

Analisis Penanganan Longsoran dengan Perkuatan *Bored Pile* (Studi Kasus: Ruas Jalan Tb. Lahung-Sp. Muara Laung Sta. 43+900)

Stephanus Aleksander*, Fatma Sarie, Apria Brita P. Gawei, Lydia Dwinanda Sinaga

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Palangka Raya, Palangka Raya

*Koresponden email: stephanus@eng.upr.ac.id

Diterima: 22 April 2025

Disetujui: 29 April 2025

Abstract

A landslide occurred on Tb. Lahung–Sp. Muara Laung Road Section Sta.43+900 experienced a slope collapse, measuring 7 m deep, along the roadside. This underscores the urgent need for effective landslide management. This study definitively sets out to determine the initial safety factor (SF) value on the landslide slope and analyze changes in safety factor (SF) value after the slope was reinforced with bored piles. Slope stability analysis was conducted using the finite element method (FEM) with Plaxis. The analysis of existing conditions yielded an initial safety factor (SF) value of 2.474. This indicates that the slope is safe; however, it is a landslide slope. The back analysis was conducted, and the SF value changed to 1,032, indicating critical slope conditions. The slope stability analysis was performed using Bishop's method to calculate the safety factor manually. The result was an SF value of 1.00, indicating that the slope is in critical condition. The slope was reinforced with bored piles that were 0.5 m diameter and 8 m long. The safety factor (SF) value increased to 1,323. The safety factor (SF) has met the requirements of $SF \geq 1.25$ (SNI 8460-2017). The landslide at the study site required a total of 54 bored piles.

Keywords: *bored pile, finite element method (fem), landslide, safety factor (sf), slope*

Abstrak

Longsoran terjadi pada Ruas Jalan Tb. Lahung-Sp Muara Laung STA 43+900 dan menyebabkan tanah pada lereng di sisi jalan runtuh sedalam 7 m, sehingga perlu adanya penanganan longsor secara efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai *safety factor* (SF) awal pada lereng yang mengalami longsoran dan menganalisis perubahan nilai *safety factor* (SF) setelah lereng diberi perkuatan *bored pile*. Analisis stabilitas lereng dilakukan menggunakan metode elemen hingga (FEM) dengan program Plaxis. Analisis pada kondisi eksisting diperoleh nilai *safety factor* (SF) awal sebesar 2,474, artinya lereng dalam kondisi aman, namun kondisi sebenarnya di lapangan mengalami longsoran. Lalu dilakukan *back analysis* dan diperoleh nilai *safety factor* (SF) berubah menjadi 1,032, menunjukkan kondisi lereng kritis. Sebagai perbandingan, dilakukan analisis stabilitas lereng perhitungan faktor keamanan manual dengan metode Bishop dan diperoleh nilai *safety factor* (SF) sebesar 1,00, yang artinya lereng dalam kondisi kritis. Selanjutnya lereng diberi perkuatan *bored pile* dengan diameter 0,5 m dan panjang 8 m. Kemudian dianalisis dan diperoleh peningkatan nilai *safety factor* (SF) menjadi 1,323. *Safety factor* (SF) yang diperoleh telah memenuhi persyaratan aman $SF \geq 1,25$ (SNI 8460-2017). Untuk menangani longsoran pada lokasi penelitian dibutuhkan sebanyak 54 buah *bored pile*.

Kata Kunci: *bored pile, lereng, longsor, metode elemen hingga (FEM), safety factor (SF)*

1. Pendahuluan

Pada banyak daerah, kondisi infrastruktur jalan sering kali menjadi sasaran perhatian utama dalam upaya pemeliharaan dan pengembangan wilayah. Keberadaan jalan menjadi penting sebagai penghubung antara daerah satu dengan daerah lain dalam melakukan kegiatan sosial dan ekonomi. Tidak jarang jalan penghubung antardaerah tersebut terganggu atau terputus karena kondisi alam, misalnya jalan yang berada di daerah pegunungan yang sebagian besar jalan melewati lereng.

Lereng adalah suatu permukaan tanah yang miring dan membentuk sudut tertentu terhadap suatu bidang horizontal [1]. Proses terbentuknya lereng ada yang secara alami seperti akibat dari pelapukan batuan, erosi hingga pergerakan tanah dan ada juga yang secara buatan seperti galian, pemotongan lereng dan dinding penahan tanah, dan juga proyek irigasi bendungan, jalan dan lain sebagainya. Tingkat kemiringan suatu lereng (dalam %) mulai dari yang datar hingga curam [2]. Lereng alami dengan kemiringan curam rentan terhadap longsor.

Longsor ialah suatu fenomena alam yang berupa perpindahan massa tanah dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah. Tanah longsor terjadi ketika tanah bergerak mencari keseimbangan baru karena gaya pendorong pada lereng lebih besar dari pada gaya penahannya. Terjadinya longsor menyebabkan berkurangnya kuat geser tanah dan mengecilnya tegangan tanah [3]. Tanah longsor merupakan ancaman serius bagi daerah yang memiliki morfologi perbukitan.

Longsoran yang terjadi pada bentuk morfologi perbukitan dijumpai pada daerah Kalimantan Tengah, tepatnya pada ruas jalan Tb. Lahung-Sp. Muara Laung STA 43+900. Berdasarkan hasil penyelidikan tanah didapatkan bahwa tanah pada lereng yang ada di sisi jalan runtuh sedalam 7 m [4]. Kondisi ini mengakibatkan terganggunya moda transportasi dan meningkatkan risiko kecelakaan yang juga dapat menyebabkan bahaya kehilangan nyawa bagi pengguna jalan.

