

PERENCANAAN PERKUATAN *SOIL NAILING* SEBAGAI ALTERNATIF STABILITAS LERENG PADA JALAN LINTAS SELATAN LOT 6 TULUNGAGUNG MENGGUNAKAN METODE MANUAL BISHOP DAN BAJI

SOIL NAILING REINFORCEMENT PLANNING AS AN ALTERNATIVE SLOPE STABILITY ON THE LOT 6 TULUNGAGUNG SOUTH CROSSROAD USING THE MANUAL BISHOP AND BAJI METHOD

Rizki Hidayatulloh¹, Laily Endah Fatmawati², Herry Widhiarto²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

²Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Corresponding Author: Rizki Hidayatulloh, rizkyhidayat56@gmail.com

ABSTRAK

Jalan lintas selatan lot 6 Tulungagung merupakan jalan nasional yang menghubungkan Kabupaten Tulungagung dengan Kabupaten Trenggalek. Pada saat pembangunan terdapat kawasan rawan longsor mulai STA 14+100 sampai dengan STA 14+400 pada jalur tersebut. Metode Bishop digunakan dalam melakukan analisis stabilitas lereng dengan menggunakan perhitungan manual. Nilai faktor keamanan untuk stabilitas lereng kondisi *eksisting* diperoleh sebesar 0,381 untuk perhitungan manual, nilai ini kurang dari 1,35 sehingga lereng perlu perkuatan. *Soil nailing* direncanakan dengan variasi sudut pemasangan 10°, 15°, 20° sebagai stabilitas lereng pada STA 14+100 sampai dengan STA 14+400. Metode baji digunakan untuk melakukan analisis stabilitas lereng dengan perkuatan *soil nailing* terhadap keruntuhan global. Nilai faktor keamanan stabilitas lereng terhadap keruntuhan global dengan perkuatan *soil nailing* adalah menjadi 2,256 dengan sudut 10°. Hasil analisis semua kontrol stabilitas perkuatan lereng *menggunakan soil nailing* dengan sudut pemasangan 10° adalah yang terbesar dan telah memenuhi nilai SF yaitu 1,5. Oleh karena itu, *soil nailing* dapat menjadi solusi alternatif stabilitas lereng pada Jalan lintas selatan lot 6 Tulungagung.

Kata kunci: longsor, stabilitas lereng, faktor keamanan, *soil nailing*.

ABSTRACT

South causeway lot 6 Tulungagung is a national road that connects Tulungagung Regency with Trenggalek Regency. At the time of construction there were areas prone to landslides from STA 14+100 to STA 14+400 on that route. The Bishop method is used in analyzing slope stability using manual calculations. The value of the factor of safety for the stability of the existing slope is 0.381 for manual calculations, this value is less than 1.35 so the slope needs strengthening. Soil nailing is planned with variations in installation angles of 10°, 15°, 20° as slope stability at STA 14+100 to STA 14+400. The wedge method is used to analyze slope stability by strengthening soil nailing against global collapse. The value of the factor of safety for slope stability against global collapse with soil nailing reinforcement is 2.256 with an angle of 10°. The results of the analysis of all slope strengthening stability controls using soil nailing with an installation angle of 10° are the largest and have met the SF value of 1.5. Therefore, soil nailing can be an alternative solution for slope stability on the southern causeway of lot 6 Tulungagung.

Keywords: landslide, slope stability, safety factor, *soil nailing*

PENDAHULUAN

Lereng adalah suatu permukaan bumi yang membentuk sudut kemiringan tertentu dengan bidang horisontal, massa tanah yang mempunyai permukaan miring selalu ada kecenderungan bahwa sebagian massa tanah tersebut akan longsor dari lokasi yang lebih tinggi ke lokasi yang lebih rendah. Lereng yang memiliki kondisi sudut kemiringan tertentu dengan bidang horisontal menyebabkan kestabilan lereng menjadi permasalahan yang sering dihadapi pada proses pekerjaan konstruksi (Surendro, 2015).

Stabilitas tanah pada lereng dapat terganggu akibat pengaruh iklim, air dan rangkai (Imbar et al., 2019). Jika gaya geser yang terjadi di dalam tanah melampaui gaya tahanan geser dari tanah tersebut maka akan terjadi longsor (Takwin, 2017).

