

ANALISIS STABILITAS DAN PEMILIHAN PERKUATAN LERENG PADA RUAS JALAN PEMUDA KM. 3 KABUPATEN KOLAKA PROVINSI SULAWESI TENGGARA

Isramyano Yatjong¹, Fachryano²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil FST Universitas Sembilanbelas November Kolaka
Jl. Pemuda, Taha, Kolaka, Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara, 93561
Email:¹isramyanost@yahoo.co.id, ²fachryano1911@gmail.com

Masuk: 1 Desember 2017, Revisi masuk: 30 Desember 2017, Diterima: 15 Januari 2018

ABSTRACT

Slope conditions have been excavated due to widening of the road from the toe to the top of the slope. High rainfall intensity causes erosion along the slope surface and circular landslide on the slope. Geotechnical investigation was conducted to obtain data of physical and mechanical properties of soil in landslide area. Slope geometry excavated based on field conditions. Slope stability is based on a safety factor of 1,3 using the Bishop limit equilibrium method via Slide v.06 and finite element method through Phase2 v.08 software and provides slope reinforcement method. The result of slope stability analysis using Slide v.06 is the value of critical safety factor equal to 1,009 with the landslide area of the first bench and the second bench. While the results of the analysis using the Phase2 v.08 is the value of critical safety factor equal to 0,980 with the landslide area of the first bench and the second bench. Both critical safety factors indicate unstable before to slope reinforcement that is still below the permit SF of 1,30 so that reinforcement is required stone retaining wall, pipe installation on slope face, make a water trench, planting and maintain vegetation at the top of the slope.

Keywords: *phase2, reinforcement, safety, slide, slope.*

INTISARI

Kondisi lereng telah tergal akibat pelebaran jalan mulai kaki lereng sampai puncak lereng. Intensitas hujan yang cukup tinggi menyebabkan erosi di sepanjang permukaan lereng dan longsoran busur pada badan lereng. Penyelidikan geoteknik dilakukan untuk mendapatkan data sifat fisik dan mekanik material tanah pada daerah longsoran. Geometrik lereng tergal didasarkan pada kondisi lapangan. Stabilitas lereng didasarkan pada nilai faktor keamanan sebesar 1,30 menggunakan metode keseimbangan batas Bishop melalui *software Slide v.06* dan metode elemen hingga melalui *software Phase2 v.08* dan memberikan metode penanganan perkuatan lereng. Hasil analisis stabilitas lereng menggunakan program *Slide v.06* yaitu nilai faktor keamanan kritis sebesar 1,009 dengan garis kelongsoran pada *bench* pertama dan *bench* kedua. Hasil analisis menggunakan program *Phase2 v.08* diperoleh nilai faktor keamanan kritis sebesar 0,980 dengan garis kelongsoran pada *bench* pertama dan *bench* kedua. Kedua faktor keamanan kritis tersebut menandakan lereng tidak stabil atau longsor sebelum dilakukan perkuatan lereng yaitu masih di bawah FK ijin sebesar 1,30 sehingga diperlukan perkuatan lereng berupa dinding penahan pasangan batu, pemasangan pipa air tanah pada badan lereng, pembuatan parit air hujan dan penanaman serta memelihara vegetasi di puncak lereng.

Kata-kata kunci: keamanan, lereng, perkuatan, *phase2*, *slide*.

PENDAHULUAN

Pada daerah penelitian, kondisi lerengnya telah tergal akibat pelebaran jalan mulai kaki lereng sampai puncak

lereng. Di atas atau puncak lereng terdapat beberapa bangunan pemerintah daerah Kolaka dan jalan aspal, sedangkan di bawah kaki lereng terdapat

badan jalan raya dan di bagian bawahnya merupakan area permukiman penduduk. Kolaka merupakan daerah yang memiliki intensitas curah hujan yang cukup tinggi di mana air hujan tersebut berinfiltrasi masuk ke dalam lereng tersebut dan menyebabkan erosi disepanjang permukaan lereng serta bertambahnya kecuraman lereng sehingga dapat mengurangi kestabilan. Penanganan perkuatan yang direncanakan pada lereng tergal tersebut yaitu struktur dinding penahan tanah menggunakan pasangan batu gunung. Seiring waktu, lereng yang belum terpasang oleh perkuatan menyebabkan di sebagian besar dari lereng yang tergal mengalami longsor busur dan membentuk alur-alur air akibat erosi air hujan.