Untuk merespon risiko kecelakaan tersebut perlu dilakukan kajian analisis stabilitas lereng guna menangani longsor yang terjadi dan mencegah adanya longsor susulan di lokasi yang sama. Ada berbagai metode dalam menganalisis kestabilan lereng salah satunya menggunakan metode elemen hingga (FEM) dengan bantuan program Plaxis [5]. Analisis pada Plaxis akan menunjukkan angka keamanan atau *safety factor* (SF) pada lereng yang mengalami longsoran. Adapun rekomendasi atau saran perkuatan untuk menangani longsoran di lokasi penelitian ialah perkuatan *bored pile*.

Bored pile merupakan perkuatan jenis fondasi yang dipasang di dalam tanah dengan cara melubangi tanah terlebih dahulu kemudian diisi dengan tulangan dan dicor dengan campuran beton [6]. Menurut penelitian sebelumnya, perkuatan dengan menggunakan *bored pile* dapat meningkatkan nilai *safety factor* (SF) pada lereng yang mengalami longsoran secara signifikan [7]. Meningkatnya nilai *safety factor* (SF) pada lereng setelah diberikan perkuatan *bored pile* mengindikasikan bahwa lereng tersebut aman dari risiko terjadinya kelongsoran kembali.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Lereng

Lereng adalah suatu permukaan tanah yang miring dan membentuk sudut tertentu terhadap suatu bidang horizontal [1]. Lereng terbentuk akibat adanya beda tinggi antara dua elevasi tanah yang menyebabkan munculnya daerah miring yang menghubungkan antara dua elevasi tanah yang berbeda. Proses terbentuknya lereng ada yang secara alami dan ada juga yang secara buatan. Kestabilan pada lereng sangat penting untuk diperhatikan, lereng yang stabil mampu menahan gaya-gaya yang bekerja padanya tanpa mengalami longsoran. Lereng yang tidak stabil dapat berpotensi besar untuk terjadi longsor dan dapat menyebabkan adanya kerugian baik material dan nonmaterial.

2.2 Longsor

Longsor dikenal sebagai gerakan massa tanah, batuan atau kombinasinya dalam mencari keseimbangan baru akibat adanya gangguan atau faktor yang mempengaruhinya dan sering terjadi pada lereng-lereng alami atau buatan [3]. Dalam pergerakan tanah tersebut, gravitasi merupakan kekuatan pengendali utama, dan faktor lain seperti curah hujan yang tinggi, penggunaan lahan yang kurang tepat, serta struktur geologi berkontribusi dalam memengaruhi kestabilan awal dari lereng [8]. Tanah longsor terjadi bila gaya pendorong (*driving force*) pada lereng lebih besar daripada gaya penahan (*resisting force*). Gaya penahan umumnya dipengaruhi oleh kekuatan batuan dan kepadatan tanah. Sedangkan gaya pendorong dipengaruhi oleh besarnya sudut lereng, air, beban serta berat jenis tanah batuan [9]. Sehingga proses terjadinya longsor diawali oleh air yang meresap ke dalam tanah dan menambah bobot tanah. Jika air tersebut menembus sampai ke tanah kedap air yang berperan sebagai bidang gelincir, maka tanah menjadi licin dan tanah pelapukan di atasnya akan bergerak mengikuti lereng dan keluar lereng.

2.2 Analisis Stabilitas Lereng

Analisis stabilitas lereng merupakan metode untuk mengetahui apakah suatu lereng stabil atau tidak. Tujuan dari analisis stabilitas lereng adalah menentukan faktor keamanan atau *safety factor* (SF) dari bidang potensial terhadap longsor [10]. Faktor aman didefinisikan sebagai nilai banding antara gaya yang menahan dan gaya yang menggerakkan atau pendorong. Mengacu pada SNI 8460-2017, faktor keamanan lereng untuk menilai kestabilan suatu lereng dipersyaratkan pada $SF \geq 1,25$ [11].

2.3 Finite Element Method (FEM)

Metode elemen hingga atau yang disebut *Finite Element Method* (FEM) lebih mudah digunakan dalam analisis stabilitas lereng dibanding metode *Limit Equilibrium Method* (LEM) karena pada metode ini tidak melakukan asumsi terhadap bidang longsor. FEM mempertahankan kesetimbangan global hingga

terjadinya longsor, memberikan informasi tentang deformasi akibat gaya tekanan yang bekerja dan mampu keruntuhan progresif serta kegagalan geser keseluruhan. Faktor keamanan didapat dengan mencari bidang lemah pada struktur lapisan tanah dengan cara mengurangi nilai kohesi, c , dan sudut geser dalam tanah, ϕ , secara bertahap hingga tanah mengalami keruntuhan. Analisis metode elemen hingga dilakukan dengan bantuan program Plaxis. Plaxis (*Finite Element Code for Soil and Rock Analysis*) merupakan program pemodelan dan *post processing* Metode Elemen Hingga (FEM) yang mampu melakukan analisis masalah geoteknik dalam perencanaan geologi dan sipil. Program ini menyediakan berbagai analisis teknik tentang displacement, tegangan tanah, dan masalah lainnya. Pembuatan geometri yang akan di analisis adalah tujuan dari program ini [12].

