

DAFTAR ISI

Tugas Akhir	i
Persetujuan	ii
Pengesahan	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
DEDIKASI	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xx
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG MASALAH	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 BATASAN MASALAH	3
1.5 MANFAAT PENELITIAN	4
1.6 LOKASI PENELITIAN	5
BAB II STUDI PUSTAKA	7
2.1 PENELITIAN TERDAHULU (<i>Literature Review</i>)	7
2.2 PERBANDINGAN DENGAN PENELITIAN SEKARANG	9
BAB III LANDASAN TEORI	14
3.1 TANAH	14
3.1.1 Klasifikasi Tanah	14
3.1.2 Kuat Geser Tanah	15
3.1.3 Modulus Elastisitas dan Angka Poisson	18

3.1.4 Tekanan Tanah Lateral	20
3.2 PENYELIDIKAN TANAH	23
3.2.1 Cara Penyelidikan dan Alat yang digunakan	23
3.3 LERENG	25
3.3.1 Penyebab Longsor	25
3.3.2 Jenis Longsor	28
3.3.3 Analisis Stabilitas Lereng	31
3.4 PENGARUH GEMPA	40
3.5 PERKUATAN LERENG DENGAN METODE	
<i>SOIL NAILING</i>	41
3.5.1 Umum	41
3.5.2 Perancangan Elemen Dasar Dinding <i>Soil Nailing</i>	41
3.5.3 Perhitungan Elemen-Elemen pada <i>Soil Nailing</i>	44
3.5.4 Kelebihan dan Kekurangan <i>Soil Nailing</i>	48
3.5.5 Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan	
<i>Soil Nailing</i>	50
3.6 METODE ELEMEN HINGGA (FEM)	59
3.6.1 Umum	59
3.6.2 Tahapan Perhitungan Metode Elemen Hingga	64
3.7 PROGRAM PLAXIS	65
3.7.1 Geometri Model	66
3.7.2 Kondisi Batas	66
3.7.3 Data Elemen	67
3.7.4 <i>Mesh Generation</i>	72
3.7.5 Kondisi Awal	73
3.7.6 Perhitungan	74
3.7.7 Keluaran Data	75
BAB IV METODE PENELITIAN	78
4.1 TINJAUAN UMUM	78
4.1.1 Penentuan Lokasi	78
4.1.2 Mengumpulkan Informasi Data dan Referensi	79

4.1.3 Data Penelitian	79
4.2 METODE ANALISIS DATA	79
4.3 LANGKAH-LANGKAH PENELITIAN	80
4.4 PARAMETER PENELITIAN	82
4.4.1 Parameter Tanah	82
4.4.2 Beban Gempa	82
4.4.3 Beban Bangunan Ruko	84
4.4.4 Data Profil Potongan Melintang Lereng	84
4.5 PEMODELAN	85
4.5.1 Bentuk Pemodelan	85
4.5.2 Pemodelan Lereng Tanpa Perkuatan	85
4.5.3 Pemodelan Lereng Dengan Perkuatan	87
4.6 PEMODELAN DENGAN PERANGKAT LUNAK PLAXIS	89
4.6.1 Masukan Data (<i>input data</i>)	89
4.6.2 Diskritisasi Pemodelan	91
4.6.3 Penentuan Kondisi Awal (<i>initial condition</i>)	92
4.6.4 Perhitungan (<i>calculation</i>)	92
4.6.5 Keluaran Data (<i>output</i>)	94
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN	96
5.1 ANALISIS LERENG ASLI TANPA PERKUATAN	96
5.1.1 Analisis Lereng Menggunakan Program Plaxis	98
5.1.1.1 Tahapan Analisis Lereng Menggunakan Program Plaxis versi 8.2	101
5.1.2 Analisis Lereng Menggunakan Metode Bishop	103
5.2 ANALISIS LERENG DENGAN METODE PERKUATAN <i>SOIL NAILING</i>	109
5.2.1 Analisis Lereng Perkuatan Menggunakan Metode Baji (<i>wedge</i>) dengan Sudut Pemasangan <i>Nail</i> 10°	111
5.2.1.1 Analisis Keruntuhan Bidang Longsor	115
5.2.1.2 Analisis Stabilitas Lereng Terhadap Keruntuhan Lereng Global	116

