar 4.9</b>	<i>Setting geometri line</i> .....	47
<b>Gambar 4.10</b>	<i>Input</i> beban merata.....	47
<b>Gambar 4.11</b>	<i>Pembuatan Plate</i> .....	48
<b>Gambar 4.12</b>	<i>Properties</i> Perkerasan .....	48
<b>Gambar 4.13</b>	<i>Mesh</i> pemodelan .....	49
<b>Gambar 4.14</b>	Muka air tanah .....	49
<b>Gambar 4.15</b>	Muka Air Tanah dengan <i>phreatic level</i> Penulisan.....	50
<b>Gambar 4.16</b>	<i>Output</i> tekanan air .....	50

<b>Gambar 4.17</b>	Tanah sebelum galian tanpa ada beban.....	51
<b>Gambar 4.18</b>	Tegangan efektif tanah sebelum proses galian.....	51
<b>Gambar 4.19</b>	<i>Setting Calculation</i> .....	52
<b>Gambar 4.20</b>	<i>Running Calculation</i> .....	53
<b>Gambar 4.21</b>	<i>Total displacements</i> sebesar 8.08 m.....	54
<b>Gambar 4.22</b>	<i>Excess pore pressure</i> sebesar 0.00 Kn/m <sup>2</sup> .....	54
<b>Gambar 4.23</b>	<i>Safety factor</i> sebesar 1.0252.....	55
<b>Gambar 4.24</b>	<i>Total displacements</i> sebesar 0,19903 m.....	55
<b>Gambar 4.25</b>	<i>Excess pore pressure</i> sebesar 271.59 Kn/m <sup>2</sup> .....	56
<b>Gambar 4.26</b>	<i>Safety factor</i> sebesar 1.9817.....	56
<b>Gambar 4.27</b>	<i>Total displacements</i> sebesar 0,53928 m.....	57
<b>Gambar 4.28</b>	<i>Excess pore pressure</i> sebesar 282.01 Kn/m <sup>2</sup> .....	57
<b>Gambar 4.29</b>	<i>Safety factor</i> sebesar 1.9918.....	58
<b>Gambar 4.30</b>	<i>Total displacements</i> sebesar 0,56983 m.....	58
<b>Gambar 4.31</b>	<i>Excess pore pressure</i> sebesar -2.64 Kn/m <sup>2</sup> .....	59
<b>Gambar 4.32</b>	<i>Safety factor</i> sebesar 1.5419.....	59
<b>Gambar 4.33</b>	<i>General Setting</i> .....	60
<b>Gambar 4.34</b>	<i>standart eartquake boundering</i> .....	60
<b>Gambar 4.35</b>	<i>Prescribed displacement</i> .....	61
<b>Gambar 4.36</b>	<i>Total Displacement</i> 23,76m.....	61
<b>Gambar 4.37</b>	<i>Total Incremental Displacement</i> 0,08688 m.....	62
<b>Gambar 4.38</b>	<i>Total Strains</i> yaitu sebesar 1,05%.....	62
<b>Gambar 4.39</b>	<i>Total Mean Stress</i> -2900 kN/m <sup>2</sup> .....	63
<b>Gambar 4.40</b>	<i>Total Displacement</i> 3,39 m.....	63
<b>Gambar 4.41</b>	<i>Total Incremental Displacement</i> 0,00615 m.....	64
<b>Gambar 4.42</b>	<i>Total Incremental Shear Strains</i> 0,04288 m.....	64
<b>Gambar 4.43</b>	<i>Total Mean Setresses</i> -2770 kN/m <sup>2</sup> .....	65
<b>Gambar 4.44</b>	<i>Very Soft</i> .....	66
<b>Gambar 4.45</b>	<i>Soft</i> .....	66
<b>Gambar 4.46</b>	<i>Medium</i> .....	67
<b>Gambar 4.47</b>	<i>Hard</i> .....	67
<b>Gambar 4.48</b>	<i>Very Dense</i> .....	68
<b>Gambar 4.49</b>	<i>Medium Interface</i> .....	68
<b>Gambar 4.50</b>	<i>Hard Interface</i> .....	69