2.4 Bored Pile

Bored pile merupakan jenis fondasi tiang dengan elemen beton bertulang yang dimasukkan ke dalam lubang bor. *Bored pile* berfungsi untuk mencegah kelongsoran dan membantu pergerakan tanah pada lereng akibat adanya tekanan lateral tanah. *Bored pile* menjadi solusi yang efektif dalam menopang struktur dengan beban vertikal tinggi dengan memindahkan beban ke tanah dengan kekuatan lebih tinggi di kedalaman, sehingga menghasilkan penurunan yang relatif terbatas [13]. *Bored pile* dapat menembus tanah yang sulit seperti tanah lunak, lempung, batuan, bahkan lapisan tanah keras lainnya, sehingga *bored pile* sering kali menjadi pilihan yang lebih baik dibandingkan perkuatan lain dalam kondisi tanah yang sulit.

3. Metode Penelitian

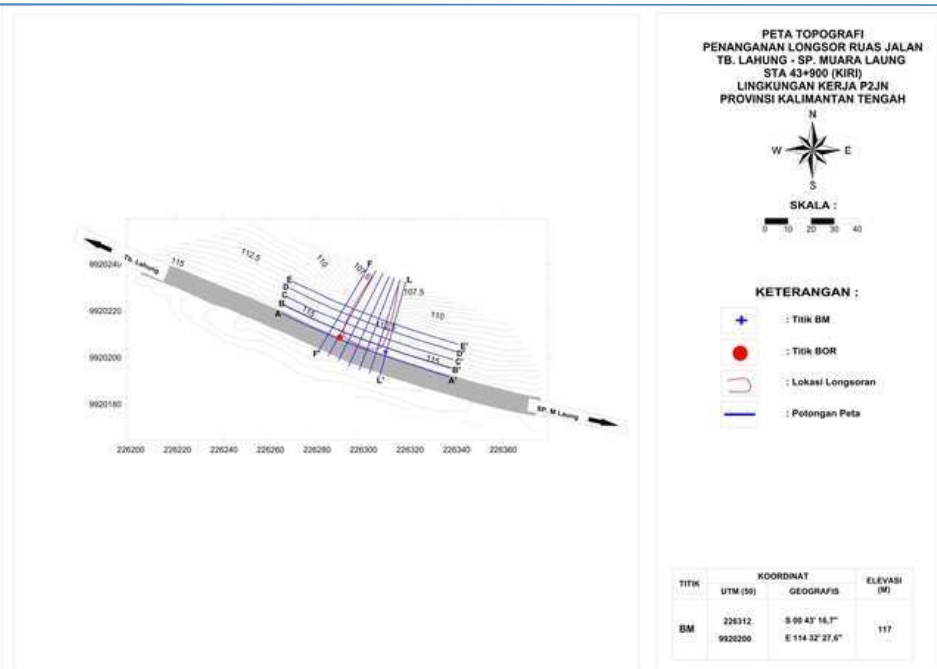
Jenis penelitian yang digunakan adalah perencanaan studi kasus atau penelitian yang mengaplikasikan pengetahuan yang diperoleh dari tinjauan literatur untuk menghitung dan merencanakan suatu proyek. Kegiatan penelitian dilaksanakan di lereng jalan di Jalan Tumbang Lahung-Simpang Muara Laung, Kabupaten Murung Raya, Provinsi Kalimantan Tengah dan berfokus pada STA 43+900. Adapun data yang digunakan yaitu data sekunder yang merupakan data hasil pengujian lapangan dan laboratorium pada proyek P2JN Provinsi Kalimantan Tengah 2017 [4].

Adapun rangkaian analisis data yang dilakukan sebagai berikut:

- Analisis stabilitas lereng menggunakan metode elemen hingga (FEM) guna memperoleh nilai *safety factor* (SF) awal dari lereng yang mengalami longsor.
- Melakukan pemodelan *bored pile* sebagai perkuatan pada lereng yang mengalami longsor.
- Analisis stabilitas lereng terhadap perkuatan *bored pile* guna memperoleh nilai *safety factor* (SF) akhir yang memenuhi. *Safety factor* (SF) lereng untuk menilai kestabilan suatu lereng dipersyaratkan pada $SF \geq 1,25$ (SNI 8460-2017).

4. Hasil dan Pembahasan

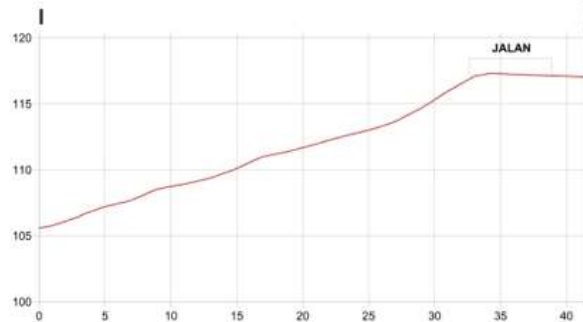
Pada penelitian ini, Peta Topografi Penanganan Longsor Ruas Jalan TB. Lahung-Sp. Muara Laung STA 43+900 (Kiri) Lingkungan Kerja P2JN Provinsi Kalimantan Tengah (Gambar 1) digunakan sebagai data sekunder untuk menganalisis stabilitas lereng di area tersebut. Analisis dilakukan menggunakan metode elemen hingga (FEM) dengan bantuan program Plaxis menggunakan permodelan tanah *Hardening Soil Model*. Analisis diawali dengan menentukan nilai *safety factor* (SF) awal dari lereng eksisting yang mengalami longsor, kemudian memodelkan *bored pile* sebagai perkuatan lereng hingga memperoleh nilai *safety factor* (SF) yang memenuhi.



