

ANALISIS STABILITAS LERENG PADA JALAN REL SEPANCAR - GILAS STA 217 MENGGUNAKAN METODE IRISAN BISHOP DAN PERANGKAT LUNAK PLAXIS

Andrea Bertrand Steinmets Timisela

NRP: 0421019

Pembimbing: Ir. Asriwiyanti Desiani, MT.

ABSTRAK

Analisis stabilitas lereng sangat penting dalam ilmu Teknik Sipil, terutama yang berkaitan dengan masalah tanah. Analisis stabilitas lereng diperlukan agar suatu konstruksi tidak mengalami kegagalan atau keruntuhan. Beberapa contoh konstruksi yang memerlukan analisis stabilitas lereng adalah: jalan raya, rel KA, bendungan, waduk dan lain-lain. Di Sumatera Selatan terdapat jaringan rel kereta api yang digunakan sebagai jalur untuk pengangkutan hasil bumi batubara dimana antara stasiun Gilas dan Sepancar STA 217 merupakan daerah berlereng.

Tujuan tugas akhir ini adalah melakukan analisis kestabilan lereng pada jalan rel kereta api Sepancar - Gilas STA 217 dengan analisis manual yaitu menggunakan metode irisan Bishop yang disederhanakan dan analisis komputasi dengan menggunakan program Plaxis sehingga diketahui nilai faktor keamanan lereng tersebut.

Hasil analisis dengan cara manual dan komputasi memiliki hasil nilai faktor keamanan yang berbeda dengan perbedaan sekitar 13% - 24%. Namun secara umum nilai faktor keamanan yang diperoleh dari analisis menunjukkan bahwa lereng STA 217 aman.

Kata Kunci: Lereng, Stabilitas lereng, Faktor keamanan, irisan Bishop, Plaxis

SLOPE STABILITY ANALYSIS ON THE SEPANCAR-GILAS STA 217 RAILROAD USING THE BISHOP'S METHOD OF SLICE AND PLAXIS SOFTWARE

Andrea Bertrand Steinmets Timisela

NRP: 0421019

Advisor: Ir. Asriwiyanti Desiani, MT.

ABSTRACT

Slope stability analysis is very important in the Civil Engineering discipline, especially related to soil issues. Slope stability analysis is required to avoid constructions failure or collapse. Examples of construction which requires a slope stability analysis are road, railroad, dam, water reservoir, etc. In Sumatra Selatan, between Gilas and Sepancar STA 217 there are railroad track that used as a route for transport coal, where the railroad track area is a sloping area.

The purpose of this thesis is to analyze slope stability in the Sepancar - Gilas STA 217 railroad with mutual analysis, that are using the Bishop's simplified method of slices and computational analysis with Plaxis software so the value of the slope safety factor can be known.

The analysis results of the safety factor by manual and computational have differences which ranged between 13% - 24%. But in general, the value of the safety factor obtained from the analysis showed that the slope of the STA 217 is safe.

Keywords: slope, slope stability, safety factor, the Bishop's method of slices, Plaxis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBARAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN TUGAS AKHIR	iv
PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR	v
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	vi
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR NOTASI	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxii

BAB I	PENDAHULUAN	
	1.1 Latar Belakang	1
	1.2 Tujuan Penelitian	2
	1.3 Pembatasan Masalah	2
	1.4 Sistematika Penulisan	3
	1.5 Lisensi Perangkat Lunak	4
	1.6 Diagram Alir Penelitian	5
BAB II	LANDASAN TEORI	
	2.1 Kuat Geser Tanah	6
	2.2 Definisi Lereng	8
	2.3 Analisa Stabilitas Lereng	9
	2.3.1 Angka Keamanan	10
	2.3.2 Bentuk Bidang Longsor	13
	2.3.3 Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Irisan	15
	2.3.4 Metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan	20

