ANALISIS STABILITAS LERENG PADA LONGSOR DESA CAOK, PURWOREJO, JAWA TENGAH

SLOPE STABILITY ANALYSIS IN CAOK VILLAGE LANDSLIDE, PURWOREJO, CENTRAL JAVA

Rokhmat Hidayat

Balai Litbang Sabo, Sopalan, Maguwoharjo, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, D.I. Yogyakarta
e-mail: rokhmathidayat33@gmail.com

Diterima: Oktober 2018; Direvisi: November 2017; Disetujui: Maret 2018

ABSTRAK

Longsor telah terjadi pada tanggal 19 Juni 2016 di dusun Caok, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah. Desa Caok masuk dalam wilayah pegunungan Menoreh. Lereng pada lokasi longsor tersebut mayoritas memiliki kemiringan lebih dari 20^0. Sebelum longsor, terjadi hujan dengan curah hujan mencapai 325 mm/hari. Hal tersebut mengindikasikan bahwa longsor terutama terjadi karena dipicu proses infiltrasi air tanah akibat intensitas hujan yang tinggi, serta lereng yang curam. Dalam penelitian ini dilakukan analisis stabilitas lereng dengan program Plaxis dan Geo-Slope berdasar muka air tanah kemiringan lereng, dan sifat parameter tanah. Data tersebut selanjutnya diolah dengan program Plaxis dan Geo-slope untuk mengetahui stabilitas lereng dan deformasi yang akan terjadi. Batas nilai aman suatu lereng adalah 1,25 (Bowless 1984), tanpa ada gempa. Dari hasil pemodelan Geo-Slope didapatkan angka keamanan 1,162. Pemodelan dengan program Plaxis 0,9522 dengan potensi perpindahan maksimal 205m. Kedua hasil angka keamanan mengindikasikan bahwa lokasi penelitian rawan terjadi longsoran.

Kata Kunci: Analisis Longsor, Stabilitas Lereng, Geo-slope, Plaxis

ABSTRACT

Landslide occurred on June, 19th 2016 in Caok Village, Purworejo,Central Java. Caok Village is part of Menoreh hills area. Most of Slope in the landslide location has more than 20^o. Before the landslide, rain occurred with maximum intensity 325mm/day. This is an indication that landslide was triggered by groundwater infiltration process, caused by high rainfall intensity and steep slopes. In this research, slope stability analyzed using Plaxis and Geo-slope software. Data that are soil engineering properties, steep slope, and groundwater table modelling with Plaxis and Geo-slope software to obtain slope stability and deformation. Minimum number factor of safety is 1,25 (Bowless 1984), without earthquake. Safety factor 1,162 obtained from Geo-Slope model, while with Plaxis resulted 0,9522 with maximum displacement 205m. Both the results of safety factor indicate that the location of the study are prone to landslide.

Keywords: Landslide Analysis, Slope Stability, Geo-slope, Plaxis

PENDAHULUAN

Pada tanggal 19 Juni 2016 telah terjadi longsor di Dusun Caok, Desa Karangrejo, Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo dengan puluhan korban jiwa dan kerusakan infratstruktur. Sehari sebelum longsor, terjadi hujan dengan curah hujan mencapai 325 mm/hari (BMKG,2016). Disamping itu, lokasi longsor berada pada lereng dengan kemiringan >20^{o}, dimana sebagian besar wilayah Caok dikelilingi oleh perbukitan yang merupakan bagian dari pegunungan Menoreh Kulon Progo. Dengan keadaan tersebut, infiltrasi air hujan menyebabkan peningkatan kadar air tanah dan tekanan pori akibat tidak tersedianya drainase. Faktor-faktor tersebut disertai kondisi topografi yang ada diindikasi menjadi penyebab dari terjadinya bencana longsor. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis longsor terkait Intensitas hujan serta penurunan sifat teknik lereng sebagai faktor utama penyebab kelongsoran di Purworejo.

