

## **PENGARUH NILAI PARAMETER TANAH TERHADAP STABILITAS LERENG DAN TINGKAT KERAWANAN BENCANA LONGSOR**

**Hartono, Tedjo Mulyono, Suparman, Suwarto**

Teknik Sipil, Politeknik Negeri Semarang  
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H., Tembalang, Semarang, 50275

### **ABSTRAK**

Penggunaan lahan terutama permukiman yang berada pada zona yang tidak layak huni, lahan yang memiliki kemiringan lereng yang curam, lapisan tanah dengan daya dukung rendah dan batuan yang tidak stabil adalah daerah yang sangat rawan terjadi longsor. Untuk mencegah bencana longsor, kita harus mengetahui faktor-faktor penyebab, seperti lereng yang tidak stabil dan curam, lereng yang tidak stabil sangat berbahaya terhadap lingkungan sekitarnya, oleh sebab itu analisis stabilitas lereng sangat diperlukan. Penambangan tanah di bukit Ngaliyan Semarang yang menggunakan peralatan berat dan mengepras lereng secara serampangan menimbulkan permasalahan yaitu menyebabkan kerusakan lingkungan yang berdampak antara lain timbulnya banjir lumpur pada saat musim hujan, dan terciptanya lahan kritis. Dari analisis kestabilan lereng menunjukkan bahwa nilai faktor keamanan terhadap stabilitas lereng semakin kecil  $F < 1,00$  (labil), sehingga tingkat kerawanan tanah terhadap longsor semakin tinggi. Karena nilai faktor keamanan  $F$  semakin kecil, sehingga kondisi lereng yang semula stabil menjadi kritis selanjutnya menjadi labil hal ini menunjukkan bahwa di kawasan bukit perumahan BPI di lokasi Blok Q Mess Bulog wilayah RT 05 /RWX Kelurahan Purwoyoso Kecamatan Ngaliyan Semarang lereng tanah dalam kondisi labil yang sewaktu-waktu terjadi longsor. Pengaruh nilai parameter tanah terhadap faktor keamanan stabilitas lereng dari grafik hubungan antara  $F$  vs  $C$  dan  $F$  vs  $\phi$  diperoleh gambaran bahwa semakin besar nilai  $C$  &  $\phi$ , semakin besar pula nilai faktor keamanan yang diperoleh. Sedangkan untuk grafik hubungan antara  $F$  vs  $\gamma_m$ , diperoleh hasil sebaliknya yaitu semakin besar nilai  $\gamma_m$  maka nilai faktor keamanan  $F$  yang didapat semakin kecil atau rendah. Sebagai penyebab utama akibat rendahnya nilai faktor keamanan terhadap stabilitas lereng adalah faktor kondisi alam dan faktor aktivitas manusia. Sebagai solusi untuk langkah selanjutnya adalah melakukan mitigasi. Apabila dalam hal mitigasi ini tidak memungkinkan lagi, sebagai alternatif lain adalah melakukan relokasi.

**Kata kunci:** Penggalan tanah, pengaruh parameter, stabilitas lereng, faktor keamanan.

### **PENDAHULUAN**

#### **Latar Belakang**

Faktor yang sangat berpengaruh terhadap perkembangan kota adalah pertambahan penduduk yang berakibat semakin meningkatnya kebutuhan akan berbagai fasilitas (seperti tempat permukiman) dan sarana pelayanan kota. Pesatnya perkembangan pembangunan kota yang tak dapat dihindari terhadap tata guna lahan, yaitu tingginya ratio perubahan alih fungsi lahan.

Terjadinya alih fungsi lahan yang secara terus menerus dapat menimbulkan penggunaan ruang menjadi tidak sesuai dengan peruntukannya, banyak kejadian bencana yang timbul akibat terjadinya perubahan fungsi lahan, penggunaan lahan terutama permukiman yang berada pada zona yang tidak layak huni berdampak menimbulkan kerawanan terhadap bencana. Bencana longsor rentan dapat terjadi karena pengeprasan bukit yang secara serampangan membuat kondisi tanah menjadi labil akibat penggalian tanah yang menyebabkan kemiringan lereng semakin curam.

Sebagaimana halnya penambangan tanah di bukit Ngaliyan Semarang yang menggunakan peralatan berat telah mengepras sampai batas Kawasan perumahan BPI dengan Kawasan Industri Candi. Sehingga menimbulkan permasalahan yaitu terjadinya perubahan kontur/ kemiringan lereng yang semakin curam di Kawasan Blok Q Mess Bulog Perum BPI wilayah RWX Kelurahan Purwoyoso Kecamatan Ngaliyan Semarang. Penambangan tanah yang diprakarsai oleh PT. IPU sebagai pengembang Kawasan Industri Candi telah menyebabkan kerusakan lingkungan yang berdampak antara lain timbulnya banjir/ banjir lumpur saat musim hujan tiba, terciptanya lahan kritis yang menimbulkan kerawanan longsor di wilayah RW X Kelurahan Purwoyoso.

