

PENELUSURAN FAKTOR PENYEBAB LONGSOR TEBING TANAH DI GEDANGSARI KLATEN

Oleh:

Endaryanta

Staf Pengajar di Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan FT UNY

Abstract

At a several time later, Indonesia got many disasters. One of it was a landslide disaster at Gedangsari Gunungkidul (near Klaten). This accident occur was caused by water infiltration into the soil that changed characteristic of soil, the shear strength of soil decreased until passed the limit of safety factor, so landslide occurred. This research tries to obtain what caused landslide, because of internal factor, external factor and what its cock.

This experiment research applied to pure soil from Gedangsari (landslide location). The soil is varied at several water content (10%-30%) then the direct shear test be applied. The same method be applied for soil with Portland Cement mixture (5%,10%). The data getting from there then be prepared, and finally it gets: internal friction angle (ϕ), cohesion (c), landslide safety factor (F), and critical height of landslide (H_{kr} , H_c).

The results of this research were: (a). landslide causing factor at Gedangsari is cutting slope of soil that make angle of soil slope is very steep (external factor). Its internal factor is decreasing the shear strength of soil because of water infiltration. The its cock factor is rain (not earthquake and vibration). (b). the kind of soil is sandy silt, with non-plastic characteristic. (c). the landslide safety factor (F) is influenced by water content. Increasing of water content from 10% until 30% causes decreasing of F . Soil improvement with PC admixture (5%,10%) can really increase of F if water enough (30%) for PC hydration. (d). the critical height of landslide H_c is influenced by water content. For pure soil, increasing of water content from 10% until 30% will decrease of H_c . However, improvement soil with PC admixture (5%, 10%) can really increase of H_c . The H_c value will really increase (drastic) if enough water content (30%) for PC hydration.

Keywords : *slop, landslide, cohesion, internal friction angle, critical height.*

PENDAHULUAN

Belum lama ini telah terjadi tanah / tebing longsor di Gedangsari, Gunungkidul (perbatasan Klaten, Jawa Tengah). Hujan lebat yang mengguyur daerah itu menimbulkan infiltrasi air ke dalam tanah tebing itu. Akibat air itu maka kekuatan geser tanah berkurang sampai melampaui batas/limit keruntuhan hingga

tanah itu tidak mampu mendukung dirinya sendiri (yang juga bertambah berat) dan bangunan di atasnya (jika ada). Turunnya kuat geser tanah ini sebenarnya bisa dilihat dari nilai ϕ (ϕ sudut gesek intern tanah) dan c (kohesi) tanah.

Longsornya tanah ini dapat disebabkan oleh beragam hal, yaitu diantaranya ialah akibat pelunakan

ah melampaui batas cair tanah hingga ahnya bisa mengalir, atau akibat i turunnya kuat geser tanah pada ang geser sehingga massa tanah yang ukungnya berpindah, maka terjadilah gsor. Terjadinya longsor ini bisa pula bat terlalu terjalnya dinding tebing, u pemotongan (penggerowongan) di tebing, atau penambahan beban di s tebing, atau patahan akibat gempa. ri berbagai penyebab ini factor yang na yang menjadi penyebab / pemicu jadinya tanah longsor di Gedangsari aten ini ? Bagaimana mencegah atau ngatasi bahaya longsor ini ? Hal inilah ng mendasari pentingnya dilakukan nelitian ini.

Rumusan Masalah pada kasus ialah : (1). Faktor apa yang menjadi nyebab longsornya tebing tanah di edangsari Klaten?, (2). Berapa nilai rameter tanah longsor itu (yaitu G , γ , LL , PL , SL , ϕ , C)?, (3). Berapa nilai factor an terhadap longsor jika kadar airnya rubah (tinggi tebing dan kemiringan eng tetap) ?, (4). Berapa tinggi- itis tebing jika kadar airnya berubah emiringan lereng tetap) ?

Tujuan Penelitiannya ialah : (1) ntuk mengetahui factor penyebab/ emicu terjadinya longsor tebing tanah di edangsari Klaten, (2) Untuk mengetahui lai parameter tanah di Gedangsari, laten (yaitu G , γ , LL , PL , SL , ϕ , C), (3) ntuk mengetahui factor aman longsor tebing jika kadar airnya berubah, (4)

Untuk mengetahui tinggi kritis tebing Hkr jika kadar airnya berubah. Hasilnya bisa bermanfaat bagi masyarakat / instansi terkait tentang tanah longsor, pencegahan dan penanggulangannya.

