

PENGARUH MORFOLOGI DAN SIFAT MATERIAL TERHADAP KESTABILAN LERENG DI KECAMATAN KALIBAWANG, KULON PROGO

Supandi¹, Shilvyanora AR², Isjudarto Ag³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Pertambangan, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta

¹Email: isjudarto0911@gmail.com

Masuk: 1 Maret 2017, Revisi masuk: 10 Juli 2017, Diterima: 28 Juli 2017

ABSTRACT

Mass movement is one of hazard in Indonesia that have significant impact in Indonesia. This hazard caused by Indonesia represent have wet tropik, so that chemical weathering intensive and formed thick soil. Its improve the happening of crisis to this hazard, because material strength will decrease. District of Kalibawang, Kulon Progo morphologically have a lot precipitous slope and mount intensive weathering. This condition constituing study concerning slope stability. Method which used in this analysis is slice method with approach of calculation of made moderate Bishop. This method weared many in analysis stability of slope because besides modestly, this method enough is accurate. Than analysis slope stability of some obtained chosen slope have value between 3.378 (stable) until 1.052 is (labile / critical)

Keywords: Bishop, Kalibawang Slope Stability.

INTISARI

Bencana alam tanah longsor merupakan salah satu bencana dengan dampak yang cukup besar di Indonesia. Hal ini disebabkan karena Indonesia merupakan negara yang beriklim tropik basah, sehingga pelapukan kimia berjalan intensif dan membentuk soil cukup tebal. Terbentuknya soil yang cukup tebal di beberapa daerah akan meningkatkan terjadinya kerawanan terhadap bencana ini, karena kekuatan geser material akan berkurang jauh. Kecamatan Kalibawang, Kabupaten Kulon Progo secara morfologi banyak mempunyai lereng-lereng terjal dan cukup tinggi serta tingkat pelapukan yang intensif. Kondisi kelerengan seperti inilah perlu diadakan kajian mengenai tingkat kestabilan lereng, agar masyarakat yang tinggal dapat melakukan antisipasi secukupnya dengan kondisi tingkat kerawanan longsor yang relatif tinggi. Metode yang digunakan dalam analisis ini adalah metode irisan dengan pendekatan perhitungan Bishop yang disederhanakan. Metode ini banyak dipakai dalam analisis kestabilan lereng karena selain sederhana, metode ini cukup akurat. Dari analisis kestabilan lereng yang dilakukan pada beberapa lereng terpilih diperoleh lereng dengan nilai antara 3.378 (stabil) sampai 1.052 (labil/kritis)

Kata kunci: Bishop, Kestabilan Lereng, Kalibawang.

PENDAHULUAN

Bencana alam tanah longsor merupakan salah satu bencana alam yang banyak terjadi di Indonesia. Bencana ini sering mengakibatkan banyak kerugian berupa korban jiwa dan harta benda. Dengan iklim tropik basah seperti di Indonesia, tingkat pelapukan kimia berjalan sangat intensif membentuk soil yang cukup tebal. Soil yang terbentuk mempunyai kekuatan intrinsik jauh lebih rendah dibandingkan dengan

batuan segarnya. Hal inilah yang salah satunya memicu terjadinya longsor.

Salah satu tempat yang perlu diwaspadai terhadap adanya bahaya tanah longsor adalah daerah-daerah yang mempunyai kelerengan tinggi serta litologi yang tidak terlalu kompak akibat proses degradasi batuan. Di Kecamatan Kalibawang, Kulon Progo, beberapa kali terjadi kasus longsor dari tanah hasil pelapukan batuan yang telah terpotong-potong oleh struktur geologi dan tanah penutup. Penyebab utama terjadinya

longsor di daerah tersebut diperkirakan adanya kelerengan yang tinggi dengan sudut lereng besar, struktur sesar, kekar, dan tanah pelapukan cukup tebal serta dipicu adanya curah hujan cukup tinggi. Oleh karena itu di daerah ini penting untuk dilakukan kajian tingkat kerawanan bencana tanah longsor. Kajian atau penelitian ini dapat digunakan sebagai ukuran dalam mendeteksi kondisi bahaya terhadap bencana tanah longsor dan dapat juga digunakan sebagai panduan pengembangan untuk lokasi wilayah.

