

ANALISA STABILITAS KELONGSORAN LERENG TERBATAS DENGAN PROGRAM BANTU SOFTWARE GEOSTUDIO 2007

Hanafiah¹⁾, Supardin²⁾

Program Studi DIV Perencanaan Jalan dan Jembatan,

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe

email: hanz1158@gmail.com¹⁾, pardin211965@gmail.com²⁾

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v8i1.142>

Abstrak

Penelitian ini membahas tentang analisa mekanisme gerakan longsor yang terjadi pada areal sekitar lokasi dusun Bidadari, desa Leubok Pusaka, kecamatan Langkahan, kabupaten Aceh Utara, Kondisi bentang alam yang cukup curam dan kondisi tanah yang kurang stabil, menjadikan tanah di areal lokasi merupakan tanah yang berpotensi longsor. Analisa stabilitas lereng difokuskan pada areal 3 lokasi pengamatan, lokasi titik 01 dan 02 mewakili kelongsoran B-B dan titik 03 dan 04 mewakili kelongsoran lokasi C-C dan titik 05 dan 06 mewakili daerah kelongsoran A-A. Berdasarkan hasil pengujian lapangan sondir (*CPT test*) dan geolistrik (*geosismis*) diperoleh data tentang lapisan tanah berupa *silty clay*, *verystiff*, berupa lanau-kelempungan-kerikil, lanau-pasir dan lapisan bebatuan. Untuk mengetahui kemantapan lereng (*slope stability*) digunakan program bantu Geostudio 2007, metode *Morgenstern Price*. Hasil analisa menunjukkan bahwa nilai faktor keamanan lereng pada lokasi B-B sebesar $2.54 > 1.5$ (relatif aman), pada lokasi C-C sebesar $1.07 < 1.5$ dan pada lokasi A-A sebesar $1.15 < 1.5$. Kedua lokasi ini menunjukkan nilai factor stabilitas lereng kurang dari yang dipersyaratkan dengan kondisi lereng yang berpotensi terjadi longsor. Selain itu hasil analisa resiko bagi pemukiman dan kondisi bangunan serta kemantapan badan jalan masih berada dalam taraf beresiko menengah dan beresiko tinggi. Disarankan penanganan lereng yang berpotensi longsor dapat dilakukan dengan beberapa alternative, seperti memproteksi lereng dengan tembok penahan tanah (*retaining wall*), memasang turap (*sheet pile*), beronjong (*gabion*) dan memberi perkuatan lereng (*geotextile*). Dari beberapa metode proteksi tersebut, cara yang paling mudah dalam pelaksanaan adalah dengan memasang *sheet pile* dari baja galvanis hingga kedalaman 20 meter melewati bidang gelincir telah dapat meningkatkan nilai faktor keamanan > 1.5

Kata kunci: *longsor, stabilitas lereng, factor keamanan, analisa resiko, proteksi lereng*

Abstract

This paper discusses the analysis of the mechanism of landslide movement that occurred in the area around the location of Bidadari Village, Leubok Pusaka Village, Langkahan Sub-district, North Aceh Regency, the condition of the landscape is quite steep and soil conditions are less stable, making the land diareal location is potentially landslide. Slope stability analysis focused on 3 sites of observation locations, the locations of points 01 and 02 representing the B-B cluster and the points 03 and 04 represent the C-C site shear and the points 05 and 06 representing the A-A landscape region. Based on the results of field testing sondir (*CPT test*) and geolistrik (*geosismis*) obtained data about the soil layer contained in the location location of silty clay, *verystiff* in the form of silt-gravel, silt-sand, and rock layers. To find out the slope stability (*slope stability*) is used Geostudio aids program 2007, *Morgenstern Price* method. The result of analysis shows that the value of slope safety factor at B-B

location is $2.54 > 1.5$ (relatively safe), at C-C location of $1.07 < 1.5$ and at A-A location of $1.15 < 1.5$. These two locations indicate a slope stability factor value of less than required, with slope conditions that could potentially occur in landslides. In addition, the result of risk analysis for settlement and the condition of the building and the stability of the road body is still in the middle of high risk and high risk. It is advisable that the handling of slopes with the potential for landslides can be done with several alternatives, such as protecting slopes with retaining walls, installing sheet pile, gabion and geotextile reinforcement. Of the several protection methods, the easiest way to do this is to install a sheet pile of galvanized steel to a depth of 20 meters across the slip field has been able to increase the value of the safety factor > 1.5

