

TINJAUAN GEOTEKNIK TERHADAP ANALISA USULAN PEKUATAN LERENG (RUAS JALAN JATIMALANG – KARANGGEDE BTS JATENG, STA 2+250)

Fendi Hary Yanto¹, Supriharini K²

Abstract

Pacitan avalanches in the region generally occurs in hilly areas. Capacity expansion in East Java province in general and Pacitan in particular initially to facilitate the flow of community mobilization and not to reduce the stability of the slope. Areas of heavy rainfall led to plenty of slopes to experience landslides, as well as by factors of geology, morphology and hydrology. Landslide occurred due to slope stability, degradation of soil or rock and forest conditions are partially damaged. This paper discussed geotechnical aspect strengthening the analysis roads Jatimalang - Karanggede - Bts Jawa Tengah Pacitan Sta. 2 +250. The study was conducted by evaluating the slope stabilization at the existing upper and lower Sta.2 + 250, and create a design plan for the handling of the slopes on the structure of the trap or terracing the slope of 40 °, 45 °, 50 ° and 60 °, and Soil nailing. while for the lower slope of the retaining wall of gravity. The initial analysis of the slope stability with a slope design software GeoSlope 2007. Slope stability on the structure of the trap or terracing, without retrofitting additional not increase the rate of factor safe slope, so the analysis followed by reinforcement soil nailing. The analysis reinforcement soil nailing, which to use nail bar in accordance with ASTM A615, with a carrying capacity of attractiveness 420 MPa (60 ksi or Grade 60) or 525 MPa (75ksi or Grade 75) long nail bar 12 m. The size variation in diameter 25, 29, and 32. So that by increasing the diameter of nail will improve the stability of the slope. To the bottom of the slope stability built gravity type retaining wall with a variety of dimensions.

Key words: Soil nail ,retaining wall.

Abstrak

Longsor di wilayah Kabupaten Pacitan umumnya terjadi pada daerah berbukit. Penambahan kapasitas jalan di Provinsi Jawa Timur pada umumnya dan Kabupaten Pacitan khususnya, adalah untuk memperlancar arus mobilisasi masyarakat dan bukan untuk mengurangi kemantapan stabilitas lereng. Faktor curah hujan yang tinggi menyebabkan banyak lereng mengalami longsor, disamping oleh faktor geologi, morfologi dan hidrologi. Longsor terjadi karena menurunnya kemantapan lereng, degradasi tanah atau batuan dan kondisi hutan yang sebagian sudah rusak. Dalam paper ini dibahas tinjauan geoteknik terhadap usulan perkuatan pada ruas jalan kabupaten yaitu ruas jalan Jatimalang – Karanggede – Batas Jawa Tengah Kabupaten Pacitan Sta. 2 +250. Penelitian kemantapan stabilitas lereng ini menggunakan metode analisis kuantitatif. Penelitian dilakukan dengan mengevaluasi stabilitas lereng atas dan bawah eksisting pada Sta.2+250, dan membuat desain rencana penanganan untuk lereng atas dengan struktur trap atau terasiring dengan kemiringan lereng 40°, 45°, 50° dan 60°. dan Soil Nailing. Sedangkan untuk lereng bawah dengan dinding penahan tanah gravitasi. Analisis awal stabilitas lereng dengan software GeoSlope 2007 Stabilitas lereng atas dengan struktur trap atau terasiring, tanpa ada perkuatan tambahan tidak meningkatkan angka faktor aman lereng, sehingga analisis dilanjutkan dengan perkuatan soil nailing Berdasarkan analisa dengan perkuatan soil nailing, yang menggunakan nail bar sesuai dengan standar ASTM A615, dengan daya dukung tarik 420 MPa (60 ksi atau Grade 60) atau 525 MPa (75ksi atau Grade 75) panjang nail bar 12 m. Ukuran variasi diameternya 25, 29, dan 32. Sehingga dengan memperbesar diameter nail akan meningkatkan stabilitas lereng. Untuk stabilitas lereng bagian bawah dibangun dinding penahan tanah tipe gravitasi dengan variasi dimensi.

