

PENGGUNAAN GEOTEKSTIL PADA LERENG SUNGAI GAJAH PUTIH SURAKARTA

Fadhliyah Nurul Azizah¹⁾, Niken Silmi Surjandari²⁾, Sholihin As'ad,³⁾

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

^{2), 3)} Pengajar Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524. Email: fadhliyah.nurulazizah@yahoo.com

Abstract

Condition of the slopes of the Gajah Putih Surakarta is not able to withstand the new flow of river water, so the movement of soil clays. This is caused because the riverbanks is also used to build houses and roads. Torrential streams and abuse this land contribute to the slopes of the Gajah Putih Surakarta that cause the onset of instability or failure. The slope instability or failure can be repaired using geotextile. Geotextile is used because it has several advantages, such as easy in execution, inexpensive, and can improve the stability of slopes in an effective manner. This research aims to know the value of the safety factor before and after the use of geotextile in the slope of the Gajah Putih Surakarta. The influence of the length of the vertical distance between the geotextile and geotextile (Sv) of the number of slopes calculated security manually using the methods of the bishop. The safety factors on the slope of Gajah Putih river was calculated under the condition of without geotextile and after the slope improvement using geotextile. The study also aimed to determine the effect of fluctuations in the water surface, the increased load due to dead load and live load + dead load. The fluctuation of the water surface and increasing load has great influence toward figures of peace from a slope. Value safety factor after being given geotextile is larger than before given. Configuration for a given variation is a variation of 1 to 4.00 m long geotextile distance between geotextile 0.26 m, variation 2 with 4.00 m long geotextile distance between geotextile 0.35 m, variation 3 with 4.00 m long geotextile distance between geotextile 0,5 m. Use of geotextile reinforced slopes afford Gajah Putih river, so the fixing is precisely to overcome avalanche happened and as varied filtration. The Varied configuration geotextile fixing influence figures of peace.

Keywords : Slope stability, Geotextile

Abstrak

Kondisi lereng sungai Gajah Putih Surakarta tidak mampu menahan derasnya aliran air sungai, sehingga terjadi pergerakan tanah lempung. Hal ini disebabkan juga karena bantaran sungai digunakan untuk membangun rumah penduduk dan badan jalan. Aliran sungai yang deras dan penyalahgunaan lahan ini berkontribusi pada lereng sungai Gajah Putih sehingga menyebabkan terjadinya kelongsoran. Kelongsoran lereng tersebut dapat diperbaiki menggunakan geotekstil. Geotekstil digunakan karena memiliki beberapa keunggulan, antara lain mudah dalam pelaksanaan, murah, dan dapat meningkatkan stabilitas lereng secara efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai faktor keamanan sebelum dan setelah penggunaan geotekstil pada lereng sungai Gajah Putih Surakarta. Pengaruh panjang geotekstil dan jarak vertikal antar geotekstil (Sv) terhadap angka keamanan lereng dihitung secara manual menggunakan metode bishop. Faktor keamanan (SF) lereng sungai Gajah Putih Surakarta dihitung dalam kondisi tanpa geotekstil dan setelah perbaikan lereng dengan geotekstil. Penelitian ini juga memperhitungkan pengaruh fluktuasi muka air tanah (MAT), penambahan beban akibat beban mati dan beban mati + beban hidup. Adanya fluktuasi muka air tanah dan penambahan beban sangat berpengaruh terhadap angka keamanan dari suatu lereng. Nilai Faktor Keamanan (SF) lereng sungai Gajah Putih lebih besar setelah pemasangan geotekstil. Konfigurasi variasi yang diberikan adalah variasi 1 dengan panjang geotekstil 4,00 m dengan jarak antar geotekstil 0,26 m, variasi 2 dengan panjang geotekstil 4,00 m dengan jarak antar geotekstil 0,35 m, variasi 3 dengan panjang geotekstil 4,00 m dengan jarak antar geotekstil 0,5 m. Penggunaan geotekstil mampu memperkuat lereng sungai Gajah Putih, sehingga pemasangannya sangat tepat untuk mengatasi kelongsoran yang terjadi dan sebagai filtrasi. Konfigurasi pemasangan geotekstil yang bervariasi berpengaruh terhadap angka keamanan.

