

Analisis Stabilitas Lereng Jalan Segmen 01 Pembangunan Ruas Jalan Tawang-Ngalang, Nglanggeran, Kabupaten Gunungkidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta

Veno Sholitha¹, Anggi Hermawan², Novandri Kusuma Wardana³

^{1,2}Prodi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

³ Prodi Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Korespondensi : venosholitha33@gmail.com

ABSTRAK

Kondisi geografis di Gunungkidul merupakan salah satu sub zona fisiografi pegunungan yang didominasi perbukitan-pegunungan dan terdapat formasi geologi sehingga relatif peka terhadap longsor. Untuk mencegah terjadinya longsor diperlukan analisa stabilitas lereng pada lokasi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa faktor keamanan dan probabilitas keruntuhan lereng kondisi asli pada pembangunan ruas jalan segmen 01 Tawang-Ngalang Nglanggeran, kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Analisis penelitian ini menggunakan kesetimbangan batas dengan analisa probabilitas menggunakan software slide V7.0 by reocscience dengan pemodelan dua dimensi. Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder untuk analisis dan pemodelan pada 3 sta lereng jalan yang memiliki geometri yang berbeda, material properties diperoleh dari hasil pengujian laboratorium fisik dan mekanik. Berdasarkan hasil analisis lereng pada 3 pemodelan lereng menunjukkan nilai faktor keamanan 0,651 – 1,172 dengan dan probabilitas keruntuhan 49,612 – 99,615% menggunakan metode janbu dan spencer, hasil penelitian menunjukkan faktor keamanan lereng rendah dan tingkat probabilitas kelongsoran pada lereng tersebut tinggi sehingga kemungkinan terjadinya longoran sangat tinggi, disamping itu lokasi penelitian merupakan bidang diskontinu yang relatif peka terhadap longsor. Oleh karena itu sebagai rekomendasi dilakukan pemasangan perkuatan sortcreate dan soil nailing pada bidang geometri lereng.

Kata kunci: lereng, kesetimbangan batas, probabilitas, longsor

ABSTRACT

Geographical conditions in Gunungkidul are one of the mountainous physiographic sub-zones which are dominated by hills and there are geological formations so that they are relatively sensitive to landslides. To prevent landslides, it's necessary to analyze the stability of slopes at location. This study aims to analyze the safety factor and the probability of slope failure in the original condition in the construction of the 01 Tawang-Ngalang road segment, Nglanggeran, Gunungkidul regency Special Region of Yogyakarta. The analysis of this study uses a boundary with probability analysis using slide software V7.0 by reocscience with two-dimensional modeling. This study uses primary and secondary data for analysis and modeling on 3 road slopes with different geometries, material properties obtained from the results of physical and mechanical laboratory tests. Based on the slope analysis on 3 slope models, it shows a safety value of 0.651 – 1.172 with a failure probability of 49.612 – 99.615% using the Janbu and Spencer methods. beside the research location is a discontinuous area that is relatively sensitive to landslides. Therefore, as a recommendation, sortcreate reinforcement and ground nailing are installed in the slope geometry field.