Keywords: *landslide, slope stability, safety factor, risk analysis, slope protection*

1. Latar Belakang

Lokasi yang akan dijadikan objek kajian kelongsoran di sekitar dusun Bidadari, desa Leubok Pusaka, kabupaten Aceh Utara, luas areal tanah yang berpotensi amblas sekitar 500 meter bujur sangkar dan hampir menjangkau lokasi gedung sekolah dan perumahan penduduk setempat. Untuk badan jalan terjadi retak berat dan retak ringan mencapai hampir sepanjang 700 meter (Alami Longsor, Warga Pedalaman Surati Bupati Aceh Utara, 2015), areal kelongsoran berdekatan dengan lahan milik Exxon Mobil, jumlah penduduk yang terkena imbas mencapai 142 kepala keluarga, warga menduga longsor disebabkan hujan deras dan tanah yang labil. Masyarakat membenarkan tanah longsor di dusun Bidadari, desa Lubok Pusaka, berdekatan dengan kawasan tanah amblas yang terjadi akhir 2008 silam, diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Tipe kelongsoran tepat pada badan jalan

Mengingat pentingnya dilakukan penyelidikan dan kajian yang lebih mendalam tentang penyebab kelongsoran di daerah tersebut, maka lingkup pekerjaan difokuskan pada investigasi pergerakan tanah di lokasi SLS-D1. Lokasi ini berbatasan dengan dusun Bidadari yang padat penduduk. Pekerjaan ini dilakukan untuk mengetahui penyebab dari pergerakan tanah serta mencari metode yang tepat untuk menanggulungnya (Bowles et al, 1991). Adapun ruang lingkup pekerjaan yang dilakukan antara lain:

- a) Kunjungan lapangan
- b) Survey topografi dan pemetaan
- c) Analisa tanah yang mencakup uji sondir, uji geolistrik dan uji laboratorium
- d) Analisa stabilitas kelongsoran (*slope stability*) dan alternative penanganan yang direkomendasikan bagi pihak terkait.

2. Metode Penelitian

Pengumpulan data dilakukan dengan cara survey investigasi observasi langsung ke areal kondisi eksisting. Selain itu mengidentifikasi kawasan di areal tanah longsor untuk keperluan analisis data, seperti factor yang berpengaruh terhadap kerentanan masyarakat pada kawasan rawan tanah longsor (Departemen Pekerjaan Umum, 1987). Hal lain diperlukan analisa zona kelongsoran yang mewakili zona tingkat kerentanan tanah longsor untuk keperluan analisis awal, dengan maksud untuk melihat sejauh mana kestabilan tanah lokasi yang ditinjau, Untuk mempermudah analisa kelongsoran digunakan alat bantu software Geostudio 2007 (Geostudio,2007).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Survey

Dari hasil survey, longsor yang terjadi di SLS -D1 pada sisi timur membentang sepanjang lebih kurang 400 m, dan melebar membentuk lereng hampir 50 m. Penurunan muka tanah berkisar 0.5-10 m. Dari hasil survey lapangan dan berdiskusi dengan pihak *ExxonMobil*, diputuskan titik pengambilan data yang merepresentasikan kondisi lereng seperti diperlihatkan pada gambar 2.