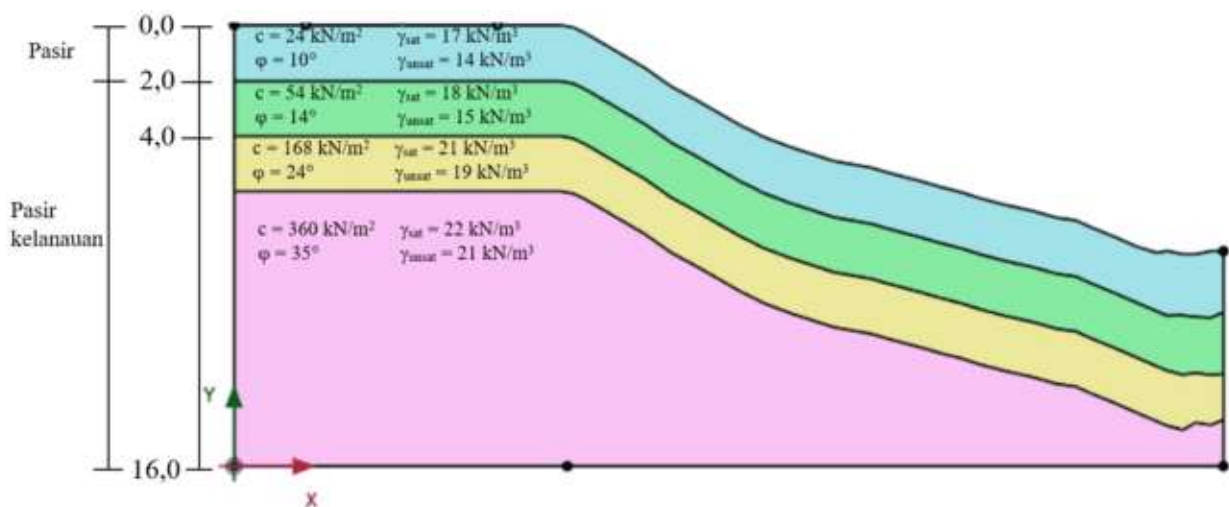
Gambar 1. Peta Topografi Ruas Jalan TB. Lahung – Sp. Muara Laung STA 43+900 (Kiri)
Sumber: P2JN Provinsi Kalimantan Tengah (2017)

4.1 Analisis Stabilitas Lereng Awal

Pemodelan lereng eksisting pada Ruas Jalan Tumbang Lahung-Simpang Muara Laung STA 43+900 yang mengalami longsor (Gambar 3) mengikuti bentuk geometri pada potongan I-I' (Gambar 2) yang menunjukkan ketinggian 16 m dan lebar dasar 33 m.



Gambar 2. Potongan Melintang I – I'
Sumber: P2JN Provinsi Kalimantan Tengah (2017)



Gambar 3. Pemodelan Lereng
Sumber: Hasil Analisis (2025)

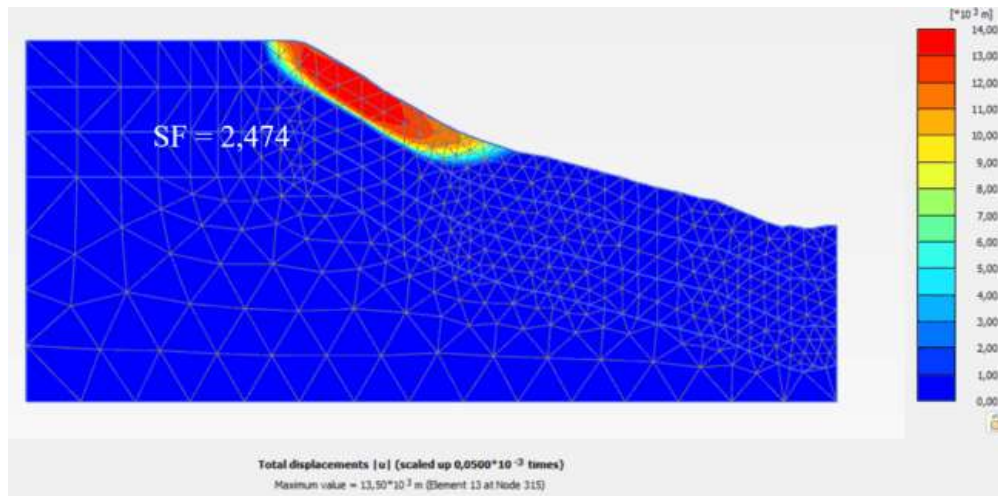
Pemodelan lereng diatas menggunakan data tanah parameter tanah pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Data Tanah

Depth (m)	N-SPT	Konsistensi	c (kN/m ²)	φ (°)	ψ (°)	v (nu)	γ _{sat} (kN/m ³)	γ _{unsat} (kN/m ³)	E _{oed} (kN/m ²)	E ₅₀ (kN/m ²)	E _{ur} (kN/m ²)
0,0 - 2,0	4	Very Loose	7,85	31,29	1,29	0,20	17,00	14,00	4140	4140	12420
2,0 - 4,0	9	Loose	10,79	30,64	0,64	0,25	18,00	15,00	9315	9315	27945
4,0 - 6,0	28	Dense	15,69	34,10	4,10	0,25	21,00	19,00	28980	28980	86940
6,0 - 8,0	60	Very Dense	15,69	36,45	6,45	0,25	22,00	21,00	62100	62100	186300

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Setelah pemodelan selesai, maka program akan mengkalkulasi pemodelan yang telah dibuat sebelumnya untuk menganalisis bidang gelincir dan memperoleh nilai *safety factor* (SF) pada lokasi longoran.

