

## ANALISIS PERBANDINGAN STABILITAS LERENG MENGGUNAKAN METODE *FELLENIUS* DAN *PLAXIS 2D* DI AREA RAWAN LONGSOR (Studi Kasus: Sitinjau Lauik, Kota Padang)

Anisa Quratul A'yuni<sup>1</sup>, Syahril Rahmat<sup>2</sup>, Ilham Wahyudi<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup>Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Email: [anisaquratulzubir02@gmail.com](mailto:anisaquratulzubir02@gmail.com), [ilhamwahyudi@unp.ac.id](mailto:ilhamwahyudi@unp.ac.id), [syahrilrahmat22@gmail.com](mailto:syahrilrahmat22@gmail.com)

**Abstrak:** Sitinjau Lauik yang terletak di Kota Padang dikenal sebagai salah satu kawasan yang pernah terjadi longsor, terutama saat musim hujan dengan intensitas tinggi. Kondisi geografis dan karakteristik tanah di daerah ini menjadikan lereng-lerengnya rentan mengalami gangguan kestabilan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kestabilan lereng eksisting, dengan tujuan sebagai dasar dalam memahami potensi bahaya longsor di wilayah tersebut. Analisis dilakukan dengan membandingkan nilai faktor keamanan dari kondisi lereng eksisting. Data yang digunakan diperoleh melalui pengujian laboratorium terhadap sampel tanah dari lokasi penelitian, yang meliputi uji kadar air, berat jenis, berat volume, dan uji geser langsung (*direct shear test*). Selanjutnya, analisis stabilitas lereng dilakukan menggunakan dua pendekatan, yaitu metode *Fellenius* secara manual dan pemodelan numerik menggunakan *software Plaxis 2D* dengan pendekatan model tanah *Mohr-Coulomb*. Dari hasil analisis diperoleh bahwa lereng eksisting memiliki nilai faktor keamanan sebesar 0,98 berdasarkan perhitungan metode *Fellenius*, dan sebesar 1,11 berdasarkan simulasi menggunakan *Plaxis 2D*. Kedua nilai tersebut berada di bawah standar ambang batas aman stabilitas lereng sesuai dengan SNI 8460:2017 yaitu  $\geq 1,5$ , yang mengindikasikan bahwa lereng dalam kondisi tidak stabil dan berpotensi mengalami keruntuhan apabila tidak segera ditangani. Hasil ini menjadi landasan awal untuk pertimbangan teknis dalam penanganan risiko longsor di kawasan Sitinjau Lauik, Kota Padang.

**Kata Kunci :** Sitinjau Lauik, stabilitas lereng, metode *Fellenius*, *Plaxis 2D*, faktor keamanan.

**Abstract :** *Sitinjau Lauik, located in Padang City, is recognized as one of the landslide-prone areas, particularly during the rainy season with high-intensity precipitation. The region's geographical conditions and soil characteristics make its slopes highly susceptible to stability disturbances. This study aims to assess the stability level of the existing slope, serving as a basis for understanding the potential landslide hazard in the area. The analysis was carried out by evaluating the safety factor values of the current slope condition. The data were obtained through laboratory testing of soil samples from the study site, including water content, specific gravity, unit weight, and direct shear tests. Slope stability analysis was then performed using two approaches: the manual Fellenius method and numerical modeling with Plaxis 2D software, employing the Mohr-Coulomb soil model. The results indicate that the existing slope has a safety factor of 0.98 based on the Fellenius method, and 1.11 based on Plaxis 2D simulation. Both values fall below the minimum safety threshold for slope stability as specified in SNI 8460:2017, which is  $\geq 1.5$ . These findings suggest that the slope is currently unstable and at risk of failure if not addressed promptly. This assessment provides a foundational reference for technical considerations in landslide risk mitigation in the Sitinjau Lauik area of Padang City.*