Gambar 2 Rencana titik-titik pengambilan data

3.2 Hasil Penyelidikan Sondir

Penyelidikan sondir dilakukan pada titik-titik seperti diperlihatkan pada Gambar 3, dari hasil pengujian sondir, dapat direkapitulasi dan diketahui klasifikasi jenis lapisan tanah seperti pada Tabel 1 dan diketahui lapisan tanah keras masing-masing pada titik 01 pada kedalaman 4,0 m dan pada titik 02 kedalaman tanah keras 6,6 m. Pada titik 03 pada kedalaman 4,2 m dan pada titik 04 kedalaman tanah keras 6,0 m. Pada titik 05 pada kedalaman 4,0 m dan pada titik 06 kedalaman tanah keras 8,0 m. Kedalaman rata-rata tersebut akan digunakan untuk perhitungan analisa kestabilan lereng pada ke tiga areal kelongsoran, areal kelongsoran B-B pada titik 03 dan 05, kelongsoran C-C pada titik 03 dan 05 dan kelongsoran A-A pada titik 04 dan 06

Tabel 1 Rekapitulasi hasil uji sondir konsistensi tanah berdasarkan uji CPT

Kedalaman (m)	Rerata nilai qc (kg/cm ²)	Rerata FR (%)	Diskripsi Lapisan Tanah
(Titik uji 01 dan 02)			
(0,0 - 3,0)	16.38	0.46	Silty Clay
(3,0 - 6,6)	74.44	0.66	Very Stiff
(Titik uji 03 dan 04)			
(0,0 - 2,6)	20.71	0.42	Silty Clay
(2,5 - 5,0)	35.92	0.48	Silty Clay
(5,0 - 6,0)	93.17	0.67	Very Stiff
(Titik uji 05 dan 06)			
(0,0 - 3,0)	19.43	0.42	Silty Clay
(3,0 - 6,4)	42.18	0.55	Silty Clay
(6,4 - 8,0)	78.44	0.56	Very Stiff

3.3 Hasil Penyelidikan Geolistrik

Perkiraan ketebalan dan kedalaman lapisan-lapisan tanah diukur dengan alat geolistrik, yakni dengan menginjeksikan arus melalui dua batang elektroda arus maka beda potensial yang muncul dapat terukur dari elektroda potensial (Carter et al, 1991). Variasi harga tahanan jenis akan didapatkan jika jarak masing-masing elektroda diubah, sesuai dengan konfigurasi alat yang dipakai (*metode Schlumberger*). Pada metode tahanan jenis diasumsikan bahwa bumi bersifat homogen isotropik, dimana nilai tahanan jenis yang terukur bukan merupakan harga sebenarnya akan tetapi merupakan nilai tahanan jenis semu (*apparent resistivity*). Tampilan data pengujian seperti yang diperlihatkan pada Tabel 2.

