



Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode *Bishop Modified* Dan *Simplified* Menggunakan *PLAXIS* (Studi Kasus: Rusunawa Tingkulu)

Okta Wijana Labunga^{#a}, Agnes T. Mandagi^{#b}, Alva N. Sarajar^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado, Indonesia
^aoktawijana123@gmail.com, ^batmandagi@gmail.com, ^calva_sarajar@yahoo.com

Abstrak

Perkembangan bidang konstruksi di Kota Manado bertumbuh dengan pesat dilihat dari banyaknya pembangunan infrastruktur yang ada, salah satunya pembangunan Rusunawa Tingkulu Kota Manado. Namun, lokasi yang terletak di daerah dengan elevasi bidang yang berbeda sehingga dibutuhkan penyelidikan tanah terlebih dahulu serta menganalisis kestabilan lereng pada lokasi tersebut untuk mengetahui faktor keamanannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar faktor keamanan lereng dan apakah lereng sudah dalam keadaan aman. Menggunakan metode *Bishop* dengan perhitungan secara manual dan menggunakan aplikasi *PLAXIS*. Serta menghitung pengaruh tinggi muka air tanah terhadap kestabilan lereng. Dari hasil analisis stabilitas lereng di lokasi Rusunawa Tingkulu menggunakan perhitungan manual *Bishop* di dapat nilai faktor keamanan 0.798 dan menggunakan *software PLAXIS LE* di dapat nilai faktor keamanan 0.747. Dari kedua Perhitungan manual dan *software* di dapatkan faktor keamanan kurang dari 1.25 yang berarti lereng dalam keadaan bahaya terhadap longsor jika tidak ada perkuatan.

Kata kunci: lereng, faktor keamanan, metode Bishop, PLAXIS

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Perkembangan bidang konstruksi di Kota Manado bertumbuh dengan pesat dilihat dari banyaknya pembangunan infrastruktur yang ada, salah satunya pembangunan Rusunawa Tingkulu Kota Manado. Stabilitas tanah pada suatu lereng dapat terganggu akibat adanya pengaruh alam, iklim dan aktivitas manusia. Lereng dapat dianalisis melalui perhitungan Faktor Keamanan dengan melibatkan data sifat fisik tanah, mekanika tanah dan bentuk geometri lereng. Lereng yang tidak stabil sangat berbahaya terhadap lingkungan disekitarnya sehingga mengetahui nilai faktor aman dari lereng tersebut sangat penting. Nilai faktor aman dapat diketahui dengan menghitung besar geser kestabilan lereng dan kuat geser yang menyebabkan longsor.

Analisis stabilitas lereng mempunyai peran yang sangat penting pada perencanaan lereng. Lereng yang tidak stabil sangatlah berbahaya terhadap lingkungan sekitarnya, ukuran kestabilan lereng diketahui dengan menghitung besarnya Faktor Keamanan. Oleh karena itu analisis stabilitas lereng sangat diperlukan untuk dapat mengetahui Faktor Keamanannya serta cara penangannya. Karena itu pada penelitian ini, perhitungan kestabilan lereng akan menggunakan metode *bishop* dan *PLAXIS* sebagai aplikasi untuk menganalisis kestabilan lereng pada lereng di daerah Rusunawa Tingkulu.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini yaitu berapakah besar faktor keamanan lereng dan apakah lereng sudah dalam keadaan

aman. Menggunakan metode *bishop* dengan perhitungan secara manual dan menggunakan *PLAXIS*. Serta menghitung pengaruh tinggi muka air tanah terhadap kestabilan lereng.

1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini adapun batasan masalah yang digunakan untuk membatasi permasalahan yang ada, yaitu sebagai berikut:

1. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diambil dari penelitian sebelumnya.
2. Lereng hanya terdiri dari satu lapisan tanah.
3. Lereng yang ditinjau merupakan lereng alami yang di *cutting*.
4. Perhitungan kestabilan lereng menggunakan *PLAXIS* dan metode *bishop*

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui nilai faktor keamanan pada lereng.
2. Untuk mengetahui perbandingan hasil menggunakan metode *bishop* secara manual dengan perhitungan menggunakan *PLAXIS*.
3. Untuk mengetahui pengaruh tinggi muka air tanah terhadap kestabilan lereng.