	2.4 Perangkat Lunak Plaxis	22
	2.4.1 Input	27
	2.4.2 Output	28
BAB III	METODE PENELITIAN	
	3.1 Pengumpulan Data	31
	3.2 Penyelesaian Masalah	31
	3.3 Parameter Desain	33
	3.3.1 Data Lapangan	33
	3.3.2 Data Laboratorium	39
	3.3.3 Data Kereta Api Batubara	40
	3.4 Pemodelan Dalam Plaxis	41
BAB IV	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
	4.1 Hasil Analisis Menggunakan Metode Irisan Bishop	53
	4.2 Hasil Analisis Menggunakan Plaxis	71
BAB V	PENUTUP	
	5.1 Kesimpulan	82
	5.2 Saran	82
	DAFTAR PUSTAKA	83
	LAMPIRAN	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Diagram Alir Penelitian	5
Gambar 2.1	Hubungan Tegangan Geser dan Tegangan Normal	7
Gambar 2.2	Garis Keruntuhan Menurut Mohr dan Hukum keruntuhan Mohr-Coloumb	8
Gambar 2.3	Tipe Kelongsoran	14
Gambar 2.4	Model Lereng Dengan Bidang Runtuh Yang Berbentuk Sebuah Busur Lingkaran	16
Gambar 2.5	Model Lereng Dengan Bidang Runtuh Berupa Gabungan Dari Sebuah Busur Lingkaran Dengan Segmen Garis Lurus	16
Gambar 2.6	Model Lereng Dengan Bidang Runtuh Berupa Gabungan Dari Beberapa Segmen Garis Lurus (Multilinier)	17
Gambar 2.7	Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Tiap Irisan	21
Gambar 2.8	Posisi Titik Nodal dan Titik Tegangan Pada Elemen Tanah	23
Gambar 3.1	Prosedur Analisis Kestabilan Lereng	32
Gambar 3.2	Layout Lokasi Titik Bor STA 217	35
Gambar 3.3	Potongan Melintang STA 217+175	38
Gambar 3.4	Profil Tanah STA 217	38
Gambar 3.5	Kotak Dialog <i>Create/Open project</i>	42
Gambar 3.6	Lembar <i>Tab Project</i> Pada Kotak Dialog <i>General Setting</i>	42
Gambar 3.7	Lembar <i>Tab Dimensions</i> Pada Kotak Dialog <i>General Setting</i>	43
Gambar 3.8	Penggambaran Model Geometri Pada <i>Plaxis Input</i>	43
Gambar 3.9	Kotak Dialog <i>Material Sets</i>	45
Gambar 3.10	Lembaran <i>Tab General</i> Pada Kotak Dialog <i>Mohr-Coloumb</i>	46
Gambar 3.11	Lembar <i>Tab Parameters</i> Pada Kotak Dialog <i>Mohr-Coloumb</i>	46
Gambar 3.12	Lembar <i>Tab Interfaces</i> Pada Kotak Dialog <i>Mohr-Coloumb</i>	47
Gambar 3.13	Pengaplikasian Data Tanah Pada Model Geometri	47
Gambar 3.14	<i>View Generated Mesh</i> Pada <i>Plaxis Output</i>	48

