



Seminar Nasional Ilmu Teknik dan Aplikasi Industri (SINTA)

Homepage: sinta.eng.unila.ac.id



Kajian potensi longsor terhadap karakteristik tebal lapisan tanah lereng dan geometri lereng di Gunung Langer Lampung Selatan

Iswan ^{a,*}, K Usman ^b, M Karami ^c, dan A Majid ^d

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:
Diterima 11/11/2024
Direvisi 13/01/2025
Dipublish 22/05/2025

Kata kunci:
Bishop
Faktor aman
Geoslope
Stabilistas lereng

ABSTRAK

Stabilitas lereng merupakan aspek kritis dalam rekayasa geoteknik untuk memastikan lereng tetap berada dalam keadaan seimbang, bebas dari pergerakan atau longsor yang dapat memicu bencana. Penilaian kestabilan lereng dilakukan melalui analisis faktor keamanan (*safety factor*, SF), yang mengukur rasio antara gaya penahan dan gaya penggerak. Dalam penelitian ini, metode *bishop* diterapkan untuk menghitung SF lereng dengan mempertimbangkan parameter penting seperti kondisi geologi, ketebalan lapisan tanah, dan sudut kemiringan. Permodelan dilakukan untuk memetakan karakteristik fisik lereng yang relevan, terutama saat lereng terpapar beban statis dan dinamis, yang mencakup faktor eksternal seperti getaran dan tekanan dari aktivitas manusia atau gempa. Dari hasil analisis yang dilakukan didapatkan bahwa lereng dalam kondisi labil dengan $sf < 1,25$ pada beban statis dan $sf < 1,0$ pada beban dinamis sehingga dapat menimbulkan potensi bencana longsor. Maka dari itu perlu dilakukan perbaikan pada kondisi lereng dengan berbagai macam metode perkuatan. Penerapan metode perkuatan tersebut dapat berfungsi untuk meningkatkan angka aman dan meminimalkan potensi bencana longsor pada lereng tersebut.

1. Pendahuluan

Kerusakan lingkungan hidup dapat diartikan sebagai proses deteriorasi atau penurunan mutu (kemunduran) lingkungan. Deteriorasi lingkungan ini ditandai dengan hilangnya sumber daya tanah, air, udara, punahnya flora dan fauna liar, dan kerusakan ekosistem (Tanaya and Rastini, 2016). Perumahan dan pemukiman merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia dalam rangka peningkatan dan pemerataan kesejahteraan rakyat (Pratama et al., 2020). Selanjutnya menurut Terwujudnya kesejahteraan rakyat ditandai dengan meningkatnya kualitas kehidupan yang layak dan bermartabat melalui pemenuhan kebutuhan papan sebagai salah satu kebutuhan dasar manusia.

Perumahan dan pemukiman merupakan kegiatan yang bersifat multi sektor, yang hasilnya langsung

menyentuh salah satu kebutuhan dasar masyarakat. Persoalan yang dihadapi pun tidak lepas dari aspek yang berkembang dalam dinamika kehidupan masyarakat serta kebijakan pemerintah dalam mengelola persoalan yang ada (Ernamaiyanti and Yunanda, 2019).

Salah satu faktor penyebab kerusakan lingkungan adalah perubahan lereng bukit menjadi kawasan permukiman, meskipun wilayah ini idealnya berfungsi sebagai area tangkapan dan resapan air (Firdaus and Yuliani, 2021). Fungsi ini sangat penting untuk menjaga keseimbangan hidrologis serta stabilitas tanah, yang berperan dalam mencegah bencana alam seperti tanah longsor. Stabilisasi lereng memiliki peran penting dalam mengurangi risiko kecelakaan dan dampak material yang mungkin timbul akibat bencana. Beberapa faktor yang melatar belakangi masalah ini meliputi:

* Iswan.

E-mail: iswan.1972@eng.unila.ac.id (Iswan)

- a. Peningkatan jumlah populasi,
- b. Perubahan iklim,
- c. Praktik pertanian yang kurang berkelanjutan, dan
- d. Pembangunan yang kurang terencana.

Analisis stabilitas lereng memiliki peran yang sangat penting dalam perencanaan proyek konstruksi sipil. Lereng yang tidak stabil dapat menimbulkan risiko besar bagi lingkungan di sekitarnya, sehingga penting untuk melakukan analisis yang tepat. Stabilitas lereng diukur dengan menghitung faktor keamanan, yang menunjukkan seberapa aman lereng tersebut dalam menahan beban dan mencegah terjadinya longsor atau kegagalan lereng (Pangemanan et al., 2014). Adapun analisis yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah dengan metode *bishop*. Metode ini pada dasarnya sama dengan metode *Fellenius* tetapi dengan memperhitungkan gaya-gaya antar irisan yang ada. Metode *bishop* mengasumsikan bidang longsor berbentuk busur lingkaran. Metode ini digunakan karena perhitungannya yang sederhana, cepat dan memberikan hasil perhitungan faktor keamanan yang cukup teliti. Berikut merupakan rumus untuk menganalisa faktor aman dengan metode *bishop*.

$$FK = \frac{\sum(cb + (w_1 - ub)\tan\theta)}{\sum(W \sin\alpha)} \quad (1)$$

Adapun parameter yang memengaruhi kelongsoran yaitu faktor penyebab (kemiringan lereng), faktor pemicu dinamik (curah hujan dan penggunaan lahan), serta pemicu statis (kedalaman pelapukan, solum tanah, permeabilitas tanah, dan tekstur tanah) (Hasibuan and Rahayu, 2017). Selain itu, akan dimodelkan pula sudut kemiringan pada lereng tersebut. Dalam penelitian ini, akan meninjau pengaruh sudut 30°, sudut 35°, dan 41° terhadap faktor aman lereng. Maka dari itu pada penelitian ini akan meninjau pengaruh tingkat potensi ancaman tanah longsor dengan sudut kemiringan lereng, ketebalan lapisan, dan pengaruh kondisi terhadap faktor keamanan.

