



JURNAL RONA TEKNIK PERTANIAN
ISSN : 2085-2614; e-ISSN 2528 2654
JOURNAL HOMEPAGE : <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/RTP>



**Perencanaan Stabilitas Lereng Timbunan untuk Perbaikan Saluran Irigasi Sugih,
Desa Cibedug, Kecamatan Ciawi, Kab. Bogor**

**Nurul Chayati¹, Feril Hariati^{1*}, Alimuddin¹, Fadhila Muhammad Libasut
Taqwa¹, Muhammad Ilham¹**

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun
Jl. Sholeh Iskandar Km. 2, Bogor, Jawa Barat, Indonesia

*E-mail: feril.hariati@uika-bogor.ac.id

Abstrak

Saluran irigasi Sugih yang terletak di Desa Cibedug, Kecamatan Ciawi, Kabupaten Bogor sudah tidak dapat berfungsi pasca terjadinya longsor di kawasan tersebut pada akhir tahun 2020. Longsor tersebut sampai saat ini belum dilakukan perbaikan. Ratusan hektar sawah di Kp. Turki Rt 01 Rw 03 Desa Cibedug dipastikan gagal panen pada musim ini. Saluran irigasi Sugih yang diandalkan oleh warga untuk mengairi sawahnya terputus akibat bencana longsor. Tujuan dari penelitian adalah menganalisis sifat fisis dan mekanis tanah di saluran irigasi Sugih Desa Cibedug, Kecamatan Ciawi Kabupaten Bogor serta melakukan analisis stabilitas lereng dengan Metode Bishop Disederhanakan (*Simplified Bishop Method*) dan menggunakan aplikasi Autocad 2018 untuk mendapatkan perencanaan stabilitas lereng dan timbunan tanah yang diperlukan. Hasil analisis sifat fisis, mekanis didapatkan nilai parameter tanah. Berat isi tanah kering (γ_{dry}) 13,60 kN/m³, berat isi (γ) rata rata sebesar 2,18 gr/cm³, nilai sudut geser tanah (ϕ) sebesar 26,19° dan nilai lekatan antara partikel tanah kohesi (c) sebesar 0,09 kN/m², pada *software* Autocad 2018 didapatkan dimensi lereng 1 : 1, volume galian sebesar 1.594 m³, timbunan sebesar 1.830,26 m³ dan luasan longsor sebesar 1.000,30 m². Berdasarkan perhitungan menggunakan Metode Bishop Disederhanakan didapatkan nilai faktor keamanan (*safety factor*) 1,83 sehingga lereng yang direncanakan tersebut stabil.

Kata kunci: Stabilitas lereng, Sifat fisis dan mekanis tanah, Metode Bishop Disederhanakan, *Safety factor*

**Embankment Slope Stability Planning for Sugih Irrigation Channel Improvement,
Cibedug Village, Ciawi District, Bogor Regency**

**Nurul Chayati¹, Feril Hariati^{1*}, Alimuddin¹, Fadhila Muhammad Libasut Taqwa¹,
Muhammad Ilham¹**

¹Study Program of Civil Engineering, Faculty of Engineering and Science,
Ibn Khaldun University
Sholeh Iskandar Street, Km. 2, Bogor City, West Java, Indonesia

*E-mail: feril.hariati@uika-bogor.ac.id

Abstract

The Sugih irrigation channel which is located in Cibedug Village, Ciawi District, Bogor Regency is no longer functioning after the landslide occurred in the area at the end of 2020. Until now, the landslide has not been repaired. Hundreds of hectares of rice fields in Kp. Turki Rt 01 Rw 03, Cibedug Village is confirmed to have failed crops this season. The Sugih irrigation channel that residents rely on to irrigate their fields was cut off due to landslides. The purpose of the study was to analyze the physical and mechanical properties of the soil in the Sugih irrigation channel of Cibedug Village, Ciawi District, Bogor Regency and to analyze the slope stability using the simplified Bishop method and use the Autocad 2018 application to obtain the required slope stability and soil fill plan. The results of the analysis of physical and mechanical properties obtained soil parameter values. Dry soil fill weight (γ_{dry}) 13.60 kN/m³, bulk density (γ) average of 2.18 g/cm³, angular value of soil shear value (ϕ) of 26.19° and the value of coherence between cohesion soil particles (c) 0.09 kN/m², in the Autocad 2018 software a 1: 1 slope dimension is obtained the excavation volume of 1,594 m³, an embankment of 1,830.26 m³ and landslide area of 1,000.30 m². Based on calculations using the simplified Bishop Method, it is obtained the value of the safety factor (safety factor) 1.83 so that the planned slope is stable.