<b>Gambar 4.51</b>	<i>Plat properties IWF 800x300x14x26</i>	69
<b>Gambar 4.52</b>	<i>Rigid 30 cm</i>	70
<b>Gambar 4.53</b>	<i>Pemodelan kondisi tanah Terowongan</i>	71
<b>Gambar 4.54</b>	<i>Pemodelan material tanah</i>	71
<b>Gambar 4.55</b>	<i>Pemodelan dimensi tunnel</i>	72
<b>Gambar 4.56</b>	<i>Soil material interface 0.5</i>	72
<b>Gambar 4.57</b>	<i>Select plate</i>	73
<b>Gambar 4.58</b>	<i>Select material tunnel IWF</i>	73
<b>Gambar 4.59</b>	<i>Select plate</i>	74
<b>Gambar 4.60</b>	<i>Select material Rigid</i>	74
<b>Gambar 4.61</b>	<i>Setting Calculation</i>	75
<b>Gambar 4.62</b>	<i>Running Calculation</i>	75
<b>Gambar 4.63</b>	<i>Total Displacement 8,64 m</i>	76
<b>Gambar 4.64</b>	<i>Vertical Displacement -7,40 m</i>	77
<b>Gambar 4.65</b>	<i>Total Displacement 0,00314 m</i>	77
<b>Gambar 4.66</b>	<i>Vertical Displacement -0,00205 m</i>	78
<b>Gambar 4.67</b>	<i>Total Displacement 0,00985 m</i>	78
<b>Gambar 4.68</b>	<i>Vertical Displacement -0,0064 m</i>	79
<b>Gambar 4.69</b>	<i>Total Displacement 348000 m</i>	79
<b>Gambar 4.70</b>	<i>Vertical Displacement -2000 m</i>	80
<b>Gambar 4.71</b>	<i>Axial Force -0,00134 kN/m</i>	80
<b>Gambar 4.72</b>	<i>Total Shear Forces 942,51 kN/m</i>	81
<b>Gambar 4.73</b>	<i>Total Bending moments -0,00111 kN/m</i>	81
<b>Gambar 4.74</b>	<i>Nilai Axial Force terkena gempa -0,00144 kN/m</i>	82
<b>Gambar 4.75</b>	<i>Nilai Shear Forces terkena gempa 1180 kN/m<sup>3</sup></i>	82
<b>Gambar 4.76</b>	<i>Nilai Bending Moments terkena gempa 1360 kN/m<sup>3</sup></i>	83
<b>Gambar 4.77</b>	<i>Nilai Total Displacement terkena gempa 0,74052 m</i>	83
<b>Gambar 4.78</b>	<i>Total Displacement increments 0,00177 m</i>	84
<b>Gambar 4.79</b>	<i>Total accelerations 0,44268 m/s<sup>2</sup></i>	84
<b>Gambar 4.80</b>	<i>General Setting</i>	85
<b>Gambar 4.81</b>	<i>standart eartquake boudering 46 m</i>	85
<b>Gambar 4.82</b>	<i>Prescribed displacement</i>	86
<b>Gambar 4.83</b>	<i>Total Displacement 9,04 m</i>	86
<b>Gambar 4.84</b>	<i>Vertical Displacement -4,96 m</i>	87



<b>Gambar 4.85</b>	<i>Total Incremental Displacement 0,04383 m</i> .....	87
<b>Gambar 4.86</b>	<i>Incremental shear strains 0,74259%</i> .....	88
<b>Gambar 4.87</b>	<i>Effective mean stress -1090 kN/m<sup>2</sup></i> .....	88
<b>Gambar 4.88</b>	<i>Total Displacement 9,07 m</i> .....	89
<b>Gambar 4.89</b>	<i>Vertical Displacement -4,99 m</i> .....	89
<b>Gambar 4.90</b>	<i>Total Incremental Displacement 44530 m</i> .....	90
<b>Gambar 4.91</b>	<i>Incremental shear strains 0,74623%</i> .....	90
<b>Gambar 4.92</b>	<i>Effective mean stress -1090 kN/m<sup>2</sup></i> .....	91



## DAFTAR LAMBANG DAN NOTASI

$e$	= Angka pori
$W_w$	= Berat air (gr)
$S$	= Derajat kejenuhan (%)
$\psi_w$	= Berat volume air (Cm <sup>3</sup> )
$W_s$	= Berat butiran (gr)
$\mu$	= Poission ratio
$V_v$	= Volume rongga (cm <sup>3</sup> )
$\gamma_d$	= Berat jenis tanah kering (kN/m <sup>3</sup> )
$n$	= Porositas (%)
$A$	= Luas permukaan
$h_L$	= Ketinggian permukaan air sampai ke dasar tabung.
$L$	= Ketinggian tabung tanah.
$C_c$	= Indeks pemampatan
$C_s$	= Indeks Pengembangan
$\Phi$	= Sudut geser dalam (°)
$E$	= Modulus young (kN/m <sup>2</sup> )
$W$	= Kadar air (%)
$\gamma_b$	= Berat jenis tanah basah (kN/m <sup>3</sup> )
$V_s$	= Volume butiran (Cm <sup>3</sup> )
$C$	= Kohesi (kn/m <sup>2</sup> )
$k$	= koefisien permeabilitas (m/s)