Vol. 12 No. 02 Oktober (2026) Halaman Artikel (167-174)

JURNAL TEKNIK SIPIL : RANCANG BANGUN

Website: https://ejournal.um-sorong.ac.id/index.php/rancangbangun

ANALISIS KESTABILAN LERENG MENGGUNAKAN METODE FELLENIUS

SLOPE STABILITY ANALYSIS USING THE FELLENIUS METHOD

Annisa Adika Qolby[1*], Syarbaini Lubis[2]

[(1,2)] Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan, Indonesia

Abstrak

Kestabilan lereng merupakan aspek penting dalam bidang geoteknik karena ketidakstabilan dapat mengakibatkan longsor dan mengancam keselamatan infrastruktur maupun masyarakat. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kestabilan lereng menggunakan metode Fellenius dengan mempertimbangkan pengaruh karakteristik tanah, geometri lereng, dan kondisi kejenuhan akibat hujan. Kajian disusun menggunakan pendekatan kuantitatif melalui tiga skenario analisis, yaitu kondisi tanah relatif kering, kondisi jenuh akibat hujan, dan kondisi setelah perbaikan drainase serta geometri lereng. Parameter skenario meliputi tinggi lereng 12 m, sudut kemiringan 45°, berat isi tanah 18,50 kN/m³, kohesi 12 kPa, dan sudut geser dalam 24°. Hasil simulasi pendahuluan menunjukkan faktor keamanan sebesar 1,18 pada kondisi relatif kering, 0,94 pada kondisi jenuh, dan 1,38 setelah skenario perbaikan. Hasil tersebut menggambarkan bahwa peningkatan kejenuhan tanah berpotensi menurunkan kestabilan lereng, sedangkan perbaikan drainase dan geometri berpotensi meningkatkan faktor keamanan. Nilai yang diperoleh masih bersifat ilustratif dan memerlukan verifikasi melalui pengukuran lapangan serta pengujian laboratorium. Penelitian lanjutan diperlukan untuk memperoleh hasil analisis yang sesuai dengan kondisi aktual lokasi kajian.

Kata Kunci: faktor keamanan; kestabilan lereng; metode Fellenius; parameter tanah

Abstract

Slope stability is an important aspect of geotechnical engineering because slope failure can threaten infrastructure and public safety. This study aims to evaluate slope stability using the Fellenius method by considering soil characteristics, slope geometry, and rainfall-induced saturation conditions. A quantitative approach is adopted through three preliminary analytical scenarios: relatively dry soil conditions, rainfall-induced saturated conditions, and conditions following drainage and slope geometry improvements. The assumed parameters include a slope height of 12 m, a slope angle of 45°, a soil unit weight of 18.50 kN/m³, cohesion of 12 kPa, and an internal friction angle of 24°. The preliminary simulation indicates safety factors of 1.18 under relatively dry conditions, 0.94 under saturated conditions, and 1.38 after the proposed improvement scenario. These results illustrate that increased soil saturation may reduce slope stability, while drainage and geometric improvements may increase the safety factor. However, the values remain illustrative and require verification through field measurements and laboratory testing. Further investigation is necessary to obtain reliable results that represent the actual conditions of the study location.

Keywords: *Fellenius method; safety factor; slope stability; soil parameters*

PENDAHULUAN

Kestabilan lereng merupakan salah satu aspek penting dalam bidang geoteknik karena ketidakstabilan lereng dapat menyebabkan longsor, kerusakan infrastruktur, gangguan transportasi, hingga mengancam keselamatan masyarakat. Permasalahan tersebut dapat terjadi akibat kombinasi beberapa faktor, antara lain kondisi geometri lereng, karakteristik fisik dan mekanik tanah, kondisi muka air tanah, infiltrasi air hujan, serta beban yang bekerja di sekitar lereng. Oleh karena itu, evaluasi kestabilan lereng diperlukan untuk mengetahui tingkat keamanan lereng dan menentukan alternatif penanganan yang sesuai dengan kondisi geoteknik di lapangan.

Salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam analisis kestabilan lereng adalah metode kesetimbangan batas (Limit Equilibrium Method). Metode ini mengevaluasi keseimbangan antara gaya penahan dan gaya penggerak pada massa tanah yang berpotensi mengalami kelongsoran. Metode Fellenius atau Ordinary Method of Slices merupakan salah satu metode kesetimbangan batas yang membagi massa tanah menjadi beberapa irisan vertikal untuk mengevaluasi faktor keamanan lereng. Penerapan metode tersebut telah dilakukan pada berbagai kondisi lereng, antara lain lereng di Desa Noelmina Takari (Wuri, 2024), lereng di Desa Padang Mas, Kabupaten Karo (Waruwu et al., 2022), lereng Kecamatan Amarasi Barat, Kabupaten Kupang (Sundari et al., 2024), serta lereng pada pekerjaan drainase Gedung PPIIG Universitas Palangka Raya