Gambar 3.15	Kotak Dialog <i>Mesh Generation Setup</i>	48
Gambar 3.16	Kotak Dialog <i>Water Weigth</i>	48
Gambar 3.17	Pengaplikasian Batas Muka Air Tanah Pada Model Geometri	49
Gambar 3.18	Kotak Dialog <i>Water Pressure Generation</i>	49
Gambar 3.19	Jendela <i>View Pore Pressure</i> pada <i>Plaxis output</i>	50
Gambar 3.20	Kotak Dialog <i>K0-Procedure</i>	50
Gambar 3.21	Jendela <i>View Initial Soil Stress</i> Pada <i>Plaxis Output</i>	51
Gambar 3.22	Jendela <i>Plaxis Calculation</i>	51
Gambar 3.23	Jendela Informasi Perhitungan	52
Gambar 4.1	Irisan Bidang Longsor	54
Gambar 4.2	<i>Output</i> Kalkulasi Program Plaxis Tanpa Beban ($\gamma = 0$)	71
Gambar 4.3	Analisis <i>phi/c reduction</i> Tanpa Beban ($\gamma = 0$)	72
Gambar 4.4	<i>Output</i> Kalkulasi Program Plaxis Dengan Beban 16.62 kN/m ² ($\gamma = 0$)	72
Gambar 4.5	Analisis <i>phi/c reduction</i> Dengan Beban 16.62 kN/m ² ($\gamma = 0$)	73
Gambar 4.6	<i>Output</i> Kalkulasi Program Plaxis Dengan Beban 90 kN/m ² ($\gamma = 0$)	73
Gambar 4.7	Analisis <i>phi/c reduction</i> Dengan Beban 90 kN/m ² ($\gamma = 0$)	74
Gambar 4.8	<i>Output</i> Kalkulasi Program Plaxis Tanpa Beban ($\gamma = 0.1$)	74
Gambar 4.9	Analisis <i>phi/c reduction</i> Tanpa Beban ($\gamma = 0.1$)	75
Gambar 4.10	<i>Output</i> Kalkulasi Program Plaxis Dengan Beban 16.62 kN/m ² ($\gamma = 0.1$)	75
Gambar 4.11	Analisis <i>phi/c reduction</i> Dengan Beban 16.62 kN/m ² ($\gamma = 0.1$)	76
Gambar 4.12	<i>Output</i> Kalkulasi Program Plaxis Dengan Beban 90/m ² ($\gamma = 0.1$)	76
Gambar 4.13	Analisis <i>phi/c reduction</i> Dengan Beban 90 kN/m ² ($\gamma = 0.1$)	77
Gambar 4.14	<i>Output</i> Kalkulasi Program Plaxis Tanpa Beban ($\gamma = 5$)	77
Gambar 4.15	Analisis <i>phi/c reduction</i> Tanpa Beban ($\gamma = 5$)	78
Gambar 4.16	<i>Output</i> Kalkulasi Program Plaxis Dengan Beban 16.62 kN/m ² ($\gamma = 5$)	78

Gambar 4.17	Analisis <i>phi/c reduction</i> Dengan Beban 16.62 kN/m ² ($\lambda = 5$)	79
Gambar 4.18	Output Kalkulasi Program Plaxis Dengan Beban 90/m ² ($\lambda = 5$)	79
Gambar 4.19	Analisis <i>phi/c reduction</i> Dengan Beban 90 kN/m ² ($\lambda = 5$)	80

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Angka Keamanan Tradisional Untuk Stabilitas Lereng	12
Tabel 2.2	Asumsi-Asumsi Yang Digunakan Oleh Beberapa Metode Irisan	19
Tabel 2.3	Kondisi Keseimbangan Yang Dipenuhi	20
Tabel 3.1	Resume Bor Tangan	33
Tabel 3.2	Resume Sondir	34
Tabel 3.3	Resume Bor Mesin	34
Tabel 3.4	Tabel Bor Log BH-01	36
Tabel 3.5	Tabel Bor Log BH-02	37
Tabel 3.6	Resume Hasil Uji Laboratorium STA 217	39
Tabel 3.7	Parameter Tanah Desain (STA 217)	39
Tabel 3.8	Kondisi Sarana Gerbong Batubara	40
Tabel 3.9	Data Koordinat Model Geometri	44
Tabel 4.1	Hasil Perhitungan Irisan Menggunakan AutoCAD	54
Tabel 4.2	Hasil Hitungan Metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan ($\lambda = 0$)	56
Tabel 4.3	Hasil Hitungan Metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan ($\lambda = 0$)	57
Tabel 4.4	Hasil Hitungan Metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan ($\lambda = 0.1$)	57
Tabel 4.5	Hasil Hitungan Metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan ($\lambda = 0.1$)	58
Tabel 4.6	Hasil Hitungan Metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan ($\lambda = 0.1$)	58
Tabel 4.7	Hasil Hitungan Metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan ($\lambda = 5$)	59
Tabel 4.8	Hasil Hitungan Metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan ($\lambda = 5$)	59