Penelitian tentang tingkat kerawanan bencana tanah longsor di Kecamatan Kalibawang, Kulon Progo dan sekitarnya diharapkan dapat mengantisipasi suatu lokasi yang mempunyai kondisi topografi terjal dan kemiringan lereng yang besar di waspadai untuk menjadi daerah potensi longsor.

Suatu longsor adalah keruntuhan dari massa tanah yang terletak pada sebuah lereng sehingga terjadi pergerakan massa tanah ke bawah dan ke luar. Longsor dapat terjadi dengan berbagai cara, secara perlahan-lahan atau mendadak serta dengan ataupun tanpa tanda-tanda yang terlihat

Daerah rawan bencana di Kecamatan Kalibawang, Kulon Progo terletak pada daerah-daerah pegunungan dengan kemiringan lereng lebih dari 30 derajat. Ditinjau secara geologis daerah rawan bencana tanah longsor terdapat pada formasi-formasi endapan batuan dari batuan beku dan breksi andesit yang telah terpotong-potong oleh struktur patahan dan kekar. Secara umum longsor yang terjadi merupakan longsor dengan bidang gelincir berbentuk lengkung memanjang. Material longsor berupa tanah lempung pasir bercampur kerakal dan bongkah andesit (Marsaid, 2002).

Lereng adalah suatu bidang di permukaan tanah yang menghubungkan permukaan tanah yang lebih tinggi dengan permukaan tanah yang lebih rendah. Lereng dapat terbentuk secara alami dan dapat juga dibuat oleh manusia. Lereng yang terbentuk secara alamiah misalnya lereng bukit dan tebing sungai, sedangkan lereng buatan manusia antara lain yaitu galian dan

timbunan untuk membuat jalan raya dan jalan kereta api, bendungan, tanggul sungai dan kanal serta tambang terbuka.

Pada dasarnya sebagian besar wilayah di Indonesia merupakan daerah perbukitan dan yang membentuk lahan miring. Lereng yang melampaui 20 derajat atau 40 % umumnya berbakat untuk bergerak atau longsor. Potensi terjadinya gerakan tanah pada lereng tergantung pada kondisi batuan dan tanah penyusun lereng, struktur geologi, curah hujan, vegetasi dan penggunaan lahan pada lereng (Karnawati, 2002).

Ada tiga jenis lereng yaitu: 1) Lereng alami, yaitu lereng yang terbentuk karena proses-proses alam, misalnya lereng suatu bukit. 2) Lereng yang dibuat dengan tanah asli, misalnya apabila tanah dipotong untuk pembuatan jalan atau saluran air untuk keperluan irigasi. 3) Lereng yang dibuat dari tanah yang dipadatkan, sebagai tanggul untuk jalan atau bendungan tanah.

Pada ketiga jenis lereng ini kemungkinan untuk terjadi longsor selalu ada, karena dalam setiap kasus tanah yang tidak rata akan menyebabkan komponen gravitasi dari berat material memiliki kecenderungan untuk menggerakkan massa tanah dari elevasi lebih tinggi ke elevasi yang lebih rendah.

Lereng alami yang telah berada dalam kondisi yang stabil selama puluhan atau bahkan ratusan tahun dapat tiba-tiba runtuh sebagai akibat dari adanya perubahan kondisi lingkungan, antara lain seperti perubahan bentuk topografi, kondisi air tanah, adanya gempa bumi maupun pelapukan. Pada tempat dimana terdapat dua permukaan tanah yang berbeda ketinggiannya, maka akan ada gaya-gaya yang bekerja mendorong sehingga tanah yang lebih tinggi kedudukannya cenderung bergerak kearah bawah.

