

ANALISIS PENGARUH KEDALAMAN GALIAN TERHADAP STABILITAS LERENG PADA BERBAGAI VARIASI KEMIRINGAN LERENG GALIAN DENGAN PERANGKAT LUNAK GEO5

Kenjo Cenon

NRP: 1421034

Pembimbing: Ir. Herianto Wibowo, M.Sc.

ABSTRAK

Salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia adalah bencana longsor. Kestabilan suatu lereng dapat mempengaruhi bahaya terjadinya kelongsoran yang merugikan banyak pihak. Agar tidak terjadi kelongsoran, kestabilan lereng perlu diperhitungkan dalam rekayasa geoteknik seperti galian dan timbunan tanah apalagi dalam kondisi tanah lunak. Indikasi untuk menentukan lereng dalam kondisi stabil atau labil berdasarkan nilai faktor keamanan (*safety factor*) yang telah diperhitungkan. Pada penelitian Tugas Akhir ini akan mengevaluasi pengaruh kedalaman galian terhadap stabilitas lereng pada berbagai variasi kemiringan lereng galian. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan nilai faktor keamanan pada kedalaman galian secara bertahap dari 1m sampai dengan 4m dengan sudut kemiringan 65° , 70° , dan 80° untuk mengetahui pada kondisi galian lereng dalam kondisi tidak stabil. Untuk menganalisis stabilitas lereng tersebut pada penelitian ini digunakan perangkat lunak Geo5 untuk menghasilkan faktor keamanan dengan metode *Bishop*. Analisis dilakukan dengan menentukan titik koordinat terendah dengan menggunakan perangkat lunak Geo5 yaitu dengan cara memilih *Optimization* di bagian *Analyze*. Kemudian titik koordinat yang diperoleh dari perangkat lunak Geo5, dicoba pada perhitungan manual menggunakan metode *Fellenius* dan membandingkan hasil nilai faktor keamanannya. Perbedaan nilai faktor keamanan dari hasil perhitungan dengan perangkat lunak Geo5 dan perhitungan manual kurang dari 5%, kecuali untuk lereng dengan kemiringan 65° dengan galian 1m. Dengan demikian, disimpulkan bahwa semakin dalam tanah digali, maka semakin rendah nilai faktor keamanan yang diperoleh, dan juga semakin besar sudut kemiringan, maka semakin rendah nilai faktor keamanan yang diperoleh. Pada galian 1m diperoleh nilai faktor keamanan 1,94 pada perhitungan manual yang artinya berada pada kondisi aman, sedangkan pada galian 2m, 3m, dan 4m, nilai faktor keamanan berada pada kondisi tidak aman.

Kata kunci: stabilitas lereng, faktor keamanan, kedalaman galian, sudut kemiringan, perangkat lunak Geo5

ANALYSIS THE EFFECT OF THE EXCAVATION LEVEL TO THE SLOPE STABILITY ON VARIOUS OF SLOPE ANGLE VARIATION WITH GEO5

Kenjo Cenon

NRP: 1421034

Supervisor: Ir. Herianto Wibowo, M.Sc.

ABSTRACT

One of the natural disasters that often occurs in Indonesia is landslides. The stability of a slope can affect the danger of occurrence of erosion which is detrimental to many parties. In order to avoid slides, slope stability needs to be taken into account in geotechnical engineering such as excavation and landfill especially in soft soil conditions. Indications for determining the slopes in stable or unstable conditions based on the calculated safety factor. In this Final Project research will evaluate the effect of depth of excavation on slope stability on various slope variations of the slope. The purpose of this study was to obtain the value of the safety factor at the depth of the excavation in stages from 1m to 4m with a slope angle of 650, 700, and 800 to determine the condition of slope excavation under unstable conditions. To analyze the stability of the slope, Geo5 software was used to produce security factors from Bishop method. The analysis is done by determining the lowest coordinate point using Geo5 software by selecting Optimazation in the Analyze section. Then the coordinate points obtained from the Geo5 software, tried on manual calculations using the Fellenius method and compared the results of the safety factor values. From the results of calculations using Geo5 software or manual calculations it is concluded that the deeper the ground is dug, the lower the value of the security factor obtained, and also the greater the slope angle, the lower the value of the security factor obtained. At 1m excavation, the safety factor is 1.94 in manual calculation, which means that it is in a safe condition, while in the 2m, 3m and 4m excavations, the safety factor is in an unsafe condition.