Tabel 4.9	Hasil Hitungan Metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan ($\alpha = 5$)	60
Tabel 4.10	Hasil Hitungan Metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan ($\alpha = 5$)	60
Tabel 4.11	Hasil Hitungan Metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan ($\alpha = 0$)	61
Tabel 4.12	Hasil Hitungan Metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan ($\alpha = 0$)	61
Tabel 4.13	Hasil Hitungan Metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan ($\alpha = 0.1$)	62
Tabel 4.14	Hasil Hitungan Metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan ($\alpha = 0.1$)	62
Tabel 4.15	Hasil Hitungan Metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan ($\alpha = 0.1$)	63
Tabel 4.16	Hasil Hitungan Metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan ($\alpha = 5$)	63
Tabel 4.17	Hasil Hitungan Metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan ($\alpha = 5$)	64
Tabel 4.18	Hasil Hitungan Metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan ($\alpha = 5$)	64
Tabel 4.19	Hasil Hitungan Metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan ($\alpha = 5$)	65
Tabel 4.20	Hasil Hitungan Metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan ($\alpha = 5$)	65
Tabel 4.21	Hasil Hitungan Metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan ($\alpha = 0$)	66
Tabel 4.22	Hasil Hitungan Metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan ($\alpha = 0$)	66
Tabel 4.23	Hasil Hitungan Metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan ($\alpha = 0.1$)	67
Tabel 4.24	Hasil Hitungan Metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan ($\alpha = 0.1$)	67
Tabel 4.25	Hasil Hitungan Metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan ($\alpha = 0.1$)	68
Tabel 4.26	Hasil Hitungan Metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan ($\alpha = 5$)	68

Tabel 4.27	Hasil Hitungan Metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan ($\alpha = 5$)	69
Tabel 4.28	Hasil Hitungan Metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan ($\alpha = 5$)	69
Tabel 4.29	Hasil Hitungan Metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan ($\alpha = 5$)	70
Tabel 4.30	Resume Hasil Perhitungan Irisan Bishop	70
Tabel 4.18	Resume Hasil Analisis Menggunakan Plaxis	80
Tabel 4.19	Perbandingan Hasil Hitungan Nilai Faktor Aman (F_s)	81

DAFTAR NOTASI

A	: Luas masing-masing irisan.
a	: Jarak vertikal dari gaya hidrostatik terhadap pusat momen.
b	: Lebar irisan.
c	: Kohesi.
c_d	: Kohesi yang bekerja sepanjang bidang longsor.
E	: Modulus elastisitas.
e	: Jarak vertikal dari pusat massa irisan terhadap pusat massa momen.
F_s	: Angka keamanan.
f	: Gaya tegak lurus dari gaya normal N terhadap pusat massa N .
h	: Tinggi rata-rata irisan.
k	: Koefisien permeabilitas.
N	: Gaya normal total pada dasar irisan.
PI	: Indeks plastis.
R	: Radius lingkaran untuk bidang runtuh busur lingkaran.
S_m	: Gaya geser pada dasar irisan yang diperlukan agar irisan berada dalam kondisi tepat setimbang.
u	: Tekanan air pori.
W	: Berat total irisan.
X	: Gaya anatara irisan vertikal.
x	: Jarak horizontal dari pusat massa irisan terhadap pusat momen.
θ	: Sudut kemiringan dari garis singgung pada titik di tengah dasar irisan terhadap bidang horizontal.
β	: Panjang dasar irisan ($\beta = \sec \alpha$).
τ	: Tegangan geser.
σ	: Tegangan normal.
γ	: Berat jenis tanah.

- γ_{dry} : Berat jenis tanah dalam keadaan kering.
- γ_{sat} : Berat jenis tanah dalam keadaan jenuh air.
- γ_w : Berat jenis air.
- ν : Poisson ratio.
- ϕ : Sudut geser dalam.
- ϕ_d : Sudut geser dalam yang bekerja sepanjang bidang longsor.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Output Program Plaxis	84
Lampiran 2	Data-Data Parameter Tanah	94
Lampiran 3	Multimedia	101