

DESAIN PERKUATAN TANAH PADA LERENG RUAS JALAN MANADO-TOMOHON STA7-250

Herawaty Riogilang
Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi
hera28115@gmail.com

ABSTRAK

Daerah ruas jalan Manado Tomohon adalah area yang rawan terjadinya longsor baik lereng yang berada dipinggir atas jalan maupun lereng yang berada disamping bawah jalan. Pada ruas jalan Manado Tomohon Sta 7-250 pernah terjadi amblasan tanah dan jalan dengan memakan korban mobil dan penumpangnya yang terperosok karena jalannya longsor pada tahun 2014. Dan sekarang tahun 2017 terjadi runtuh bongkah batu besar dilereng sisi atas jalan. Untuk mencegah terjadinya lagi longsor atau runtuh tanah atau bongkah batu maka dilakukan investigasi penyelidikan tanah yang selanjutnya dicarikan pemecahan masalahnya dengan menerapkan inovasi penggunaan modifikasi bahan diantaranya berupa geotekstil dan ankur. Parameter tanah yang didapat dari hasil uji laboratorium digunakan untuk membuat disain perkuatan tanah. Usulan disain atau rancangan beserta data tanah di simulasikan dengan menggunakan Program Plaxis 2 dimensi versi 8.2 untuk mendapatkan hasil yang optimal. Pemilihan metode dan bahan perkuatan mempertimbangkan kebutuhan, efisiensi dan biaya. Rancangan disain perkuatan tanah yang dihasilkan diharapkan mampu menahan tanah untuk tidak terjadi longsor lagi ke tika terjadi hujan yang cukup besar. Rancangan/desain ini diharapkan dapat direkomendasikan untuk diaplikasikan ke daerah rawan longsor ruas jalan Manado-Tomohon Sta 7-250 dan sebagai pilot project percontohan untuk konstruksi perkuatan tanah yang diplikasikan pada semua daerah rawan bencana longsor di Sulawesi Utara.

Kata kunci: perkuatan tanah, rawan longsor

PENDAHULUAN

Daerah ruas jalan Manado Tomohon adalah area yang rawan terjadinya longsor baik lereng yang berada dipinggir atas jalan maupun lereng yang berada disamping bawah jalan. Pada ruas jalan Manado Tomohon Sta 7-250 pernah terjadi amblasan tanah dan jalan dengan memakan korban mobil dan penumpangnya yang terperosok karena jalannya longsor pada tahun 2014. Dan sekarang tahun 2017 terjadi runtuh bongkah batu besar dilereng sisi atas jalan. Longsor/runtuh

terjadi pada saat jumlah curah hujan yang cukup tinggi. Hal ini adalah sulit di toleransi karena sangat beresiko mengenai mobil, motor atau siapapun yang lewat dibawahnya. Untungnya pada saat runtuh Batu Besar tersebut tak mengenai mobil atau motor ataupun orang yang lewat di bawahnya. Pada tahun 2017 untuk menghindari amblasan lagi kemasa depan dicarikan solusi dengan mengubah jalur memotong lengkungan/belokan dan langsung di bypass dengan membuat jembatan. Tapi sayangnya untuk lereng yang berada diatas jalan tidak dilakukan perkuatan tanah untuk menahan longsor. Ada dinding penahan tanah hanya sekitar 1.5 meter saja. Sementara lereng setinggi 15 -25 meter di samping jalan tidak diberikan pengaman hanya dibuat cuttingan/potongan oleh ekskavator dengan kemiringan yang curam. Hal ini sangat tidak direkomendasikan karena pada saat hujan dikhawatirkan akan membuat longsor pada lereng yang curam tersebut. Hal ini bisa memakan korban nyawa dan biaya ke depannya.

Di Indonesia kebanyakan jalan yang memiliki lereng curam disamping bawah ataupun disamping atas jalan tidak diberikan pengaman perkuatan tanah berupa perkuatan geotekstil, nailing, anchor, ataupun beton karena dianggap biayanya mahal. Tetapi setelah runtuh ataupun memakan korban baru dicarikan solusinya. Dan solusinya sangat jarang membuat perkuatan tanah berupa geotekstil ataupun soil nailing. Solusinya hanya dengan melebarkan bahu jalan, mengurangi kecuraman lereng dengan memotongnya dengan ekskavator. Dibuatkan penahan beton hanya dibagian bawah saja setinggi ± 1 meter. Kalau dievaluasi dan dipertimbangkan lagi biaya pembuatan perkuatan tanah yang dikatakan mahal dibandingkan dengan kerugian biaya pembuatan yang berulang ulang setelah terjadi longsor/runtuhan/amblasan adalah lebih besar dan memakan waktu perbaikan, tertahannya arus kendaraan serta kadang memakan korban nyawa seperti pada tahun 2014. Hal ini diharapkan bisa merubah pola pikir pemerintah agar dapat mengkaji lebih dalam dan lebih jauh ke depan dan bertindak secara bijaksana merekomendasikan konstruksi berupa perkuatan tanah agar ke depannya tidak terjadi bencana longsor yang memakan biaya atau korban.