Kata Kunci : Stabilitas lereng, Geotekstil

PENDAHULUAN

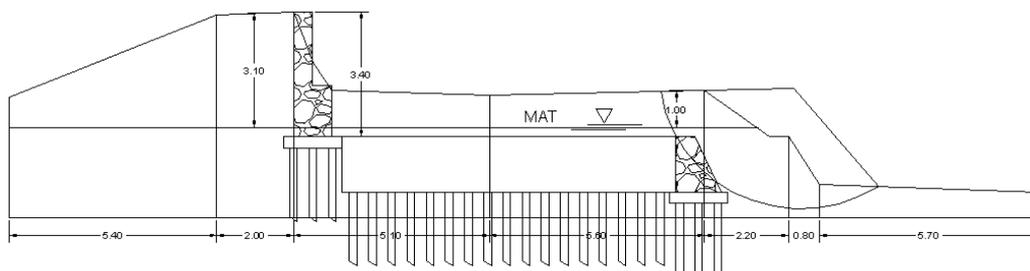
Problema stabilitas lereng di wilayah bantaran sungai umumnya terjadi bila terdapat gangguan pada keseimbangan lereng tersebut yang diakibatkan oleh berbagai kegiatan manusia maupun alam. Kekuatan geser suatu tanah tidak mampu memikul suatu kondisi beban kerja yang berlebihan. Air yang mengalir disepanjang sungai sangat berpengaruh pada kestabilan lereng (Hary Christady, 2006). Dalam pemeliharaan stabilitas lereng yang baik, terutama pada area bantaran sungai, salah satunya perlu dibuat perkuatan tanah (*reinforcement of earth*). Pada umumnya tujuan utama dari suatu analisis stabilitas lereng adalah untuk dapat memberikan kompetensi terhadap suatu perencanaan konstruksi yang aman dan ekonomis. Salah satu bentuk perkuatan ialah dengan menggunakan geotekstil (Hardiyatmo, 2007).