Keywords: *Slope stability, soil physical and mechanical properties, Simplified Bishop Method, safety factor*

PENDAHULUAN

Tanah adalah material yang terdiri dari agregat (butiran), mineral-mineral padat yang tidak tersedimentasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1999). Pemadatan tanah adalah proses naiknya kerapatan tanah dengan memperkecil jarak antar partikel sehingga terjadi reduksi volume udara tidak terjadi perubahan volume air yang cukup berarti pada tanah tersebut. Tingkat pemadatan diukur dari berat volume kering yang dipadatkan. Pada awal proses pemadatan, berat volume kering (γ_d) bertambah ketika kadar air bertambah. Pada kadar air nol ($w = 0$), berat volume tanah basah (γ_b) sama dengan berat volume tanah kering (γ_d). Ketika kadar air berangsur-angsur ditambah (dengan usaha pemadatan yang sama), berat butiran tanah padat per volume satuan (γ_d) juga bertambah. Pada kadar air lebih besar dari kadar air tertentu,

yaitu saat kadar air optimum, kenaikan kadar air justru mengurangi berat volume keringnya. Hal ini karena, air mengisi rongga pori yang sebelumnya diisi oleh butiran padat. Kadar air pada saat berat volume kering mencapai maksimum (γ_{d-max}) disebut kadar air optimum (Hardiyatmo, 2002; Abramson dkk, 1996).

Stabilitas tanah pada lereng dapat terganggu akibat pengaruh alam, iklim dan aktivitas manusia. Longsor terjadi karena ketidakseimbangan gaya yang bekerja pada lereng atau gaya di daerah lereng lebih besar daripada gaya penahan yang ada di lereng tersebut (Rajagukguk dkk, 2014). Kerusakan yang ditimbulkan akibat longsor ini bukan hanya kerusakan secara langsung seperti rusaknya fasilitas umum, hilangnya lahan-lahan pertanian, korban jiwa, akan tetapi kerusakan secara tidak langsung melumpuhkan kegiatan ekonomi dan pembangunan daerah yang terkena bencana. Lereng dikatakan stabil jika gaya yang menahan lebih besar daripada gaya yang mendorong, secara teoritis lereng dikatakan stabil pada kondisi $FK > 1$ (lereng stabil) (Nugroho, 2020).

Daerah Desa Cibedug, Kecamatan Ciawi, Kabupaten Bogor terdapat saluran irigasi Sugih yang merupakan salah satu kawasan berlereng yang terkena bencana longsor. Saluran irigasi Sugih sudah tidak lagi berfungsi sebagaimana mestinya, pasca kejadian terputusnya saluran tersebut hingga sampai kini belum mendapat penanganan. Ratusan hektar sawah di Kp. Turki Rt 01 Rw 03 Desa Cibedug sudah dipastikan gagal panen pada musim ini. Saluran irigasi yang diandalkan oleh warga untuk mengairi sawahnya, terputus akibat bencana longsor sehingga longsor itu diperlukan perbaikan lereng. Sebelum perbaikan lereng dilakukan, perlu diadakan pengujian tanah untuk mengetahui sifat fisis dan mekanis tanah di daerah tersebut. Setelah dilakukan pengujian tanah maka akan dilakukan perencanaan stabilitas lereng sebagai metode perbaikan lereng untuk saluran irigasi.