1.5. Manfaat Penelitian

Berdasarkan dari latar belakang dan tujuan penelitian di atas, maka diharapkan pihak pembaca dapat memperoleh manfaat sebagai berikut ;

1. Mengetahui keamanan lereng dan cara untuk menghitung kestabilan lereng agar tidak terjadi longsor.
2. Dapat mengetahui perbandingan hasil perhitungan menggunakan cara manual dengan menggunakan *PLAXIS*.
3. Menambah pemahaman wawasan pemanfaatan *software* di bidang geoteknik, terlebih khusus di bidang *PLAXIS*.
4. Untuk dijadikan sebagai tambahan informasi untuk perkembangan ilmu pengetahuan Teknik Sipil, khususnya di bidang kestabilan lereng.

2. Metode

2.1. Uraian Umum

Penelitian dimulai dari studi literatur tentang lereng, faktor keamanan lereng, dan penggunaan *PLAXIS LE*. Kemudian untuk analisis kestabilan lereng dimulai dengan menghitung faktor keamanan lereng pada kondisi kering menggunakan metode *bishop* cara biasa (manual) kemudian dihitung menggunakan *PLAXIS LE*.

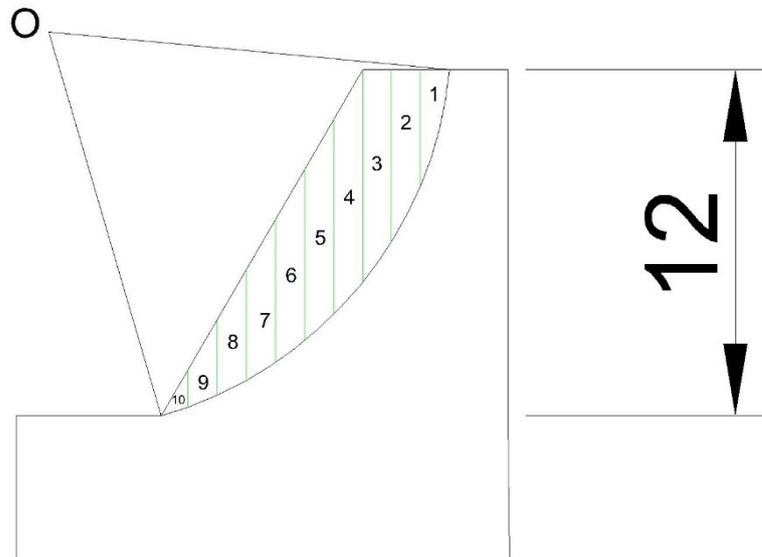
Untuk data-data yang digunakan dalam menunjang penelitian ini merupakan data sekunder yang didapat dari penelitian sebelumnya. Setelah mendapatkan hasil dari kedua perhitungan, secara manual dan *PLAXIS LE*, kemudian akan dibandingkan hasil perhitungannya untuk melihat keakuratannya. Selanjutnya dilakukan perhitungan kestabilan lereng dengan memperhitungkan pengaruh tinggi muka air tanah pada kondisi tanpa pengaruh gempa dan juga pada kondisi dengan pengaruh gempa untuk mengetahui apakah lereng tersebut kuat atau akan mengalami kelongsoran.

2.2. Data Tempat Penelitian

Lokasi penelitian yang di analisis yaitu lereng yang terletak dibelakang Gedung Rusunawa Tingkulu, di jalan Ringroad, Kel.Tingkulu Kec. Wanea. Samping RSUD Kota Manado.