### **Perumusan Masalah**

Pemotongan lereng pada pekerjaan *cut & fill*, jika tanpa perencanaan dapat menyebabkan perubahan keseimbangan tekanan pada lereng serta dapat menimbulkan terjadinya bencana longsor. Kestabilan lereng dapat dianalisis berdasarkan perhitungan faktor keamanan lereng dengan menggunakan ilmu mekanika tanah melalui penyelidikan tanah dilapangan untuk mendapatkan data sifat fisik, sifat mekanis dan parameter tanah yang digunakan untuk menganalisis faktor keamanan terhadap stabilitas lereng.

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **Longsor**

Longsor tanah atau gerakan tanah adalah proses perpindahan masa batuan/ tanah akibat gaya berat/gravitasi. Tidak jarang permukiman yang dibangun disekitar perbukitan kurang memperhatikan masalah kestabilan lereng, struktur batuan, dari proses-proses geologi yang terjadi di kawasan tersebut sehingga secara tidak sadar potensi bahaya longsor tanah setiap saat mengancam jiwanya (Djauhari Noor, 2011).

Lereng tanah yang tidak didukung stabilitas berpotensi kegagalan atau longsor (David F. McCarthy, 2007).

Penanganan lereng rawan terhadap longsor dengan rancang bangun lereng terpadu (model starlet), yaitu: melalui pemetaan daerah rawan longsor, analisis kestabilan lereng dan pengelolaan pada daerah yang rawan longsor (Zakaria Z., 2010).

Lereng yang tidak stabil sangatlah berbahaya terhadap lingkungan sekitarnya, oleh sebab itu analisis stabilitas lereng sangat diperlukan. Ukuran kestabilan lereng diketahui dengan menghitung besarnya faktor keamanan (Pangemanan VGM., 2014).

Terjadinya bencana longsor dapat dipercepat karena dipicu oleh manusia, yaitu adanya perubahan tataguna lahan yang tidak terkontrol (Priyono K.D., 2006).

### **Analisis Kestabilan Lereng**

Metode analisis untuk mengevaluasi stabilitas lereng yang ada dan direncanakan menggunakan prinsip mekanika rekayasa berkonsentrasi atau longsor tanah (yaitu rotasi dan translasi) dan gerakan blok. Lereng tanah yang tidak didukung stabilitas berpotensi kegagalan atau longsor (David F. McCarthy, 2007).

Faktor keamanan ( $F_k$ ) lereng tanah dapat dihitung dengan berbagai metode. Disamping gaya yang mendorong ke bawah terdapat pula gaya-gaya dalam tanah yang bekerja menahan/ melawan sehingga kedudukan tanah tersebut tetap stabil. Gaya-gaya pendorong berupa gaya berat, gaya tiris/muatan dan gaya-gaya inilah yang menyebabkan terjadinya kelongsoran (Sunggono K.H., 1982).

Dengan bidang gelincir (*slip surface*),  $F_k$  dapat dihitung dengan metoda sayatan (*slice method*) menurut Fellenius atau Bishop. Kemantapan lereng (*slope stability*) sangat dipengaruhi oleh kekuatan geser tanah untuk menentukan kemampuan tanah menahan tekanan tanpa mengalami keruntuhan (Zakaria Z., 2009).

Jika nilai faktor keamanan  $F_k$  menurun, kondisi lereng yang semula stabil akan menjadi kritis kemudian labil dan untuk selanjutnya terjadi longsor, hal ini menunjukkan bahwa lereng dalam kondisi kritis yang sewaktu-waktu terjadi kelongsoran (Zakaria Z., 2010).

Penyebab terjadinya longsor pada lereng secara mekanik dapat dipahami dengan pendekatan prinsip kestabilan lereng (Fadly Achmad, 2014).

Perangkat lunak yang digunakan untuk analisis stabilitas lereng, selain data yang tersedia (topografi, geologi, curah hujan), observasi lapangan, uji lapangan dan uji

laboratorium dilakukan untuk mengumpulkan data yang diperlukan untuk penelitian (D Alkema,2011).

Penanganan lereng rawan terhadap longsor dengan rancang bangun lereng terpadu (model starlet), yaitu: melalui pemetaan daerah rawan longsor, analisis kestabilan lereng dan pengelolaan pada daerah yang rawan longsor (Zakaria Z.,2010).

### **Analisis terhadap Tingkat Kerawanan Tanah Longsor**

Laju pertumbuhan penduduk yang sangat tinggi serta tidak tertib dan tidak tepatnya perencanaan tata ruang merupakan salahsatu faktor yang menyebabkan adanya peningkatan bahaya tanah longsor. Untuk itu diperlukan upaya-upaya yang komprehensif untuk mengurangi resiko bencana tanah longsor, antara lain dengan melakukan analisis terhadap kerawanan tanah longsor (Yunianto, Ardi Chandra,2011).

