

## Evaluasi Stabilitas Lereng dan Strategi Mitigasi Longsor dengan Metode *Bored Pile* di Ruas Jalan Muara Teweh–Benangin STA 51+950, Kalimantan Tengah

\* Stephanus Alessander, Fatma Sarie, Mohammad Ikhwan Yani, Nomeritae, Agustinus

\*Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya, Palangka Raya

Email: [stephanus@eng.upr.ac.id](mailto:stephanus@eng.upr.ac.id)

### Abstract

The development of infrastructure in Indonesia faces significant challenges related to slope stability, particularly in areas with steep topography. This study aims to analyze the slope stability of the Muara Teweh–Benangin Road Section STA 51+950, located in Teweh Timur Subdistrict, Barito Utara Regency, Central Kalimantan Province, as well as to evaluate the effectiveness of bored pile reinforcement in improving the safety factor (SF). The analysis was conducted using the Finite Element Method (FEM) with the assistance of Plaxis 2D software, based on secondary data from field and laboratory tests. The initial analysis indicated that the SF value under existing conditions was 1.828, which theoretically represents a stable condition. However, field observations revealed the occurrence of a landslide, prompting a back analysis that yielded an SF value of 1.029, approaching a critical state. As a mitigation measure, a reinforcement model was created using bored piles with a diameter of 0.5 meters and a length of 7 meters. The results showed an increase in the SF value to 1.403, which meets the minimum threshold for slope stability of 1.25.

**Keywords:** Bored pile, Finite Element Method (FEM), Landslide, Safety factor (SF), Slope.

### Abstrak

Pembangunan infrastruktur di Indonesia menghadapi tantangan signifikan terkait stabilitas lereng, terutama di daerah dengan topografi curam. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis stabilitas lereng pada Ruas Jalan Muara Teweh–Benangin STA 51+950, Kecamatan Teweh Timur, Kabupaten Barito Utara, Kalimantan Tengah, serta mengevaluasi efektivitas penguatan bored pile dalam meningkatkan faktor keamanan (SF). Analisis dilakukan menggunakan metode elemen hingga (Finite Element Method) dengan perangkat lunak Plaxis 2D, berdasarkan data sekunder dari hasil pengujian lapangan dan laboratorium. Hasil analisis awal menunjukkan bahwa nilai SF kondisi eksisting adalah 1,828, yang mencerminkan kondisi aman secara teoretis. Namun, observasi di lapangan menunjukkan adanya longsor, sehingga dilakukan back analysis yang menghasilkan nilai SF sebesar 1,029, mendekati kondisi kritis. Untuk mitigasi, dilakukan pemodelan penguatan bored pile dengan diameter 0,5 meter dan panjang 7 meter. Hasil pemodelan menunjukkan peningkatan nilai SF menjadi 1,403, yang memenuhi ambang batas minimum stabilitas lereng sebesar 1,25.

**Kata Kunci:** Lereng, Longsor, Bored pile, Metode Elemen Hingga (FEM), Faktor Keamanan (SF).

## PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur di Indonesia telah mengalami pertumbuhan yang signifikan dalam beberapa dekade terakhir. Menempatkan teknik sipil di garis depan dalam hal pembangunan konstruksi. Namun, maraknya pembangunan ini tidak lepas dari tantangan teknis seperti pembangunan konstruksi di tanah yang curam. Salah satu tantangan teknis pada tanah curam adalah menganalisis stabilitas lereng, jika pembangunan suatu konstruksi berada pada lokasi lereng maka dibutuhkan analisis untuk mengetahui faktor keamanannya terlebih dahulu, hal ini dikarenakan lereng mempunyai faktor keamanan yang rendah serta memungkinkan terjadinya longsor apabila dipicu oleh tiga faktor berikut yaitu curah hujan, litologi, dan perubahan tata guna lahan. Pangemanan *et al* (2014) menyatakan bahwa tanah longsor juga bisa dikatakan sebagai peristiwa bencana alam yang sering terjadi di daerah lereng yang diakibatkan oleh hujan. Pengaruh curah hujan yang tinggi dan berkepanjangan akan meningkatkan elevasi muka air tanah, berat jenis tanah ( $\gamma$ ), menurunkan nilai kohesi ( $c$ ) dan sudut geser ( $\phi$ ) sehingga mengurangi faktor keamanan lereng (*Safety factor*) yang bisa mengakibatkan terjadinya longsor.