2. Metodologi

2.1. Lokasi pengambilan sampel

Tanah yang dipakai pada penelitian adalah tanah yang berasal dari Perumahan Griya Cemerlang 1, Kecamatan Tanjung Bintang, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung. Tanah ini terdiri dari sampel tanah asli yang diambil di lokasi lereng sekitar perumahan (Gambar 1). Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan menggunakan manual tabung. Tujuannya ialah untuk mengetahui deskripsi tanah pada kedalaman tertentu dan untuk agar didapat kolerasi antara kekuatan tanah dengan sifat – sifat karakteristik tanah



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel tanah.

2.2. Prosedur penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kondisi permukaan lereng yang dimana dipengaruhi oleh faktor sudut kemiringan lereng, kondisi permukaan lereng, dan ketebalan permukaan lereng. Adapun tahapan pengujian dilakukan sebagai berikut.

1. Survey Lokasi

Survey lokasi melibatkan pengamatan visual, pengukuran, pemetaan, dan wawancara dengan pihak terkait. Data yang dikumpulkan dapat berupa informasi topografi, vegetasi, keberadaan sumber daya alam, aksesibilitas, kondisi tanah, dan faktor-faktor lain yang mempengaruhi penggunaan atau pengembangan lokasi. Pengambilan data topografi didapatkan dari hasil pengukuran baik menggunakan Theodolite, Drone, maupun alat ukur lainnya.

2. Pengambilan sampel tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan menggunakan tabung sampel agar didapat tanah asli yang tidak terganggu oleh serta diambil dengan kedalaman $\pm 5m$.

3. Pengujian sampel tanah pada laboratorium

Pengujian sampel tanah ini dilakukan agar mengetahui sifat fisis tanah dan klasifikasi tanah berdasarkan astm atau buku yang berkaitan sesuai prosedur pengujian laboratorium.

4. Analisis Data

Analisis ini dilakukan dengan menggunakan program *geoslope* untuk mengetahui nilai faktor keamanan daerah lereng menggunakan metode *bishop* untuk mengetahui faktor keamanan suatu lereng.

5. Pembahasan

Pembahasan ini menjelaskan tentang analisis data yang didapat dari uji laboratorium dan juga analisis data menggunakan program komputasi dimana dapat dijelaskan apa saja faktor faktor yang mempengaruhi stabilitas lereng.

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Uraian umum

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi faktor keamanan stabilitas lereng dengan memanfaatkan perangkat lunak *Geoslope* melalui beberapa tahapan sistematis. Langkah-langkah yang diterapkan mencakup pengumpulan data, analisis menggunakan program *geoslope*, pembahasan hasil penelitian, serta kesimpulan.

Data tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah data tanah primer, dimana data tersebut dari hasil pengujian laboratorium mekanika tanah Universitas Lampung. Sampel tanah yang diambil berasal dari Kelurahan Sabah Balau, Kecamatan Tanjung Bintang, Lampung Selatan. Desa Sabah Balau memiliki luas wilayah sekitar 3,4 km² dimana sebelah utara berbatasan dengan Desa Way Galih, sebelah selatan berbatasan dengan desa Lumatang, sebelah timur berbatasan dengan desa Sukanegara, sebelah barat berbatasan dengan kota Bandar Lampung.

3.2. Sifat fisik tanah

Sampel tanah diambil dari desa Sabah Balau dimana tanah tersebut sebagai benda uji di laboratorium Universitas Lampung. Berdasarkan hasil pengujian laboratorium sampel tabung didapat nilai rata-rata kadar air sampel tabung 1 sebesar 27,38%, sedangkan untuk tabung sampel 2 didapat nilai kadar air rata-rata sebesar 27,22%. Sedangkan hasil pengujian laboratorium sampel tanah terganggu didapat nilai kadar air rata-rata 18,56% dan juga 22,37%.

Berdasarkan sampel didapat nilai hasil pengujian berat volume yang di uji di laboratorium dengan nilai tegangan maksimal dari masing- masing sampel. Untuk setiap sampel didapat nilai sudut geser dalam yaitu 11,670 dan 21,320. Hal ini menunjukkan bahwa setiap titik diambil beberapa sampel untuk pengujian memiliki nilai sudut gesek yang berbeda. Begitu pula nilai kohesi yaitu 11,6 dan 6,55. Untuk berat volume memiliki variasi yang berbeda pada setiap tabung sampel. Berat volume rata-rata tabung 1 yaitu 18,22 KN/m³, untuk berat volume rata-rata tabung sampel 2 yaitu 18,58 KN/m³.

