Jurnal Serambi Engineering JSE
Volume X, No.2, April 2025 Hal 13362 - 13373
p-ISSN : 2528-3561
e-ISSN : 2541-1934

Analisis Stabilitas Lereng dengan Metode *Bored Pile* untuk Penanganan Tanah Longsor pada Ruas Jalan Muara Teweh – Jalan Pasar Punjung Sta 29+400

Stephanus Alexsander*, Fatma Sarie, Mohammad Ikhwan Yani, Nomeritae, Edsel Kennardo

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Palangka Raya, Palangka Raya
***Koresponden email**: stephanus@eng.upr.ac.id

Diterima: 15 April 2025 Disetujui: 17 April 2025

Abstract
This study analyzed the slope stability of Muara Teweh road section - Jalan Pasar Punjung STA 29+400. A landslide occurred on the left side of the road with a height of 15 m and a length of 50 m. The analysis was performed using the finite element method with Plaxis 2d program to obtain a safety factor (SF) value based on secondary data from field and laboratory tests, after which the bored pile was designed and then reanalyzed to obtain the SF value. The initial SF of 1.847 was not consistent with field conditions (SF < 1.07), so a back-analysis was performed, resulting in an SF of 1.044. To prove that the analysis was correct, a comparison with Bishop's Limit Equilibrium Method was performed, yielding an SF = 1.000, so the value is correct. The design of the bored pile is planned with two vertical piles per point, each with a diameter of 0.5 m, length of 5 m, and spacing of 1 m along 50 m. For the size and number of reinforcements, 4D16 longitudinal bars and Ø10 - 100 mm stirrups were used. After stabilization, the SF increased to 1.260, meeting the minimum SF > 1.25, which indicates it is considered safe.
Keywords: *landslide, finite element method, bored pile, safety factor (sf)*

Abstrak
Penelitian ini menganalisis stabilitas lereng pada ruas jalan Muara Teweh – Jalan Pasar Punjung STA 29+400 yang mengalami longsor di sisi kiri jalan dengan tinggi 15 m dan sepanjang 50 m. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode elemen hingga dengan bantuan program Plaxis 2d untuk mendapatkan nilai faktor keamanan (SF) berdasarkan data sekunder dari uji lapangan dan laboratorium, yang setelahnya direncanakan *bored pile* lalu dianalisis lagi untuk mendapatkan nilai SF. SF awal sebesar 1,847 tidak sesuai dengan kondisi lapangan (SF < 1,07), sehingga dilakukan *back analysis* dan diperoleh SF sebesar 1,044. Untuk membuktikan analisis nilai SF benar maka dilakukan perbandingan dengan metode kesetimbangan batas *bishop*, dan hasil yang diperoleh SF = 1,000 dan dapat dikatakan nilai tersebut benar. Desain *bored pile* direncanakan dengan dua tiang sejajar kebawah pertitik, diameter 0,5 m, panjangnya 5 m, dan jarak antar tiang 1 m sepanjang 50 m. Untuk ukuran dan jumlah tulangan menggunakan tulangan lentur 4D16 dan tulangan sengkangnya Ø10 – 100 mm. Sehingga diperoleh hasil SF pada lereng sebesar 1,260, dan hal tersebut telah memenuhi standar dari SF > 1,25 yang dapat dikategorikan aman.
Kata Kunci: *longsor, metode elemen hingga, bored pile, faktor keamanan (sf)*

1. Pendahuluan

Tanah longsor merupakan salah satu peristiwa alam yang sering terjadi pada wilayah Indonesia, sering kali disebabkan curah hujan yang tinggi, kemiringan lereng tanah yang curam, erosi, hilangnya vegetasi dan guncangan. Tanah longsor adalah suatu kondisi alam yang berupa perpindahan massa tanah/batuan menuruni lereng yang diakibatkan oleh gaya gravitasi [1]. Proses longsor biasanya diawali oleh air hujan yang meresap ke dalam tanah sehingga akan menambah bobot tanah dan membentuk bidang gelincir. Bobot tanah dan bidang gelincir ditambah lagi dengan adanya getaran (akibat aktivitas manusia dan alami) maka menimbulkan gerakan massa yang bergerak sepanjang arah lereng kemudian menjauhi lereng.

Lereng merupakan permukaan tanah yang miring dan membentuk sebuah sudut tertentu terhadap permukaan bidang horizontal dan tidak terlindungi tutupan tumbuhan [2]. Perbedaan ketinggian ini menyebabkan adanya gaya yang bersifat mendorong, sehingga permukaan tanah yang lebih tinggi akan terdorong ke bawah. Seperti pada kasus di ruas jalan Muara Teweh – Jalan Pasar Punjung STA 29+400, Pada lokasi tersebut terdapat tanah longsor di sekitar ruas kiri jalan yang merupakan lereng, longsor terjadi

pada ketinggian 15 m dari badan jalan dengan panjang 50 m. Sehingga diperlukan analisis stabilitas lereng untuk dilakukannya penanganan khusus.

Analisis stabilitas lereng bertujuan untuk menentukan faktor keamanan lereng dengan membandingkan kekuatan geser yang menahan dan yang menyebabkan kelongsoran [3]. Salah satu metode yang digunakan adalah metode elemen hingga untuk mendapatkan faktor keamanan pada lerengnya. Bila faktor keamanan (*Safety Factor*) lebih tinggi dari satu, lereng dianggap stabil. Namun kasus ini terjadinya longsor, yang berarti nilai faktor keamanan tidak lebih tinggi dari satu. Maka dibutuhkan penanganan agar tidak terjadinya longsor ke depannya yang membuat jalan pada daerah tersebut putus.