Longsor merupakan peristiwa tanah yang tidak mampu menahan gaya dorong pada lereng itu sendiri sehingga mengakibatkan keruntuhan, dengan kata lain, kekuatan geser massa tanah tidak dapat menahan beban (Ganda & Iro, 2012). Menurut Muntohar (2020), tanah longsor adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau material campuran tersebut, bergerak ke bawah atau keluar lereng. Proses terjadinya tanah longsor sebagai berikut, air yang terserap ke dalam tanah akan menambah berat tanah, apabila air terus masuk ke dalam tanah kedap air yang menjadi bidang gelincir, maka akan menyebabkan tanah menjadi licin sehingga tanah pelapukan diatasnya akan bergerak mengikuti lereng dan keluar lereng.

Keruntuhan lereng bukan hanya terjadi pada lereng alami. Keruntuhan lereng juga bisa terjadi pada lereng yang sudah di perkuat, hal ini bisa terjadi karena kesalahan dalam menganalisis atau kesalahan dalam memberikan penanganan yang tepat. Jalan nasional penghubung antara Kabupaten Barito Utara dan Kabupaten Kutai Barat lebih tepatnya di wilayah Benangin, Kecamatan Teweh Timur, Kabupaten Barito Utara, Provinsi Kalimantan Tengah memiliki lereng yang curam, hal ini karena jalan tersebut dibangun di perbukitan. Naryanto *et al*

(2019) mengatakan bahwa faktor-faktor yang paling dominan dan berpengaruh terhadap tanah longsor adalah: lereng yang sangat curam, soil hasil pelapukan sangat gembur dan tebal, alih fungsi lahan dan curah hujan yang tinggi. Pada jalan Benangin STA 51+950 yang mengalami kelongsoran, selain tanah yang curam faktor alih fungsi lahan juga menjadi alasan jalan Benangin mengalami kelongsoran. Kelongsoran terjadi di sebelah kanan jalan sedalam 5 meter dengan panjang kelongsoran 50 meter.

Jika dibiarkan tanpa adanya penanganan longsor, dikhawatirkan akan berdampak pada rusaknya jaringan infrastruktur ruas jalan, maka akan mengganggu kelancaran distribusi barang dan jasa sehingga menghambat pertumbuhan ekonomi di wilayah tersebut karena terisolasi serta mengurangi tingkat kenyamanan dan keamanan pengguna jalan. Oleh sebab itu pada lereng tersebut dibutuhkan penanganan yang tepat dan diperlukan analisis untuk mengetahui faktor keamanan pada lereng di lokasi penelitian, yang bisa memodelkan sesuai dengan kondisi asli di lapangan, guna mendapatkan kondisi pendekatan dalam hasil analisis dan memudahkan untuk merancang perkuatannya. Ada beberapa metode dalam penanganan perkuatan lereng, salah satunya perkuatan menggunakan *bored pile*.

*Bored Pile* adalah sebuah tiang yang dipasang di dalam tanah dengan cara melubangi tanah terlebih dahulu kemudian diisi dengan tulangan dan di cor dengan campuran beton (Hardiyatmo, 2008). Dalam penelitian (soetedjo et al, 2017) Pemasangan *bored pile* pada penanganan longsor terbukti mampu menaikkan nilai faktor keamanan dari lereng, karena itu untuk penanganan longsor pada jalan Benangin STA 51+950 dipilih dengan perkuatan *bored pile*. Pemasangan *bored pile* dalam kasus ini adalah dengan mencari tegangan yang akan diterima *bored pile* terlebih dahulu kemudian merencanakan diameter dan panjang *bored pile*. Diameter *bored pile* direncanakan sebesar 0,5 meter dan panjangnya 7 meter. Perencanaan *bored pile* tersebut kemudian di inputkan kedalam Plaxis 2d. *Bored pile* dipasang pada lereng sebanyak 50 buah dengan spasi 1 meter untuk memotong bidang gelincir guna memperkecil bentuk bidang gelincir dan pondasi *bored pile* ini dapat membantu untuk mencegah kelongsoran dan membantu mencegah pergerakan tanah pada lereng akibat adanya tekanan lateral tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui analisis dan penanganan juga untuk memperoleh nilai faktor kewanaman dari penanganan menggunakan metode FEM (*Finite Element Method*). Mengacu pada SNI 8460 (2017), Lereng bisa dikatakan aman apabila nilai safety factor (SF)  $\geq 1,25$  sebaliknya jika nilai safety factor (SF)  $\leq 1,25$  lereng dikatakan sebagai lereng yang kritis. FEM merupakan metode antarmuka (*interfaces*) grafis yang mudah digunakan sehingga pengguna dapat dengan cepat membuat model geometri dan jaring elemen berdasarkan penampang melintang dari kondisi lereng yang akan dianalisis.