Variabel yang diteliti yaitu : 1. Faktor penyebab longsor, meliputi : (a) sudut miring lereng, (b) kondisi kaki tebing (ada penggerowongan / tidak ada), (c) pemberat di atas tebing (ada / tidak), (d) factor internal tanah yaitu parameter tanah (yaitu G , γ , LL , PL , SL , ϕ , C , w , dan distribusi ukuran butir). 2. Faktor pemicu : hujan (air) atau gempa. 3. Faktor Ikutan (akibat) yaitu: angka aman longsor F dan tinggi kritis Hkr.

Faktor (variable) yang bebas (tidak tetap) ini (yaitu γ , ϕ , c , F , Hkr) tergantung pada nilai kadar air (w). Karena kadar air (w) saat terjadi longsor tidak tahu maka bisa dieksperimenkan dengan memainkan nilai kadar air. Jika kadar air berubah maka nilai γ , ϕ , c , F , Hkr akan berubah. Justru disinilah eksperimen di laboratorium akan mampu menjawab pada kadar air (w) berapa variable bebas tersebut akan naik dan kapan akan turun.

KAJIAN PUSTAKA

Longsorantanahialahberpindahnya sejumlah massa tanah. Gerakannya bisa slide (luncuran), creep (rayapan), slump (longsoran) atau flow (aliran) (Wikipedia Geoscience, Australia).

Pada permukaan tanah yang tidak horizontal misalnya tebing tanah,

akan raw
disebabka
menggera
perlawan
bidang
Analisis
stabilitas
untuk pro
bandara, b
dan sebag

Te
menyebut
lereng tan
factor in
Contoh fa
memperta
factor int
tekanan a
karena ma

Be
ditulis di s
 G , γ , LL ,
ukuran bu
tinggi krit

Tan
bahan org
lepas (*loos*
dasar (*bed*
tersusun da
air dan uc
beberapa m
tanah, mis
(Inggris)
ukuran dia
lempung (
0,05 mm),
Inersia Vol

an terhadap longsor. Hal ini n komponen gravitasi (yang kkan tanah ke bawah) melampaui n geseran oleh tanah pada ongsornya (Hardiyatmo,1994). entang hal ini disebut analisis ereng tanah. Analisis ini penting yek : jalan raya, jalan kereta api, endungan urugan tanah, saluran, ainya.

rzaghi,1950 (Hardiyatmo,1994) kan bahwa penyebab longsrnya ah terjadi akibat 2 faktor, yaitu ternal dan factor eksternal. actor eksternal misalnya orang am kemiringan tebing. Contoh ternal misalnya : bertambahnya ir pori di dalam lereng tanah suknya air hujan.

berapa pengertian dasar perlu ini yaitu parameter tanah (yaitu PL, SL, ϕ , C, w, dan distribusi ir), angka aman longsor F dan s tebing Hkr (H_c).

ah adalah kumpulan mineral, nic, dan endapan yang relative e), yang terletak di atas batuan rock)(Hardiyatmo,1999). Tanah ri 3 bagian yaitu bagian butiran, ara. Untuk keperluan tertentu, negara membuat standar untuk alnya ASTM (Amerika), BS dan UCS (umum). Dari segi meter butiran, ASTM menyebut $<0,005$ mm), lanau ($0,075 \sim$ dan pasir ($>0,075$ mm).

Kadar air tanah (w) menyatakan berat air yang terkandung dalam tanah dibanding berat butiran (berat kering) tanah. Bila tanah dipadatkan, maka hasil kepadatannya tergantung dari tenaga pemadatannya dan kadar airnya (Wesley,1977). Kadar air juga mempengaruhi nilai sudut gesek intern tanah ϕ dan kohesi c tanah. Penambahan kadar air tanah cenderung mengurangi kuat geser tanah (Bowless,1988:23). Air akan menimbulkan tekanan hidrostatik dan juga pelunakan yang menyebabkan penurunan kekuatan tanah.

Kenyataan di atas diperkuat dengan hasil uji pemadatan di laboratorium yang membuktikan bahwa pada awalnya penambahan kadar air tanah akan meningkatkan kepadatan tanah sampai mencapai maksimum, kemudian penambahan air berikutnya justru akan menurunkan kepadatan tanah (Dunn, dkk.,1980).