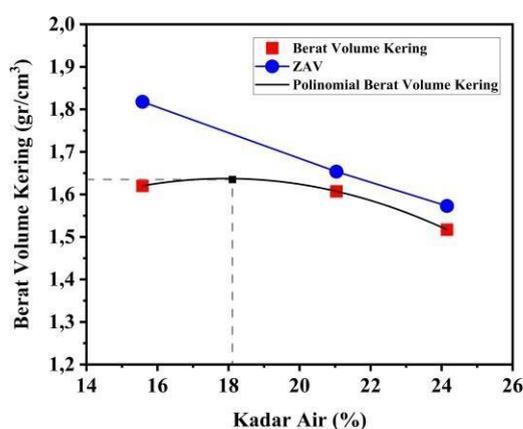
Berdasarkan hasil pengujian berat jenis yang dilakukan di laboratorium, didapat hasil pengujian berat jenis sampel tanah dalam tabung dengan nilai 2,53 dan sampel tabung kedua dengan nilai 2,56.

Berdasarkan pengujian *Atterberg Limit* didapatkan nilai *PL* yaitu sebesar 35,48%, *PI* yaitu sebesar 26,52%, serta *LL* yaitu sebesar 62% pada tabung 1. Sedangkan pada tabung 2 didapatkan nilai *PL* yaitu sebesar 32,00%, *PI* yaitu sebesar 26,30%, serta *LL* yaitu sebesar 58,3%

Sampel yang diambil dari lokasi penelitian digunakan untuk melakukan uji laboratorium analisa

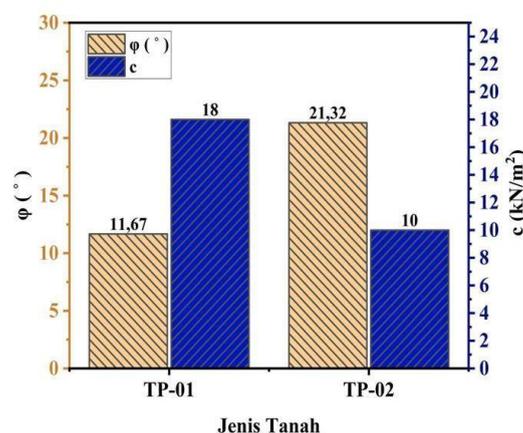
saringan. dari hasil pengujian analisa saringan sampel tabung, didapat hasil yang menunjukkan bahwa klasifikasi tanah butiran batu sekitar 25,21%, butiran tanah pasir 26,76%, dan butiran tanah lempung 48,02% pada sampel tabung 1, sedangkan untuk sampel tabung 2 menunjukkan bahwa klasifikasi tanah butiran batu 21,23%, butiran tanah pasir 26,82%, dan butiran tanah lempung 51,95%. Dari data ini dapat disimpulkan bahwa klasifikasi tanah tersebut adalah tanah lempung. Menurut USCS klasifikasi jenis tanah tersebut termasuk lempung berpasir dengan sedikit batuan.

Pemadatan tanah dilakukan untuk mengetahui kembang susut tanah yang terjadi di lokasi penelitian. Dari hasil penelitian didapat uji laboratorium untuk pemadatan tanah disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 2. Dimana untuk nilai kadar air optimum yaitu sebesar 18,11%.



Gambar 2. Pengujian pemadatan tanah.

Untuk setiap sampel didapat nilai sudut geser dalam yaitu 11,67⁰ dan 21,32⁰. Hal ini menunjukkan bahwa setiap titik diambil beberapa sampel untuk pengujian memiliki nilai sudut gesek yang berbeda. Begitu pula nilai kohesi didapatkan yaitu 18 kN/m² pada tabung 1 dan 10 kN/m² pada tabung 2.



Gambar 3. Pengujian kuat geser tanah.

3.3. Survey lapangan

Dari hasil survey didapat hasil kondisi bukit sudah mengalami perubahan. Salah satu perubahan tersebut adalah pengikisan lereng dengan alat berat yang bertujuan untuk lokasi pembangunan perumahan yang baru. Daerah lereng sudah banyak mengalami perubahan mulai dari kondisi lereng sampai dengan kondisi dimana lereng tersebut memiliki sudut kemiringan yang sangat curam. Berikut ini adalah contoh kondisi lereng pada saat penelitian yang ditampilkan dalam bentuk Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Kondisi lereng.

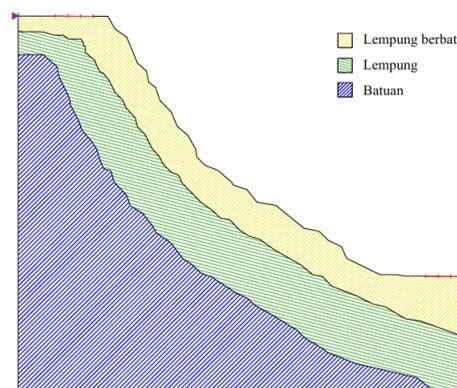
Hasil survey lapangan didapat bentuk fisik tanah dengan kedalaman 0 – 0,2 m berupa tanah lempung dengan sedikit kerikil, lapisan tanah dengan kedalaman 0,2 – 1 m dengan jenis tanah lempung dan lapisan tanah bawah dengan kedalaman 1 – 15 m dengan jenis tanah batuan. Sampel diambil di ketinggian 15 m diatas lereng dengan sudut kemiringan lereng yang termasuk kedalam kategori lereng agak curam. Sampel diambil dengan kedalaman 1 m dari lapisan permukaan tanah.