Pemilihan lokasi Jalan lintas selatan Lot 6 Tulungagung sebagai studi kasus pada penelitian ini dilatar belakangi oleh terjadinya longsor pada beberapa titik dikawasan tersebut yang sudah diperkuat dengan metode *shotcrete* sebelum penanganan perkuatan lereng selesai, saat dilakukan survei lokasi terjadinya longsor disebabkan oleh faktor alam dan penanganan yang kurang tepat.

Pada saat ini banyak metode stabilitas lereng yang umum di gunakan antara lain *ground anchors* (Chusyaheri, 2020), *geogrid* (Fajarini et al., 2023), *geotextile* (Murti, 2023), *shotcrete* (Putro, 2023) dan *soil nailing* (Mandagi et al., 2023). *Soil nailing* merupakan metode perkuatan lereng dengan cara memasukan batang tulangan dengan panjang dan kemiringan tertentu ke dalam lereng galian dan menginjetsinya. Di sisi lain, *soil nailing* memberikan alternatif yang bisa dilakukan dilihat dari sisi kemungkinan pelaksanaan, biaya pembuatan, dan lamanya waktu pengerjaan jika dibandingkan dengan sistem perkuatan lereng yang lain (Hardiyatmo, 2020). Saat ini, *soil nailing* sering dipilih sebagai perkuatan lereng karena dianggap sebagai metode perkuatan lereng yang paling efektif karena teknik konstruksi yang cepat dan minim biaya (Prabowo dan Jatmika, 2019).

Dalam penelitian ini akan dilakukan perencanaan *soil nailing* pada lereng yang dengan panjang *nail*, jarak *nail*, dan ukuran diameter *nail* yang divariasikan dengan sudut *nail* dan terhadap nilai faktor keamanan (SF) pada lereng. Pengamatan ini dianalisis menggunakan program *geoslope* dan dibandingkan dengan perhitungan manual menggunakan metode *bishop* pada lereng *eksisting* dan dengan perkuatan pada lereng dikarenakan penentuan bidang gelincir adalah sama yaitu berbentuk lingkaran.

METODE PENELITIAN

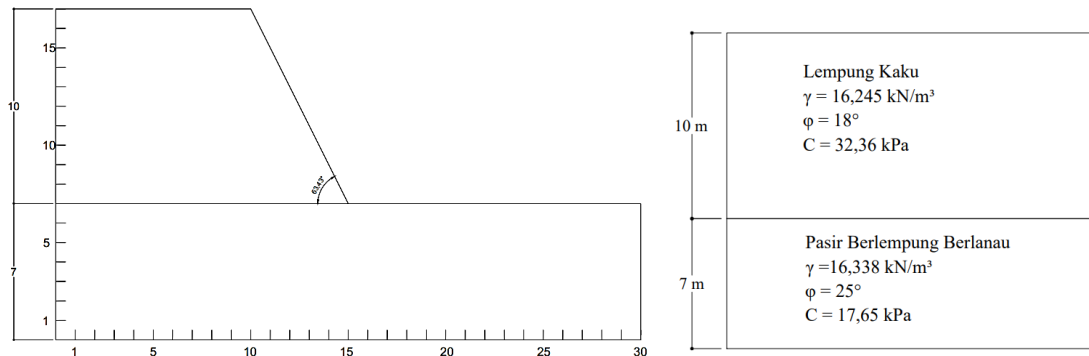
Pengumpulan data di perlukan untuk menunjang perencanaan ini, yang terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer adalah data geometrik lereng di lakukan observasi secara langsung pada lereng yang di tinjau dengan tujuan mendapatkan data yang pasti terkait kondisi dan gambaran lereng yang akan dilakukan perencanaan. Data sekunder adalah data tanah untuk perencanaan kali ini diambil dari hasil boring log pada STA yang ditinjau. Data ini diperoleh dari test yang di lakukan oleh Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *bishop* dengan perhitungan manual menggunakan metode *bishop* pada lereng tanpa perkuatan (Kumalasari, 2012) dan metode *baji* (*wedge*) pada lereng dengan perkuatan (Utomo, 2020). Didalam penelitian ini menggunakan variasi yaitu dari kemiringan lereng, kemiringan *nail* dan jarak *nail*. Parameter tetap yang digunakan yaitu parameter tanah dan besarnya pembebanan. Dengan bantuan program *geoslope* didapatkan bentuk bidang gelincir kritis yang mungkin terjadi, kemudian bidang longsor ini dijadikan acuan untuk menentukan panjang *nail* agar dapat menembus bidang kritis longsor lereng. Hasil dari penelitian ini adalah analisis stabilitas lereng menggunakan perhitungan manual dengan metode *bishop* pada lereng tanpa perkuatan dan metode *baji* (*wedge*) pada lereng dengan perkuatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