Pada Metode Sederhana Bishop (*Simplified Bishop Method*), massa kegagalan lereng di analisis berdasarkan diskretisasi menjadi irisan kecil dan memperbaiki setiap irisan individu sebagai blok geser yang unik (Amit Prashant,2010).

## **TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah Mengidentifikasi kondisi tanah, dengan melakukan pengujian tanah dan pengambilan sampel di lapangan. Selanjutnya sampel tersebut diuji di laboratorium guna mendapatkan nilai parameter sifat fisik dan sifat mekanis tanah. Menganalisis faktor keamanan terhadap stabilitas lereng dan tingkat kerawanan terhadap bencana longsor, berdasarkan data nilai parameter tanah, sifat fisik dan sifat mekanis tanah dari hasil pemeriksaan di laboratorium. Menganalisis pengaruh nilai parameter tanah terhadap besarnya faktor keamanan stabilitas lereng dan tingkat kerawanan terhadap ancaman bencana longsor.

### **Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut: Perlunya peran pemerintah dalam penertiban masalah tataguna lahan, yaitu baik pemerintah daerah setempat maupun instansi terkait agar tidak mudah memberikan ijin untuk mendirikan bangunan atau penggunaan lahan terutama untuk pemukiman yang berada pada zona yang tidak layak huni yang berdampak menimbulkan kerawanan terhadap bencana.



Gambar 1. Akibat penggalian tanah yang secara serampangan telah menciptakan lahan kritis dan Gambar 2. Perumahan pada zone yang tidak layak huni

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus penambangan tanah di Kawasan bukit perumahan BPI Wilayah Kelurahan Purwoyoso Kecamatan Ngaliyan Semarang, dengan analisis deskriptif kuantitatif melalui pengumpulan data dan analisis, ditinjau terhadap kondisi lahan yang berdampak menimbulkan kerawanan terhadap bencana longsor. Dalam penggalian informasi data, metode pengumpulan data yang dilakukan, adalah: *Studi literatur*, *Observasi*, *Survey* pada instansi-instansi yang terkait.

### **Studi Literatur**

Studi literatur yaitu mengkaji literatur tentang teori dan aplikasi yang berhubungan dengan stabilitas lereng yang pernah dilakukan sebelumnya berupa jurnal, laporan penelitian, maupun artikel / makalah yang telah dipublikasikan, serta buku pustaka / literatur yang terkait.

### **Observasi**

Observasi di lapangan yaitu melakukan pengambilan gambar dokumentasi di lapangan yang dianggap kritis, di kawasan bukit perumahan BPI di wilayah Kelurahan Purwoyoso Kecamatan Ngaliyan Semarang. Yang selanjutnya dilakukan pengujian tanah di lapangan dan pengambilan sampel untuk diuji di laboratorium guna mengetahui sifat fisik tanah, sifat mekanis tanah dan parameter tanah yang diperlukan untuk menganalisis stabilitas lereng.

### **Survey**

Melakukan *survey* pada instansi-instansi yang terkait antara lain: Bappeda Kota Semarang, dan DTKP Kota Semarang guna memperoleh informasi tentang peta wilayah Kota Semarang, peta topografi, peta tata guna lahan, peta kemiringan lereng, peta jenis tanah, dan peta geologi teknik.

### **Lokasi Penelitian**

Penelitian ini direncanakan di Kawasan bukit perumahan BPI di lokasi Blok Q Mess Bulog

wilayah Kelurahan Purwoyoso Kecamatan Ngaliyan Semarang, dimana lokasi ini berbatasan dengan Kawasan Industri Candi yang terkena pengeprasan/ penggalian tanah oleh PT. IPU selaku pengembang Kawasan Industri Candi.

### **Kegiatan Penelitian**

#### **Tahapan Persiapan**

Dalam penelitian ini perlu dilakukan: *Survey* di lapangan untuk melakukan pengukuran, menentukan lokasi pengambilan sampel tanah dilokasi setempat. Merencanakan persiapan pengadaan kebutuhan alat yang diperlukan untuk mengambil sampel, dan akomodasi/angkutan alat. Melakukan pengujian tanah di lapangan pada titik yang dianggap kritis untuk mendapatkan data lapisan tanah, jenis tanah dan pengambilan sampel untuk diuji di laboratorium. Setelah diperoleh sampel tersebut kemudian diuji di laboratorium, dan selanjutnya dari hasil uji laboratorium dapat diperoleh nilai parameter tanah, dan karakteristik tanah untuk dievaluasi. Dari data parameter yang diperoleh selanjutnya dapat dilakukan analisis kestabilan tanah pada lahan yang sedang dilakukan penggalian dan penimbunan untuk tempat perumahan, dan selanjutnya dapat diambil kesimpulan.