Kata kunci: soil nail ; dinding penahan tanah.

1. Pengajar Prodi Teknik Sipil UNMER Madiun. Pos-el:
fendi.mektan@gmail.com

2. Dinas PU Pacitan. Pos-el: krislinawati@yahoo.co.id

I. PENDAHULUAN

Lereng merupakan bagian dari infrastruktur jalan wilayah berbukit yang keberadaannya turut berperan dalam menunjang kelancaran moda transportasi darat, sementara faktor lainnya adalah tingkat keamanan, kenyamanan, waktu tempuh dalam perjalanan dan faktor kendaraan itu sendiri. Konstruksi jalan yang baik memerlukan perencanaan, pembangunan, penataan dan pemeliharaan yang handal, mulai dari pengetahuan tanah dasar (subgrade) sampai material konstruksi jalan.

Gerakan tanah sering disebut sebagai longsoran dari massa tanah atau batuan dari tempat asalnya karena pengaruh gaya berat. Faktor internal yang dapat menyebabkan terjadi gerakan tanah adalah daya ikat tanah atau batuan yang lemah sehingga butiran tanah dan batuan dapat terlepas dari ikatannya. Pergerakan butiran ini dapat menyeret butiran lainnya yang ada disekitar sehingga membentuk massa yang lebih besar. Sedangkan faktor eksternal yang dapat mempercepat dan memicu terjadinya gerakan tanah diantaranya sudut kemiringan lereng, curah hujan, perubahan kelembaban tanah, dan tutupan lahan (Jauhari, 2006).

Ruas Jalan Jatimalang – Karanggede – Batas Jawa Tengah yang masuk wilayah Kecamatan Arjosari merupakan daerah dengan prasarana jalan yang cukup vital. Akan tetapi terdapat banyak bagian pada jalan tembus ini yang dibangun di daerah galian tinggi dikarenakan kondisi topografinya yang berbukit. Pada sisi yang lain, keterbatasan ruang milik jalan memaksa struktur lereng galian menjadi tidak standar. Beberapa lereng galian memiliki desain dengan kemiringan 2:1 atau bersudut lebih dari 60° .

Kelongsoran lereng sebenarnya sudah terjadi sebelum masa penambahan kapasitas jalan, dan terulang. Kelongsoran diperkirakan terjadi karena curamnya lereng, tekanan air pori yang tinggi yang mengakibatkan terjadinya penurunan kuat geser tanah dan terjadi longsor. Tercatat kondisi eksisting sekarang pasca pembangunan akan terjadi kelongsoran pada Sta.0+000, Sta.1+400, Sta.1+600, Sta.1+900 dan Sta.2+100 sehingga diperlukan penanggulangan dengan tepat, cepat, dan ekonomis untuk menanggulangi

kerugian - kerugian dalam pemanfaatan prasarana tersebut oleh masyarakat.

Sampai dengan saat ini jalan tersebut masih dalam proses penambahan kapasitasnya dan belum dilaksanakan solusi teknis untuk memecahkan permasalahan kelongsoran. Padahal potensi kelongsoran kapan saja bisa terjadi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji karakteristik tanah pada lereng galian yang mengalami kelongsoran, menghitung nilai stabilitas lereng di ruas jalan Jatimalang – Karanggede – Batas Jawa Tengah Sta 2+250 dan memilih metode perbaikan pada lereng ruas jalan Jatimalang – Karanggede – Batas Jawa Tengah Sta 2+250 dan alternative penguatan lerengnya.

II. TINJAUAN PENELITIAN

Penelitian Wiqoyah dan Wulan (2006) melaporkan penanganan longsoran badan jalan dengan penguatan dinding vertikal menggunakan geotekstil pada ruas Jalan Majenang-Wanareja (Cilacap), hasil uji penelitian tanah dasar berjenis lempung tidak baik untuk pembangunan jalan raya, dapat terjadi kelongsoran. Penanganan dengan geotekstil merupakan upaya menstabilkan tanah dasar tersebut.

