

ANALISIS KARAKTERISTIK TANAH DAN STABILITAS LERENG FAKULTAS EKONOMI UNIVERSITAS LANCANG KUNING

Zainuri

Program Studi Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning
Jalan Yos Sudarso Km. 8 Rumbai Pekanbaru
E-mail : zainuri@unilak.ac.id

Gusneli Yanti

Program Studi Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning
Jalan Yos Sudarso Km. 8 Rumbai Pekanbaru
E-mail : gusneli@unilak.ac.id

Shanti Wahyuni Megasari

Program Studi Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning
Jalan Yos Sudarso Km. 8 Rumbai Pekanbaru
E-mail : shanti@unilak.ac.id

Abstrak

Fakultas Ekonomi Universitas Lancang Kuning berada pada kontur tanah yang berbukit dengan kemiringan lereng berkisar 14° - 27° dan ketinggian tebing antara 5,6 - 7,2 meter dari kaki tebing. Sebagian tebing ada yang telah dibuat bangunan pengaman tebing dan sebagian lagi masih merupakan tebing alami. Gedung tersebut merupakan bangunan bertingkat yang terdiri dari atas dua lantai. Pondasi bangunan berada 2,97 meter dari bibir tebing, dimana sepanjang ± 20 meter dinding tebing belum diberi perkuatan. Untuk menghadapi kemungkinan tersebut perlu dilakukan tindakan pencegahan. Pencegahan dapat dimulai dengan melakukan pemeriksaan tentang karakteristik tanah dan stabilitas lereng di lokasi yang dimaksud. Tetapi yang menjadi permasalahan adalah bagaimana karakteristik tanah dan stabilitas lereng yang berada di belakang Fakultas Ekonomi, Universitas Lancang Kuning, Pekanbaru. Dalam menganalisis digunakan metode deskriptif dengan riset lapangan dan riset laboratorium. Pemeriksaan ini bersifat kuantitatif yang memaparkan perhitungan dan angka-angka dari hasil perhitungan menggunakan metode *Simplified Bishop*. Berdasarkan hasil analisis data didapat karakteristik tanah dan bidang gelincir dengan menggunakan metode *Simplified Bishop* adalah : 1) Karakteristik tanah pembentuk tebing di lokasi pemeriksaan adalah kadar air 21,76%; berat volume (γ) 1,89 gram/cm³; derajat kejenuhan 76,43%; porositas 37,85%; angka pori (e) 0,0609%; *Liquid Limit* 27,825%; *Plastic Limit* 23,090%; Index Plastisitas 4,735%; sudut geser (ϕ) 43,74^o; kohesi (c) 0,285 kg/cm²; berat jenis 2,58; lanau 1,353%; pasir 98,647%; kerikil 0% dan klasifikasi USCS adalah SP. 2) Bidang gelincir untuk tebing Fakultas Ekonomi berbentuk busur dengan jari-jari (R) 20 meter dan nilai faktor keamanan (Fs) sebesar 1,35 mendekati nilai yang diisyaratkan 1,2.

Kata Kunci : Bidang Gelincir, Stabilitas, Tanah, Tebing

Abstract

Faculty of Economics, University of Lancang Kuning is located on hilly ground contours with slope ranging from 14° - 27° and altitude climbing between 5,6 to 7,2 meters from the foot of the cliff. Most of the cliffs there that has created a cliff protection structure and partly still a natural cliff. The building is a multi-storey building consisting of two floors. The foundation of the building is 2,97 meters from the cliff edge, where ± 20 meters along the cliff wall has not given reinforcements. To deal with these possibilities necessary precautions. Prevention can be started by doing research on soil characteristics and slope stability at the location in question. But the problem is how the soil characteristics and slope stability are behind the Faculty of Economics, University of Lancang Kuning, Pekanbaru. To analyze, we used descriptive method with field research and laboratory research. This research was quantitative to explain counting and numbers from the result using Simplified Bishop. Based on the analysis of data obtained characteristics of the soil and the sliding plane using Simplified Bishop method are: 1) The characteristics of soil-forming cliffs at the study site is the water content of 21,76%; volume weight (γ) of $1,89 \text{ g/cm}^3$; the degree of saturation of 76,43%; 37,85% porosity; void ratio (e) 0,0609%; Liquid Limit 27,825%; Limit Plastically 23,090%; Plasticity Index of 4,735%; shear angle (ϕ) $43,74^{\circ}$; cohesion (c) $0,285 \text{ kg/cm}^2$; the specific gravity of 2,58; silt 1,353%; sand 98,647%; gravel 0% and classification USCS is SP. 2) Field slip to the cliff Faculty of Economics shaped arc with radius (R) of 20 meters and the value of the safety factor (F_s) at 1,35 approaching the implied value of 1,2.