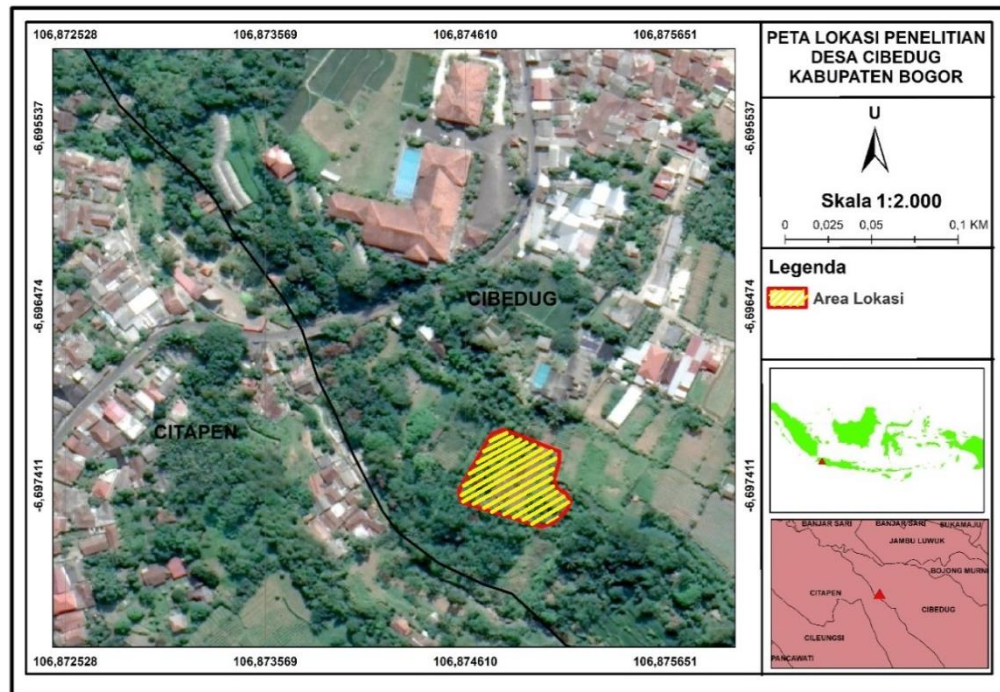
Perhitungan stabilitas lereng dapat dilakukan dengan menggunakan metode irisan (Ilyas, 1994; Mau dkk, 1997; Taqwa dkk, 2017; Arifin & Hariati, 2020), atau dengan metode elemen hingga (*finite element method*) (Gouw & Dave, 2012; Sari & Hamdhan, 2019; Rojudin dkk, 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sifat fisis dan mekanis tanah di saluran irigasi Sugih Desa Cibedug, Kecamatan Ciawi Kabupaten Bogor serta melakukan analisis stabilitas lereng dengan mempergunakan Metode Bishop Disederhanakan dan menggunakan aplikasi Autocad 2018 untuk mendapatkan perencanaan stabilitas lereng dan timbunan tanah yang diperlukan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama tiga bulan yaitu bulan Juli sampai dengan September 2020 di daerah longsor saluran irigasi Sugih, Desa Cibedug, Kecamatan Ciawi, Kabupaten Bogor. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1, 2 berikut.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