Suwarsa, dkk (2010) melaporkan penanganan longsoran dengan dinding penahan kantilever beton bertulang terhadap kemantapan lereng dalam kontur alami dengan pembebanan lalu lintas, analisis metode Irisan Bishop menghasilkan nilai angka kestabilan ($F_s > 1,5$).

Penelitian Arif dan Widodo (2007) melaporkan bahwa kondisi semua lapisan tanah yang jenuh oleh air tanah pada lokasi, terancam longsor. Faktor utama penyebab ketidakstabilan lereng sangat mungkin dipengaruhi oleh naiknya muka air tanah (drainase tidak ada) yang dapat menurunkan stabilitas lereng.

Analisis stabilitas lereng dengan komputer untuk menstabilkan lereng dan tanah longsor menggunakan sumbu geotekstil saluran air sebagai pendorong, metode ini menunjukkan peningkatan yang signifikan (10-40 persen) pada faktor keamanan setelah instalasi menguras. Keterbatasan metodologi diakui: mungkin diterapkan di spesifik situasi

yang membutuhkan relatif singkat (<30-45 m, atau <100-150 ft) mengalir dalam bahan mulai dari lembut sampai sangat kaku (Santi, 2003).

Soil nailing merupakan jenis perkuatan pasif pada tanah dengan menancapkan potongan-potongan baja (nails) yang kemudian di-grout. Soil nailing digunakan secara khusus untuk menstabilisasi lereng atau galian yang lebih menguntungkan dibandingkan sistem dinding penahan tanah yang lain. Pada beberapa kondisi, 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 (Fauzi, 2012).

Analisis tegangan – perpindahan dan faktor keamanan (SF) pada lereng miring dengan perkuatan soil nailing menggunakan program geoteknik. Hasil analisisnya nilai faktor keamanan (SF) lereng mengalami peningkatan seiring dengan penambahan panjang nail dan nilai faktor keamanan (SF) mengalami penurunan seiring dengan penambahan sudut kemiringan lereng (Lazarte,2003).

Analisis stabilitas lereng pada badan jalan dan perencanaan perkuatan dinding penahan tanah pada studi kasus jalan raya Selemadeg, Desa Bantas, Kecamatan Selemadeg Timur, Kabupaten Tabanan, Provinsi Bali. Hasil analisisnya nilai faktor keamanan (SF) lereng pada kontur alami kurang dari 1. Faktor keamanan (SF) mencapai angka lebih dari 1 setelah mengurangi kecuraman lereng dan dibangun dinding penahan tanah (Boris, 2011).

Purnamasari (2014) melakukan penelitian dengan mendesain geometri lereng menjadi lebih landai dan membuat terasering pada lereng mengetahui nilai faktor aman lereng pada kondisi sebelum perbaikan dan kondisi beberapa variasi terasering dengan beberapa kondisi muka air tanah menggunakan beban lalu lintas. Variasi terasering terhadap lereng adalah 1/4H, 1/3H,1/2H dimana H adalah ketinggian lereng. Hasil dari penelitian diperoleh nilai faktor aman berdasarkan fluktuasi muka air tanah serta penambahan beban akibat beban mati dan beban mati + beban hidup pada kondisi sebelum terasering lebih kecil daripada kondisi setelah terasering.

Boris (2011) melakukan penelitian pergerakan lereng terutama pada musim hujan di daerah Gonggang, Kabupaten Magetan. Lereng tanah dan batuan pada lokasi yang ditinjau memiliki kemiringan sampai lebih dari 60° dan setelah dianalisis dengan program merupakan daerah yang labil. Berdasarkan pengamatan di lapangan dan identifikasi jenis longsoran maupun penyebab gerakan tanah, maka tindakan pencegahan dan penanggulangan longsoran yang merusak pemukiman dan perkebunan yang berada di daerah Gonggang dan sekitarnya, Kecamatan Poncol, Kabupaten Magetan yang paling sesuai adalah dengan merubah kelandaian/geometri lereng, mengendalikan drainase dan rembesan, serta penambahan tembok penahan (retainingwall).