Penanganan longsor dapat dilakukan dengan berbagai metode seperti *bored pile, soil nailing,* geotekstil, dan lain-lain. Salah satu metode yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu *bored pile, bored pile* adalah pondasi tiang yang pemasangannya dilakukan dengan mengebor tanah terlebih dahulu dengan mesin kemudian cor beton dimasukkan ke dalam lubang bor yang sudah diletakkan tulangan baja [4]. Penggunaan *bored pile* pada penelitian ini memiliki berbagai keunggulan yang menjadikannya pilihan utama untuk menstabilkan lereng, seperti menahan tekanan lateral tanah, tidak menimbulkan kebisingan dan getaran pada daerah sekitarnya, fleksibel dalam desain, serta dapat menembus lapisan batuan. Namun, sebelum merancang sebuah penanganan, diperlukan data kondisi tanahnya yang diperoleh dari penyelidikan tanah lapangan.

Penyelidikan tanah lapangan dilakukan dengan *boring test* yaitu pegujian yang paling akurat untuk mengetahui kondisi tanah dari setiap layernya, mulai dari permukaan sampai ke bagian tanah keras. Bor *standart* untuk geoteknik menggunakan pengujian *Standart Penetration Test.* Dari data penyelidikan tanah ketika dilakukan pengeboran sedalam 12 m memiliki nilai kritis sedalam 2 m.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Tanah Longsor

Tanah longsor adalah salah satu peristiwa alam yang sering terjadi pada wilayah Indonesia. Peristiwa ini sering kali disebabkan oleh kombinasi dari curah hujan yang tinggi, kemiringan lereng tanah yang curam, erosi, hilangnya vegetasi dan guncangan. Tanah longsor merupakan suatu kondisi alam yang berupa perpindahan massa tanah/batuan menuruni lereng yang diakibatkan oleh gaya gravitasi. Proses gerakan massa tanah/batuan biasanya diawali oleh air hujan yang jatuh ke permukaan tanah, air tersebut merasap ke dalam tanah menembus pori-porinya sehingga akan menambah bobot tanah. Ketika air tersebut menembus ke lapisan tanah yang kedap air, maka lapisan tersebut akan berperan sebagai bidang gelincir. Bobot tanah dan bidang gelincir ditambah lagi dengan adanya getaran (akibat aktivitas manusia dan alami) maka menimbulkan gerakan massa yang bergerak sepanjang arah lereng kemudian menjauhi lereng.

2.2 Lereng

Lereng merupakan permukaan tanah yang miring dan membentuk sebuah sudut tertentu terhadap permukaan bidang horziontal dan tidak terlindungi tutupan tumbuhan [2]. Lereng dapat dibedakan menjadi tiga jenis, lereng alami, lereng dibuat dengan tanah asli, dan lereng yang terbuat dari tanah kemudian dipadatkan seperti, jalan atau bendungan urugan [3]. Ketiga jenis lereng tersebut kemungkinan dapat terjadinya tanah longsor dan akan selalu ada, karena tanah yang tidak rata akan menyebabkan komponen gaya gravitasi cenderung menggerakkan massa tanah dari elevasi yang tinggi ke elevasi yang lebih rendah.

2.3 Jalan

Jalan merupakan prasarana transporasi darat yang mencakup seluruh bagian jalan, termasuk struktur penghubung, fasilitas tambahan, serta perlengkapannya yang digunakan untuk lalu lintas. Jalan berada di permukaan tanah, di atas atau di bawah permukaan tanah dan air, maupun di atas air, kecuali jalan rel, jalan lori, dan jalan kabel [5].

2.4 Analisis Stabilitas Lereng

Analisis stabilitas lereng adalah untuk menentukan faktor keamanan dari bidang longsor, dengan cara menghitung besarnya kekuatan geser agar mempertahankan kestabilan lereng dan menghitung kekuatan geser yang menyebabkan kelongsoran [3]. Dengan diketahuinya nilai faktor keamanan memudahkan pekerjaan konstruksi atau perkuatan lereng untuk menentukan pada lereng yang telah dibentuk mempunyai risiko longsor atau cukup stabil. faktor keamanan dapat didefisinikan ke dalam rumus sebagai nilai perbandingan antara gaya yang menahan dan gaya menggerakkan [6].

$$F = \frac{\tau}{\tau d} \quad (1)$$

Keterangan:

τ = Kekuatan geser rata-rata dari tanah

τd = Tegangan geser rata-rata yang bekerja sepanjang bidang longsor

Untuk menentukan faktor keamanan minimum dan stabilitas lereng, terdapat parameter yang telah ditentukan. Parameter nilai keadaan aman stabilitas lereng adalah sebagai berikut [7].

Tabel 1. Hubungan Nilai Faktor Keamanan Lereng

Faktor Keamanan	Intensitas lereng
SF < 1,07	Lereng dalam keadaan labil atau sering terjadi longsor
1,07 < SF < 1,25	Lereng dalam keadaan kritis atau pernah terjadi longsor
SF >1,25	Lereng dalam keadaan stabil

Sumber: Bowles (1991)

2.5 Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga pertama kali diperkenalkan dalam bidang teknik geoteknik oleh Clough dan Woodward pada tahun 1967. Metode elemen hingga memiliki dampak besar dalam penyelesaian geoteknik karena kemampuan permodelan keadaan tegangan nonlinear dari tanah [8]. Metode ini memungkinkan penyederhanaan struktur dan kondisi lapangan yang kompleks, memfasilitasi analisis yang lebih mendalam.