Keyword : slope, boundary equilibrium, probability, landslide

1. PENDAHULUAN

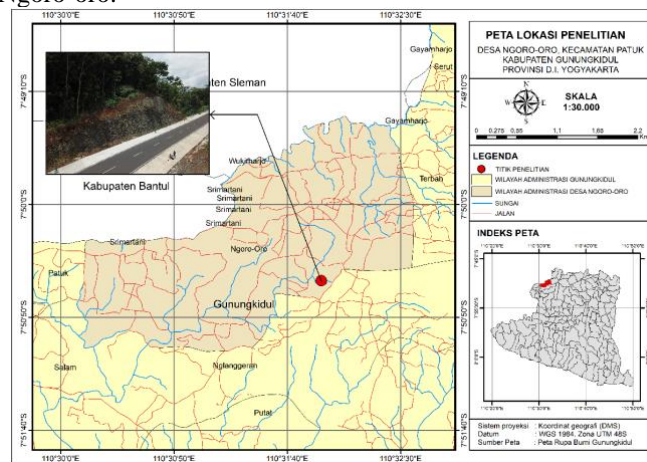
Pembangunan Jalan Raya Tawang-Ngalang terletak pada Kecamatan Patuk Kabupaten Gunungkidul merupakan salah satu sub zona fisiografi pegunungan yang didominasi perbukitan-pegunungan dan terdapat formasi geologi sehingga relaif peka terhadap longsor [1]. Longsor merupakan pergerakan tanah suatu massa batuan, tanah atau bahan rombakan material penyusun lereng (campuran tanah dan batuan) yang bergerak kebawah atau menuruni lereng [2]. Pada pembangunan ruas jalan segmen 01 Tawang-Ngalang Kabupaten Gunungkidul terkendala dengan kondisi topografi yang didominasi perbukitan dengan elevasi dataran yang berbeda. Pemilihan lokasi ruas Jalan Tawang-Ngalang sebagai studi kasus dilatar belakangi karena adanya potensi longsor yang dapat berpengaruh pada aktivitas masyarakat dan lalu lintas sekitar, oleh karena itu perlu dilakukan analisis kestabilan lereng. Untuk mengurangi risiko kelongsoran diperlukan analisis lereng dan teknik stabilisasi untuk mengatur perilaku keruntuhan tanah [3]. Pada penelitian ini, penelitian dikhususkan untuk mendeteksi kesetabilan lereng tanah di jalan Tawang-Ngalang Nglanggeran kabupaten Gunung Kidul yang berada pada Sta 0+ 850 – Sta 0+950 untuk mengetahui angka faktor aman dengan

algoritma perhitungan metode kesetimbangan batas pada kestabilan lereng menggunakan metode janbu dan spencer dengan teori kriteria keruntuhan Mohr Coloumb dan Generalized Hoek Brown yang dalam analisisnya menggunakan bantuan software Slide V7.0 by roscience. Pembangunan ruas jalan pada daerah tersebut diperlukan informasi mengenai kestabilan lereng sangat penting untuk mengetahui apakah daerah tersebut untuk aman atau tidak, terutama daerah yang memiliki lereng yang curam.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Pembangunan ruas jalan Talang-Ngawang segmen 01 terletak di daerah Nglanggeran, Gunungkidul Daerah Istimewa Yogyakarta tepatnya berada di Kelurahan Ngoro-oro dan Nglanggeran. Secara geografis titik penelitian pada sta 0+850 – 0+950 terletak pada koordinat $7^{\circ} 50'32.415''S$ dan $110^{\circ} 31'53.994''E$ Kelurahan Ngoro-oro.



Gambar 2. 1 Lokasi penelitian

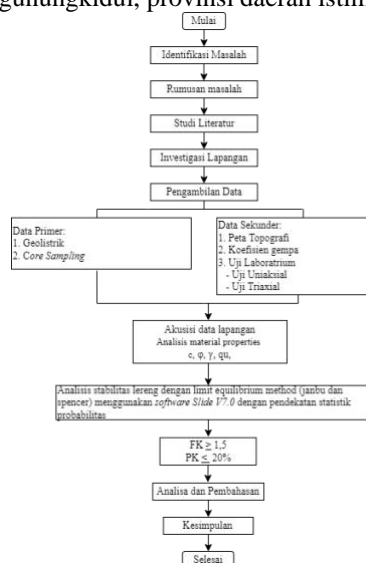
Sumber: (Peta Rupa Bumi Indonesia, 2015)

2.2 Metode Pengumpulan Data

Penelitian dilakukan dengan cara mengumpulkan data primer dan data sekunder serta proses analisis data dengan menggunakan bantuan perangkat lunak *Slide V7.0*. Data hasil pengeboran berupa hasil uji sifat fisik dan uji sifat mekanik. Data uji sifat fisik berupa bobot isi natural dan sifat mekanik berupa kohesi dan sudut gesek dalam kondisi peak.

2.3 Alur Penelitian

Diagram alir penelitian untuk analisis stabilitas lereng jalan segmen 01 pembangunan ruas jalan tawang-ngalang, nglanggeran, kabupaten gunungkidul, provinsi daerah istimewa Yogyakarta.



Gambar 2. 2 Bagan Alir Penelitian

2.4 Metode Kesetimbangan Batas (*Limit Equilibeium Method*)

Metode Limit Equilibrium adalah metode yang menggunakan prinsip kesetimbangan gaya, metode ini juga dikenal dengan metode irisan karena bidang kelongsoran dari lereng tersebut dibagi menjadi beberapa bagian. Dalam Metode Limit Equilibrium terdapat dua asumsi bidang kelongsoran yaitu bidang kelongsorannya yang diasumsikan berbentuk circular dan bidang kelongsoran yang diasumsikan berbentuk non-circular. Limit Equilibrium dalam penelitiannya untuk mengetahui faktor keamanan lereng [4].