5.2.1.3 Analisis Stabilitas Terhadap Gaya Geser	123
5.2.1.4 Analisis Stabilitas Internal Terhadap Putus Tulangan dan Cabut Tulangan	128
5.2.1.5 Rekapitulasi Hasil Analisis Stabilitas Internal Global Menggunakan Metode Baji (<i>wedge</i>) untuk Sudut Pemasangan <i>Nail</i> 10°, 20°, 30°, 40°	136
5.2.2 Analisis Perkuatan Lereng Menggunakan Plaxis versi 8.2 untuk Sudut <i>Nail</i> 10°	136
5.2.2.1 Analisis Perkuatan Menggunakan Plaxis versi 8.2	142
5.2.2.2 Rekapitulasi Hasil Analisis Program Plaxis untuk Sudut Pemasangan <i>Nail</i> 10°, 20°, 30°, 40°	149
5.3 HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN	150
BAB VI SIMPULAN DAN SARAN	154
6.1 SIMPULAN	154
6.2 SARAN	155
PENUTUP	156
DAFTAR PUSTAKA	157
LAMPIRAN	160

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang	10
Tabel 3.1	Perkiraan Modulus Elastis (Bowles, 1977)	19
Tabel 3.2	Perkiraan Rasio Poisson (Bowles, 1977)	19
Tabel 3.3	Harga Perkiraan Modulus Reaksi Lateral Tanah (<i>ks</i>)	54
Table 3.4	Daya Dukung Geser <i>Soil Nailing</i> pada Tanah Pasir	55
Tabel 4.1	Data Parameter Tanah	82
Tabel 5.1	Data Parameter Tanah Lereng Asli	98
Tabel 5.2	Perhitungan Berat Bangunan Ruko	99
Tabel 5.3	Beban Hidup pada Lantai Gedung	100
Tabel 5.4	Data Parameter Tanah Lereng Asli	104
Tabel 5.5	Data Pias Lereng Asli	105
Tabel 5.6	Rekapitulasi Perhitungan Analisis Metode Bishop yang Disederhanakan	108
Tabel 5.7	Data Parameter Tanah Perkuatan Lereng Metode Baji (<i>wedge</i>)	111
Tabel 5.8	Perhitungan Berat Bangunan Ruko	112
Tabel 5.9	Data Spesifikasi <i>Nail</i>	113
Tabel 5.10	Perhitungan Manual <i>Le</i> , <i>T</i> dan <i>V</i>	122
Tabel 5.11	Rekapitulasi Perhitungan Stabilitas Internal pada Lereng	136
Tabel 5.12	Rekapitulasi Hasil Analisis Menggunakan Metode Baji (<i>wedge</i>)	136
Tabel 5.13	<i>Data Input</i> Tanah Lereng Perkuatan Plaxis	138
Tabel 5.14	<i>Data Input Material Nail</i>	138
Tabel 5.15	Data Spesifikasi <i>Nail</i>	139
Tabel 5.16	Perhitungan Berat Bangunan Ruko	140
Tabel 5.17	Hasil Analisis Perkuatan Lereng dengan Plaxis	149

Tabel 5.18	Perbedaan Hasil Perhitungan Menggunakan Metode Baji(<i>wedge</i>) dan Analisis Program Plaxis	151
Tabel 5.19	Hasil Perhitungan Perkuatan Lereng Terhadap Stabilitas Gaya Geser	152
Tabel 5.20	Hasil Perhitungan Perkuatan Lereng Terhadap Gaya Putus dan Cabut Tulangan	152

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi Penelitian	5
Gambar 1.2	Kondisi Lereng di Lapangan	5
Gambar 1.3	Pemodelan Bentuk Lereng	6
Gambar 3.1	Grafik Mohr	16
Gambar 3.2	Kenampakan Lereng Akibat Rangkak (<i>creep</i>)	27
Gambar 3.3	Longsor Translasi	28
Gambar 3.4	Longsor Rotasi	29
Gambar 3.5	Longsor Blok	29
Gambar 3.6	Longsor Runtuhan Batu	30
Gambar 3.7	Longsor Rayapan Tanah	30
Gambar 3.8	Longsor Aliran Bahan Rombakan	31
Gambar 3.9	Analisis Stabilitas Berbentuk Planar	35
Gambar 3.10	Bentuk-bentuk Bidang Longsor pada Lereng	36
Gambar 3.11	Analisis Stabilitas Lereng Tanah Lempung tanpa Pengaruh Rembesan	38
Gambar 3.12	Analisis Stabilitas Lereng Tanah Lempung dengan Pengaruh Rembesan	38
Gambar 3.13	Menghitung Stabilitas pada Lereng	39
Gambar 3.14	Potongan Melintang Lereng dengan Perkuatan <i>Soil Nailing</i>	41
Gambar 3.15	Detail Perkuatan <i>Soil Nailing</i>	42
Gambar 3.16	<i>Centralized</i> (Penengah)	43
Gambar 3.17	Pemasangan Jangkar/ <i>anchor</i>	44
Gambar 3.18	Tipe-tipe Jangkar	44
Gambar 3.19	Mekanisme Transfer Beban	45
Gambar 3.20	Perencanaan Jarak antar Nail	45
Gambar 3.21	Menentukan Panjang Batang Angker	47