Beranjak dari fakta di lapangan ditemukan permasalahan dan dituangkan dalam rumusan masalah sebagai berikut:

- Bagaimana tingkat stabilitas lereng pada lokasi penelitian?
- Bagaimana bentuk penanganan terhadap potensi kelongsoran?

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

- Menganalisis stabilitas lereng pada ruas jalan Pemuda KM. 3 Kabupaten Kolaka.
- Memberikan penanganan perkuatan lereng pada ruas jalan Pemuda KM.3 Kabupaten Kolaka.

Data yang diperlukan untuk penelitian ini yaitu:

- data sekunder berupa peta lokasi
- data primer berupa pengukuran geometri lereng, pengeboran tanah dan pengujian sampel tanah di laboratorium mekanika tanah serta dokumentasi.

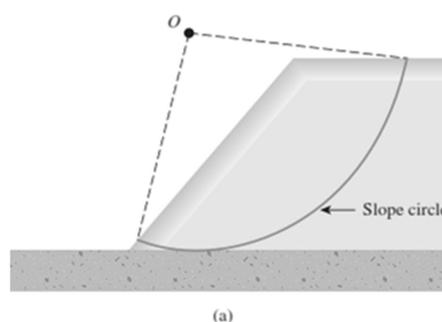
Analisis data, perhitungan, dan pemodelan terbagi menjadi tiga kegiatan utama, yaitu:

- Pendeskripsian sifat-sifat tanah.
- Perhitungan stabilitas lereng berdasarkan metode Bishop program *Slide v.06* dan metode elemen hingga *software Phase2 v.08* dengan memasukkan parameter-parameter tanah yang telah diuji.
- Analisis stabilitas lereng didasarkan pada nilai Faktor Keamanan (FK).

Setelah didapatkan tingkat stabilitas lereng hasil analisis stabilitas maka ditentukan apakah membutuhkan perkuatan lereng atau tidak. Jika dibutuhkan, dipilih metode penanganan perkuatan lereng yang cocok diterapkan sesuai nilai keamanan struktur dan kemudahan kerja.

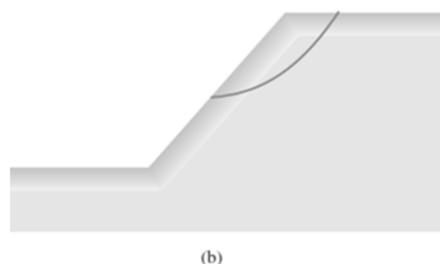
Secara umum, keruntuhan lereng dapat terjadi dari beberapa model keruntuhan yaitu:

- Bila keruntuhan terjadi sepanjang bidang gelincir dari atas (*top*) ke bawah lereng (*toe*) disebut *slope failure*/keruntuhan lereng (Gambar 1a).



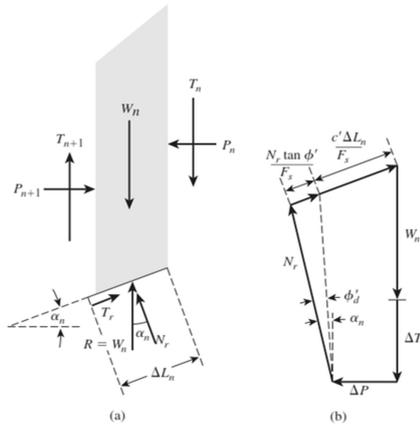
Gambar 1a. Keruntuhan lereng
(Das,2010)

- Dalam keadaan tertentu, keruntuhan dapat terjadi di sebagian lereng bagian atas dinamakan *shallow slope failures*/keruntuhan dangkal (Gambar 1b).



Gambar 1b. Keruntuhan dangkal
(Das, 2010)

- Bila keruntuhan terjadi sepanjang bidang gelincir mulai atas lereng (*top*) sampai melewati kaki lereng (*toe*) atau garis lingkaran busurnya keluar lereng maka disebut *base failure* /keruntuhan dasar (Gambar1c).