2.5 Metode Janbu

Janbu merumuskan persamaan umum kestimbangan dengan menyelesaikan secara vertikal dan horizontal pada dasar tiap-tiap irisan dengan memperhitungkan seluruh kesetimbangan gaya.

$$FK = \frac{\left(\frac{f_o \cdot \Sigma X}{1 + Y/FS} \right)}{\Sigma Z + Q}$$

2.6 Metode Spencer

Metode spencer merupakan metode yang dapat digunakan untuk sembarang bentuk bidang longsor dan memenuhi semua kondisi kesetimbangan gaya dan kesetimbangan momen pada setiap irisan. Metode spencer dalam persamaannya memperhitungkan seluruh gaya dan momen yang berkerja pada tanah. Metode spencer mengasumsikan bahwa gaya-gaya yang berkerja disekitar bidang irisan adalah parallel sehingga gaya-gaya tersebut memiliki sudut kemiringan yang sama.

$$FK = \frac{\Sigma [c \cdot b + (W - u \cdot b) \tan \phi'] \left(\frac{\sec \alpha^2}{1 + \tan \alpha \tan \phi / F} \right)}{\Sigma W \tan \alpha}$$

2.7 Metode Probabilitas Lereng

Metode kesetimbangan batas merupakan metode yang menggunakan kesetimbangan gaya dan momen yang mengasumsikan bidang kelongsoran yang dapat terjadi.[5] Pada penelitian ini menggunakan metode janbu dan spencer dengan pendekatan probabilistik. Analisis probabilitas adalah suatu nilai yang digunakan untuk mengukur tingkat terjadinya suatu kejadian yang acak. Probabilitas dalam statistik yaitu memperkirakan terjadinya suatu peluang yang dihubungkan dengan terjadinya peristiwa tersebut dalam keadaan [6]. Penelitian ini menghasilkan nilai faktor keamanan (FK) dan probabilitas kelongsoran (PK) dari beberapa skenario perubahan geometri lereng.

Pada penelitian ini untuk mencari nilai faktor keamanan digunakan metode Kesetimbangan Batas Janbu dan Spencer. Dalam melakukan analisis dengan metode probabilitas, perlu dilakukan terlebih dahulu pendekatan statistik terhadap seluruh data karakteristik tanah/batuan untuk mengetahui distribusi terbaik dari data karakteristik tanah/batuan tersebut. Fungsi distribusi probabilitas menggambarkan penyebaran suatu variabel acak yang digunakan untuk memperkirakan nilai probabilitas kemunculan suatu parameter. Selanjutnya untuk menentukan nilai probabilitas kelongsoran (PK), perlu dilakukan analisis uji baik suai dengan metode kormogolov-smirnov untuk mengetahui jenis distribusi data yang digunakan, dan menggunakan metode sampling data Monte Carlo. Monte Carlo merupakan percobaan pada unsur peluang (atau bersifat probabilistik) dengan menggunakan pengambilan sampel secara acak. Algoritma ini digunakan sebagai landasan simulasi bilangan acak untuk menentkan fungsi distribusi probabilitas yang sesuai. Pada Tabel 2.1 merupakan tabulasih dari hasil uji laboratorium yang sudah diolah secarastatistik sebagai parameter masukan.