Gambar 3.22	Menentukan Tebal Pelat Angker	48
Gambar 3.23	Analisis <i>External Stability</i> dan <i>Internal Stability</i>	50
Gambar 3.24	Gaya yang Bekerja dalam Metode Baji (<i>wedge</i>)	51
Gambar 3.25	Grafik Korelasi untuk Tanah Pasir API	54
Gambar 3.26	Stabilitas terhadap Penggulingan pada Perkuatan <i>Soil Nailing</i>	56
Gambar 3.27	Keruntuhan Putus Tulangan	57
Gambar 3.28	Keruntuhan Cabut Tulangan	58
Gambar 3.29	Contoh Pemodelan <i>Plane-Strain</i> dan Aximetri	62
Gambar 3.30	Posisi Titik Nodal dan Titik-Titik Regangan pada Elemen Tanah	64
Gambar 3.31	Diskritisasi Elemen	66
Gambar 3.32	Jendela Penggambaran Geometri Model	67
Gambar 3.33	<i>Input Material Set</i>	69
Gambar 3.34	Jendela Data Material Tanah dan Antarmuka	70
Gambar 3.35	Jendela Pengisian <i>Properties Plate</i>	71
Gambar 3.36	Jendela Pengisian Data <i>Material Geogrid</i>	72
Gambar 3.37	Jendela Pengisian Data <i>Anchor/Nail Bar</i>	73
Gambar 3.38	<i>Mesh Generation</i>	74
Gambar 3.39	Kondisi Awal	75
Gambar 3.40	Jendela Tahap Proses Analisa Perangkat Lunak Plaxis	76
Gambar 3.41	Bidang Gelincir Lereng	71
Gambar 3.42	Grafik Nilai SF	77
Gambar 4.1	Diagram Alur Tahapan Analisis	81
Gambar 4.2	Peta Zonasi Gempa Indonesia Tahun 2010	83
Gambar 4.3	Grafik Hubungan Antara Percepatan Gempa dan Waktu Gempa <i>south napa</i> , 24 Agustus 2014	84
Gambar 4.4	Profil Potongan Melintang Lereng	85
Gambar 4.5	Pemodelan Lereng Tanpa Perkuatan	86
Gambar 4.6	Tahapan Analisa Lereng Tanpa Perkuatan Menggunakan Program Plaxis versi 8.2	86