Hasil penelitian terdahulu (Endaryanta,2005) menyatakan bahwa nilai cohesi, nilai phi, nilai factor aman longsor akan maksimum pada saat kadar air sekitar 22 %.

Sudut Gesek Intern (ϕ) dan kohesi (c) tanah merupakan parameter kuat geser tanah yang penting di bidang teknik sipil. Nilai parameter ini dapat diperoleh dengan uji laboratoris diantaranya dengan uji triaksial, uji kuat tekan bebas, dan uji geser langsung (*direct shear test*).

Menurut Meyerhoff,1956

(Hardiyatmo,1999:215), semakin padat suatu tanah, nilai sudut gesek intern tanah (ϕ) nya juga makin besar. Perbedaan nilai sudut gesek intern tanah bisa mencapai 3° sampai 4° (Craig,1976). Kondisi tingkat kepadatan tanah ini dipengaruhi oleh salah satunya ialah factor kadar airnya. Dengan berubahnya nilai ϕ dan c tanah maka potensi longsor tebing tanah akan berubah.

Batas Atterberg tanah (LL, PL, SL). Batas cair (LL) tanah ialah kadar air pada keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas dari daerah plastis (Hardiyatmo, 2002). Batas Plastis (PL) yaitu kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat. Kadar air di saat diameter 3,2 mm mulai retak ketika digulung). Batas susut (SL) yaitu kadar air pada kedudukan antara semi padat dan padat, dimana pengurangan selanjutnya tidak mengubah volume tanah (Hardiyatmo,2002). Selisih LL dan PL disebut IP ($IP = LL - PL$). Jika IP tinggi maka tanah banyak mengandung lempung. Jika PI rendah (missal lanau) maka sedikit pengurangan air saja berakibat tanah menjadi kering. Batasannya seperti table berikut.

Tabel 1. Nilai IP dan jenis tanah.

IP	Sifat	Macam Tanah	Cohesi
0	Non Plastis	Pasir	Non Cohesif
<7	Plastisitas rendah	Lanau	Cohesif sebagian
7 – 17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Cohesif
> 17	Plastisitas tinggi	Lempung	Cohesif

Nilai G , γ , gradasi ukuran butir. Specific Gravity (G) menyatakan

perbandingan berat volume butiran padat dengan berat volume air pada suhu 4° C. Nilai G antara bervariasi seperti table berikut.

Tabel 2. Nilai G dan Macam Tanah

Macam Tanah	Nilai G (BJ)
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 – 2,68
Lanau anorganik	2,62 – 2,68
Lempung organik	2,58 – 2,65
Lempung anorganik	2,68 – 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 – 1,80

Beratvolume(γ)ialahperbandingan berat butiran tanah (termasuk air dan udara) dengan volume total tanah.

Gradasi ukuran butir tanah merupakan variasi ukuran butir tanah. Biasanya diujudkan dalam grafik distribusi ukuran butir tanah yanag menyatakan hubungan diameter butiran dengan persen lolos.

Angka Aman Longsor F dan Tinggi Kritis Hkr. Menurut Hardiyatmo(1994), factor aman (F) terhadap longsor tanah ialah :

Jika lerengnya tak berhingga, tanpa rembesan maka :

$$F = \frac{c}{H \cdot g \cdot \cos^2 a \cdot g a} + \frac{g j}{g a}$$

sedangkan jika ada rembesan air, maka :

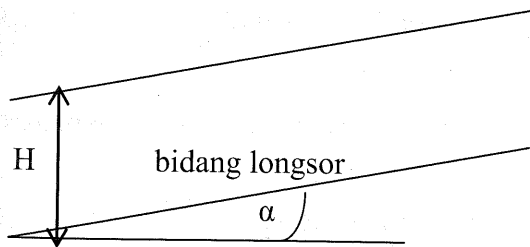
$$F = \frac{c}{H \cdot g_{sat} \cdot \cos^2 a \cdot g a} + \frac{g' g j}{g_{sat} g a}$$

Tinggi kritis tanah (F=1) tanpa rembesan

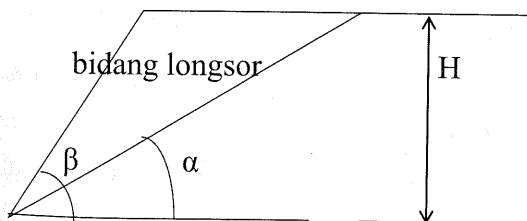
$$\text{ialah : } H_c = \frac{c}{g \cdot \cos^2 a (g a - g j)}$$