Gambar 1. Lokasi Penelitian



Gambar 2. Desain Geometrik Lereng

2.3. Analisis Kestabilan Lereng dengan Cara Biasa (Manual)

Analisis stabilitas lereng secara umum lebih mudah diselesaikan dengan Metode Irisan (method of slices) dengan pendekatan bidang kelongsoran berbentuk lingkaran (circular failure). Dengan langkah-langkah yang dilakukan, yaitu :

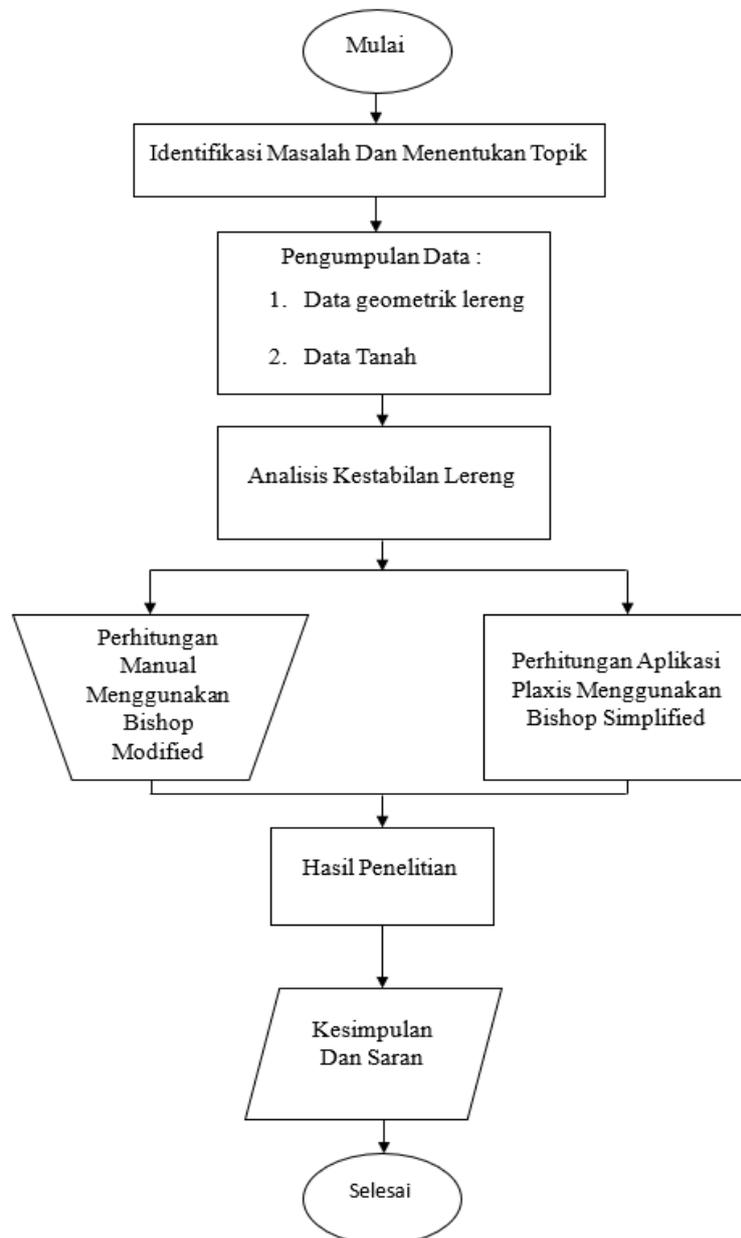
1. Menyiapkan data-data yang diperlukan.
2. Gambar lereng yang sesuai dengan kondisi asli di lapangan yang diskalakan.
3. Buat Irisan pada lereng dan menentukan titik beratnya tiap irisan, kemudian tinjau tiap irisan untuk mendapatkan berat dari tiap irisan.
4. Dibuat *table* untuk hasil perhitungan setiap irisan.
5. Menghitung Faktor Keamanan menggunakan metode *bishop*.

2.4. Analisis Kestabilan Lereng dengan PLAXIS LE

- a. Analisis Stabilitas Lereng
Membuat model kesetimbangan batas lereng 2D dan 3D kestabilan lereng tanah dan batuan. Manfaatkan rangkaian metode pencarian yang komprehensif dan lebih dari 15 metode analisis. Gunakan analisis *multiplane* (MPA), untuk meningkatkan analisis stabilitas lereng spasial.
- b. Mengintegrasikan Analisis Air Tanah dan Konsolidasi
Melakukan analisis terhadap tanggul, bendungan, waduk dan sistem penutup melalui struktur bumi dan pengaturan hidrogeologi yang lebih luas.
- c. Otomatiskan Alur Kerja
Hemat waktu dengan penentuan arah geser otomatis, pencarian efisien, analisis probabilitas dan analisis sensitivitas.