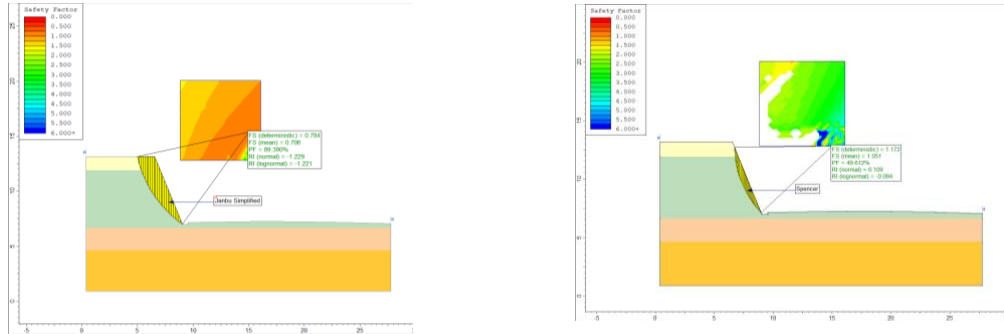
Tabel 2.1. Tabulasi data masukan

Parameter Masukan	Properties Masukan	Distribution	Mean	St Dev	Relative Minimum	Relative Maximum
Clay	Cohesion	Normal	6,360	2,925	2,378	4,075
	Phi	Normal	30,464	9,573	12,238	10,656
	Unit Weight	Normal	13,653	0,437	0,522	0,547
Lava Andesitic	Hoek-Brown m parameter	Normal	0,877	0,877	0,877	1,754
	UCS (intact)	Normal	7137,361	7137,361	7137,361	7137,361
	Unit Weight	Normal	24,222	24,222	24,222	24,222
Breccia Volcanic	Hoek-Brown m parameter	Normal	0,828	0,828	0,828	1,656
	UCS (intact)	Normal	8015,189	897,938	634,938	634,938
	Unit Weight	Normal	24,664	0,069	0,049	0,049
Andesitic Breccia	Hoek-Brown m parameter	Normal	1,023	1,023	1,023	2,046
	UCS (intact)	Normal	19053,263	3285,284	2323,046	2323,046
	Unit Weight	Normal	25,203	0,294	0,294	0,294

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1 Analisis Lereng Sta 0+850

Lereng dianalisis menggunakan software *Geostudio SLOPE/W* 2018 dengan memasukkan data parameter tanah setiap lapisan sehingga didapatkan angka keamanan pada lereng tersebut. Hasil analisis menunjukkan angka keamanan probabilitas keruntuhan pada lereng. Hasil ini didapatkan dari simulasi Monte Carlo sebanyak 1000 percobaan yang telah diproses oleh software. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 3.1.

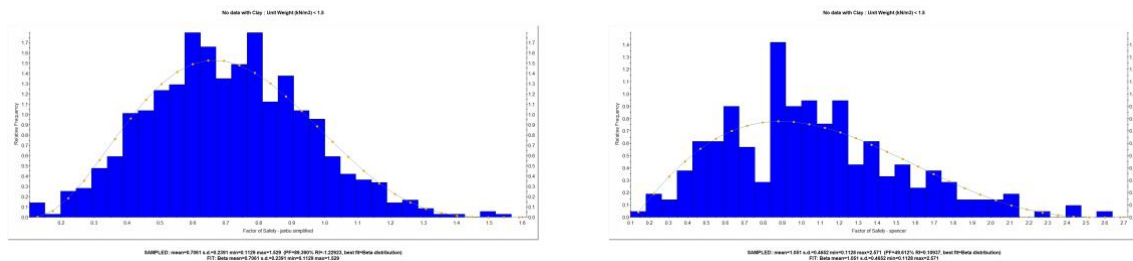


Gambar 3. 1 Hasil Analisis Probabilitas sta 0+850

Tabel 3. 1 Rekapitulasi nilai FK dan PK pada Sta 0+850

No	Lereng Sta 0+850	Metode	
		Janbu	Spencer
1	FS (deterministic)	0,784	1,172
2	FS (Mean)	0,706	1,051
3	PK (%)	89,39	49,612
4	RI (Normal)	-1,229	0,109
5	RI (Lognormal)	-1,221	-0,094

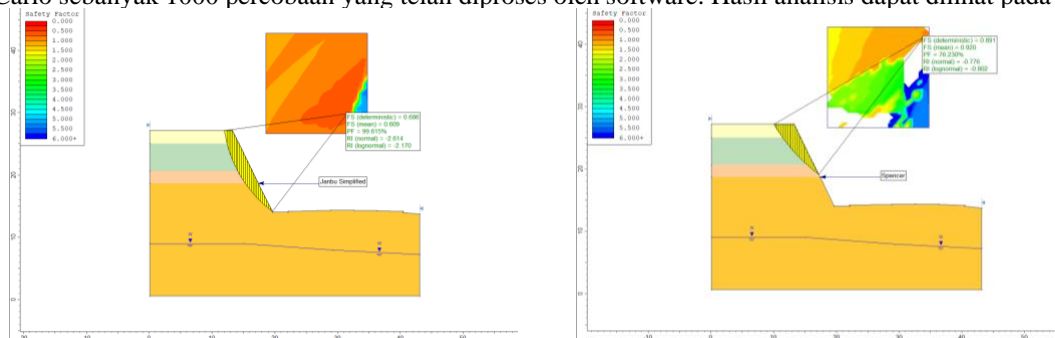
Distribusi probabilitas yang dihasilkan dengan menggunakan metode sampling Monte Carlo sebanyak 1000 iterasi pada faktor keamanan diplot pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Distribusi pada faktor keamanan lereng sta 0+850