TINJAUAN PUSTAKA

Sebagai rekam jejak dan acuan pada ruas jalan Manado Tomohon sta 7-250 telah dilakukan riset pada tahun 2014 untuk mencari solusi aplikatif untuk lereng disamping bawah jalan agar tidak terjadi amblasan tanah pada jurnal Media Engineering (Riogilang H, etc, 2014).

Dan dilanjutkan dengan penelitian pada tahun 2015 pemilihan bahan perkuatan tanah dengan menggunakan bermacam lapis geotekstil pada jurnal Tekno (Salle K. M, etc, 2015) dan (Lacando, J.,etc, 2015). Selanjutnya pada tahun 2016 diteliti alternative pengganti material perkuatan geotekstil dengan berupa anyaman kawat dan serat jute pada jurnal Sipil Statik (Tumewu, D.R.,etc, 2015).

Metode

1. Prinsip Dasar Perkuatan Tanah

Hukum Mohr Coulomb

$$S = c + \sigma' \tan \varphi$$

c : Kohesi

φ : Sudut geser tanah

σ' : Tegangan normal pada bidang gesar

Tanah kuat menahan kompresi tapi lemah terhadap regangan horisontal (tension/tarik) seperti gambar dibawah ini:



Gambar 1 Prinsip dasar perkuatan tanah

Faktor Keamanan untuk Perkuatan pada lereng dengan menggunakan *Slip Circle Method* adalah sebagai berikut:

$$F_z = \frac{M_R + \Delta M_R}{M_D} \quad (\text{Slip circle method})$$

Current guideline:

$$\Delta M_R = R \Sigma (T \cos \theta + T \sin \theta \tan \phi)$$

Proposed method:

$$\Delta M_R = R \Sigma \{ \beta W \cos \theta \tan \phi + (T \cos \theta + T \sin \theta \tan \phi) \}$$

Gambar 2. Perkuatan dengan menggunakan *Slip Circle Method*

Berdasarkan hal diatas maka dibutuhkannya perkuatan tanah baik pada lereng dibawah samping jalan atau lereng diatas samping jalan.

2. Teknik analisis yang digunakan adalah dengan melakukan langkah-langkah sebagai berikut:

a. Pengambilan sampel lapangan.

b. Pengukuran lapangan (ordinat)

c. Pengambilan sampel tanah tak terganggu dan tanah terganggu

d. Memeriksa tanah untuk mendapatkan parameter tanah di laboratorium.

(Uji klasifikasi tanah, Uji Plastisitas Tanah, Uji Triaksial, Uji Pemadatan dan Konsolidasi)

e. Parameter tanah beserta model perkuatan menggunakan geotekstil atau bahan alternative lain disimulasikan menggunakan program Plaxis 2 dimensi sbb:

1. Mengidentifikasi parameter-parameter tanah pada sampel tanah yang di uji di laboratorium

2. Membuat pemodelan pada program plaxis

3. Analisis hasil pemodelan

4. Buat desain pada program plaxis

f. Berbagai model dan hasil simulasi dipilih yang paling optimal dan efisien untuk direkomendasikan sebagai hasil akhir.

g. Pengambilan keputusan dengan pertimbangan faktor keamanan, umur layanan dan efisiensi biaya dan keterdapatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

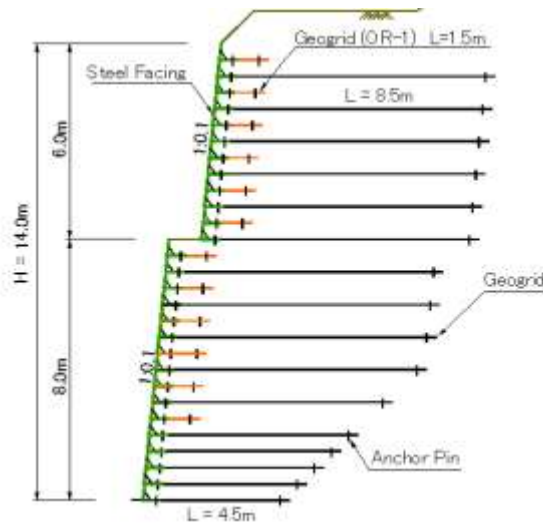
Dari beberapa riset diatas dapat diambil kesimpulan keuntungan dan kerugiannya adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Perbandingan berbagai jenis perkuatan