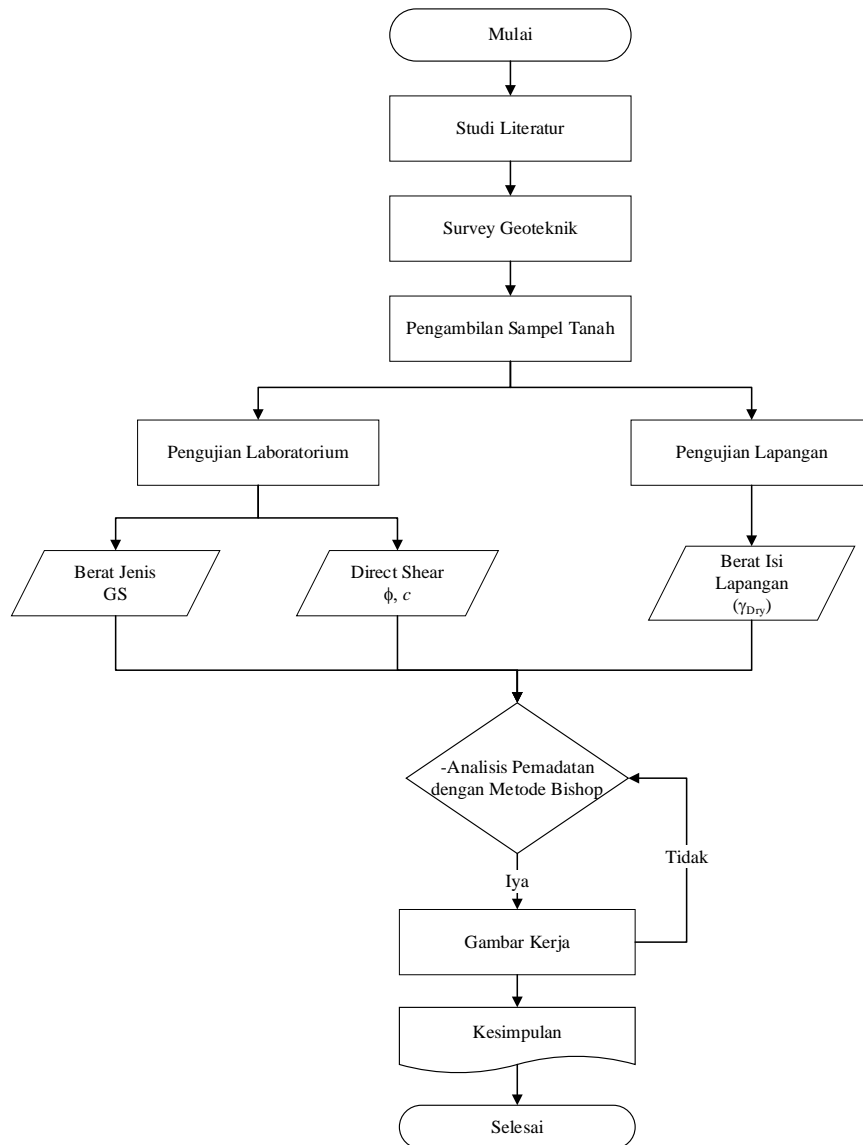


Gambar 2. Situasi Longsor

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah sedangkan alat yang digunakan meliputi *Total Station*, Alat Uji Berat Isi Lapangan (*Unit Weight*), Alat Uji Berat Jenis (*Specific Gravity*), Alat Uji Geser Langsung (*Direct Shear*), Alat Uji Pengukuran dan *Software Autocad 3D 2018*.

Pendekatan penelitian menggunakan Metode Bishop Disederhanakan, pengambilan sampel tanah dilakukan pada saat survei lokasi dan pengujian tanah di laboratorium. Diagram alir penelitian disajikan pada Gambar 3. berikut.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Sifat Fisis dan Mekanis

Dari hasil pengujian sifat fisis dan mekanis tanah didapatkan hasil data parameter tanah pengujian berat isi lapangan, pengujian berat jenis tanah dan pengujian geser langsung. Hasil pengujian parameter fisik tanah disajikan pada tabel berikut:

Tabel 1. Hasil pengujian parameter fisik tanah

Titik	Kadar Air (%)	Berat Isi (gr/cm ³)	Berat Isi Kering (gr/cm ³)	Derajat Kejujahan (D _s (%))	Porositas (%)
Tanah A	56,98	2,19	1,41	48,89	17,41
Tanah B	60,89	2,17	1,36	44,64	16,61

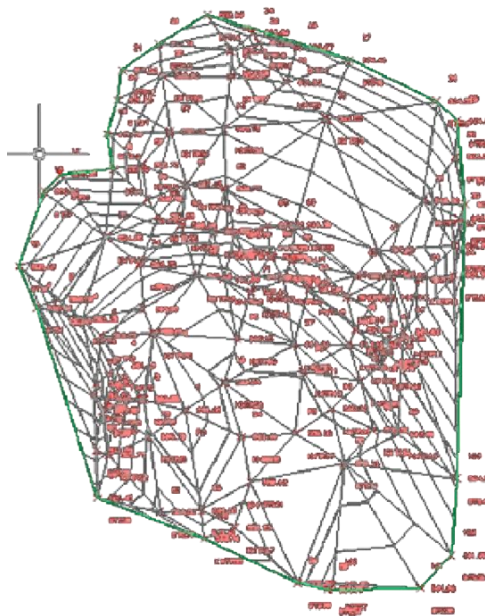
Kadar air tanah berkisar pada 56,98-60,89%, sedangkan berat isi tanah kering rata rata dari kedua sampel adalah $1,39 \text{ gr/cm}^3$ dan di konversikan ke kN/m^3 $1,39 \times 9,81 = 13,60 \text{ kN/m}^3$. Hal ini mengindikasikan bahwa tanah di lokasi penelitian merupakan tanah dengan jenis lempung lembek (*soft clay*) (Das, 1999).

Berdasarkan hasil pengujian *specific gravity* sesuai SNI 03-1964-2008 Tentang Cara Uji Berat Jenis Tanah didapatkan nilai γ rata rata sebesar $2,18 \text{ gr/cm}^3$ sehingga tanah tersebut tergolong dalam jenis *bentonite* (batu yang mengandung *montmorillonit* pembentukannya berasal dari abu vulkanik) menurut tabel berat jenis senyawa mineral tanah (Das, 1999).

Berdasarkan hasil pengujian geser langsung sesuai SNI 03-2813-2008 Tentang Cara Uji Kuat Geser Langsung Tanah Terkonsolidasi dan Terdrainase, didapatkan nilai gesek tanah ϕ sebesar $26,19^\circ$ dan nilai lekatan antara partikel tanah kohesi (c) sebesar $0,09 \text{ kN/m}^2$

Pemodelan Profil Lereng Tanah

Hasil pengukuran elevasi diketahui bahwa elevasi BM (*benchmark*) yaitu 592,060 m dan elevasi saluran irigasi Sugih yaitu 596,530 m. Hasil pengukuran titik koordinat pada luasan area longsor yang disajikan pada gambar berikut.