LANDASAN TEORI

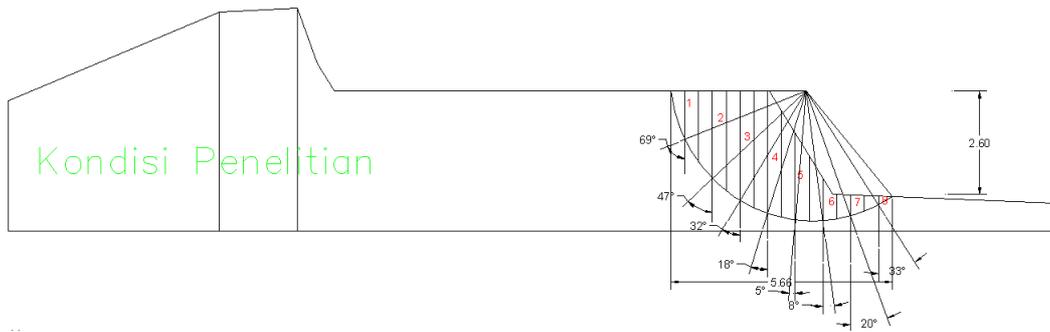
Kelongsoran tanah merupakan akibat meningkatnya tegangan geser suatu massa tanah atau menurunnya kekuatan geser suatu massa tanah. Kekuatan geser dari suatu massa tanah tidak mampu memikul beban kerja yang terjadi. Gangguan terhadap stabilitas lereng dapat disebabkan oleh berbagai kegiatan manusia maupun kondisi alam. Lereng yang tidak stabil sangat berbahaya terhadap lingkungan sekitarnya, oleh sebab itu analisis stabilitas lereng sangat diperlukan (Iro Ganda dan Roesyanto, 2012). Pengamatan longsoran lereng oleh Collin (1846) menunjukkan bahwa kebanyakan peristiwa longsoran tanah terjadi dengan bentuk bidang longsor yang berupa lengkungan. Keruntuhan lereng dari jenis tanah kohesif banyak terjadi karena bertambahnya kadar air tanah. Sebab terjadinya longsoran adalah karena tidak tersedianya kuat geser tanah yang cukup untuk menahan gerakan tanah longsor ke bawah, pada bidang longsornya. Lengkung bidang longsor dapat berbentuk bidang lingkaran (silinder), spiral logaritmis ataupun kombinasi dari keduanya. Kadang-kadang, dijumpai pula suatu bidang longsor yang tidak berupa kurva menerus akibat perpotongan dari bidang longsor tersebut dengan lapisan tanah keras (seperti: lempung sangat kaku, pasir padat, permukaan batu) atau lapisan yang sangat lunak. Bentuk anggapan bidang longsor berupa lingkaran dimaksudkan untuk mempermudah hitungan analisis stabilitasnya secara matematik, dan dipertimbangkan mendekati bentuk sebenarnya dari bidang longsor yang sering terjadi di alam. Kesalahan analisis stabilitas lereng tidak banyak disebabkan oleh bentuk anggapan bidang longsor, akan tetapi oleh kesalahan dalam penentuan sifat-sifat tanah dan penentuan lokasi bidang longsor kritisnya (Bowles, 1984). Dalam penelitian ini analisis yang akan dilakukan saat kondisi awal dengan menggunakan metode Bishop Disederhanakan (*Simplified Bishop Method*). Geotekstil adalah kelompok bahan geosintetik yang mudah meloloskan air. Pemilihan geotekstil dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor internal dan eksternal. Faktor internal geotekstil terdiri dari kuat tarik geotekstil, sifat perpanjangan (*creep*), struktur geotekstil, dan daya tahan terhadap faktor lingkungan, sedangkan faktor eksternal adalah jenis bahan timbunan yang berinteraksi dengan geotekstil. Waktu pembebanan juga mengurangi kekuatan geotekstil karena akan terjadi degradasi pada geotekstil oleh faktor *fatigue* dan *aging*. Untuk menutupi kekurangan tersebut, tidak seluruh kuat tarik geotekstil yang tersedia dapat dimanfaatkan dalam perencanaan konstruksi perkuatan (Djarwadi, 2006). Geotekstil berfungsi sebagai filtrasi, pemisah, pembatas, pelindung dan perkuatan.

METODE PENELITIAN

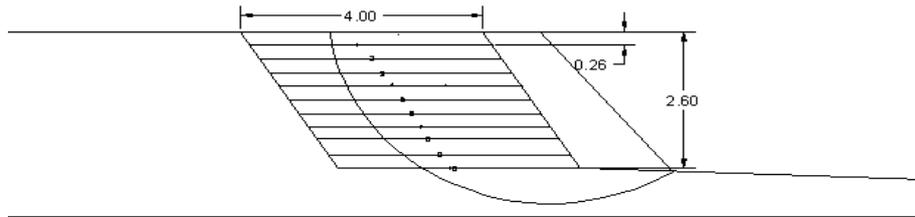
Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hasil analisis faktor keamanan (SF) dengan perhitungan manual baik sebelum dan sesudah pemasangan geotekstil. Lokasi yang menjadi obyek penelitian adalah Lereng Sungai Gajah Putih yang terletak dikampung Tempurejo, Sumber, Banjarsari, Surakarta. Pemodelan Lereng didapat dari pengumpulan data antara lain : a. data tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah data data sekunder lokasi lereng di sungai Gajah Putih Surakarta yang pengujiannya dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Sebelas Maret Surakarta (UNS) kemudian data sekunder tersebut diolah menjadi data yang siap digunakan untuk menganalisis perhitungan selanjutnya, sehingga dapat mencapai tujuan penelitian. b. data profil lereng digunakan untuk mengetahui dimensi dari lereng. Hal ini membantu dalam pemodelan lereng saat melakukan analisis. Data berupa gambar dua dimensi dalam bentuk autocad yang didapat dari Dinas Pekerjaan Umum Surakarta. c. data beban lalu lintas didapat dari Panduan Geosintetik 4 No. Pt T-10-2002-B (DPU, 2002b). d. Geotekstil Geotekstil yang digunakan sebagai perkuatan pada lereng Sungai Gajah Putih adalah geotekstil jenis *non woven* TS600. Data profil lereng berupa gambar *autocad* dua dimensi, sebagai berikut :