#### **Tahap Pelaksanaan Penelitian**

Pengujian tanah, dan pengambilan sampel di lapangan untuk diuji di laboratorium guna memperoleh data tanah di lapangan, dan data parameter tanah di laboratorium. Guna mengetahui sifat fisik tanah, sifat mekanis tanah dan parameter tanah. Dari hasil pengujian laboratorium dapat diketahui: jenis tanah, karakteristik tanah dan parameter tanah. Selanjutnya digunakan untuk menganalisis kestabilan tanah / kemantapan lereng, bila dilakukan penggalian atau penimbunan tanah yang akan digunakan untuk lokasi penempatan perumahan/permukiman masyarakat.

#### **Pengukuran dan Pembuatan Dokumentasi di Lapangan/Pemetaan**

Pada tahap ini dilakukan *survey* lapangan untuk mengetahui kondisi lapangan sebenarnya, yaitu dengan mengadakan pengukuran ketinggian, kemiringan lereng, dan pengambilan gambar dokumentasi di lapangan.

#### **Penyelidikan Tanah Pengujian tanah dilapangan**

Dengan melakukan test Sondir untuk mengukur daya dukung tanah melalui tahanan

penetrasi dan besarnya nilai lekatan tanah, dan tes Boring untuk memperoleh identifikasi data lapisan tanah di lapangan dan pengambilan sampel tanah untuk di uji di laboratorium.

### Pengujian tanah di laboratorium

Pengujian sampel *undisturbed* (contoh asli) untuk mendapatkan data sifat fisik tanah dan sifat mekanis tanah yang meliputi: Berat isi tanah, kadar air, kuat tekan bebas, kuat geser dan kelolosan air. Sifat fisik tanah, untuk mendapatkan data: Berat isi tanah, kadar air. Sifat Mekanis tanah: Kuat tekan bebas, geser langsung, kelolosan air. Pengujian sampel *disturbed* (contoh tidak asli) Untuk mendapatkan data: Analisa butiran tanah, antara lain: analisa ayak dan hidrometer Berat jenis butiran tanah, *Atterberg Limit*, Batas susut, Kuat tekan bebas.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

#### Pengujian Tanah di Lapangan

Dari identifikasi di lapangan di titik lokasi Blok Q Mess Bulog wilayah RT 05/RWX Kelurahan Purwoyoso Kecamatan Ngaliyan Semarang diperoleh data lapisan tanah, sebagaimana dapat dilihat pada tabel 1, di bawah ini.

**Tabel 1. Hasil Pengujian di Lapangan**

Test Sondir				Test Boor (Hand Boring)				
No	Titik Sondir	Daya dukung tanah qc rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> ) pd kedalaman (2.00 - 3.50) m	Jenis tanah pada kedalaman 2.00m	No	Titik Boor	Kedalaman (m)	Deskripsi tanah	Warna tanah
				1	BH.01	2.50	lempung berpadas	Kehitaman
1	S-1	13.89	lempung	2	BH.02	3.00	lempung berkrikil	coklat tua
				3	BH.03	3.00	lempung	merah tua
2	S-2	113..50	lempung	4	BH.04	1.50	lempung	coklat tua

#### Pengujian Tanah di Laboratorium

Pengujian sampel *undisturbed* (sampel tanah tidak terganggu/tanah asli). Untuk mendapatkan data sifat fisik tanah dan sifat mekanis tanah yang meliputi: Berat isi, kadar air, kuat tekan bebas dan kuat geser. Pengujian sampel *disturbed* (sampel tanah terganggu), untuk mendapatkan data: Ukuran butiran tanah (analisa ayak dan hidrometer), Berat jenis butiran tanah, Batas cair, Batas plastis, Batas susut, Kuat tekan bebas (diremas /*remould*). Dari analisis data hasil pengujian sampel tanah *disturbed* di

laboratorium diperoleh nilai parameter dari sampel tanah yang diuji, sebagaimana dapat dilihat pada tabel 2, berikut ini.

Tabel 2. Data Sifat Fisik Tanah

No	Pengujian Sifat Fisik Tanah	Satuan	Parameter	Keterangan			
				Nilai BH01	Nilai BH02	Nilai BH03	Nilai BH04
1	Berat isi tanah	gr/cm <sup>3</sup>	$\gamma_m$	1.75	1.85	1.79	1.90
2	Kadar air	%	w	34.25	25.44	36.16	25.39
3	Berat isi kering	gr/cm <sup>3</sup>	$\gamma_d$	1.31	1.47	1.32	1.52
4	Berat jenis butiran	-	Gs	2.61	2.68	2.60	2.62
5	Angka pori	-	e	0.99	0.81	0.97	0.73
6	Porositas	%	n	0.50	0.45	0.49	0.42
7	Derajat kejenuhan	%	Sr	89.70	83.44	96.57	91.18
8	Batas cair	%	LL	46.50	42.56	48.60	49.70
9	Batas plastis	%	PL	26.92	27.58	30.12	30.10
10	Batas susut	%	SL	22.96	23.40	25.17	20.92
11	Indeks plastis	%	PI	19.58	14.98	18.48	19.60
12	Kelolosan air/ rembesan	cm/det	k	3.536 x 10 <sup>6</sup>	1.329 x 10 <sup>7</sup>	1.017 x 10 <sup>4</sup>	4.044 x 10 <sup>7</sup>
13	Klasifikasi tanah			CL	ML-OL	ML-OL	ML-OL

Sedangkan dari analisis data hasil pengujian sampel *undisturbed* di laboratorium diperoleh nilai parameter dari sampel tanah yang diuji, sebagaimana dapat dilihat pada tabel 3, berikut ini.