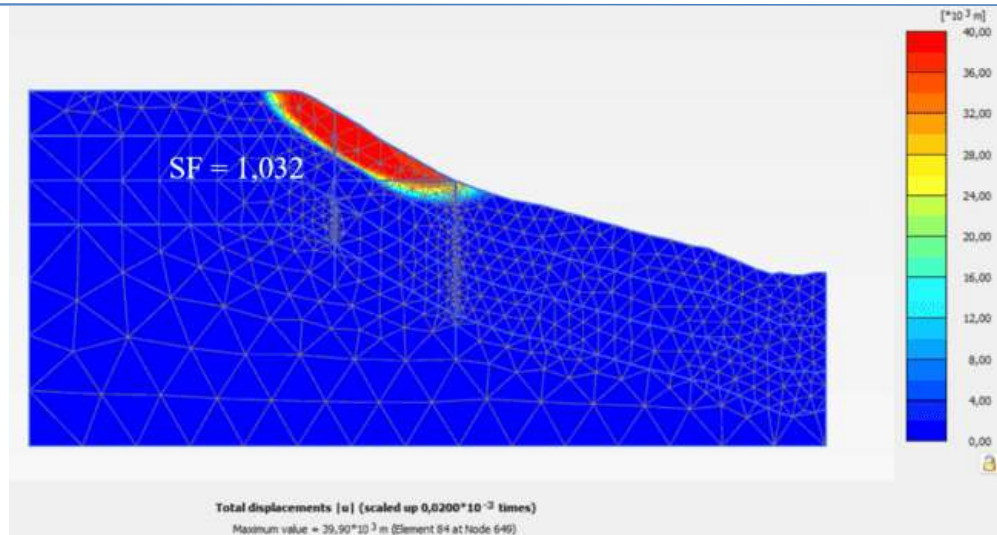


Gambar 4. Bidang Gelincir Awal
Sumber: Hasil Analisis (2025)

Reached values	
Reached total time	0,000 day
CSP - Relative stiffness	-0,1523E-9
ForceX - Reached total force	0,000 kN/m
ForceY - Reached total force	0,000 kN/m
Pmax - Reached max pp	0,000 kN/m ²
ΣM _{stage} - Reached phase p	0,000
ΣM _{weight} - Reached weight	1,000
ΣM _{SF} - Reached safety fact	2,474

Gambar 5. Safety Factor (SF) Awal
Sumber: Hasil Analisis (2025)

Hasil analisis awal diketahui bahwa pada lereng di Ruas Jalan Tumbang Lahung-Simpang Muara Laung STA 43+900 terbentuk bidang gelincir dengan nilai *safety factor* (SF) sebesar 2,474 (**Gambar 5**). Hal ini menunjukkan bahwa lereng masih dalam kondisi aman, tetapi kenyataan yang terjadi di lapangan mengalami longoran. Maka dilakukan *back analysis* guna mendapatkan pemodelan yang paling mendekati kondisi di lapangan.



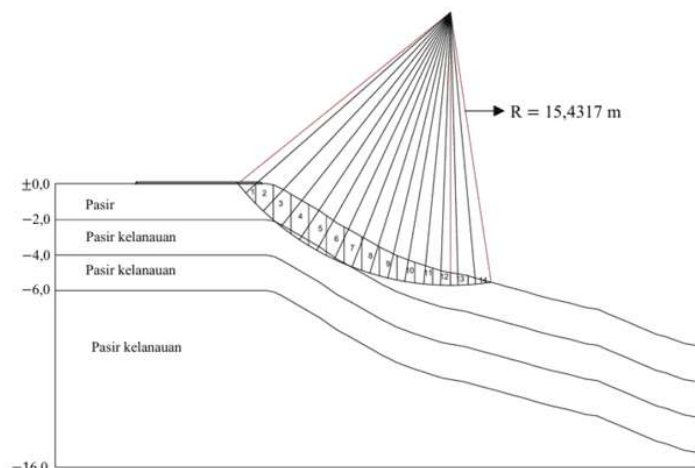
Gambar 6. Bidang Gelincir *Back Analysis*
Sumber: Hasil Analisis (2025)

Reached values	
Reached total time	0,000 day
CSP - Relative stiffness	-0,05485E-9
ForceX - Reached total force	0,000 kN/m
ForceY - Reached total force	0,000 kN/m
Pmax - Reached max pp	0,000 kN/m ²
ΣM_{stage} - Reached phase p	0,000
ΣM_{weight} - Reached weight	1,000
ΣM_{sf} - Reached safety fact	1,032

Gambar 7. Safety Factor (SF) *Back Analysis*
Sumber: Hasil Analisis (2025)

Back analysis diperoleh nilai *safety factor* (SF) yang diperoleh sebesar 1,032, yang artinya lereng dalam keadaan kritis dan rentan mengalami longsor. Hal ini menunjukkan bahwa pemodelan lereng ini telah mendekati kondisi di lapangan.

Sebagai perbandingan dalam menentukan nilai *safety factor* (SF) dalam analisis stabilitas lereng dilakukan perhitungan manual metode Bishop. Metode ini menganalisis stabilitas lereng dengan membagi area bidang gelincir menjadi beberapa irisan vertikal [14] dan melakukan perhitungan dengan cara *trial and error*. Cara *trial and error* diperlukan untuk menentukan bidang longsor dengan F terkecil. Pada penelitian ini, bidang gelincir dibagi menjadi 13 buah irisan dengan ukuran yang sama, yaitu lebar irisan (arah horizontal) adalah 1 m.



