

Variasi Kestabilan Lereng Tanggul Sungai Tanah Lanau tanpa Perkuatan dibandingkan dengan menggunakan Perkuatan

Mohammad Muntaha^{1,*}, Aan Fauzi¹, Deris Faisa R.¹, Dwi Indriyani¹, Trihanindyo Rendy Satria²

Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya¹, Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya²

Koresponden*, Email: mohammadmuntaha@yahoo.com

	Info Artikel	Abstract
Diajukan	27 Juni 2020	<i>In Indonesia river embankment generally formed using in situ material. The main problem in natural river embankments is landslides that often occur at the edge of the embankment. Besides problem in the subgrade embankment, the other is river current, the swift current can cause erosion on the slope that it causes the collapse of the embankment. This study tries to analyze landslides river embankments on natural and reinforcement conditions. The simulated model is a river embankment slope with an angle of 80°, transitional season conditions and river water close to the river peak. In this study, there were 3 variations of embankments, first embankment without reinforcement, embankment with tiresoil reinforcement with vertical arrangement plus nail and embankment with tiresoil reinforcement with horizontal arrangement plus nail. The results of analysis shows that in the initial conditions, safety factor on embankment is 1.342; while the safety factor of the embankment reinforced by tiresoil is 3.521 and 5.166. The results of the modeling show a significant increase in the safety factor of embankments that use tiresoil reinforcement compared without reinforcement, this is presumably due to an increase in the shear strength of the soil contributed by tiresoil and nail.</i>
Diperbaiki	19 Agustus 2020	
Disetujui	20 Agustus 2020	

Keywords: river embankment, natural and reinforcement embankment, safety factor.

Abstrak

Sebagian besar tanggul sungai adalah merupakan tanggul alami yang di bentuk dengan menggunakan material tanah sekitar. Permasalahan utama pada tanggul alami sungai adalah kelongsoran yang sering terjadi pada bibir/tepi tanggul. Disamping permasalahan tanah dasar, persoalan tambahan pada kestabilan tanggul adalah arus sungai, derasnya arus dapat menyebabkan erosi pada lereng tanggul sehingga menyebabkan kelongsoran tanggul. Studi ini mencoba untuk menganalisa kelongsoran pada tanggul sungai dengan kondisi alami dan kondisi dengan perkuatan. Model yang disimulasikan adalah lereng tanggul sungai dengan kemiringan sudut 80° dimana sudut ini dianggap kritis dalam kestabilan tanggul, sedangkan air sungai dimodelkan musim pancaroba, dimana air hampir mendekati kondisi puncak. Kemudian dibuat model variasi kestabilan tanggul tanpa perkuatan, tanggul dengan perkuatan *tiresoil* di susun vertikal plus anker dan perkuatan *tiresoil* disusun horisontal plus anker. Hasil pemodelan menunjukkan pada kondisi awal, yaitu tanggul alami di dapatkan angka keamanan kritis adalah 1,342; sedangkan angka keamanan tanggul yang diperkuat dengan *tiresoil* susun vertikal dan horisontal adalah 3,521 dan 5,166. Hasil permodelan diatas menunjukkan peningkatan angka keamanan yang signifikan pada tanggul yang penggunaan perkuatan *tiresoil* dibandingkan tanpa perkuatan, hal ini diduga akibat adanya peningkatan kekuatan geser tanah yang dikonstruksikan oleh *tiresoil* dan anker.

Kata kunci: tanggul sungai, lereng alam, perkuatan lereng dengan *tire soil*, angka keamanan

1. Pendahuluan

Tanggul sungai sebagian besar berupa tanggul alami yang dibentuk dari tanah sekitar sungai, biasanya banyak mengandung tanah lanau sehingga berpotensi longsor. Penyebab lain longsor karena naik turun muka air dan arus sungai. Longsor biasanya dimulai dengan longsor lokal, lama kelamaan menjadi area yang luas apabila tidak segera ditangani dengan baik. Perluasan area longsor tersebut dapat membahayakan bagi warga yang bermukim di daerah sekitar tanggul sungai tersebut.

Kondisi kestabilan lereng merupakan sesuatu yang fleksibel, kadang naik dan kadang turun, sebagaimana disampaikan Muntaha, dkk 2012 [1], pada saat tertentu

kondisi suatu lereng kadang berfungsi dengan baik, namun pada kondisi lain keandalan lereng belum tentu baik, mungkin sudah sangat menurun atau bahkan sangat kritis. Keandalan lereng ini sangat dipengaruhi keadaan air, apalagi pada tanggul sungai, kondisi kestabilan lereng tanggul sangat di pengaruhi oleh keberadaan muka air sungainya.