2.6 Plaxis 2d

Salah satu program metode elemen hingga yaitu Plaxis 2d. Program Plaxis 2d adalah program yang digunakan secara khusus untuk menganalisis deformasi dan stabilitas dalam bidang geoteknik, seperti daya dukung tanah. Agar program dapat dijalankan untuk menganalisis terjadinya deformasi dan stabilitas maka model geometri tanah dibuat serupa dengan tanah asli di lapangan, dari model geometri tersebut program Plaxis 2d akan otomatis menganalisis jika tanah akan mulai runtuh maka gaya pendorong lebih besar dari gaya penahan, yang akhirnya terjadi keruntuhan tanah/longsor sepanjang bidang yang menerus. Keruntuhan lereng ada peristiwa yang disebut sebagai “bidang gelincir” [9].

2.7 Bored Pile

Bored pile adalah pondasi tiang yang pemasangannya dilakukan dengan mengebor tanah terlebih dahulu dengan mesin kemudian cor beton dimasukkan ke dalam lubang bor yang sudah diletakkan tulangan baja [4]. *Bored pile* merupakan suatu solusi dari sekian banyak pilihan untuk menangani upaya tanah longsor karena perkuatan lereng dapat menstabilkan kondisi lereng yang rawan longsor dan tidak memiliki resiko yang besar apabila terjadi deformasi [10].

3. Metode Penelitian

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan studi kasus stabilitas lereng yang bertujuan menganalisis kondisi lereng dan mencari solusi terhadap potensi longsor menggunakan metode elemen hingga dengan bantuan program Plaxis 2d.

3.2 Lokasi Penelitian

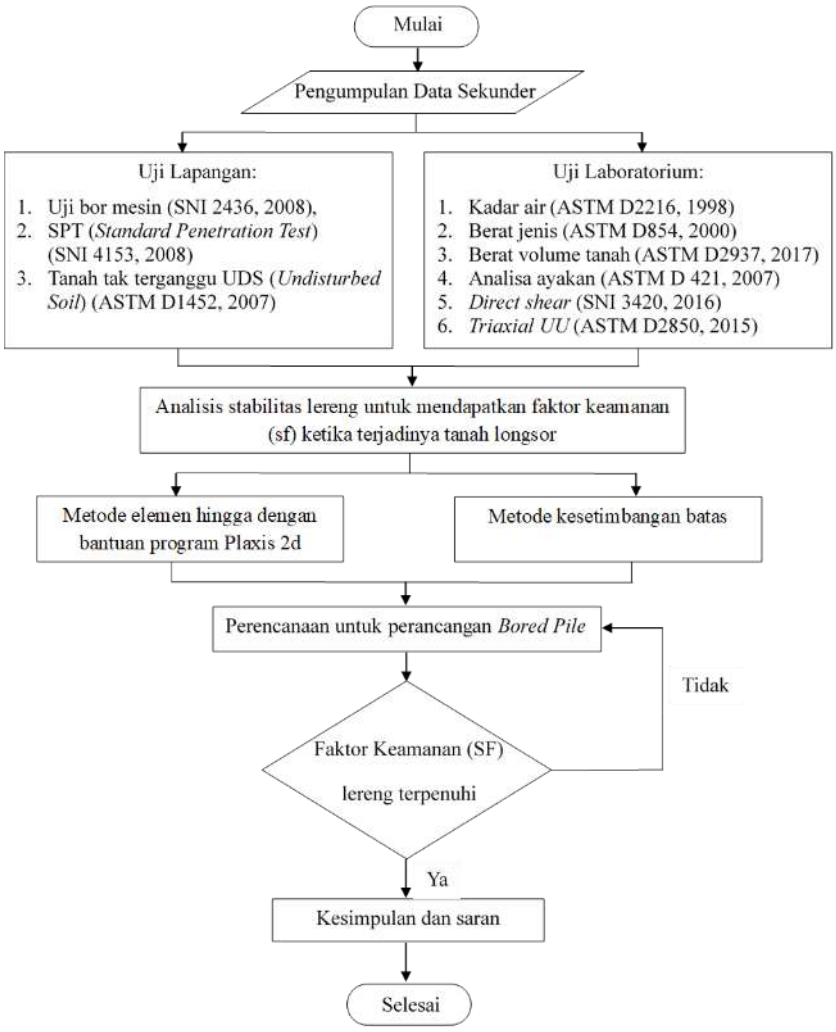
Lokasi penelitian berada di Kalimantan Tengah, Kabupaten Barito Utara, Pada ruas jalan Muara Teweh – Jalan Pasar Punjung STA 29+400 dengan letak geografis 0°49'23.2" LS, 114°46'50.3" BT.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan bersumber dari data sekunder proyek P2JN-Kalimantan Tengah tahun 2017, yang diperoleh dari hasil pengujian lapangan dan laboratorium.

1. Data pengujian lapangan berasal dari uji bor dengan prosedur [11], SPT (*Standard Penetration Test*) dengan prosedur [12], pengambilan contoh tanah tak terganggu UDS (*Undisturbed Soil*) dengan prosedur [13].
2. Data pengujian laboratorium berasal dari pengujian kadar air dengan prosedur [14], berat jenis dengan prosedur [15], berat volume tanah dengan prosedur [16], batas atterberg dengan prosedur [17], analisa ayakan dengan prosedur [18], *direct shear* dengan prosedur [19] dan *Triaxial UU* dengan prosedur [20].