3.2 Analisis Lereng Sta 0+875

Lereng dianalisis menggunakan software *Geostudio SLOPE/W* 2018 dengan memasukkan data parameter tanah setiap lapisan sehingga didapatkan angka keamanan pada lereng tersebut. Hasil analisis menunjukkan angka keamanan probabilitas keruntuhan pada lereng. Hasil ini didapatkan dari simulasi Monte Carlo sebanyak 1000 percobaan yang telah diproses oleh software. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 3.2.

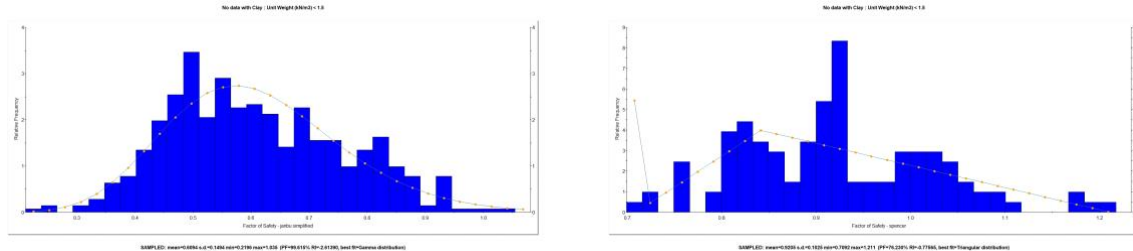


Gambar 3. 3 Hasil Analisis Probabilitas sta 0+875

Tabel 3. 2 Rekapitulasi nilai FK dan PK pada Sta 0+875

No	Lereng Sta 0+875	Metode	
		Janbu	Spencer
1	FS (deterministic)	0,686	0,891
2	FS (Mean)	0,609	0,92
3	PF (%)	99,615	76,23
4	RI (Normal)	-2,614	-0,776
5	RI (Lognormal)	-2,17	-0,802

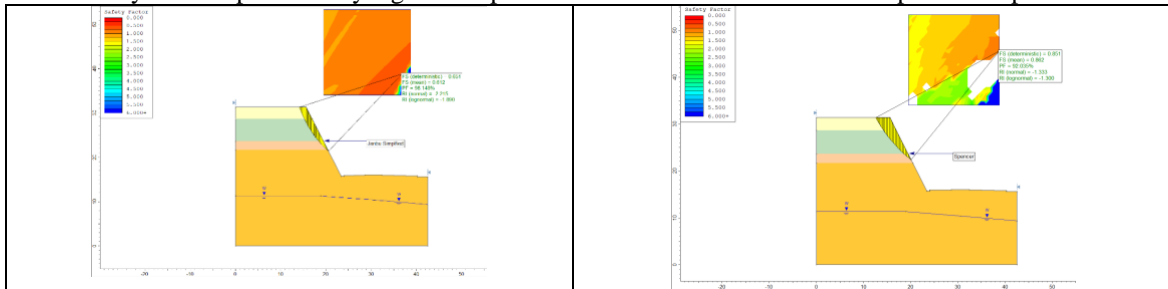
Distribusi probabilitas yang dihasilkan dengan menggunakan metode sampling Monte Carlo sebanyak 1000 iterasi pada faktor keamanan diplot pada Gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Distribusi pada faktor keamanan lereng sta 0+875

3.3 Analisis Lereng Sta 0+900

Lereng dianalisis menggunakan *software Geostudio SLOPE/W 2018* dengan memasukkan data parameter tanah setiap lapisan sehingga didapatkan angka keamanan pada lereng tersebut. Hasil analisis menunjukkan angka keamanan probabilitas keruntuhan pada lereng. Hasil ini didapatkan dari simulasi Monte Carlo sebanyak 1000 percobaan yang telah diproses oleh *software*. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 3.3.