Jika lerengnya terbatas maka tinggi kritis H_c

$$\text{ialah : } H_c = \frac{4 \cdot c}{g} \left\{ \frac{\sin b \cdot \cos j}{1 - \cos(b - j)} \right\}$$

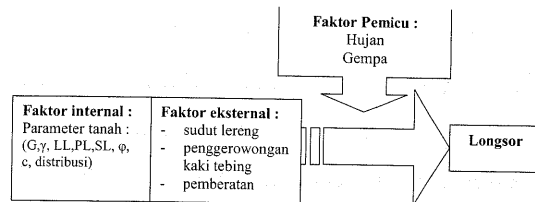


Gambar 1. Lereng tak berhingga



Gambar 2. Lereng terbatas

Berdasarkan landasan teori di atas dapat disusun kerangka pemikiran seperti berikut. Akibat factor eksternal (misalnya sudut lereng, kaki tebing, massa pemberat) dan factor internal (misalnya berat volume, cohesi, phi) dan factor pemicu (air hujan, gempa) maka dapat menimbulkan longsor tanah (dihitung factor aman longsor F atau tinggi kritis Hkr). Bisa dilihat alur pemikiran berikut.



Gambar 3. Alur Pemikiran

Berdasar alur tadi, dapat dikemukakan pertanyaan penelitian seperti sudah tercantum di tujuan penelitian.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini memakai metode kombinasi eks post facto dan eksperimen. Eks post facto digunakan karena ada data yang tidak dimanipulasikan (misalnya miring lereng, kaki tebing, G, LL, PL, SL, gradasi butiran), dan eksperimen karena ada data yang harus dimanipulasikan (yaitu kadar air).

Variabel terikat (tetap) nya : yaitu parameter tanah (G, LL, PL, SL, gradasi), kemiringan lereng, kondisi kaki tebing/penggerowongan, pemberat di atas tebing.

Variabel bebas (tidak tetap) nya : yaitu kadar air (w), berat volume γ, φ, cohesi, angka aman longsor F, dan tinggi

kritis tebing Hkr. Nilai γ , ϕ , cohesi, angka aman longsor F, dan tinggi kritis Hkr tergantung nilai kadar air (w).

Hasil penelitian ini tidak digeneralisasikan untuk semua kasus karena jenis tanah dan sifat tanah di lain tempat tidak bisa sama persis.

Penelitian ini bersifat kasus sehingga tidak menggunakan populasi, hanya saja sample diambil dari tanah di tebing yang longsor di Gedangsari, Gunungkidul (berbatasan dengan Klaten).

Teknik Pengumpulan Data penelitian ini sebagai berikut. Data factor internal seperti parameter tanah (G, γ , LL, PL, SL, ϕ , C, dan distribusi ukuran butir) diambil langsung dari tanah lokasi longsor yang kemudian diuji/diukur di laboratorium Mekanika Tanah. Data lainnya seperti sudut miring lereng, dan tinggi tebing diukur langsung di lapangan. Data pemicu seperti gempa dan hujan bisa diambil dari wawancara dengan penduduk sekitar longsor, apakah longsor terjadi sesudah gempa/hujan atau sebelumnya.

Instrumen yang digunakan terdiri dari alat uji dan alat ukur di Laboratorium Mekanika Tanah yaitu : alat ukur G dengan perlengkapannya, alat ukur batas cair Casagrande, alat ukur batas plastis, alat ukur batas susut, dan alat uji geser langsung.

Alat ukur G yaitu piknometer harus kering, bersih, termometer harus baik. Alat ukur batas cair harus dalam kondisi baik, bersih. Alat ukur batas plastis dan batas

susut harus bersih, kering. Timbangan menggunakan timbangan kecil dengan ketelitian sampai 0,01 gram. Alat uji geser langsung : proving ringnya harus baik dan dikalibrasi.

Disain penelitian (eksperimen)nya dipilih model deskriptif dan komparatif, yaitu mencari dan membandingkan nilai sudut gesek intern ϕ dan cohesi c tanah pada beragam kadar air w tanah. Jumlah sample benda uji sebanyak 27 (3 x 9 sel). Desain eksperimennya disusun seperti berikut.