Keywords: *slope stability, safety factor, level of excavation, angle of tilt, Geo5 software*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN	iii
PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN	iv
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	v
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Sistematika Penulisan	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Klasifikasi Tanah	4
2.2 Lereng dan Tanah Longsor	5
2.2.1 Lereng	6
2.2.2 Longsor	7
2.2.3 Jenis Tanah Longsor	9
2.3 Nilai Parameter dan Mekanika Tanah	12
2.3.1 Pengujian Penetrasi Standar	13
2.3.2 <i>Index Properties Soil</i>	16
2.3.3 <i>Atterberg Limits</i>	19
2.3.4 <i>Triaxial Test</i>	20
2.3.5 <i>Permeability Test</i>	21
2.4 Stabilitas Lereng	23
2.4.1 Faktor Keamanan	24
2.4.2 Metode Irisan Biasa <i>Fellenius</i>	25
BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1 Diagram Alir Penelitian	27
3.2 Pengumpulan Data	28
3.3 Parameter Desain Tanah yang Digunakan	28
3.3.1 Jenis Tanah	28
3.3.2 Berat Jenis Volume Tanah	28
3.3.3 Kohesi Tanah	28
3.3.4 Sudut Geser Dalam	29
3.4 Perangkat Lunak Geo5	30
3.4.1 Program Geo5 (<i>Slope Stability</i>)	30
3.4.2 <i>Project</i>	31
3.4.3 <i>Settings</i>	31

3.4.4	<i>Interface</i>	32
3.4.5	<i>Soils</i>	36
3.4.6	<i>Assign</i>	38
3.4.7	<i>Surcharge</i>	39
3.4.8	<i>Analysis</i>	39
BAB IV ANALISIS DATA		42
4.1	Analisis Menggunakan Perangkat Lunak Geo5	42
4.1.1	Analisis Menggunakan Perangkat Lunak Geo5 pada Kedalaman Galian 1m	42
4.1.1.1	Sudut Kemiringan 65 ⁰	44
4.1.1.2	Sudut Kemiringan 70 ⁰	46
4.1.1.3	Sudut Kemiringan 80 ⁰	48
4.1.2	Analisis Menggunakan Perangkat Lunak Geo5 pada Kedalaman Galian 2m	50
4.1.2.1	Sudut Kemiringan 65 ⁰	50
4.1.2.2	Sudut Kemiringan 70 ⁰	52
4.1.2.3	Sudut Kemiringan 80 ⁰	53
4.1.3	Analisis Menggunakan Perangkat Lunak Geo5 pada Kedalaman Galian 3m	55
4.1.3.1	Sudut Kemiringan 65 ⁰	55
4.1.3.2	Sudut Kemiringan 70 ⁰	57
4.1.3.3	Sudut Kemiringan 80 ⁰	59
4.1.4	Analisis Menggunakan Perangkat Lunak Geo5 pada Kedalaman Galian 4m	61
4.1.4.1	Sudut Kemiringan 65 ⁰	61
4.1.4.2	Sudut Kemiringan 70 ⁰	63
4.1.4.3	Sudut Kemiringan 80 ⁰	65
4.2	Korelasi Kedalaman Galian pada Berbagai Variasi Kemiringan Lereng dengan Faktor Keamanan	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		68