3.4 Bagan Alir Penelitian

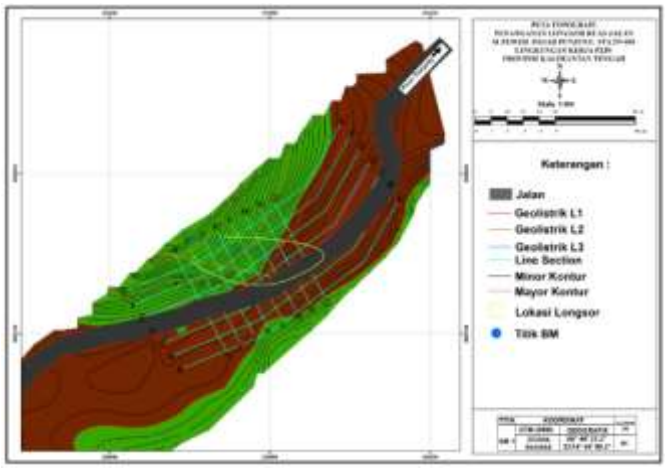


Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Peta Topografi

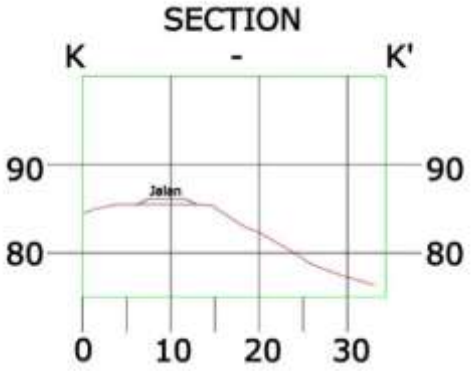
Peta topografi merupakan salah satu elemen penting dalam menganalisis kondisi morfologi wilayah yang mengalami tanah longsor. Dengan menggunakan peta topografi sebagai dasar analisis tentunya membantu untuk memahami faktor penyabab longsor dan kondisi geografis di lokasi tersebut, yang kemudian dapat dilakukan upaya penanganan *bored pile*.



Gambar 2. Peta Topografi Penanganan Longsor Ruas Jalan Muara Teweh - Jalan Pasar Punjung STA 29+400
Sumber: P2JN-Provinsi Kalimantan Tengah, 2017

Jurnal Serambi Engineering JSE
Volume X, No.2, April 2025 Hal 13362 - 13373
p-ISSN : 2528-3561
e-ISSN : 2541-1934

Dalam pemodelannya terdapat beberapa potongan untuk memudahkan analisis dan dalam penelitian ini potongan yang akan digunakan adalah potongan K-K'.



Gambar 3. Gambar Potongan K-K'
Sumber: P2JN-Provinsi Kalimantan Tengah, 2017

4.2 Data Parameter Tanah

Analisis stabilitas lereng dilakukan menggunakan program Plaxis 2d untuk memodelkan bentuk lereng. Pemodelan ini menggunakan *Hardening Soil Model* yang membutuhkan parameter-parameter tanah dari hasil pengujian dan laboratorium. Terdapat beberapa data parameter tanah yang akan dimasukkan dalam analisis pada kasus ini yaitu, *Poisson Ratio* (ν), Kohesi (c), Sudut Geser (ϕ), Kekakuan Pembebanan Triaksial (E_{50}), Kekakuan Pengurangan Beban (*unloading*) Triaksial (E_{ur}), Kekakuan Pembebanan Satu Arah (E_{oed}), Sudut Dilatansi (ψ), dan Berat Isi Tanah (γ).

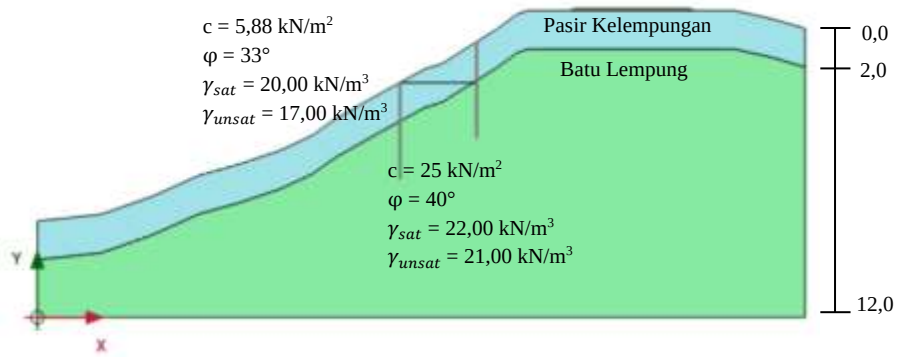
Tabel 2. Data Parameter Tanah

Kedalaman (m)	*Soil* Deskripsi	N-SPT	N-SPT Recommended	Konsistensi	ν (nu)	c (kN/m^2)	E_{oed} (kN/m^2)	E_{50} (kN/m^2)	E_{ur} (kN/m^2)	Φ (°)	Ψ (°)	γ_{sat} (kN/m^3)	γ_{unsat} (kN/m^3)
0 - 2,0	Pasir Kelempungan	16	18	Mediun Dense	0,25	5,88	16560	16560	49680	33	3	20,000	17,000
2,0 - 4,0	Batu Lempung	60	70	Very Dense	0,3	25	62100	62100	186300	40	10	22,000	21,000
4,0 - 6,0	Batu Lempung	60	79	Very Dense	0,3	25	62100	62100	186300	40	10	22,000	21,000
6,0 - 8,0	Batu Lempung	60	88	Very Dense	0,3	25	62100	62100	186300	40	10	22,000	21,000
8,0 - 10,0	Batu Lempung	60	88	Very Dense	0,3	25	62100	62100	186300	40	10	22,000	21,000
10,0 - 12,0	Batu Lempung	60	93	Very Dense	0,3	25	62100	62100	186300	40	10	22,000	21,000

4.3 Analisis Faktor Keamanan (SF)

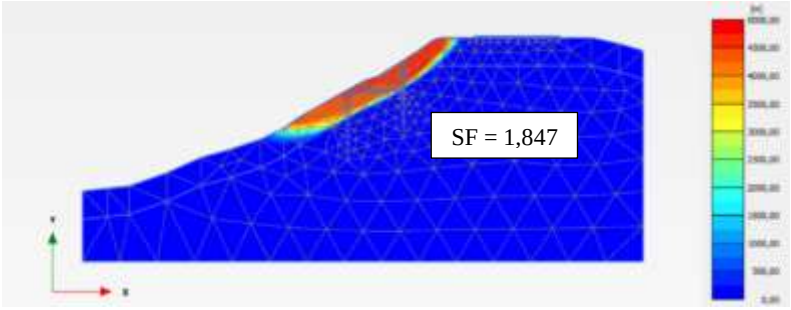
4.3.1 Analisis Faktor Keamanan (SF) Awal Menggunakan Metode Elemen Hingga