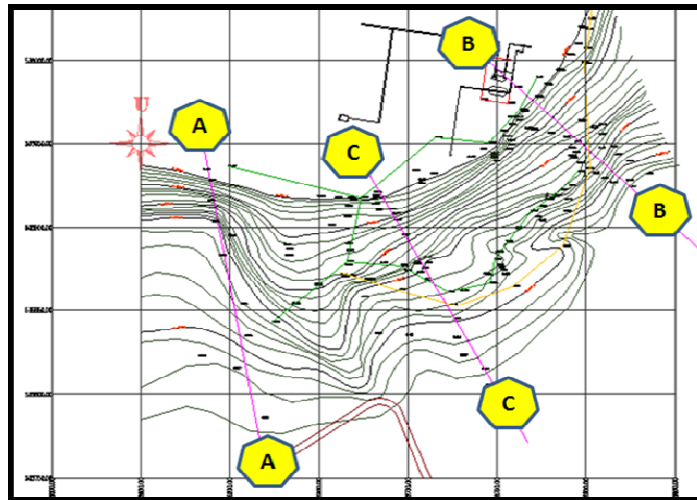
Tabel 2 Hasil pengukuran geolistrik

Description Point Geolistrik 01				
Point	Depth (m)	Resistivity (Ohm)	Soil Description	Remark
GL-01	0.0-1.2	46.19	Silty Sand	Top Soil
	1.2-1.6	205.98	Gravel	
	1.6-3.5	669.89	Gravelstone Tuffan	
	3.5-6.6	2659.17	Sandstone	
	6.6-11.9	888.46	Sandstone Tuffan	
	11.9-57.8	44.68	Gravel	
	>57.8		Sand	
Description Point Geolistrik 02				
GL-02	0.0-1.5	405.55	Gravelly Sand	Top Soil
	1.5-2.3	258.00	Sand Gravel	
	2.3-7.3	75.69	Gravelly Sand	
	7.3-20.2	52.22	Coarse Sand	Water
	20.2-52.6	34.47	Silty Sand	
	52.6-89.7	23.53	Silty Sand	
	89.7-126.8	18.34	Sandy Silt	
	>126.8	15.53	Clay	

Dari Tabel 2 dapat diperoleh informasi tentang kedalaman lapisan tanah, klasifikasi lapisan tanah dan letak muka air tanah pada masing-masing areal titik pengamatan. Pada areal kelongsoran B-B titik 01 kedalaman maksimum 57.8 m, pada titik 02 hingga kedalaman 126.8 m dan letak muka air tanah pada kedalaman 7.3 m, dan pada areal kelongsoran C-C titik 03 kedalaman maksimum 54.3 m, pada titik 05 hingga kedalaman 64.4 m dan letak muka air tanah pada kedalaman 8.9 m. Pada areal kelongsoran A-A titik 05 kedalaman maksimum 30.2 m, dan letak muka air tanah pada kedalaman 4.1 m dan pada titik 06 hingga kedalaman 92.5 m.

3.4 Hasil Topografi

Topografi bertujuan memetakan areal dampak longsoran yang terjadi pada SLS- D1. Hasil topografi memperlihatkan kontur permukaan tanah dan situasi lokasi. Beberapa potongan dilakukan untuk memperlihatkan lereng yang terbentuk seperti potongan keruntuhan bidang longsor pada A-A, potongan B-B dan bidang keruntuhan C-C. Hasil topografi diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Hasil Topografi

3.5 Hasil Sampling Tanah

Untuk mengetahui kuat geser tanah pada daerah lereng, maka dilakukan pengambil sample contoh asli yang tidak terganggu (*undisturb sample*). Pengambilan sampel masing-masing satu sample pada lokasi B-B, C-C dan lokasi AA. Terhadap sampel tanah tersebut selanjutnya dilakukan uji dilaboratorium. Hasil pengujian seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

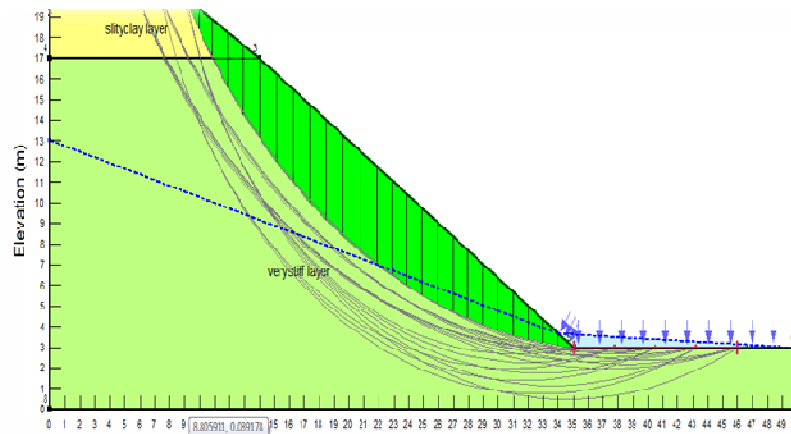
Tabel 3 Hasil Pengujian Geser Langsung

Lokasi pengambilan sampel	Parameter pengujian		
	γ (gr/cm ³)	C (kg/cm ²)	ϕ (derjat)
A-A	1.73	0.089	30.88
B-B	1.81	0.044	39.28
C-C	1.98	0,256	21.16

Dari pengambilan sample test pit dilapangan dan hasil pengujian geser langsung di laboratorium untuk kondisi tanah di lokasi A-A dominan krikil dan pasir sisanya lapisan lanau dan tanah lempung, demikian juga tanah di lokasi B-B dominan krikil dan pasir sisanya lapisan lanau dan tanah lempung. sedangkan tanah di lokasi C-C dominan tanah lempung campur material berkrikil dan pasir.