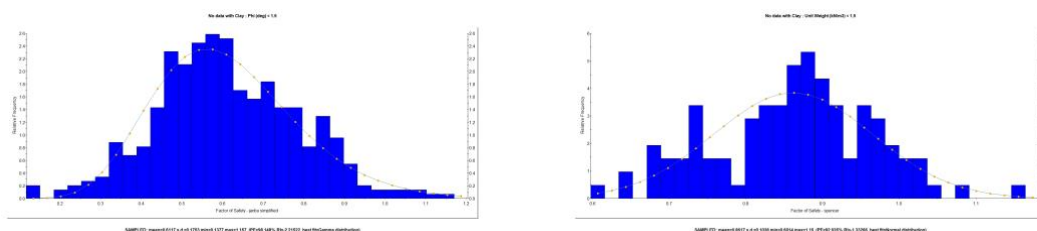


Gambar 3. 5 Hasil Analisis Probabilitas sta 0+900

Tabel 3. 3 Rekapitulasi nilai FK dan PK pada Sta 0+900

No	Lereng Sta 0+900	Metode	
		Janbu	Spencer
1	FS (deterministic)	0,651	0,851
2	FS (Mean)	0,612	0,862
3	PF (%)	98,148	92,035
4	RI (Normal)	2,215	-1,333
5	RI (Lognormal)	-1,88	-1,3

Distribusi probabilitas yang dihasilkan dengan menggunakan metode sampling Monte Carlo sebanyak 1000 iterasi pada faktor keamanan diplot pada Gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Distribusi pada faktor keamanan lereng sta 0+875

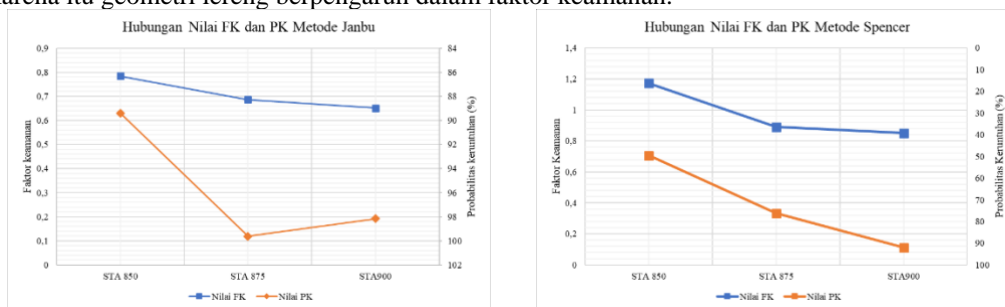
3.4 Analisis Lereng Dengan Perkuatan

Berdasarkan hasil penelitian analisis pada lokasi pembangunan Ruas Jalan Tawang-Ngalang, khususnya pada ketiga titik pemodelan geometri lereng asli dengan pendekatan probabilitas dan faktor keamanan lereng menggunakan metode kesetimbangan batas dengan metode Janbu dan Spencer mendapatkan nilai faktor keamanan yang rendah serta nilai probabilitas yang tinggi, Oleh karena itu potensi bencana longsor pada titik tersebut cenderung tinggi, sehingga dalam upaya menstabilkan lereng perlu di berikan perkuatan. Rekomendasi Perkuatan yang digunakan yaitu *soil nailing* dan *shortcrete* yang dikombinasikan dengan baja *wiremesh*. Pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Rekapitulasi nilai FS dan PK dengan perkuatan

No	Lereng Sta 0+850	Metode	
		Janbu	Spencer
1	FS (deterministic)	1,559	2,242
2	FS (Mean)	1,48	1,742
3	PF (%)	14,571	10,628
4	RI (Normal)	1,043	1,334
5	RI (Lognormal)	1,139	1,626
No	Lereng Sta 0+875	Metode	
		Janbu	Spencer
1	FS (deterministic)	1,52	2,262
2	FS (Mean)	1,466	1,975
3	PF (%)	2,894	0,00
4	RI (Normal)	1,881	2,757
5	RI (Lognormal)	2,196	3,742
No	Lereng Sta 0+875	Metode	
		Janbu	Spencer
1	FS (deterministic)	1,52	2,262
2	FS (Mean)	1,466	1,975
3	PF (%)	2,894	0,00
4	RI (Normal)	1,881	2,757
5	RI (Lognormal)	2,196	3,742

Berdasarkan Gambar 3.7 menunjukkan gambar grafik Hubungan nilai FK dan PK pada 3 pemodelan lereng semakin kecil nilai faktor keamanan maka semakin besar probailitas kelongsoran. Pada 3 pemodelan dengan geometri yang berbeda didapatkan nilai faktor keamanan dan probabilitas yang berbeda, oleh karena itu geometri lereng berpengaruh dalam faktor keamanan.