Dalam melakukan analisis dan pemodelan menggunakan metode elemen hingga dengan program Plaxis 2d, menggunakan geometri yang dihasilkan berdasarkan dari peta topografi. Dan data tanah yang berasal dari korelasi N-SPT akan dimasukkan ke dalam lapisan tanahnya, lapisan yang berwarna biru merupakan pasir kelempungan dan untuk yang berwarna hijau merupakan batu lempung.



Gambar 4. Geometri Pemodelan Lereng Ruas Jalan Muara Teweh – Jalan Pasar Pujung STA 29+400

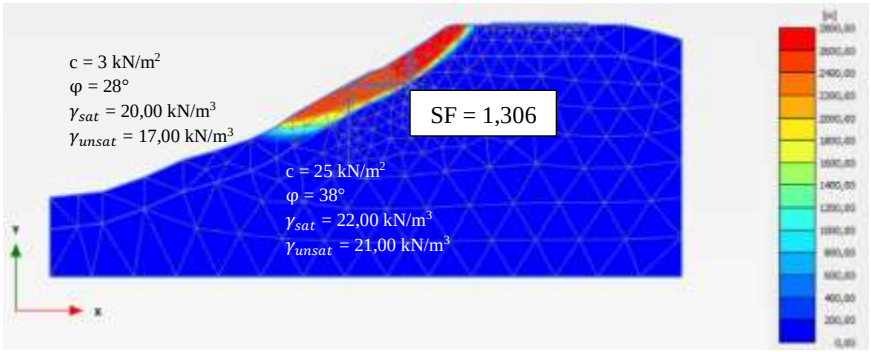
Setelah pemodelan selesai, maka program akan dijalankan untuk menganalisis bidang gelincir dan faktor keamanan (SF) pada lokasi longsoran terjadi.



Gambar 5. Bidang Gelincir Awal Pada Ruas Jalan Muara Teweh – Jalan Pasar Punjung STA 29+400

Gambar 6. Faktor Keamanan (SF) yang Berasal Dari Data Korelasi

Setelah program dijalankan didapatkan bidang gelincir yang terbentuk pada lereng terjadinya longsor. Walaupun demikian, hasil yang ditunjukkan pada faktor keamanan (SF) pada lereng tersebut dengan nilai 1,849 masih dikategorikan aman. Seperti yang diketahui bahwa hal tersebut tidak sesuai dengan yang berada di lapangan karena untuk faktor keamanan (SF) yang terjadinya longsor seharusnya menunjukkan angka SF < 1,07. Sehingga perlu dilakukannya *back analysis* data yang bertujuan untuk mendekati kondisi asli yang berada di lapangan. *Back analysis* data pada penelitian akan dilakukan dengan menurunkan kohesi (c) dan sudut geser (ϕ).

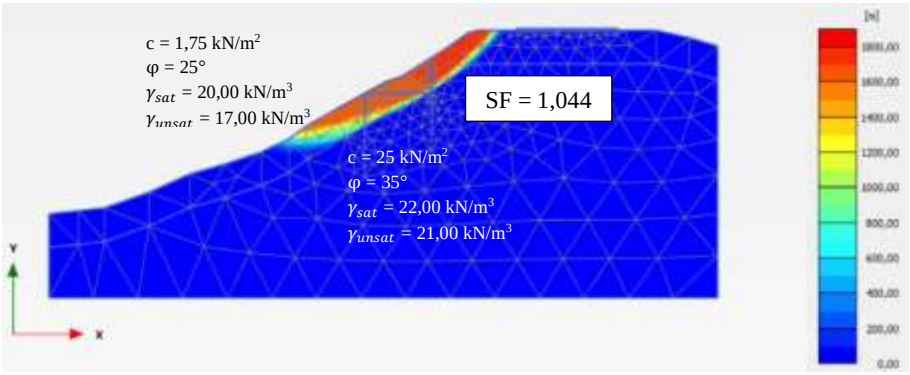


Gambar 8. Percobaan Ketika Dilakukan *Back Analysis*

Gambar 8. Hasil Percobaan Faktor Keamanan (SF) Ketika Dilakukan *Back Analysis*

Jurnal Serambi Engineering JSE
Volume X, No.2, April 2025 Hal 13362 - 13373
p-ISSN : 2528-3561
e-ISSN : 2541-1934

Percobaan awal ketika dilakukan *back analysis* pada data parameter tanah didapatkan faktor keamanan (SF) sebesar 1,305. Hal tersebut masih belum dapat dikategorikan bahwa lereng tersebut terjadinya longsor, maka perlu dilakukan *back analysis* lagi.



