

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
<i>Abstrak</i>	iv
<i>Abstract</i>	v
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Rumusan Masalah	3
1.5 Tujuan Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanah.....	4
2.1.1 Tanah Butir Kasar	4
2.1.2 Tanah Butir Halus	5
2.2 Longsor	6
2.3 Faktor Penentu Kepekaan Tanah Terhadap Longsor	9
2.3.1 Lereng	9
2.3.2 Iklim	10

2.3.3	Gempa Bumi	12
2.3.4	Vegetasi.....	13
2.4	Identifikasi Kestabilan Lereng	17
2.5	Metode Pengendalian Kelongsoran.....	19
2.5.1	Terasering.....	19
2.5.2	Bronjong.....	19
2.5.2.1	Kawat Bronjong.....	20
2.5.2.2	Material Pengisi Kawat Bronjong.....	23
2.5.2.3	Tahapan Pekerjaan Konstruksi Bronjong	23
2.5.3	<i>Soil Nailing</i>	27
2.5.3.1	Persyaratan Teknis <i>Soil Nailing</i>	28
2.5.3.2	Tahapan Pekerjaan Konstruksi <i>Soil Nailing</i>	32
2.5.4	Rumput Vetiver.....	34
2.6	Parameter Tanah.....	36
2.6.1	Konsistensi Tanah	36
2.6.2	Kuat Geser Tak Teralir (<i>Undrained Shear Strength, Su</i>)	37
2.6.3	Sudut Geser Dalam (Angle of Internal Friction, ϕ)	38
2.6.4	Kohesi (c').....	39
2.6.5	<i>Poisson Ratio</i> (ν).....	39
2.6.6	Berat Isi Tanah (γ).....	40
2.6.7	Modulus Elastisitas Tanah	42
2.7	Metode Analisis Elemen Hingga	43
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		48
3.1	Uraian Umum.....	48
3.2	Studi Literatur	48

3.3	Pengumpulan Data	48
3.4	Pengolahan Data.....	49
3.5	Diagram Alir	49
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN		51
4.1	Pendahuluan	51
4.2	Data Tanah	52
4.3	Parameter Tanah.....	52
4.3.1	N_{SPT} dan Klasifikasi Tanah	52
4.3.2	Berat Jenis Tanah Jenuh (γ_{sat})	53
4.3.3	Sudut Geser Tanah (ϕ)	54
4.3.4	Kuat Geser Tidak Terdrainase (S_u).....	55
4.3.5	Kohesi (c').....	55
4.3.6	<i>Poisson Ratio</i> (ν)	56
4.3.7	Modulus Elastisitas Tanah Efektif (E').....	56
4.3.8	<i>Summary</i> Parameter Tanah	58
4.4	Lereng Awal.....	59
4.4.1	MAT Awal	61
4.4.2	MAT Modifikasi	63
4.4.3	<i>Summary</i> Lereng Awal.....	64
4.5	Terasering.....	64
4.5.1	Pemodelan Perhitungan Terasering	65
4.5.2	<i>Summary</i> Terasering.....	67
4.6	Bronjong.....	68
4.6.1	Pemodelan Perhitungan Bronjong	69
4.6.3	<i>Summary</i> Bronjong	73

4.7	<i>Soil Nailing</i>	74
4.7.1	Pemodelan Perhitungan <i>Soil Nailing</i>	75
4.7.3	<i>Summary Soil Nailing</i>	79
4.8	Analisis Penelitian.....	81
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		84
5.1	Kesimpulan	84
5.2	Saran.....	85
DAFTAR PUSTAKA		86
DAFTAR BACAAN		88
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Jumlah Korban dan Kerugian Biaya Akibat Longsor dari Tahun 1903-2004. (EM-DAT, OFDA/CRED <i>International Disaster database</i> , 2008).....	1
Gambar 2.1	Klasifikasi Tanah Kasar Menurut USCS	4
Gambar 2.2	Klasifikasi Tanah Halus Menurut USCS	5
Gambar 2.3	Kelongsoran Jatuhan atau <i>Fall</i> . (Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, 2007)	7
Gambar 2.4	Kelongsoran Luncuran atau <i>Slide</i> . (Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, 2007)	7
Gambar 2.5	Kelongsoran Nendatan atau <i>Slump</i> . (Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, 2007)	7
Gambar 2.6	Kelongsoran Aliran atau <i>Flow</i> . (Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, 2007)	8
Gambar 2.7	Kelongsoran Gerak Horizontal.(Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, 2007)	8
Gambar 2.8	Tekanan Air Pori Positif	11
Gambar 2.9	Tekanan Air Pori Negatif (James Oetomo, 2016)	12
Gambar 2.10	Peta Zonasi Gempa Indonesia (Kementerian Pekerjaan Umum, 2010).....	13
Gambar 2.11	Siklus Hidrologi pada Lereng dengan Vegetasi (Steinacher, 2009).....	14
Gambar 2.12	Perbandingan Faktor Keamanan dengan Waktu Setelah Penebangan Pohon : Lereng Menjadi Rentan Mengalami Pergeseran Tanah Hingga 20 Tahun Setelah Penggundulan (Steinacher, 2009).....	15
Gambar 2.13	Kawat Bronjong (SNI-03-0030-1999).....	20
Gambar 2.14	Kawat Bronjong bentuk I (SNI-03-0030-1999)	21
Gambar 2.15	Kawat Bronjong Bentuk II (SNI-03-0030-1999)	22