Gambar 8. Pembagian Bidang Longsor dalam Bentuk Irisan
Sumber: Hasil Analisis (2025)

Adapun data properti tanah yang digunakan dalam metode Bishop pada penelitian ini ditabulasikan dalam Tabel 2 dan tabulasi perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Properti Tanah dalam Metode Bishop

Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Berat volume jenuh tanah	γ_{sat}	17	kN/m^3
Berat volume air	γ_{water}	10	kN/m^3
Berat volume efektif	γ'	7	kN/m^3
Sudut geser dalam	ϕ	24	$^\circ$
Kohesi	c	10	kN/m^2

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Tabel 3. Tabulasi Perhitungan Safety Factor dengan Metode Bishop

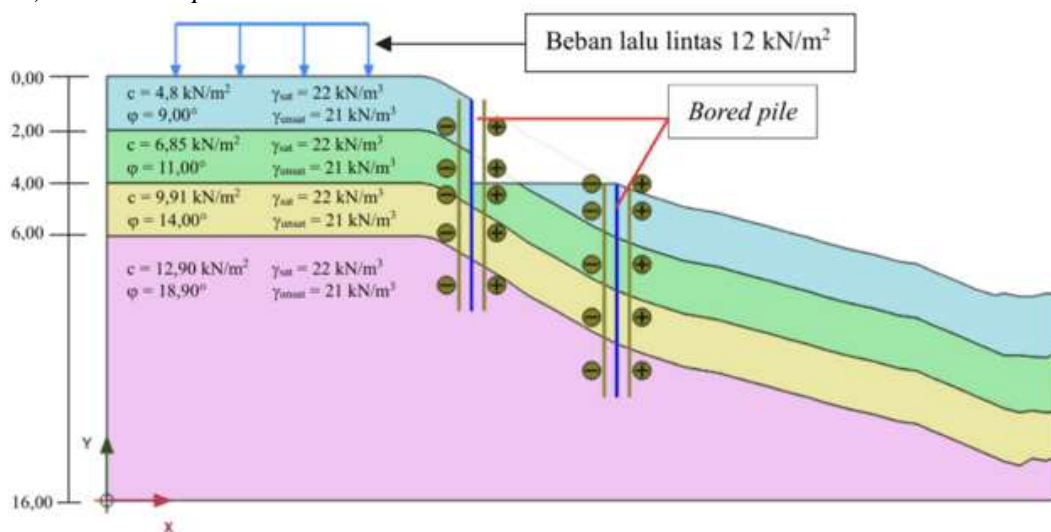
No. Irtisan	b (m)	h (m)	α (°)	W (kN)	$\sin \alpha$	A (W sin α)	h_u (m)	$u_u = h_u \gamma_w$ (kN/m ²)	$b \cdot u_u$ (kN)	W - (b u_u) (kN)	W tan ϕ (kN)	c b (kN)	(12)+(13)	M	D = (14) : (15)	SF			
														$F_1 = 1,00$	$F_2 = 1,05$	$F_1 = 1,00$	$F_2 = 1,05$	F_1	F_2
1	1,00	1,12	49,00	7,87	0,75	5,94	0,00	0,00	0,00	7,87	3,50	10,00	13,50	2,27	2,25	5,94	6,01		
2	1,00	1,98	43,00	13,85	0,68	9,45	0,00	0,00	0,00	13,85	6,17	10,00	16,17	1,71	1,68	9,45	9,62		
3	1,00	2,24	38,00	15,69	0,62	9,66	0,00	0,00	0,00	15,69	6,99	10,00	16,99	1,76	1,72	9,66	9,86		
4	1,00	2,32	34,00	16,25	0,56	9,09	0,00	0,00	0,00	16,25	7,24	10,00	17,24	1,90	1,86	9,09	9,27		
5	1,00	2,25	29,00	15,78	0,48	7,65	0,00	0,00	0,00	15,78	7,02	10,00	17,02	2,23	2,18	7,65	7,80		
6	1,00	2,08	25,00	14,57	0,42	6,16	0,00	0,00	0,00	14,57	6,49	10,00	16,49	2,68	2,63	6,16	6,27		
7	1,00	1,91	21,00	13,36	0,36	4,79	0,00	0,00	0,00	13,36	5,95	10,00	15,95	3,33	3,27	4,79	4,87		
8	1,00	1,64	17,00	11,49	0,29	3,36	0,00	0,00	0,00	11,49	5,12	10,00	15,12	4,50	4,43	3,36	3,42		
9	1,00	1,37	13,00	9,62	0,22	2,16	0,00	0,00	0,00	9,62	4,28	10,00	14,28	6,60	6,51	2,16	2,19		
10	1,00	1,17	10,00	8,16	0,17	1,42	0,00	0,00	0,00	8,16	3,63	10,00	13,63	9,63	9,50	1,42	1,43		
11	1,00	0,94	6,00	6,59	0,10	0,69	0,00	0,00	0,00	6,59	2,94	10,00	12,94	18,77	18,56	0,69	0,70		
12	1,00	0,72	2,00	5,05	0,03	0,18	0,00	0,00	0,00	5,05	2,25	10,00	12,25	69,45	68,85	0,18	0,18		
13	1,00	0,50	2,00	3,51	0,03	0,12	0,00	0,00	0,00	3,51	1,56	10,00	11,56	94,46	93,85	0,12	0,12		

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diperoleh bahwa percobaan awal dengan faktor aman $F = 1,00$ diperoleh $F_1 = 1,0000$. Kemudian percobaan kedua dengan faktor aman $F = 1,05$ diperoleh $F_2 = 1,0181$. Hal ini menunjukkan bahwa F percobaan kedua dianggap sudah mendekati F pada percobaan pertama. Jadi SF_{Bishop} dari lereng tersebut adalah $SF = 1,00$. Nilai ini menunjukkan bahwa lereng dalam keadaan kritis.