Untuk timbunan dari material yang takberkohesi, seperti kerikil, pasir atau lanau, parameter yang mempengaruhi kestabilan timbunan yaitu: sudut gesek, berat satuan tanah, tekanan air pori dan sudut kemiringan lereng. Longsor yang terjadi pada timbunan tipe ini biasanya merupakan gelinciran translasional atau gelinciran rotasional yang dangkal.

Tekanan air pori yang diakibatkan oleh rembesan akan mengurangi kestabilan timbunan.

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 kelongsoran. Gaya-gaya penahan berupa gaya gesekan/geseran, lekatan (dari kohesi) dan kekuatan geser tanah. Jika gaya-gaya pendorong lebih besar dari gaya-gaya penahan, maka tanah akan mulai runtuh dan akhirnya terjadi keruntuhan tanah sepanjang bidang yang menerus dan massa tanah diatas bidang yang menerus ini akan longsor. Peristiwa ini disebut sebagai keruntuhan lereng dan bidang yang menerus ini disebut bidang gelincir. Parameter-parameter yang mempengaruhi kondisi kestabilan lereng antara lain yaitu: 1) Geometri lereng. 2) Kekuatan geser material. 3) Berat satuan materil. 4) Tekanan air pori.

Thornbury, 1958, tanah longsor merupakan gerakan massa dari rombakan batuan yang tipe gerakannya meluncur/ menggeser (sliding), atau berputar yang disebabkan oleh gaya gravitasi. Faktor-faktor penyebab tanah longsor adalah perubahan gradien lereng, kelebihan beban, getaran atau guncangan, perubahan kandungan air, pengaruh air tanah, pelapukan dan pengaruh vegetasi.

Menurut Arsyad (1989 vide Sutikno dkk, 2002) tiga faktor penyebab longsor, adalah: 1) keadaan lereng yang curam sehingga tanah akan meluncur ke bawah. 2) lapisan dibawah yang agak kedap air dan relatif lunak sebagai bidang peluncur, dan 3) terdapatnya air cukup banyak di dalam tanah sehingga lapisan tanah tepat diatas lapisan yang kedap air tadi jenuh.

Berdasarkan hal tersebut, Terzaghi (1993) membagi penyebab-penyebab terjadinya longsor menjadi dua kelompok yaitu 1) penyebab-penyebab eksternal yang menyebabkan naiknya gaya geser yang bekerja sepanjang bidang runtuh, antara lain yaitu: perubahan geometri lereng; penggalian

pada kaki lereng; pembebanan pada puncak atau permukaan lereng bagian atas; gaya vibrasi yang ditimbulkan oleh gempa bumi atau ledakan; penurunan muka air tanah secara mendadak, dan 2) penyebab-penyebab internal yang menyebabkan turunnya kekuatan geser material, antara lain yaitu: pelapukan; keruntuhan *progressive*; hilangnya sementasi material; berubahnya struktur material.

Satuan batuan di daerah Kecamatan Kalibawang, Kulon Progo dan sekitarnya didominasi oleh batuan breksi piroklastik dengan fragmen andesit yang umumnya berumur Tersier serta batuan hasil aktifitas magma baik berupa batuan intrusi maupun leleran lava. Batuan penyusun Formasi Andesit Tua atau Formasi Jampang terdiri dari breksi andesit dengan matrik tuf pasiran, dengan fragmen andesit piroksen maupun andesit horblende yang diperkirakan berumur Eosen tengah - Oligosene. Perbukitan ini merupakan suatu bentuk kubah batuan gunung berapi purba, yang telah terpotong-potong oleh sesar maupun kekar. Struktur kekar di daerah penelitian sangat mendukung intensipnya proses pelapukan breksi andesit terutama di bukit-bukit, sehingga di jumpai tanah yang tebal, bongkah-bongkah breksi maupun fragmen andesit yang lepas (Bemmelen, 1949).