Gambar 1. Penampang Lereng Kondisi Awal



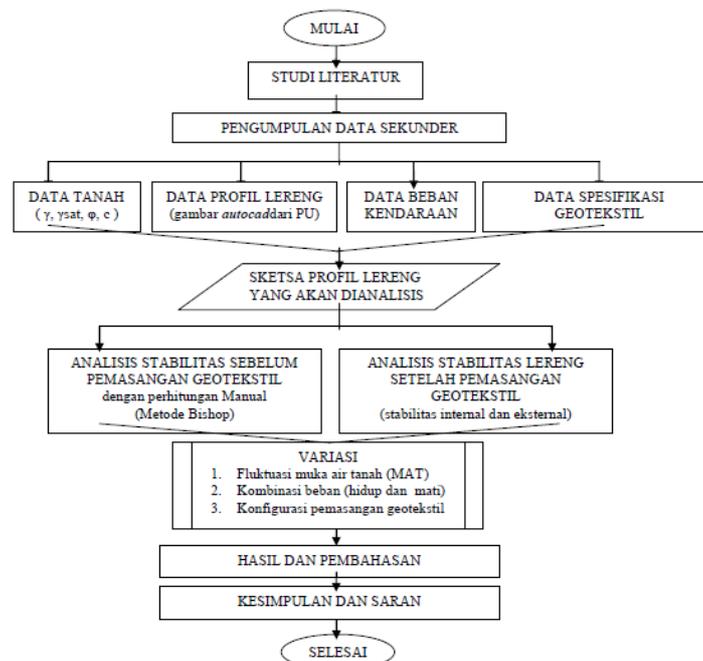
Gambar 2. Penampang Lereng Kondisi Penelitian



Gambar 3. Penampang Lereng Setelah Pemasangan Geotekstil

Pada kondisi penelitian lereng sungai Gajah Putih Surakarta dianalisis berdasarkan beberapa variasi, variasi tersebut antara lain : a. Fluktuasi muka air tanah (MAT) posisi muka air tanah pada lereng sungai Gajah Putih saat akan dilakukan analisis perhitungan : $MAT = -(H+4,5) = -(2,60+4,5) = -7,1$; $MAT = -H = 2,60$; $MAT = -1/2 H = -1,30$; $MAT = -1/3 H = -3,38$; $MAT H = 0$. b. Kombinasi beban, beban yang bekerja pada lereng sungai Gajah Putih untuk menentukan muatan apa saja yang dianalisis: beban mati (beban tanah) dan beban hidup (beban kendaraan). c. Konfigurasi pemasangan geotekstil, konfigurasi atau bentuk pemasangan geotekstil yang akan dianalisis untuk meningkatkan stabilitas lereng. Nantinya dapat diketahui mengenai pemasangan konfigurasi geotekstil yang relatif paling aman untuk ditempatkan pada lereng sungai Gajah Putih Surakarta. Variasi 1: Konfigurasi geotekstil dengan panjang 4 m dengan Sv : 0,26 m. Variasi 2 : Konfigurasi geotekstil dengan panjang 4 m dengan Sv : 0,35 m. Variasi 3: Konfigurasi geotekstil dengan panjang 4 m dengan Sv : 0,5m.