Gambar 4. Koordinat lokasi longsor

Pembuatan Model Longsor Dengan Menggunakan Program Autocad

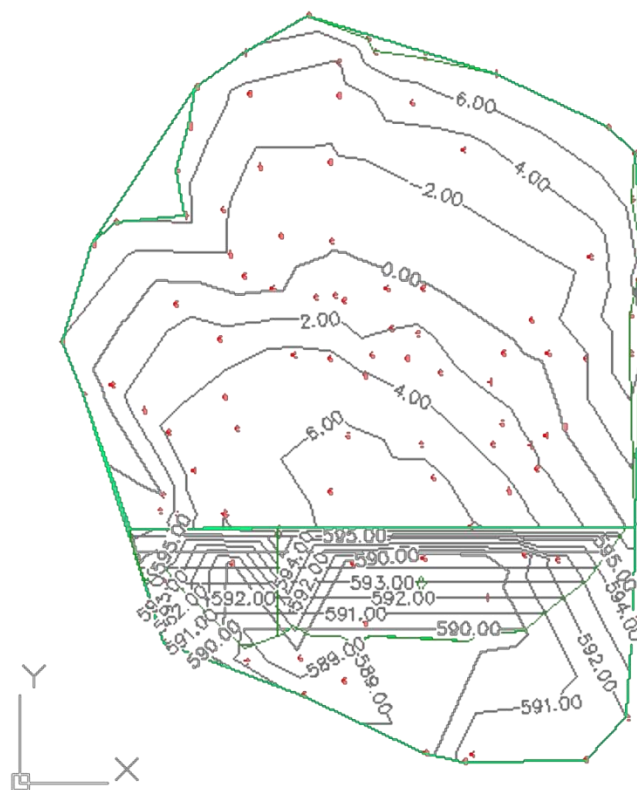
Pemodelan perencanaan stabilitas tanah menggunakan bantuan *software* Autocad 2018 dengan menginput data koordinat X, Y dan elevasi, dimana didapatkan kondisi kontur awal longsor sebelum ditimbun pada longsor saluran irigasi Sugih yang disajikan pada gambar berikut.



Gambar 5. Kontur awal longoran

Hasil Lereng Rencana, Galian Timbunan dan Luasan

Didapatkan hasil lereng rencana yaitu 1:1 yang disajikan pada gambar berikut.



Gambar 6. Kontur hasil analisis profil longoran

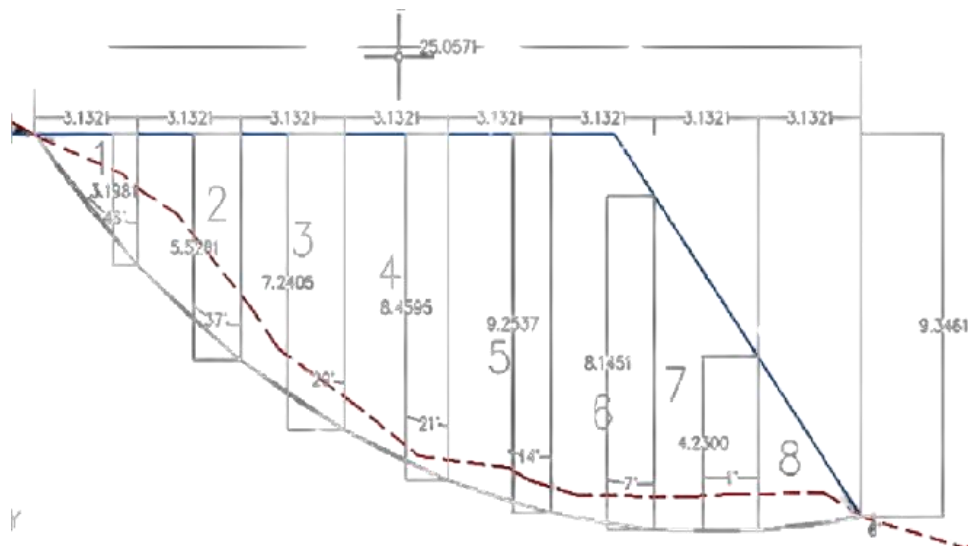
Hasil analisis volume galian sebesar 1.594,00 m³, timbunan 1.525,22 m³, dan luasan longsor 1.000,30 m². Tanah mempunyai sifat penurunan dan pemerosotan (Taqwa dkk, 2019; Chayati & Taqwa, 2021), sehingga diperlukan penimbunan. Untuk mengantisipasi keadaan tanah yang *loose* dari sifat tanah maka hasil tersebut harus dikalikan dengan indeks nilai koefisien tanah timbunan 1,20 sesuai dengan AHSP (Analisis Harga Satuan Pekerjaan) Kabupaten Bogor, maka hasil timbunan yang dibutuhkan pada saluran irigasi Sugih yaitu sebesar 1.525,22 x 1,20 = 1.830,26 m³.