2.5. Bagan Alir Penelitian

Tahapan penelitian dapat dilihat pada bagan alir (*flow chart*) di bawah ini:



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

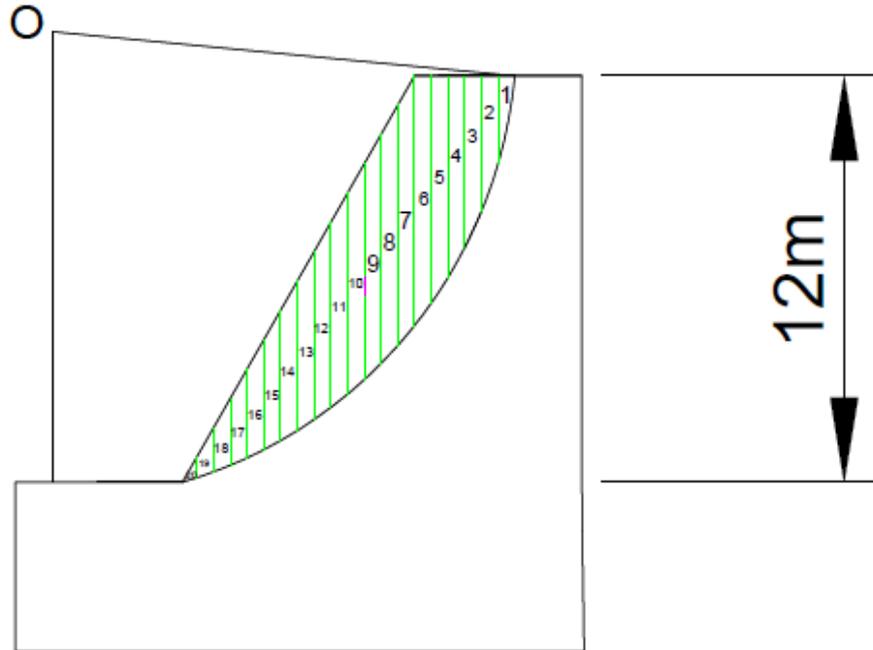
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Stabilitas Lereng Perhitungan Manual

a. Data Parameter Tanah dan Geometrik Lereng

Berikut ini adalah data yang digunakan untuk analisa stabilitas lereng menggunakan metode *bishop*:

- Tinggi lereng : 12 m
- Sudut lereng : 60°
- Sudut Geser (ϕ) : 29.2°
- Cohesi (c) : 6 kPa
- Berat isi Tanah (γ) : 16.58 kN/ m³



Gambar 4. Desain Geometrik Lereng

Tabel 1. Luas Tiap Lapisan pada Lereng

Slice	A (Luas slice ke-i)	Slice	A (Luas slice ke-i)
1	0,650	11	2,850
2	1,653	12	2,604
3	2,275	13	2,262
4	2,763	14	2,064
5	3,172	15	1,771
6	3,526	16	1,466
7	3,621	17	1,148
8	3,466	18	0,819
9	3,284	19	0,478
10	3,078	20	0,129

(Sumber : Hasil Analisis Auto cad)

b. Perhitungan dengan Metode *Bishop*

Metode *Bishop* dihitung menggunakan perhitungan yang membagi lereng ke dalam beberapa lapisan (metode irisan).