Tahapan pada penelitian ini digambarkan dalam bentuk diagram alir seperti terlihat pada Gambar 4. berikut ini :



Gambar 4. Diagram Alir Penelit

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis

Analisis stabilitas lereng sebelum pemasangan geotekstil dilakukan dengan perhitungan manual menggunakan metode Bishop (1955). Perhitungan lereng berdasarkan dua tinjauan : pada saat kondisi awal dan kondisi penelitian. Kondisi awal merupakan kondisi sebenarnya lereng sungai Gajah Putih Surakarta sebelum dilakukan perbaikan. Kondisi penelitian merupakan kondisi yang dibuat sebagai penelitian dengan melakukan timbunan terhadap lereng dan pemasangan geotekstil sebagai perkuatan lereng. Perhitungan dilakukan berdasarkan penambahan beban akibat (beban mati) dan (beban mati + beban hidup) serta letak fluktuasi muka air tanah, dengan $MAT=-(H+4,5)=-7,1m$; $MAT=-2,60m$; $MAT=-1/2H=-1,30m$; $MAT=-1/3H=-0,86$; dan $MAT=H=0$.

Analisis stabilitas lereng setelah pemasangan geotekstil dilakukan pada kondisi penelitian dengan perhitungan manual menggunakan stabilitas internal. Stabilitas internal mengevaluasi terhadap panjang lembaran perkuatan, kuat tarik perkuatan dan panjang *overlap* sebagai penahan gaya yang melawan tanah longsor. Perhitungan lereng setelah pemasangan geotekstil berdasarkan dua tinjauan : (beban mati) dan (beban hidup + beban mati) dengan pengaruh fluktuasi letak muka air tanah.

Tabel 1. Rekapitulasi Sebelum dan Setelah Pemasangan Geotekstil

Beban	No	Kondisi	Variasi	Keterangan	Nilai SF saat MAT di Posisi						
					-(H+4.5)	H = - 2.60	-1/2 H	-1/3 H	H = 0		
Mati	1	Awal			2,185	2,077	2,058	2,014	2,011		
	2	Penelitian			2,807	2,468	2,069	1,921	1,600		
	3	Setelah Pemasangan Geotekstil									
			Stabilitas Internal	1	SFr	9,962	9,962	9,962	9,962	9,962	
					SFp	11,292	11,421	12,122	12,700	15,056	
					SFl	2,520	2,405	3,080	2,961	2,148	
					2	SFr	7,291	7,291	7,291	7,291	7,291
						SFp	7,881	7,881	8,650	8,988	10,507
						SFl	1,872	1,872	2,329	2,410	1,872
					3	SFr	5,136	5,136	5,136	5,136	5,136
						SFp	4,761	4,761	5,305	5,653	6,348
						SFl	2,184	2,184	2,730	2,848	2,184
			Stabilitas Eksternal	1	Penggeseran	4,668	4,668	6,104	4,488	4,668	
					Penggulingan	24,709	24,709	26,388	19,091	24,709	
					Kuat dukung tanah	29,972	29,972	41,009	41,009	24,732	
					2	Penggeseran	4,976	4,976	6,758	4,962	4,976
						Penggulingan	28,355	28,355	31,428	23,412	28,355
						Kuat dukung tanah	30,432	30,432	42,145	42,145	26,246
				3	Penggeseran	4,869	4,869	6,605	4,794	3,561	
					Penggulingan	27,157	27,157	29,924	21,832	19,521	
				Kuat dukung tanah	30,273	30,273	41,751	41,751	25,721		
Mati+ Hidup	1	Awal			1,169	1,107	1,089	1,068	1,053		
	2	Penelitian			1,970	1,718	1,386	1,268	1,039		
	3	Setelah Pemasangan Geotekstil									
Lanjutan Tabel 1.				1	SFr	9,962	9,962	9,962	9,962	9,962	
					SFp	4,006	4,058	4,276	4,386	4,507	
					SFl	1,324	1,324	1,464	1,500	1,144	