Keywords : *sliding plane, stability, soil, rock*

A. PENDAHULUAN

Fakultas Ekonomi Universitas Lancang Kuning berada pada kontur tanah yang berbukit dengan kemiringan lereng berkisar 14° - 27° dan ketinggian tebing antara 5,6 - 7,2 meter dari kaki tebing. Sebagian tebing ada yang telah dibuat bangunan pengaman tebing dan sebagian lagi masih merupakan tebing alami. Gedung tersebut merupakan bangunan bertingkat yang terdiri dari atas dua lantai. Pondasi bangunan berada 2,97 meter dari bibir tebing, dimana sepanjang ± 20 meter dinding tebing belum diberi perkuatan. Untuk menghadapi kemungkinan tersebut perlu dilakukan tindakan pencegahan. Pencegahan dapat dimulai dengan melakukan pemeriksaan tentang karakteristik tanah dan stabilitas lereng di lokasi yang dimaksud. Tetapi yang menjadi permasalahan adalah bagaimana karakteristik tanah dan stabilitas lereng yang berada di belakang Fakultas Ekonomi, Universitas Lancang Kuning, Pekanbaru. Tebing yang diteliti dibatasi pada dinding lereng yang belum memiliki bangunan pengaman tebing berada di belakang bangunan gedung baru sepanjang 20 meter.

B. TINJAUAN PUSTAKA

1. Tanah

Tanah merupakan himpunan mineral, bahan organik, serta endapan-endapan yang relatif lepas dan biasanya terletak di atas batuan dasar, demikian menurut Hardiyatmo (1992) dalam Rajagukguk dkk, (2014). Pengujian dilakukan untuk mendapatkan data-data parameter tanah berupa sifat fisik tanah (*index properties soil*) dan sifat teknik

tanah (*engineering properties soil*). Pengujian yang dilakukan di laboratorium antara lain (Sutarman E, 2012) :

- a. Pengujian analisa saringan
- b. Pengujian kadar air

$$W = \frac{W_w}{W_s} \quad (1)$$

- c. Pengujian berat jenis

$$G_s = \frac{W_s}{V_s \cdot \gamma_w} \quad (2)$$

- d. Pengujian berat isi

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad (3)$$

- e. Pengujian batas-batas Atterberg
- f. Pengujian geser langsung

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \quad (4)$$

2. Stabilitas Lereng

Secara umum lereng dibagi atas 3 jenis yaitu (Rajagukguk dkk, 2014) :

- a. Lereng alam yaitu lereng yang terjadi akibat proses-proses alamiah, misalnya lereng pada perbukitan
- b. Lereng yang dibuat dalam pada tanah asli misalnya tanah dipotong untuk pembuatan jalan atau saluran irigasi
- c. Lereng yang dibuat dari tanah yang dipadatkan seperti tanggul atau bendungan urugan tanah

Stabilitas lereng dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti topografi, geologi, hidrologi dan iklim. Ada beberapa penyebab terjadinya kelongsoran lereng menurut Hardiyatmo (1992) dalam Rajagukguk dkk, (2014) antara lain :

- a. Penambahan beban pada lereng
- b. Penggalan atau pemotongan tanah pada kaki lereng
- c. Perubahan posisi muka air secara cepat pada bendungan, sungai dan lain-lain
- d. Gempa bumi
- e. Jenis tanah
- f. Kondisi geometrik lereng

Cara untuk menstabilkan atau memperbaiki lereng yang mungkin akan terjadi kelongsoran yaitu menurut Rajagukguk dkk, (2014) ada beberapa macam, yaitu :

- a. Membuat lereng menjadi lebih datar atau mengurangi sudut kemiringan lereng tersebut. Ini cocok untuk lereng yang tidak terlalu tinggi
- b. Memperkecil ketinggian lereng
- c. Merubah lereng menjadi *multy slope*
- d. Menambah *counter weight* yaitu tanah timbunan pada kaki lereng

3. Metode *Simplified Bishop*

Metode adalah metode yang diperkenalkan oleh A.W. Bishop pada tahun 1955. Metode *Simplified Bishop* lebih sering disebut dengan metode Bishop. Metode ini dapat digunakan untuk menentukan bidang gelincir yang dapat terjadi pada lereng. Metode ini digunakan untuk menentukan faktor keamanan lereng (F_s) dengan menggunakan asumsi bahwa gaya-gaya yang bekerja pada sisi-sisi irisan memiliki resultan nol pada arah vertikal (Indriani L, 2012).