Penelitian ini bertujuan selain dapat menambah khasanah ilmu pengetahuan mengenai materi penelitian khususnya mengenai longsor, juga bertujuan untuk mengetahui suatu lereng yang secara morfologi cukup curam apakah mempunyai apakah rawan longsor ataukah cukup aman bagi masyarakat setempat. Karena selain dari kelerengan tingkat kerawanan longsor juga sangat ditentukan oleh sifat sifit dan mekanik material pembentuknya. Diharapkan penelitian ini bisa memberi manfaat kepada masyarakat terutama yang bertempat tinggal pada daerah-daerah dengan kelerengan besar untuk melakukan antisipasi atau pencegahan terhadap bahaya longsor agar sehingga meminimalisir korban ataupun kerugian akibat longsor.

Penelitian ini dapat diperoleh manfaat antara lain berupa manfaat teoritis, diharapkan penelitian ini dapat digunakan untuk perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya menganalisis kestabilan lereng berdasarkan data lapangan dengan menggunakan parameter yang terukur berdasarkan konsep geomekanik

Manfaat praktis, adalah sebagai tambahan informasi untuk praktisi maupun akademisi dalam mempelajari kestabilan lereng. Ada banyak studi pendekatan untuk analisis daerah rawan longsor, namun untuk satu daerah tentunya tidak mempunyai kemungkinan yang sama persis, sangat tergantung pada tingkat kelerengan serta propertis dari material penyusun lereng.

Tujuan evaluasi tingkat kerawanan bencana tanah longsor di daerah Kec Kalibawang, Kulon Progo adalah untuk dapat diantisipasi dan di upayakan pengurangan pemicu utama yang menyebabkan tingkat kerawanan tinggi dan dibandingkan daerah sekitarnya terutama pada daerah-daerah yang mempunyai kondisi alam sama. Salah satu parameter penyebab terjadinya tanah longsor dan kriteria tingkat kerawanan dari sangat rawan sampai sedang adalah adanya struktur sesar dan kekar.

Pemecahan masalah bencana tanah longsor adalah mencari penyebab terjadinya daerah menjadi daerah sangat rawan atau rawan longsor dan mengetahui secara dini untuk terjadinya suatu daerah menjadi longsor. Dengan mengetahui skor pembobotan dan analisis struktur geologi yang telah longsor ini adalah untuk menghindari bencana tanah longsor yang mungkin terjadi di daerah lain dan dapat digunakan sebagai acuan daerah yang mempunyai kondisi alam yang sama.

Tahap penelitian meliputi: 1) Studi pustaka, interpretasi citra dan penelitian geologi struktur lapangan, pengukuran data struktur & topografi, pengambilan contoh batuan dan tanah. 2) Analisa laboratoium: analisis kelerengan, struktur geologi, hidrogeologi, analisis sifat-sifat intrinsik tanah dan batuan berpengaruh

pada terjadinya tanah longsor. 3) Evaluasi hasil dan rekomendasi.

Metoda yang digunakan dalam analisis longsor pada penelitian ini adalah metode irisan. Metode telah digunakan untuk analisis kestabilan dari suatu lereng dan cukup diakui terbukti kehandalannya. Kekuatan geser material yang tersedia untuk menahan material sehingga lereng tidak longsor dinyatakan dalam kriteria keruntuhan Mohr-Coulomb sebagaimana persamaan (1).

$$s = c' + (\sigma - u) \tan \phi' \quad (1)$$

Karakteristik lainnya yaitu geometri dari bidang gelinciran harus ditentukan atau diasumsikan terlebih dahulu. Untuk menyederhanakan perhitungan, bidang runtuh biasanya dianggap berbentuk sebuah busur lingkaran, gabungan busur lingkaran dengan garis lurus, atau gabungan dari beberapa segmen garis lurus. Setelah geometri dari bidang runtuh ditentukan kemudian selanjutnya massa di atas bidang runtuh dibagi ke dalam sejumlah irisan tertentu. Tujuan dari pembagian tersebut adalah untuk mempertimbangkan terdapatnya variasi kekuatan geser dan tekanan air pori sepanjang bidang runtuh.