(*)Corresponding author
Telp : +62 853-5998-3784
E-mail : qolby@dosen.pancabudi.ac.id
http://doi.org/0.33506/rb.v12i02.6320
Received xx Bulan Tahun; Accepted xx Bulan Tahun; Available online xx Bulan Tahun
E-ISSN: 2614-4344 P-ISSN: 2476-8928

(Firdaus et al., 2022). Penelitian lain juga menerapkan perhitungan Fellenius untuk mengevaluasi kestabilan lereng jalan raya di Kecamatan Pemenang, Kabupaten Lombok Utara (Aprianti et al., 2021), lereng pembangunan embung di Desa Bumi Ayu, Pringsewu (Wijaya, 2021), serta lereng pada proyek konstruksi jalan (Duha, 2026).

Penggunaan metode Fellenius juga berkembang melalui penerapan perhitungan manual dan bantuan program komputer. Panjaitan et al. (2020) mengembangkan perhitungan stabilitas lereng menggunakan metode Fellenius melalui program berbasis PHP. Sementara itu, Taqwanto et al. (2026) menerapkan perhitungan manual untuk menganalisis kestabilan lereng pada tumpukan gipsum. Penggunaan perangkat lunak juga diterapkan dalam penelitian yang membandingkan metode Fellenius dan Bishop pada lereng Bendungan Leuwikeris (Wardhanu & Kusumastuti, 2022). Musa dan Supardi (2026) turut mengevaluasi kestabilan lereng menggunakan metode Bishop dan Fellenius dengan bantuan perangkat lunak Slide 6.0. Kajian tersebut menunjukkan bahwa analisis kestabilan lereng dapat dilakukan melalui pendekatan perhitungan manual maupun komputasi, dengan tetap memperhatikan kesesuaian parameter tanah dan asumsi metode yang digunakan.

Selain penerapan metode, sejumlah penelitian mengembangkan analisis dengan membandingkan metode atau pendekatan pemodelan yang berbeda. Aji et al. (2022) mengkaji kestabilan lereng tanah timbunan pada kawasan Perumahan Citraland Bandar Lampung menggunakan metode Fellenius dan Bishop serta membahas alternatif penanggulangannya. Ayuni dan Rahmat (2025) membandingkan metode Fellenius dengan pemodelan PLAXIS 2D pada kawasan rawan longsor Sitinjau Lauik, Kota Padang. Pradana et al. (2026) juga membandingkan metode Fellenius dan Bishop Simplified pada lereng penstock PLTM Padang Guci-2, Bengkulu. Perbandingan pendekatan tersebut penting untuk memahami pengaruh asumsi metode terhadap hasil evaluasi kestabilan lereng.

Karakteristik material dan kondisi geologi juga menjadi pertimbangan penting dalam analisis. Amalina dan Ifthikar (2025) mengkaji perbandingan stabilitas lereng pada kawasan karst di Girimulyo, Kulon Progo. Fitriansyah et al. (2024) menganalisis kestabilan lereng tanah lempung lunak di Kabupaten Kapuas dengan mempertimbangkan penggunaan perkuatan geocell serta membandingkan pendekatan PLAXIS dan Fellenius. Rodiah (2025) mengevaluasi stabilitas lereng berdasarkan data Cone Penetration Test (CPT) menggunakan metode kesetimbangan batas dan Fellenius di kawasan Huntap Pombewe, Kabupaten Sigi. Sementara itu, Islami et al. (2024) melakukan analisis stabilitas lereng di Jalan Ahmad Yani No. 49, Kota Sorong, menggunakan perangkat lunak Rocslide. Berbagai kajian tersebut memperlihatkan bahwa pemilihan parameter tanah, karakteristik geologi, serta ketersediaan data penyelidikan merupakan bagian penting dalam menghasilkan evaluasi kestabilan yang dapat dipertanggungjawabkan.

Aspek penanganan lereng juga menjadi perhatian dalam penelitian geoteknik. Sefrina et al. (2025) mengkaji pengaruh soil nailing terhadap stabilitas lereng melalui perangkat lunak LEM dan perhitungan manual. Latifah et al. (2025) mengevaluasi stabilitas lereng sungai menggunakan metode Fellenius dan Bishop dengan perkuatan dinding penahan tanah pada lokasi longsor Daerah Aliran Sungai Pelus–Arcawinangun, Purwokerto. Penelitian tersebut memperlihatkan bahwa evaluasi kestabilan dapat dikaitkan dengan pemilihan alternatif perkuatan berdasarkan kondisi dan kebutuhan penanganan lereng.

Pada lokasi Jalan Jamin Ginting KM 35, Desa Bandar Baru, Kecamatan Sibolangit, Sihaloho et al. (2023) telah melakukan penelitian mengenai perkuatan dinding penahan tanah. Penelitian tersebut berfokus pada evaluasi stabilitas struktur dinding penahan tanah terhadap guling, geser, dan daya dukung. Dengan demikian, kajian tersebut memberikan gambaran mengenai permasalahan geoteknik di kawasan Bandar Baru, tetapi objek analisisnya berbeda dari evaluasi kestabilan massa lereng menggunakan metode Fellenius. Perbedaan objek dan pendekatan tersebut menjadi dasar untuk membedakan kajian kestabilan lereng dari penelitian terdahulu mengenai dinding penahan tanah.