Gambar 3. Gaya pada salah satu irisan ke-n (Das,2010)
a. Gaya-gaya yang bekerja pada irisan ke-n
b. Gaya kesetimbangan secara *polygon*

Pendekatan umum dalam analisis kestabilan lereng adalah menggunakan metode elemen hingga yaitu metode pengurangan kekuatan geser (*shear strength reduction*). Esensi dari metode elemen hingga dengan teknik reduksi kekuatan geser adalah pengurangan pada nilai parameter kekuatan tanah sampai tanah mengalami keruntuhan. Parameter kekuatan tanah c'_f dan w'_f digunakan dalam prosedur metode elemen hingga didefinisikan sebagai rasio antara parameter kekuatan geser aktual terhadap faktor reduksi kekuatan geser F_t , yaitu:

$$C'_f = \frac{c'}{F_t} \dots \dots \dots (4)$$

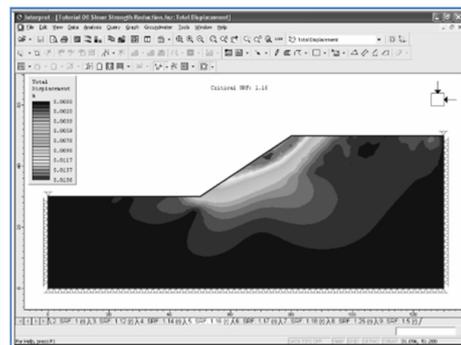
$$\phi'_f = \arctan \left(\frac{\tan \phi'}{F_t} \right) \dots \dots \dots (5)$$

Dimana F_t sama dengan faktor reduksi kekuatan geser, C'_f adalah kohesi dan ϕ'_f adalah sudut gesek dalam. Faktor Keamanan (FK) besarnya sama dengan nilai F_t pada saat tepat terjadi keruntuhan (Maosong dan Cang, 2009).

Metode numerik menggunakan program *Phase2 v.08* untuk analisis stabilitas lereng didasarkan pada metode pengurangan kekuatan geser (*Shear Strength Reduction/SSR*). Keuntungan dari metode reduksi kekuatan geser yaitu tidak perlu ditentukan keruntuhan

permukaannya atau mencari minimum keruntuhan permukaannya, regangan dan perpindahan dalam tanah/batuan dapat dihitung serta keruntuhan progresifnya dapat dimodelkan (*Manual Phase2v.8, 2007*).

Dalam program *Phase2 v.8*, input data yang dimasukkan yaitu modulus elastisitas (E), Poisson rasio (ν), berat unit (γ), kohesi (C), sudut gesek dalam (ϕ), kuat tarik (σ_t), tegangan tanah *in-situ* (σ), dan level muka air tanah. Model material dipilih sebagai material yang mengikuti mode I Mohr-Coulomb sebagai kriteria keruntuhan dan tipe analisis model mengikuti konsep *plane-strain* serta model konstitutif yaitu elasto-plastik (*Manual Phase2v.8, 2007*). Contoh model simulasi perpindahan lereng dengan *Phase2 v.8* ditampilkan pada Gambar 4 (*Rocscience, 2007*).



Gambar 4. Contoh model simulasi perpindahan lereng dengan *Phase2 v.8*

Faktor aman minimum yang diijinkan tergantung pada bahaya yang ditimbulkan oleh keruntuhan maupun oleh metode analisis, tingkat dapat dipercayanya parameter-parameter kekuatan terukur, dan estimasi tekanan pori yang diambil. Banyak referensi yang memberikan batasan penentuan nilai faktor aman tersebut. Menurut Dun dkk. (1980), faktor aman minimum seperti untuk bendungan tanah, disarankan sebesar 1,3 (pada akhir pembangunan). Sedangkan menurut Cheng dan Lau (2008) nilai FK didasarkan pada tingkat resiko ekonomi dan bahaya terhadap manusia sebesar minimum 1,3 (rata-rata).