Gambar 7. Bidang Gelincir Setelah Dilakukannya *Back Analysis* Data

Gambar 8. Nilai Faktor Keamanan (SF) Setelah dilakukannya *Back Analysis* Data

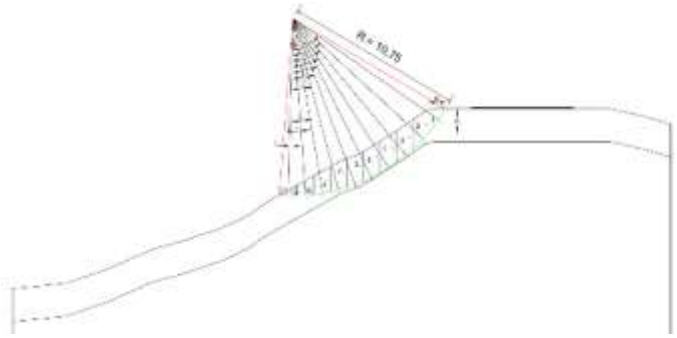
Pada percobaan terakhir didapatkan penurunan lagi pada nilai faktor keamanan (SF) pada lereng. Dari yang faktor keamanan (SF) 1,847 menjadi 1,044. Perubahan ini menunjukkan bahwa kondisi yang diperoleh mendekati keadaan kelongsoran yang terjadi di lapangan.

Tabel 3. Data dan Hasil Faktor Keamanan (SF) Kelongsoran

Back Analysis	*Soil* Deskripsi	ν (nu)	c (kN/m²)	E_{eod} (kN/m²)	E_{50} (kN/m²)	E_{ur} (kN/m²)	Φ (°)	Ψ (°)	γ_{sat} (kN/m³)	γ_{unsat} (kN/m³)	SF
1	Pasir Kelempungan	0,25	5,88	16560	16560	49680	33	3	20,000	17,000	1,847
	Batu Lempung	0,3	25	62100	62100	186300	40	10	22,000	21,000	
2	Pasir Kelempungan	0,25	3	16560	16560	49680	28	0	20,000	17,000	1,306
	Batu Lempung	0,3	25	62100	62100	186300	38	8	22,000	21,000	
3	Pasir Kelempungan	0,25	1,75	16560	16560	49680	25	0	20,000	17,000	1,044
	Batu Lempung	0,3	25	62100	62100	186300	35	5	22,000	21,000	

4.3.2 Analisis Faktor Keamanan (SF) Awal Menggunakan Metode Elemen Kesetimbangan Batas

Sebagai perbandingan dalam menentukan faktor keamanan pada kestabilan lereng digunakan metode Bishop. Metode ini dianalisis dengan membagi geometri yang terjadinya bidang longsor menjadi beberapa irisan.



Gambar 9. Pembagian Irisan Bidang Longsor

Tabel 4. Data Properti Tanah Untuk Metode *Bishop*

Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Berat Volume Jenuh Tanah	γ_{sat}	20	kN/m^3
Berat Volume Air	γ_{water}	9,81	kN/m^3
Berat Volume Efektif	γ'	10,19	kN/m^3
Sudut Geser Dalam	φ	25	°
Kohesi	c	1,75	kN/m^2

Tabel 5. Tabulasi Perhitungan Faktor Keamanan (SF) Menggunakan Metode *Bishop*

Irisan	b (m)	h (m)	α (°)	W (kN)	sin α (°)	A $(W \cdot \sin \alpha)$	h_w (m)	$u_w = h_w \gamma_w$ (kN/m^2)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	1,00	1,33	55,23	13,55	0,82	11,13	0,00	0,00
2	1,00	1,77	47,38	18,04	0,74	13,27	0,00	0,00
3	1,00	1,92	39,58	19,56	0,64	12,47	0,00	0,00
4	1,00	1,92	32,65	19,56	0,54	10,56	0,00	0,00
5	1,00	1,79	26,28	18,24	0,44	8,08	0,00	0,00
6	1,00	1,77	20,59	18,04	0,35	6,34	0,00	0,00
7	1,00	1,53	14,88	15,59	0,26	4,00	0,00	0,00
8	1,00	1,14	9,64	11,62	0,17	1,95	0,00	0,00
9	1,00	0,66	4,05	6,73	0,07	0,48	0,00	0,00
10	1,00	0,07	1,76	0,71	0,03	0,02	0,00	0,00
						68,29		

Tabel 6. Lanjutan Perhitungan Metode *Bishop*

Irisan	$b \cdot u_w$ (kN)	W - $b \cdot u_w$ (kN)	$(W - b \cdot u_w)\tan \varphi$ (kN)	$c \cdot b$ (kN)	B = (12+13) (kN)
(1)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	0,00	13,55	6,32	1,75	8,07
2	0,00	18,04	8,41	1,75	10,16
3	0,00	19,56	9,12	1,75	10,87
4	0,00	19,56	9,12	1,75	10,87
5	0,00	18,24	8,51	1,75	10,26
6	0,00	18,04	8,41	1,75	10,16
7	0,00	15,59	7,27	1,75	9,02
8	0,00	11,62	5,42	1,75	7,17
9	0,00	6,73	3,14	1,75	4,89
10	0,00	0,71	0,33	1,75	2,08

Tabel 7. Lanjutan Perhitungan Metode *Bishop*

Irisan	M		D		Faktor Keamanan (SF)	
	F=1,00	F=1,02	F=1,00	F=1,02	F_1	F_2
(1)	(15a)	(15b)	(16a)	(16b)	(17a)	(17b)
1	0,72	0,71	11,13	11,31		
2	0,77	0,75	13,27	13,49		
3	0,87	0,86	12,47	12,68		
4	1,03	1,01	10,56	10,73		
5	1,27	1,25	8,08	8,21		
6	1,60	1,58	6,34	6,45	1,000	1,016
7	2,25	2,22	4,00	4,07		
8	3,68	3,63	1,95	1,97		
9	10,28	10,15	0,48	0,48		
10	95,12	94,82	0,02	0,02		
			68,29	69,41		

Dari hasil perhitungan untuk percobaan dengan faktor aman F = 1,0 diperoleh F_1 = 1,000. Dicoba lagi dengan faktor aman F = 1,02 yang diperoleh hasil F_2 = 1,016, dari kedua nilai tersebut maka dapat dianggap sudah mendekati F yang dicoba. Jadi dari perhitungan di atas untuk faktor keamanan dari Bishop adalah SF = 1,000 dan nilai dari faktor keamanan (SF) metode elemen hingga dapat dianggap sudah benar atau valid.