Analisis Stabilitas Lereng

Dalam perhitungan analisis stabilitas lereng diperlukan data parameter tanah dan pembagian bidang gelincir. Data tanah dan hasil pembagian bidang gelincir disajikan pada tabel dan gambar berikut.

Tabel 1. Data tanah

Berat Jenis Tanah γ kN/m ³	=	2.18
Isi pori tanah cm ³	=	15.58
γ_w kN/m ³	=	10
ϕ°	=	26.19
c kN/m ²	=	0.09
γ_{sat} kN/m ³	=	10.71
γ_w kN/m ³	=	10.00
γ' kN/m ³	=	0.71



Gambar 7. Hasil pembagian bidang gelincir

Perhitungan Stabilitas Lereng

Tabel 3. Hasil Perhitungan Stabilitas Lereng

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
<i>Slice</i>	<i>Horizontal Width (b) (m)</i>	<i>Height (kiri) (m)</i>	<i>Height (kanan) (m)</i>	<i>Average Height (h_{average}) (m)</i>	<i>Area (A) (m²) = (kolom 1 x kolom 3c)</i>	<i>Berat (W) kN/m = (kolom 4 x γ)</i>	<i>Base Inclination (α)^o</i>	<i>$W \sin \alpha$ = (kolom 5 x kolom 6)</i>	<i>Cohension c^o</i>	<i>Friction Angle (ϕ)^o</i>	<i>$cb + W \tan(\phi)$ = (kolom 1 x kolom 8) + (kolom 5 x tan kolom 9)</i>	<i>$m\alpha$ (Trial F1) = (cos kolom 6 + sin kolom 6) x (tan kolom 6 / iterasi 1)</i>	<i>Numerator 1 (kolom 10/kolom 11)</i>	<i>$m\alpha$ (Trial F2) = (cos kolom 6 + sin kolom 6) x (tan kolom 6 / iterasi 2)</i>	<i>Numerator 2 (kolom 10/kolom 13)</i>	<i>$m\alpha$ (Trial F3) = (cos kolom 6 + sin kolom 6) x (tan kolom 6 / iterasi 3)</i>	<i>Numerator 3 (kolom 10/kolom 15)</i>
1	3,13	0,00	3,20	1,60	5,01	3,56	46	2,56	0,09	26,19	2,03	1,19	1,71	1,11	1,84	1,10	1,85
2	3,13	3,20	5,53	4,36	13,67	9,73	37	5,85	0,09	26,19	5,07	1,10	4,60	1,05	4,82	1,05	4,84
3	3,13	5,53	7,24	6,38	20,00	14,23	29	6,90	0,09	26,19	7,28	1,05	6,91	1,02	7,11	1,02	7,13
4	3,13	7,24	8,46	7,85	24,59	17,50	21	6,27	0,09	26,19	8,89	1,03	8,67	1,01	8,80	1,01	8,81
5	3,13	8,46	9,24	8,85	27,71	19,72	14	4,77	0,09	26,19	9,98	1,01	9,88	1,00	9,94	1,00	9,95
6	3,13	9,24	8,15	8,69	27,22	19,37	7	2,36	0,09	26,19	9,81	1,00	9,78	1,00	9,80	1,00	9,80
7	3,13	8,15	4,23	6,19	19,38	13,79	1	0,24	0,09	26,19	7,07	1,00	7,07	1,00	7,07	1,00	7,07
8	3,13	4,23	0,00	2,12	6,62	4,71	-6	-0,49	0,09	26,19	2,60	1,00	2,60	1,00	2,60	1,00	2,60
							Jumlah	28,47				Jumlah	51,21	51,98		52,03	

Dari hasil perhitungan Tabel 3. didapatkan nilai total $W \sin \alpha$ sebesar 28,47, nilai total *numerator* (penghitung) 1 sebesar 51,21, nilai *numerator* (penghitung) 2 sebesar 51,98 dan nilai *numerator* (penghitung) 3 sebesar 52,03. Hasil perhitungan faktor keamanan (*safety factor*) disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. Hasil perhitungan faktor keamanan (*safety factor*)