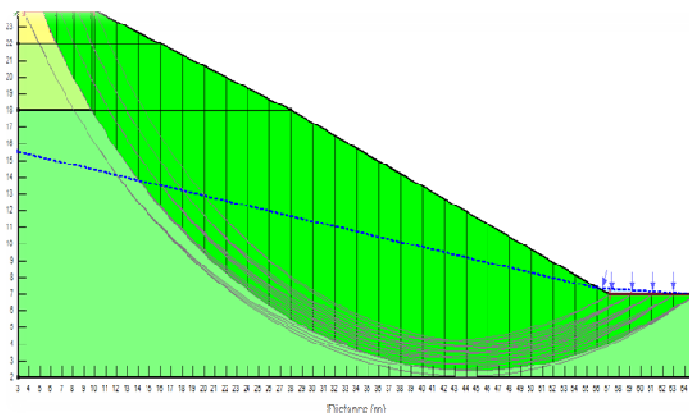
3.6 Analisa Faktor Keamanan Lereng

Berdasarkan peta topografi, sondir dan geolistrik maka, dilakukan analisis data yang dibagi atas *section* bidang gelincir A-A, B-B dan C-C. Dengan memanfaatkan program bantu Geostudio 2007 bentuk keruntuhan lereng dapat digambarkan sekaligus diperoleh nilai faktor keamanan (SF) masing-masing lokasi. Analysis out put program Geostudio 2007 seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6.



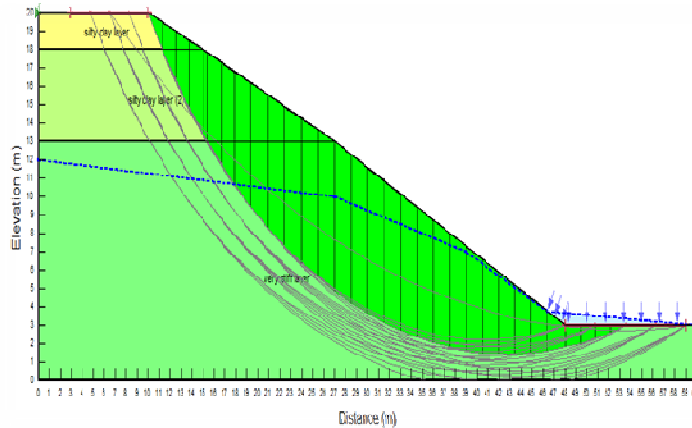
Gambar 4 Typical crosssection bidang gelincir A-A

Hasil analysis potongan bidang gelincir A-A menunjukkan bahwa faktor keamanan keruntuhan (SF) sebesar $1.15 < 1.5$, hal ini menunjukkan bahwa kondisi stabilitas lereng berada dalam keadaan kritis.



Gambar 5 Typical crosssection bidang gelincir B-B

Selanjutnya untuk potongan B-B hasil analysis menunjukkan bahwa faktor keamanan keruntuhan Lereng sebesar $2.54 > 1.5$, hal ini menunjukkan bahwa kondisi stabilitas lereng pada crosssection B-B berada dalam keadaan stabil (aman). Untuk potongan bidang gelincir C-C hasil analysis menunjukkan bahwa faktor keamanan $1.11 < 1.5$, hal ini menunjukkan bahwa kondisi stabilitas lereng berada dalam keadaan kritis.