Rumus metode *Simplified Bishop* yang digunakan untuk mencari faktor keamanan terhadap gelincir adalah (Das BM, 2005) :

$$F_s = \frac{1}{\sum W \cdot \sin \alpha} \sum \left(\frac{\{c' \cdot b + W \tan \phi\} \frac{\sec \alpha}{1 + \frac{\tan \alpha \tan \phi'}{F}}}{F} \right) \quad (5)$$

Keterangan :

- W = Berat tanah setiap irisan (ton) = $\gamma \cdot b \cdot h$
- h = Tinggi pada setiap irisan (m)
- γ = Berat isi tanah (ton/m³)
- c' = Kohesi tanah (ton/m²)
- ϕ' = Sudut geser dalam (°)
- γ_w = Berat isi air (ton/m³)
- h_w = Jarak vertikal dari titik pusat di bawah muka air tanah (m)
- b = Lebar pada setiap irisan (m)
- α = Sudut kemiringan dasar pada setiap irisan (°)
- F = Faktor keamanan asumsi
- F_s = Faktor keamanan

Harus dipertimbangkan pula perbedaan antara anggapan-anggapan yang tak terelakkan yang digunakan dalam analisis. Dalam hal ini termasuk semua kesalahan dari konstanta-konstanta mekanika tanah dengan harga sebenarnya dari lapisan tanah. Sehingga biasanya digunakan persamaan berikut ini (Sosrodarsono S, Nakazawa, K, 2000) :

$$F_s \geq 1,2 \quad (6)$$

C. METODOLOGI PENELITIAN

1. Data

Data yang dikumpulkandikelompokkan atas dua jenis data, yaitu :

- a. Data primer yang merupakan data mentah yang belum mengalami pengolahan. Data primer terdiri dari : laporan pengukuran dan pengambilan sampel tanah, hasil pemeriksaan tanah di laboratorium.

- b. Data sekunder merupakan data yang telah mengalami pengolahan.

2. Analisis Data

Dalam menganalisis data digunakan metode deskriptif dengan riset lapangan dan riset laboratorium. Pengujian ini bersifat kuantitatif yang memaparkan perhitungan dan angka-angka dari hasil perhitungan menggunakan metode *Simplified Bishop*. Langkah-langkah dalam menganalisis data adalah sebagai berikut :

- a. Melakukan pengukuran topografi di lokasi pemeriksaan dengan menggunakan alat theodolit.
- b. Mengambil sampel tanah di lokasi pemeriksaan dengan menggunakan *handbore* jenis *auger*.
- c. Memeriksa sampel tanah di laboratorium untuk menentukan karakteristik tanah.
- d. Menggambar bidang gelincir bundar dibagi menjadi beberapa irisan vertikal. Biasanya lebar dibuat sama, walaupun bukan merupakan persyaratan yang mutlak.
- e. Mengukur lebar (b), ketinggian (h) dan sudut kemiringan dasar pada setiap irisan.
- f. Menghitung beban mati dan beban hidup akibat penambahan beban pada lereng.
- g. Menghitung berat irisan (W) pada bidang gelincir dengan rumus :

$$W = \gamma \cdot b \cdot h \quad (7)$$

- h. Menentukan nilai F asumsi sebagai percobaan awal dan menghitung nilai :

$$1 + \frac{\frac{\sec \alpha}{\tan \alpha \tan \phi'}}{F} \quad (8)$$

- i. Menentukan nilai $W \sin \alpha$ pada setiap segmen dan selanjutnya dijumlah untuk mendapatkan nilai $\sum W \sin \alpha$.
- j. Menghitung faktor keamanan (F) dengan rumus :