Gambar 3. 7 Hubungan nilai FK dan PK

Tabel 3. 5 Rekapitulasi Hubungan nilai FK dan PK

	JANBU		SPENCER	
	FK	PK	FK	PK
STA 850	0,784	89,39	1,172	49,612
STA 875	0,686	99,615	0,891	76,23
STA900	0,651	98,148	0,851	92,035

4. KESIMPULAN

Berdasarkan rumusan masalah pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada lokasi penelitian memiliki kondisi geologi berada pada formasi nglanggeran, faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng pada lokasi tersebut karena adanya perbedaan elevasi dan geometri ketinggian lereng serta material penyusun lereng yang terdiri dari tanah dan batuan, dimana material tanah yang merupakan bidang diskontinu dan tempat merembesnya air sehingga batuan lebih mudah longsor.
2. Hasil analisa lereng menggunakan software slide V7.0 dengan analisis probabilitas pada Sta 0+850 didapatkan nilai FK 0,784 nilai PK 89,39% dengan distribusi faktor keamanan beta untuk metode janbu, dan FK 1,172 nilai PK 49,12% dengan distribusi faktor keamanan beta untuk metode spencer. Pada Sta 0+875 didapatkan nilai FK 0,686 nilai PK 99,615% dengan distribusi faktor keamanan beta untuk metode janbu, dan FK 0,891 nilai PK 76,23% dengan distribusi faktor keamanan beta untuk metode spencer triangular. Pada Sta 0+900 didapatkan nilai FK 0,651 nilai PK 98,148% dengan distribusi faktor keamanan beta untuk metode janbu, dan FK 0,851 nilai PK 92,035% dengan distribusi faktor keamanan normal untuk metode spencer gamma.
3. Rekomendasi lereng dengan perkuatan soil nailing dan shotcrete pada lereng menunjukkan kenaikan kenaikan FK dan penurunan probabilitas kelongsoran. Pada sta 0+850 untuk metode janbu nilai FK 1,559 dengan PK 14,571% sedangkan pada metode spencer FK 2,242 dengan PK 10,628%. Pada sta 0+875 untuk metode janbu nilai FK 1,520 dengan PK 2,894% sedangkan pada metode spencer FK 2,262 dengan PK 0,00%. Pada sta 0+900 untuk metode janbu nilai FK 1,523 dengan PK 4,451% sedangkan pada metode spencer FK 2,206 dengan PK 0,00%.

SARAN

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisis yang telah dilakukan, maka penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Secara umum tingkat ketidakpastian data lokasi penelitian masih sangat tinggi, oleh sebab itu penampahan data perlu dilakukan dalam upaya optimalisasi data dan pengelolaan lereng jangka Panjang.
2. Diharapkan pada penelitian yang akan dilakukan selanjutnya dapat menggunakan *Finite Element Method* (FEM) agar dapat mengetahui nilai displacement.
3. Diharapkan penelitian yang akan dilakukan selanjutnya dapat menggunakan perkuatan yang lain seperti anchor, dinding penahan, geotextile untuk menangani analisa stabilitas lereng

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Novandri Kusuma Wardana, S.T., S.Si., M.T. dan Bapak Anggi Hermawan, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing, Dosen-Dosen Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, keluarga besar, dan teman-teman mahasiswa Program Studi Teknik Sipil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aqwil Masithah R, Handayani L, Warsiyah W. Potensi Daerah Rawan Tanah Longsor Di Kecamatan Patuk, Yogyakarta Menggunakan Sistem Informasi Geografi (Sig). *J Rekayasa Lingkungan*. 2020;18(2):1–25.
- [2] Cruden DM, Varnes DJ. Chapter 3 Landslide Types and Processes. *Landslides Investig Mitigation*, Transp Res Board Spec Rep 247, Washing DC. 1996;(Bell 1992):36–75.
- [3] Lin H, Zhong W, Xiong W, Tang W. Slope stability analysis using limit equilibrium method in nonlinear criterion. *Sci World J*. 2014;2014.
- [4] Irwandy Arif. *Geoteknik Tambang*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama; 2016.
- [5] Fiantika T, Suryo EA, Harimurti H. Analisis Probabilitas Keruntuhan Pada Lereng Tanah Residual Dengan Variasi Sudut Kemiringan Lereng. *Rekayasa Sipil*. 2018;12(2):105–11.