

PENGUNAAN SHEET PILE UNTUK PERKUATAN LERENG DI DESA TAMBAKMERANG KECAMATAN GIRIMARTO KABUPATEN WONOGIRI

Kurniawan Diliaristianto¹⁾, Niken Silmi Surjandari²⁾, Raden Harya Dananjaya H.I ³⁾

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Teknik, Prodi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

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

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524. Email: kurniawandili29@gmail.com

Abstract

Wonogiri Regency is located at $7^{\circ} 32' - 8^{\circ} 15'$ South Latitude and $110^{\circ} 41' - 111^{\circ} 18'$ East Longitude position Wonogiri very strategic because it is located at the south end of Central Java Province and among the East Java Province and Special Region of Yogyakarta. The natural conditions are mostly rocky limestone as especially in the southern part of which included the ranks of the Thousand Mountains, this condition is very prone to landslides, especially in mountainous areas on the slopes. Therefore analysis using sheet pile slope reinforcement to resolve landslides.

The method is using slope stability analysis based on the existing conditions in the village Tambakmerang, District Girimarto, Wonogiri Regency, with a height of 14 m and a slope of 60° . Slope stability analysis using the computer program. Planning Sheet Pile reinforcement using the height variation $1/2H$, $1/3H$, and $1/4H$ from height.

Based on the analysis of slope stability before reinforced, the safety factor of the slopes < 1.25 indicates that the slope in critical condition (landslide). Planning sheet pile uses a variation of height of $1/2H$, $1/3H$, $1/4H$ for slope stability have a safety factor > 1.25 means that the slope is relatively stable.

Keywords : landslide, safety factor, sheet pile

Abstrak

Kabupaten Wonogiri terletak pada $7^{\circ} 32' - 8^{\circ} 15'$ Lintang Selatan dan $110^{\circ} 41' - 111^{\circ} 18'$ Bujur Timur, posisi Kabupaten Wonogiri sangat strategis karena terletak di ujung selatan Provinsi Jawa Tengah dan diapit oleh Provinsi Jawa Timur dan Daerah Istimewa Yogyakarta. Kondisi alamnya sebagian besar berupa pegunungan berbatu gamping, terutama di bagian selatan yang termasuk jajaran Pegunungan Seribu, kondisi ini sangat rawan terjadi bencana tanah longsor terutama pada daerah di lereng pegunungan. Oleh karena itu dilakukan analisis perkuatan lereng menggunakan sheet pile untuk menanggulangi longsor.

Metode yang dilakukan adalah dengan melakukan analisis stabilitas lereng berdasarkan kondisi eksisting di Desa Tambakmerang, Kecamatan Girimarto, Kabupaten Wonogiri, dengan ketinggian 14 m dan kemiringan sebesar 60° . Analisis stabilitas lereng menggunakan bantuan program komputer. Perencanaan perkuatan menggunakan sheet pile dengan variasi ketinggian $1/2H$, $1/3H$, dan $1/4H$ dari ketinggian lereng.

Berdasarkan hasil analisis stabilitas lereng sebelum diberi perkuatan nilai keamanan lereng $< 1,25$ menunjukkan bahwa kondisi lereng tersebut kritis (longsor). Perencanaan sheet pile menggunakan variasi ketinggian $1/2H$, $1/3H$, $1/4H$ untuk stabilitas lereng memiliki angka keamanan $> 1,25$ berarti lereng tersebut relatif stabil.

Kata kunci : faktor keamanan, longsor, sheet pile

PENDAHULUAN

Kabupaten Wonogiri terletak pada $7^{\circ} 32' - 8^{\circ} 15'$ Lintang Selatan dan $110^{\circ} 41' - 111^{\circ} 18'$ Bujur Timur, posisi Kabupaten Wonogiri sangat strategis karena terletak di ujung selatan Provinsi Jawa Tengah dan diapit oleh Provinsi Jawa Timur dan Daerah Istimewa Yogyakarta. Kondisi alamnya sebagian besar berupa pegunungan berbatu gamping, terutama di bagian selatan yang termasuk jajaran Pegunungan Seribu, kondisi ini sangat rawan terjadi bencana tanah longsor terutama pada daerah di lereng pegunungan.