Berdasarkan penelitian terdahulu, metode Fellenius telah diterapkan pada berbagai jenis lereng, seperti lereng jalan, lereng tanah timbunan, lereng kawasan karst, lereng sungai, lereng bendungan, dan lereng pada proyek konstruksi. Kajian juga telah mencakup perbandingan metode, penggunaan perangkat lunak, pemanfaatan data CPT, serta evaluasi alternatif perkuatan. Namun, evaluasi terhadap massa lereng pada kawasan Bandar Baru dengan fokus pada perubahan kondisi tanah dan skenario penanganan masih memerlukan kajian lebih lanjut. Oleh sebab itu, penelitian ini diarahkan untuk mengevaluasi kestabilan lereng menggunakan metode Fellenius dengan membandingkan kondisi tanah relatif kering, kondisi jenuh akibat hujan, dan kondisi setelah skenario perbaikan drainase serta geometri lereng.

Penelitian ini bertujuan menganalisis kestabilan lereng menggunakan metode Fellenius,

mengidentifikasi perubahan faktor keamanan berdasarkan skenario kondisi tanah, serta menyusun rekomendasi awal penanganan lereng. Hasil kajian diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai penerapan metode Fellenius dalam evaluasi kestabilan lereng dan menjadi dasar bagi investigasi geoteknik lanjutan. Seluruh hasil numerik dalam kajian pendahuluan perlu diverifikasi menggunakan data geometri, parameter tanah, dan kondisi air tanah yang diperoleh secara langsung dari lokasi penelitian.

TINJAUAN PUSTAKA

Kestabilan Lereng

Kestabilan lereng merupakan kondisi ketika massa tanah atau batuan mampu mempertahankan posisinya dan tidak mengalami pergerakan yang membahayakan. Kestabilan tersebut dipengaruhi oleh keseimbangan antara gaya yang menyebabkan pergerakan dan kemampuan tanah dalam menahan pergerakan. Apabila gaya penggerak lebih besar daripada kemampuan tahanan tanah, maka lereng berpotensi mengalami kelongsoran.

Faktor yang memengaruhi kestabilan lereng meliputi tinggi dan kemiringan lereng, jenis tanah, berat isi, kohesi, sudut geser dalam, kondisi air tanah, serta beban tambahan di sekitar lereng. Perubahan salah satu faktor tersebut dapat menyebabkan perubahan nilai faktor keamanan.

Metode Fellenius

Metode Fellenius merupakan salah satu metode kesetimbangan batas yang digunakan untuk mengevaluasi kestabilan lereng. Metode ini dikenal sebagai metode irisan biasa atau Ordinary Method of Slices. Massa tanah yang diperkirakan bergerak dibagi menjadi sejumlah irisan vertikal. Setiap irisan dievaluasi berdasarkan berat tanah, karakteristik bidang gelincir, kohesi, sudut geser dalam, dan kondisi tekanan air pori.

Metode Fellenius menggunakan asumsi bidang gelincir berbentuk lingkaran dan mengabaikan pengaruh gaya geser antariris an. Hasil analisis dinyatakan dalam faktor keamanan yang menggambarkan perbandingan antara kemampuan tahanan tanah dan kecenderungan massa tanah untuk bergerak. Metode ini banyak digunakan dalam evaluasi awal kestabilan lereng karena prosedurnya relatif sederhana (Tinambunan et al., 2018; Radityo et al., 2024).

Faktor Keamanan

Faktor keamanan merupakan indikator yang digunakan untuk menilai kondisi kestabilan suatu lereng. Nilai faktor keamanan yang lebih besar menunjukkan bahwa kemampuan tahanan tanah lebih besar dibandingkan kecenderungan massa tanah untuk bergerak. Sebaliknya, nilai faktor keamanan di bawah satu menunjukkan bahwa kondisi lereng secara analitis tidak stabil.

Interpretasi faktor keamanan harus mempertimbangkan kondisi pembebanan, parameter tanah, tekanan air pori, geometri bidang gelincir, serta kriteria teknis yang digunakan. Oleh karena itu, penilaian kondisi aman tidak cukup hanya didasarkan pada satu nilai faktor keamanan tanpa mempertimbangkan karakteristik dan risiko lokasi.

Pengaruh Air terhadap Kestabilan Lereng

Air hujan dapat masuk ke dalam tanah melalui proses infiltrasi. Peningkatan kadar air dapat mengubah kondisi tegangan tanah dan meningkatkan tekanan air pori. Pada tanah tak jenuh, infiltrasi juga dapat mengurangi isapan matrik yang sebelumnya memberikan kontribusi terhadap kuat geser tanah. Kondisi tersebut berpotensi menurunkan kestabilan lereng.