Stabilitas Eksternal	2	SFr	7,291	7,291	7,291	7,291	7,291	
		SFp	2,981	2,981	3,212	3,269	3,357	
		SFl	0,974	0,974	1,085	1,102	0,840	
	3	SFr	5,136	5,136	5,136	5,136	5,136	
		SFp	2,003	2,003	2,172	2,227	2,271	
		SFl	1,174	1,174	1,315	2,714	1,017	
	1	Penggeseran	1,314	1,314	1,232	1,032	1,009	
		Penggulingan	5,525	5,525	5,201	4,501	4,389	
		Kuat dukung tanah	13,966	13,966	19,108	19,108	9,783	
		2	Penggeseran	1,268	1,268	1,207	1,021	0,962
			Penggulingan	5,773	5,773	5,550	4,863	4,562
			Kuat dukung tanah	13,731	13,731	19,016	19,016	10,011
3		Penggeseran	1,267	1,267	1,206	1,012	0,860	
		Penggulingan	5,745	5,745	5,502	4,765	4,129	
		Kuat dukung tanah	13,811	13,811	19,047	19,047	9,934	

Keterangan :

SFr : Angka keamanan terhadap putus tulangan

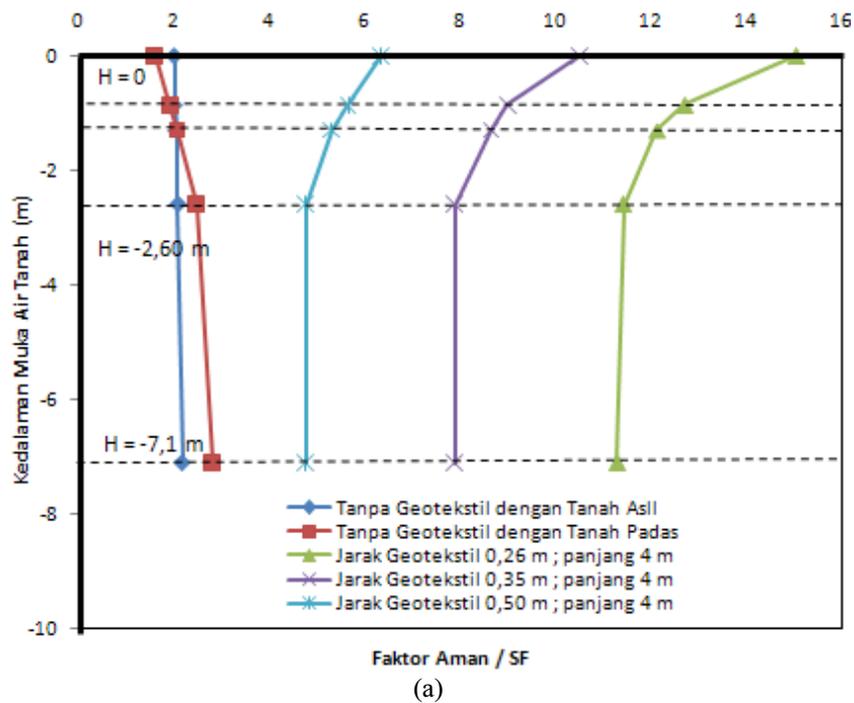
SFp : Angka keamanan terhadap cabut tulangan