Jenis Perkuatan	Kekuatan		Daya Tahan		Harga		Keterdapatannya		Fungsi
	Tarik	Tekan	Awet	Umur layanan	Mahal	Murah	Mudah	Sulit	<i>Drainage</i>
<i>Geotextile</i>	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx			x	xxx
Anyaman Bambu	xx	x	xx	xx		xxx	xxx		xx
Karung Goni	x	x	x	x		xxx	xxx		xxx
Anyaman kawat	x	x	x	x	x		xx		
Angkur dan <i>Soil Nailing</i>	xxx	xxx	xxx	xxx	xx		xx		
Kombinasi Geotextile dan Angkur&Soil Nailing	xxx	xxx	xxx	xxx	xx			x	xxx

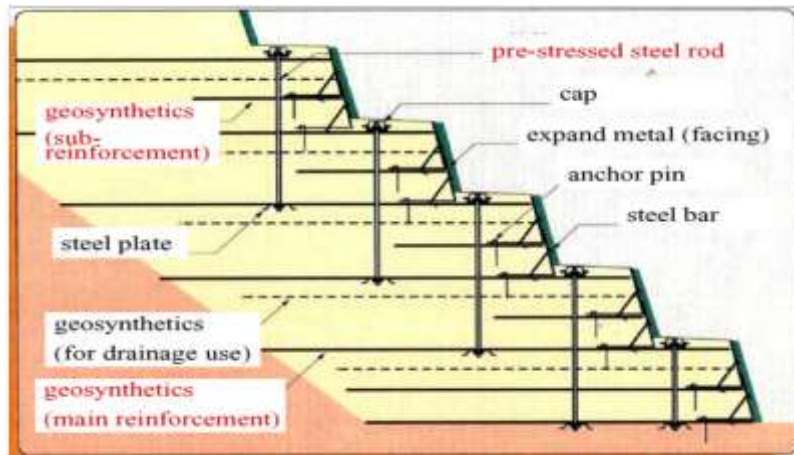
Note: x adalah level dari penilaian

Untuk gambar konstruksi yang dihasilkan dari disain perkuatan lereng curam untuk ketinggian lereng 14 m disajikan dibawah ini:



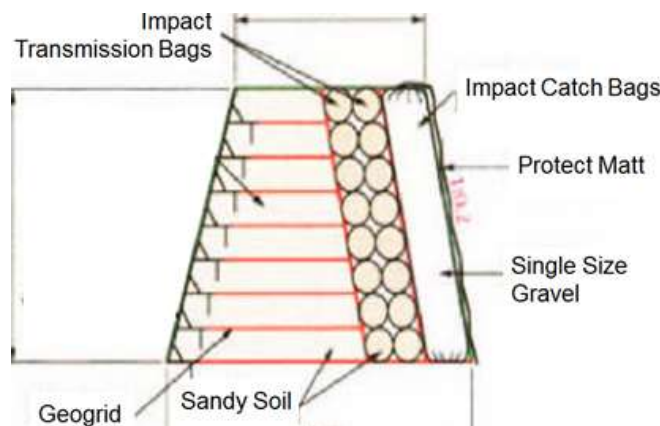
Gambar 3 Konstruksi gabungan *Geogrid*, *Steel Facing* dan *Anchor*.

Dimana Geogrid/Geotextil berfungsi sebagai perkuatan tarik horizontal juga sebagai drainase air. *Steel facing dan Anchor* peruntukan untuk perkuatan tarik. Modifikasi dengan menggabungkan 2 bahan ini dimaksudkan untuk mencapai kemampuan maksimum dengan mereduksi biaya. karena jika menggunakan geogrid keseluruhan akan menjadi mahal biayanya. Alternatif lain untuk konstruksi yang dibuat berundak dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4 Konstruksi gabungan *Geosynthetics, Metal Facing, Steel bar, Anchor pin*.

Jika kondisi lereng dimana kondisi tanahnya memiliki kandungan batuan bongkah besar perlu dipertimbangkan untuk membuat tanggul antisipasi runtuh batuan/bongkah besar seperti konstruksi disain dibawah ini:



Gambar 5 Konstruksi Penahan Reruntuhan Batuan

KESIMPULAN

1. Disain perkuatan menggunakan modifikasi *geogrid* dan *steel facing* dan *anchor pin* telah dipilih untuk lereng yang curam untuk mencapai kemampuan maksimal dan adanya reduksi biaya.
2. Untuk kondisi lereng yang memiliki kandungan batuan bongkah besar dipertimbangkan untuk dibuat berundak dan dibuatkan konstruksi penahan reruntuhan batuan.
3. Disain konstruksi berundak adalah hasil modifikasi gabungan *geosynthetic* (untuk drainase) *steel bar*, *anchor pin*, *pre stressed steel rod*.