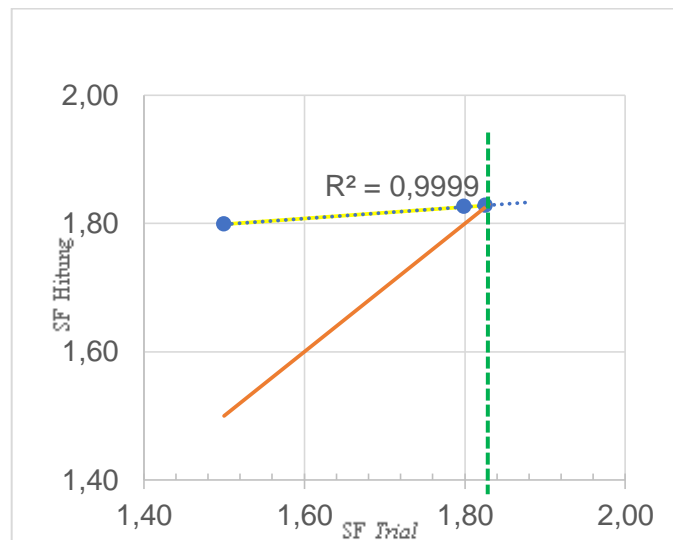
Faktor Keamanan (<i>Safety factor</i>)		
Iterasi (pengulangan)	SF Trial	SF Hitung
1	1,50	1,80
2	1,80	1,83
3	1,83	1,83

Dari hasil Tabel 4. diatas didapatkan nilai faktor keamanan (*safety factor*) hitung pada iterasi 1 yaitu dari total hasil perhitungan *numerator* 1 dibagi $W \sin \alpha$ dengan nilai SF trial 1,50 didapatkan SF sebesar 1,80, pada iterasi 2 yaitu total hasil perhitungan *numerator* 2 dibagi $W \sin \alpha$ dengan nilai SF trial 1,80 didapatkan SF sebesar 1,83 dan pada iterasi 3 yaitu total hasil perhitungan *numerator* 3 dibagi $W \sin \alpha$ dengan nilai SF trial 1,83 didapatkan SF sebesar 1,83. Nilai Faktor keamanan (*Safety factor*) yang diasumsikan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 5. Nilai Faktor keamanan (*Safety factor*) yang diasumsikan

Nilai Faktor keamanan (<i>safety factor</i>) yang diasumsikan	
Iterasi (pengulangan)	SF Trial
1	1,50
2	1,70
3	1,83

Tabel 5. Menerangkan nilai asumsi untuk menunjukkan faktor keamanan (*safety factor*) yang akan dibandingkan dengan hasil iterasi untuk memperoleh nilai asli faktor keamanan (*safety factor*). Hasil perbandingan antara nilai perhitungan hasil faktor keamanan (*safety factor*) dengan nilai faktor keamanan (*safety factor*) yang diasumsikan disajikan pada gambar berikut.



Gambar 8. Grafik faktor keamanan (*safety factor*) Metode Bishop Disederhanakan

Hasil pembahasan pada Tabel 5. dan Gambar 8. diatas maka didapatkan nilai faktor keamanan (*safety factor*) sebesar 1,83 dimana dengan hasil tersebut dapat diambil kesimpulan maka lereng rencana dinyatakan stabil.