Tabel 3. Tabel disain Eksperimen

Tanah asli / Tanah+PC 5%/ Tanah+PC 10%	Kadar air w		
	10%	20%	30%
Φ	$\Phi 1$	$\Phi 2$	$\Phi 3$
C	C1	C2	C3
F	F1	F2	F3
Hkr	Hkr1	Hkr2	Hkr3

Prosedur Penelitian menggunakan langkah-langkah berikut.

1. Mengukur kondisi tanah/ tebing di lapangan, misalnya kemiringan tebing dan tinggi tebing sebelum longsor. Langkah ini sulit dilakukan karena tebing sudah longsor. Oleh karena itu perlu pendekatan, yaitu dengan mencari bekas-bekas longsor dengan wawancara dengan penduduk sekitar lokasi longsor.
2. Mengambil sample tanah di lokasi longsor cara undisturbed (dengan tabung tipis) dan disturb (dengan cangkul).
3. Mengukur parameter tanah di laboratorium (mengukur G, γ , LL, P

SL, distribusi). 4. Menguji geser langsung di laboratorium pada tanah asli lapangan dengan memainkan kadar airnya. Dari sini akan didapat c , ϕ , F , Hkr .

Analisis Data pada penelitian ini ialah seperti berikut. Data nilai ϕ , c , F , Hkr akibat perubahan (beragam) nilai kadar air (w) dapat disajikan dalam grafik XY Scatter atau histogram. Penggunaan rumus F dan Hkr disesuaikan dengan kondisi di lapangan apakah longsornya lereng tak terbatas ataukah lereng terbatas karena rumusnya berbeda (sudah dijelaskan di Landasan Teori).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

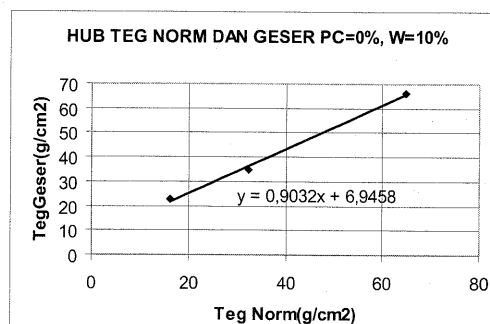
Hasil penelitian yaitu dari pengukuran dan pengujian berupa hal seperti berikut. Nilai G tanah asli sebesar rerata 2,58. Berat volume tanah asli sebesar 1,62; 1,72; dan 1,93; seiring dengan naiknya kadar air (10%, 20%, 30%). Batas atterberg (LL , PL , SL) tidak bisa didapat karena tanahnya non plastis.

Hasil penelitian / penyelidikan dari uji geser di laboratorium yang berupa data mentah disajikan dalam table berikut. Data mentah itu jika diolah dengan cara dikalikan angka kalibrasi (3,041 lbs) kemudian dibagi luas, kemudian dikonversi ke kg/cm^2 , maka diperoleh table berikut.

Tabel 4. Tabel tegangan geser dan tegangan normal pada uji geser

	Tegangan Normal (g/cm^2)	16,22	32,43	64,86
1. Tanah Asli	W=10%	22,588	34,75	66,025
	W=20%	48,650	60,813	69,50
	W=30%	34,75	38,225	45,175
2. Tanah dg. PC= 5%	W=10%	20,85	26,063	34,75
	W=20%	22,588	34,75	52,125
	W=30%	29,538	67,763	72,975
3. Tanah dg. PC=10%	W=10%	5,213	17,375	26,063
	W=20%	13,900	31,275	57,338
	W=30%	26,063	55,600	85,138

Data di atas bisa dibuat grafik dan dicari trendnya, contohnya ialah sebagai berikut.



Gambar 4. Grafik hubungan tegangan geser dan normal pada tanah dengan kadar PC 0%,

kadar air $w=10\%$

Berdasarkan persamaan garis trend diperoleh sudut gesek intern tanah (ϕ) dan cohesi tanah (c) pada beragam kondisi tanah. Hasil lengkapnya adalah sebagai berikut.