Beberapa metode perkuatan lereng/tanggul tanah untuk mencegah kelongsoran adalah menggunakan batu bronjong, cerucuk kayu, plensengan beton, *geotextile*, turap beton dan baja dan lain-lain. Sebagaimana disampaikan oleh Elshinta, 2017 [2] perkuatan bronjong dapat melindungi tebing sungai dari gerusan air, tetapi seiring waktu mengalami kegagalan. Beberapa usaha perbaikan tanah tersebut gagal pada tanggul

sungai, hal ini di tengarahi oleh pengaruh berat sendiri struktur perkuatan tersebut yang terlalu besar, sehingga membebani tanah dasar.

Sehingga perlu alternatif perkuatan lereng tanggul sungai yang ringan tetapi cukup kuat. Beberapa negara telah mengaplikasikan penggunaan *tiresoil* untuk perkuatan tebing **Gambar 1**, pada studi ini dicoba menggunakan perkuatan *tiresoil* pada tanggul sungai. Beberapa peneliti telah mempublikasikan penggunaan *tiresoil*, diantaranya El-Sayegh, dkk 2018 [3], Lescoe, 2010 [4]. *Tiresoil* diharapkan mampu melindungi permukaan lereng tanggul dari gerusan arus, sedangkan angker diharapkan dapat meningkatkan kuat geser tanah. Seperti di sampaikan Agung [5] *tiresoil* merupakan suatu kombinasi dari ban bekas dan tanah, yang digunakan seluruhnya atau dipotong sebagian baik yang berbentuk sampah bubuk. Umumnya material *tiresoil* yang terbuat dari ban memiliki tingkat kepadatan (*weightvolume*) antara 8,0 dan 10,0 kN/m³, ini biasanya digolongkan sebagai material *tiresoil* kelas ringan. Kombinasi *tiresoil* dan angker diharapkan dapat mengatasi kelongsoran pada lereng tanggul yang miring dengan karakteristiknya yang elastis dan kuat tarik yang cukup besar sehingga dapat meningkatkan angka keamanan.



Gambar 1. Pemanfaatan *Tiresoil* untuk Perkuatan Tebing

2. Metode

Studi ini merupakan penelitian lapangan, laboratorium, dan perhitungan secara numerik. Penelitian lapangan berupa studi lokasi tanggul sungai yang mempunyai masalah kestabilan, lalu dilanjutkan dengan pengambilan sampel tanah untuk di uji karakteristik fisik dan mekaniknya. Uji laboratorium berupa uji sifat fisik yang meliputi kadar air, berat volume tanah, angka pori, porositas, dan berat spesifik. Pengujian sifat mekanis berupa uji kohesi dan sudut geser dalam. Langkah terakhir adalah membuat model numerik untuk mendapatkan angka keamanan tanggul pada berbagai kondisi.

Pada studi ini tanggul sungai dimodelkan dengan sudut kemiringan 80° dimana sudut ini dianggap kritis dalam kestabilan tanggul, nilai ini diperoleh dari pengamatan

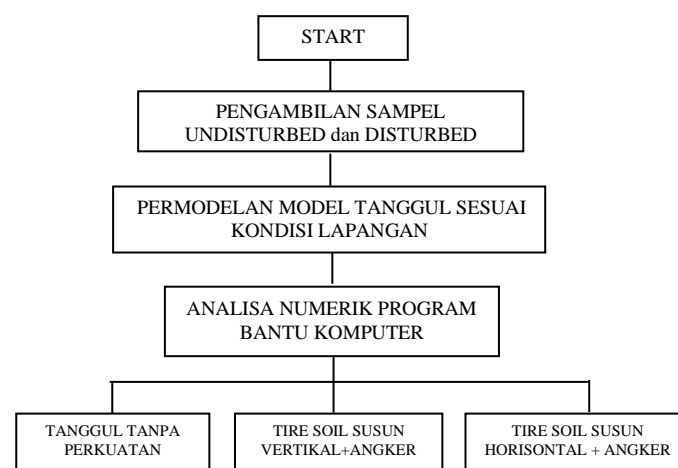
beberapa tanggul sungai, dimana rata-rata kemiringannya adalah 60° – 80°. Untuk muka air sungai diasumsikan pada waktu musim pancaroba, dimana hampir seluruh permukaan tanggul terendam dengan air.