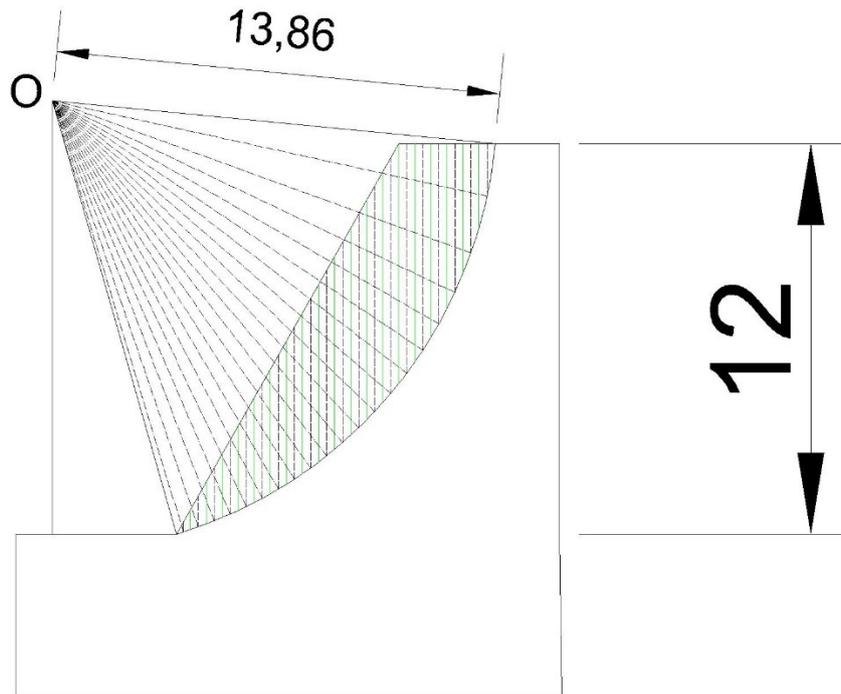
Perhitungan manual pengaruh MAT:

Lapisan ke-1

$$\begin{aligned} \text{Nilai } W_n &= \gamma \times A \\ &= 16,58 \times 0,650 \\ &= 10,77 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\text{Nilai } W_n \cdot \text{Sin}\alpha_n = W_n \times \text{Sin}\alpha_n$$

$$\begin{aligned}
 &= 10,77 \times 0,978 \\
 &= 10,538 \text{ kN/m} \\
 \text{Nilai } W_n \cdot \tan\phi &= W_n \times \tan\phi \\
 &= 10,77 \times 0,58 \\
 &= 6,021 \text{ kN/m} \\
 \text{Nilai } c \cdot b_n &= c \times b_n \\
 &= 6 \times 0,31 \\
 &= 1,86 \\
 \text{Nilai } m\alpha_n &= m\alpha_n = \text{Cos}\alpha_n + \frac{\tan\phi \cdot \text{Sin}\alpha_n}{F_s} \\
 &= m\alpha_n = 0,20791 + \frac{0,58 \times 0,978}{0,8} \\
 &= 0,8912
 \end{aligned}$$



Gambar 5. Permodelan untuk Menghitung Lereng

Tabel 2. Perhitungan Bishop Modified

FS Ruas Kiri	Slice	c	ϕ	luas irisan (A)	W_n (kN/m)	α_n (°)	$\text{Sin}\alpha_n$	$\text{Cos}\alpha_n$	b_n	$\tan\phi$
0,8	1	6,000	29,20	0,650	10,77	78	0,978	0,20791	0,31	0,56
	2	6,000	29,20	1,653	27,41	70	0,940	0,34202	0,5	0,56
	3	6,000	29,20	2,275	37,71	65	0,906	0,42262	0,5	0,56
	4	6,000	29,20	2,763	45,81	60	0,866	0,50000	0,5	0,56
	5	6,000	29,20	3,172	52,59	56	0,829	0,55919	0,5	0,56
	6	6,000	29,20	3,526	58,45	53	0,799	0,60182	0,5	0,56
	7	6,000	29,20	3,621	60,04	50	0,766	0,64279	0,5	0,56
	8	6,000	29,20	3,466	57,47	46	0,719	0,69466	0,5	0,56
	9	6,000	29,20	3,284	54,45	44	0,695	0,71934	0,5	0,56
	10	6,000	29,20	3,078	51,02	41	0,656	0,75471	0,5	0,56
	11	6,000	29,20	2,850	47,26	38	0,616	0,78801	0,5	0,56
	12	6,000	29,20	2,604	43,18	35	0,574	0,81915	0,5	0,56
	13	6,000	29,20	2,262	37,51	33	0,545	0,83867	0,5	0,56
	14	6,000	29,20	2,064	34,21	31	0,515	0,85717	0,5	0,56
	15	6,000	29,20	1,771	29,37	28	0,469	0,88295	0,5	0,56
	16	6,000	29,20	1,466	24,31	26	0,438	0,89879	0,5	0,56
	17	6,000	29,20	1,148	19,04	24	0,407	0,91355	0,5	0,56
	18	6,000	29,20	0,819	13,57	21	0,358	0,93358	0,5	0,56
	19	6,000	29,20	0,478	7,92	19	0,326	0,94552	0,5	0,56
	20	6,000	29,20	0,129	2,14	17	0,292	0,95630	0,18	0,56
	jumlah Σ									