**Keyword :** *Sitinjau Lauik, slope stability, Fellenius method, Plaxis 2D, safety factor.*

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki banyak pulau yang diapit oleh dua samudera besar dan dua benua. Letak geografis ini menjadikan Indonesia memiliki kerentanan tinggi terhadap berbagai jenis bencana alam. Iklim tropis yang khas dengan pergantian musim hujan dan kemarau yang signifikan memicu perubahan curah hujan ekstrem, terutama saat musim penghujan. Kondisi ini sering memicu bencana hidrometeorologi seperti tanah longsor. Selain itu, kondisi geologis Indonesia yang kompleks, dengan adanya banyak pegunungan dan lereng curam, meningkatkan kemungkinan terjadinya longsor, terutama di wilayah dengan tingkat penebangan pohon yang tinggi.

Sumatera Barat merupakan salah satu wilayah yang dikenal rawan terhadap tanah longsor. Bencana ini sering terjadi di sepanjang jalur transportasi utama, menyebabkan gangguan lalu lintas bahkan penutupan total akses jalan. Salah satu lokasi yang rawan adalah Sitingau Lauik di Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, yang merupakan penghubung antara Kota Padang dan Solok. Peristiwa longsor pada 17 Mei 2024, misalnya, menyebabkan penutupan akses jalan total akibat curah hujan yang tinggi. Kejadian ini menimbulkan kemacetan parah dan membahayakan keselamatan pengguna jalan serta infrastruktur di sekitarnya.

Penanganan bencana longsor di kawasan tersebut umumnya masih bersifat tanggap darurat, yang terbatas pada kegiatan pembersihan material longsor guna memulihkan akses jalan. Langkah tersebut belum disertai dengan analisis teknis lanjutan terkait kestabilan lereng. Oleh karena itu, diperlukan kajian geoteknik yang lebih mendalam untuk mengevaluasi potensi longsor yang mungkin bisa terjadi lagi di lokasi tersebut.

Untuk mendapatkan gambaran mengenai kestabilan lereng secara komprehensif, diperlukan pendekatan yang menggabungkan data lapangan dan analisis numerik. Salah satu perangkat lunak yang umum digunakan dalam analisis geoteknik adalah *Plaxis 2D*. *Plaxis 2D* dirancang khusus untuk menganalisis perilaku tanah dan kestabilan lereng menggunakan metode elemen hingga. Proses pemodelan dalam *Plaxis 2D* dapat dilakukan secara grafis dan didukung oleh visualisasi hasil perhitungan secara rinci.

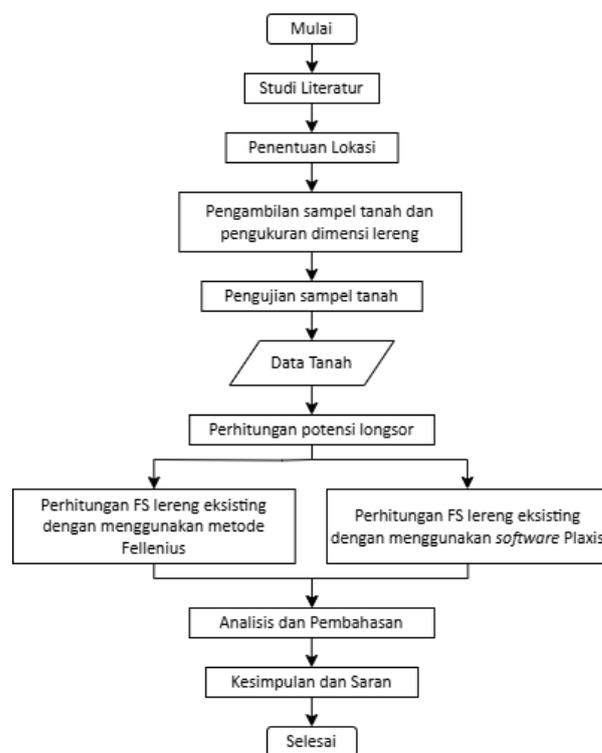
Dalam penelitian ini, model tanah yang digunakan adalah model *Mohr-Coulomb*, salah satu model