III. METODE

3.1. Lokasi

Lokasi penelitian dilakukan pada ruas jalan Jatimalang – Karanggede – Batas Jawa Tengah pada Sta 2+250 yang mengalami kelongsoran. Pemilihan lokasi oleh peneliti didasarkan pada status jalan yang merupakan jalan Kabupaten yang merupakan jalan wilayah perbatasan yang merupakan jalur alternatif memperpendek jarak tempuh antar kabupaten (Kabupaten Pacitan Provinsi Jawa Timur dengan Kabupaten Wonogiri Provinsi Jawa Tengah), dengan alinyemen jalan yang lebih baik, tapi sering mengalami kelongsoran dan



mengakibatkan korban jiwa dan sering membutuhkan penanganan pasca kelongsoran. Lokasi penelitian bisa dilihat pada gambar 1.

Gambar 1. Lokasi dan Visual Lereng

3.2. Tahapan

Untuk mempermudah analisa maka akan dibagi dalam beberapa tahapan yaitu:

- 1) Tahap persiapan.
Pendahuluan dalam penelitian ini meliputi penyusunan proposal, prediksi langkah-langkah yang akan dilakukan dalam proses penelitian, proses pengolahan data dan pembahasan hingga menghasilkan kesimpulan.
- 2) Tahap pengumpulan data-data.
Proses ini merupakan pengumpulan data-data baik data primer melalui pengeboran sampel tanah dilapangan maupun data sekunder yang mendukung dalam proses penelitian, meliputi data peta lokasi longsor, data dokumentasi lapangan, data survei dan pengukuran, data hasil pengeboran dilapangan dan data mutu bahan nailing dan data-data studi literatur.
- 3) Tahap penyelidikan data tanah di laboratorium.
Tahapan ini peneliti menggunakan data tanah hasil pengeboran dan dilakukan penyelidikan di laboratorium. Berdasarkan data hasil laboratorium, diperoleh sifat-sifat fisik tanah dan sifat mekanis tanah.
- 4) Tahap evaluasi dan perhitungan stabilitas lereng.
Proses evaluasi dan perhitungan stabilitas lereng dalam penelitian ini dilakukan pada ruas jalan Jatimalang – Karanggede – Batas Jawa Tengah pada Sta 2+250. Data yang diperoleh dilengkapi dengan data sekunder, riwayat ke-longsor, riwayat yang sudah terjadi, survei pengukuran, dan dokumentasi lapangan dijadikan dasar untuk menyusun geometri dan parameter input program analisis faktor keamanan lereng menggunakan Pro-gram Geoslope. Langkah penelitian dalam tahapan ini adalah menganalisa stabilitas lereng terhadap 2 bagian yaitu stabilitas lereng atas dan bawah. Program aplikasi komputer dalam pembahasan ini menggunakan program aplikasi GeoStudio 2007 for student versi 7 GeoStudio dengan sub aplikasi GeoSlope yang lebih khusus pada perhitungan stabilitas lereng. GeoSlope adalah merupakan salah satu komponen dari GeoStudio, dimana pembahasan lebih khusus pada stabilitas lereng, meliputi input data dan

evaluasinya, hasil grafik dan daftar variabel sepanjang permukaan gelincir lereng atau untuk menampilkan gaya yang bekerja pada masing-masing slice. Desain lereng rencana yang dianalisis dengan GeoSlope adalah desain lereng rencana sebelum dilakukan perkuatan. Hasil analisis dari GeoSlope menghasilkan garis bidang longsor paling kritis dengan koordinat titik pusat bidang longsor dan angka aman stabilitas lereng. Titik pusat bidang longsor dengan radius yang dihasilkannya.