5.1	Kesimpulan	68
5.2	Saran	68
DAFTAR PUSTAKA		69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Gradasi Ukuran Klasifikasi Tanah	3
Gambar 2.2	Lereng Alam	5
Gambar 2.3	Lereng Buatan	6
Gambar 2.4	Gambaran Umum Tanah Longsor	7
Gambar 2.5	Longsoran Translasi	8
Gambar 2.6	Longsoran Rotasi	9
Gambar 2.7	Pergeseran Blok	9
Gambar 2.8	Runtuhan Batu	10
Gambar 2.9	Rayapan Tanah	11
Gambar 2.10	Aliran Bahan Rombakan	11
Gambar 2.11	Korelasi N_{SPT} dan Nilai Kohesi Tanah (c)	13
Gambar 2.12	Korelasi $NSPT$ dan Tegangan Geser Tanah (τ_u)	14
Gambar 2.13	Struktur Tanah	17
Gambar 2.14	Bagan Plastisitas <i>Cassagrande</i>	20
Gambar 2.15	Lingkaran <i>Mohr Triaxial Test</i>	21
Gambar 2.16	Keruntuhan Busur Lingkaran Stabilitas Lereng	23
Gambar 2.17	Jenis Bidang Tanah Longsor	24
Gambar 2.18	Metode Irisan Biasa <i>Fellenius</i>	25
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	24
Gambar 3.2	Membuka Program Geo5 (<i>Slope Stability</i>)	27
Gambar 3.3	Tampilan Awal Program Geo5 (<i>Slope Stability</i>)	28
Gambar 3.4	Lembar Kerja	28
Gambar 3.5	Memilih Peraturan yang Akan Digunakan	29
Gambar 3.6	<i>Ranges</i>	30
Gambar 3.7	Pemasukkan untuk <i>Interface 1</i>	30
Gambar 3.8	Pemasukkan untuk <i>Interface 2</i>	31
Gambar 3.9	Peng-input-an Parameter Tanah Jenis <i>Soft Clay</i>	34
Gambar 3.10	Peng-input-an Parameter Tanah Jenis <i>Silty Sand</i>	35
Gambar 3.11	Penetapan Jenis Tanah	36
Gambar 3.12	Peng-input-an Beban	39
Gambar 3.13	Pemilihan Metode <i>Bishop</i>	39
Gambar 3.14	Pemodelan Setelah <i>Input Graphically</i>	40
Gambar 3.15	Penentuan bidang kritis kelongsoran	40
Gambar 3.16	Hasil Analisis Faktor Keamanan	41
Gambar 4.1	Pemodelan Koordinat pada Galian 1m dan Sudut 65^0 dengan Program Geo5	42
Gambar 4.2	Pemodelan Koordinat pada Galian 1m dan Sudut 65^0	43
Gambar 4.3	Pemodelan Koordinat pada Galian 1m dan Sudut 70^0 dengan Program Geo5	44
Gambar 4.4	Pemodelan Koordinat pada Galian 1m dan Sudut 70^0	45
Gambar 4.5	Pemodelan Koordinat pada Galian 1m dan Sudut 80^0 dengan Program Geo5	46
Gambar 4.6	Pemodelan Koordinat pada Galian 1m dan Sudut 80^0	47
Gambar 4.7	Pemodelan Koordinat pada Galian 2m dan Sudut 65^0 dengan Program	48