Analisis stabilitas lereng menggunakan bantuan program / software komputer. Sheet pile digunakan sebagai penahan tanah, berupa dinding menerus yang dibuat dengan menghubungkan potongan-potongan yang saling mengunci yang bertujuan untuk menahan tekanan horisontal akibat tanah dan air. Pada penelitian ini akan dianalisis sheet pile dengan tipe kantilever akibat berat sendiri sendiri.

3 kelompok rentang faktor keamanan (SF) ditinjau dari intensitas kelongsorannya menurut Bowles, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hubungan nilai faktor keamanan dan intensitas longsor

Nilai SF	Kejadian / Intesitas Longsor
$< 1,07$	Longsor biasa / sering terjadi (lereng labil)
$1,07 < SF < 1,25$	Longsor pernah terjadi (lereng kritis)
$> 1,25$	Longsor jarang terjadi (lereng reatif stabil)

Metode *Limit Equilibrium* adalah metode yang menggunakan prinsip kesetimbangan gaya. Dalam metode *Limit Equilibrium* terdapat dua asumsi bidang kelongsoran yaitu bidang kelongsorannya yang diasumsikan berbentuk *circular* dan bidang kelongsoran yang diasumsikan berbentuk *non-circular*. Kedua bidang kelongsoran tersebut akan dilakukan analisis lagi dengan metode *Optimization* yang merupakan cara untuk menentukan angka keamanan dengan membagi bidang irisan dengan cara *optimization yang* membutuhkan kondisi asli agar lebih efisien terutama ketika ada kenaikan sudut. Penentuan hasil yang optimal berdasarkan bentuk dan mencari suatu titik serta mengoptimalkan pengaruh perbedaan asumsi gaya antar irisan. Setelah ditemukan kelongsoran kritis pada bentuk *circular*, dilakukan pembagian bidang dengan cara *optimization* biasanya metode ini digunakan pada progam komputer analisis stabilitas lereng.

Program komputer yang digunakan merupakan produk perangkat lunak untuk menghitung faktor keamanan tanah dan kemiringan lereng. Program komputer tersebut dapat dilakukan analisis masalah, baik secara sederhana maupun kompleks dengan menggunakan salah satu dari delapan metode kesetimbangan batas untuk berbagai permukaan yang miring, kondisi tekan air pori, sifat tanah dan beban terkonsentrasi. Software ini digunakan untuk membantu menganalisis angka keamanan lereng dengan menggunakan persamaan 1.

$$F = \frac{\tau}{\tau_a} \tag{1}$$

dengan

- τ = tahanan geser maksimum yang dapat dikerahkan oleh tanah
- τ_a = tegangan geser yang terjadi akibat gaya berat tanah yang akan longsor
- F = faktor aman

Sheet pile adalah suatu material yang disusun menyerupai bentuk dinding yang saling mengikat satu sama lain. Faktor penting dalam mendesain *sheet pile* adalah mengusahakan agar kedalaman yang dibutuhkan sesuai, karena fungsi *sheet pile* berguna sebagai penahan tanah (tekanan horisontal tanah). Perhitungan *sheet pile* untuk input di progam komputer digunakan persamaan 2.

$$Y^3 - \left(\frac{2Pa}{Pp'}\right)Y^2 - 6Pa\left(\frac{y}{Pp'} + \frac{1}{C}\right)Y - \frac{2Pa}{Cp'p'}(2Pa + 3Pp'y) = 0 \tag{2}$$

Penyelesaian dari persamaan 2 dilakukan dengan cara coba-coba (*trial and error*), dari sini dapat ditentukan P_p , P_p' , a , z , dan lain-lainnya setelah itu dihitung Y dan D .