4.4 Penanganan Kelongsoran

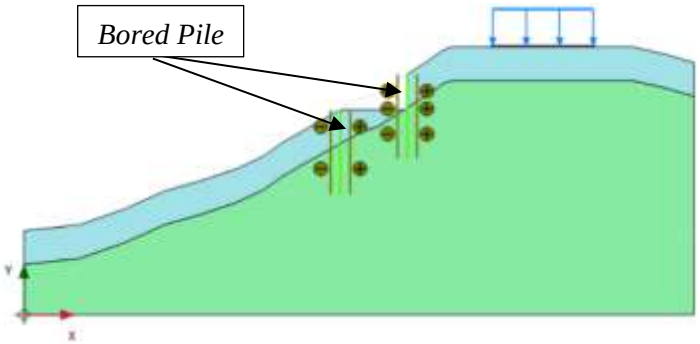
Setelah diketahui bidang gelincir dan faktor keamanan pada lereng tersebut maka akan dilakukan perencanaan pemasangan bored pile. Bored pile akan dihitung dan dibuat permodelan menggunakan program Plaxis 2d untuk mengetahui faktor keamanan (SF) dari lereng tersebut.

4.4.1. Analisis Faktor Keamanan (SF) Setelah Dilakukan Penanganan *Bored Pile*

Dalam perencanaannya, *bored pile* digunakan 2 buah dalam satu titik sejajar ke bawah berdiameter 0,5 m yang panjangnya 5 m dan posisi *bored pile* ditempatkan pada tengah bidang gelincir.

Tabel 6. Data Parameter *Bored Pile* Pada Plaxis 2d

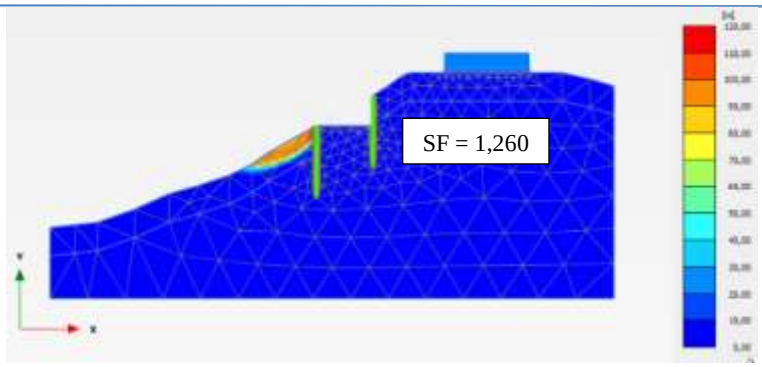
Keterangan	Nilai
Diameter *bored pile* (m)	0,5
Panjang *bored pile* (m)	5
Luas Penampang (A) (m^2)	0,196
Kekakuan Lentur (EI)	71553
Kekakuan Aksial (EA)	4375209
Berat (w) (kN/m^3)	10,6320
Poisson ratio (ν)	0,25



Gambar 10. Pemasangan *Bored Pile* Pada Program Plaxis 2d

Beban jalan diasumsikan sebesar 10 kN m/m karena jalan tersebut merupakan jalan nasional penghubung antar kabupaten yang berarti masuk ke dalam jelas II atau kelas III.

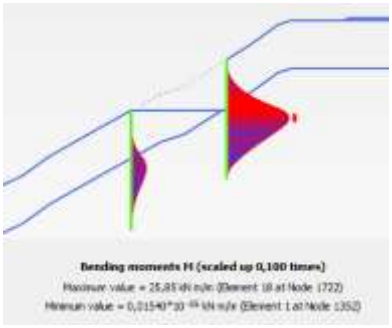
Jurnal Serambi Engineering JSE
Volume X, No.2, April 2025 Hal 13362 - 13373
p-ISSN : 2528-3561
e-ISSN : 2541-1934



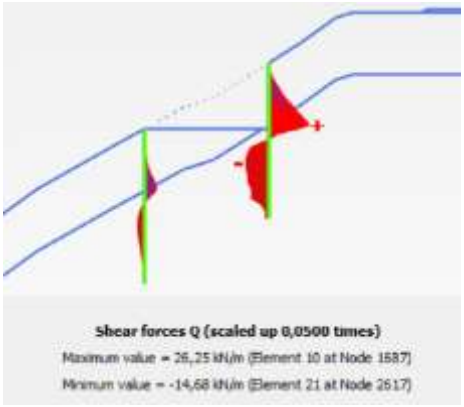
Gambar 11. Bentuk Bidang Gelincir Setelah Dipasang *Bored Pile*

Gambar 12. Nilai Faktor Keamanan (SF) Setelah Dipasang *Bored Pile*

Hasil yang didapat dari penanganan menggunakan *bored pile* yaitu bidang gelincir yang terjadi menjadi mengecil dan juga meningkatkan nilai faktor keamanan (SF) dari lereng tersebut, yang awalnya bernilai 1,044 sehingga menjadi 1,260 yang nilai tersebut telah memenuhi standar dari SF > 1,25 dan dapat dikategorikan lereng aman.



Gambar 13. Momen Lentur *Bored Pile*

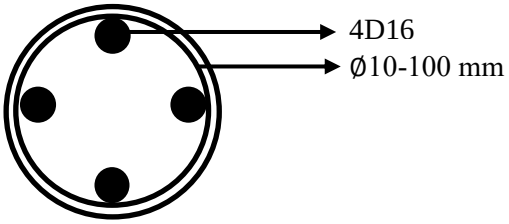


Gambar 14. Gaya Geser *Bored Pile*

Dari hasil analisis dengan program Plaxis 2d tersebut dapat diketahui juga besar momen lentur (Mu) yang terjadi pada *Bored Pile* sebesar 252,85 kN m/m dan juga gaya geser (Vu) sebesar 26,25 kN m/m.