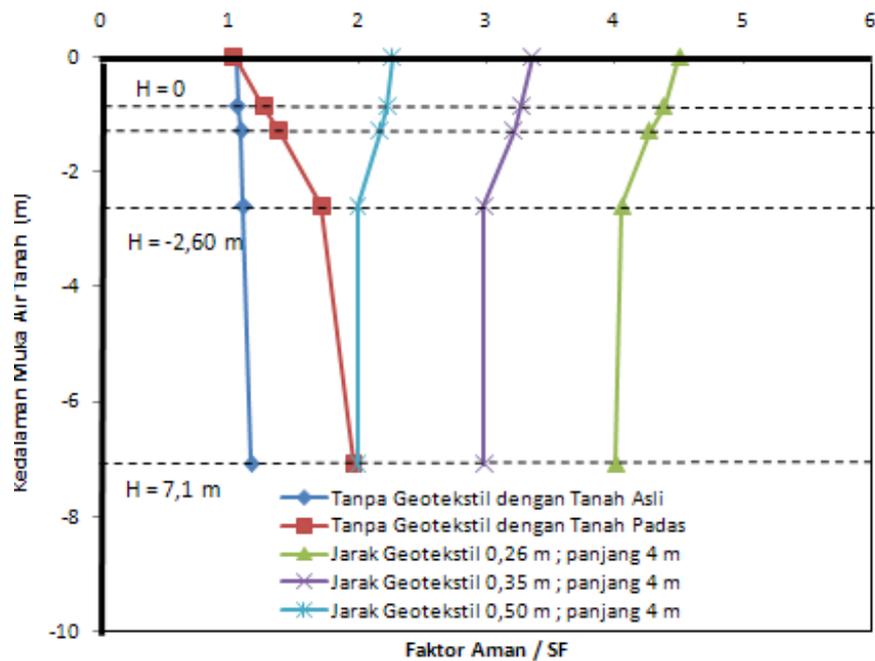
SFl : Angka keamanan terhadap overlap geotekstil

Pembahasan

Hubungan Faktor Keamanan pada Kondisi Awal, Penelitian dan Variasi Pemasangan Geotekstil dengan Fluktuasi Letak Muka Air Tanah

Analisis faktor keamanan pada kondisi awal, penelitian dan setelah pemasangan geotekstil dilakukan dengan beberapa variasi ditinjau dari dua keadaan yaitu (beban hidup + beban mati) dan (beban mati) dengan fluktuasi letak muka air tanah. Fluktuasi letak muka air tanah saat $MAT = -(H+4,5) = -7,1m$; $MAT = -2,60m$; $MAT = -1/2H = -1,30m$; $MAT = -1/3H = -0,86$; dan $MAT = H = 0$. Hubungan SF dengan letak muka air tanah pada kondisi awal, penelitian, dan setelah pemasangan geotekstil dengan beberapa variasi dapat dilihat pada Gambar 5.





(b)

Gambar 5. Hubungan Faktor Keamanan Kondisi Awal, Penelitian, dan Setelah Pemasangan Geotekstil dengan Fluktuasi Muka Air Tanah Akibat (a) Beban mati ; (b) Beban Mati+Beban Hidup

Gambar 5. menunjukkan bahwa semakin menuju muka lereng posisi muka air tanah dan semakin tinggi jarak antar geotekstil maka angka keamanan akan semakin menurun. Pada grafik di atas pada kondisi penelitian dengan variasi yang diberikan angka keamanan mengalami peningkatan dari kondisi sebelumnya, yaitu pada kondisi sebelum perbaikan. Sehingga kondisi penelitian ini dapat dilakukan dikarenakan nilai angka keamanannya lebih besar dari angka keamanan kondisi sebelum perbaikan.

Pada analisis lereng kondisi sebelum perbaikan dan kondisi penelitian dengan beberapa variasi konfigurasi geotekstil dan fluktuasi muka air tanah yang bervariasi berpengaruh terhadap nilai faktor aman pada lereng. Semakin muka air tanah menuju muka lereng nilai faktor aman semakin kecil. Dalam penelitian ini faktor akibat beban hidup mempunyai peran penting dalam mengakibatkan longornya lereng, yaitu dengan pembangunan pemukiman dan dibuat jalan di atas lereng. Penambahan beban hidup di atas lereng mengakibatkan menurunnya stabilitas lereng. Pada kondisi sebelum dan kondisi penelitian menunjukkan bahwa beban hidup menambah tekanan untuk lereng sehingga terjadi longsor.