Muntohar et al. (2022) menjelaskan bahwa pola hujan terdahulu dan hujan yang berlangsung secara berkelanjutan berpengaruh terhadap perkembangan tekanan air pori dan potensi kegagalan lereng tanah residual. Oleh karena itu, kondisi drainase dan pengendalian air permukaan perlu menjadi bagian dari upaya penanganan lereng.

METODE

Desain Penelitian

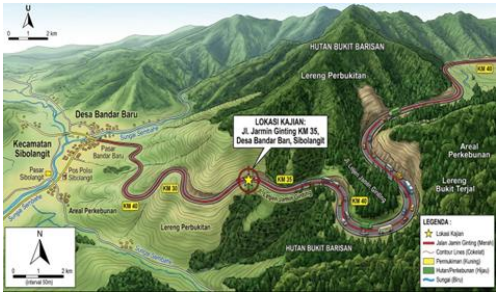
Penelitian ini disusun menggunakan pendekatan kuantitatif melalui analisis kestabilan lereng dengan metode Fellenius. Analisis dilakukan dengan membandingkan tiga kondisi, yaitu kondisi tanah relatif kering, kondisi tanah jenuh akibat hujan, dan kondisi setelah dilakukan skenario perbaikan. Perbandingan tersebut digunakan untuk menggambarkan perubahan faktor keamanan akibat perubahan kondisi air dan geometri lereng.

Kajian ini menggunakan parameter geometri dan sifat mekanik tanah berupa data skenario. Oleh karena itu, hasil analisis merupakan ilustrasi pendahuluan yang perlu diverifikasi melalui pengukuran langsung dan pengujian laboratorium sebelum digunakan sebagai dasar desain atau keputusan teknis.

Lokasi dan Objek Penelitian

Objek kajian diarahkan pada kondisi lereng di sekitar kawasan Jalan Jamin Ginting KM 35, Desa Bandar Baru, Kecamatan Sibolangit, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. Lokasi tersebut digunakan sebagai konteks kajian berdasarkan penelitian terdahulu mengenai dinding penahan tanah oleh Sihaloho et al. (2023). Namun, penampang lereng dan parameter tanah dalam kajian ini belum diperoleh melalui survei lapangan langsung.

Gambar 1 menunjukkan lokasi kajian yang perlu dilengkapi menggunakan peta aktual dan titik koordinat hasil survei.



Gambar 1. Peta Lokasi Kajian di Jalan Jamin Ginting KM 35, Desa Bandar Baru, Kecamatan Sibolangit.

Data Geometri Lereng

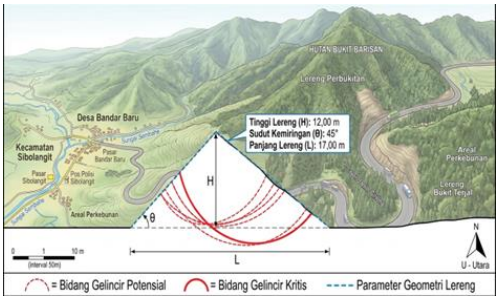
Data geometri digunakan untuk menggambarkan bentuk dan dimensi lereng yang menjadi objek analisis. Parameter geometri yang digunakan dalam skenario pendahuluan meliputi tinggi lereng, sudut kemiringan, dan panjang lereng. Rincian parameter geometri disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Geometri Lereng untuk Skenario Analisis

Parameter	Nilai skenario	Satuan
Tinggi lereng	12,00	m
Sudut kemiringan lereng	45	◦
Panjang lereng	17,00	m
Kondisi permukaan	Tanah terbuka dan vegetasi tidak merata	–
Kondisi drainase	Belum optimal	–

Gambar 2 memperlihatkan ilustrasi penampang lereng yang digunakan sebagai gambaran geometri dalam kajian. Penampang ini perlu disesuaikan dengan hasil pengukuran topografi aktual sebelum dilakukan perhitungan akhir.

Parameter tanah yang digunakan meliputi kadar air, berat jenis, berat isi, kohesi, dan sudut geser dalam. Parameter tersebut merupakan data masukan yang diperlukan dalam analisis kestabilan lereng. Nilai yang digunakan dalam kajian pendahuluan disajikan pada Tabel 2.



Gambar 2. Ilustrasi Penampang Geometri Lereng untuk Skenario Analisis.

Data Sifat Fisik dan Mekanik Tanah

Tabel 2. Parameter Sifat Fisik dan Mekanik Tanah untuk Skenario Analisis

Parameter	Nilai skenario	Satuan
Kadar air	18,00	%
Berat jenis tanah	2,65	–
Berat isi tanah	18,50	kN/m³
Berat isi kering	15,68	kN/m³
Kohesi	12,00	kPa
Sudut geser dalam	24,00	°
Klasifikasi tanah ilustratif	Lempung berlanau	–

Nilai pada Tabel 2 tidak berasal dari pengujian laboratorium sampel tanah lokasi kajian. Dalam penelitian lapangan yang sebenarnya, parameter tersebut perlu diperoleh melalui pengambilan sampel tanah dan pengujian laboratorium, antara lain pengujian kadar air, berat isi, berat jenis, serta kuat geser langsung atau pengujian triaksial.

Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian lapangan direncanakan melalui pengamatan kondisi lereng, pengukuran geometri menggunakan alat ukur topografi, pengambilan sampel tanah, dan pengujian laboratorium. Data yang diperlukan mencakup kondisi permukaan lereng, tinggi dan kemiringan lereng, stratigrafi tanah, berat isi, kadar air, kohesi, sudut geser dalam, serta kondisi muka air tanah.

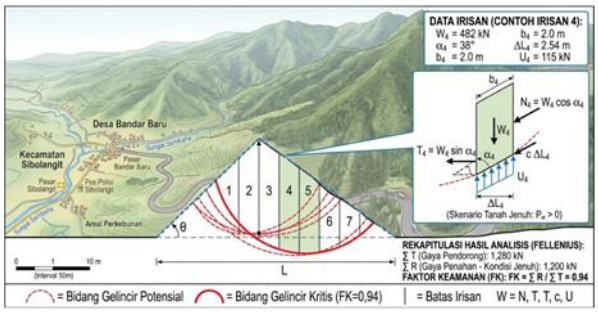
Analisis kestabilan dilakukan menggunakan metode Fellenius atau Ordinary Method of Slices. Massa tanah yang berpotensi bergerak dibagi menjadi beberapa irisan vertikal. Setiap irisan dievaluasi berdasarkan berat tanah, kemiringan dasar irisan, panjang bidang gelincir, serta parameter kuat geser tanah. Hasil evaluasi digunakan untuk memperoleh faktor keamanan terhadap kemungkinan terjadinya kelongsoran.

Metode Fellenius menggunakan asumsi bidang gelincir berbentuk lingkaran dan mengabaikan pengaruh gaya geser antariris. Pendekatan tersebut menjadikan metode ini relatif sederhana untuk analisis awal, meskipun hasilnya tetap dipengaruhi oleh asumsi geometri bidang gelincir dan parameter tanah yang digunakan.

Analisis disusun dalam tiga skenario. Pertama, kondisi relatif kering, yaitu kondisi ketika pengaruh air pori terhadap kuat geser tanah diasumsikan relatif kecil. Kedua, kondisi jenuh akibat hujan, yaitu kondisi ketika infiltrasi air meningkatkan kejenuhan tanah dan berpotensi menurunkan kestabilan lereng. Ketiga, kondisi setelah perbaikan, yaitu skenario perubahan geometri lereng dan perbaikan sistem drainase untuk mengurangi potensi peningkatan tekanan air pori.

Gambar 3 memperlihatkan ilustrasi bidang gelincir dan pembagian irisan yang digunakan dalam pendekatan metode Fellenius. Gambar tersebut perlu

dibuat berdasarkan penampang lereng dan bidang gelincir kritis hasil analisis aktual.



Gambar 3. Ilustrasi Bidang Gelincir dan Pembagian Irisan pada Metode Fellenius.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Geometri dan Karakteristik Tanah

Berdasarkan parameter skenario yang digunakan, lereng memiliki tinggi 12 m dengan sudut kemiringan 45°. Geometri tersebut menggambarkan lereng dengan kemiringan relatif curam sehingga kestabilannya perlu dievaluasi berdasarkan karakteristik tanah dan kondisi air. Berat isi tanah diasumsikan sebesar 18,50 kN/m³, kohesi 12 kPa, dan sudut geser dalam 24°.

Parameter kohesi dan sudut geser dalam merupakan komponen penting dalam menentukan kemampuan tanah menahan pergerakan. Nilai kohesi yang relatif rendah dan sudut kemiringan yang besar dapat meningkatkan potensi ketidakstabilan, terutama ketika terjadi perubahan kondisi air di dalam tanah. Penelitian Tinambunan et al. (2018) menunjukkan bahwa variasi parameter kuat geser dan geometri lereng dapat menghasilkan perbedaan nilai faktor keamanan.

Perlu diperhatikan bahwa karakteristik tanah aktual di lokasi kajian belum dapat ditentukan hanya berdasarkan kondisi visual atau penelitian dinding penahan tanah terdahulu. Oleh sebab itu, nilai pada Tabel 1 dan Tabel 2 diperlakukan sebagai parameter skenario, bukan hasil pengukuran lapangan.