Gambar 6 Typical crosssection bidang gelincir C-C

Hasil analisis faktor keamanan (*safety factor, SF*) untuk masing-masing lereng seperti yang terdapat dalam Tabel 4

Tabel 4 Nilai Faktor Keamanan (*FS*) Lereng di sekitar Kelongsoran

Slope	Faktor Keamanan safety factor	
	Kemiringan slope	(<i>FS</i>)
Arah - A-A	30.19°	1.15
Arah - B-B	19.89°	2.54
Arah -C-C	17.10°	1.06

Dari Tabel 4 menunjukkan bahwa lereng yang terdapat pada lokasi di sekitar longsor dapat dikatakan berada dalam kondisi kurang stabil. Hal ini dapat dilihat dari nilai faktor keamanan pada ke-3 arah lereng yang ditinjau ada dua kondisi lereng <mempunyai nilai rerata SF < dari 1.20 dan satu pias lereng > 1,5.

3.7 Analisis Resiko

Resiko merupakan bahaya yang dapat terjadi akibat suatu proses yang sedang berlangsung atau kejadian yang akan datang. Resiko juga dapat diartikan sebagai suatu keadaan ketidakpastian, dimana jika terjadi suatu keadaan yang tidak dihendaki, dapat menimbulkan kerugian. Resiko dapat didefinisikan sebagai fungsi dari satu per *SF* (*safety factor*) dari nyawa manusia, jalan raya, bangunan dan lain-lain, dalam bentuk persamaan:

$$R_{\text{isiko}} = f \left[\frac{1}{f} (\text{Nyawa manusia, Jalan, Bangunan, Lain - lain}) \right] \quad (1)$$

Keterangan,

- Manusia adalah yang menjalankan kehidupan, karena tanpa manusia kehidupan tidak bisa berjalan. Sehingga, nyawa manusia dapat diasumsikan mempunyai nilai resiko yang paling tinggi.
- Jalan merupakan bangunan penting sebagai prasarana transportasi. Selain itu, jalan juga sebagai penunjang kegiatan manusia. Jalan juga memiliki arus lalu lintas. Sehingga jalan dapat diasumsikan sebagai kepentingan sesudah nyawa manusia. Oleh karena itu, jalan diasumsikan mempunyai nilai resiko yang lebih rendah dari nyawa manusia.
- Bangunan juga merupakan prasarana yang patut diperhitungkan setelah jalan. Sehingga, bangunan diasumsikan mempunyai nilai resiko yang lebih rendah dari jalan.
- Lain-Lain adalah hal-hal yang di luar manusia, jalan dan bangunan, seperti hewan, ladang, sawah dan sebagainya, lain-lain diasumsikan mempunyai nilai resiko yang paling rendah.

Untuk mengklasifikasikan tingkat resiko, maka faktor-faktor penting tersebut dapat diasumsikan mempunyai nilai resiko, seperti dalam Tabel 5.

Tabel 5 Nilai Resiko

Jenis Resiko	Nilai Resiko
Nyawa manusia	10
Konstruksi Jalan	7
Konstruksi Bangunan	5
Lain-lain	2

Dengan mengasumsikan bahwa nilai faktor keamanan (SF) yang terkecil adalah 1.20, maka nilai resiko berdasarkan jenis resiko dapat dihitung;

- untuk resiko nyawa Manusia = Nilai Bangunan/ SF = $10/1,2 = 8.3$;
- untuk resiko jalan raya = Nilai Konstruksi Jalan/ SF = $7/1,2 = 5.83$,
- untuk resiko bangunan = Nilai Konstruksi Bangunan/ SF = $5/1,2 = 4.16$;
- serta untuk resiko lain-Lain = Nilai Lain-lain/ SF = $2/1,2 = 1.66$

Dengan diperolehnya nilai resiko maka jenis-jenis resiko dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Tabel 6 Klasifikasi Jenis-jenis Resiko

Nilai Resiko	Jenis Resiko
<2	Tidak beresiko
2-5	Resiko rendah
5-8	Resiko menengah
>8	Resiko Tinggi

Adapun hasil yang diperoleh dari nilai resiko dapat digunakan untuk menganalisa klasifikasi taraf resiko yang timbul pada masing-masing lokasi.