Beberapa metode penanganan potensi kelongsoran lereng untuk pencegahan atau upaya stabilitas lereng menurut Zakaria (2000) adalah:

- a. Mengurangi beban di puncak lereng dengan cara melakukan pemangkasan lereng, pemotongan lereng, biasanya digabungkan dengan pengisian/pengurugan di kaki lereng, atau pembuatan undak-undak.
- b. Menambah beban di kaki lereng dengan cara:
 - menanam tanaman keras (biasanya pertumbuhannya cukup lama),
 - membuat dinding penahan (bisa dilakukan relatif cepat, dinding penahan atau *retaining wall* harus didesain terlebih dahulu),
 - membuat "bronjong", batu-batu bentuk menyudut yang dikaitkan dengan kawat, bentuk angular atau menyudut lebih kuat dan tahan lama dibandingkan dengan bentuk bulat dan sebagainya, atau
 - membuat perkuatan lereng dengan *geotextile*.
- c. Mencegah lereng jenuh dengan airtanah atau mengurangi kenaikan kadar air tanah di dalam tubuh lereng. Kadar air tanah dan muka air tanah biasanya muncul pada musim hujan, pencegahan dengan cara:
 - membuat penyalur air (dari bambu atau pipa paralon) di kemiringan lereng dekat ke kaki lereng,
 - menanam vegetasi berdaun lebar di puncak-puncak lereng sehingga evapotranspirasi meningkat dan peliputan rerumputan.
- d. Mengendalikan air permukaan dengan cara:
 - membuat desain drainase yang memadai sehingga air permukaan dari puncak-puncak lereng dapat mengalir lancar dan infiltrasi berkurang,
 - Penanaman vegetasi dan peliputan rerumputan juga mengurangi air larian sehingga erosi permukaan dapat dikurangi.
- e. *Shotcrete* untuk perlindungan lereng dari infiltrasi air hujan yang masuk ke dalam tanah.

PEMBAHASAN

Gambaran umum lokasi penelitian

Ruas jalan Pemuda merupakan jalur jalan nasional yang menghubungkan kota Kolaka dengan semua kecamatan yang ada di wilayah kabupaten Kolaka termasuk jalan penghubung antar kabupaten dan propinsi seperti kabupaten Kolaka Utara, Kolaka dan Propinsi Sulawesi Selatan. Jalur jalan Pemuda ini berada di antara daerah perbukitan dan daerah pesisir pantai dengan arah memanjang dari utara ke selatan (Lampiran 1).

Deskripsi sifat-sifat fisik tanah

Deskripsi tanah pembentuk lereng terdiri dari Lanau Pasiran dan Lanau Lempungan berwarna coklat kemerahan pada kedalaman 0,00 m s/d 1,50 m. Pada kedalaman 1,50 m s/d 4,00 m terdiri dari Lanau Lempung, Pasir sedang berwarna coklat kemerahan. Sedangkan pada kedalaman 4,00 m s/d 10,00 m terdiri dari Semapi kasar, berkerikil, kuning keputihan.

Adapun sifat-sifat fisik tanah pada titik bor lereng BH1 dengan interval kedalaman 0,00 s/d 10,00 m, tanah pembentuk lereng memiliki kadar air tanah asli rata-rata (w_r) sebesar 16,11 %, persentase lolos saringan nomor 200 rata-rata sebesar 63,86 %, berat jenis tanah rata-rata (x_r) sebesar 2,758. Sedangkan parameter konsistensi *atterberg* tanah lereng memiliki batas cair rata-rata (LL) sebesar 42,42 %, batas plastis rata-rata (PL) sebesar 28,02 % dan nilai Indeks Plastis rata-rata (IP) sebesar 14,39 %. serta warna kemerahmerahan.

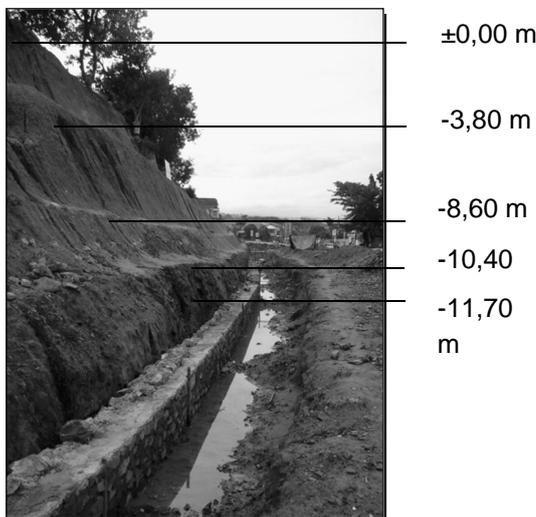
Kadar air tanah tidak terlalu tinggi disebabkan muka air tanah relatif dalam. Penambahan kadar air tanah lereng dipengaruhi oleh intensitas air hujan dan daya serap butiran tanah. Melihat lebih 50% lolos saringan no.200 (63,86 %), jadi tanah tersebut didominasi tanah berbutir halus dan selebihnya butir kasar. Kemiringan muka topografi lereng memungkinkan air tidak lama menggenangi permukaan atas lereng. Berdasarkan nilai PI yang berada pada interval 7-17, maka tanah lereng memiliki sifat plastisitas rendah dan bersifat kohesif (Hardiyatmo, H.C. 2012).