(Sumber : Perhitungan Excel)

Tabel 2. Perhitungan Bishop Modified (lanjutan)

Wn Sin α_n	Wn.tan ϕ	c.bn	FS Ruas Kanan	m α_n	(c.bn +Wn.tan ϕ *1/m α_n)
10,538	6,021	1,86	0,8	0,8912	8,842900801
25,755	15,318	3	0,8	0,9985	18,34572488
34,178	21,076	3	0,8	1,0558	22,80437116
39,669	25,600	3	0,8	1,1050	25,88207789
43,596	29,390	3	0,8	1,1384	28,45301118
46,684	32,669	3	0,8	1,1597	30,75602947
45,990	33,553	3	0,8	1,1779	31,03117285
41,343	32,121	3	0,8	1,1972	29,33579495
37,822	30,429	3	0,8	1,2046	27,75081092
33,475	28,517	3	0,8	1,2130	25,98187531
29,094	26,411	3	0,8	1,2181	24,14445066
24,767	24,132	3	0,8	1,2199	22,24209328
20,430	20,964	3	0,8	1,2192	19,65618696
17,622	19,122	3	0,8	1,2170	18,17774088
13,788	16,414	3	0,8	1,2109	16,03261639
10,655	13,584	3	0,8	1,2050	13,76245651
7,743	10,640	3	0,8	1,1977	11,38815666
4,865	7,586	3	0,8	1,1839	8,941590574
2,580	4,428	3	0,8	1,1730	6,332981814
0,625	1,194	1,08	0,8	1,1606	1,959767045
491,219					391,822

(Sumber : Perhitungan Excel)

$$F_s = \frac{\sum_{n=1}^{n=p} (c.bn+Wn.tan\phi) \frac{1}{m\alpha_n}}{\sum_{n=1}^{n=p} Wn.Sin\alpha_n}$$

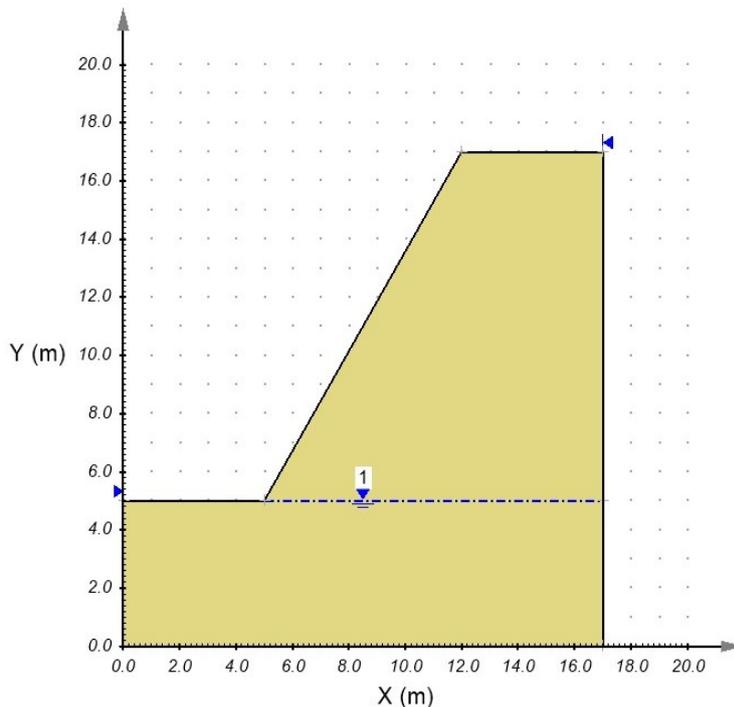
$$F_s = \frac{\sum(391,822)}{\sum(491,219)}$$