Gambar 2.16	Gambar Kerja Pemasangan Bronjong (Kementerian Pekerjaan Umum, 2012)	24
Gambar 2.17	Kawat Bronjong (Kementerian Pekerjaan Umum, 2012)	24
Gambar 2.18	Distribusi Sebaran Material Pengisi Kawat Bronjong (Kementerian Pekerjaan Umum, 2012)	26
Gambar 2.19	Tahapan Pengisian Kawat Bronjong (Kementerian Pekerjaan Umum, 2012)	26
Gambar 2.20	Penutupan dan Penyulaman Kawat Penutup Bronjong (Kementerian Pekerjaan Umum, 2012)	27
Gambar 2.21	Pola Pemasangan <i>Nail Bar</i> : a) pola segi empat, b) pola segitiga (FHWA-NHI-14-007).....	29
Gambar 2.22	<i>Nail Bar</i> Yang Dibungkus dengan <i>Corrugated Sheath</i> pada <i>Soil Nailing</i> Permanen (FHWA0-IF-03-017)	30
Gambar 2.23	<i>Centralizer</i> pada <i>Nail Bar</i> (Williams,2019)	31
Gambar 2.24	Pemboran Lubang <i>Nail</i> (FHWA-NHI-14-007)	32
Gambar 2.25	Pemasangan <i>Nail Bar</i> , <i>Grouting</i> , dan <i>Vertical Drain</i> (FHWA-NHI-14-007)	33
Gambar 2.26	Pelaksanaan <i>Shotcrete</i> (FHWA-NHI-14-007)	33
Gambar 2.27	Detail Ujung <i>Nail Bar</i> (Cornforth,2005)	34
Gambar 2.28	Akar Rumput <i>Vetiver</i> (Paul Truong, 2008)	34
Gambar 2.29	Rumput <i>Vetiver</i> sebagai Penahan Erosi pada Lereng (Rully Wijayakusama, 2007)	35
Gambar 2.30	Korelasi N_{SPT} dengan Nilai S_u (Terzaghi dan Peck, 1967)	37
Gambar 2.31	Grafik Hatanaka & Uchida (Hatanaka & Uchida, 1996)	38
Gambar 3.1	Diagram Alir	48
Gambar 4.1	Hubungan Berat Jenis Tanah Jenuh dengan Kedalaman	53
Gambar 4.2	Hubungan antara Sudut Geser Dalam dengan Kedalaman	54
Gambar 4.3	Hubungan antara Kuat Geser Tidak Terdrainase dengan Kedalaman	55
Gambar 4.4	Hubungan antara Kohesi dan Kedalaman	56
Gambar 4.5	Hubungan Modulus Elastisitas Efektif Tanah dan Kedalaman	57
Gambar 4.6	Potongan Melintang Lereng Awal	59

Gambar 4.7 Model Geometri Lereng Awal	60
Gambar 4.8 <i>Properties</i> Tiap Lapisan Tanah	60
Gambar 4.9 Tampilan <i>mesh generation</i>	61
Gambar 4.10 Tampilan MAT pada <i>Software</i> Elemen Hingga	61
Gambar 4.11 Input Beban Jalan	62
Gambar 4.12 Angka <i>Safety Factor</i> Kondisi Tanah Asli Lereng Alami	62
Gambar 4.13 Pola Kelongsoran	63
Gambar 4.14 Angka <i>safety factor</i> Lereng Alami : a) MAT -1 meter dibawah Puncak Lereng , b) MAT selevel Puncak Lereng	63
Gambar 4.15 Model Geometri Terasering	65
Gambar 4.16 Angka <i>Safety Factor</i> Terasering dengan Muka Air Normal	66
Gambar 4.17 Angka <i>Safety Factor</i> Terasering dengan Muka Air Naik 1 Meter ..	66
Gambar 4.18 Angka <i>Safety Factor</i> Terasering dengan Muka Air Naik 2 Meter ..	67
Gambar 4.19 Detail Desain Kawat Bronjong	68
Gambar 4.20 Model Geometri Bronjong	69
Gambar 4.21 <i>Initial Conditions</i> Bronjong	70
Gambar 4.22 Konstruksi Galian Bronjong	70
Gambar 4.23 Konstruksi Pengisian Bronjong	71
Gambar 4.24 Angka <i>Safety Factor</i> Bronjong dengan Muka Air Normal	72
Gambar 4.25 Angka <i>Safety Factor</i> Bronjong dengan Muka Air Naik 1 meter	72
Gambar 4.26 Angka <i>Safety Factor</i> Bronjong dengan Muka Air Naik 2 meter	73
Gambar 4.27 Model Geometri <i>Soil Nailing</i>	73
Gambar 4.28 Parameter <i>Nailing</i>	76
Gambar 4.29 Konstruksi <i>Soil Nailing</i>	77
Gambar 4.30 Angka <i>safety factor</i> <i>Soil Nailing</i> dengan Muka Air Normal	78
Gambar 4.31 Angka <i>safety factor</i> <i>Soil Nailing</i> dengan Muka Air Naik 1 m	78
Gambar 4.32 Angka <i>safety factor</i> <i>Soil Nailing</i> dengan Muka Air Naik 2 m	79
Gambar 4.33 Grafik Angka <i>Safety Factor</i> dengan Kedalaman MAT	82