elastis-plastik sederhana yang banyak digunakan dalam praktik geoteknik. Model ini melibatkan parameter-parameter penting seperti kohesi ( $c$ ), sudut geser dalam ( $\phi$ ), rasio Poisson ( $\nu$ ), dan modulus elastisitas ( $E$ ). Keunggulan utama model ini adalah kesederhanaannya, sehingga dapat dengan mudah diimplementasikan dalam analisis awal stabilitas lereng.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka dilakukan kajian terhadap kondisi lereng eksisting untuk mengevaluasi kestabilannya menggunakan pendekatan analisis manual (*Fellenius*) dan numerik (*Plaxis 2D*). Melalui kedua pendekatan tersebut, diharapkan diperoleh gambaran yang lebih lengkap mengenai kestabilan lereng di lokasi penelitian. Hasil analisis dapat menjadi dasar untuk memahami kondisi geoteknik di lapangan serta menjadi rujukan dalam pengambilan keputusan terkait pengelolaan risiko longsor di daerah rawan seperti Sitingau Lauik, Kota Padang.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan analisis stabilitas lereng eksisting menggunakan perhitungan manual dengan menggunakan metode *Fellenius* dan menggunakan *software Plaxis 2D*. Penelitian ini secara garis besar terdiri dari beberapa tahapan, yaitu:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Pada penelitian ini, terdapat beberapa tahapan yang harus dilalui untuk mencapai hasil yang

diharapkan. Tahapan-tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur melibatkan pencarian dan pendalaman berbagai sumber referensi yang berkaitan dengan penelitian ini.
2. Melakukan pengukuran dimensi pada lereng yang akan ditinjau dengan menggunakan drone dan melakukan pengambilan sampel tanah di daerah tersebut.
3. Pengujian sifat fisik tanah asli
4. Pengujian sifat mekanis tanah asli (*Direct Shear Test*).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah data *indeks properties* yang diperoleh melalui pengujian langsung di laboratorium. Beberapa jenis pengujian yang dilakukan meliputi uji kadar air, uji berat jenis tanah, uji berat volume, serta uji geser langsung (*direct shear test*). Seluruh pengujian tersebut dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang. Untuk menganalisis stabilitas suatu lereng, data awal diambil dari lapangan dalam bentuk sampel tanah yang kemudian diuji di laboratorium. Hasil pengujian tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam perhitungan dan analisis stabilitas lereng.

Data hasil pengujian dan data yang didapatkan di lapangan adalah sebagai berikut:

$$\gamma = 17,36 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi = 30,82^\circ, \text{ dan}$$

$$C = 20,2 \text{ Kpa}$$

$$H = 19 \text{ m}$$

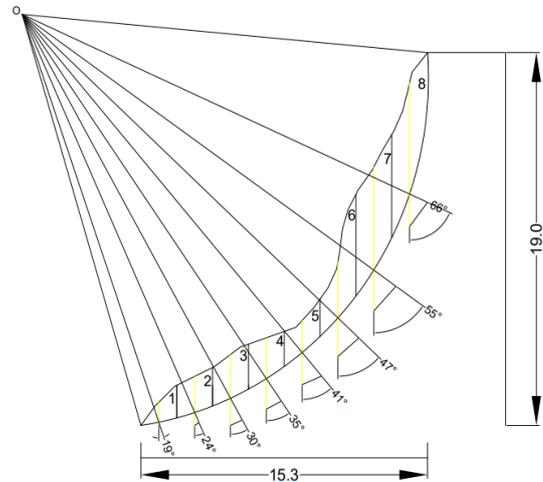
$$\beta = 62^\circ$$

### Analisis Stabilitas Lereng

Analisis stabilitas lereng yang telah Analisis kestabilan lereng tanpa perkuatan lereng dilakukan pada stabilitas terhadap kelongsoran lereng. Dengan program *Plaxis 2D* didapatkan bentuk bidang longsor kritis yang mungkin terjadi, kemudian kedua hasil perhitungan dibandingkan yakni antara perhitungan secara komputasi dengan program *Plaxis 2D* dengan perhitungan manual dengan metode *Fellenius*. Untuk menganalisa suatu lereng, data-data diambil dari lapangan yang kemudian sampel tanah tersebut diteliti di laboratorium. Kemudian data tanah suatu lereng yang didapatkan setelah pengujian laboratorium digunakan dalam perhitungan.