Dalam analisis kestabilan lereng metode irisan banyak variasi yang digunakan oleh beberapa ahli. Variasi dalam metode irisan didasarkan pada asumsi-asumsi yang dipergunakan dalam perhitungan. Dalam tulisan ini digunakan metode irisan dengan pendekatan Bishop yang disederhanakan. Metode ini merupakan metode yang paling populer digunakan dalam analisis kestabilan lereng. Asumsi yang digunakan dalam metode ini yaitu besarnya gaya geser antar-irisan sama dengan nol ($X=0$) dan bidang runtuh berbentuk sebuah busur lingkaran. Kondisi kesetimbangan yang dapat dipenuhi oleh metode ini adalah kesetimbangan gaya dalam arah vertikal untuk setiap irisan dan kesetimbangan momen pada pusat lingkaran runtuh untuk semua irisan.

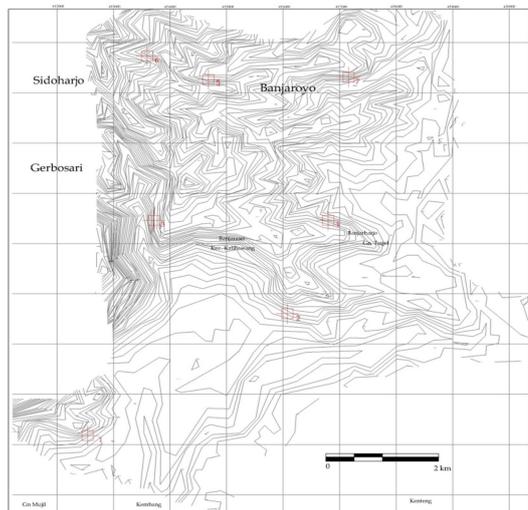
PEMBAHASAN

Secara astronomis wilayah administratif daerah di desa sepanjang jalur jalan Nanggulan-Kalibawang pada

garis lintang dan bujur daerah desa sepanjang jalur jalan Nanggulan-Kalibawang terletak antara 7°37'0" LS - 7°45'12" LS dan 110°11'02" BT - 110°16'28" BT.

Berdasarkan analisis peta topografi tersebut dapat diketahui daerah mana yang mempunyai tingkat kerawanan longsor yang tinggi. Kemudian dilakukan survey tinjau ke lapangan untuk melihat secara visual lokasi-lokasi yang diperkirakan mempunyai tingkat kerawanan longsor yang tinggi.

Dari hasil analisis peta topografi serta tinjauan lapangan ditentukan lokasi-lokasi terpilih untuk dilakukan pengukuran serta analisis lanjutan. Lokasi terpilih tersebut adalah seperti pada tabel di bawah ini. Setelah lokasi-lokasi terpilih ditentukan dilakukan kegiatan lanjutan berupa pengukuran detail kelerengan untuk menentukan sudut lereng dan tinggi lereng dimaksud. Dengan menggunakan alat ukur theodolith didapatkan morfologi dua dimensi yang akurat yang nantinya akan digunakan dalam analisis kemantapan suatu lereng. Gambar 1 menampilkan peta lokasi Kecamatan Kalibawang beserta lereng terpilih.