Tanah asli (PC=0%), W=10% :

$$\gamma = 1,62 \text{ g/cm}^3; c = 6,946 \text{ kg/cm}^2;$$

$$\phi = 42,09^\circ$$

Tanah asli (PC=0%), W=20% :

$$\gamma = 1,72 \text{ g/cm}^3; c = 44,305 \text{ kg/cm}^2;$$

$$\phi = 22,08^\circ$$

Tanah asli (PC=0%), W=30% :

$$\gamma = 1,93 \text{ g/cm}^3; c = 31,274 \text{ kg/cm}^2;$$

$$\phi = 12,10^\circ$$

Tanah (PC=5%), W=10% :

$$\gamma = 2,89 \text{ g/cm}^3; c = 16,505 \text{ kg/cm}^2;$$

$$\phi = 15,81^\circ$$

Tanah (PC=5%), W=20% :

$$\gamma = 2,98 \text{ g/cm}^3; c = 13,898 \text{ kg/cm}^2;$$

$$\phi = 30,84^\circ$$

Tanah (PC=5%), W=30% :

$$\gamma = 3,04 \text{ g/cm}^3; c = 26,930 \text{ kg/cm}^2;$$

$$\phi = 38,25^\circ$$

Tanah (PC=10%), W=10% :

$$\gamma = 2,96 \text{ g/cm}^3; c = 0,867 \text{ kg/cm}^2;$$

$$\phi = 22,08^\circ$$

Tanah (PC=10%), W=20% :

$$\gamma = 2,96 \text{ g/cm}^3; c = 0,864 \text{ kg/cm}^2;$$

$$\phi = 41,36^\circ$$

Tanah (PC=10%), W=30% :

$$\gamma = 3,11 \text{ g/cm}^3; c = 11,289 \text{ kg/cm}^2;$$

$$\phi = 49,51^\circ$$

Jika data di atas diaplikasikan dalam rumus factor aman terhadap longsor (kondisi muka air tidak di permukaan / tanpa rembesan), dengan data sudut miring lereng $\alpha = 15^\circ$ (data lapangan) dan tinggi tanah 5m (=500 cm), maka diperoleh:

$$F = \frac{c}{H \cdot g \cdot \cos^2 a} + \frac{g \cdot j}{g \cdot a}$$

Contoh : untuk tanah dengan PC=0%, W= 10%, maka :

$$F = \left(\frac{6,946}{500(1,62)(\cos^2 15^\circ)(\tan 15^\circ)} \right) + \left(\frac{\tan 42,09^\circ}{\tan 15^\circ} \right)$$

$$= 3,40$$

Cara yang sama dilakukan terhadap tanah kondisi berbeda, maka akan diperoleh :

Tanah asli PC 0%, W=10%,

$$\text{didapat : } F = 3,40$$

Tanah asli PC 0%, W=20%,

$$\text{didapat : } F = 1,72$$

Tanah asli PC 0%, W=30%,

$$\text{didapat : } F = 0,93$$

Tanah PC 5%, w = 10%,

$$\text{didapat : } F = 1,10$$

Tanah PC 5%, w = 20%,

$$\text{didapat : } F = 2,27$$

Tanah PC 5%, w = 30%,

$$\text{didapat : } F = 3,01$$

Tanah PC 10%, w = 10%,

$$\text{didapat : } F = 1,52$$

Tanah PC 10%, w = 20%,

$$\text{didapat : } F = 3,29$$

Tanah PC 10%, w = 30%,

$$\text{didapat : } F = 4,40$$

Tanah dengan kemiringan lereng

$\alpha = 15^\circ$ dipotong miring dengan sudut

$= 50^\circ$ untuk membuat jalan, maka tinggi

kritis tebing dapat dihitung menggunakan

$$\text{rumus : } H_c = \frac{4 \cdot c}{g} \left\{ \frac{\sin b \cdot \cos j}{1 - \cos(b - j)} \right\}$$

Contoh : untuk tanah PC 0%, W = 10%

maka :

$$H_c = \left(\frac{4 \cdot 6,946}{1,62} \right) \left(\frac{\sin 50^\circ \cdot \cos 42,09^\circ}{1 - \cos(50^\circ - 42,09^\circ)} \right)$$

$$= 1024,7 \text{ cm} = 10,25 \text{ m}$$

Cara yang sama dilakukan terhadap tanah dengan kondisi lainnya, hasilnya ialah :