### 1. Analisis lereng kondisi eksisting secara manual menggunakan metode *Fellenius*

Dalam perhitungan menggunakan metode *Fellenius* akan dibuat sebuah pemodelan lereng dan lereng akan dibagi menjadi 8 irisan yang akan menjadi dasar dalam melakukan analisis, pemodelan lerengnya dapat di lihat pada gambar berikut ini.



**Gambar 2.** Pemodelan bidang longsor menggunakan *AutoCAD*

(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)

Perhitungan dalam tahap analisis stabilitas lereng menggunakan metode *Fellenius* adalah sebagai berikut.

- a. Perhitungan berat irisan tanah
 
$$W1 = \gamma \times \Delta L \times \Delta H1$$

$$= 17,36 \times 1,91 \times 0,515$$

$$= 17 \text{ kN}$$
- b. Perhitungan radians
 
$$\text{Rad}1 = \theta \times r/180$$

$$= 19^\circ \times 3,14/180$$

$$= 0,33$$
- c. Perhitungan Sin  $\alpha$ 

$$\text{Sin } \alpha 1 = \text{Sin} (\text{Rad}1)$$

$$= \text{Sin} (0,33)$$

$$= 0,33$$
- d. Perhitungan Cos  $\alpha$ 

$$\text{Cos } \alpha 1 = \text{Cos} (\text{Rad}1)$$

$$= \text{Cos} (0,33)$$

$$= 0,95$$
- e. Perhitungan  $W \times \text{Sin } \alpha$ 

$$T1 = W1 \times \text{sin } \alpha$$

$$= 17 \times 0,33$$

$$= 5,44$$
- f. Perhitungan  $W \times \text{Cos } \alpha$ 

$$N1 = W1 \times \text{cos } \alpha$$

$$= 17 \times 0,95$$

$$= 9,95$$

Hasil dari analisis manual menggunakan metode *Fellenius* secara lebih lengkap dapat dilihat pada berikut ini.

**Tabel 1.** Perhitungan kestabilan lereng dengan metode *Fellenius*

Irisan	$\alpha$	$\Delta L$ (m)	$\Delta H$ (m)	W (ton)	N (ton)
1	19	1,91	0,51	17,00	9,95
2	24	1,91	0,92	30,62	18,70
3	30	1,91	1,11	37,06	24,01
4	35	1,91	1,04	34,57	23,60
5	41	1,91	0,81	27,20	19,81
6	47	1,91	1,43	47,59	36,93
7	55	1,91	2,67	87,24	73,26
8	66	1,91	2,84	94,31	86,60
					$\Sigma T$

Lanjutan Tabel 1

T (ton)	$\Delta A$ (m)	Tmax (ton)
5,44	3,27	59,21
12,11	3,13	50,48
17,76	2,95	43,26
18,75	2,80	40,49
16,58	2,63	39,53
31,77	2,46	24,59
63,72	2,28	-3,94
74,65	2,08	-16,97
240,78	$\Sigma Tmax$	236,64

Angka faktor keamanan dari keseluruhan perhitungan manual dengan metode *Fellenius* pada tabel diatas adalah:

Nilai *Factor Safety*:

$$FS = \frac{\sum_{i=1}^n (c_i \Delta A_i + W_i \cos a_i \tan \phi_i)}{\sum_{i=1}^n W_i \sin a_i}$$

$$= \frac{240,78}{236,64}$$

$$= 0,98$$

Angka faktor keamanan yang didapatkan melalui analisis manual menggunakan metode *Fellenius* didapatkan sebesar 0,98 pada lereng asli dengan kondisi normal. Hal ini menandakan lereng tersebut dalam keadaan kritis dan pernah terjadi longsor.