- 5) Tahap pembahasan.
Pembahasan mencakup perhitungan nilai stabilitas lereng pasca penambahan kapasitas ruang milik jalan dengan desain lereng untuk kemiringan 40°, 45°, 50° dan 60°. Menggunakan nail bar untuk perkuatan lereng atas sesuai dengan standar ASTM A615, dengan daya dukung tarik 420 MPa (60 ksi atau Grade 60) atau 520 MPa (75ksi atau Grade 75) dengan panjang nail bar 12 m. Ukuran diameter 25, 29 dan 32 mm. Dinding penahan tanah gravitasi untuk lereng bawah.

IV. HASIL DAN DISKUSI

Kondisi umum lereng daerah ruas jalan Jatimalang – Karanggede – Bts. Jawa Tengah memiliki kondisi tanah yang sama, data tanah untuk lokasi Sta 2+250. Pengujian di laboratorium mekanika tanah sebanyak 3 (tiga) sampel. Pengujian dilakukan untuk memeriksa indeks properties tanah dan parameter kuat geser tanah.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pengujian *Index Properties*

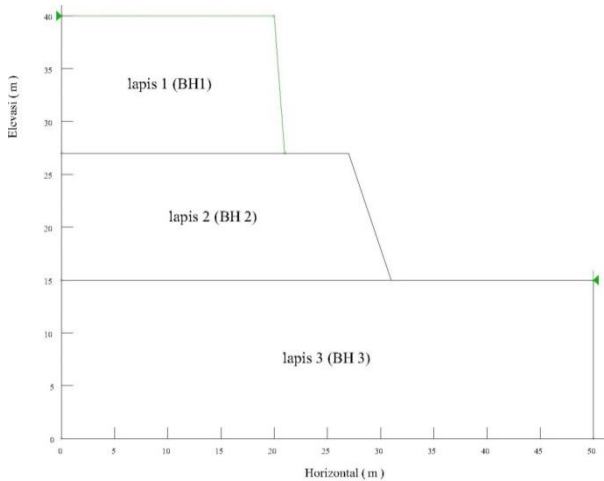
No.	Parameter Tanah	Satuan	Sampel BH 1	Sampel BH 2	Sampel BH 3
1.	w	%	41,15	43,22	25,60
2.	□ b	kN/m ³	1,79	1,76	1,80
3.	Gs		1,97	2,05	2,12
4.	Gravel	%	0,40	2,77	14,78
5.	Sand	%	22,55	44,00	46,73
6.	Silt & Clay	%	77,05	53,23	38,48
7.	LL	%	39,78	35,49	35,00
8.	PL	%	24,31	24,31	28,93
9.	PI	%	15,47	11,18	6,08
10.	Klasifikasi Tanah (USCS)		CL (Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berlanau)	ML (Lanau tak organik dan pasir sangat halus)	SM (Pasir berlanau, campuran pasir lanau)

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pengujian

Direct Shear

No.	Parameter Tanah	Satuan	Sampel BH 1	Sampel BH 2	Sampel BH 3
1.	c	kN/m ²	11,96	32,66	12,26
2.	φ	°	11,26	18,19	33,02
3.	Cu	kN/m ²	8,587	2,547	1,836

Berdasarkan hasil uji laboratorium mekanika tanah disimpulkan tanah berupa lanau lempung, campuran lanau-lempung. Tanah jenis ini mempunyai ciri yaitu tanah berbutir halus dengan lebih dari 50% lolos saringan nomor 200 (0.075 mm) dan banyak kandungan butiran halus.