KESIMPULAN

Hasil analisis perencanaan stabilitas lereng pada longsor perbaikan saluran Sugih di Desa Cibedug, Kecamatan Ciawi Kabupaten Bogor dapat disimpulkan bahwa nilai berat isi lapangan diketahui sebesar $13,60 \text{ kN/m}^3$ yang mengindikasikan bahwa jenis tanah di lokasi penelitian merupakan tanah lempung lembek (*soft clay*), hasil berat jenis tanah $2,18 \text{ gr/cm}^3$ yang mengindikasikan bahwa tanah tersebut tergolong dalam jenis *bentonite* dan pengujian geser langsung mendapatkan nilai ϕ sebesar $26,19^\circ$ dan nilai c sebesar $0,09 \text{ kN/m}^2$. Analisis volume timbunan yang direncanakan dengan kemiringan lereng 1:1, pada luasan longsor mencapai $1.000,30 \text{ m}^2$ sehingga diperlukan volume galian tanah sebesar $1.594,00 \text{ m}^3$ dan volume timbunan tanah sebesar $1.830,26 \text{ m}^3$. Berdasarkan hasil dari tiga kali iterasi didapatkan nilai FK (*safety factor*) sebesar 1,83. yang mengindikasikan bahwa lereng rencana dinyatakan stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- Abramson, L. W., Lee T. S., Sharma S., & Boyce G. M., 1996. *Slope Stability and Stabilization Methodes*. New York. John Wiley & Sons, Inc.
- Arifin, D. S., & Hariati, F. 2020. Analisis Stabilitas Lereng Bogor-Cilebut dengan Pendetailan di STA. 0+040. *ASTONJADRO: CEAESJ*, 1(1), 13-27. <http://dx.doi.org/10.32832/astonjadro.v1i1.781>
- Badan Standardisasi Nasional. 2008. SNI 03-1964-2008. Cara Uji Berat Jenis Tanah Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional 2008. SNI 03-2813-2008. Cara Uji Kuat Geser Langsung Tanah Terkonsolidasi dan Terdrainase. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Chayati, N., & Taqwa, F. M. L. 2021. Study of Physical and Mechanical Soil Parameters as In-Situ Embankment Materials on Double Track Rail Road Construction Project Between Batu Tulis–Ciomas Station, Bogor. In *Seminar Nasional Ketekniksipilan, Infrastruktur dan Industri Jasa Konstruksi (KIIJK)* (Vol. 1, No. 1, pp. 73-77).
- Das, B. M. 1999. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, jilid I dan II, terj. Noor Endah, Mochtar I.B. Jakarta. Erlangga.
- Gouw, T. L. & Dave, J. G. 2012. Analisa Stabilitas Lereng Limit Equilibrium Method dan Finite Element Method. *Prosiding HATTI-PIT-XVI 2012*, 4-5 2012, Jakarta.
- Hafidz, A., Fauzan, M., Putra, H., & Daniswara, A. 2019. Analisis Perubahan Faktor Keamanan Lereng Akibat Hujan. *JSIL Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 4(1). <https://doi.org/10.29244/jsil.4.3.169-176>
- Hardiyatmo, H.C. 2002. *Mekanika Tanah 1*. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- Ilyas, T. 2004. Kegagalan Lereng (*Slope Failure*) Studi Kasus: Jalan antara Samarinda-Tenggarong. *Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Jakarta*.
- Mau, J., Rasidi, N., & Hanggara, I. 2017. Studi Penentuan Faktor Keamanan Stabilitas Lereng Menggunakan Metode Fellinius dan Bishop Pada Dinding Penahan Batu Kali di Jl. Raya Beji Puskesmas Kota Baru. *eUREKA: Jurnal Penelitian Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 1(2). <https://publikasi.unitri.ac.id/index.php/teknik/article/view/889>
- Nugroho, Y. C. 2020. Penentuan Faktor Keamanan Stabilitas Lereng dengan Memodelkan Lereng Di Laboratorium (Studi Kasus Ruas Jalan Loji). *Jurnal Student Teknik Sipil*. 2(1). Hal 87-91. <https://doi.org/10.37150/jsts.v2i1.678>
- Rajagukguk, O. C., Turangan, A. E., & Monintja, S. 2014. Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Bishop (Studi Kasus: Kawasan Citraland Sta. 1000m). *Jurnal Sipil Statik*, 2(3).

- Rojudin, D., Lutfi, M., & Taqwa, F. M. L. 2020. Analisis Keamanan Lereng Galian Tanah di Area Pertambangan Bauksit (Studi Kasus di Desa Pedalaman Kecamatan Tayan Hilir, Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat). In *Prosiding Civil Engineering, Environmental, Disaster and Risk Management Symposium 2020*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Sari, N. N., & Hamdhan, I. N. 2019. Analisis Stabilitas Lereng pada Timbunan TPA dengan Pendekatan Elemen Hingga. *Jurnal Komposit*, 3(2), 45-52. <http://dx.doi.org/10.32832/komposit.v3i2.3273>
- Taqwa, F. M. L., Chayati, N., & Alimuddin. 2019. Pemeriksaan Hasil Pelaksanaan Pemasangan Timbunan Tanah di Lokasi Pembangunan Jalan Masuk Gardu Induk PLN, Kasus Pembangunan Gardu Induk PLN Pd. Indah II Kec. Ciputat Timur, Kota Tangerang Selatan. *Jurnal Komposit*, 3(2), 53–57. <http://doi.org/10.32832/komposit.v3i2.3280>
- Taqwa, F. M. L., Kholik, M., & Syaiful, S. 2017. Perhitungan Faktor Keamanan dan Pemodelan Lereng Sanitary Landfill dengan Faktor Keamanan Optimum di Klapanunggal, Bogor. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang. <http://research-report.umm.ac.id/index.php/sentra/article/view/1427>