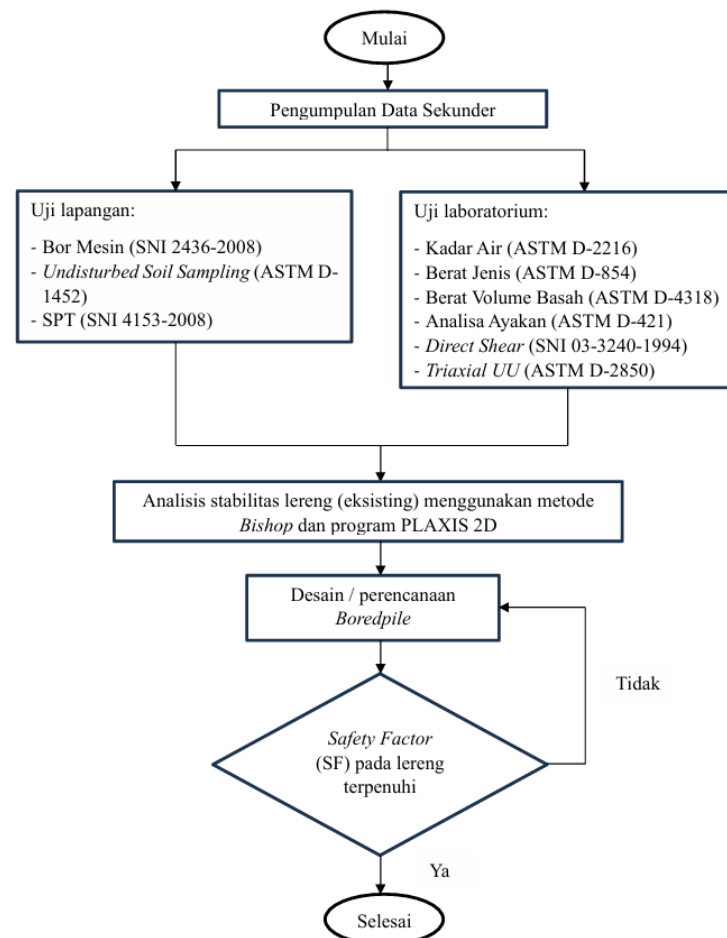
## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk menganalisis stabilitas lereng di ruas jalan Muara Teweh–Benangin STA 51+950,

Kecamatan Teweh Timur, Kabupaten Barito Utara, Provinsi Kalimantan Tengah. Penelitian dilakukan tanpa mempertimbangkan beban gempa. Kalimantan Tengah bukan daerah yang sering mengalami gempa besar karena tidak berada pada jalur utama pertemuan lempeng tektonik, pemicu longsor di Kalimantan Tengah seringkali terjadi karena perubahan tata guna lahan oleh sebab itu pada penelitian ini tidak memperhitungkan beban gempa. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Plaxis 2D untuk menghitung angka keamanan lereng pada kondisi eksisting serta setelah dilakukan perkuatan dengan metode *bored pile*. Data yang digunakan merupakan data yang diperoleh dari hasil pengujian lapangan dan laboratorium pada proyek P2JN tahun anggaran 2017–2018 di Kalimantan Tengah.

Tahapan penelitian adalah sebagai berikut.

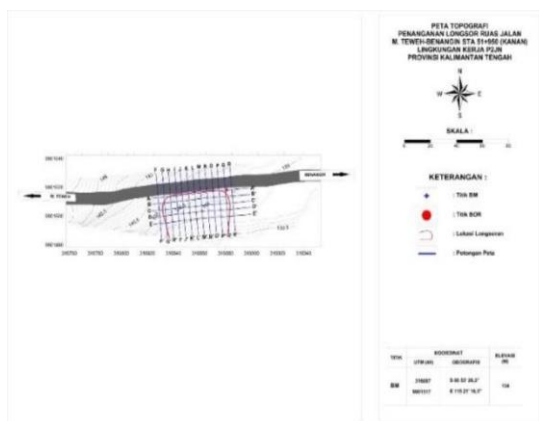
1. Mengumpulkan data sekunder dari proyek, baik dari hasil pengujian lapangan maupun laboratorium.
2. Menganalisis stabilitas lereng eksisting menggunakan metode Finite Element Method (FEM) melalui perangkat lunak Plaxis 2D untuk menentukan nilai faktor keamanan awal.
3. Melakukan pemodelan perkuatan lereng dengan metode *bored pile* sebagai langkah mitigasi.
4. Menganalisis pemodelan lereng setelah diberi perkuatan untuk mengevaluasi keefektifan metode *bored pile* dalam meningkatkan stabilitas lereng.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