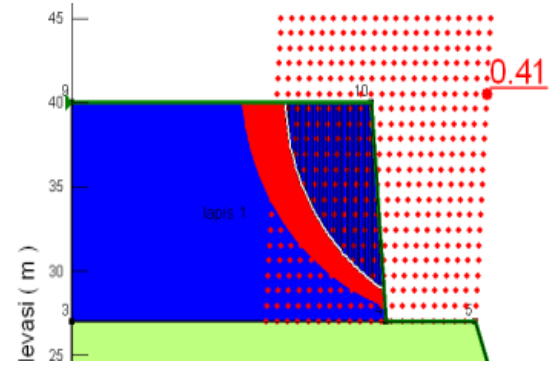


Gambar 2. Ilustrasi Geometri Lereng

Perhitungan Stabilitas Lereng

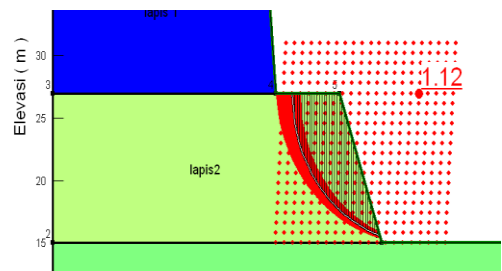
Stabilitas lereng dibagi menjadi 2 bagian yaitu stabilitas lereng atas dan bawah. Program aplikasi komputer dalam pembahasan ini menggunakan program aplikasi GeoStudio 2007 for student versi7 dengan sub aplikasi GeoSlope yang lebih khusus pada perhitungan stabilitas lereng. Perhitungan stabilitas lereng eksisting dianalisa tanpa ada penguatan tambahan pada lereng bagian atas dan lereng bagian bawah Sta. 2+250 dengan data-data lapangan dan hasil laboratorium. Mekanisme longsor terjadi akibat berkurangnya tahanan gaya dalam berupa tahanan geser material disepanjang bidang gelincir lereng. Tahanan geser di sepanjang bidang geser terkait dengan sudut gesek terdrainase (drained friction angle) tanah pada bidang longsor

Center X	Center Y	Radius
21.55	42.45	15.45



Gambar 3. Hasil Analisa GeoSlope lereng eksisting bagian atas

F of S	Center X	Center Y	Radius
1.12	***	34.55	27



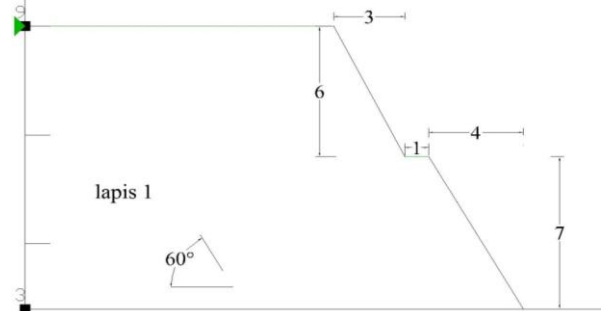
Gambar 4. Hasil Analisa GeoSlope lereng eksisting pada bagian bawah

Stabilitas Lereng Atas Dengan Perbaikan Geometri dengan Pelandaian

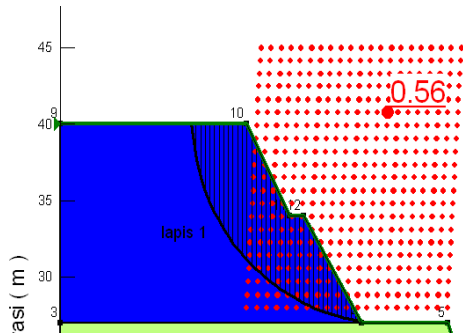
Stabilitas lereng dengan pelandaian adalah analisis berbentuk trap atau sistem terasering kondisi dimana lereng didesain kembali dengan kemiringan 40°, 45°, 50°, dan 60°, lereng diasumsikan terbentuk sesuai desain tanpa ada penguatan tambahan

Lereng didesain kembali berbentuk trap atau sistem terasering dengan kemiringan 40°, 45°, 50°, dan 60° lereng diasumsikan terbentuk sesuai desain tanpa ada penguatan tambahan.

Contoh desain lereng pelandaian 2 zone (1/2H) dengan sudut kemiringan 60° seperti Gambar 5.