$$F_s = 0.798$$

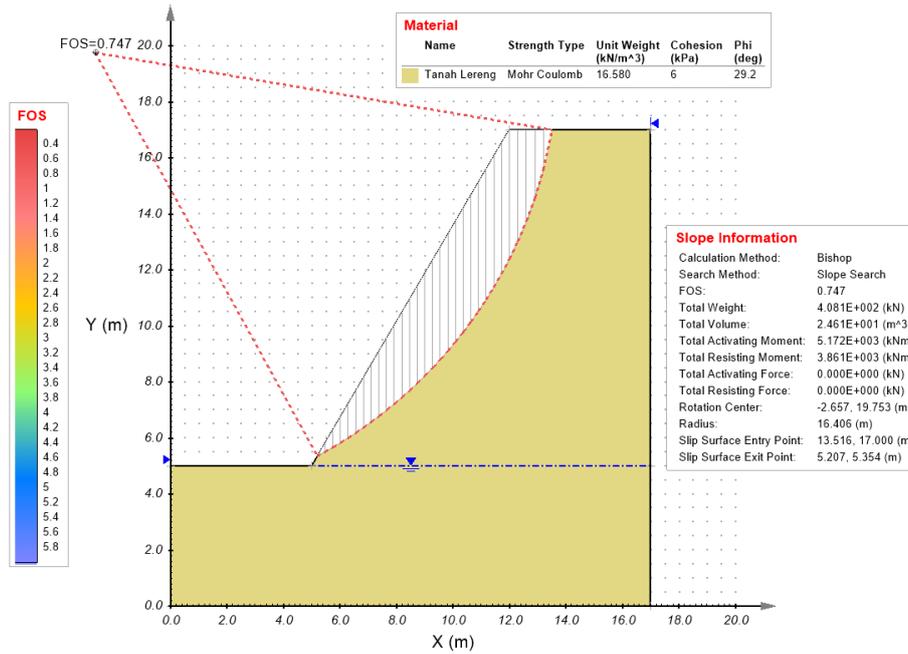
Untuk perhitungan secara manual dengan metode Bishop, lereng dikatakan **tidak aman** karena tidak memenuhi standar faktor keamanan (FK) ijin yaitu $0.789 \leq 1.25$.

3.2. Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan PLAXIS

Dari hasil analisis software PLAXIS LE, didapatkan nilai faktor keamanan adalah 0.747 $F_k < 1.25$ yang berarti lereng **tidak aman**.