Tabel 3. Data Sifat Mekanis Tanah

No	Pengujian Sifat Mekanis Tanah	Satuan	Parameter	Keterangan Nilai			
				BH.01	BH. 02	BH. 03	BH. 04
1	Kuat tekan bebas						
	a. Tanah/asli (undisturb)	kg/cm <sup>2</sup>	qu	2.53	4.44	0.90	4.42
	b. Setelah diremas (remould)	kg/cm <sup>2</sup>	qu'	2.17	2.67	0.48	3.05
2	Kuat geser						
	a. Geser langsung (tanah undisturb)						
	Kohesi	kg/cm <sup>2</sup>	C	0.18	0.40	0.105	0.12
	Sudut geser dalam	derajat	$\emptyset$	35.80	50	13.40	59.40
	Tegangan geser	kg/cm <sup>2</sup>	$\tau$	0.483	0.90	0.205	0.83
	b. Triaxial (tanahundisturb)						
	Kohesi	kg/cm <sup>2</sup>	C	0.79	0.80	0.24	0.90
	Sudut geser dalam	derajat	$\emptyset$	14.50	31.50	4.42	27.00
	Tegangan geser	kg/cm <sup>2</sup>	$\tau$	1.964	5.52	0.414	4.43

Tabel 4. Hubungan Nilai Faktor Keamanan Lereng dengan Kestabilan Lereng

Nilai faktor keamanan F	Kejadian/intensitas longsor	Kestabilan lereng
F < 1.07	Longsor sering terjadi	labil
1.07 < F < 1.25	Longsor pernah terjadi	relative labil/kritis
F > 1.25	Longsor jarang terjadi	relative stabil

Sumber : Zakaria Z., 2009.

Tabel 5. Faktor Keamanan Minimum Kemantapan Lereng

Resiko*)	Kondisi Beban	Parameter Kuat Geser **)			
		Maksimum		Sisa	
		Teliti	Kurang Teliti	Teliti	Kurang Teliti
Tinggi	Dengan Gempa	1.50	1.75	1.35	1.50
	Tanpa Gempa	1.80	2.00	1.60	1.80
Menengah	Dengan Gempa	1.30	1.60	1.20	1.40

	Tanpa Gempa	1,50	1,80	1,35	1,50
Rendah	Dengan Gempa	1,10	1,25	1,00	1,10
	Tanpa Gempa	1,25	1,40	1,10	1,20

(Sumber : Direktorat Jenderal Penataan Ruang, 2003).

Keterangan pada tabel:

1. Resiko tinggi bila ada konsekuensi terhadap manusia cukup besar (ada permukiman), dan atau bangunan sangat mahal, dan atau sangat penting.
2. Resiko Menengah bila ada konsekuensi terhadap manusia tetapi sedikit (bukan permukiman), dan atau bangunan tidak begitu mahal dan atau tidak begitu penting
3. Resiko rendah bila tidak ada konsekuensi terhadap manusia dan terhadap bangunan (sangat murah)
4. Kekuatan geser maksimum adalah harga puncak dan dipakai apabila massa tanah batuan yang potensial longsor tidak mempunyai bidang kontinuitas (perlapisan, rekahan, sesar, dan sebagainya) dan belum pernah mengalami gerakan.
5. Kekuatan geser residual dipakai apabila: (a) massa tanah/batuan yang potensial bergerak mempunyai bidang kontinuitas dan atau (b) pernah bergerak (walaupun tidak mempunyai bidang diskontinuitas).



Gambar 3. Peta Lokasi Penelitian di Perum BPI Blok Q Mess Bulog RWX Kecamatan Ngaliyan Semarang



Gambar 4. Peta Lokasi Analisis Stabilitas Lereng Tanah terhadap Kerawanan Longsor di Perum BPI Blok Q Mess Bulog RT.05/ RWX Kecamatan Ngaliyan Semarang

### Analisis Stabilitas Lereng

Hasil perhitungan nilai faktor keamanan terhadap kerawanan longsor di titik lokasi BlokQ Mess Bulog wilayah RT 05 / RWX Kelurahan Purwoyoso Kecamatan Ngaliyan Semarang yaitu pada lereng dengan garis arah-a, arah-b dan arah-c, sebelum penggalian pada Kawasan Industri Candi dan setelah penggalian pada Kawasan Industri Candi dapat dilihat pada tabel 6 dan tabel 7, berikut ini.