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Desa Tambakmerang, Kecamatan Girimarto, Wonogiri ini dimulai dengan mengumpulkan data sekunder dari penelitian sebelumnya (Desta, 2016) berupa data properties tanah (diasumsikan bahwa tanah termasuk tanah granuler) dan data *geometri* dengan kemiringan sebesar 60° dan ketinggian 14 meter. Konfigurasi pembebanan pada analisis ini yaitu berat sendiri. Variasi yang akan dianalisis adalah tinggi *sheet pile* yang berpengaruh terhadap kedalaman perkuatan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Variasi *sheet pile*

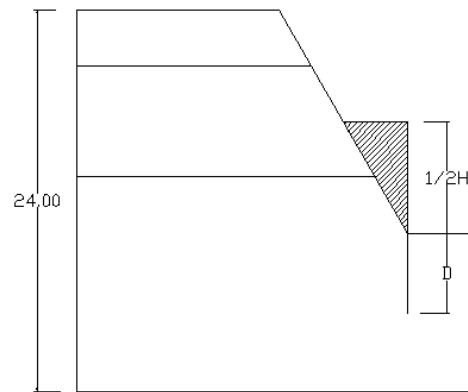
Pembebanan	Tinggi <i>Sheet Pile</i>	Penetrasi <i>Sheet Pile</i>	Sudut Kelandaian Lereng	Metode Perhitungan
Berat Sendiri	-	-	60° (asli)	<i>Geoslope</i>
Berat Sendiri	1/2H	D ₁	60° (asli)	<i>Geoslope</i>
	1/3H	D ₂	60° (asli)	<i>Geoslope</i>
	1/4H	D ₃	60° (asli)	<i>Geoslope</i>

Keterangan:

H = Ketinggian *sheet pile* di atas permukaan tanah

D = Kedalaman *sheet pile* di bawah permukaan tanah

Gambar 1 merupakan salah satu contoh aplikasi *sheet pile* yang akan digunakan untuk perkuatan.



Gambar 1. Contoh aplikasi variasi *sheet pile* dengan kelandaian kemiringan lereng

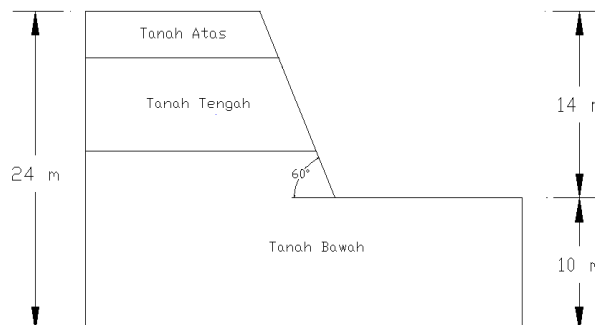
HASIL DAN ANALISIS

Tabel 3 merupakan data *properties* tanah pada lereng di Desa Tambakmerang, Girimarto, Wonogiri.

Tabel 3. Data *properties* tanah

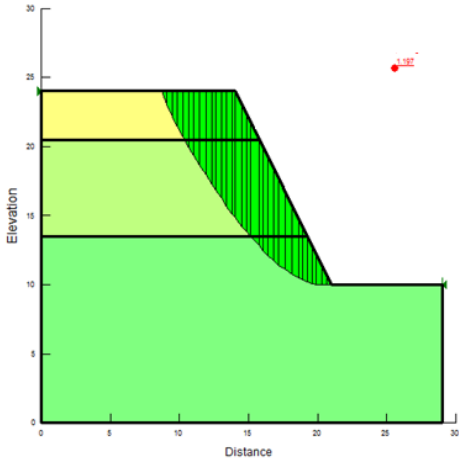
Parameter tanah	Satuan	Tanah bagian atas	Tanah bagian tengah	Tanah bagian bawah
γ	kN/m ³	14,42	13,93	14,91
c	kN/m ²	40,21	30,20	26,67
ϕ	°	26,27	14,73	27,80

Data kondisi eksisting lereng yang akan digunakan yaitu dengan ketinggian 14 m dan sudut kemiringan 60° seperti terlihat pada Gambar 2.