3.4. Stabilitas Lereng

Kestabilan lereng mempunyai peranan penting meningkatkan produksi dalam keberlangsungan proses penambangan. Kestabilan lereng pada tambang terbuka baik single slope ataupun *over slope* harus sesuai dengan kriteria minimum stabilitas lereng, sesuai dengan kriteria (Hoek and Bray, 2005) yang menyatakan bahwa lereng dengan nilai $> 1,3$ berada dalam kondisi aman.

Geometri longsoran, data parameter fisik dan kuat geser tanah yang telah diperoleh dari hasil analisis dengan ketinggian lereng 25 m, lebar lereng mencapai 30 m dan sudut kemiringan lereng yaitu 38° . Untuk tebal masing masing lapisan tanah yaitu untuk lapisan tanah 1 dengan ketebalan 1 m dengan jenis tanah lempung berbatu, untuk lapisan tanah yang kedua dengan tebal 1,5 m dengan jenis tanah lempung, dan lapisan tanah yang berada diatas titik lokasi pengambilan sampel di uji di laboratorium Universitas Lampung.

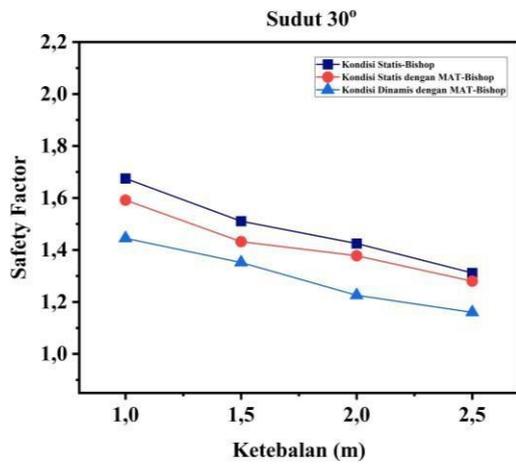
Dengan mengansumsikan bahwa klasifikasi tanah sama dengan kondisi tempat dimana sampel diambil di daerah lereng tersebut. Berikut merupakan hasil analisis yang ditunjukkan pada Gambar 5 di bawah ini.



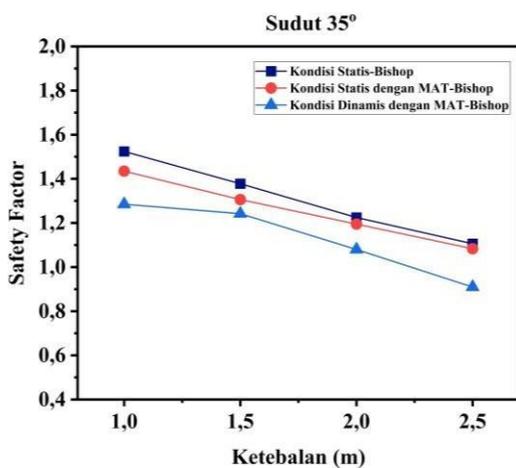
Gambar 5. Lapisan tanah.

3.5. Hasil analisis permodelan terhadap kondisi lereng

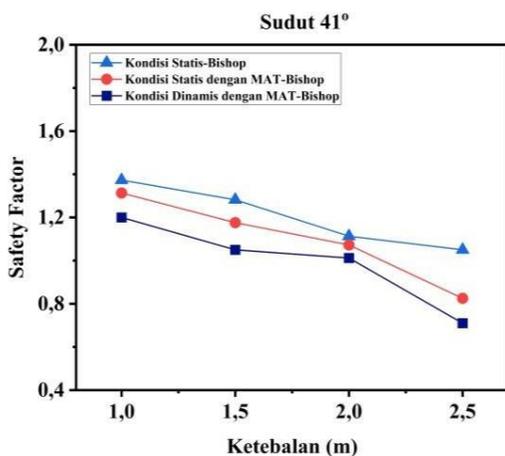
Berdasarkan permodelan terhadap lereng yang memperhatikan aspek kondisi permodelan lereng dan ketebalan lapisan tanah di dapatkan hasil bahwa nilai faktor keamanan pada kondisi lereng statis dalam artian tanpa perlakuan memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan pada kondisi lainnya (kondisi tanah jenuh dengan air dan kondisi diberikan gaya dinamis). Pada kondisi statis (tanpa adanya perlakuan), permukaan lereng akan berusaha untuk mempertahankan posisinya, sedangkan dengan keberadaan air, terutama air tanah (*groundwater*) sangat mempengaruhi kemantapan suatu lereng. Hal ini disebabkan karena air tanah memiliki tekanan air pori yang dapat menimbulkan gaya angkat dan menurunkan kekuatan suatu massa batuan penyusun lereng (Frans and Nurfalaq, 2019). Pada kondisi dinamis dengan air tanah yang jenuh mengakibatkan nilai faktor keamanan menjadi paling kecil dibanding dengan kondisi lain dalam permodelan ini. Hal ini disebabkan karena getaran yang dihasilkan oleh gempa, ledakan, dan lain sebagainya dapat menghasilkan energi yang besar dan apabila mempunyai arah yang sama dengan permukaan suatu lereng dapat menambah beban dan mengakibatkan terjadinya longsoran (Vickyla et al., 2019). Berkurangnya nilai faktor aman ini dapat disebabkan oleh gaya-gaya luar yang bekerja yang mengakibatkan material pembentuk lereng mengalami kecenderungan untuk menggelincir, dimana kecenderungan menggelincir ini ditahan oleh kekuatan geser material itu sendiri (Pangemanan, et al., 2014). Berdasarkan hasil permodelan yang dilakukan terhadap kondisi permukaan lereng di dapatkan nilai faktor keamanan seperti yang terdapat pada Gambar 6, Gambar 7, Gambar 8 di bawah ini.