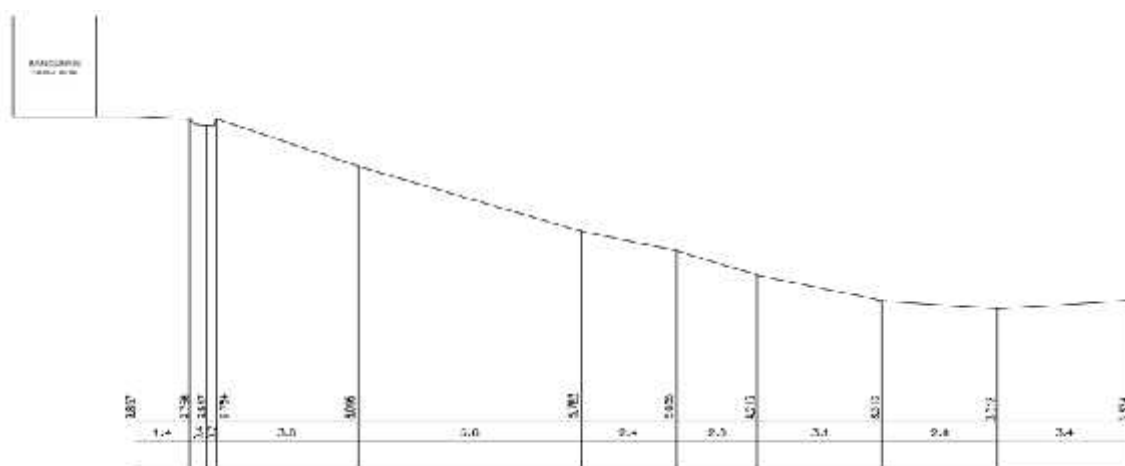
$$F_s = \frac{1}{\sum W \cdot \sin \alpha} \sum \left(\{c' \cdot b + W \tan \phi'\} \frac{\sec \alpha}{1 + \frac{\tan \alpha \tan \phi'}{F}} \right) \quad (9)$$

- k. Ulangi perhitungan di atas untuk mendapatkan nilai $F_s = 1,2$.
- b. Setelah langkah-langkah pemeriksaan dilaksanakan, laporan akhir dibuat dengan hasil berupa karakteristik tanah dan stabilitas lereng terhadap gelincir.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Topografi

Topografi ditentukan dengan melakukan pengukuran langsung di lapangan dengan menggunakan alat theodolit, tepatnya pada tebing yang terdapat di belakang gedung Fakultas Ekonomi, Universitas Lancang Kuning. Hasil pengukuran topografi tebing didapat elevasi atas tebing +9,784 meter dan elevasi bagian bawah tebing +3,018 meter. Lokasi topografi tebing dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Topografi Tebing Fakultas Ekonomi

2. Karakteristik Tanah

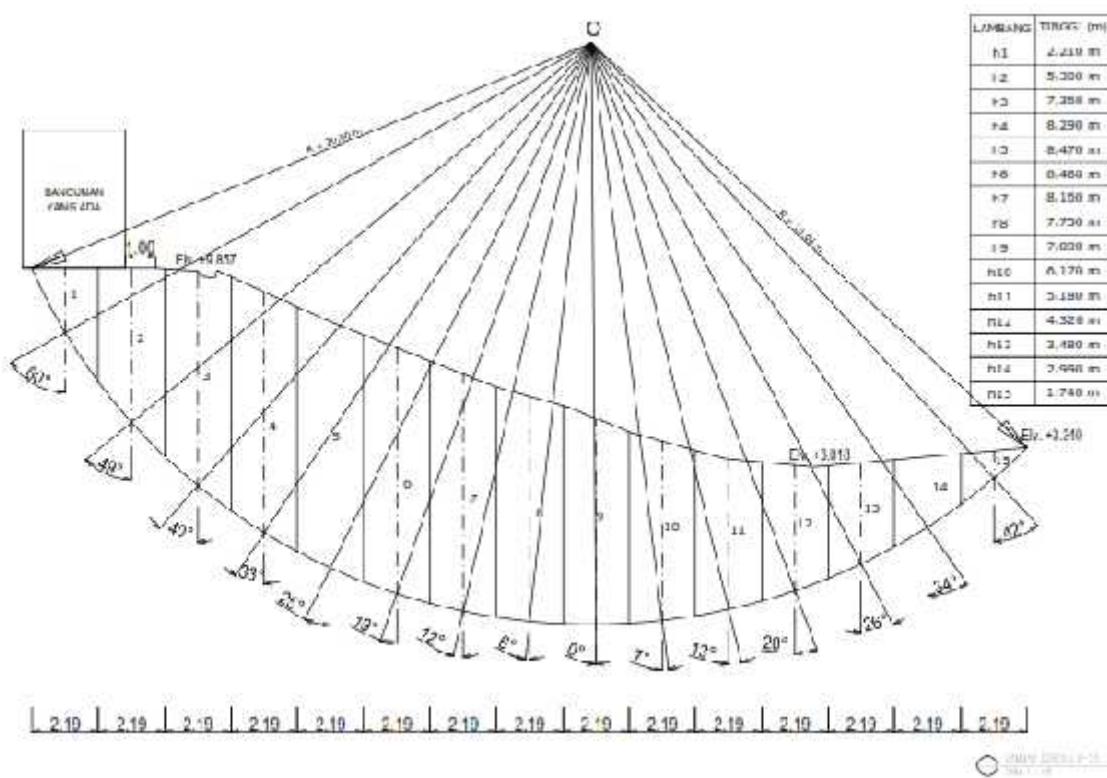
Karakteristik tanah di lokasi pemeriksaan diperoleh dari hasil pemeriksaan laboratorium. Hasil pemeriksaan tanah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Tanah