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Longsoran (<i>landslide</i>) oleh Varnes (M.J. Hansen, 1984).....	6
Tabel 2.2	Laju Kecepatan Gerakan Tanah (Hansen, 1984)	8
Tabel 2.3	Klasifikasi Lereng Berdasarkan Beda Tinggi Permukaan (Peraturan Menteri Pertanian: 47/Permentan/OT.140/10/2006)	10
Tabel 2.4	Sebaran Dan Luas Lahan Perbukitan-Pegunungan Di Indonesia (Statistik Sumberdaya Lahan Pertanian, Puslit Tanah dan Agroklimat, 1997).....	16
Tabel 2.5	Faktor keamanan berdasarkan studi keruntuhan lereng (Bowles,1993:547)	17
Tabel 2.6	Faktor Keamanan untuk Lereng Tanah (SNI 8460:2017)	18
Tabel 2.7	Faktor Keamanan untuk Lereng Batuan (SNI 8460:2017).....	18
Tabel 2.8	Ukuran Bronjong Kawat Bentuk I (SNI-03-0030-1999).....	21
Tabel 2.9	Ukuran Anyaman Kawat Dan Diameter Kawat Bronjong Bentuk I (SNI-03-0030-1999)	22
Tabel 2.10	Ukuran Bronjong Kawat Bentuk II (SNI-03-00301999).....	22
Tabel 2.11	Ukuran Anyaman Kawat dan Diameter Kawat Bronjong Bentuk II (SNI-03-0030-1999)	23
Tabel 2.12	Tata Letak Penanaman Rumput Vetiver (Pedoman Kementrian Pekerjaan Umum)	35
Tabel 2.13	Hubungan antara N_{SPT} dan Konsistensi untuk Tanah Kohesif (Terzaghi dan Peck, 1967).....	36
Tabel 2.14	Hubungan antara N_{SPT} dan Konsistensi untuk Tanah non-Kohesif (Terzaghi dan Peck, 1967).....	37
Tabel 2.15	Nilai sudut geser dalam (Mini Budhu, 2011).....	39
Tabel 2.16	Nilai Tipikal <i>Poisson Ratio</i> (Muni Budhu, 2011)	40
Tabel 2.17	Korelasi N_{SPT} dengan γ_n (<i>Clay</i>) (Muni Budhu,2011)	40
Tabel 2.18	Korelasi N_{SPT} dengan γ_n (<i>Sand</i>) (Muni Budhu,201).....	41

Tabel 2.19 Tipikal Nilai Berat Jenis untuk Beberapa Jenis Tanah (Muni Budhu, 2011)	41
Tabel 2.20 Parameter Nilai Eu	42
Tabel 4.1 Hubungan N_{SPT} dan Jenis Tanah terhadap Kedalaman	52
Tabel 4.2 Nilai Desain untuk Berat Jenis Tanah Jenuh	53
Tabel 4.3 Nilai Desain untuk Sudut Geser Dalam Tanah	53
Tabel 4.4 Nilai Desain untuk Kuat Geser tidak Terdrainase	55
Tabel 4.5 Nilai Desain Kohesi	56
Tabel 4.6 Nilai Desain Modulus Elastisitas Efektif Tanah	57
Tabel 4.7 Summary Parameter	58
Tabel 4.8 <i>Summary Safety Factor</i> Lereng Awal	64
Tabel 4.9 <i>Summary Safety Factor</i> Terasering.....	67
Tabel 4.10 <i>Summary Safety Factor</i> Bronjong	73
Tabel 4.11 <i>Summary Safety Factor Soil Nailing</i>	79
Tabel 4.12 Rekapitulasi Hasil Analisis Setiap Metode.....	81

DAFTAR NOTASI

A	luas penampang
c'	kohesi efektif
E'	modulus elastisitas efektif tanah
E	modulus elastisitas tiang
S_u	kuat geser tidak terdrainase
ν	<i>poisson ratio</i>
ϕ	sudut geser dalam tanah
γ	berat isi tanah
σ	tegangan tanah
ε	regangan tanah
SF	<i>safety factor</i>
MAT	muka air tanah