Gambar 4.7	Bidang Gelincir Longsor pada Lereng Tanpa Perkuatan	87
Gambar 4.8	Pemodelan Lereng Perkuatan	88
Gambar 4.9	Hasil Analisis Lereng Dengan Perkuatan	88
Gambar 4.10	<i>Deformed Mesh</i> pada Lereng Perkuatan	89
Gambar 4.11	Bidang Gelincir Longsor pada Lereng Perkuatan	89
Gambar 4.12	Parameter Umum dalam Plaxis	90
Gambar 4.13	Masukan Pemodelan dalam Program Plaxis (<i>input</i>)	90
Gambar 4.14	Diskritisasi Model dalam Program Plaxis	91
Gambar 4.15	Kondisi Awal Model (<i>initial condition</i>)	92
Gambar 4.16	Tahap Perhitungan pada Program Plaxis (<i>calculation</i>)	93
Gambar 4.17	Perilaku Deformasi pada Tanah	94
Gambar 4.18	Bidang Gelincir Tanah (<i>slip-surface</i>)	94
Gambar 4.19	Grafik Kurva Nilai Faktor Keamanan (SF)	95
Gambar 5.1	Pemodelan Lereng Asli	97
Gambar 5.2	Grafik Hubungan Antara Percepatan Gempa dan Waktu Gempa <i>south napa</i> 24 Agustus 2014	101
Gambar 5.3	Pemodelan dengan Plaxis untuk Lereng Asli	102
Gambar 5.4	<i>Meshing</i> pada Lereng Asli	102
Gambar 5.5	Tahapan Analisis dengan Plaxis untuk Lereng Asli	103
Gambar 5.6	Bidang Longsor Lereng Asli	103
Gambar 5.7	Pemodelan Lereng dengan Menggunakan Metode Bishop yang Disederhanakan	106
Gambar 5.8	Pemodelan Lereng dengan Perkuatan <i>Soil Nailing</i>	110
Gambar 5.9	Bentuk Bidang Gelincir Longsor Planar	114
Gambar 5.10	Pemodelan Lereng Terhadap Analisis Keruntuhan Global	117
Gambar 5.11	Menghitung Panjang L_e	121
Gambar 5.12	Pemodelan Lereng Terhadap Gaya Geser	125
Gambar 5.13	Pemodelan Lereng untuk Putus dan Cabut Tulangan	130
Gambar 5.14	Diagram Tekanan Tanah Aktif pada Lereng	135
Gambar 5.15	Pemodelan Perkuatan Lereng Menggunakan Plaxis	137
Gambar 5.16	Grafik Hubungan Antara Percepatan Gempa dan	

	Waktu Gempa <i>south napa</i> 24 Agustus 2014	141
Gambar 5.17	Pemodelan Lereng Menggunakan Plaxis dengan Beban Gempa	143
Gambar 5.18	Pemodelan Lereng Menggunakan Plaxis tanpa Beban Gempa	143
Gambar 5.19	<i>Meshing</i> pada Lereng Perkuatan dengan Beban Gempa	144
Gambar 5.20	<i>Meshing</i> pada Lereng Perkuatan tanpa Beban Gempa	144
Gambar 5.21	Tekanan Air Tanah	144
Gambar 5.22	<i>Deformed Mesh</i> pada Lereng Perkuatan akibat Beban Gempa	145
Gambar 5.23	<i>Deformed Mesh</i> pada Lereng Perkuatan tanpa Beban Gempa	145
Gambar 5.24	Bidang Longsor pada Lereng Perkuatan akibat Beban Gempa	146
Gambar 5.25	Bidang Longsor pada Lereng Perkuatan tanpa Beban Gempa	146
Gambar 5.26	Arah Pergerakan Tanah pada Lereng Perkuatan akibat Beban Gempa	146
Gambar 5.27	Arah Pergerakan Tanah pada Lereng Perkuatan tanpa Beban Gempa	147
Gambar 5.28	<i>Effective Stresses</i> pada Lereng Perkuatan akibat Beban Gempa	147
Gambar 5.29	<i>Effective Stresses</i> pada Lereng Perkuatan tanpa Beban Gempa	148
Gambar 5.30	Kurva SF pada Lereng Perkuatan akibat Beban Gempa	148
Gambar 5.31	Kurva SF pada Lereng Perkuatan tanpa Beban Gempa	149

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Parameter Data Tanah untuk Penelitian	160
Lampiran 2.	Pemodelan Lereng dengan Perkuatan	167
Lampiran 3.	Menghitung Panjang Le	171
Lampiran 4.	Pemodelan Lereng Terhadap Gaya Geser	175
Lampiran 5.	Pemodelan Lereng untuk Putus dan Cabut Tulangan	179
Lampiran 6.	Diagram Tekanan Tanah pada Lereng	183
Lampiran 7.	Hasil Analisis Perkuatan Menggunakan Metode <i>Soil Nailing</i> untuk Sudut Pemasangan <i>Nail</i> 10°	187
Lampiran 8.	Hasil Analisis Perkuatan Lereng Menggunakan Metode <i>Soil Nailing</i> untuk Sudut Pemasangan <i>Nail</i> 20°	191
Lampiran 9.	Hasil Analisis Perkuatan Lereng Menggunakan Metode <i>Soil Nailing</i> untuk Sudut Pemasangan <i>Nail</i> 30°	195
Lampiran 10.	Hasil Analisis Perkuatan Lereng Menggunakan Metode <i>Soil Nailing</i> untuk Sudut Pemasangan <i>Nail</i> 40°	199
Lampiran 11.	Hasil Analisis Pengaruh Pemasangan Sudut <i>Nail</i> Terhadap Nilai SF Perkuatan Lereng Menggunakan Metode <i>Soil Nailing</i>	203
Lampiran 12.	Kartu Bimbingan Tugas Akhir	205