Gambar 1. Peta lokasi Kecamatan Kalibawang beserta lereng terpilih

Analisis longsor dilakukan pada lereng-lereng yang dianggap mempunyai resiko tinggi terjadinya longsor. Pengukuran kelerengan merupakan

salah satu hal penting yang harus dilakukan dalam analisis lereng. Ini disebabkan karena salah satu faktor internal penyebab terjadinya kelongsoran adalah beban dari lereng itu sendiri. Pengukuran dilakukan menggunakan theodolit. Hasil pengukuran lereng disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Koordinat dan geometri lereng terpilih

Lokasi Lereng	Easting	Northing	Tinggi lereng (meter)	Jarak horisontal (meter)
1	412542	9146180	110.0	280.0
2	416073	9148603	60.0	280.0
3	413704	9150464	100.0	441.0
4	416795	9150462	70.0	314.0
5	414679	9153272	60.0	201.0
6	413594	9153735	70.0	280.0
7	417156	9153317	70.0	162.1

Parameter pertama yang digunakan adalah dengan melihat secara sekilas kemiringan lereng mana yang cukup terjal, tinggi dari lereng serta material yang menyusunnya. Untuk material penyusun sangat penting diperhatikan adalah tingkat pelapukannya. Daerah penelitian terutama disusun oleh batuan beku baik berupa batuan beku masif maupun breksi dengan fragmen batuan beku. Untuk mempermudah pengamatan maka langkah pertama dalam penelitian ini dengan melakukan analisa topografi dari daerah yang akan diteliti untuk melihat kelerengan mana yang berpotensi untuk longsor.

Untuk tiap-tiap lokasi, tingkat kerawanan longsor tidak bisa disama ratakan. Hal ini karena untuk setiap lereng mempunyai faktor keamanan yang berbeda-beda. Faktor yang sangat berpengaruh adalah tinggi suatu lereng dan kemiringan lereng. Sedangkan untuk faktor lain seperti sudut geser dalam, apabila materialnya sama tentunya mempunyai sudut geser dalam yang relatif sama, demikian juga untuk kohesi dari material. Yang membedakan apakah material tersebut masih berbentuk batuan atukah sudah berupa material soil yang lepas-lepas.

Salah satu faktor yang mempunyai peran cukup penting dalam analisis

kestabilan lereng adalah ketebalan soil yang terbentuk dari hasil pelapukan batuan. Pengamatan soil tanah secara detil untuk masing-masing lokasi dilakukan terutama untuk mengetahui ketebalan dari tanah yang terbentuk diatas batuan segarnya. Untuk mengetahui sifat-sifat fisik mekanik dari tanah dan batuan dilakukan pengambilan sample di lapangan untuk di analisis di laboratorium, berupa uji kuat geser langsung (direct shear) untuk material tanah dan uji kuat tekan uniaxial untuk sample batuan kompak.

Analisis laboratorium yang dilakukan terhadap soil hasil pelapukan pada masing-masing lokasi meliputi beberapa parameter berupa kohesi, berat isi, sudut geser dalam serta rasio tegangan pori yang hasilnya tertera pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Nilai sifat intrinsik material tanah penyusun lereng

Lokasi lereng	material	berat isi (KN/m ³)	c (Mpa)	Ø (..°)	tegangan pori
1	soil	13.75	2.08	22	0.51
2	soil	13.67	2.12	21	0.52
3	soil	13.57	2.09	22	0.50
4	soil	13.85	2.10	21	0.51
5	soil	13.66	2.12	23	0.52
6	soil	13.74	2.09	22	0.50
7	soil	13.85	2.10	22	0.51

Sedangkan analisis terhadap sifat fisik mekanik dari batuan penyusun lereng yang berupa batuan andesit tertera di bawah ini.