Tabel 6. Analisis Faktor Keamanan Stabilitas Lereng Sebelum Penggalian

No	Gra.Pot Lereng	Angka faktor keamanan F	Kemiringan lereng ( $^{\circ}$ )	Rasio (perbandingan)	Ketebalan lereng menurut Zakaria Z.	Keterangan Batas longsor sampai kedalaman
1	Arah-a	1,71 > 1,25	16 <sup>o</sup> 16'30,3"	1 : 2,97	aman	25 m
2	Arah-b	0,25 < 1,07	16 <sup>o</sup> 42'54,1"	1 : 3,33	tidak aman	15 m
3	Arah-c	1,60 > 1,25	23 <sup>o</sup> 52'5,99"	1 : 2,26	aman	12 m

Tabel 7. Analisis Faktor Keamanan Stabilitas Lereng Setelah Penggalian

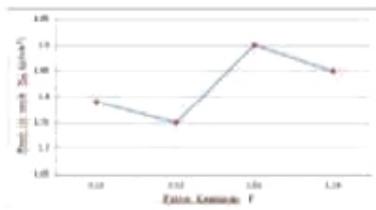
No	Gra.Pot Lereng	Angka faktor keamanan F	Kemiringan lereng ( $^{\circ}$ )	Rasio (perbandingan)	Kestabilan lereng menurut Zakaria Z	Keterangan Batas longsor sampai kedalaman
1	Arah-a	1.41 > 1.25	17 $^{\circ}$ 52'43,3"	1 : 3,1	aman	25 m
2	Arah-b	0.22 < 1.07	17 $^{\circ}$ 12' 8,62"	1 : 3,23	tidak aman	14 m
3	Arah-c	1.31 > 1.25	17 $^{\circ}$ 18'11,5"	1 : 3,21	aman	9 m

Tabel 8. Analisis Kestabilan Lereng terhadap Kerawanan Bencana Longsor

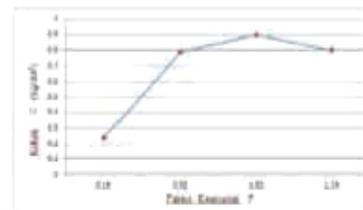
No	Garis Potongan Lereng	Nilai Faktor Keamanan F terhadap Stabilitas Lereng		Dampak terhadap Nilai Faktor Keamanan Stabilitas Lereng akibat kemiringan semakin curam	Memori Dirjen Pen. Ruang keamanan Stab.Lereng < 1.5	Keterangan terhadap kerawanan Bencana Longsor
		Sebelum Penggalian	Setelah Penggalian			
1	Arah-a	1.71	1.41	F makin kecil	tidak aman	dapat terjadi
2	Arah-b	0.25	0.22	F makin kecil	tidak aman	dapat terjadi
3	Arah-c	1.60	1.31	F makin kecil	tidak aman	dapat terjadi

Tabel 9. Pengaruh Nilai Parameter Tanah terhadap Faktor Keamanan Stabilitas Lereng

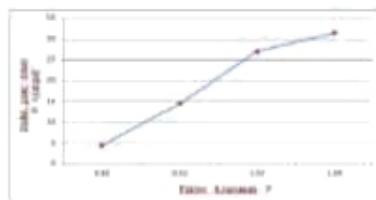
No.	Parameter Tanah			Nilai Faktor Keamanan F terhadap Stabilitas Lereng
	Berat isi tanah $\gamma_m$ ( $g/cm^3$ )	Kohesi C ( $kg/cm^2$ )	Sudut geser dalam $\phi$ (derajat)	
1.	1.79	0.24	4.42	0.16
2.	1.75	0.79	14.5	0.32
3.	1.90	0.90	27.0	1.02
4.	1.85	0.80	31.5	1.19



Gambar 5. Grafik Hubungan antara Berat isi Tanah  $\gamma_m$  ( $g/cm^3$ ) dengan Faktor Keamanan F



Gambar 6. Grafik Hubungan antara Kohesi Tanah C ( $kg/cm^2$ ) dengan Faktor Keamanan F



Gambar 7. Grafik Hubungan antara Sudut geser dalam Tanah  $\phi$  (derajat) dengan Faktor Keamanan F

## Pembahasan

Dari identifikasi kondisi tanah di kawasan bukit perumahan BPI di lokasi BlokQ Mess Bulog wilayah RT 05 / RW X Kelurahan Purwoyoso Kecamatan Ngaliyan