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	= luas penampang <i>nail</i> (m ²)
α	= sudut kemiringan permukaan lereng (°)
β	= sudut kemiringan lereng (°)
Be	= lebar excavation (m)
BL	= lebar struktur (m)
C	= lempung (<i>clay</i>)
c	= kohesi tanah (kN/m ²)
Cb	= kohesi tanah (kN/m ²)
D	= diameter <i>nail</i> (m ²)
D_{DH}	= diameter lubang bor (m)
Dg	= diameter <i>nail bar</i> + <i>grouting</i> (m ²)
EI	= kekakuan <i>nail bar</i> , dengan diameter <i>nail bar</i> tanpa <i>grouting</i>
FS	= faktor aman
Fy	= tegangan leleh baja <i>nail</i> (MPa)
G	= kerikil (<i>gravel</i>)
H	= Heq = tinggi dinding penahan tanah (m)
H	= plastisitas tinggi (<i>high plasticity</i>)
i	= sudut kemiringan <i>nail</i> (°)
Ka	= koefisien tekanan aktif lateral
Ks	= modulus reaksi lateral tanah
L	= panjang perkuatan <i>nail</i> (m)
L_{AC}	= panjang bagian lereng AC (m)
Le	= panjang <i>nail bar</i> di belakang bidang longsor (m)
LF	= panjang bidang gelincir lereng (m)
Lf	= panjang lengkung lingkaran pada irisan ke-n (m)
Lo	= $\sqrt[4]{\frac{4EI}{K_s D}}$ = panjang penyaluran
Lp	= panjang tulangan yang berada di zona pasif (m)

M	= lanau (<i>silt</i>)
NF	= gaya normal
O	= lanau atau lempung organik (organic silt or clay)
P	= gradasi buruk (<i>poorly graded</i>)
P_{max}	= $P_u/2$ = tegangan pasif yang dibatasi menjadi setengah dari tegangan pasif ultimit
P_t	= tanah gambut dan tanah organik tinggi (<i>peat and highly organic soil</i>)
Q	= beban mati diatas lereng (kN/m)
q	= tekanan <i>overburden</i> pada dasar pondasi (kN/m ²)
QT	= beban luar,
q_u	= ultimate bond strength (kN/m ²)
R	= jari-jari lingkaran bidang longsor yang ditinjau (m)
R_c	= $R_n/2$ = daya dukung geser <i>nail bar</i>
R_n	= daya dukung tarik <i>nail bar</i>
S	= pasir (sand)
SF	= gaya geser lereng
SH	= jarak antar <i>nail</i> ,
S_v	= jarak tulangan arah vertical (m)
S_h	= jarak tulangan arah horizontal (m)
T	= gaya Tarik ijin <i>nail bar</i> (kN)
T_{max}	= gaya Tarik ijin global (kN)
V	= gaya geser ijin <i>nail bar</i> (kN)
V_a	= volume udara
V_{max}	= gaya geser ijin global (kN)
V_s	= volume butiran padat
V_w	= volume air
W	= berat tanah (kN)
W	= gradasi baik (<i>well graded</i>)
W_i	= berat irisan tanah (kN/m)
W'	= berat massa tanah efektif
y	= jarak pusat berat W terhadap O

- y' = jarak pusat berat W' terhadap O
 z = kedalaman yang ditinjau (m)
 ψ = sudut inklinasi bidang gelincir lereng,
 τ = kuat geser tanah
 φ = sudut gesek dalam tanah atau sudut gesek intern
 σ = tegangan normal pada bidang runtuh
 ΣTi = jumlah daya dukung terhadap gaya tarik (kN/m)
 ΣVi = jumlah daya dukung gaya geser (kN/m)
 δ = sudut gesek antara tanah fondasi dan dasar struktur (fondasi dianggap sangat kasar terbuat dari beton $\text{tg } \delta = \text{tg } \varphi$)
 σ_h = tekanan horizontal tanah pada kedalaman yang ditinjau (kN/m^2)
 σ_h = tekanan horizontal tanah pada kedalaman yang ditinjau (kN/m^2)