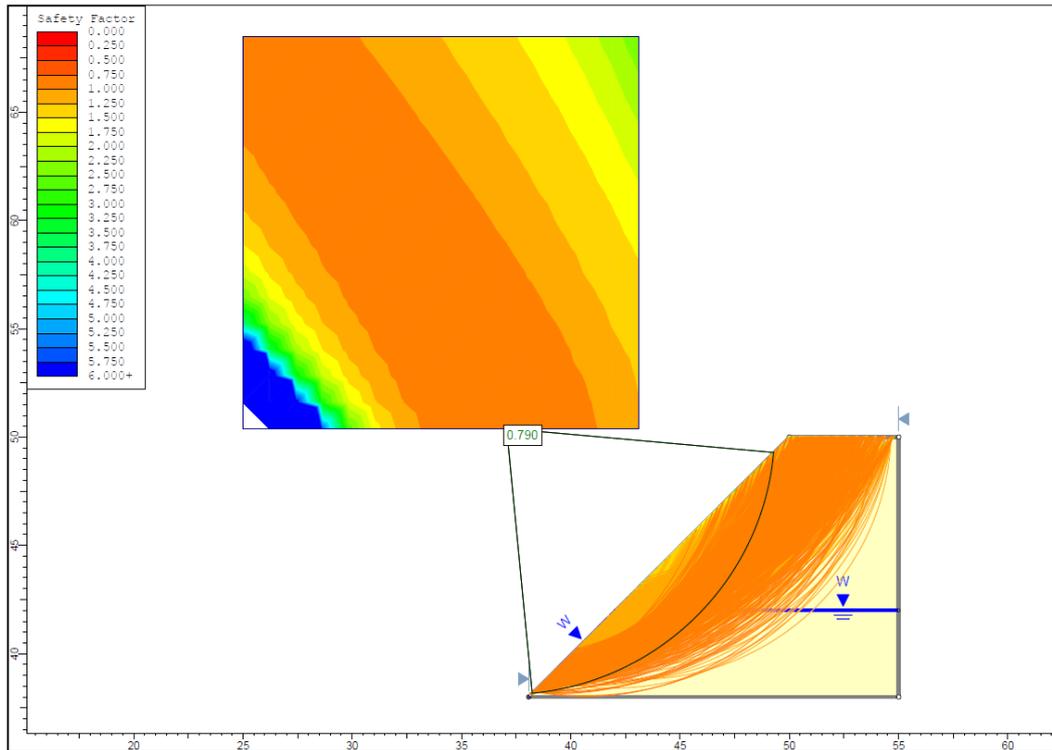


Gambar 6. Geometrik Desain Lereng



Gambar 7. Nilai Faktor Keamanan Lereng

Sebagai perbandingan dengan aplikasi lain, analisis menggunakan Aplikasi Slide dan hasilnya sebagai berikut:



Gambar 8. Hasil Bandingan dengan Aplikasi Slide

Tabel 4. Pengaruh Muka Air Tanah Terhadap Faktor Keamanan

Nilai FK dengan Pengaruh Tinggi MAT	
MAT (kedalaman)	FK
1	0.314
2	0.344
3	0.373
4	0.408
5	0.452
6	0.511
7	0.591
8	0.790
9	0.877
10	0.944
11	0.990
12	1.001

(Sumber : Perhitungan Excel)

**Gambar 9.** Grafik Hubungan MAT dengan FK

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisis data yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan yaitu:

1. Dari hasil penelitian di dapatkan nilai faktor keamanan 0.798 dan 0.747.
2. Dari hasil perhitungan manual di dapatkan nilai faktor keamanan 0.798 sedangkan perhitungan menggunakan software *PLAXIS* di dapatkan nilai faktor keamanan 0.747.
3. Muka air tanah sangat berpengaruh pada kestabilan lereng karena mempengaruhi nilai faktor keamanannya di mana semakin tinggi muka air tanah semakin kecil nilai faktor keamanannya.

Referensi

- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2017). *Persyaratan Perancangan Geoteknik SNI* (Jakarta).
- Bowles, J. E. (1996). *Foundation Analysis and Design* (5th ed). McGraw-Hill.
- Dani, H, Ticoh, J. H., & Legrans, R. R. I. (2021). *Analisis Kestabilan Lereng Dengan Bishop Menggunakan Software Slide 6.0*. 19, 12.
- Das, B. M. (1995a). *Mekanika Tanah (Prinsip—Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1* (N. E. Mochtar & I. B. Mochtar, Trans.; Vol. 1). Erlangga.
- Das, B. M. (1995b). *Mekanika Tanah (Prinsip—Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 2* (N. E. Mochtar & I. B. Mochtar, Trans.; Vol. 2). Erlangga.
- Kurniawan, P., & Hadimuljono, B. (2020). *Applied Geotechnics for Engineer 1* (1st ed.). Penerbit ANDI.
- Mandagi, A. T., Sarajar, A. N., & Soebarkah B. B. A. (2023) *Analisis Stabilitas Lereng Dengan*

- Perkuatan Soil Nailing Terhadap Lokasi Pembangunan RUSD Manado*. 21(83).
- Pandey, C. M., Mandagi, A. T., & Manaroinson, L. D. K. (n.d.). *Analisis Transfer Beban Pada Perkuatan Soil Nailing*. 15.
- Pesak, D. R., Mandagi, A. T., & Riogilang, H. (2022). *Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Fellenius Menggunakan Software Slide 6.0*.