Air hujan merupakan faktor pemicu longsor (Brunetti dkk., 2010). Air hujan masuk ke dalam tanah dan menambah tekanan air pori tanah. Tekanan air positif menyebabkan adanya kapilaritas yang menyebabkan pertambahan muka air tanah (Baum et al, 2008). Penambahan muka air tanah meningkatkan massa tanah dan melemahkan ikatan antar partikel tanah (Hardiyatmo, 2012). Peningkatan massa tanah dan berkurangnya ikatan antar pertikel tanah menyebabkan kekuatan tanah menjadi lemah, dan rentan terhadap kelongsoran. Kelongsoran yang paling sering di jumpai di lapangan terjadi pada permukaan yang miring serta dipengaruhi komponen gravitasi. Bila gaya (beban) yang terjadi karena komponen gravitasi sedemikian besar, sehingga perlawanan geser total pada bidang gelincirnya terlampaui, maka akan terjadi longsoran (Hardiyatmo, 2012). Beberapa penelitian terdahulu menyebutkan bahwa intensitas, pola distribusi, dan durasi hujan sangat mempengaruhi mekanisme keruntuhan lereng disamping faktor-faktor geologi dan geoteknik serta topografi lereng (Muntohar et al., 2008; Collison et al., 1996; Rahardjo et al., 2005). Kejenuhan tanah yang tinggi menyebabkan ikatan antar partikel tanah menjadi lemah sehingga kuat geser tanah menjadi turun. Keadaan tersebut mengakibatkan tanah menjadi tidak stabil (Fredlund dan Rahardjo, 1993).

Terdapat dua jenis longsor yaitu translasi dan rotasi. Longsoran translasi adalah bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai. Longsoran rotasi adalah bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung. (PVMBG). Longsor tipe ini banyak terjadi di Indonesia, terutama pada lokasi-lokasi yang terdapat kontak antara zona lapukan tanah dengan batuan dasar. Longsor translasi mempunyai bidang gelincir yang lebih dangkal dibanding longsor rotasi. Ketebalan zona lapukan relatif dangkal. Prediksi ketinggian runtuh, secara umum dengan metoda *finite element method* (FEM) dan dengan cara *limited equilibrium method* (LEM) dapat dikatakan menghasilkan hasil yang lebih kurang sama (Liong & Herman, 2012).

Dengan mempertimbangkan hal tersebut, dilakukan analisis stabilitas lereng menggunakan analisis keseimbangan dengan program Geo-slope. Selain analisis keseimbangan, digunakan pula analisis elemen terbatas, menggunakan program PLAXIS untuk mengetahui kemungkinan terparah gerakan tanah yang terjadi. Untuk memahami mekanisme kelongsoran pada dusun Caok, maka dilakukan analisa Stabilitas dan *engineering properties* tanah menggunakan nilai paling rendah untuk mewakili kondisi jenuh.

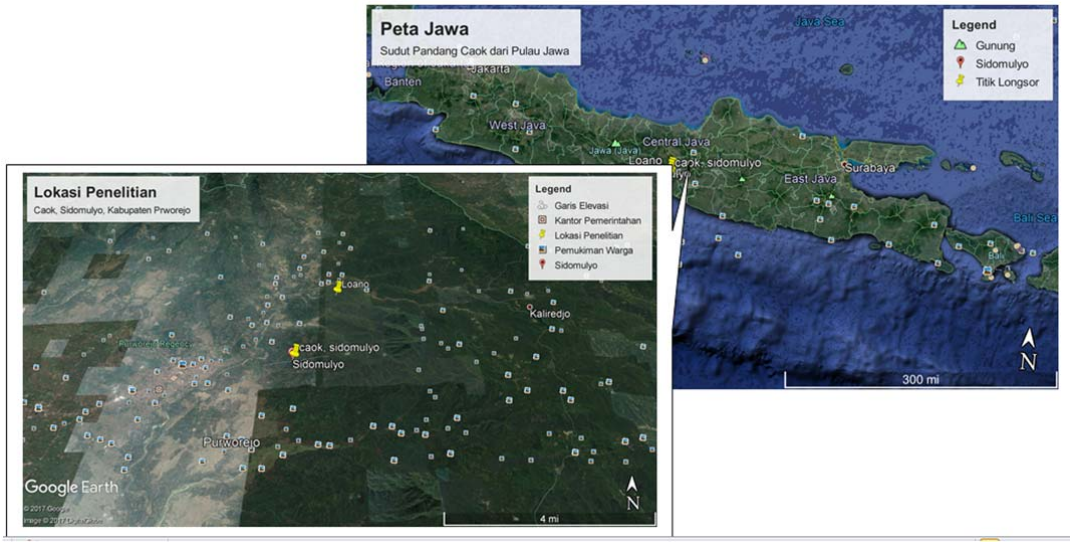
Tujuan dari penulisan naskah ini adalah untuk melakukan analisis historis penyebab kelongsoran di Dusun Caok Purworejo, dengan menjadikan infiltrasi hujan dan kemiringan lereng sebagai faktor utama keruntuhan lereng.