4.4.2. Perencanaan Tulangan *Bored Pile*

Dalam perencanaan tulangan ini untuk mutu beton fc' = 22,5 Mpa dan mutu baja fy = 320 Mpa. Ukuran dan jumlah yang akan digunakan yaitu pada tulangan lentur 4 buah besi berulir dengan diameter 16 mm dan tulangan sengkang besi polos diameter 10 yang berjumlah 2 dan jaraknya 100 mm.



Gambar 15. Penulangan *Bored Pile*

5. Kesimpulan

Dari hasil analisis pada lereng yang terjadinya longsor pada Ruas Jalan Muara Teweh – Jalan Pasar Punjung STA 29+400 didapat faktor keamanan (SF) awal sebesar 1,847 ketika menggunakan metode elemen hingga dengan bantuan plaxis 2d. Hal tersebut lereng dikatakan aman, tetapi kenyataannya lereng dalam keadaan longsor yang harusnya bernilai SF < 1,07. Karena hal itu maka dilakukan back analysis sehingga didapat faktor keamanan (SF) sebesar 1,045 dan sebagai perbandingannya digunakan metode kesetimbangan batas *Bishop* didapatkan faktor keamanan (SF) sebesar 1,000, yang berarti lereng tersebut dalam kondisi kritis.

Untuk perencanaan *bored pile* pada penelitian ini digunakan 2 buah *bored pile* dalam satu titik sejajar ke bawah dan akan dipasang sepanjang 50 m dengan jarak setiap *bored pile* 1 m, yang masing-masing direncanakan berdiameter 0,5 m dan panjangnya 5 m. Untuk ukuran dan jumlah tulangan lentur dari *bored pile* digunakan 4D16 dan tulangan sengkang Ø10 – 100 mm.

Hasil analisis faktor keamanan (SF) dari lereng yang dilakukan penanganan dengan *bored pile* didapatkan sebesar 1,260 dan hal tersebut telah memenuhi syarat dari faktor keamanan (SF) yang bernilai SF > 1,25.

6. Referensi

[1] D. Noor, "Geologi lingkungan," Yogyakarta Graha Ilmu, 2006.

[2] Mawardi and A. D. Setiawan, "Analisis Stabilitas Lereng Terasering Buatan Dengan Metode Fenite Elemen," vol. 16, pp. 39-50, 2022.

[3] Pangemanan, Violetta Gabriella Margaretha, A. E. Turangan, and O. B. A. Sompie. "Analisis kestabilan lereng Dengan metode Fellenius." *Jurnal Sipil Statik* 2.1 (2014): 37-46.

[4] Jawat, I. Wayan, Putu Panji Tresna Gita, and I. Made Satria Dharmayoga. "Kajian Metoda Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi Bored Pile Pada Tahap Perencanaan Pelaksanaan." *Paduraksa: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa* 9.2 (2020): 126-142.

[5] I. K. P. Umum, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 13 Tahun 2024 tentang Kelas Jalan Berdasarkan Penggunaan Jalan Serta Kelancaran Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum, 2024.

[6] Mina, Enden, and Rama Indera Kusuma. "Analisa Stabilitas Lereng dan Perencanaan Soil Nailing dengan Software GeoStudios 2007 (Sudi Kasus Kampus Untirta Sindang Sari)." *Fondasi Jurnal Teknik Sipil* 4.1 (2015): 1-11.

[7] J. E. Bowles, Sifat-sifat Fisis Dan Geoteknis Tanah: (mekanika Tanah), Jakarta: Erlangga, 1991.

[8] Ardhi, Hafidh A., et al. "Perbandingan analisis stabilitas lereng metode kesetimbangan batas dengan metode elemen hingga menggunakan pendekatan probabilistik." *Proceeding Seminar Nasional Geomekanika IV*. 2017

[9] A. I. Mahmud, L. B. Said dan A. Alifuddin, "Pemodelan Bidang Gelincir Tanah Menggunakan Plaxis 2D pada Penanganan Pascabencana Ruas Salaonro-Pompanua Kabupaten Soppeng," *Journal FLYOVER (JFO)*, vol. 02, no. 02, pp. 76-85, 2022.

[10] M. R. Fadilla and M. Zaki, "Analisis Stabilitas Lereng Dan Longsor Dengan Menggunakan Bored Pile Dan Software Plaxis," pp. 191-197, 2022.

[11] SNI 2436, "Tata cara pencatatan dan identifikasi hasil pengeboran inti," 2008.

[12] SNI 4153, Cara uji penetrasi lapangan dengan SPT, 2008.

[13] ASTM D1452, Standard Practice forSoil Exploration and Sampling by Auger Borings, United States: ASTM International, 2007.

[14] ASTM D2216, Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass, United States: ASTM International, 1998.

[15] ASTM D854, Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer, United States: ASTM International, 2000.

[16] ASTM D2937, Standard Test Method for Density of Soil in Place by the Drive-Cylinder Method, United States: ASTM International, 2017.

[17] ASTM D4318, Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils, United States: ASTM International, 2005.

[18] ASTM D 421, Standard Practice for Dry Preparation of Soil Samples for Particle-Size Analysis and Determination of Soil Constants, United States: ASTM International, 2007.

[19] SNI 3420, Metode uji kuat geser langsung tanah tidak terkonsolidasi dan tidak terdrainase, Badan Standardisasi Nasional, 2016.

[20] ASTM D2850, Standard Test Method for Unconsolidated-Undrained Triaxial Compression Test on Cohesive Soils, United States: ASTM International, 2015.