Perhitungan stabilitas lereng parameter masukan

Data geoteknik pemodelan stabilitas lereng titik Bor BH1 ditunjukkan dalam Tabel 1. Gambar 5 menampilkan tampak depan lereng tergal beserta kondisi keruntuhan pada badan lereng, Gambar 6 menampilkan tampak samping lokasi bor (BH1), sedangkan model geometri lereng menggunakan program *Slide v.06* diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 5. Tampak depan lereng tergal beserta kondisi keruntuhan pada badan lereng (Dokumentasi, 2016)



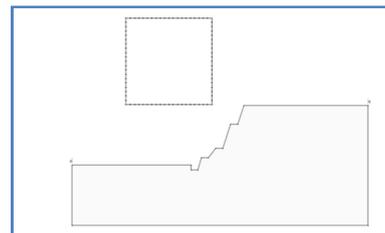
Gambar 6. Tampak samping lokasi bor (BH1) (Dokumentasi, 2016)

Tabel 1. Parameter masukan untuk pemodelan lereng (uji laboratorium)

Berat Unit, γ (MN/m ³)	Modulus Young, E (MPa)	Poisson Rasio, ν	Sudut Geser, w (°)	Kohesi, c (MPa)
0,0185	321	0,25	30,84	0,011

Analisis stabilitas lereng menggunakan software *Slide v.06*

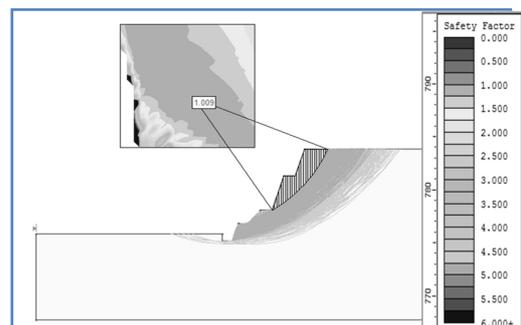
Dalam pemodelan, digunakan kriteria material homogen, material lereng seragam, tidak terdapat tekanan air pori (kering), dan area bidang gelincir berbentuk sirkular (busur). Kriteria keruntuhan digunakan *Mohr Coulomb* dengan data sifat mekanik material (Tabel 1). Metode analisis *slide v.06* didasarkan pada metode Bishop yang disederhanakan (*Bishop Simplified*).



Gambar 7. Model geometri lereng menggunakan program *Slide v.06*

Berdasarkan hasil analisis stabilitas lereng menggunakan program *Slide v.06* dihasilkan deformasi lereng berbentuk garis busur dengan nilai Faktor Keamanan kritis sebesar 1,009 (Gambar 8) dengan area garis kelongsoran pada bench pertama dan bench kedua. Faktor Keamanan kritis ini sebelum dilakukan perkuatan dan menandakan lereng tersebut berada dalam kondisi tidak aman atau longsor.

Hasil analisis juga menunjukkan bahwa lereng secara keseluruhan berpotensi mengalami longsor dengan nilai Faktor Keamanan sebesar 1,118 selama lereng belum diberi perkuatan dan kadar air meningkat secara kontinu terutama di musim penghujan, sehingga mengakibatkan potensi kelongsoran yang lebih cepat dan volume longsor juga besar sehingga nilai Faktor Keamanan lereng berada di bawah nilai Faktor Keamanan yang diijinkan (FK < 1,30).