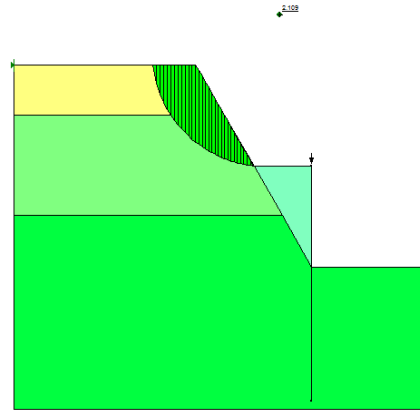


Gambar 2. Kondisi eksisting lereng

Berdasarkan hasil analisis menggunakan program / *software* komputer, didapat nilai *safety factor* untuk kondisi eksisting (sebelum perkuatan) dan kondisi dengan perkuatan *sheet pile*. Gambar 3 menunjukkan kondisi lereng eksisting dengan angka keamanan 1,197 sedangkan gambar 4 menunjukkan kondisi lereng setelah perkuatan dengan angka keamanan 2,109. Angka keamanan menunjukkan perbedaan antara lereng yang sebelum diberi perkuatan dan setelah perkuatan, lereng yang menggunakan perkuatan akan menunjukkan nilai keamanan yang meningkat atau lebih besar sebab beban lereng dan gaya-gaya lereng yang diterima akan ditahan oleh perkuatan *sheet pile* seperti dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4 berikut :



Gambar 3. Contoh analisis kondisi eksisting akibat berat sendiri



Gambar 4. Contoh analisis kondisi dengan perkuatan *sheet pile* akibat berat sendiri

Penelitian ini melakukan perhitungan terhadap tinggi *sheet pile* diatas permukaan tanah yang berpengaruh terhadap kedalaman *sheet pile* di bawah permukaan tanah.

Tabel 4 menunjukkan hasil analisis perhitungan kedalaman lereng

Tabel 4. Rekapitulasi perhitungan kedalaman lereng

No	Jenis Variasi	D' (meter)	D' + H (meter)	$P_p > P_a$ (kN/m ²)	Keterangan
1	1/2 H	12,81	19,81	600,44 > 160,41	Aman
2	1/3 H	8,55	13,21	400,70 > 71,39	Aman
3	1/4 H	6,42	9,92	300,44 > 40,10	Aman

Keterangan:

D' = Kedalaman penetrasi turap

D'+H = Panjang turap yang dibutuhkan

P_p = Tekanan tanah pasif

P_a = Tekanan tanah aktif

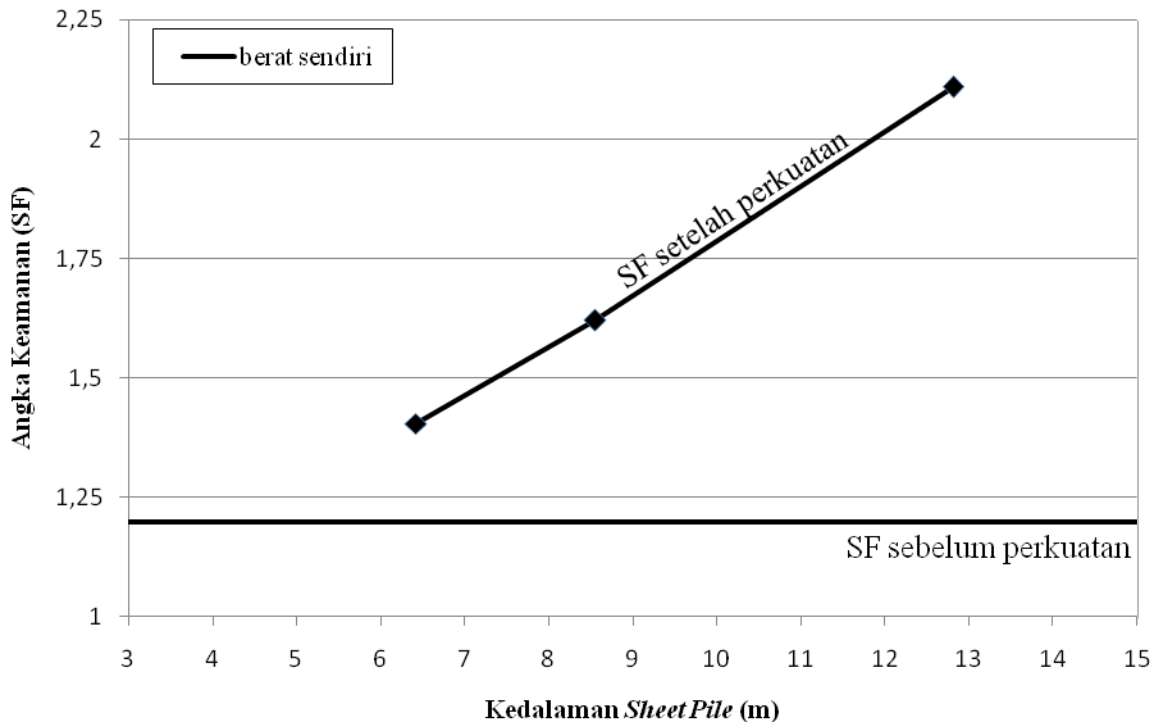
Tabel 5 menunjukkan hasil analisis nilai keamanan dengan menggunakan program komputer sebelum dan sesudah diperkuatan *sheet pile* akibat berat sendiri.