Gambar 6. Hasil analisis permodelan lereng terhadap kondisi lereng pada sudut 30°



Gambar 7. Hasil analisis permodelan lereng terhadap kondisi lereng pada sudut 35°



Gambar 8. Hasil analisis permodelan lereng terhadap kondisi lereng pada sudut 41°

Pada sudut 30° , kondisi yang dimodelkan pada sebuah lereng dengan bantuan *software* sangat mempengaruhi nilai faktor keamanan. Pada kondisi statis dengan ketebalan lapisan tanah 1 meter

menunjukkan nilai faktor keamanan sebesar 1,675 sedangkan pada kondisi statis dengan keberadaan air tanah mengalami kenaikan nilai faktor keamanan yaitu sebesar 1,592 dan pada kondisi dinamis dengan keberadaan air tanah mengakibatkan nilai faktor keamanan menjadi turun sebesar 1,445. Perlu diberi perhatian bahwasannya pada kondisi statis dengan ketebalan lapisan mencapai 1 meter memiliki nilai faktor keamanan lebih besar dibandingkan dengan nilai faktor keamanan dengan kondisi diberikan air tanah. Nilai faktor kemanan dari stabilitas lereng ini sangat dipengaruhi oleh gaya-gaya yang bekerja pada lereng tersebut.

Pada sudut 35°, kondisi yang dimodelkan pada sebuah lereng dengan bantuan *software* sangat mempengaruhi nilai faktor keamanan. Pada kondisi ini terjadi nilai faktor keamanan mengalami penurunan akibat penambahan ketebalan lapisan tanah. Pada kondisi statis dengan ketebalan lapisan tanah 1 meter menunjukkan nilai faktor keamanan sebesar 1,524 sedangkan pada kondisi statis dengan keberadaan air tanah mengalami kenaikan nilai faktor keamanan yaitu sebesar 1,435 dan pada kondisi dinamis dengan keberadaan air tanah mengakibatkan nilai faktor keamanan menjadi turun sebesar 1,285. Nilai faktor kemanan dari stabilitas lereng ini sangat dipengaruhi oleh gaya-gaya yang bekerja pada lereng tersebut.

Pada sudut 41°, kondisi yang dimodelkan pada sebuah lereng dengan bantuan *software* sangat mempengaruhi nilai faktor keamanan. Pada kondisi statis dengan ketebalan lapisan tanah 1 meter menunjukkan nilai faktor keamanan sebesar 1,373 sedangkan pada kondisi statis dengan keberadaan air tanah mengalami kenaikan nilai faktor keamanan yaitu sebesar 1,313 dan pada kondisi dinamis dengan keberadaan air tanah mengakibatkan nilai faktor keamanan menjadi turun sebesar 1,2. Nilai faktor kemanan dari stabilitas lereng ini sangat dipengaruhi oleh gaya-gaya yang bekerja pada lereng tersebut.

Apabila faktor keamanan berada diantara 1,07-1,25 maka kelongsoran pada lereng pernah terjadi atau sering disebut sebagai lereng kritis serta apabila faktor keamanan berada dibawah 1,07 maka kelongsoran pada lereng sering terjadi atau sering disebut lereng labil (Noronha et al., 2019). Maka dari itu, lereng dengan permodelan terhadap kondisi perlakuan dapat dikategorikan ke dalam lereng kritis.

3.6. Hasil analisis permodelan terhadap ketebalan lereng

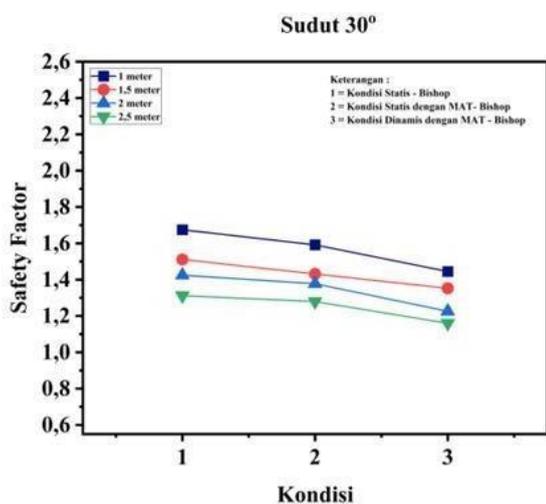
Berdasarkan hasil permodelan ketebalan lapisan permukaan lereng terhadap kondisi perlakuan pada sudut 30° dapat disimpulkan bahwasannya pada kondisi statis (tanpa perlakuan) didapatkan bahwa nilai faktor keamanan tertinggi berada pada lapisan tanah dengan

ketebalan 1 meter yaitu sebesar 1,675, dan nilai terendah terjadi pada ketebalan lapisan permukaan yaitu 2,5 meter dengan nilai faktor keamanan sebesar 1,312. Terjadi penurunan secara konstan mengikuti dengan diberikannya perlakuan pada kondisi lereng tersebut, dimana faktor aman suatu lereng akan mengalami penurunan secara signifikan ketika diberikan perlakuan gaya-gaya luar seperti air tanah dan getaran atau kondisi dinamis. Hasil permodelan ini dapat dilihat pada Gambar 9.