## 2. Analisis Stabilitas Lereng Asli menggunakan Program *Plaxis 2D*

Analisis kestabilan lereng dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Plaxis 2D*. Pemodelan dibuat berdasarkan data potongan melintang lereng di lokasi tinjauan, yang diperoleh dari survei lapangan. Selain itu, parameter-parameter

tanah yang digunakan dalam pemodelan diambil dari hasil investigasi tanah yang telah dilakukan sebelumnya. Proses pemodelan mencakup penggambaran geometri lereng serta input data karakteristik tanah, baik sifat fisik maupun mekaniknya.

### a. Tahapan *Input* pada Analisis Lereng Asli pada Kondisi Eksisting

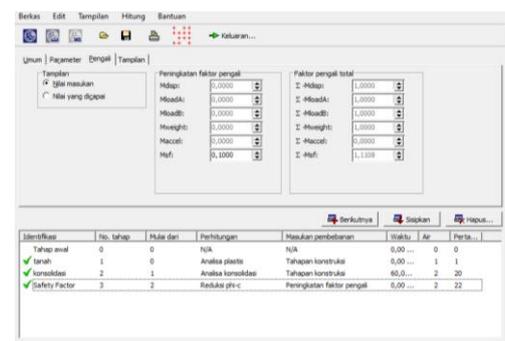
Nilai-nilai yang di inputkan berasal dari pengujian tanah yang dilakukan sebelumnya, untuk data sifat tanah bisa dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 2.** Sifat-sifat material untuk lapisan tanah

Parameter	Nilai	Satuan
Kedalaman	0,5 - 1	m
<i>Material Model</i>	<i>Mohr-Coulomb</i>	-
<i>Material Type</i>	<i>Undrained</i>	-
<i>Dry Soil Weight</i>	10,98	kN/m <sup>3</sup>
<i>Wet Soil Weight</i>	17,36	kN/m <sup>3</sup>
<i>Young's Modulus</i>	1000000	kN/m <sup>2</sup>
<i>Poisson's Ratio</i>	0,35	-
<i>Cohesion</i>	20,2	kn/m <sup>2</sup>
<i>Friction Angel</i>	30,82	°

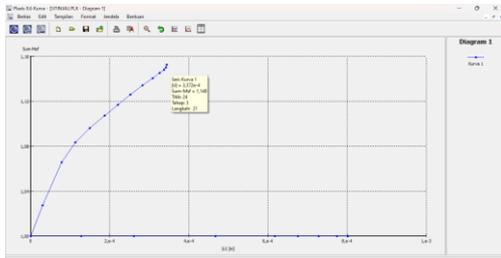
### b. Tahapan Kalkulasi pada Analisis Lereng Asli pada Kondisi Eksisting

Setelah seluruh data dan pemodelan dimasukkan pada tahap *Input*, proses dilanjutkan ke tahap kalkulasi yang terdiri dari beberapa fase. Fokus utama dari perhitungan ini adalah memperoleh nilai faktor keamanan lereng, yang dilakukan pada fase akhir menggunakan metode *Phi/c reduction*. Nilai faktor keamanan inilah yang menjadi indikator utama untuk menilai apakah lereng berada dalam kondisi stabil atau perlu dilakukan perkuatan.



**Gambar 3.** Hasil kalkulasi

- c. Tahapan *Curves* pada Analisis Lereng pada Kondisi Eksisting Untuk mendapatkan nilai faktor keamanan, dilakukan analisis melalui fitur *Curve*, dengan memilih titik tinjauan pada geometri. Grafik yang dihasilkan akan menampilkan hubungan antara perpindahan dan nilai multiplier (*Msf*), yang digunakan untuk menentukan besar faktor keamanan lereng.



**Gambar 4.** Kurva Nilai Faktor Keamanan Lereng

Nilai faktor keamanan yang diperoleh dari hasil analisis menggunakan *software Plaxis 2D* pada kondisi lereng eksisting sebesar 1,11, yang masih berada di bawah ambang batas minimum faktor keamanan lereng yang disyaratkan menurut standar yang diperbolehkan.