PERMODELAN GEOMETRI LERENG DAN PENGOLAHAN DATA TANAH

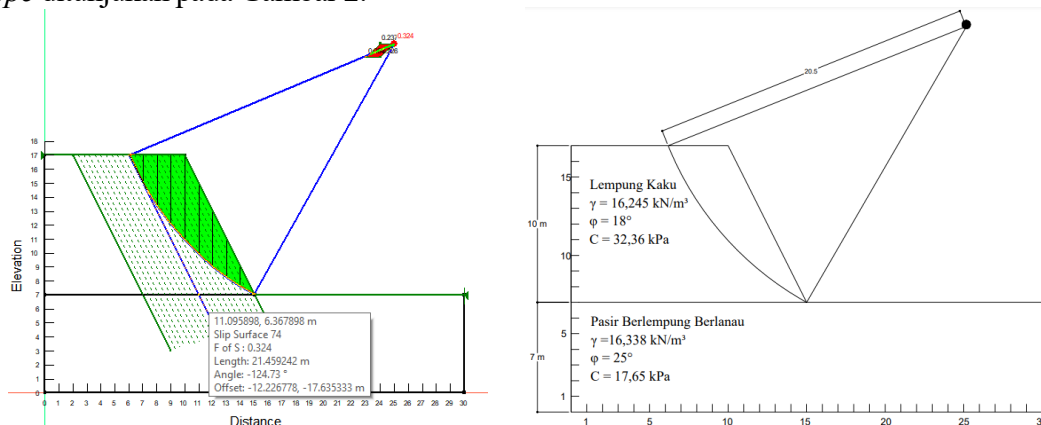
Permodelan geometri lereng dan pengolahan data tanah ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Geometri Lereng dan Pengolahan Data Tanah Kondisi *Eksisting*
Sumber: Penulis, (2022)

PENGAMBARAN BIDANG LONGSOR

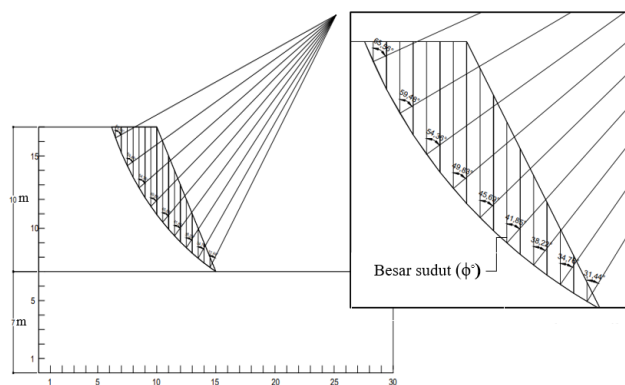
Penggambaran bidang longsor dilakukan dengan grid dan radius menggunakan *software geoslope* sehingga didapatkan panjang jari-jari lingkaran yang kemudian dilakukan permodelan bidang longsor dengan *software Autocad 2017*. Penggambaran bidang longsor menggunakan *software geoslope* ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Bidang Longsor dari *Geoslope* dan bidang longsor Pemodelan *Autocad*
Sumber: *Geostudio*, (2022)

ANALISIS MANUAL LERENG *EKSISTING*

Analisis dilakukan dengan irisan metode bishop seperti yang ditunjukkan Gambar 3 dan hasil Perhitungan metode bishop dimuat lengkap pada Tabel 2.