Gambar 8. Hasil analisis lereng menggunakan program *Slide v06*

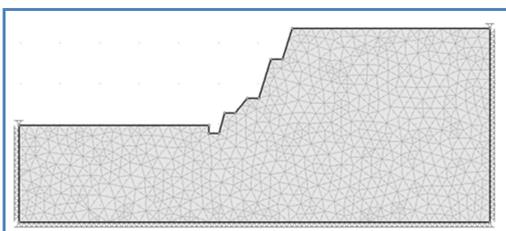
Kondisi lereng yang tergal dengan kemiringan sesuai kondisi lapangan yaitu interval 50° - 70° dengan ketinggian lereng 12,00 meter memperlihatkan potensi kurang stabil. Hal ini diperlihatkan oleh area yang berada diantara 1,00-1,50. Yang terjadi di lapangan adalah longsor pada *bench* pertama (bagian atas lereng) dan *bench* kedua (bagian tengah lereng) dikarenakan kemiringan lereng cukup besar sekitar 70° . Hasil analisis menunjukkan perilaku longsor yang sama pada zona busur longsor (Gambar 9).



Gambar 9. Longsor pada atas lereng (Dokumentasi 2016)

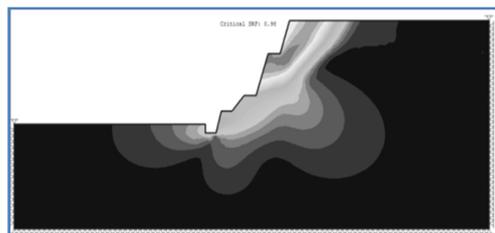
Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Software *Phase2 v.08*

Dalam pemodelan, digunakan kriteria material homogen (isotropik), material lereng seragam, tidak terdapat tekanan air pori (kering), dan tipe pembebanan elemen inisial *field stress and body force*. Kriteria parameter kekuatan digunakan *Mohr Coulomb* material plastis dengan data sifat mekanik material seperti dalam tabel 1. Metode analisis berdasarkan metode *SRF (strength reduction factor)*. Model geometrik lereng diperlihatkan pada Gambar 10.



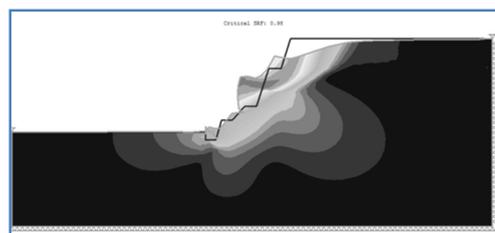
Gambar 10. Model geometri lereng menggunakan program *Phase2 v.08*

Berdasarkan hasil analisis stabilitas lereng menggunakan program *Phase2 v.08* dihasilkan deformasi lereng berbentuk seperti garis busur dengan nilai *SRF* kritis sebesar 0,98 (Gambar 11) dengan area kontur perpindahan/kelongsoran pada *bench* pertama dan *bench* kedua, diikuti *bench* ketiga dan *bench* keempat. Nilai *SRF* ini merupakan nilai Faktor Keamanan kritis sebelum dilakukan perkuatan dan menandakan lereng tersebut berada dalam kondisi tidak aman atau longsor.



Gambar 11. Hasil analisis lereng menggunakan program *Phase2 v08*

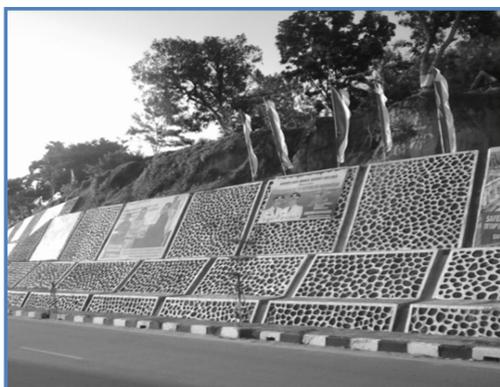
Pada Gambar 12, bentuk deformasi lereng dimulai kelongsoran dari *bench* paling atas dilanjutkan *bench* di bawahnya. Nilai *SRF* akan meningkat seiring nilai parameter kekuatan material semakin menurun. Air hujan dapat memberikan potensi kelongsoran yang lebih cepat dan volume longsor besar sehingga nilai Faktor Keamanan lereng akan berada di bawah nilai Faktor Keamanan yang diijinkan ($FK < 1,30$).