Model kelongsoran pada tanggul dibuat 3 kondisi yaitu analisa longsor tanggul kondisi natural, tanggul dengan perkuatan *tiresoil* susun vertikal plus angker, tanggul dengan perkuatan *tiresoil* susun horisontal plus angker. Detail metode studi seperti terlihat pada **Gambar 2**.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Pengujian Gravimetri-volumetri Tanah

Uji gravol dan kuat tekan dilakukan pada sampel dilokasi studi pada kedalaman -1 m dan -3 m. Hasil uji berat volume, angka pori, dan spesifik gravity tanah yang diteliti seperti terlihat pada **Tabel 1**. Berdasarkan hasil ini terlihat bahwa ada peningkatan nilai kepadatan dan kekuatan tanah seiring dengan kedalaman. Hal ini sesuai dengan yang disampaikan oleh Muntaha [6].



Gambar 2. Metodologi Studi Perkuatan Tanggul Sungai Alami dan dengan Perkuatan

3.2. Karakteristik Tiresoil

Tiresoil telah banyak diteliti dan diaplikasikan di Perancis sebagai perkuatan tanah, dengan karakter sifat gaya gesek yang baik diharapkan dapat memberikan peningkatan kekuatan geser tanah plus berat sendiri yang ringan.

Beberapa penelitian terdahulu, membuat ukuran model laboratorium *tiresoil* adalah diameter dalam 30 mm, diameter luar 60 mm, dan tebal 12 mm, dengan material *styrofoam*. Karakteristik tersebut kemudian digunakan sebagai acuan dalam permodelan numerik.

3.3. Hasil Perhitungan Stabilitas

Untuk melihat kestabilan tanggul pada lokasi studi dilakukan perhitungan angka keamanan, sehingga diketahui

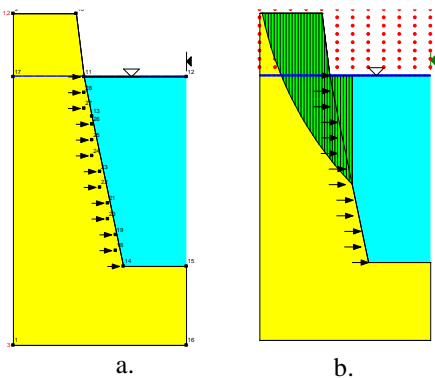
kondisi tanggul pada kondisi, aman, kritis atau berpotensi longsor.

Tabel 1. Hasil Pengujian Gravel Tanah

Jenis Pengujian	Satuan	Kedalaman	
		0,5 - 1,0	2,5 - 3,0
G_s		2,502	2,512
W_c	%	23,05	20,41
ρ_t	t/m ³	1,605	1,635
ρ_d	t/m ³	1,12	1,19
Kuat tekan, q_u	kg/cm ²	1,45	1,56

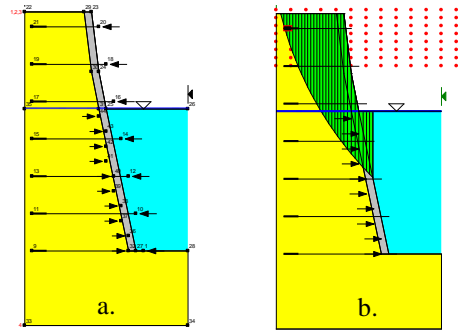
Pada studi pemodelan tanggul sungai di modelkan menggunakan program *geoslope*, untuk muka air divariasikan saat tinggi muka air pancaroba, model dibuat 3 variasi yaitu tanpa perkuatan dan 2 variasi perkuatan yaitu perkuatan *tiresoil* susun vertikal plus anker, dan perkuatan *tiresoil* susun horisontal plus anker.

Untuk pemodelan pertama adalah, model tanggul/lereng sungai tanpa perkuatan dialiri air dengan tinggi muka air musim pancaroba. Model sebelum running program seperti terlihat pada **Gambar 3.a**. Sedangkan model setelah running program sebagaimana terlihat pada **Gambar 3.b**.



Gambar 3. Hasil pemodelan lereng tanggul dengan kondisi air pancaroba

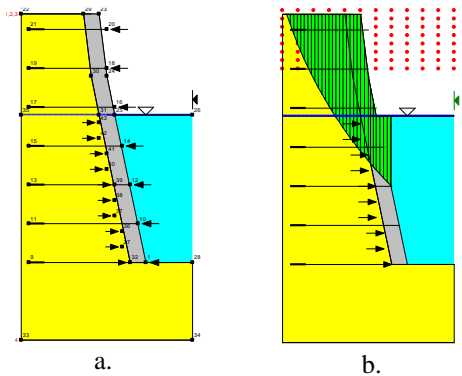
Dari perhitungan program, didapatkan angka keamanan terkecil yang diperoleh adalah 1,342. Terlihat bahwa tanggul masih cukup stabil pada saat kondisi muka air pada musim ini. Model kedua adalah model lereng dengan perkuatan *tiresoil* susun vertikal plus *anchorage* dialiri air dengan tinggi muka air pancaroba. Model seperti terlihat pada **Gambar 4.a**, sedangkan hasil running program seperti terlihat pada **Gambar 4.b**.