Tabel 3. Nilai sifat intrinsik material batuan penyusun lereng

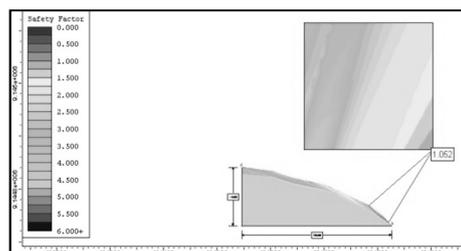
Lokasi lereng	material	berat isi (KN/m ³)	c (Mpa)	Ø (..°)
1	batuan	24.6	9.81	40.5
2	batuan	23.8	9.75	40.4
3	batuan	24.7	9.80	40.7
4	batuan	24.3	9.82	39.8
5	batuan	24.5	9.76	40.5
6	batuan	23.9	9.86	40.1
7	batuan	24.1	9.78	40.3

Berdasarkan data yang telah didapat baik data lapangan maupun data dari hasil pengujian laboratorium dilakukan

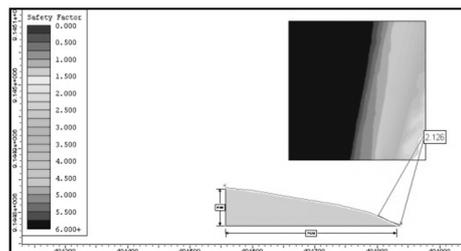
analisis untuk kestabilan lereng yang terpilih. Metode analisis kestabilan lereng yang digunakan adalah metode irisan dengan pendekatan Bishop yang disederhanakan. Metode ini digunakan dalam analisis kestabilan lereng dikarenakan perhitungannya yang sederhana, cepat dan memberikan hasil perhitungan faktor keamanan yang cukup teliti. Hasil dari analisis dapat dirangkum dalam Tabel 4 dan Gambar 2 hingga Gambar 8.

Tabel 4. Hasil analisis kestabilan lereng

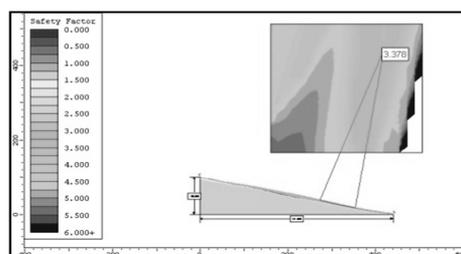
Lokasi lereng	Faktor Keamanan
1	1.052
2	2.126
3	3.378
4	1.736
5	1.857
6	2.600
7	1.778