Semarang, hasil pengujian tanah di lapangan pada test sondir di titik S1, jenis tanah berupa lempung dengan daya dukung rendah  $q_c = 13,89 \text{ kg/cm}^2$ . Sedangkan hasil pengujian sampel tanah di laboratorium diperoleh data nilai parameter sifat fisik dan sifat mekanis tanah sebagaimana dapat dilihat dalam tabel 2 dan tabel 3. Pada titik boor BH.03, jenis tanah berupa lempung dengan daya dukung sangat rendah  $q_u = 0,90 \text{ kg/cm}^2$ . Akibat yang timbul terhadap kestabilan lereng setelah terjadi penggalian tanah di lokasi tersebut melalui analisis kestabilan lereng menggunakan komputasi cara Bishop, faktor keamanan terhadap stabilitas lereng semakin kecil/rendah sebagaimana dapat dilihat pada tabel 8. Artinya semakin curam kelerengan tanah maka kondisinya semakin tidak aman (dari  $F = 0,25$  menjadi  $F = 0,22$ )  $< 1,00$  (sangat labil).

Sehingga kestabilan lereng menjadi labil dan kondisi lereng tanah di lokasi kawasan bukit Perumahan BPI Blok Q wilayah RT 05 / RWX Kelurahan Purwoyoso Kecamatan Ngaliyan Semarang menjadi rawan meskipun kelas kerawanan termasuk resiko tingkat menengah terhadap bencana longsor dengan faktor keamanan stabilitas lereng 1.50 (resiko tingkat menengah), dapat dilihat pada tabel 5. Yang sangat menentukan adalah nilai dari faktor keamanan terhadap stabilitas lereng sangat rendah  $F < 1,00$  (labil). Jika nilai faktor keamanan  $F$  menurun, kondisi lereng yang semula stabil menjadi kritis kemudian labil dan untuk selanjutnya terjadi longsor, hal ini menunjukkan bahwa lereng dalam kondisi labil yang sewaktu-waktu terjadi kelongsoran.

Bencana longsor rentan dapat terjadi karena pemotongan/penggalian bukit yang secara serampangan membuat kondisi tanah menjadi labil, sebagai akibat dari penggalian tanah ini menyebabkan kemiringan lereng menjadi semakin curam. Hal ini dapat dilihat pada tabel 8, akibat penggalian tanah kemiringan lereng menjadi semakin curam sehingga menyebabkan nilai faktor keamanan stabilitas lereng semakin kecil, artinya lereng semakin curam dan kondisinya semakin tidak aman sehingga bencana longsor dapat terjadi.

Pengaruh nilai parameter tanah terhadap faktor keamanan stabilitas lereng adalah dari grafik hubungan  $F$  vs  $C$  dan  $F$  vs  $\phi$  diperoleh hubungan bahwa semakin besar nilai  $C$  &  $\phi$  maka semakin besar pula nilai faktor keamanan yang didapat.

Sedangkan untuk  $F$  vs  $\gamma_m$  didapat hasil sebaliknya bahwa semakin besar nilai  $\gamma_m$

nilai faktor keamanan yang diperoleh semakin kecil.

Longsoran secara alami dapat terjadi antara lain karena menurunnya kemantapan suatu lereng, hal ini dapat dilihat pada tabel 6, berdasarkan hasil analisis faktor keamanan stabilitas lereng sebelum dilakukan penggalian. Sedangkan dari faktor aktivitas manusia adalah sebagai akibat dari penggalian tanah pada sisi lereng, dapat ditunjukkan pada tabel 7. Dari hasil analisis kestabilan lereng dapat dilihat pada tabel 8, menunjukkan nilai faktor keamanan terhadap stabilitas lereng semakin rendah akibat penggalian tanah sehingga tingkat kerawanan tanah terhadap longsor semakin tinggi.

Dari hasil evaluasi analisis kestabilan lereng dan tingkat kerawanan terhadap bencana longsor, sebagai penyebab utama adalah akibat rendahnya nilai faktor keamanan terhadap stabilitas lereng yaitu faktor kondisi alam (lapisan tanah, dengan daya dukung rendah  $q_u = 0,90 \text{ kg/cm}^2$  dan menurunnya kemantapan lereng dapat dilihat pada tabel 6, berdasarkan analisis faktor keamanan stabilitas lereng sebelum penggalian) dan faktor aktivitas manusia (akibat penggalian tanah pada sisi lereng). Dari hasil analisis kestabilan lereng menunjukkan nilai faktor keamanan terhadap stabilitas lereng semakin rendah (lereng tanah menjadi labil) sehingga tingkat kerawanan tanah terhadap longsor semakin tinggi, sebagai solusi untuk langkah selanjutnya adalah dilakukan mitigasi. Apabila dalam hal mitigasi ini tidak memungkinkan lagi, maka sebagai alternatif lain adalah melakukan relokasi (mengosongkan lereng dari kegiatan manusia).