Gambar 5. Desain lereng pelandaian 2 zone (1/2H) sudut kemiringan 60°



Gambar 6. Hasil Analisa GeoSlope lereng pelandaian 2 zone (1/2H) sudutkemiringan 60°

Perhitungan yang sama untuk variasi pelandaian yang lain disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Stabilitas Lereng dengan Variasi Pelandaian

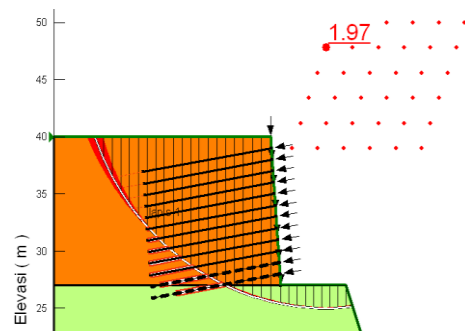
Lereng bagian atas	Sudut Lereng	SF
Lereng asli	86	0,41
Pelandaian 2 zone (1/2 H)	60	0,56
	50	0,65
	45	0,7
	40	0,76
Pelandaian 3 zone (1/3 H)	60	0,59
	50	0,66
	45	0,73
	40	0,82
Pelandaian 4 zone (1/4 H)	60	0,63
	50	0,73
	45	0,76
	40	0,90

Pelandaian berbentuk trap atau sistem terasering dilakukan pada lereng terjal dimana perbaikan dengan melandaikan lereng sulit dilakukan. Struktur trap dapat menghambat laju erosi dan menahan gerakan. Analisis terasering dilakukan untuk membandingkan hasil pelandaian lereng dan lereng eksisting, ternyata hasil pelandaian tidak meningkatkan angka faktor aman lereng. Dari sumber Bina Marga Kabupaten Pacitan daerah ruas jalan memang sangat terbatas sehingga untuk melandaikan lereng terhambat dari masalah pembebasan lahan. Permasalahan pembebasan lahan/ ruang ruas jalan menjadi dasar dalam penelitian ini untuk memilih alternative penguatan lereng / penanganan longsor. Sehingga analisis dilanjutkan dengan penguatan soil nailing.

Stabilitas Lereng Atas Dengan Soil Nailing

Stabilitas lereng dengan nailing direncanakan menggunakan nail barsesuai dengan standar ASTM A615, dengan daya dukung tarik 420 MPa (60 ksi atau Grade 60) atau 520 MPa (75ksi atau Grade 75) dengan panjang nail bar awal 12 m. Ukuran variasi diameternya 25, 29, dan 32

Perhitungan bidang longsor kritis dari aplikasi GeoSlope diperoleh lereng desain penguatan nailing dengan diameter nail bar 32 mm, nilai SF = 1,97 .



Gambar 7. Hasil Analisa GeoSlope Lereng Atas Penguatan nailing (nailbar 32 mm, panjang 12 m)

Perhitungan yang sama untuk variasi diameter yang lain disajikan dalam Tabel.4.

Tabel 4. Stabilitas Lereng dengan Variasi nail bar

Lereng bagian atas		SF
Lereng asli		0,41
nail bar 25 mm	Panjang Nail 12 m	1,44
	18 m	5,29
	12 m	1,64
nail bar 29 mm	12 m	1,97
	14 m	4,10

Berdasarkan evaluasi nilai stabilitas dari penguatan nail yang berbeda. Sehingga dapat disimpulkan dengan memperbesar diameter nail akan meningkatkan stabilitas lereng akan tetapi belum menebus bidang gelincir sehingga panjang nail diperpanjang dengan panjang 18 m dengan diameter 25 mm menebus bidang longsor dan angka aman tercapai.

Stabilitas Lereng Bawah Dengan Dinding Penahan Tanah Gravitasi (DPT)

Untuk Lereng bawah bawah desain dengan dinding penahan tanah tipe gravitasi dengan merubah dimensi dimana hasil hitungan yang dilakukan dengan merubah tinggi nilai stabilitas berubah. Adapun hasil perhitungan sebagaimana table 5 dibawah ini.