4.2 Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Bored Pile

Selanjutnya untuk menangani longsoran pada Ruas Jalan Tb. Lahung-Sp. Muara Laung Sta. 43+900 direncanakan perkuatan menggunakan *bored pile*. Pemodelan *bored pile* yang direncanakan berdiameter 0,5 m dan kedalaman tiang 8 m dengan mutu beton K-250. *Bored pile* direncanakan berdiameter 0,50 m dengan panjang 8 m, yang dipasang sejajar ke bawah (vertikal) dengan jarak 5,5 m dan jarak ke samping (horizontal) antar *bored pile* 1 m.



Gambar 9. Pemodelan Bored Pile

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Dalam pemodelan ini, beban lalu lintas diasumsikan sebesar 12 kN/m^2 , sesuai dengan standar beban lalu lintas untuk jalan Kelas III yang tercantum dalam Pedoman Bina Marga 2005 Rekayasa Penanganan

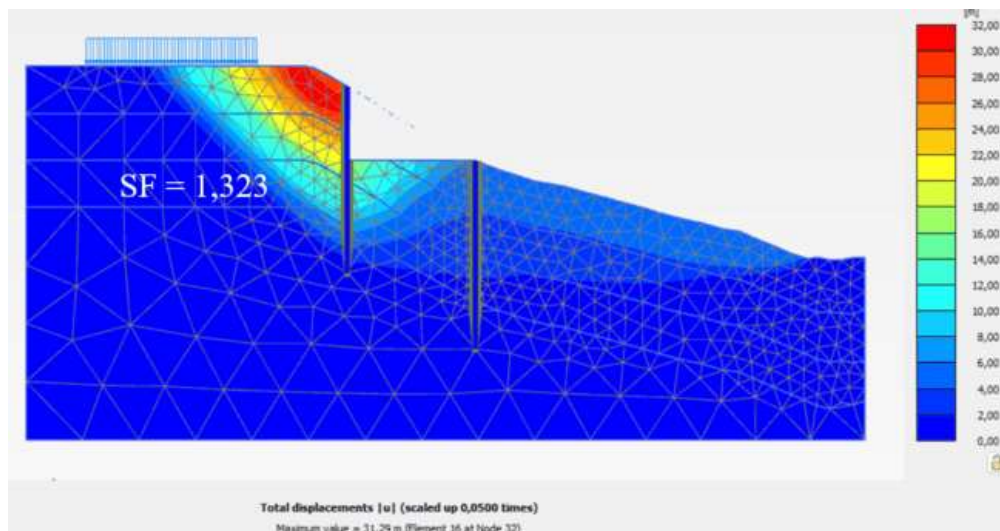
Keruntuhan Lereng pada Tanah Residual dan Batuan [15]. Pemodelan *bored pile* di atas menggunakan parameter yang dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Data Bored Pile

Parameter	Nilai
Diameter <i>bored pile</i> (m)	0,50
Panjang <i>bored pile</i> (m)	8,00
Luas penampang (A) (m ²)	0,1963
Kekakuan lentur (EI)	71553
Kekakuan aksial (EA)	4375209
Berat jenis (γ) (kN/m ³)	10,6320
Poisson ratio (ν)	0,25

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Analisis stabilitas lereng dengan perkuatan *bored pile* yang telah direncanakan menghasilkan bentuk bidang gelincir yang mengecil (**Gambar 10**) dengan nilai *safety factor* (SF) lereng yang mengalami peningkatan sebesar 28,20%, yaitu dari 1,032 menjadi 1,323, lihat Gambar 11. Nilai *safety factor* (SF) yang diperoleh telah memenuhi syarat $SF \geq 1,25$ (SNI 8460-2017) artinya perkuatan *bored pile* efektif untuk memperkuat lereng tersebut.

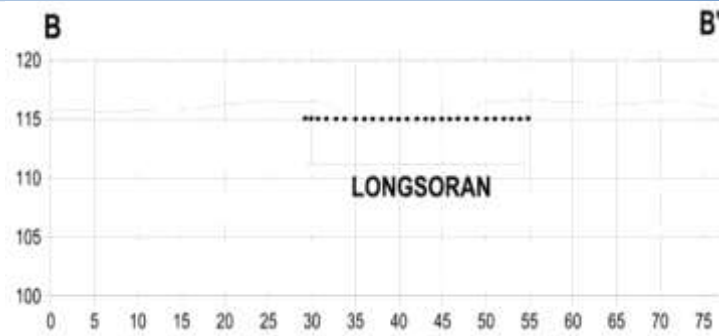


Gambar 10. Bidang Gelincir dengan Perkuatan *Bored Pile*
Sumber: Hasil Analisis (2025)

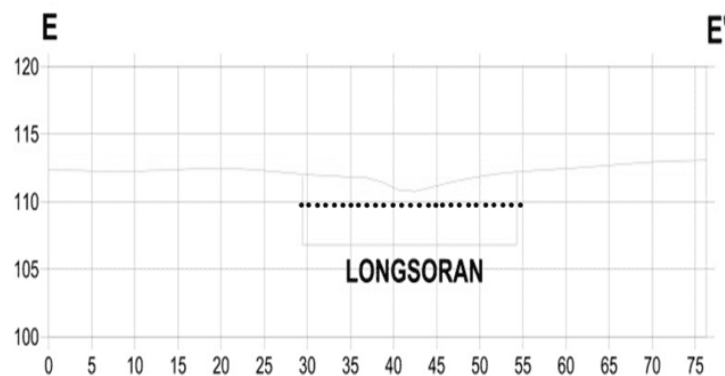
Reached values	
Reached total time	0,000 day
CSP - Relative stiffness	0,03322E-6
ForceX - Reached total force	0,000 kN/m
ForceY - Reached total force	0,000 kN/m
Pmax - Reached max pp	0,000 kN/m ²
ΣM_{stage} - Reached phase ρ	0,000
ΣM_{weight} - Reached weight	1,000
ΣM_{sf} - Reached safety fact	1,323