No.	Parameter Pengujian	No. Bor		
		Titik 1	Titik 2	Rerata
1	Kadar air tanah asli (%)	19,18	24,35	21,76
2	Berat volume (gram/cm ³)	1,89	1,89	1,89
3	Derajat kejenuhan (%)	72,26	80,60	76,43
4	Porositas (%)	36,95	38,75	37,85
5	Angka pori (e)	0,586	0,633	0,609
6	Liquid limit (%)	28,726	26,924	27,825
7	Plastis limit (%)	22,439	23,740	23,090
8	Index plastisitas (IP) (%)	6,287	3,184	4,735
9	(derajat)	43,32	44,17	43,74
10	c (kg/cm ²)	0,287	0,284	0,285
11	Specific gravity	2,58	2,58	2,58
12	Lempung/lanau (%)	2,622	0,084	1,353
13	Pasir (%)	97,378	99,916	98,647
14	Kerikil (%)	0,000	0,000	0,000
15	Klasifikasi USCS	SP	SP	SP
16	Warna	Kuning	Kuning	Kuning

3. Analisis Stabilitas Lereng Dengan Metode *Simplified Bishop*

Kekuatan tebing di belakang gedung Fakultas Ekonomi harus benar-benar diperhitungkan secara cermat agar dikemudian hari tidak menimbulkan kerugian materil akibat retak, miring bahkan robohnya bangunan yang telah berdiri berhampiran dengan tebing tersebut. Analisis stabilitas lereng Fakultas Ekonomi terhadap gelincir dilakukan dengan metode *Simplified Bishop* untuk mengetahui batas minimal faktor keamanan stabilitas lereng tebing. Perhitungan yang dipakai dengan rumus yang ada dengan menggunakan perhitungan coba-coba untuk menentukan bidang lengkung. Untuk mendapatkan batas minimal faktor keamanan dilakukan beberapa alternatif penggambaran bidang gelincir dengan jari-jari 15 m, 20 m dan 25 m. Dari ketiga alternatif tersebut, bahwa alternatif 2 dengan jari-jari (R) 20 m yang mendekati faktor keamanan yang disyaratkan. Hasil perhitungan faktor keamanan (F_s) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 3. Bidang Gelincir dengan Jari-jari 20 meter

Faktor keamanan awal (F) yang diperhitungkan sama dengan alternatif sebelumnya yaitu 0,423. Lereng alternatif 2 dibagi menjadi 15 irisan. Dengan menggunakan faktor keamanan 0,423 didapat nilai faktor keamanan (F_s) sebesar 1,35. Faktor keamanan yang didapat pada percobaan pertama dipakai sebagai faktor keamanan pada perhitungan kedua. Sehingga nilai F_s 1,35 yang digunakan untuk menentukan gambar bidang gelincir karena nilai F_s yang didapat mendekati nilai 1,2 seperti yang diisyaratkan.