### Perbandingan Nilai Faktor Keamanan

Perbandingan nilai faktor keamanan pada lereng eksisting dilakukan dengan dua metode, yaitu analisis manual menggunakan metode *Fellenius* dan analisis numerik menggunakan *software Plaxis 2D*.

**Tabel 3.** Perbandingan nilai faktor keamanan

No	Faktor Keamanan	Lereng Awal
1	Manual ( <i>Fellenius</i> )	0,98
2	<i>Plaxis 2D</i>	1,11

Hasil perhitungan manual menunjukkan bahwa nilai faktor keamanan lereng sebesar 0,98, sedangkan hasil dari pemodelan numerik menggunakan *Plaxis 2D* menghasilkan nilai sebesar 1,11. Kedua nilai tersebut masih berada di bawah ambang batas minimum yang direkomendasikan dalam SNI 8460:2017, yaitu sebesar 1,5. Hal ini menunjukkan bahwa lereng berada dalam kondisi kurang stabil dan belum memenuhi kriteria keamanan secara geoteknik, sehingga memiliki potensi mengalami longsor, terutama apabila terjadi peningkatan beban atau gangguan eksternal seperti curah hujan tinggi.

## KESIMPULAN

Berdasarkan studi kasus dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Menurut SNI 8460:2017, nilai faktor keamanan minimum yang menunjukkan kestabilan lereng adalah sebesar 1,5. Dari hasil analisis manual menggunakan metode *Fellenius*, lereng eksisting memiliki nilai faktor keamanan sebesar 0,98, sehingga dapat disimpulkan bahwa lereng tersebut dalam kondisi tidak stabil.
2. Pemodelan numerik menggunakan *Plaxis 2D* dengan pendekatan model tanah *Mohr-Coulomb* menghasilkan nilai faktor keamanan sebesar 1,11, yang meskipun lebih tinggi dibandingkan hasil perhitungan manual, tetapi tetap berada di bawah ambang batas aman menurut SNI.
3. Hasil kedua metode analisis mengindikasikan bahwa lereng di kawasan Sitingau Lauik, Kota Padang dalam kondisi tidak stabil dan memiliki potensi tinggi untuk mengalami longsor apabila tidak segera dilakukan perkuatan.
4. *Plaxis 2D* merupakan perangkat lunak geoteknik yang berfungsi sebagai alat bantu dalam memodelkan kondisi tanah secara lebih akurat, sehingga dapat digunakan untuk mendukung proses perencanaan dan perumusan solusi penanganan yang lebih efektif dan efisien terhadap permasalahan kestabilan lereng.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arsyadani, M. H., & Muwaffaq, M. A. (2023). Analisis Stabilitas Lereng Untuk Mengatasi Kerawanan Longsor Menggunakan Metode *Fellenius* Dan Program *Plaxis V20* (Studi Kasus: Proyek The Startup Hotel Island Karimunjawa) (Doctoral Dissertation, Universitas Islam Sultan Agung Semarang).
- 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 Teknik: Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Keteknikan*, 5(2), 1-9
- Hakam, A. (2010). Stabilitas Lereng dan Dinding Penahan Tanah. *Padang: Ferila*.
- Pesak, D. R., Mandagi, A. T., & Riogilang, H. (2022). Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode *Fellenius* Menggunakan *Software Slide 6.0* (Studi Kasus: Ruas Jalan Trans Sulawesi, Desa Lelema,

Kecamatan Tumpa). *TEKNO*, 20(82), 981-991.

Putro, M. F. A. N., & Agustina, D. H. (2023). Analisis Kestabilan Lereng Dengan Perkuatan Shotcrete Menggunakan Plaxis (Studi Kasus: Ruas Jalan Tarempa–Rintis Sta 07+ 800 Kab. Anambas). *Sigma Teknika*, 6(1), 223-230.