

**STUDI PARAMETER PERKUATAN LERENG MENGGUNAKAN *SOIL NAILING*
DENGAN KASUS *MULTI LAYER***

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh :

GIRI SINGGIH

120292400

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA 2023/2024**

**STUDI PARAMETER PERKUATAN LERENG MENGGUNAKAN *SOIL NAILING*
DENGAN KASUS *MULTI LAYER***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Bakrie**




Disusun Oleh :

GIRI SINGGIH

120292400

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA 2023/2024 HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan
semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar**

Nama : GIRI SINGGIH
NIIM : 120292400
Tanda Tangan : 
Tanggal : 29 Mei 2024

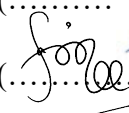
HALAMAN PENGESAHAN


Tugas Akhir ini diajukan oleh :
Nama : Giri Singgih
NIM : 120292400
Program Studi : Program Studi Teknik Sipil
Fakultas : Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Judul Skripsi : Studi Parameter Perkuatan Lereng dengan *Soil Nailing* dengan Kasus *Multi Layer*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Bakrie.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : **Dr. Mohammad Ihsan, S.T., M.T., M.Sc.** (..... )

Penguji : Fatin Adriati, S.T.,M.T. (..... )

Penguji : Teuku Muhammad Rasyif, S.T.,M.T.,Ph.D.(..... )

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 29 Mei 2024

UNGKAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Ekonomi Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Bakrie. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih pada :

- 1) DR. Mohammad Ihsan, ST., MT., M.Sc., Selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi;
- 2) Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
- 3) Sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tuhan Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 29 Mei ,2024



(**Giri Singgih**)

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai stivitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Giri Singgih

NIM : 120292400

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Jenis Tugas Akhir : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie **Hak Bebas Royalti *Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)*** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas *Royalty* *Noneksklusif* ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 29 Mei 2024

Yang menyatakan


(Giri Singgih)

STUDI PARAMETER PERKUATAN LERENG MENGGUNAKAN *SOIL NAILING* DENGAN KASUS *MULTI LAYER*

Giri Singgih

ABSTRAK

Soil nailing is a method for solving problems, both on existing slopes and walls during excavation. Conventional soil nailing design procedures based on limit equilibrium method fail to address the complex mutual interaction between it has main components, which affects the performance of soil nail. Therefore, it is needed for the practical design of numerical solutions that can accommodate the requirement. One of the numerical techniques that often used is the finite element method (finite element). In the finite element method application, there are no specific options for modeling soil nailing reinforcement. Soil nailing are modeled with the material sets available in the finite element program, namely shotcrete. The slope properties used in this study are from previous researchers. the slope variation (10°, 15°, 20°) the reinforcement length (9.60 – 19.20 M) were analyzed. Material set node to node and material set geogrid have relatively similar FS values. The material set plate gives the smallest FS result among there material sets. The optimal installation of soil nailing at an angle of 20° and length for about 9,60 M.

Keywords : *Soil nailing, shotcrete, safety factor, parameter.*

INTISARI

Soil Nailing adalah salah satu metoda untuk menanggulangi masalah kelongsoran, baik pada lereng *existing* maupun dinding saat proses penggalian. Prosedur desain *soil nailing* berdasarkan metoda konvensional gagal dalam mengatasi interaksi timbal balik yang kompleks antara komponen yang utama yang mempengaruhi kinerja *soil nail*. Oleh karena itu dibutuhkan dalam desain praktis solusi numerik yang mengakomodir permasalahan tersebut. salah satu teknik numerik yang sering digunakan adalah metoda elemen hingga (*finite element*). Dalam program metoda elemen hingga tidak ada pilihan khusus untuk memodelkan kekuatan *soil nailing*. *Soil nailing* dimodelkan dengan material set yang tersedia pada program elemen hingga, yaitu *shotcrete*. Data lereng yang digunakan merupakan data dari peneliti terdahulu. Dilakukan analisis dengan variasi kemiringan (10° , 15° , 20°) dan panjang perkuatan (9.60 – 19.20 M). Pada kasus ini, pemasangan *soil nailing* yang paling efektif yaitu pada sudut 20° dengan panjang *nail bar* 9,60 M.

Kata kunci : *Soil nailing*, *shotcrete*, faktor keamanan, parameter.