Hubungan Panjang Geotekstil, dan Jarak Vertikal antar Geotekstil dengan Stabilitas Eksternal

Analisis stabilitas eksternal terdiri dari analisis terhadap bahaya penggeseran, penggulingan, dan masalah kuat dukung tanah. Analisis dilakukan dengan tinjauan (beban mati) dan (beban mati+beban hidup). Nilai SF terhadap penggeseran dan penggulingan tidak dipengaruhi oleh jarak vertikal antar geotekstil (S_v), melainkan oleh kemiringan lereng dan panjang geotekstil. Hal ini dikarenakan perhitungan stabilitas konstruksi perkuatan ditinjau pada perlawanan gesek yang terjadi di dasar konstruksi yang merupakan satu kesatuan, dimana panjang geotekstil pada dasar lereng dianggap sama dengan lebar konstruksi perkuatan lereng. Untuk nilai SF terhadap kuat dukung tanah tidak dipengaruhi oleh adanya perkuatan geotekstil. Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 2., menunjukkan bahwa nilai SF terhadap kuat dukung tanah konstan, meskipun ada perubahan kemiringan lereng, panjang geotekstil, atau jarak vertikal antar geotekstil. Hal ini dikarenakan perhitungan stabilitas terhadap kuat dukung tanah dipengaruhi oleh parameter tanah itu sendiri, seperti berat isi (γ), kohesi (c), dan sudut geser (ϕ) yang digunakan untuk mencari faktor-faktor kuat dukung tanah.

SIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini yaitu :

1. Nilai SF sebelum dan setelah pemasangan geotekstil akibat beban mati meningkat 76,722%, sedangkan akibat beban mati+beban hidup meningkat 65,5%.
2. a. Nilai SF setelah pemasangan geotekstil akibat beban mati dan kenaikan muka air tanah pada variasi 1 naik antara 75,142% hingga 89,373% , variasi 2 naik antara 64,381% hingga 84,773%, variasi 3 naik antara 41,038% hingga 74,794%.
b. Nilai SF setelah pemasangan geotekstil akibat beban mati+beban hidup dan kenaikan muka air tanah pada variasi 1 naik antara 50,825% hingga 76,947%, variasi 2 naik antara 33,904% hingga 69,050%, variasi 3 naik antara 14,214% hingga 54,252%.
c. Adanya pengaruh perubahan posisi muka air tanah, penambahan beban hidup, dan variasi jarak geotekstil yang diberikan berpengaruh terhadap faktor keamanan pada lereng sungai Gajah Putih Surakarta.
d. Posisi muka air tanah yang ditinjau saat $MAT = -(H+4,5)$; $MAT H = -2,60$ m; $MAT = -1/2 H$; $MAT = -1/3 H$; $MAT H = 0$. Penambahan beban hidup akibat dari beban kendaraan yang melintas, variasi yang diberikan variasi 1 dengan jarak antar geotekstil 0,26 m panjang 4 m, variasi 2 dengan jarak antar geotekstil 0,35 m dengan panjang 4 m, variasi 3 dengan jarak 0,5 m dengan panjang 4 m.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kepada Dr. Niken Silmi Surjandari, ST.,MT. dan Dr.Tech.Ir. Sholihin As'ad, MT yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Bowles, JE.,1989, *Sifat-sifat Fisik & Geoteknis Tanah*, Erlangga, Jakarta, 562 hal.
- Djarwadi, Didiék. 2006. *Konstruksi Jalan di Atas Tanah Lunak dengan Perkuatan Geotekstil*. Internasional Civil Engineering Conference. Surabaya.
- Hary Christady Hardiyatmo. 2006. *Mekanika Tanah I edisi ke-4*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hary Christady Hardiyatmo. 2007. *Geosintetik untuk Rekayasa Jalan Raya-Perancangan dan Aplikasi- II*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Iro Ganda dan Roesyanto. 2012. *Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Perkuatan Geogrid (Studi Kasus Jalan Medan-Berastagi, Desa Sugo)*. Universitas Sumatera Utara. Medan.