Gambar 12. Tampilan deformasi kelongsoran lereng menggunakan program *Phase2 v08*

Analisis Pemilihan Perkuatan Lereng

Berdasarkan pengamatan lapangan, hasil pemilihan perkuatan lereng berupa pasangan batu gunung pada *bench* kedua, *bench* ketiga dan *bench* keempat memperlihatkan kondisi yang aman (tidak mengalami longsor). Sedangkan pada *bench* pertama belum diberikan perkuatan seperti pasangan batu gunung, hanya ada pepohonan dan rerumputan yang memberikan tambahan kekuatan geser tanah lereng pada *bench* pertama tersebut (Gambar 13).



Gambar 13. Hasil perkuatan lereng berupa pasangan batu gunung (Dokumentasi, 2017)

Sepanjang musim penghujan tahun 2017, sejak selesai pekerjaan pasangan batu gunung, nampak lereng dalam kondisi stabil akibat perkuatan baik pasangan batu gunung maupun vegetasi yang ada di atas lereng tersebut sehingga infiltrasi air hujan tidak mempengaruhi kestabilan lereng. Penambahan pipa-pipa air tanah pada badan lereng dan pembuatan parit air hujan memberikan efek positif untuk kestabilan lereng. Tidak ada kenaikan muka air tanah pada sepanjang lereng sehingga tidak mempengaruhi kestabilan lereng. Dari hasil analisis perkuatan lereng yang diterapkan, maka nilai Faktor Keamanan (FK) meningkat diprediksi di atas 1,30 dan kondisi stabil.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat ditulis kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai Faktor Keamanan (FK) lereng sebelum diberi perkuatan masih di bawah nilai FK ijin 1,30 seperti yang diperlihatkan hasil analisis program *Slide v.06* (FK kritis sebesar 1,009) dan program *Phase2 v.06* (SRF kritis sebesar 0,98) sehingga lereng dalam kondisi tidak stabil atau berpotensi longsor.
2. Dibutuhkan perkuatan lereng berupa dinding penahan dari pasangan batu gunung ketebalan minimal 30 cm, pemasangan pipa-pipa air tanah pada badan lereng, pembuatan parit air hujan dan penanaman vegetasi di badan dan di atas lereng sehingga dapat memberikan kestabilan yang baik dan potensi kelongsoran dapat dicegah.

Berdasarkan penelitian ini, terdapat beberapa saran sebagai berikut:

1. Disarankan pada lereng yang belum diberi pasangan batu gunung terutama *bench* pertama agar diperhatikan dan dipertahankan tanaman vegetasi yang sudah tumbuh sehingga dapat menghindarkan potensi longsor di atas lereng.
2. Dilakukan pemantauan kontinu terhadap lereng yang belum diberi pasangan batu gunung terhadap gejala retakan/longsor maupun terbentuknya alur-alur air hujan, serta pada badan lereng yang sudah diberi pasangan batu gunung terhadap gejala retakan struktur sebagai penanda awal untuk menilai kestabilan lereng dalam jangka panjang.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan Terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya atas pembiayaan Penelitian ini melalui Kegiatan Penelitian Dosen Pemula (PDP) Tahun Anggaran 2017 oleh Direktorat Riset dan Penelitian Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi, sesuai dengan Kontrak Penelitian No.: 099/SP2H/LT/DRPM/IV/2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Cheng, Y.M. and Lau, C.K., 2008, *Slope Stability Analysis and Stabilization*, Routledge, London and New York.
- Das, B.M., 2010, *Principles of Geotechnical Engineering, Seventh Edition*, Chengage Learning, USA.
- Dun, I.S., Anderson, L.R., Kiefer, F.W., 1980, Dasar-dasar Analisis Geoteknik, Terjemahan IKIP Semarang Press, Cetakan Pertama 1992, Semarang.
- Goro, G.L., 2006, Studi Analisis Dinamik Stabilitas Lereng pada Timbunan dan Galian dengan Metode Elemen Hingga, Tesis, ITB, Bandung.
- Hardiyatmo, H.C., 2012, Mekanika Tanah 1, Edisi 6, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Manual Phase2 v.08, 2007, <http://www.rocscience.com>, ITB, Bandung, 2014.
- Manual Slide v.06, 2011, <http://www.rocscience.com>, ITB, Bandung, 2014.
- Maosong, H. And Cang, Q.J., 2009, *Strength Reduction FEM in Stability Analysis of Soil Slopes Subjected to Transient Unsaturated Seepage*. Computer and Geotechnics 36, ScienceDirect, Elsevier, p. 93-101.
- Zakaria, Z., 2000. Analisis Kestabilan Lereng Tanah, Diktat Laboratorium Geologi Teknik, FMIPA, Universitas Padjajaran, Bandung.