## Peta Topografi

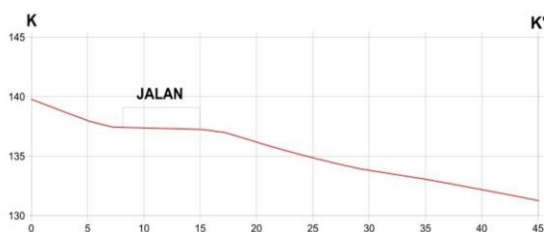
Hubungan antara peta topografi dan kasus longsor sangat erat, dengan menganalisis peta topografi, maka akan memudahkan dalam mengidentifikasi lereng yang mengalami kelongsoran. Peta ini diperoleh dari data sekunder yang menunjukkan ketinggian, kemiringan, dan bentuk lahan. Informasi yang terkandung didalamnya sangat penting untuk memodelkan geometri lereng di ruas jalan Benangin STA 51+950 untuk digunakan dalam analisis Software Plaxis seperti pada Gambar 2. Dalam memodelkan geometri lereng pada Software Plaxis dibutuhkan potongan melintang dari peta topografi seperti pada Gambar 3.



Gambar 2. Peta Topografi Ruas Jalan Benangin STA 51+950

Sumber: Proyek P2JN Kalimantan Tengah (2017)

Potongan K-K' dipilih karena memiliki kondisi lereng yang curam dibandingkan potongan lainnya, dengan kedalaman longsoran 5 meter dan panjang 50 meter. Kemiringan lereng yang tergambar dalam peta topografi merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi terjadinya longsor. Lereng yang curam cenderung lebih rentan terhadap longsor karena gaya gravitasi yang lebih besar bekerja pada material tanah di lereng tersebut.



Gambar 3. Potongan Melintang K-K'

Sumber: Proyek P2JN Kalimantan Tengah (2017)

## Data Parameter Tanah

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kestabilan lereng dengan menggunakan Software Plaxis dan model tanah Hardening Soil Model. Model ini membutuhkan penentuan nilai parameter tanah yang meliputi Modulus Elastisitas, Poisson Ratio, Sudut Geser, Kohesi, dan Dilatasi tanah. Parameter-parameter tersebut diperoleh dari hasil pengujian tanah di lapangan dan

laboratorium. Data tanah yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang telah dikumpulkan sebelumnya. Modulus Elastisitas dan Poisson Ratio kegunaannya untuk memodelkan elastisitas tanah. Sudut Geser dan Kohesi kegunaannya untuk memodelkan plastisitas tanah. Dilatasi tanah adalah perubahan volume tanah saat mengalami deformasi geser.

Tabel 1. Hasil Korelasi Parameter Tanah

Kedalaman (m)	N-SPT	Konsistensi	$\nu$ (nu)	c	E <sub>ed</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	E <sub>50</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	E <sub>ur</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	$\phi$ $\psi$	$\gamma$ sat (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma$ unsat (kN/m <sup>3</sup> )
0 - 2,00	7	Loose	0.25	14	7245	7245	21735	13 0	18.000	15.000
2,00 - 4,00	9	Loose	0.25	10	9315	9315	27945	14 0	18.000	15.000
4,00 - 6,00	60	Very Dense	0.25	19	62100	62100	186300	35 5	22.000	21.000
6,00 - 14,00	60	Very Dense	0.25	19	62100	62100	186300	35 5	22.000	21.000

Sumber: Hasil Analisis (2025)

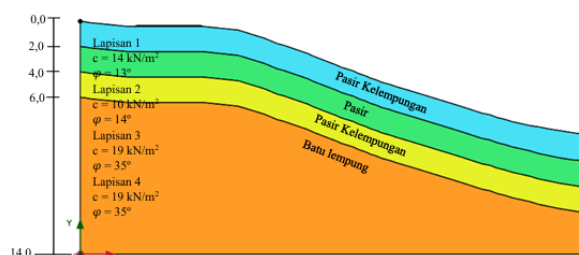
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Kelongsoran

Analisis kelongsoran dalam penelitian ini dilakukan dengan dua metode yaitu dengan bantuan software Plaxis dan metode Bishop. Parameter tanah yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan hasil dari korelasi nilai N-SPT yang sebelumnya telah dibuat. Kemudian dilakukan analisis dengan dua metode tersebut untuk mengetahui nilai *Safety factor* (SF) awal yang sesuai dengan kondisi eksisting di lapangan.