Tabel 2. Analisis Faktor Keamanan dengan Jari-jari (R) 20 meter

Iris-an	b (m)	h (m)	W (ton)	q =M+H (ton)	r (°)	Sin r	(q+W) Sin r (ton)	c.b (ton)	(q+W) Tan { (ton)	9+10	$\frac{\sec \alpha}{1 + \frac{\tan \alpha \tan \phi'}{F}}$		11 x 12	
											F=0,423	F=1,35	F=0,423	F=1,35
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13	
1	2,19	2,21	9,15	42,45	60,0	0,87	44,68	0,62	49,38	50,00	0,41	0,90	20,33	44,82
2	2,19	5,30	21,94	42,45	49,0	0,75	48,59	0,62	61,62	62,24	0,42	0,84	26,33	52,19
3	2,19	7,36	30,46	42,45	40,0	0,64	46,87	0,62	69,78	70,40	0,45	0,82	31,71	57,56
4	2,19	8,29	34,31	42,45	33,0	0,54	41,81	0,62	73,46	74,08	0,48	0,82	35,77	60,43
5	2,19	8,47	35,06	42,45	25,0	0,42	32,76	0,62	74,17	74,80	0,54	0,83	40,16	61,98
6	2,19	8,46	35,02	42,45	19,0	0,33	25,22	0,62	74,13	74,76	0,59	0,85	44,44	63,52
7	2,19	8,16	33,78	42,45	12,0	0,21	15,85	0,62	72,94	73,57	0,69	0,89	50,79	65,34
8	2,19	7,75	32,08	42,45	6,0	0,10	7,79	0,62	71,32	71,94	0,81	0,94	58,44	67,31
9	2,19	7,09	29,35	42,45	0,0	0,00	0,00	0,62	68,71	69,33	1,00	1,00	69,33	69,33
10	2,19	6,17	25,54	42,45	-7,0	-0,12	-8,29	0,62	65,06	65,69	1,40	1,10	91,63	72,51
11	2,19	5,18	21,44	42,45	-13,0	-0,22	-14,37	0,62	61,14	61,76	2,15	1,23	132,70	75,84
12	2,19	4,32	17,88	42,45	-20,0	-0,34	-20,63	0,62	57,73	58,36	6,03	1,44	351,69	83,78
13	2,19	3,48	14,40	42,45	-26,0	-0,44	-24,92	0,62	54,41	55,03	-10,76	1,70	-592,13	93,72
14	2,19	2,99	12,38	42,45	-34,0	-0,56	-30,66	0,62	52,47	53,09	-2,29	2,32	-121,76	123,03
15	2,19	1,74	7,20	42,45	-42,0	-0,67	-33,22	0,62	47,51	48,14	-1,30	3,74	-62,47	179,98
Jumlah							131,47	Jumlah				176,98	1171,35	
								Faktor Keamanan (F_s)				1,35	8,91	

4. Pembahasan

Gedung Fakultas Ekonomi Universitas Lancang Kuning yang terdiri dari 2 lantai, yang berada tidak jauh dari bibir tebing dengan kedalamannya mencapai 6,766 m. Sebagian tebing belum memiliki bangunan pengaman tebing. Setelah mengamati topografi dan kondisi tanah pembentuk tebing, dan berdasarkan data-data yang terkumpul dilakukan perhitungan untuk menentukan bidang gelincir pada daerah dimaksud. Hal tersebut perlu dilakukan untuk memastikan apakah bangunan di atas tebing aman dari bidang gelincir. Dengan memperhitungkan bidang gelincir menggunakan Metode *Simplified Bishop* dibuat tiga alternatif untuk memilih model bidang gelincir yang mungkin saja akan terjadi dikemudian hari sesuai persyaratan yang berlaku.

Dengan melakukan perhitungan sesuai metode yang digunakan dari tiga alternatif yang dibuat dan berdasarkan kriteria yang ditetapkan maka alternatif 2 dengan jari-jari lengkungan 20 m merupakan perkiraan bidang gelincir yang paling sesuai untuk lokasi yang ditetapkan. Pada penggambaran bidang gelincir alternatif 2 terlihat bahwa sebagian bangunan gedung Fakultas Ekonomi tersebut berada dalam bidang gelincir.

Berbeda tebing yang diperhitungkan akan berbeda pula bidang gelincir yang diperoleh meskipun metode perhitungan yang digunakan adalah sama yaitu sama-sama menggunakan metode *Simplified Bishop*. Seperti pada Zainuri dkk (2016) sebelumnya pada lereng sungai Kampar yang berada di Desa Simpang Kubu, bidang gelincir yang diperoleh dengan jari-jari (R) 10 m nilai faktor keamanan (F_s) sebesar 1,78. Perbedaan karakteristik tebing menyebabkan hasil perhitungan yang berbeda. Dari segi fisik yang terlihat, tebing sungai Kampar di desa Simpang Kubu dialiri oleh sebuah sungai sementara tebing yang terdapat di belakang Fakultas Ekonomi, Universitas Lancang Kuning, berupa lereng kering yang tidak dialiri oleh sungai.