Tabel 5. Rekapitulasi faktor aman lereng sebelum dan sesudah perkuatan

No	Variasi	Nilai SF			
		Berat Sendiri			
1	Sebelum Perkuatan				
	1,197				
2	Setelah Perkuatan				
	Sudut	(60°) asli	10°	20°	30°
	1/2H	2,109	2,993	2,983	2,592
	1/3H	1,620	2,032	1,926	1,707

$1/4H$	1,404	1,796	1,742	1,567
--------	-------	-------	-------	-------

Hasil akhir dari analisis stabilitas lereng tersebut adalah menampilkan angka keamanan akibat berat sendiri dengan nilai keamanan sebelum dan sesudah diberi perkuatan berdasarkan hubungan kedalaman *sheet pile* dengan nilai keamanan. Gambar 5 menunjukkan hubungan antara kedalaman *sheet pile* dengan angka keamanan.



Gambar 5. Grafik hubungan kedalaman *sheet pile* dengan angka keamanan (*SF*)

Variasi ketinggian *sheet pile* dengan tinggi $1/2H$, $1/3H$, dan $1/4H$ dari ketinggian lereng, mempunyai hubungan dengan kedalaman *sheet pile* hal ini disebabkan karena semakin tinggi pemasangan *sheet pile* di atas permukaan tanah semakin dalam juga penetrasi *sheet pile* di bawah permukaan tanah. Nilai keamanan sebelum perkuatan menunjukkan angka sebesar 1,197 dan setelah mengalami perkuatan *sheet pile* angka keamanan menjadi meningkat sesuai dengan variasi masing-masing, ditunjukkan dengan nilai keamanan pada kedalaman 6,42 meter (variasi $1/4H$) yaitu 1,404; pada kedalaman 8,55 meter (variasi $1/3H$) menunjukkan nilai *SF* yaitu 1,620; pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa nilai *SF* stabilitas lereng dengan ketinggian $1/2H$ (kedalaman 12,81 meter) merupakan variasi yang memiliki nilai keamanan paling tinggi yaitu 2,109.

SIMPULAN

Kesimpulan analisis stabilitas lereng di Desa Tambakmerang, Kecamatan Girimarto, Kabupaten Wonogiri dengan kemiringan 60° dan ketinggian 14 m akibat berat sendiri menghasilkan nilai *safety factor* (*SF*) sebesar 1,197 (sebelum perkuatan) dan hasil analisis stabilitas lereng setelah diberi perkuatan *sheet pile* menunjukkan nilai *SF* > 1,25. Variasi $1/2H$ memiliki nilai angka keamanan paling tinggi berkisar antara 2,109.

REKOMENDASI

Dari hasil analisis, perlu ditambah pengaruh beban gempa dinamis, memperhitungkan kondisi muka air tanah, menggunakan *sheet pile* jenis angkur, dan memperhitungkan jenis tanah (lempung). Perlu juga dilakukan analisis stabilitas lereng dengan menggunakan bantuan program / *software* komputer lain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Dr. Niken Silmi Surjandari, S.T., M.T. dan Raden Harya Dananjaya H.I, S.T., M.Eng., yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Das, Braja M. (2002). *Mekanika Tanah Jilid 2*, Erlangga : Jakarta
- GEO-SLOPE International Ltd. *Stability Modeling with SLOPE/W 2007 Version An Engineering Methodology Fourth Edition, November 2008*. Calgary Alberta : Canada.
- Hardiyatmo, H.C. *Mekanika Tanah II Edisi-3*. Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H.C. (2003). *Teknik Fondasi II Edisi ke-2*. Beta Offset : Yogyakarta.
- Prabawa, Desta.(2016). Analisis Stabilitas Lereng Akibat Beban Hujan Harian Maksimum Bulanan dan Beban Lalu Lintas. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret : Surakarta.