Untuk jelasnya taraf resiko yang timbul pada ke tiga lokasi seperti yang diperlihatkan pada Tabel 7.

Tabel 7 Nilai Resiko dan klassifikasi resiko pada lokasi pengamatan

Lereng	Nilai Faktor Keamanan (FS)	Konsekuensi	Nilai Resiko	Resiko
Cross sec A-A	0.997	Pemukiman, Jalan, Lain-lain	24.07	Resiko Tinggi
Cross sec B-B	1.644	Pemukiman, Jalan, Lain-lain	14.60	Resiko Tinggi
Cross sec C-C	4.144	Pemukiman, Jalan, Lain-lain	5.79	Resiko Menengah
Cross sec A-A	0.997	Jalan, Lain-lain	9.03	Resiko Menengah
Cross sec B-B	1.644	Jalan, Lain-lain	5.47	Resiko Menengah
Cross sec C-C	4.144	Jalan, Lain-lain	2.17	Resiko Menengah

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Dari hasil survey dan analisis data terhadap pergerakan tanah di lokasi kelongsoran dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain; *Assessment* mengidentifikasi bahwa kelongsoran tanah diakibatkan oleh kondisi topografi alam yang relatif curam dan kondisi tanah yang kurang stabil.

Hasil analisis menunjukkan adanya area yang berada dalam kondisi kurang stabil berada pada bidang kelongsoran (A-A dan C-C) yang memiliki nilai *safety factor* <1.5. Dibutuhkan usaha perbaikan areal longsor, diantaranya dengan memproteksi lereng dengan tembok penahan tanah (*retaining wall*), memasang turap (*sheet pile*), beronjong (*gabion*) dan memberi perkuatan lereng (*geotextile*) untuk menanggulangi area yang berpotensi terjadinya kelongsoran.

4.2 Saran

Setelah mengetahui bahwa dari tiga lokasi kajian, dua lokasi masih dalam taraf tidak stabil, maka diperlukan usaha penanganan lereng agar dapat lebih menjadi stabil, terutama pada daerah bidang gelincir A-A dan C-C, Untuk kedua lokasi ini hindari mendirikan bangunan perumahan di sekitar sisi timur yang membentang sepanjang lebih kurang 400 m, dan lebar area lereng sepanjang 50 m, terutama pada daerah yang berpotensi besar terjadinya longsor.

Untuk memproteksi keruntuhan lereng sepanjang kelongsoran dapat digunakan beberapa alternatif, antara lain; tembok penahan tanah dari beton bertulang (*retaining wall*), pemancangan turap baja galvanis (*sheet pile*) sepanjang daerah longsor atau memasang lapisan penguat lereng (*reinforcement geotextile*).

Selain itu dianjurkan untuk menata topografi lahan permukaan lereng dengan cara membuat lereng bertangga dengan beberapa teras atau melakukan penghijauan untuk mengurangi pergerakan tanah.

Daftar Kepustakaan

- Alami Longsor, Warga Pedalaman Surati Bupati Aceh Utara*, 2015, <http://www.aktual.com/alami-longsor-warga-pedalaman-surati-bupati-aceh-utara>, diunduh 20 Februari 2015
- Bowles, Joseph E & Hainim, Johan K, 1991, *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*, Erlangga, Jakarta
- Carter, Michael & Bentley, Stephen, P, 1991, *Correlations of Soil Properties*, Pentech Press Publishers, London
- Departemen Pekerjaan Umum, 1987. *Petunjuk Perencanaan Penganggulangan Longsoran*, SKBI – 2.3.06, Yayasan Badan Penerbit PU.
- GeoStudio 2007 version 7.1*, 2007,. Copyright © 1991-2008 GEO-SLOPE International Ltd. (2015) <http://www.geo-slope.com/support/geostudio2007>