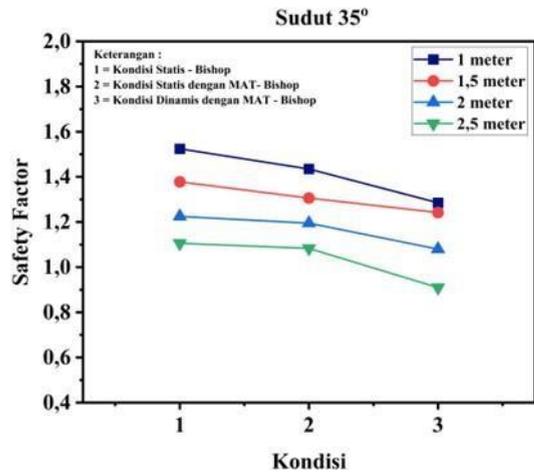
Berdasarkan hasil permodelan ketebalan lapisan permukaan lereng terhadap kondisi perlakuan pada sudut 35° dapat disimpulkan bahwasannya pada kondisi statis (tanpa perlakuan) didapatkan bahwa nilai faktor keamanan tertinggi berada pada lapisan tanah dengan ketebalan 1 meter yaitu sebesar 1,524, dan nilai terendah terjadi pada ketebalan lapisan permukaan yaitu 2,5 meter dengan nilai faktor keamanan sebesar 1,106. Nilai dari faktor keamanan cenderung mengalami penurunan mengikuti perlakuan terhadap lereng tersebut. Hasil permodelan ini dapat dilihat pada Gambar 10.

Berdasarkan hasil permodelan ketebalan lapisan permukaan lereng terhadap kondisi perlakuan pada sudut 41° dapat disimpulkan bahwasannya pada kondisi statis (tanpa perlakuan) didapatkan bahwa nilai faktor keamanan tertinggi berada pada lapisan tanah dengan ketebalan 1 meter yaitu sebesar 1,373, dan nilai terendah terjadi pada ketebalan lapisan permukaan yaitu 2,5 meter dengan nilai faktor keamanan sebesar 1,05. Nilai dari faktor keamanan cenderung mengalami penurunan mengikuti perlakuan terhadap lereng tersebut. Hasil permodelan ini dapat dilihat pada Gambar 11.

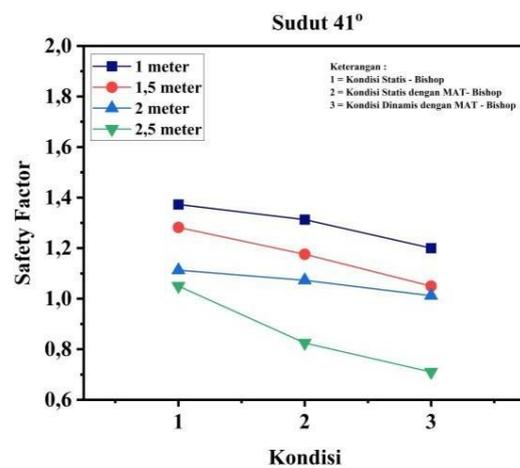
Maka dari itu, lereng dengan permodelan terhadap ketebalan lapisan permukaan dapat dikategorikan ke dalam lereng kritis, sehingga perlu diberikan perkuatan atau stabilisasi pada kondisi lereng tersebut..



Gambar 9. Hasil analisis permodelan lereng terhadap ketebalan lereng pada sudut 30°



Gambar 10. Hasil analisis permodelan lereng terhadap ketebalan lereng pada sudut 35°



Gambar 11. Hasil analisis permodelan lereng terhadap ketebalan lereng pada sudut 41°