### Analisis *Safety Factor* (SF) dengan Software Plaxis

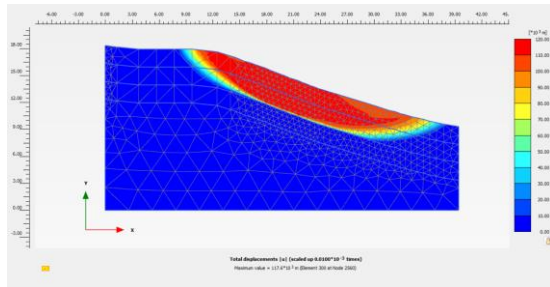
Analisis pada Plaxis menggunakan bentuk geometri potongan K-K' yang diperoleh dari peta topografi Ruas Jalan Benangin STA 51+950. Kedalaman lapisan tanah ditentukan berdasarkan hasil dari pengujian N-SPT seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Bentuk Pemodelan Lereng

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Kemudian dilakukan analisis untuk memperoleh nilai *Safety factor* (SF) awal dan bidang gelincir dari bidang jalan yang mengalami kelongsoran dengan menginputkan parameter tanah dari pengujian N-SPT yang sudah dikorelasi. Didapat bentuk bidang gelincir seperti pada (Gambar 5.) dan nilai *Safety factor* (SF) sebesar 1,828 seperti pada Gambar 6.



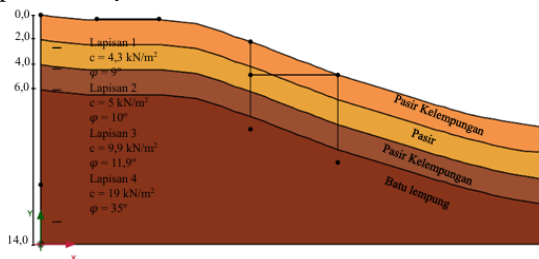
Gambar 5. Bentuk Pemodelan Lereng  
Sumber: Hasil Analisis (2025)

Reached values	
Reached total time	0.000 day
CSP - Relative stiffness	0.07204E-12
ForceX - Reached total force	0.000 kN/m
ForceY - Reached total force	0.000 kN/m
Pmax - Reached max pp	0.000 kN/m <sup>2</sup>
$\Sigma M_{stage}$ - Reached phase p	0.000
$\Sigma M_{weight}$ - Reached weight	1.000
$\Sigma M_{sf}$ - Reached safety fact	1.828

Gambar 6. Nilai Safety Factor Awal  
Sumber: Hasil Analisis (2025)

Hasil dari analisis tidak sesuai dengan kondisi yang terjadi di lapangan karena  $SF \geq 1,25$  yang artinya nilai dari *Safety factor* (SF) sebesar 1,828 dalam kondisi aman, kondisi ini bertolak belakang dengan kondisi yang terjadi di lapangan. Dari hasil tersebut maka dilakukan back analysis untuk memperoleh pendekatan yang sesuai dengan apa yang terjadi di lapangan seperti pada gambar berikut.

Back analysis dilakukan dengan cara menurunkan nilai  $c$  dan  $\phi$ . Hasil akhir penurunan nilai  $c$  dan  $\phi$  untuk mendapatkan nilai *Safety factor* (SF) yang kritis dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pemodelan Lereng Back Analysis Akhir  
Sumber: Hasil Analisis (2025)

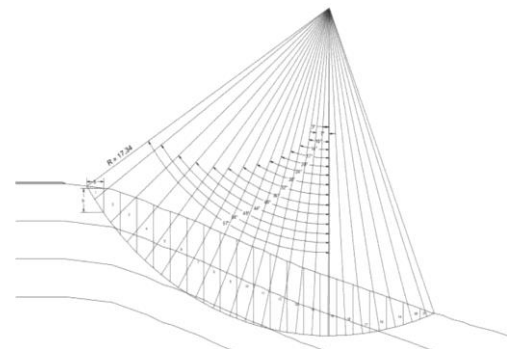
Dari hasil back analysis, bentuk bidang gelincir mengecil dari hasil analisis sebelumnya. Nilai *Safety factor* (SF) mengalami perubahan dari nilai *Safety factor* (SF) awal sebesar 1,828 menjadi 1,029 setelah dilakukan back analysis seperti pada Gambar 8. Hal tersebut sudah mendekati kondisi asli kelongsoran yang terjadi di lapangan sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa nilai *Safety factor* (SF) pada kondisi kritis adalah sebesar 1,029.