Penggambaran bidang gelincir digunakan juga untuk merencanakan bangunan pengaman tebing. Dengan mengetahui bidang gelincir, maka bisa direncanakan posisi

bangunan pengaman tebing yang aman. Bila akan dibangun bangunan pengaman tebing, maka posisi yang aman adalah berada di luar bidang longsor agar bangunan pengaman tebing dapat bertahan dari keruntuhan yang mungkin terjadi. Apabila pembangunan pengaman tebing mengabaikan bidang gelincir dan bangunan didirikan berada di dalam bidang longsor maka dapat diprediksi bangunan yang dibuat tersebut tidak akan bertahan lama sebab tidak akan mampu menahan longsoran yang terjadi.

E. KESIMPULAN

Berdasarkan data-data yang diperoleh dan kemudian dianalisis dengan menggunakan metode *Simplified Bishop* maka diperoleh kesimpulan :

1. Karakteristik tanah pembentuk tebing di lokasi pemeriksaan adalah :
 - a. Kadar air = 21,76 %
 - b. Berat volume () = 1,89 gram/cm³
 - c. Derajat kejenuhan = 76,43 %
 - d. Porositas = 37,85 %
 - e. Angka pori (e) = 0,0609 %
 - f. *Liquid Limit* = 27,825 %
 - g. *Plastis Limit* = 23,090 %
 - h. Index Plastisitas = 4,735 %
 - i. Sudut geser () = 43,74°
 - j. Kohesi (c) = 0,285 kg/cm²
 - k. Berat jenis = 2,58
 - l. Lanau = 1,353 %
 - m. Pasir = 98,647 %
 - n. Kerikil = 0 %
 - o. Klasifikasi USCS adalah SP
2. Bidang gelincir untuk tebing Fakultas Ekonomi Universitas Lancang Kuning berbentuk busur dengan jari-jari (R) 20 meter dan nilai faktor keamanan (Fs) sebesar 1,35 mendekati nilai yang diisyaratkan 1,2.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles J.E., 2005, *Analisis dan Desain Pondasi Jilid I*, Erlangga, Jakarta.
- Budi G.S., 2011, *Pondasi Dangkal*, Andi, Yogyakarta.
- Das B.M., 2005, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip dan Rekayasa Geoteknis)*, Erlangga, Jakarta.
- Indriani L., 2012, *Studi Perencanaan Turap Baja untuk Perkuatan Tebing Sungai Seruyan di Desa Pematang Panjang Kabupaten Seruyan*, Jurnal Penelitian Dosen Fakultas Teknik Universitas Darwan Ali 3 : 1-5.
- Murri M.M., Surjandari N.S., As'ad S., 2014, *Analisis Stabilitas Lereng Dengan Pemasangan Bronjong (Studi Kasus di Sungai Gajah Putih, Surakarta)*, Jurnal Matriks Teknik Sipil 2 : 162-169.
- Rajagukguk O.C.P., Turangan A.E., Monintja S., 2014, *Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Bishop (Studi Kasus : Kawasan Citraland sta. 1000 m)*, Jurnal Sipil Statik 2 (3) : 140-147.
- Sosrodarsono S., Nakazawa K., 2000, *Mekanika Tanah & Teknik Pondasi*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sutarman E., 2012, *Konsep Aplikasi Mekanika Tanah*, CV. Andi Offset, Yogyakarta.

- Suyono N.T., 2007, *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung - 1983*, Jakarta.
- Wesley L.D., 2012, *Mekanika Tanah untuk Tanah Endapan dan Residu*, Andi. Yogyakarta.
- Zainuri, Yanti G., Megasari S.W., 2015, *Analisis Dinding Pengaman Tebing Counterfort pada Tebing Sungai Mempura untuk Pengamanan Situs Bersejarah di Desa Sungai Mempura*, Pekanbaru.
- Zainuri, Yanti G., Megasari S.W., 2016, *Analisis Stabilitas Lereng Sungai Kampar Terhadap Gelincir di Desa Simpang Kubu Dengan Metode Simplified Bishop*, Pekanbaru.