Tanah asli PC 0%, W=10%,

$$\text{didapat : } H_c = 10,25 \text{ m}$$

Tanah asli PC 0%, W=20%,

didapat : $H_c = 6,28 \text{ m}$

Tanah asli PC 0%, W=30%,

didapat : $H_c = 2,30 \text{ m}$

Tanah PC 5%, w = 10%,

didapat : $H_c = 0,974 \text{ m}$

Tanah PC 5%, w = 20%,

didapat : $H_c = 2,215 \text{ m}$

Tanah PC 5%, w = 30%,

didapat : $H_c = 10,17 \text{ m}$

Tanah PC 10%, w = 10%,

didapat : $H_c = 0,072 \text{ m}$

Tanah PC 10%, w = 20%,

didapat : $H_c = 0,592 \text{ m}$

Tanah PC 10%, w = 30%,

didapat : $H_c = 1974 \text{ m}$

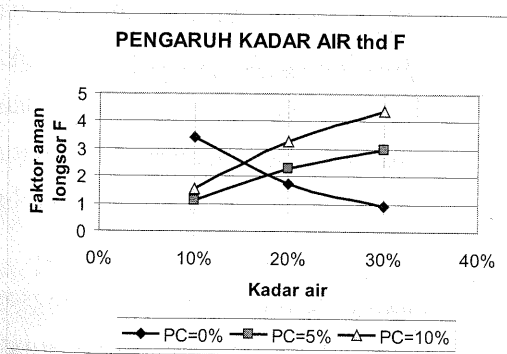
Data ini bisa disajikan dalam grafik seperti tersaji di pembahasan berikut.

Pembahasan.

Berdasarkan grafik-grafik, pembahasannya ialah sebagai berikut.

1. Pengaruh Kadar Air terhadap Angka aman longsor F

Pengaruh kadar air terhadap angka aman longsor tersaji pada grafik berikut.

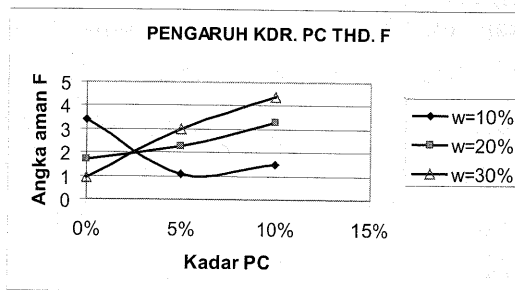


Gambar 5. Grafik pengaruh kadar air terhadap F
Berdasar grafik itu terlihat bahwa :

1. Pada tanah asli (PC 0%) penambahan kadar air akan menurunkan nilai factor aman longsor F, pada awalnya turunnya agak tajam tetapi akhirnya penurunannya landai saja.
2. Pada tanah bersemen PC (5% dan 10%) penambahan kadar air akan menaikkan factor aman longsor. Pada awalnya kenaikan agak tajam tetapi selanjutnya agak landai. Hal ini disebabkan karena jumlah air yang cukup untuk menghidrasi semennya sehingga pada kadar air yang 30% nilai F lebih besar dibanding pada kadar air 20% dan 10%.

2. Pengaruh Kadar Semen PC terhadap Angka Aman Longsor F

Pengaruh kadar semen terhadap angka aman longsor F terlihat di gambar ini.



Gambar 6. Pengaruh kadar PC terhadap F

Dari gambar di atas terlihat bahwa :

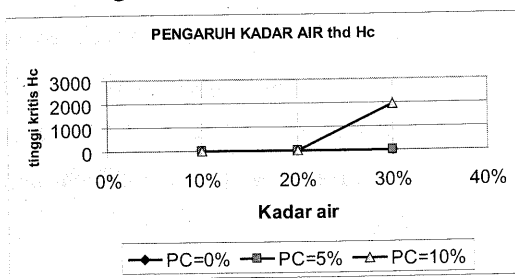
1. Pada kadar air 10%, peningkatan kadar semen PC akan menurunkan angka aman terhadap longsor. Ini karena jumlah air tidak cukup

untuk menghidrasi semennya.

2. Pada kadar air 20% dan 30%, peningkatan kadar semen PC akan menaikkan factor aman terhadap longsor (F). Hal ini karena jumlah air cukup untuk menghidrasi semen untuk membentuk tanah menjadi butiran baru yang lebih besar.

3. Pengaruh Kadar Air terhadap Tinggi Kritis Hc

Pengaruh kadar air terhadap tinggi kritis longsor disajikan di gambar berikut.