Gambar 3. Luasan Bidang Longsor Dengan Metode Irisan
Sumber: Penulis, (2022)

Tabel 2. Perhitungan Lengkap Manual Lereng Tanpa Perkuatan Dengan Metode *Bishop*

No Irisan	C	ϕ°	A_i	W_i (kN)	ϕ ($^\circ$)	b	$\tan(\phi^\circ)$	$W_i \times \sin(\phi^\circ)$	$W_i \times (\tan(\phi^\circ))$	c.b	F	Min	$\frac{\sigma_i = W_i \times (\tan(\phi) \times C \times b)}{C \times b}$	F_i	SF
1	32,36	18	0,729	11,843	66	0,5	0,325	10,819	3,848	16,18		2,186	20,028	9,163	
2	32,36	18	2,633	42,773	59	0,5	0,325	36,664	13,898	16,18		2,246	30,078	13,392	
3	32,36	18	4,183	67,953	54	0,5	0,325	54,975	22,079	16,18		2,278	38,259	16,797	
4	32,36	18	5,468	88,828	50	0,5	0,325	68,046	28,862	16,18		2,296	45,042	19,617	
5	32,36	18	5,563	90,371	46	0,5	0,325	65,007	29,363	16,18	0,381	2,308	45,543	19,732	0,381
6	32,36	18	4,512	73,297	42	0,5	0,325	49,046	23,816	16,18		2,314	39,996	17,286	
7	32,36	18	3,34	54,258	38	0,5	0,325	33,405	17,630	16,18		2,313	33,810	14,617	
8	32,36	18	2,065	33,546	35	0,5	0,325	19,241	10,900	16,18		2,308	27,080	11,731	
9	32,36	18	0,702	11,404	31	0,5	0,325	5,873	3,705	16,18		2,296	19,885	8,659	
				474,273					343,076					130,94	

Sumber: Hasil Analisis, (2022)

Nilai Faktor keamanan :

$$\begin{aligned}
 SF &= \frac{\sum F}{\sum W_{tot} \times \sin \phi} \\
 &= \frac{130,933}{343,075} \\
 &= 0,381 < 1,35 \text{ Tidak aman}
 \end{aligned}$$

Lereng asli menggunakan metode *bishop* didapatkan nilai *Safety Factor* sebesar $0,381 < 1,35$ (tidak aman)

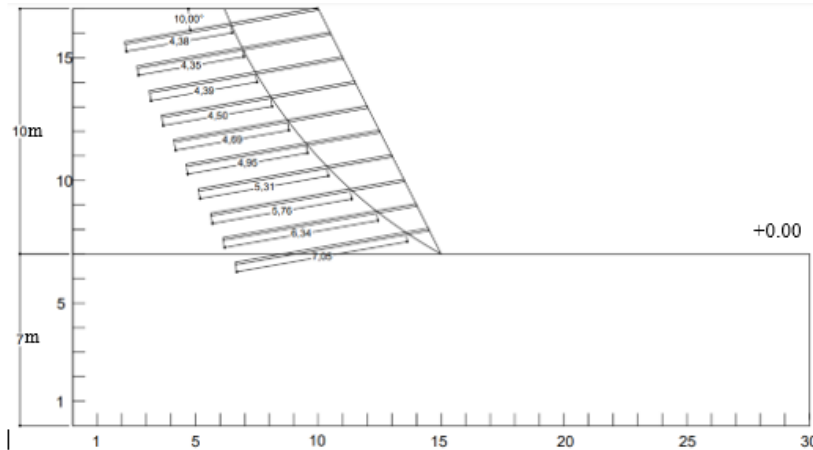
PERENCANAAN DIMENSI NAIL

Dalam pemasangan sudut dari *nail* dalam (Hardiyatmo, H.C. 2020) digunakan kemiringan paku antara 10° sampai 20° dengan mempertimbangkan hal ini dalam perencanaan ini digunakan variasi sudut *nail* yaitu 10° , 15° dan 20° . Penentuan jarak pemasangan dari *nail* dalam (Hardiyatmo, 2020) digunakan 0,9 meter sampai 1,5 meter sehingga dalam perencanaan ini digunakan jarak pemasangan vertikal dan horizontal 1 meter. Perencanaan panjang dari *nail* adalah mengacu pada FHWA (2003) dalam (Hardiyatmo, 2020) yaitu panjang *nail* boleh lebih besar dari $0,7H$ apabila tinggi dari lereng lebih dari atau sama dengan 10 meter, dengan mempertimbangkan hal ini dalam perencanaan kali ini digunakan $0,8H$ yaitu panjang *nail* 8 meter karena tinggi lereng 10 meter. Untuk diameter *nail* yang digunakan f_y 420 Mpa dan luas tampang baja sebesar 819 mm^2 dengan mempertimbangkan diameter lubang bor yang digunakan yaitu 0,1 m sehingga ruang untuk *grouting*