Hasil Analisis Kestabilan Lereng

Hasil skenario analisis memperlihatkan adanya perbedaan nilai faktor keamanan pada tiga kondisi yang dibandingkan. Rekapitulasi nilai faktor keamanan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Kestabilan Lereng Berdasarkan Skenario

Kondisi analisis	Faktor keamanan skenario	Interpretasi awal
Tanah relatif kering	1,18	Kritis atau belum memenuhi kriteria aman yang ditetapkan
Tanah jenuh akibat hujan	0,94	Tidak stabil
Setelah perbaikan drainase dan geometri	1,38	Lebih stabil dibandingkan kondisi awal

Nilai pada Tabel 3 merupakan angka skenario ilustratif yang digunakan untuk menggambarkan kecenderungan perubahan faktor keamanan. Nilai tersebut belum dapat dinyatakan sebagai hasil perhitungan Fellenius yang tervalidasi karena data pembagian irisan, geometri bidang gelincir, dan tekanan air pori aktual belum tersedia.

Pada kondisi relatif kering, faktor keamanan skenario sebesar 1,18 menggambarkan kondisi lereng yang masih memerlukan perhatian. Ketika tanah mengalami peningkatan kejenuhan akibat hujan, nilai skenario menurun menjadi 0,94. Penurunan tersebut menggambarkan kemungkinan berkurangnya kuat geser tanah akibat peningkatan tekanan air pori.

Kecenderungan tersebut sejalan dengan penelitian Muntohar et al. (2022) yang menjelaskan bahwa hujan dengan durasi tertentu dan pola hujan sebelumnya dapat memengaruhi kestabilan lereng tanah residual. Dengan demikian, kondisi air merupakan salah satu aspek penting yang perlu diperhitungkan dalam evaluasi kestabilan lereng.

Hasil Perhitungan dan Perbandingan Skenario

Perbandingan nilai faktor keamanan dari ketiga skenario disajikan pada Tabel 4. Tabel ini digunakan untuk memperlihatkan perubahan nilai faktor keamanan secara deskriptif antara kondisi awal, kondisi setelah hujan, dan kondisi setelah perbaikan.

Tabel 4. Rekapitulasi Faktor Keamanan pada Setiap Skenario

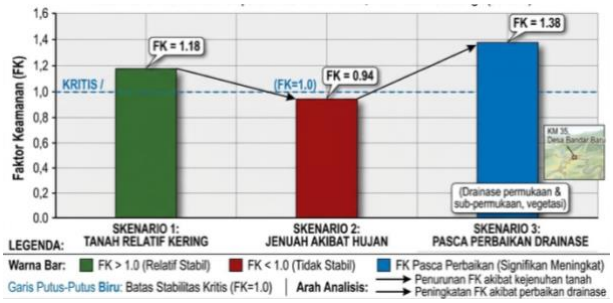
Kondisi lereng	Faktor keamanan skenario	Perubahan terhadap kondisi kering
Relatif kering	1,18	–
Jenuh akibat hujan	0,94	Menurun 20,34%
Setelah perbaikan	1,38	Meningkat 16,95%

Berdasarkan Tabel 4, nilai faktor keamanan pada kondisi jenuh mengalami penurunan sekitar 20,34% dibandingkan kondisi relatif kering. Sebaliknya, skenario perbaikan menunjukkan peningkatan sekitar 16,95% dibandingkan kondisi relatif kering. Perubahan tersebut menggambarkan bahwa kondisi air dan penanganan geometri berpotensi memengaruhi kestabilan lereng.

Peningkatan nilai faktor keamanan setelah perbaikan dalam skenario ini dikaitkan dengan pengendalian air permukaan dan perubahan geometri lereng. Perbaikan drainase dimaksudkan untuk mengurangi infiltrasi air yang tidak terkendali, sedangkan perubahan geometri bertujuan mengurangi kecenderungan massa tanah untuk bergerak. Namun,

efektivitas kedua tindakan tersebut perlu dibuktikan melalui analisis ulang berdasarkan desain perbaikan dan parameter tanah aktual.

Gambar 4 direncanakan untuk menyajikan perbandingan faktor keamanan dari ketiga skenario agar perubahan kestabilan dapat diamati secara visual.



Gambar 4. Perbandingan Faktor Keamanan pada Tiga Skenario Analisis

Interpretasi Pengaruh Kondisi Air terhadap Kestabilan

Perubahan kondisi air merupakan salah satu faktor yang dapat memengaruhi kestabilan lereng. Infiltrasi air hujan dapat meningkatkan kadar air tanah, mengurangi isapan pada tanah tak jenuh, serta meningkatkan tekanan air pori. Perubahan tersebut dapat menurunkan kuat geser tanah dan memperbesar kemungkinan terjadinya pergerakan massa tanah.

Penelitian Muntohar et al. (2022) menunjukkan bahwa pola hujan sebelumnya dan durasi hujan memiliki hubungan dengan kestabilan lereng tanah residual. Hasil penelitian tersebut memperlihatkan bahwa infiltrasi yang berlangsung secara berkelanjutan dapat memengaruhi distribusi tekanan air pori dan potensi kegagalan lereng. Kondisi tersebut menunjukkan pentingnya mempertimbangkan pengaruh air dalam analisis geoteknik, khususnya pada lereng yang berada di wilayah dengan curah hujan tinggi.