SARAN DAN REKOMENDASI

1. Pertimbangan keselamatan sebagai dasar acuan rekomendasi pembuatan perkuatan lereng modifikasi *geotextile/geosynthetic* dan *anchor soil nailing*.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles J.E., Hainim J.K. 1989. Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Bowles, Joseph E., 1997. Foundation Analysis and Design, McGraw-Hill, Singapura.
- Das M.B., Endah N., Mochtar I.B. 1993. Mekanika Tanah – Prinsip – prinsip Rekayasa Geoteknis Jilid 1 & 2. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Das, B. M. 1998. Principles Of Foundation Engineering. New York.
- Falkiya, I., Munawir, A., Harimurti. 2014. Pengaruh Kemiringan Lereng dan Lebar Pondasi dengan Rasio $d/B = 1$ Terhadap Daya Dukung Pondasi pada Pemodelan Fisik Lereng dengan Perkuatan Geotekstil. Malang: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Holtz, R.D., Kovacs, W.D. 1981. An Introduction to Geotechnical Engineering. New Jersey: Prentice Hall.
- Kharis M S, Riogilang H., Sompie O. B. A. Pemeriksaan Kekuatan Tanah Dengan Menggunakan Geotekstil Berlapis (Studi Kasus : Ring Road), JURNAL TEKNO Vol 13, No 63, 2015

Lacando, J. A; Sompie, Octovian B. A.; Riogilang, H. Pemeriksaan Kekuatan Tanah Dengan Menggunakan Perkuatan Geotextil (Studi Kasus: Kawasan Tingkulu) JURNAL TEKNO Vol 13, No 63, 2015

Muntohar A. S. Rekayasa Geoteknik. Yogyakarta.

Muntohar, A.S. Analisis Stabilitas Lereng. Yogyakarta.

Murri, M.M., Surjandri, N.S., As'ad, S. 2014. Analisis Stabilitas Lereng dengan Pemasangan Bronjong (Studi Kasus di Sungai Gajah Putih, Surakarta). e-Jurnal Matriks Teknik Sipil, 2(1), 162-169.

Peck B. P., Tergazhi K. 1987. Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa Jilid 1 Edisi II. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Prasetia, R.E., Iskandar, R. Analisa Daya Dukung Tanah Menggunakan Program Elemen Hingga yang Diberi Perkuatan Geotextile dan tanpa Perkuatan Geotextile. Medan : Departemen Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara.

Rachmatullah, R.I., Munawir, A., Zaika, Y. Pengaruh Lebar dan Jumlah Lapisan Geotekstil dengan Jarak Pondasi dari Tepi Lereng 6 cm Terhadap Daya Dukung Pondasi Menerus pada Pemodelan Lereng $R_c = 74\%$. Malang: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Riogilang, H, Pontororing C., Soil Nailing Dan Anchor Sebagai Solusi Aplikatif Penahan Tanah untuk Potensi Longsor di Sta 7+250 Ruas Jalan Manado Tomohon, Jurnal Ilmiah Media Engineering Vol.4 No.2, September 2014 (119-1 26) ISSN: 2087-9334

Suhasmoro, A.R., Munawir, A., Rachmansyah, A. 2014. Pengaruh Kemiringan Lereng dan Jarak Pondasi ke Tepi Lereng Terhadap Daya Dukung Pondasi pada Pemodelan Fisik Lereng Pasir dengan Perkuatan Geotekstile. Malang: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Surjandari, Niken S. 2007. Media Teknik Sipil, Surakarta.

Tumewu, D R, Riogilang, H, Sarajar, Al N. Pemeriksaan Kekuatan Tanah Dengan Perkuatan Anyaman Kawat (Studi Kasus: Kawasan Tinoor), Jurnal Sipil Statik Vol 4, No 8, 2016.

Wijaya. G.D., Suroso, Harimurti, M.T. Pengaruh Variasi Jumlah dan Jarak Antar Lapis Geotekstil Terhadap Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Menerus pada Tanah Pasir Poorly Graded. Malang: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

20. Yasufuku N., Ochiai H., Otani J., Omine K. 2010. Landmarks in Earth Reinforcement. Jepang: Kyushu University.

21. Yun H., Ga Zhang, Jian-Min Zhang, C.F. Lee. 2010. Centrifuge Modeling of Geotextile Reinforced Cohesive Slopes. *Geotextile and Geomembranes* 28(2010), 12-22.