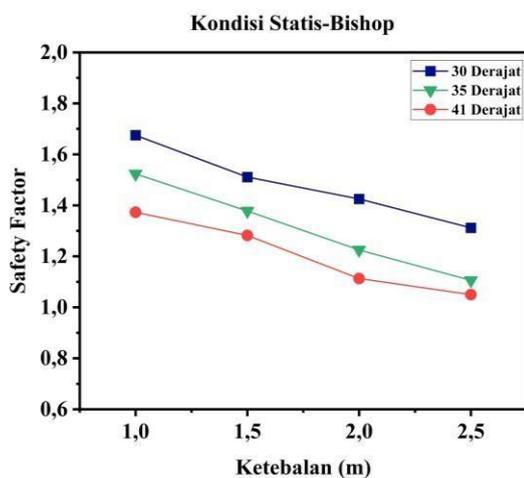
Berdasarkan hasil permodelan pengaruh sudut dan ketebalan lapisan permukaan terhadap faktor keamanan didapatkan bahwa semakin besar nilai dari sudut tersebut maka semakin curam pula permukaan dari lereng yang berakibat pada nilai faktor keamanan. Berdasarkan kajian yang dilakukan pada ruas jalan batas Muara Enim-Simpang Sugih Waras didapatkan bahwa semakin besar sudut lereng maka makin kecil pula faktor keamanannya, selain itu penambahan tinggi mengakibatkan pengurangan stabilitas lereng (Apriansyah and Gofar, 2022). Adapun klasifikasi lereng terhadap kemiringan lereng telah disampaikan bahwasannya ini menggunakan sudut 30, 35, dan 41 derajat, dalam klasifikasi kemiringan lereng yang disebutkan oleh Irfan et al., (2023) termasuk kedalam klasifikasi lereng rawan longsor (tingkat keberlanjutan yang sedang), maka dari itu perlu dilakukan analisis keberlanjutan dalam penelitian ini misalkan dapat dilakukannya penambahan perkuatan pada lapisan lereng sehingga struktur lapisan menjadi lebih kuat.

3.7. Hasil analisis permodelan terhadap sudut lereng

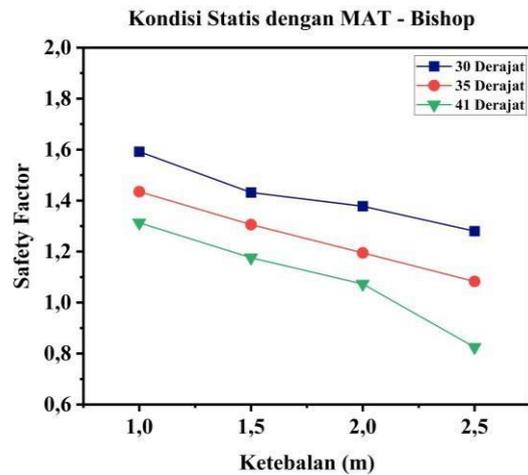
Pada kondisi statis dengan metode *bishop* didapatkan kesimpulan berupa pengaruh sudut terhadap nilai faktor keamanan itu harus diperhatikan bahwasannya pada kondisi ini nilai faktor keamanan pada ketebalan lapisan permukaan 1 meter memiliki nilai sebesar 1,675 pada sudut 30°, 1,524 pada sudut 35°, serta pada sudut 41° memiliki nilai 1,373. Nilai ini cenderung mengalami penurunan seiring dengan penambahan ketebalan lapisan permukaan. Nilai dari faktor keamanan cenderung mengalami penurunan mengikuti perlakuan terhadap lereng tersebut. Hasil permodelan ini dapat dilihat pada Gambar 12.

Pada kondisi statis yang diberikan air tanah dengan metode *bishop* didapatkan kesimpulan berupa pengaruh sudut terhadap nilai faktor keamanan itu harus diperhatikan bahwasannya pada kondisi ini nilai faktor keamanan pada sudut 30° cenderung memiliki nilai lebih tinggi yang diikuti dengan besaran sudut lainnya. Semakin besar sudut dari lereng tersebut maka semakin kecil nilai faktor keamanannya. Pada kondisi ini dengan sudut 30° dan ketebalan 1 meter memiliki nilai sebesar 1,592, pada sudut 35° memiliki nilai faktor aman sebesar 1,435, dan 1,313 merupakan nilai faktor aman dari sudut 41°. Hasil permodelan ini dapat dilihat pada Gambar 13.

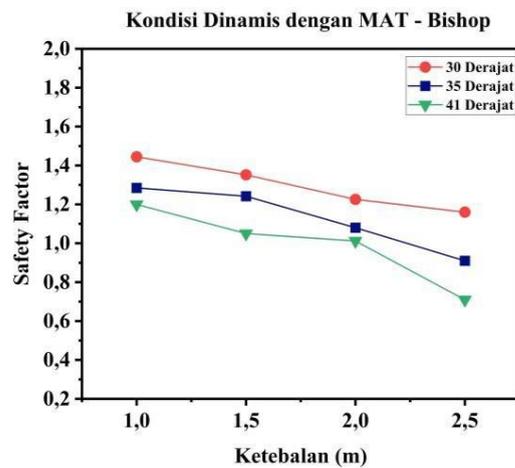
Pada kondisi dinamis dengan diberikan air tanah dapat disimpulkan bahwa nilai faktor keamanan dari sudut 30° memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan sudut 35° dan sudut 41°. Pengaruh ketebalan terhadap sudut memiliki nilai faktor keamanan yang cenderung menurun akibat adanya getaran atau gaya dinamis yang diberikan pada permodelan tersebut. Pada sudut 30° memiliki nilai faktor keamanan 1,445 pada ketebalan 1 meter, sedangkan pada sudut 35° dan 41° masing-masing memiliki nilai 1,285 dan 1,2. Hasil permodelan ini dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 12. Hasil analisis permodelan lereng terhadap sudut lereng pada kondisi statis.



Gambar 13. Hasil analisis permodelan lereng terhadap ketebalan lereng pada kondisi statis dengan muka air tanah.