Gambar 11. *Safety Factor* (SF) dengan Perkuatan *Bored Pile*
Sumber: Hasil Analisis (2025)

Selanjutnya dilakukan analisis untuk mengetahui jumlah *bored pile* yang dibutuhkan pada longsoran di lokasi penelitian. *Bored pile* dipasang sejajar ke bawah (vertikal) dengan jarak 5,5 m dan jarak ke samping (horizontal) antar *bored pile* 1 m. Analisis pada potongan B – B' diperoleh bahwa pada baris pertama diperlukan 27 buah *bored pile* dan baris kedua memerlukan 27 buah *bored pile*, dilihat dari potongan E – E'.



Gambar 11. Posisi *Bored Pile* pada Potongan B – B'
 Sumber: Hasil Analisis (2025)



Gambar 11. Posisi *Bored Pile* pada Potongan B – B'
 Sumber: Hasil Analisis (2025)

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh bidang gelincir pada lereng eksisting dengan nilai *safety factor* (SF) awal sebesar 2,474 yang artinya lereng dalam kondisi aman, tetapi kondisi sebenarnya di lapangan mengalami longsor. Maka dilakukan *back analysis* dan diperoleh nilai *safety factor* (SF) berubah menjadi 1,032, yang artinya kondisi lereng kritis, sehingga memerlukan penanganan longsor yang efektif dan tepat. Sebagai perbandingan, dilakukan analisis stabilitas lereng perhitungan faktor keamanan manual dengan metode Bishop dan diperoleh nilai *safety factor* (SF) sebesar 1,00, yang artinya lereng dalam kondisi kritis. Penanganan longsor dengan perkuatan *bored pile* menghasilkan peningkatan sebesar 28,20% yaitu dari 1,032 menjadi 1,323. Hal tersebut menyatakan bahwa *safety factor* (SF) sudah memenuhi syarat aman $SF \geq 1,25$ (SNI 8460-2017) dan lereng sudah aman dari risiko kelongsoran lainnya. Untuk menangani longsor pada lokasi penelitian dibutuhkan sebanyak 54 buah *bored pile*.

6. Referensi

- [1] Das, B.M., “Principles of Geotechnical Engineering – Seventh Edition”, Stamford, USA: CENGAGE Learning, 2010.
- [2] Van Zuidam, R.A., “Aerial Photo-Interpretation Terrain Analysis and Geomorphology Mapping”, Netherlands: Smith Publisher The Hague, ITC, 1985.
- [3] Suryolelono, K.B., “Bencana Alam Tanah Longsor Perspektif Ilmu Geoteknik” in *Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar*, Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, 2002.
- [4] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, *Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VII Satker Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Provinsi Kalimantan Tengah*, Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017.
- [5] Gouw, T.L. & Dave J.G.H., “Analisa Stabilitas Lereng Limit Equilibrium vs Finite Element Method”, *HATTI Annual Scientific Meeting XVI, 4-5 Desember 2012*, 4-5. Jakarta: Hotel Borobudur, 2012
- [6] Hardiyatmo, H.C., *Geosintetik untuk Rekayasa Jalan Raya: Perancangan dan Aplikasi*, Yogyakarta: Gajah Mada University Press, 2008.
- [7] Andika, E., and Hermawan, C., “Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Tiang Bor (*Bore Pile*) Menggunakan Program Geoslope”, *Jurnal Perencanaan, Sains, Teknologi dan Komputer*, vol. 5, no. 2, pp. 90-93, 2022.

- [8] Susanti, I., S.B. Sipayung, N. Cholianawati, S.A. Rahayu, L.S.S., and R. Sunarya, “Pengaruh Curah Hujan Terhadap Potensi Longsor di Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum”, *Jurnal Prosiding SNSAA 2012: Sains Atmosfer dan Aplikasinya*, pp. 148-157, 2012.
- [9] Nandi, *Longsor*, Bandung: Jurusan Pendidikan Geografi, Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial, Universitas Pendidikan Indonesia, 2007.
- [10] Hardiyatmo, H.C., *Mekanika Tanah 2 Edisi Ketiga*, Yogyakarta: Gajah Mada University Press, 2003.
- [11] Badan Standarisasi Nasional, *SNI 8640:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik*, Jakarta: BSN, 2017.
- [12] Reddy, J. N., *Solutions Manual for An Introduction to the Finite Element Method, Third Edition*, New York: McGraw-Hill, 2005.
- [13] Franki Foundation UK, 2021, *Bored Pile Installation Procedure*. [Online] Available at: <https://blog.frankifoundations.co.uk/en/bored-pile-installation-procedure> [Accessed 29 August 2024].
- [14] Bishop, A.W., “*The Use of Slip in the Stability of Analysis of Slopes*”, London: Geotechnique, vol. 5, pp. 7-17, 1955.
- [15] Kementrian Pekerjaan Umum, *Rekayasa Penanganan Keruntuhan Lereng pada Tanah Residual dan Batuan*, Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2005.