Reached values	
Reached total time	0.000 day
CSP - Relative stiffness	0.01814E-12
ForceX - Reached total force	0.000 kN/m
ForceY - Reached total force	0.000 kN/m
Pmax - Reached max pp	0.000 kN/m <sup>2</sup>
$\Sigma M_{stage}$ - Reached phase p	0.000
$\Sigma M_{weight}$ - Reached weight	1.000
$\Sigma M_{sf}$ - Reached safety fact	1.029

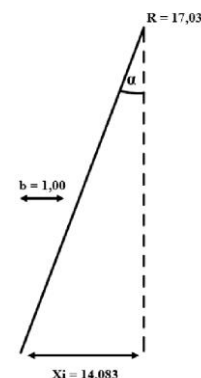
Gambar 8. Nilai Safety Factor Akhir  
Sumber: Hasil Analisis (2025)

### Analisis *Safety factor* (SF) dengan Metode Bishop

Analisis Metode Bishop dilakukan dengan cara membagi bidang gelincir menjadi beberapa bagian yang disebut elemen. Semakin banyak pembagian elemen maka akan semakin akurat hasil dari analisis Bishop. Pada penelitian ini bidang gelincir dibagi menjadi 21 elemen dengan jari jari 17,03 meter dan setiap elemen mempunyai jarak 1 meter, terdapat dua lapisan tanah yang mengalami kelongsoran sedalam 4 meter seperti pada Gambar 9. dan detail irisan dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 9. Pembagian Bidang Longsor dalam Bentuk Irisan  
Sumber: Hasil Analisis (2025)



Gambar 10. Model Irisan 1  
Sumber: Hasil Analisis (2025)

Terdapat dua lapisan tanah pada bidang gelincir dengan data yang berbeda, namun data yang digunakan dalam analisis metode Bhisop adalah data back analysis tanah lapisan pertama karena memiliki data yang lebih kritis dari pada tanah lapisan kedua. Data properti tanah yang digunakan dalam metode Bishop yaitu:  $\gamma_{sat} = 18 \text{ kN/m}^3$ ,  $\gamma_{water} = 10 \text{ kN/m}^3$ ,  $\gamma' = 8 \text{ kN/m}^3$ ,  $\phi = 9^\circ$  dan  $c = 4,3 \text{ kN/m}^2$ .

Data-data tiap irisan dan cara perhitungan metode Bishop dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel 3. Tabel 4.

Tabel 2. Data Perhitungan Metode Bishop

No. Irisan	b	h	$\alpha$	W	W <sub>total</sub>	Sin $\alpha$
	m	m	o	W1 + W2 (kN)		o
	1	2	3	4	5	6
1	1.00	1.282	54.49	10.26	10.26	0.81
2	1.00	2.217	49.31	17.74	17.74	0.76
3	1.00	2.878	44.58	23.02	23.02	0.70
4	1.00	3.351	39.74	26.81	26.81	0.64
5	1.00	3.715	35.66	29.72	29.72	0.58
6	1.00	3.987	31.62	31.89	31.89	0.52
7	1.00	4.168	27.70	33.35	33.35	0.46
8	1.00	4.189	23.76	33.52	33.52	0.40
9	1.00	4.183	20.17	33.47	33.47	0.34
10	1.00	4.103	17.04	32.83	32.83	0.29
11	1.00	3.961	13.59	31.68	31.68	0.23
12	1.00	3.760	9.96	30.08	30.08	0.17
13	1.00	3.526	6.69	28.21	28.21	0.12
14	1.00	3.278	3.44	26.23	26.23	0.06
15	1.00	2.989	0.22	23.91	23.91	0.00
16	1.00	2.630	3.32	21.04	21.04	0.06
17	1.00	2.211	6.64	17.69	17.69	0.12
18	1.00	1.733	10.05	13.86	13.86	0.17
19	1.00	1.192	13.28	9.53	9.53	0.23
20	1.00	0.568	16.77	4.55	4.55	0.29
21	0.85	0.010	19.84	0.07	0.07	0.34

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Tabel 3. Perhitungan Lanjutan Metode Bishop

No. Irisan	A	hw	Uw	(b.Uw)	W <sub>tot</sub> - (b.Uw)	b.Uw / tan $\phi$	c.b B(14 + 15)
	(W <sub>tot</sub> .Sin $\alpha$ )	m	(hw.γw)	kN	kN	kN	kN
	7	8	9	10	11	12	13
1	8.35	0.00	0.00	0.00	10.26	1.62	4.30
2	13.45	0.00	0.00	0.00	17.74	2.81	4.30
3	16.16	0.00	0.00	0.00	23.02	3.65	4.30
4	17.14	0.00	0.00	0.00	26.81	4.25	4.30
5	17.32	0.00	0.00	0.00	29.72	4.71	4.30
6	16.72	0.00	0.00	0.00	31.89	5.05	4.30
7	15.50	0.00	0.00	0.00	33.35	5.28	4.30
8	13.51	0.00	0.00	0.00	33.52	5.31	4.30
9	11.54	0.00	0.00	0.00	33.47	5.30	4.30
10	9.62	0.00	0.00	0.00	32.83	5.20	4.30
11	7.45	0.00	0.00	0.00	31.68	5.02	4.30
12	5.20	0.00	0.00	0.00	30.08	4.76	4.30
13	3.29	0.00	0.00	0.00	28.21	4.47	4.30
14	1.57	0.00	0.00	0.00	26.23	4.15	4.30
15	0.09	0.00	0.00	0.00	23.91	3.79	4.30
16	1.22	0.00	0.00	0.00	21.04	3.33	4.30
17	2.04	0.00	0.00	0.00	17.69	2.80	4.30
18	2.42	0.00	0.00	0.00	13.86	2.20	4.30