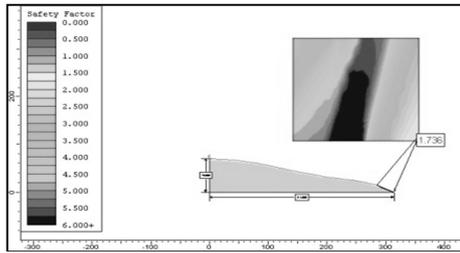
Gambar 2. Hasil analisis pada lokasi 1



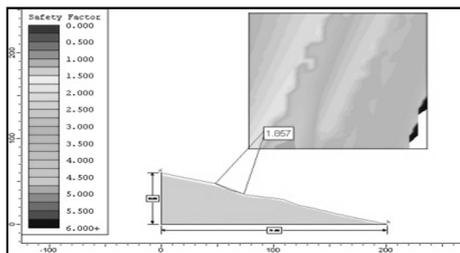
Gambar 3. Hasil analisis pada lokasi 2



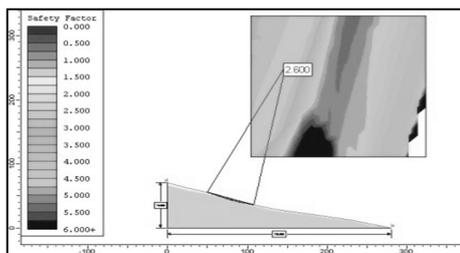
Gambar 4. Hasil analisis pada lokasi 3



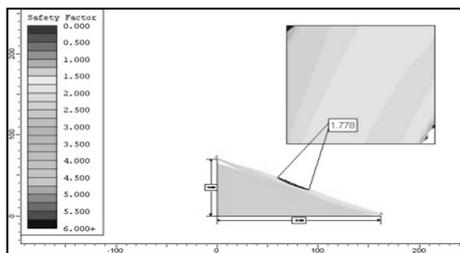
Gambar 5. Hasil analisis pada lokasi 4



Gambar 6. Hasil analisis pada lokasi 5



Gambar 7. Hasil analisis pada lokasi 6



Gambar 8. Hasil analisis pada lokasi 7

KESIMPULAN

Berdasarkan data lapangan dan analisis kestabilan lereng yang dilakukan pada beberapa lokasi lereng terpilih di Kecamatan Kalibawang, Kulon Progo dapat diketahui bahwa secara umum untuk daerah Kalibawang mempunyai tingkat kelerengan yang besar. Tingkat kelerengan ini yang menyebabkan tingkat kerawanan longsor menjadi tinggi disebabkan beban yang disangga lereng juga besar. Namun secara litologi penyusun dari lereng di daerah ini dibagian bawah di dominasi oleh batuan beku yang mengalami pelapukan di

bagian permukaan. Tingkat pelapukan yang ada menyebabkan terbentuknya soil dengan ketebalan 2-3 meter. Soil hasil dari pelapukan ini yang mempunyai kontribusi terhadap terjadinya longsor. Pada lereng yang tingkat pelapukannya tidak tebal, relatif masih aman terhadap bahaya longsor. Namun pada lereng yang tingkat pelapukan tinggi dengan terbentuknya soil yang tebal menyebabkan tingkat kerawanan longsor menjadi tinggi, dibuktikan dengan nilai faktor keamanan yang kecil.

Untuk menganalisis suatu lokasi terhadap kemungkinan terbentuknya longsor tidak bisa dilakukan dalam bentuk kewilayahan, namun lebih akurat dilakukan pada tiap individu lereng. Hal ini disebabkan karena tiap lereng mempunyai karakteristik yang berbeda baik dalam hal tinggi lerengnya, kemiringan lereng serta sifat-sifat material penyusun lereng.

Saran

Untuk mencegah terjadi tanah longsor pada lokasi-lokasi yang mempunyai tingkat kerawanan longsor tinggi dapat dilakukan salah satunya dengan membuat drainage yang bagus agar air limpasan dapat langsung mengalir turun untuk mengurangi air yang masuk ke dalam tanah sehingga membebani lereng itu sendiri. Untuk mengurangi beban lereng diusahakan tidak menanami lereng yang terjal dengan umbi-umbian, karena tanaman ini akan menambah beban dari tanah. Selain itu bisa juga dibuat tanggul-tanggul penahan berupa tumpukan batu di kaki lereng untuk memberi tambahan perkuatan terhadap lereng.

DAFTAR PUSTAKA

- Karnawati, D., 2002, Menyingkap Tabir Longsor Perbukitan Menoreh Serta Arah Mitigasinya, di sampaikan dalam Simposium Nasional Pencegahan Bencana Sedimen, 12-13 Maret 2002, Yogyakarta.
- Marsaid, 2002, Bencana Tanah longsor di Kabupaten Purworejo, Prosiding Simposium Nasional Pencegahan Bencana Sedimen, Makalah kunci (Bupati Purworejo), 12-13 Maret 2002, Yogyakarta.

- Sutikno, Miftahul H., Sarwondo, Triyono, 2002, Sistim Informasi Penanggulangan Bencana Tanah Longsor Kabupaten Kulonprogo, Prosiding Simposium Nasional Pencegahan Bencana Sedimen, Kode makalah L-3 Hal 379. Yogyakarta.
- Terzaghi, K., dan Peck, R.B. 1993. Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa (Terjemahan), Jilid 1, Edisi 2. Erlangga, Jakarta.
- Van Bemmelen, R. W.,1949, The Geology of Indonesia, 2nd , Vol Ia. The Hague Martinus Nijhoff.