ANALISIS MANUAL PEMASANGAN SOIL NAILING DENGAN SUDUT 10°, 15°, 20 MENGGUNAKAN METODE BAJI

Stabilitas Terhadap Keruntuhan Global

Perhitungan nilai L_e (panjang *nail* dibelakang bidang longsor) dihitung menggunakan *software Autocad* dengan cara menarik dimensi dari *nail* yang terpasang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pemasangan *Nail* Dengan Sudut 10°

Sumber: Penulis, (2022)

Perhitungan nilai T pada *nail* ke 1

$$T_1 = \frac{\pi \times 0,032 \times 4,38 \times 50}{1,9} = 11,013 \text{ kN}$$

Perhitungan nilai V_s pada *nail* ke 1

$$V_s = P_p \times \frac{D}{2} \times L_o = 17,328 \times \frac{0,032}{2} \times 1,068 = 0,296 \text{ kN}$$

Rekapitulasi perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan L_e , q_u , T , dan V Pertiap *Nail* dengan sudut 10°

No. Nail	H_i (m)	L_e (m)	q_u (kPa)	T (kN)	V (kN)
1	10	4,38	50	11,592	0,296
2	9	4,35	50	11,513	0,296
3	8	4,39	50	11,619	0,296
4	7	4,5	50	11,910	0,296
5	6	4,69	50	12,413	0,296
6	5	4,95	50	13,101	0,296
7	4	5,31	50	14,054	0,296
8	3	5,76	50	15,245	0,296
9	2	6,34	50	16,780	0,296
10	1	7,05	62,5	23,323	0,296
Total				106,82	2,96

Sumber: Hasil Analisis, (2022)

$$SF = \frac{C \times Lf + W \cos \alpha \times \tan \phi + (\sum Ti \sin(\alpha+i) - \sum Vi \cos(\alpha+i)) \times \tan \phi}{W \sin \alpha - \sum Ti \cos(\alpha+i) - \sum Vi \cos(\alpha+i)}$$

$$= \frac{32,36 \times 13,333 + 474,272 \cos 48 \times \tan 18 + (106,82 \sin (48+10) - 2,96 \cos (48+10)) \times \tan 18}{474,272 \sin 48 - 106,82 \cos (48+10) - 2,96 \cos(48+10)}$$

$$= 1,911 > 1,5 \text{ (Aman)}$$

Nilai faktor keamanan yang didapatkan adalah 1,911 karena adanya perbedaan maka harus *trial and error* lagi, sehingga didapatkan nilai SF sebesar 1,912. Dikarenakan nilai SF stabilitas global lebih besar dari pada 1,5 untuk perkuatan permanen menurut (Hardiyatmo, 2020) sehingga dianggap aman.

Stabilitas Terhadap Gaya Geser

$$SF = \frac{C \times BL + (W + Q + Pa \sin \phi) \tan \phi}{Pa \times \cos \phi}$$

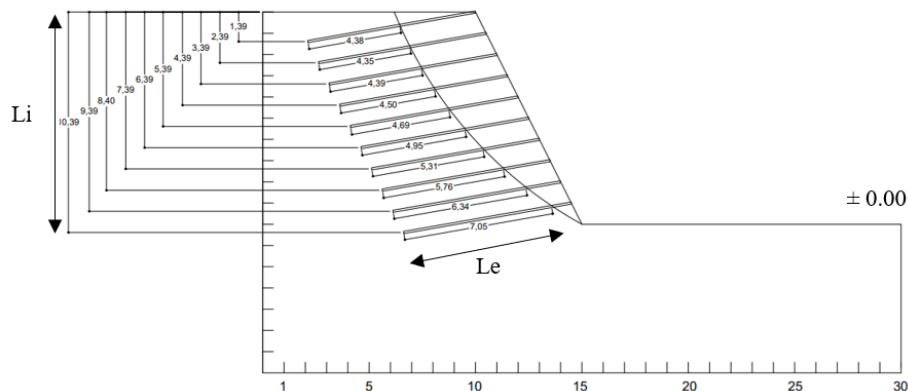
$$= \frac{32,36 \times 12,418 + ((474,272 + 0 + 428,757 \sin 18) \times \tan 18)}{428,757 \times \cos 18}$$

$$= 2,254 > 1,5 \text{ (Aman)}$$

Nilai Analisis keamanan penggeseran terhadap lereng yang telah diberi perkuatan adalah 2,254 lebih besar dari pada 1,5 menurut (Hardiyatmo, 2020) untuk perkuatan permanen lereng dianggap aman terhadap keruntuhan geser.