pendidikan S2 dari Universitas Hasanudin Makassar pada bidang Rekayasa Transportasi. Saat ini tercatat sebagai Pengajar Tetap pada Program Studi Teknik Sipil FST Universitas Sembilanbelas November Kolaka (USN) dengan bidang rekayasa transportasi.

BIODATA

Isramyano Yatjong, S.T., M.T., lahir di Ujung Pandang pada tanggal 10 Juli 1980, menyelesaikan pendidikan S1 dari Universitas Hasanuddin Makassar pada bidang Teknik Sipil, pendidikan S2 dari Institut Teknologi Bandung pada bidang Rekayasa Pertambangan. Saat ini tercatat sebagai Pengajar Tetap pada Program Studi Teknik Sipil FST Universitas Sembilanbelas November Kolaka (USN) dengan bidang geoteknik.

Fachryano, S.T., M.T., lahir di Ujung Pandang pada tanggal 19 Desember 1978, menyelesaikan pendidikan S1 dari Universitas Hasanuddin Makassar pada bidang Teknik Sipil,

LAMPIRAN

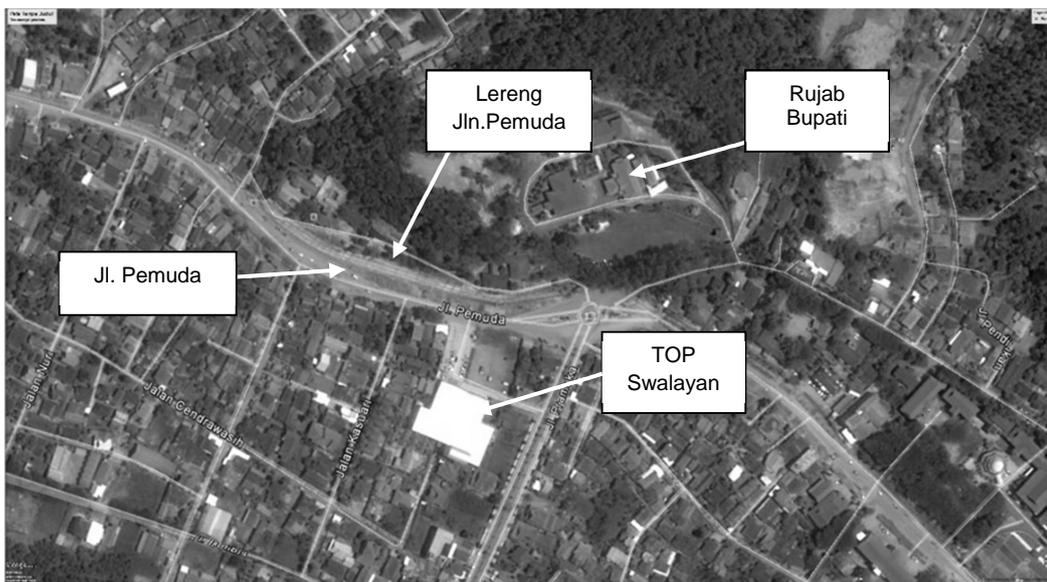


Foto Lampiran 1.
Kondisi Jalan Pemuda dilihat dari tampak atas
(Sumber: *Google Earth Pro*, 2015)



Foto Lampiran 2.
Lereng yang tergal sebelum
perkuatan Titik BH1
(Dokumentasi, 2016)



Foto Lampiran 3.
Lereng yang tergal setelah perkuatan
berupa pasangan batu gunung Titik
BH1
(Dokumentasi, 2017)