Gambar 4.8	Pemodelan Koordinat pada Galian 2m dan Sudut 65^0	49
Gambar 4.9	Pemodelan Koordinat pada Galian 2m dan Sudut 70^0 dengan Program Geo5	50
Gambar 4.10	Pemodelan Koordinat pada Galian 2m dan Sudut 70^0	51
Gambar 4.11	Pemodelan Koordinat pada Galian 2m dan Sudut 80^0 dengan Program Geo5	52
Gambar 4.12	Pemodelan Koordinat pada Galian 2m dan Sudut 80^0	53
Gambar 4.13	Pemodelan Koordinat pada Galian 3m dan Sudut 65^0 dengan Program Geo5	54
Gambar 4.14	Pemodelan Koordinat pada Galian 3m dan Sudut 65^0	55
Gambar 4.15	Pemodelan Koordinat pada Galian 3m dan Sudut 70^0 dengan Program Geo5	56
Gambar 4.16	Pemodelan Koordinat pada Galian 3m dan Sudut 70^0	57
Gambar 4.17	Pemodelan Koordinat pada Galian 3m dan Sudut 80^0 dengan Program Geo5	58
Gambar 4.18	Pemodelan Koordinat pada Galian 3m dan Sudut 80^0	59
Gambar 4.19	Pemodelan Koordinat pada Galian 4m dan Sudut 65^0 dengan Program Geo5	60
Gambar 4.20	Pemodelan Koordinat pada Galian 4m dan Sudut 65^0	61
Gambar 4.21	Pemodelan Koordinat pada Galian 4m dan Sudut 70^0 dengan Program Geo5	62
Gambar 4.22	Pemodelan Koordinat pada Galian 4m dan Sudut 70^0	63
Gambar 4.23	Pemodelan Koordinat pada Galian 4m dan Sudut 80^0 dengan Program Geo5	64
Gambar 4.24	Pemodelan Koordinat pada Galian 4m dan Sudut 80^0	65
Gambar 4.25	Grafik Korelasi Kedalaman Galian dengan Faktor Keamanan (Perhitungan Geo5)	66
Gambar 4.25	Grafik Korelasi Kedalaman Galian dengan Faktor Keamanan (Perhitungan Geo5)	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Korelasi NSPT, UCS, Konsistensi dan Berat Jenis Tanah	14
Tabel 2.2	Korelasi NSPT dan Berat Jenis (γ) Pada Tanah Kohesif dan Non Kohesif	15
Tabel 2.3	Korelasi NSPT dan Modulus Elastisitas (E_s) Pada Tanah Lempung	16
Tabel 2.4	Koefisien Rembesan <i>Permeability Test</i>	23
Tabel 3.1	Berat Volume Tanah yang Digunakan	25
Tabel 3.2	Kohesi Tanah yang Digunakan	26
Tabel 3.3	Sudut Geser Dalam Tanah yang Digunakan	26
Tabel 3.4	Koordinat Pemodelan Lereng	31
Tabel 4.1	Pemasukan rumus metode <i>Fellenius</i> pada galian 1m dan Sudut kemiringan 65^0	43
Tabel 4.2	Pemasukan rumus metode <i>Fellenius</i> pada galian 1m dan Sudut kemiringan 70^0	45
Tabel 4.3	Pemasukan rumus metode <i>Fellenius</i> pada galian 1m dan Sudut kemiringan 80^0	47
Tabel 4.4	Pemasukan rumus metode <i>Fellenius</i> pada galian 2m dan Sudut kemiringan 65^0	49
Tabel 4.5	Pemasukan rumus metode <i>Fellenius</i> pada galian 2m dan Sudut kemiringan 70^0	51
Tabel 4.6	Pemasukan rumus metode <i>Fellenius</i> pada galian 2m dan Sudut kemiringan 80^0	53
Tabel 4.7	Pemasukan rumus metode <i>Fellenius</i> pada galian 3m dan Sudut kemiringan 65^0	55
Tabel 4.8	Pemasukan rumus metode <i>Fellenius</i> pada galian 3m dan Sudut kemiringan 70^0	57
Tabel 4.9	Pemasukan rumus metode <i>Fellenius</i> pada galian 3m dan Sudut kemiringan 80^0	59
Tabel 4.10	Pemasukan rumus metode <i>Fellenius</i> pada galian 4m dan Sudut kemiringan 65^0	61
Tabel 4.11	Pemasukan rumus metode <i>Fellenius</i> pada galian 4m dan Sudut kemiringan 70^0	63
Tabel 4.12	Pemasukan rumus metode <i>Fellenius</i> pada galian 4m dan Sudut kemiringan 80^0	65
Tabel 4.13	Hasil Faktor Keamanan dari Perhitungan dengan Program Geo5	67
Tabel 4.14	Hasil Faktor Keamanan dari Perhitungan dengan Perhitungan Manual (Metode <i>Fellenius</i>)	67

DAFTAR NOTASI

b	: Lebar irisan
c	: Kohesi tanah
c'	: Kohesi tanah efektif
e	: Angka pori
E_s	: Modulus elastisitas tanah
G_s	: Berat jenis butir tanah
h	: Kedalaman rata-rata irisan
k	: Koefisien permeabilitas
k_0	: Koefisien tanah diam
l	: Panjang burus lingkaran pada irisan
n	: Porositas
S_r	: Derajat kejenuhan tanah
w	: Kadar air tanah
W	: Berat irisan
α	: Sudut antara W dan titik pusat gelincir O
β	: Kemiringan lereng
γ	: Berat volume tanah
γ_{sat}	: Berat volume tanah jenuh
τ	: Kekuatan/tegangan geser tanah
τ_u	: Tegangan geser tanah tak terdrainasi
ν	: Angka Poisson
ϕ	: Sudut geser dalam
ϕ'	: Sudut geser dalam efektif
Ψ	: Sudut dilatasi

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran L.1 Data Sekunder Lereng Galian	70
Lampiran L.2 Pemodelan Lereng Galian	71