No. Irisan	A	hw	Uw	(b.Uw)	W <sub>tot</sub> - (b.Uw)	b.Uw / tan $\phi$	c.b B(14 + 15)
	(W <sub>tot</sub> .Sin $\alpha$ )	m	(hw.γw)	kN	kN	kN	kN
	7	8	9	10	11	12	13
19	2.19	0.00	0.00	0.00	9.53	1.51	4.30
20	1.31	0.00	0.00	0.00	4.55	0.72	4.30
21	0.02	0.00	0.00	0.00	0.07	0.01	3.66
166.12							

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Tabel 4. Perhitungan *Safety factor* Metode Bishop

No. Irisan	M		D (16/17)		Safety factor	
	1.05	1.1	1.05	1.1	F1	F2
	15(a)	15(b)	16(a)	16(b)	17(a)	17(b)
1	0.68	0.69	8.77	8.57		
2	0.50	0.51	14.12	13.95		
3	0.47	0.47	16.97	16.87		
4	0.47	0.48	18.00	17.95		
5	0.50	0.50	18.19	18.19		
6	0.53	0.53	17.56	17.59		
7	0.59	0.59	16.27	16.32		
8	0.68	0.68	14.18	14.22		
9	0.79	0.79	12.11	12.15		
10	0.94	0.94	10.10	10.12		
11	1.19	1.19	7.82	7.83	1.05	1.046
12	1.66	1.66	5.46	5.46		
13	2.54	2.54	3.45	3.45		
14	5.11	5.13	1.65	1.65		
15	82.43	82.87	0.10	0.10		
16	5.97	6.02	1.28	1.27		
17	3.31	3.35	2.15	2.12		
18	2.56	2.60	2.54	2.50		
19	2.53	2.59	2.30	2.24		
20	3.64	3.78	1.38	1.33		
21	151.28	158.80	0.02	0.02		
			174.43	173.88		

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Dari hasil analisis metode Bishop didapatkan nilai *Safety factor* (SF) untuk asumsi F = 1,05 adalah 1,050 dan untuk F = 1,1 adalah 1,047 maka dari percobaan trial and error diatas didapat SF<sub>Bishop</sub> dari lereng tersebut adalah SF = 1,050.

Hasil dari analisis Plaxis dan metode Bishop dengan data analisis dari Korelasi N-SPT dan data lab menunjukan bahwa nilai *Safety factor* (SF) hampir mendekati yaitu untuk Plaxis nilai *Safety factor* adalah sebesar 1,029 dan untuk metode Bishop nilai *Safety factor* adalah sebesar 1,050.

#### Analisis *Safety Factor* (SF) Akhir

Pomodelan *bored pile* dilakukan dengan bantuan program PLAXIS 2D pada lereng yang mengalami kelongsoran seperti pada (gambar 4.11). *Bored pile* dipasang di tengah bidang gelincir bertujuan untuk memotong bidang gelincir sehingga akan meningkatkan stabilitas lereng. Parameter *bored pile* dari hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 5. Selanjutnya dilakukan pemodelan

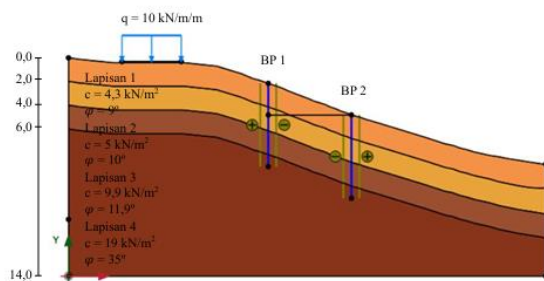


dan penginputan parameter *bored pile* pada program PLAXIS 2D.