Analisis Stabilitas Internal Terhadap Putus Tulangan Dan Cabut Tulangan.

Perhitungan nilai L_e (panjang *nail* dibelakang bidang longsor) dan L_i (Kedalaman ujung *nail* dari permukaan tanah) dihitung menggunakan *software Autocad* dengan cara menarik dimensi dari *nail* yang terpasang, lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Nilai L_i dan L_e

Sumber: Penulis, (2022)

Perhitungan K_a (koefisien tekanan lateral aktif)

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$= \tan^2 \left(45^\circ - \frac{18}{2} \right)$$

$$= 0,527$$

Perhitungan σ_h (tegangan horisontal)

$$\begin{aligned}\sigma_{h1} &= (\gamma_1 \times Li_1 \times Ka) \\ &= (16,245 \times 1,39 \times 0,527) \\ &= 11,919 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

Perhitungan Fr (angka keamanan terhadap putus tulangan) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}Fr1 &= \frac{\left(\frac{0,25 \times D^2 \times \pi \times fy}{1000}\right)}{\sigma_{h1} \times Sv \times Sh} \\ &= \frac{\left(\frac{0,25 \times 32^2 \times 3,14 \times 420}{1000}\right)}{11,919 \times 1 \times 1} \\ &= 28,350\end{aligned}$$

Perhitungan angka keamanan *nail* terhadap cabut adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}Fp1 &= \frac{\pi \times qu \times Ddh \times Li}{\sigma_h \times Sv \times Sh} \\ &= \frac{3,14 \times 50 \times 0,1 \times 4,38}{11,919 \times 1 \times 1} \\ &= 5,774\end{aligned}$$

Untuk perhitungan lengkap pertiapa *nail* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan Stabilitas Putus Tulangan dan Cabut Tulangan pada pemasangan *nail* 10°

No Penguatan	Kedalaman (m)	Panjang Nail (m)	ka	Le (m)	Li (m)	σ_h (kN/m ²)	Fr	qu (kPa)	Fp
1	1	8	0,5279	4,38	1,39	11,919	28,350	50	5,774
2	2	8	0,5279	4,35	2,39	20,495	16,488	50	3,335
3	3	8	0,5279	4,39	3,39	29,070	11,624	50	2,373
4	4	8	0,5279	4,5	4,39	37,645	8,977	50	1,878
5	5	8	0,5279	4,69	5,39	46,220	7,311	50	1,595
6	6	8	0,5279	4,95	6,39	54,795	6,167	50	1,420
7	7	8	0,5279	5,31	7,39	63,370	5,332	50	1,317
8	8	8	0,5279	5,76	8,39	71,946	4,697	50	1,258
9	9	8	0,5279	6,34	9,39	80,521	4,197	50	1,237
10	10	8	0,5279	7,05	10,39	89,096	3,793	62,5	1,554

Sumber: Hasil Analisis, (2023)

Nilai *safety factor* untuk putus tulangan dan cabut tulangan menurut (Hardiyatmo, 2020) adalah 2,0 dan 1,5 sehingga dari rekapitulasi perhitungan diatas terdapat *nail* yang tidak memenuhi nilai *safety factor* dari cabut tulangan sehingga perlu dilakukan perencanaan ulang dengan memperbesar Ddh (diameter lubang untuk *grouting*) sebesar 0,15 mm. Berikut ini adalah rekapitulasi perhitungan dengan memperbesar Ddh (diameter lubang untuk *grouting*) dapat dilihat dari Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Perhitungan Stabilitas Putus Tulangan dan Cabut Tulangan pada pemasangan *nail* 10°