Gambar 9. Hasil analisis permodelan lereng terhadap ketebalan lereng pada sudut 30°

Pada metode kesetimbangan batas yang dimana memperhitungkan gaya pendorong dan gaya penahan lereng dimana dalam analisis ini kondisi gaya pendorong bertambah akibat adanya faktor getaran namun gaya penahan lereng memiliki nilai yang tetap sehingga menurunkan nilai faktor keamanan atau lereng berada pada kondisi tidak stabil (Khodijah et al., 2022). apabila faktor keamanan berada diantara 1,07-1,25 maka kelongsoran pada lereng pernah terjadi atau sering disebut sebagai lereng kritis serta apabila faktor keamanan berada dibawah 1,07 maka kelongsoran pada lereng sering terjadi atau sering disebut lereng labil (Noronha et al., 2019). Maka dari itu, lereng dengan kondisi ketebalan tersebut perlu dilakukan stabilisasi berupa perkuatan lereng.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang didapatkan hselama penelitian didapatkan bahwa kondisi lereng sudah mengalami banyak perubahan yang cukup signifikan, contohnya bukit yang sudah dijadikan perumahan. Hasil

analisis stabilitas lereng yang telah dilakukan menggunakan metode *bishop* dengan variasi kondisi lereng, ketebalan permukaan lereng, serta sudut lereng didapatkan kesimpulan bahwasannya lereng dalam kondisi labil dengan $sf < 1,25$ pada beban statis dan $sf < 1,0$ pada beban dinamis sehingga dapat menimbulkan potensi bencana longsor.

Ucapan terima kasih

Terimakasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam mengumpulkan data yang diperlukan selama penelitian berlangsung.

Daftar Pustaka

- Apriansyah, A. and Gofar, N. (2022) 'Pengaruh geometri terhadap kestabilan lereng', *Dinamika Teknik Sipil*, 15(2), pp. 85–90.
- Ernamaiyanti and Yunanda, M. (2019) 'Analisis Daya Dukung Dan Daya Tampung Lahan Pengembangan Perumahan Dan Pemukiman Provinsi Banten', *Jurnal Teknik Sipil UNPAL*, 9(1), pp. 25–31. Available at: <https://doi.org/10.36546/tekniksipil.v9i1.266>.
- Firdaus, M.I. and Yuliani, E. (2021) 'Kesesuaian Lahan Permukiman Terhadap Kawasan Rawan Bencana Longsor', *Jurnal Kajian Ruang*, 1(2), pp. 216–237. Available at: <https://doi.org/10.30659/jkr.v1i2.20030>.
- Frans, J.S. and Nurfalaq, M.H. (2019) 'STUDI GEOTEKNIK PENGARUH MUKA AIR TANAH Geotechnical Study of The Impact of Groundwater Level For Slope Stability in Coal', 1(1), pp. 12–21.
- Hasibuan, H.C. and Rahayu, S. (2017) 'Kesesuaian Lahan Permukiman Pada Kawasan Rawan Bencana Tanah Longsor Di Kabupaten Temanggung', *Jurnal Perencanaan Wilayah Kota*, 6(4), pp. 242–256. Available at: <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/pwk>.
- Hoek, E. & Bray, J. W. (2005). *Rock Slope Engineering Civil and Mining (4th Edition)*. London and New York. Spon Press. Taylor & Francis Group.
- Irfan, M., Chrismaningwang, G. and Ardhana, P. (2023) 'Studi pengaruh kemiringan sudut terhadap angka keamanan lereng dengan perkuatan geotekstil', 3(1), pp. 323–333.
- Khodijah, S. et al. (2022) 'ANALISIS KESTABILAN LERENG MENGGUNAKAN METODE KESETIMBANGAN BATAS DALAM KONDISI STATIS DAN DINAMIS PADA PIT X, TANJUNG ENIM, SUMATRA SELATAN', 6(4), pp. 1030–1037.
- Noronha, E.M.D.C., Arifianto, A.K. and Hanggara, I. (2019) 'Analisis Penentuan Faktor Keamanan Stabilitas Lereng Menggunakan Metode Fellenius Dan Bishop (Studi Kasus : Jl . Mulyorejo , Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang)', 3(1), pp. 120–130.
- Pangemanan, V.G.M., Turagan, A. and Sompie, O.B.. (2014) 'Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Fellenius (Studi Kasus: Kawasan Citraland)', *Jurnal Sipil Statik*, 2(1), pp. 37–46. Available at: <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/3920>.
- Pratama, A., Roychansyah, S. and Hergawati, Y. (2020) 'Dampak Perkembangan Perumahan Terhadap Masyarakat di Sekitar Perumahan Kecamatan Baruga, Kota Kendari', 5(1), pp. 25–34.
- Tanaya, D. and Rastini, N.M. (2016) 'PERAN KEPEDULIAN PADA LINGKUNGAN MEMEDIASI PENGETAHUAN TENTANG LINGKUNGAN TERHADAP NIAT PEMBELIAN PRODUK HIJAU', 4(4), pp. 3879–3904.
- Vickyla, M., Sophian, R.I. and Muslim, D. (2019) 'Pengaruh Muka Air Tanah Terhadap Kestabilan Lereng', *Padjadjaran Geoscience Journal*, 3(3), pp. 191–198. Available at: <http://www.ejournal.gunadarma.ac.id/index.php/kommit/article/download/1058/920>.