Tabel 5. Parameter *Bored pile*

Parameter	Nilai
Diameter <i>bored pile</i> (m)	0,50
Panjang <i>boredpile</i> (m)	7,00
Luas penampang (A) (m <sup>2</sup> )	0,1963
Kekakuan lentur (EI)	71553
Kekakuan aksial (EA)	4375209
Berat jenis ( $\gamma$ ) (kN/m <sup>3</sup> )	10,6320
Poisson ratio (n)	0,25

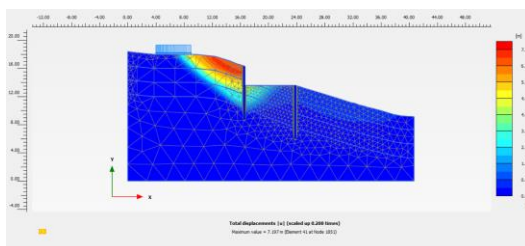
Sumber: Hasil Analisis, 2025



Gambar 11. Pemodelan Bored pile Irisan

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Berdasarkan hasil analisis stabilitas lereng yang dilakukan, terlihat bahwa penggunaan *bored pile* memang efektif dalam mengecilkan bentuk bidang gelincir (Gambar 12.) dan meningkatkan nilai *safety factor* (SF) lereng tersebut (Gambar 13), dari 1,027 menjadi 1,403



Gambar 12. Bentuk Bidang Gelincir dengan Perkuatan Bored pile

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Reached values	
Reached total time	0.000 day
CSP - Relative stiffness	0.5954E-6
ForceX - Reached total for	0.000 kN/m
ForceY - Reached total for	0.000 kN/m
Pmax - Reached max pp	0.000 kN/m²
$\Sigma M_{stage}$ - Reached phase p	0.000
$\Sigma M_{weight}$ - Reached weight	1.000
$\Sigma M_{sf}$ - Reached safety fact	1.403

Gambar 13. Nilai Safety Factor dengan Perkuatan Bored pile

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Dengan diperolehnya nilai *Safety factor* (SF) yang mencapai atau melebihi ambang batas minimum yang telah ditetapkan, yaitu sebesar 1,25 maka dapat disimpulkan bahwa stabilitas lereng telah memenuhi persyaratan yang diperlukan untuk menjamin keamanan serta keberlanjutan struktur yang berada di atasnya. Hal ini membantu meminimalkan risiko terjadinya longsor atau keruntuhan lereng, sehingga memberikan jaminan keselamatan bagi pengguna jalan dan lingkungan sekitarnya.

## KESIMPULAN

Stabilitas lereng di ruas jalan Muara Teweh–Benangin STA 51+950, Kecamatan Teweh Timur, Kabupaten Barito Utara, dianalisis menggunakan metode Finite Element Method (FEM) dengan perangkat lunak Plaxis 2D. Analisis menunjukkan bahwa faktor keamanan (*Safety Factor*) pada kondisi awal sebesar 1,828, yang bertentangan dengan kondisi aktual di lapangan. Setelah dilakukan back analysis, nilai *Safety Factor* turun menjadi 1,029, yang mencerminkan kondisi kritis lereng dan mendekati situasi aktual.

Sebagai solusi untuk menangani kelongsoran, metode perkuatan dengan *bored pile* dirancang dan diterapkan. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa *bored pile* secara signifikan meningkatkan nilai *Safety Factor* dari 1,029 menjadi 1,403, melebihi ambang batas minimum 1,25. Hal ini menunjukkan bahwa metode *bored pile* efektif dalam meningkatkan kestabilan lereng, meminimalkan risiko longsor, dan memastikan keamanan serta keberlanjutan struktur di atasnya. Dengan demikian, solusi ini memberikan manfaat dalam melindungi infrastruktur serta kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan di lokasi tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2017). SNI 8640:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik. Jakarta: BSN.
- Ganda, & Iro. (2012). Analisis Stabilitas Lereng menggunakan Perkuatan Geogrid (Studi Kasus Jalan Medan - Berastagi, Desa Sugo).
- Hardiyatmo, H. C. (2008). *TEKNIK FONDASI II* Edisi ke-4 (4th ed.). Gadjah Mada University Press
- Kementerian PUPR, Direktorat Jenderal Bina Marga, *Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VII Staker perencanaan dan pengawasan Jalan Nasional Provinsi Kalimantan Tengah*. (n.d.).
- Muntohar, A. S. (2020). *Tanah Longsor: Analisis-Prediksi-Mitigasi*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Naryanto, et al. Analisis Penyebab Kejadian dan Evaluasi Bencana Tanah Longsor di Desa Banaran, Kecamatan Pulung, Kabupaten Ponorogo, Provinsi Jawa Timur Tanggal 1 April 2017 (2019). Jurnal Ilmu Lingkungan.
- Pangemanan, V. G. M., Turangan, A. E., & Sompie, O. B. A. (2014). Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode

Fellenius. Jurnal Sipil Statik.  
PLAXIS 2D Material Models Manual. (2018).. *PLAXIS software* Plaxis Co.  
Soetedjo, Eric Himawan, and Kresno Wikan. "Penanganan Longsoran Bendan Dengan Bored Pile. (2017)" Jurnal Karya Teknik Sipil.