Dalam kajian ini, penurunan faktor keamanan dari 1,18 menjadi 0,94 merupakan gambaran skenario ketika kondisi tanah mengalami peningkatan kejenuhan. Nilai tersebut tidak dapat digunakan sebagai indikator kondisi aktual lereng di Bandar Baru sebelum dilakukan pengujian tanah dan evaluasi tekanan air pori. Meskipun demikian, skenario tersebut memperlihatkan pentingnya pengendalian air sebagai salah satu tindakan awal untuk mengurangi risiko ketidakstabilan.

Rekomendasi Penanganan Lereng

Berdasarkan kecenderungan hasil skenario analisis, terdapat beberapa tindakan yang dapat dipertimbangkan dalam penanganan lereng. Rekomendasi pertama adalah perbaikan sistem drainase permukaan. Saluran drainase perlu direncanakan pada bagian atas dan kaki lereng agar aliran air hujan tidak terkonsentrasi pada tubuh lereng. Saluran juga perlu dilengkapi dengan jalur pembuangan yang aman untuk mencegah genangan dan erosi lokal. Pemeliharaan saluran secara berkala diperlukan agar kapasitas aliran tetap berfungsi.

Rekomendasi kedua adalah evaluasi dan perbaikan geometri lereng. Apabila kondisi lahan memungkinkan, kemiringan lereng dapat dikurangi melalui pemotongan bertahap atau pembentukan teras lereng (benching). Pengaturan geometri perlu memperhatikan ruang yang tersedia, kondisi tanah, dan kemungkinan perubahan bidang gelincir. Perencanaan geometri akhir harus didasarkan pada analisis kestabilan menggunakan data aktual.

Rekomendasi tambahan adalah pemasangan sistem pemantauan apabila hasil penyelidikan menunjukkan adanya potensi pergerakan. Pemantauan dapat dilakukan melalui pengamatan retakan, perubahan bentuk permukaan, pergerakan patok ukur, dan kondisi drainase. Apabila ditemukan indikasi bidang gelincir yang lebih dalam atau faktor keamanan tetap rendah, alternatif perkuatan seperti dinding penahan tanah, soil nailing, atau angkur dapat dievaluasi berdasarkan hasil penyelidikan geoteknik. Pemilihan sistem perkuatan tidak dapat ditentukan hanya dari nilai skenario dalam kajian ini.

KESIMPULAN

Kajian pendahuluan kestabilan lereng menggunakan metode Fellenius menunjukkan bahwa karakteristik tanah, geometri lereng, dan kondisi air merupakan faktor yang perlu diperhatikan dalam evaluasi kestabilan. Berdasarkan parameter skenario berupa tinggi lereng 12 m, sudut kemiringan 45°, berat isi tanah 18,50 kN/m³, kohesi 12 kPa, dan sudut geser dalam 24°, diperoleh faktor keamanan ilustratif sebesar 1,18 pada kondisi relatif kering, 0,94 pada kondisi jenuh akibat hujan, dan 1,38 setelah skenario perbaikan drainase serta geometri. Hasil tersebut menggambarkan kecenderungan penurunan kestabilan akibat peningkatan kejenuhan tanah dan potensi peningkatan kestabilan setelah tindakan perbaikan, tetapi belum merupakan hasil perhitungan aktual yang tervalidasi. Dua rekomendasi utama yang dapat dipertimbangkan adalah perbaikan sistem drainase permukaan untuk mengendalikan aliran dan infiltrasi air serta evaluasi geometri lereng melalui pengaturan kemiringan atau pembentukan teras. Penanganan lebih lanjut perlu ditentukan berdasarkan hasil investigasi geoteknik dan analisis kestabilan yang menggunakan data lapangan serta hasil pengujian laboratorium sebenarnya.

REFERENSI

Aji, B., Iswan, I., Syah, A., & Zakaria, A. (2022). Studi analisis stabilitas lereng tanah timbunan menggunakan metode Fellinius dan Bishop serta penanggulangannya (Studi kasus: Perumahan Citraland Bandar Lampung). *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain, 10*(2), 347–358.

Amalina, A. N., & Ifthikar, A. A. (2025). Analisis perbandingan stabilitas lereng pada area karst (Studi kasus Girimulyo, Kulon Progo). *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil dan Lingkungan-CENTECH, 6*(1), 37–46.

Aprianti, E., Pujiastuti, H., Isfanari, I., & Rahmawati, E. (2021). Faktor keamanan lereng jalan raya Pusuk Kecamatan Pemenang Kabupaten Lombok Utara menggunakan metode Fellenius dan Bishop: Slope safety factors of Pusuk Road Pemenang North Lombok District using Fellenius and Bishop methods. *Spektrum Sipil, 8*(1), 55–62.