Gambar 4. Hasil Pemodelan Lereng Tanggul dengan Perkuatan *Tiresoil* disusun Vertikal Plus Anker Kondisi Air Pancaroba

Dari perhitungan program, angka keamanan yang diperoleh pada perkuatan ini adalah 3,521. Terjadi peningkatan angka keamanan yang cukup besar dengan penambahan perkuatan ini. *Tiresoil* dan anker pada permukaan tebing memperbesar tegangan tarik pada tanah, sehingga meningkatkan kuat geser tanah.

Model lereng ketiga adalah dengan perkuatan *tiresoil* susun horisontal plus *anchorage* dialiri air dengan tinggi muka air pancaroba. Hasil pemodelan sebagaimana terlihat pada **Gambar 5.a** dan **Gambar 5.b**.



Gambar 5. Hasil pemodelan lereng tanggul dengan perkuatan *tiresoil* disusun horisontal plus anker kondisi air pancaroba

Berdasarkan hasil perhitungan program, pada kondisi perkuatan *tiresoil* dengan susunan horisontal plus anker didapatkan angka keamanan pada tanggul sungai 5,166. Terjadi peningkatan angka keamanan pada susunan horisontal, hal ini diduga pemasangan *tiresoil* secara horisontal menambah luas permukaan atau bidang kontak dengan tanah yang lebih besar. Hasil ini sesuai dengan yang disampaikan Agung [5] dan Sigit [7] bahwa pemasangan *tiresoil* pada suatu lereng dapat meningkatkan kestabilannya.

4. Simpulan

Berdasarkan penelitian lapangan dan laboratorium serta permodelan yang telah dilakukan, tanggul sungai tanpa perkuatan dan dengan perkuatan menunjukkan hasil-hasil sebagai berikut:

1. Analisa dengan program geoslope untuk melihat angka keamanan tanggul menunjukkan terjadi peningkatan angka keamanan yang signifikan pada penggunaan perkuatan *tiresoil* dibandingkan tanpa perkuatan akibat adanya peningkatan kekuatan geser tanah yang didistribusikan oleh *tiresoil* dan anker.
2. Pada tanggul alami kondisi tanpa perkuatan di dapatkan angka keamanan 1,342, meningkat menjadi 3,521 pada perkuatan *tiresoil* dengan pemasangan vertikal serta menjadi 5,166 pada perkuatan *tiresoil* dengan pemasangan horisontal.
3. Model pemasangan mempengaruhi kestabilan lereng, hal ini diduga pada model pemasangan horizontal bidang kontak *tiresoil* dengan tanah lebih luas, sehingga memberikan efek kenaikan kuat geser yang lebih besar.

Daftar Pustaka

- [1] M. Muntaha, "Variasi Kestabilan Lereng Tanah Residual akibat Pengaruh Infiltrasi Air Hujan", *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, Vol. 10 No. 1, p.30, Feb. 2012.
- [2] Elshinta, Idiana, Sutomo, "Perkuatan tebing menggunakan Bronjong di Sungai Manikin Jakarta,": *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 6, no 12, p. 15, Sept. 2017
- [3] El-Sayegh, El-Gindy, "Improved tiresoil interaction model using FEA-SPH simulation," *Journal of Terramechanics* 78. May 2018.
- [4] Lescoe, R.E., "Improvement of Soil Modeling in a Tire-Soil Interaction Using Finite Element," etda. psu.edu, 2010.
- [5] P. Agung, D. Budi, "Daya dukung dan penurunan pondasi dangkal tanah ekspansif padat menggunakan tire-soil," *Jurnal Inovtek Polbeng*, Vol. 9, no. 1, p.39. Juni 2019
- [5] Agung, P, Budi, D, (2019), "Daya dukung dan penurunan pondasi dangkal tanah ekspansif padat menggunakan tire-soil," *Jurnal Inovtek Polbeng*, Vol. 9, no. 1, p.39. Juni 2019.
- [6] Muntaha, R. A.A. Soemitro, "The Static and Dynamic Characteristic Of Undisturbed Residual Soils Under Drying-Wetting Cycle's Repetition", *Japanese Geotechnical Society Special Publication 2 (15)*, p. 591-594. Nov. 2015
- [7] S. Soehartono, *Studi Kemungkinan Tiresoil sebagai Solusi untuk Perbaikan Stabilitas Lereng*. Diktat Teknik Pondasi, 2006.