DAFTAR ISI

BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	1
1.3 Rumusan Masalah.....	2
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II	4
2.1 Tanah	4
2.1.1 Properti Tanah.....	4
2.1.2 Klasifikasi Tanah	8
2.1.3 Kuat Geser Tanah.....	15
2.2 Stabilitas Lereng	16
2.2.1 Ruang Lingkup Stabilitas Lereng Galian dan Timbunan.....	18
2.2.2 Deskripsi	18
2.2.3 Aplikasi	18
2.2.4 Data yang diperlukan untuk perancangan lereng	20
2.2.5 Kriteria perancangan lereng	21
2.3 <i>Soil Nailing</i>	23
2.3.1 Ruang Lingkup Pekerjaan <i>Soil Nailing</i>	23
2.3.2 Deskripsi	23
2.3.3 Pertimbangan Lain Dalam Perancangan	24
2.3.4 Persyaratan Teknis <i>Soil Nailing</i>	24
BAB III.....	36
3.1 Uraian Umum	36
3.2 Pemodelan Data	36

3.3 Analisis Dengan Perhitungan <i>Plaxis</i> Versi 2020	36
3.4 Pembahasan Hasil Penelitian	38
3.5 Kesimpulan	38
3.6 Diagram Alir Penelitian	38
BAB IV	37
4.1 Data Analisis	37
4.1.1 Data Tanah	37
4.1.2 Data Pembebanan	39
4.1.3 Data <i>Soil Nailing</i>	39
4.1.4 Tabel <i>Shotcrete</i>	40
4.2 Analisis Stabilitas Lereng Asli	40
4.2.1 Pemodelan dan Pengaturan Kalkulasi Lereng Asli	41
4.2.2 <i>Output</i> dan Pembahasan Lereng Asli	46
4.3 Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan <i>Soil Nailing</i>	48
4.3.1 Pemodelan dan Pengaturan Kalkulasi Lereng yang Diperkuat <i>Soil Nailing</i>	49
4.3.2 <i>Output</i> dan Pembahasan Lereng yang Diperkuat <i>Soil Nailing</i>	53
4.3.3 Rekapitulasi Perhitungan Nail 10°, 15°, dan 20°	61
BAB V	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Fase Tanah	4
Gambar 2. 2 Tipe Keruntuhan Lereng Gabungan	17
Gambar 2. 3 Potongan Tipikal Dinding Soil Nailing dan Detail Sekitar Kepala Nail	24
Gambar 2. 4 Pola Pemasangan Nail Bar	26
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	39
Gambar 4. 1 Gambar Lokasi.....	37
Gambar 4. 2 Penampang Lereng	39
Gambar 4. 3 Pemodelan Lereng Asli	41
Gambar 4. 4 Pengaturan Umum Model Mohr – Coulomb Pada Lapisan Lempung dengan Konsistensi Soft – Verry Stiff	42
Gambar 4. 5 <i>Input</i> Angka Pori Awal Pada Lapisan Pasir Kelempungan dengan Konsistensi Soft – Verry Stiff.....	42
Gambar 4. 6 <i>Input</i> Pengaturan Parameter Model <i>Mohr-Coulomb</i> Pada Lapisan Pasir Kelanauan dengan Konsistensi Soft-Verry Stiff	43
Gambar 4. 7 Jaring Elemen Lereng Asli	43
Gambar 4. 8 Penggambaran Muka Air Tanah Lereng Asli.....	44
Gambar 4. 9 Tekanan Air Pori Lereng Asli Kondisi Initial (160.0 kN/m ²).....	44
Gambar 4. 10 Tegangan Tanah Normal Lereng Asli Kondisi Initial (160.0 kN/m ²)	44
Gambar 4. 11 Tegangan Tanah Efektif Lereng Asli Kondisi Initial (0.000 kN/m ²)	44
Gambar 4. 12 Pengaturan Kalkulasi <i>Back Analysis</i> Lereng Asli	45
Gambar 4. 13 Pengaturan Kalkulasi Faktor Keamanan Lereng Asli	45
Gambar 4. 14 Perletakan Titik Tinjau Lereng.....	46
Gambar 4. 15 Jaring Elemen Lereng Asli Terdeformasi.....	46
Gambar 4. 16 Pola Keruntuhan Lereng Asli	47
Gambar 4. 17 Kondisi Sebelum Ada Perkuatan.....	47
Gambar 4. 18 Nilai SF Sebelum Ada Beban 15 kN/m.....	48
Gambar 4. 19 Setelah Ada Beban 15 kN/m	48
Gambar 4. 20 Nilai SF Setelah Ada Beban 15 kN/m	48
Gambar 4. 21 Pemodelan Lereng Dengan Perkuatan <i>Soil Nailing</i>	49
Gambar 4. 22 <i>Input</i> Parameter <i>Soil Nailing</i>	50
Gambar 4. 23 <i>Input</i> Parameter <i>shotcrete</i>	50
Gambar 4. 24 Jaring Elemen Lereng Dengan Perkuatan <i>Soil Nailing</i>	51