Tabel 5s Rekapitulasi Stabilitas Lereng penguatan DPT Variasi Dimensi

Lereng bagian bawah	SF
Lereng asli	1,12
DPT TYPE-1 Dengan Variasi Tinggi 3 m	1,49
DPT TYPE-2 Dengan Variasi Tinggi 4 m	1,53
DPT TYPE-3 Dengan Variasi Tinggi 5 m	1,62

Berdasarkan hasil yang diperoleh setelah lereng bagian bawah dibangun dinding penahan tanah tipe gravitasi, stabilitas lereng menjadi naik. Dengan merubah dimensi dinding penahan tanah ternyata nilai stabilitas berubah. Berdasarkan hasil analisis dinding type 3 memiliki nilai stabilitas yang paling tinggi. Konstruksi ini cukup ekonomis apabila persediaan batu kali cukup melimpah, juga konstruksi ini relatif tidak memerlukan banyak semen dan tulangan perkuatan.

V. KESIMPULAN

1. Dalam proses evaluasi, data nilai sudut geser tanah dan kuat geser tanah sangat menentukan dalam analisis desain lereng semakin besar nilai sudut geser tanah dan kusat geser tanah akan berpengaruh pada nilai stabilitas lereng.
2. Berdasarkan evaluasi, nilai stabilitas lereng eksisting secara keseluruhan tidak aman. Nilai stabilitas lereng eksisting kurang dari 1,5.
3. Perubahan geometri lereng dengan menggali bagian tertentu dari lereng merupakan usaha untuk mengurangi gaya yang menggerakkan lereng. Perbaikan stabilitas lereng dengan merubah geometri lereng bisa dilakukan dengan cara pelandaian dan terasering atau trap. Perubahan geometri lereng merupakan perbaikan yang relative mudah dan murah, namun tergantung pada ruang milik jalan yang tersedia.
4. Hasil pengamatan penulis di lapangan, permasalahan tenaga ahli dan administrasi menjadi kendala utama di beberapa ruas jalan sejenis, terutama penggunaan soil nailing.

REFERENSI

1. Arif, Musta'in., Widodo, Amien, (2007). Analisa Balik Kelongsoran, Karya Ilmiah, Jurusan Teknik Sipil, ITS, Surabaya
2. Boris, William. , (2011), Studi Gerakan Tanah Desa Gonggang dan Sekitarnya, Jurnal Ilmiah MTG vol. 4 No. 2, UPN, Yogyakarta
3. Fauzi, Aza Nur, (2012), Analisis Tegangan-Perpindahan dan Faktor Keamanan (SF) pada Lereng Miring dengan Perkuatan Soil Nailing Menggunakan Program Plaxis 8.2. Skripsi. Surakarta: Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret.

4. Jauhari, (2006). Geologi Lingkungan, Graha Ilmu, Yogyakarta.
5. Lazarte, C.A., Ph.D, P.E. , (2003), *Soil Nail Walls*, Report FHWA0-IF-03-017, Federal Highway Administration, Washington, D.C
6. Purnamasari, dkk., (2014), Desain Terasering pada Lereng Sungai Gajah Putih Surakarta, E-jurnal Matriks Teknik Sipil Vol. 2 No. 1, Hlm. 155-161.
7. Santi. Paul M., Bradley A. Crenshaw, C. Dale Elifrits, (2003). *Demonstration Projects Using Wick Drains to Stabilize Landslides*, Journal Geotechnical Engineering Division stability, in Tenth International Conference on Soil Mechanics Environmental & Engineering Geoscience, Vol. IX, No. 4, November 2003, pp. 339–350. DOI: 10.2113/9.4.339
8. Suwarsa, Tjokorda Gde Putra., Made Dodiak Wirya Ardana, Made Aryati, (2010). Analisis Stabilitas Lereng Pada Badan Jalan dan Perencanaan Perkuatan Dinding Penahan Tanah, Volume 14, No.1, halaman 36-42 Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Universitas Udayana, Denpasar.
9. Wiqoyah, Q., Sri Wulyani R.W. , (2006). Evaluasi Penanganan Kelongsoran pada Ruas Jalan Majenang-Wanareja (Cilacap) dan Penanganannya dengan Geotekstil, Volume 6, Nomor 2 Juli 2006 halaman 77-86 Jurnal Dinamika Teknik Sipil, UMS Surakarta.