Ayuni, A. Q., & Rahmat, S. (2025). Analisis perbandingan stabilitas lereng menggunakan metode Fellenius dan PLAXIS 2D di area rawan longsor (Studi kasus: Sitinjau Lauik, Kota Padang). *Jurnal Applied Science in Civil Engineering, 6*(3), 233–238.

Duha, A. A. H. (2026). Aplikasi metode numerik dalam analisis stabilitas lereng pada proyek konstruksi jalan. *Jurnal Ilmu Ekonomi, Pendidikan dan Teknik, 3*(1), 341–346.

Firdaus, Y., Sarie, F., & Hendri, O. (2022). Analisis stabilitas lereng menggunakan metode Fellenius studi kasus: Proyek pekerjaan drainase Gedung PPIIG di Universitas Palangka Raya. *Jurnal Teknika: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Keteknikan, 5*(2), 1–9.

Fitriansyah, M., Kurniawan, K., Anggarini, E., & Muzaidi, I. (2024, June). Analisis stabilitas lereng pada tanah lempung lunak Kabupaten Kapuas dengan perkuatan geocell menggunakan program Plaxis dan metode Fellenius. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil UMS* (pp. 198–203).

Islami, A., Saputra, A. S., Rini, R. P., & Jafaruddin, A. J. (2024). Analisis stabilitas lereng di Jalan Ahmad Yani No. 49, Kota Sorong menggunakan software Rocslide. *Jurnal Teknik Sipil: Rancang Bangun, 10*(2), 124–128.

Latifah, N., Poerwodihardjo, E., & Hudoyo, C. P. (2025). Analisis stabilitas lereng sungai menggunakan metode Fellenius dan Bishop dengan perkuatan dinding penahan tanah (Studi kasus: Longsor Daerah Aliran Sungai Pelus-Arcawinangun Purwokerto). *Teodolita: Media Komunikasi Ilmiah di Bidang Teknik, 26*(2), 56–69.

Musa, R., & Supardi, S. (2026). Evaluasi stabilitas lereng menggunakan metode Bishop & metode Fellenius dan menggunakan software Slide 6.0. *Jurnal Flyover, 6*(1), 301–310.

Panjaitan, A., Sompie, O. B., & Mandagi, A. T. (2020). Analisis perhitungan stabilitas lereng metode Fellenius menggunakan program PHP. *Jurnal Sipil Statik, 8*(3), 417–422.

Pradana, R. S., Wahyudi, R., Ikhsan, M. N., & Yanto, J. (2026). Stabilitas lereng menggunakan metode Fellenius dan Bishop Simplified Penstock PLTM Padang Guci-2 Bengkulu. *Indonesian Journal of Innovation Science and Knowledge, 3*(3), 2390–2414.

Rodiah, F. (2025). Evaluasi stabilitas lereng berbasis data CPT dengan metode kesetimbangan batas dan Fellenius: Studi kasus di kawasan Huntap Pombewe, Kab. Sigi. *Media Konstruksi, 10*(2), 255–265.

Sefrina, A., Solin, D. P., & Farichah, H. (2025). Pengaruh soil nailing terhadap stabilitas lereng menggunakan software LEM dan perhitungan manual. *Konstruksia, 16*(2), 97–106.

Sihaloho, R. A., Silaban, E. M., & Endayanti, M. (2023). Analisa perkuatan dinding penahan tanah di Jalan Jamin Ginting KM 35 Desa Bandar Baru Kecamatan Sibolangit. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, 11*(2), 56–63.

Sundari, W., Krisnasiwi, I., & Banunaek, F. S. (2024). Analisa kestabilan lereng dengan metode Fellenius Kecamatan Amarasi Barat Kabupaten Kupang. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL, 12*(2), 1–10.

Taqwanto, A. A., Saputra, A. A., Ikhtisholiyah, I., & Nugroho, D. (2026). Analisis stabilitas lereng tumpukan gipsum menggunakan metode hitungan manual (Fellenius). *Jurnal Kridatama Sains dan Teknologi, 8*(2), 508–519.

Wardhanu, S., & Kusumastuti, D. P. (2022). Perbandingan metode Fellenius dan Bishop pada stabilitas lereng Bendungan Leuwikeris dengan bantuan aplikasi komputer. *RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil, 8*(2), 111.

Waruwu, R. R., Telaumbanua, A. A., & Endayanti, M. (2022). Analisis stabilitas lereng di Desa Padang Mas Kecamatan Kabanjahe Kabupaten Karo menggunakan metode Fellenius. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, 11*(2), 286–298.

Wijaya, I. P. S. (2021). Analisis stabilitas lereng pembangunan embung Desa Bumi Ayu Kecamatan Pringsewu. *Jurnal Profesi Insinyur Universitas Lampung, 2*(2), 6–11.

Wuri, S. A. P. (2024). Analisis stabilitas lereng terhadap longsoran dengan menggunakan metode

Fellenius di Desa Noelmina Takari. *Local Engineering, 2*(2), 79–84.