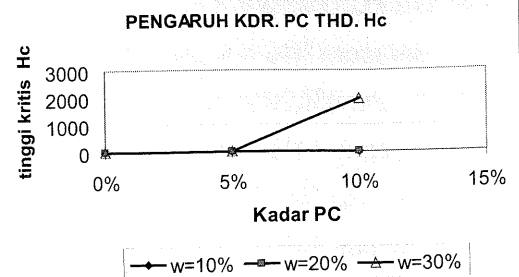


Gambar 7. Pengaruh kadar air terhadap F

Berdasar gambar di atas terlihat bahwa : Pada tanah asli (PC 0%) dan tanah dengan PC 10% penambahan kadar air tidak menaikkan tinggi kritis longsor, tetapi pada tanah bersemen dengan kadar semen PC 20% maka penambahan kadar air akan menaikkan tinggi kritis longsor. Ini disebabkan karena dengan jumlah semen yang cukup dan air yang cukup banyak maka akan terbentuk bongkahan tanah keras yang besar yang bisa ditimbun tinggi, sehingga tinggi kritisnya bisa tinggi.

4. Pengaruh Kadar Semen PC terhadap Tinggi Kritis Hc

Pengaruh kadar semen terhadap tinggi kritis longsor tersaji di gambar berikut.



Gambar 8. Pengaruh kadar PC terhadap Hc

Dari gambar di atas terlihat bahwa :

1. Pada kadar air 10% dan 20%, peningkatan kadar PC tidak menambah tinggi kritis Hc. Ini karena jumlah air tidak cukup untuk menghidrasi semennya.
2. Pada kadar air 30%, peningkatan kadar semen PC akan menaikkan tinggi kritis. Ini disebabkan karena jumlah air cukup untuk menghidrasi semua butir semen membentuk tanah baru dengan ukuran butir yang lebih besar dan keras.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Faktor penyebab longsor tebing tanah di Gedangsari ialah karena sudut lereng terlalu curam karena dipotong untuk membuat jalan baru (factor eksternal). Faktor internalnya ialah berubahnya sifat tanah akibat infiltrasi air hujan. Faktor Pemicu terjadinya longsor tebing di Gedangsari ialah hujan (bukan gempa/getaran).
2. Parameter tanah asli lapangan

di Gedangsari ialah $G = 2,58$; $\gamma = 1,62$; LL, PL, SL tidak punya karena tanah bersifat non plastis, jenis tanah lanau pasir dengan distribusi ukuran terlampir.

3. Faktor aman terhadap longsor tanah (F) dipengaruhi kadar airnya. Pada tanah asli penambahan kadar air (menjadi 10% sampai 30%) akan menurunkan Faktor / angka aman terhadap longsor F. Salah satu solusinya ialah mencampur tanah dengan semen PC sebanyak 5% atau 10% terbukti menaikkan angka aman terhadap longsor jika kadar airnya cukup (30%).
4. Tinggi kritis longsor H_c dipengaruhi oleh kadar air tanah. Pada tanah asli, penambahan kadar air (menjadi 10%- 30%) akan menurunkan tinggi kritis H_c . Salah satu solusinya ialah mencampur tanah dengan semen PC sebanyak 5% atau 10% terbukti menaikkan tinggi kritis H_c . Bahkan jika kadar PC nya 10% dengan kadar air cukup (30%), tinggi kritis H_c akan naik secara tajam.

apakah hasilnya masih menaikkan angka aman longsor F dan tinggi kritis H_c .

DAFTAR PUSTAKA

Bowless, JE., 1988. *Analisis dan Desain Pondasi-Jilid-1 (Terjemahan)*, 1991. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Craig, RF., 1976. *Soil Mechanic*. New York: Van Nostrand Reinhold Co.ltd.

Dunn, Anderson, Kiefer, 1980. *Fundamental of Geotechnical Analysys*. Canada : John Wiley & Sons Inc.

Endaryanta, 2005. *Pengaruh kadar air terhadap kuat geser tanah lanau*. Laporan Penelitian. UNY: Lemlit.

Hardiyatmo, 1994. *Mekanika Tanah -1*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.

Hardiyatmo, 1999. *Mekanika Tanah -2*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.

Wesley, 1977. *Mekanika Tanah*. Jakarta: Penerbit PU.

[Http://rovicky.wordpress.com/](http://rovicky.wordpress.com/) : Wikipedia geoscience Australia.

B. Saran

- a. Penelitian ini terbatas untuk tanah di Gedangsari saja, perlu dicoba pada tanah di tempat lain dengan jenis tanah lainnya.
- b. Perlu dicoba jika kadar semennya lebih dari 10% atau kadar airnya lebih dari 30%