No Penguatan	Kedalaman (m)	Panjang Nail (m)	Ka	Le (m)	Li (m)	σ_h (kN/m ²)	Fr	qu (kPa)	Fp
1	1	8	0,5279	4,38	1,39	11,919	28,350	50	8,662
2	2	8	0,5279	4,35	2,39	20,495	16,488	50	5,003
3	3	8	0,5279	4,39	3,39	29,070	11,624	50	3,560
4	4	8	0,5279	4,5	4,39	37,645	8,977	50	2,818
5	5	8	0,5279	4,69	5,39	46,220	7,311	50	2,392
6	6	8	0,5279	4,95	6,39	54,795	6,167	50	2,129
7	7	8	0,5279	5,31	7,39	63,370	5,332	50	1,975
8	8	8	0,5279	5,76	8,39	71,946	4,697	50	1,887
9	9	8	0,5279	6,34	9,39	80,521	4,197	50	1,856
10	10	8	0,5279	7,05	10,39	89,096	3,793	62,5	2,331

Sumber: Hasil Analisis, (2023)

Analisis dilakukan dengan metode manual pada lereng kondisi *eksisting* dan didapatkan nilai SF sebesar 0,382 tentu saja nilai ini tidak memenuhi nilai SF yaitu 1,35 dan harus dilakukan penguatan lereng. Dari analisis metode manual baji, nilai SF terhadap keruntuhan global untuk sudut pemasangan *nail* 10° didapatkan nilai SF sebesar 1,912, untuk sudut pemasangan *nail* 15° didapatkan nilai SF sebesar 2,005, dan untuk sudut pemasangan *nail* 20° didapatkan nilai SF sebesar 1,972. Rekapitulasi nilai SF sebelum dan sesudah penguatan *soil nailing* ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Nilai SF Sebelum dan Sesudah Penguatan *Soil Nailing*

Metode	SF Sebelum Pemasangan <i>Soil Nailing</i>	SF Sesudah Pemasangan <i>Soil Nailing</i> dengan Sudut Pemasangan		
		10°	15°	20°
Manual	0,381	1,912	2,005	1,972

Sumber: Hasil Analisis, (2023)

Dari analisis menggunakan metode manual baji, nilai SF terhadap geser untuk sudut pemasangan *nail* 10° didapatkan nilai SF sebesar 2,254, untuk sudut pemasangan *nail* 15° didapatkan nilai SF sebesar 2,242, dan untuk sudut pemasangan *nail* 20° didapatkan nilai SF sebesar 2,226, untuk rekapitulasi SF terhadap gaya geser perhitungan manual baji dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi Nilai SF Perhitungan Manual Baji Terhadap Gaya Geser Dengan Penguatan *Soil Nailing*

Sudut Nail (°)	SF Terhadap Geser
10	2,254
15	2,242
20	2,226

Sumber: Hasil Analisis, (2023)

Dari analisis metode manual, nilai SF terhadap putus tulangan dan cabut tulangan yang untuk sudut pemasangan 10°, 15°, 20° dengan dimensi *nail* yang direncanakan ternyata tidak memenuhi nilai SF sehingga dilakukan pembesaran lubang bor menjadi 0,15 m, hasil nilai SF setelah pembesaran dapat dilihat rekapitulasinya dalam Tabel 8.

Tabel 8. Rekapitulasi Nilai SF Terhadap Putus Tulangan dan Cabut Tulangan Yang Untuk Sudut Pemasangan 10°, 15°, 20°

10°		15°		20°	
Fr	Fp	Fr	Fp	Fr	Fp
28,350	11,689	19,037	5,909	14,382	4,504
16,488	9,364	12,836	3,984	10,537	3,307
11,624	6,298	9,682	3,039	8,314	2,644
8,977	4,690	7,773	2,505	6,865	2,260
7,311	3,742	6,492	2,183	5,847	2,011
6,167	3,116	5,574	1,983	5,091	1,850
5,332	2,664	4,883	1,856	4,509	1,752
4,697	2,330	4,345	1,788	4,046	1,699
4,197	1,680	3,913	1,783	3,669	2,100
3,793	1,734	3,560	2,644	3,357	2,727

Sumber: Hasil Analisis, (2023)

Berdasarkan data nilai SF diatas dilakukan analisis hasil dengan memilih nilai SF terbesar dari sudut pemasangan *nail* terhadap stabilitas global, stabilitas gaya geser, stabilitas putus tulangan dan cabut tulangan, sehingga dalam perencanaan *soil nailing* dilapangan digunakan *nail* dengan pemasangan sudut 10° dengan dimensi panjang 8 meter, diameter 32 mm, diameter lubang bor 0,15 meter.