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan**

Dari identifikasi kondisi tanah di kawasan bukit perumahan BPI di lokasi BlokQ Mess Bulog wilayah RT 05 / RW X Kelurahan Purwoyoso Kecamatan Ngaliyan Semarang, hasil pengujian tanah di lapangan pada test sondir di titik S1, jenis tanah berupa lempung dengan daya dukung rendah  $q_c = 13,89 \text{ kg/cm}^2$ . Sedangkan hasil pengujian sampel tanah di laboratorium diperoleh data nilai parameter sifat fisik dan sifat mekanis tanah sebagaimana dapat dilihat dalam tabel 2 dan tabel 3, pada titik boor BH.03, jenis tanah berupa lempung dengan daya dukung sangat rendah  $q_u = 0,90 \text{ kg/cm}^2$ .

Pengaruh nilai parameter tanah terhadap faktor keamanan stabilitas lereng dari grafik hubungan antara  $F$  vs  $C$  dan  $F$  vs  $\emptyset$  diperoleh gambaran bahwa semakin besar

nilai  $C$  &  $\emptyset$  maka semakin besar nilai faktor keamanan yang didapat.

Sedangkan untuk hubungan antara  $F$  vs  $\gamma_m$  diperoleh hasil sebaliknya yaitu semakin besar nilai  $\gamma_m$  nilai faktor keamanan yang didapat semakin kecil atau rendah.

Dari hasil analisis kestabilan lereng menunjukkan nilai faktor keamanan terhadap stabilitas lereng semakin rendah  $F < 1,00$  (labil) sehingga tingkat kerawanan tanah terhadap longsor semakin tinggi. Jika nilai faktor keamanan  $F$  menurun, kondisi lereng yang semula stabil menjadi kritis kemudian labil dan untuk selanjutnya terjadi longsor, hal ini menunjukkan bahwa lereng dalam kondisi kritis yang sewaktu-waktu terjadi kelongsoran.

Sebagai penyebab utama akibat dari rendahnya nilai faktor keamanan terhadap stabilitas lereng adalah faktor kondisi alam dan faktor aktivitas manusia.

Sebagai solusi untuk langkah selanjutnya adalah dilakukan mitigasi. Apabila dalam hal mitigasi ini tidak memungkinkan lagi, maka sebagai alternatif lain adalah melakukan relokasi.

#### **Saran**

Jangan menggunakan lahan terutama pemukiman yang berada pada zona yang tidak layak huni, lahan yang memiliki kemiringan lereng yang besar, lapisan tanah dengan daya dukung tanah yang rendah dan batuan yang tidak stabil adalah daerah yang sangat rawan terjadi longsor. Lereng tanah yang tidak didukung stabilitas berpotensi longsor, oleh sebab itu analisis stabilitas lereng sangat diperlukan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Amit Prashant, 2010. *Soil Nailing For Stabilization Of Steep Slopes Near Railway Tracks*. Department of Civil Engineering, Indian Institute of Technology Kanpur.
- D Alkema, 2011. *Slope Stability Assessment of Man-Made Slopes A Case Study In Yen Bai*. TRAN THE VIET. Enschede, The Netherlands, 03.
- David F. McCarthy, 2007. *Essentials of Soil Mechanics and Foundations, Basic Geotechnics, Seventh Edition*. Pearson Prentice Hall, New Jersey, Ohio USA.
- Direktorat Jenderal Penataan Ruang, 2003. *Pedoman Pengendalian Pemanfaatan Ruang di Kawasan Rawan Bencana Longsor*. Jakarta: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Djauhari Noor, 2011. *Geologi Untuk Perencanaan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- Fadly Achmad, 2014. *Studi Identifikasi Penyebab Longsor di Botu*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik. Gorontalo: Universitas Negeri Gorontalo.
- Pangemanan VGM., Turangan AE., Sompie OBA., 2014. *Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Fellenius (Studi Kasus: Kawasan Citraland)*. Jurnal Sipil Statik, ISSN: 2337-6732, 2 (1): (37-46). Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Manado: Universitas Sam Ratulangi.
- Priyono K.D., 2006. *Analisis Tingkat Bahaya Longsor Tanah di Kecamatan Banjarmangu Kabupaten Banjarnegara*. Fakultas Geografi. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sunggono K.H., 1982. *Mekanika Tanah*. Bandung: Nova.
- Yunianto, Ardi Chandra, 2011. *Analisis Kerawanan Tanah Longsor dengan Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) dan Penginderaan Jauh di Kabupaten Bogor*. Bogor: IPB Bogor.
- Zakaria Z., 2010. *Model Starlet, Suatu Usulan untuk Mitigasi Bencana Longsor Dengan Pendekatan Genetika Wilayah (Studi Kasus: Longsor Citatah, Padalarang, Jawa Barat)*. Jurnal Geologi Indonesia, 5 (2) : 93-112. FT. Geologi. Bandung: UNPAD.
- Zakaria Z., 2009. *Analisis kestabilan lereng tanah. Laboratorium Geologi Teknik, Program Studi Teknik Geologi*, Fakultas Teknik Geologi. Bandung: UNPAD.