Gambar 4. 25 Penggambaran Muka Air Tanah Lereng.....	51
Gambar 4. 26 Tekanan Air Pori Lereng Dengan Perkuatan Soil Nailing Kondisi Initial (160.0 kN/m ²).....	52
Gambar 4. 27 Tegangan Tanah Normal Lereng Dengan Perkuatan <i>Soil Nailing</i> Kondisi Initial (160.0 kN/m ²).....	52
Gambar 4. 28 Tegangan Tanah Efektif Lereng Dengan Perkuatan <i>Soil Nailing</i> Kondisi Initial (0.000 kN/m ²)	52
Gambar 4. 29 Perletakan Titik Tinjau Lereng dengan Perkuatan <i>Soil Nailing</i>	53
Gambar 4. 30 Grafik SF1 Perkuatan <i>Soil Nailing</i> (%)	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai Berat Volume Tanah	6
Tabel 2. 2 Nilai Koefesien Permeabilitas	6
Tabel 2. 3 Nilai Perkiraan Modulus Elastisitas Tanah	7
Tabel 2. 4 Hubungan Jenis Tanah dengan Angka Poisson.....	7
Tabel 2. 5 Sistem Klasifikasi Unified.....	10
Tabel 2. 6 Sistem Klasifikasi USCS.....	11
Tabel 2. 7 Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO.....	13
Tabel 2. 8 Hubungan Konsistensi Tanah Terhadap Tekanan Konus dan Kohesi	15
Tabel 2. 9 Hubungan Antara Sudut Geser Dalam dengan Jenis Tanah.....	16
Tabel 2. 10 Rekomendasi Nilai Faktor Keamanan Untuk Lereng	17
Tabel 2. 11 Beban Lalu Lintas untuk Analisis Stabilitas (DPU,2001) dan Beban di Luar .	22
Tabel 2. 12 Nilai Faktor Keamanan Untuk Lereng Tanah	22
Tabel 2. 13 Rekomendasi Nilai Faktor Keamanan Untuk Lereng Batuan	23
Tabel 3. 1 Variasi Perkuatan <i>Soil Nailing</i>	38
Tabel 4. 1 Data Propertis Tanah	38
Tabel 4. 2 Data Stratigrafi dan Konsistensi Tanah.....	38
Tabel 4. 3 Parameter Soil Nailing	39
Tabel 4. 4 Parameter Shotcrete.....	40
Tabel 4. 5 Nilai SF 1 Setelah Diberikan Perkuatan dengan Sudut 10°	53
Tabel 4. 7 Nilai SF 1 Setelah Diberikan Perkuatan dengan Sudut 15°	56
Tabel 4. 9 Nilai SF Setelah Diberikan Perkuatan dengan Sudut 20°	58
Tabel 4. 11 Nilai SF Akibat Perkuatan Soil Nailing	61
Tabel 4. 12 Selisih Kenaikan Nilai SF 0 Terhadap Nilai SF 1 (%).....	61

DAFTAR NOTASI

w	: Kadar Air
γ_b	: Berat Volume Tanah
G_s	: <i>Specific Gravity</i>
LL	: <i>Liquid Limit</i>
PL	: <i>Plastic Limit</i>
PI	: <i>Plastisity Index</i>
C	: Kohesi
Φ	: Sudut Gesr Dalam
SF	: Faktor Keamanan / <i>Safety Factor</i>
ΣM_d	: Momen Dari Berat Masa
ΣM_r	: Momen Penahan Tanah Yang Akan Longsor
R	: Jari-jari Lingkaran Bidang Longsor
n	: Jumlah Irisan
w_i	: Beras Massa Tanah Irisan ke-i
Θ_i	: Sudut Yang didefinisikan
α_i	: Panjang Lengkung Lingkaran Pada Irisan ke-i
f_y	: Kekuatan Leleh Nil Bar
F_p	: Faktor Aman Terhadap Cabut Tulangan
d	: Diameter <i>Nail Bar</i>
σ_h	: Tegangan <i>Horizontal</i>
K_a	: Koefesien Tekanan Tanah Lateral Aktif
Z	: Kedalaman Yang Ditinjau
q^u	: <i>Ultimate Bond</i>
D _{dh}	: Diameter Bor
L _p	: Panjang Nail Dibelakang Bidang Gelincir
S _v	: Jarak <i>Vertical Nail</i>
S _h	: Jarak <i>Horizontal Nail</i>
H	: Tinggi Dinding Tanah Bertulang
F _{gs}	: Faktor Aman Terhadap Penggeseran
ΣP_p	: Gaya Yang Melawan
ΣP_a	: Resultan gaya-gaya Horizontal
F _{gl}	: Faktor Aman Terhadap Penggulingan

ΣM_p	: Jumlah Momen Pasif
ΣM_a	: Jumlah Momen Aktif
F	: Faktor Aman Terhadap Kegagalan Daya Dukung tanah
N_c, N_γ	: Koefesien Kapasitas Dukung Terzaghi
B'	: Lebar Efektif Dinding Bertulang
L_o	: Panjang Awal Tulangan
L_{p0}	: Panjang Awal Tulangan Di Belakang Bidang Longsor
ΔL_p	: Pertambahan Panjang
L_{p1}	: Panjang Akhir Tulangan Di Belakang Bidang Longsor
L_1	: Panjang Akhir Tulangan