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Analisis yang dilakukan dengan metode manual (*bishop*) pada lereng kondisi *eksisting* didapatkan nilai SF sebesar 0,381, nilai ini tidak memenuhi nilai SF yaitu 1,35 sehingga harus dilakukan perkuatan lereng. Hasil analisis metode manual (*baji*), nilai SF terhadap keruntuhan global untuk sudut pemasangan *nail* 10° didapatkan nilai SF sebesar 1,912, untuk sudut pemasangan *nail* 15° didapatkan nilai SF sebesar 2,005, dan untuk sudut pemasangan *nail* 20° didapatkan nilai SF sebesar 1,972, Hasil analisis menggunakan metode manual (*baji*), nilai SF terhadap geser untuk sudut pemasangan *nail* 10° didapatkan nilai SF sebesar 2,254, untuk sudut pemasangan *nail* 15° didapatkan nilai SF sebesar 2,242, dan untuk sudut pemasangan *nail* 20° didapatkan nilai SF sebesar 2,226. Nilai SF terbesar dari sudut pemasangan *nail* terhadap stabilitas global, stabilitas gaya geser, stabilitas putus tulangan dan cabut tulangan, adalah *nail* dengan sudut pemasangan 10°, sehingga dalam perencanaan *soil nailing* dilapangan digunakan *nail* dengan pemasangan sudut 10° dengan dimensi panjang 8 meter, diameter 32 mm, diameter lubang bor 0,15 meter.

SARAN

Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan analisis pengaruh stabilitas lereng akibat sebelum dan sesudah air hujan. Dalam penelitian ini digunakan data tanah seragam, diharapkan untuk penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan beberapa parameter tanah dari beberapa titik penyelidikan tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Chusyaheri, M. (2019). *STUDI ANALISIS PERKUATAN LERENG DENGAN KAIDAH BIO-ENGINEERING DAN PERKUATAN GROUND ANCHOR AKIBAT BEBAN GEMPA TEKTONIK* (Doctoral dissertation, Universitas Narotama).
- Fajarini, A. V., Sutanto, H., & Budiman, E. (2023). ANALISIS dan PERBAIKAN STABILITAS LERENG dengan PERKUATAN (Studi Kasus: Ruas Jalan Poros



- Sangatta–Rantau Pulung, Kab. Kutai Timur). *Teknologi Sipil: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 7(1), 8-17.
- Hardiyatmo, H. C. (2020). *Perbaikan Tanah* (Edisi Pert). Penerbit Gadjah Mada University Press.
- Imbar, E. R., Mandagi, A. T., & Rondonuwu, S. G. (2019). Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Soil Nailing Menggunakan Program Slope/W Dan Geostructural. *TEKNO*, 17(72).
- Kumalasari, V. (2012). Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Soil Nailing Menggunakan Program Geoslope.
- Mandagi, A. T., Sarajar, A. N., & Soebarkah, B. B. (2023). Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Soil Nailing Terhadap Lokasi Pembangunan RSUD Manado. *TEKNO*, 21(83), 421-427.
- Murti, A. W. (2023). *ANALISIS PERBANDINGAN ALTERNATIF PERKUATAN STABILITAS LERENG PADA REST AREA JALAN TOL SEMARANG–SOLO (Studi Kasus Rest Area Km. 456)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Sultan Agung Semarang).
- Prabowo, I., & Jatmika, B. (2019). ANALISIS PERKUATAN TANAH DENGAN METODE SOIL NAILING PADA TANAH LERENG. *Jurnal TESLINK: Teknik Sipil dan Lingkungan*, 1(1), 1-9.
- 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.
- Surendro, B. (2015). Mekanika Tanah-Teori, soal dan penyelesaian. *Andi, Yogyakarta*.
- Takwin, G. A., Turangan, A. E., & Rondonuwu, S. G. (2017). Analisis Kestabilan Lereng Metode Morgenstern-Price (Studi Kasus: Diamond Hill Citraland). *TEKNO*, 15(67).
- Utomo, B. P. (2019). *Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Soil Nailing dengan Menggunakan Program Geoslope (Analysis of Slope Stability Reinforced with Soil Nailing Using Geoslope Program)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).