Penelitian dilakukan pada salah satu titik longsor yang terletak di Dusun Caok, Desa Karangrejo, Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah (Gambar 1).

KAJIAN PUSTAKA

Metode Keseimbangan Batas (*Limit Equilibrium method*)

Keseimbangan batas merupakan dasar teori pada penggunaan program Geo-slope. Metode ini mendasarkan perhitungan stabilitas lereng pada perbandingan gaya pendukung lereng dan gaya pendorong lereng (Geo-Slope. Ltd, 2012). Hasil perbandingan tersebut disebut dengan angka aman (Hardiyatmo, 2012).



Sumber: Googleearth.com

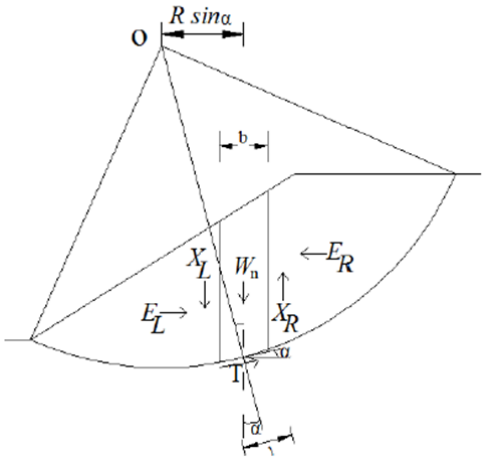
Gambar 1 Lokasi Penelitian longsor di Caok, Purworejo, Jawa Tengah

Nilai angka aman yang mewakili kondisi stabilitas lereng dicantumkan seperti pada Tabel 1. Metode keseimbangan yang paling sederhana adalah menggunakan metode irisan. Gambar menunjukkan kinerja gaya dalam lereng melalui irisan bidang tanah. Penjabaran gaya dijelaskan pada Persamaan 2.

Tabel 1 Hubungan Nilai FS dan Intensitas Longsor

No	Nilai FS	Kejadian/Intensitas Longsor
1	<1,07	biasa/ sering terjadi
2	1,07<FS<1,25	Longsor pernah terjadi
3	>1,25	Longsor jarang terjadi

Sumber: Bowless, 1984



Gambar 2 Metode Irisan stailitas lereng

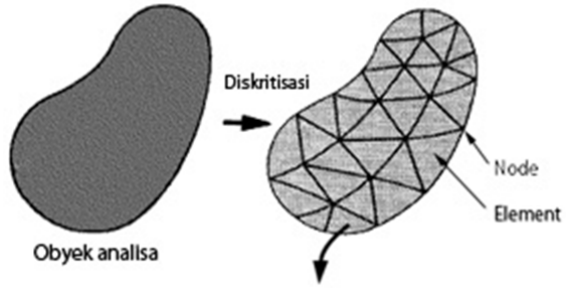
$$F_f = \frac{\sum\left(c'\beta\cos\alpha + (N - u\beta)\tan\phi'\cos\alpha\right)}{\sum N\sin\alpha - \sum D\cos\omega} \quad \text{.....(1)}$$

Dimana :

c'	= kohesi efektif
ϕ'	= sudut geser efektif
u	= tekanan air pori
N	= gaya normal tiap irisan
W	= berat irisan
D	= titik berat
β, R, x, f, d, ω	= parameter geometris
α	= sudut kemiringan tiap irisan

Metode *Finite* Elemen

Metode *finite* elemen adalah metode yang membagi penampang bidang longsor yang akan dianalisa menjadi bagian-bagian kecil (Suhendro, 2008, dapat dilihat pada Gambar 3. Metode ini diadaptasi di dalam plaxis dan biasa disebut dengan *meshing*. Semakin kecil potongan bagian pada suatu objek, semakin teliti pula perhitungannya dalam stabilitas lereng. Setiap bagian yang mengalami diskritisasi/ potongan akan dihitung perpindahan nodenya. Sistem penyusunan node dibuat dalam bentuk matriks seperti Persamaan 2. Di akhir perhitungan, akan didapatkan nilai perpindahan total nodal.



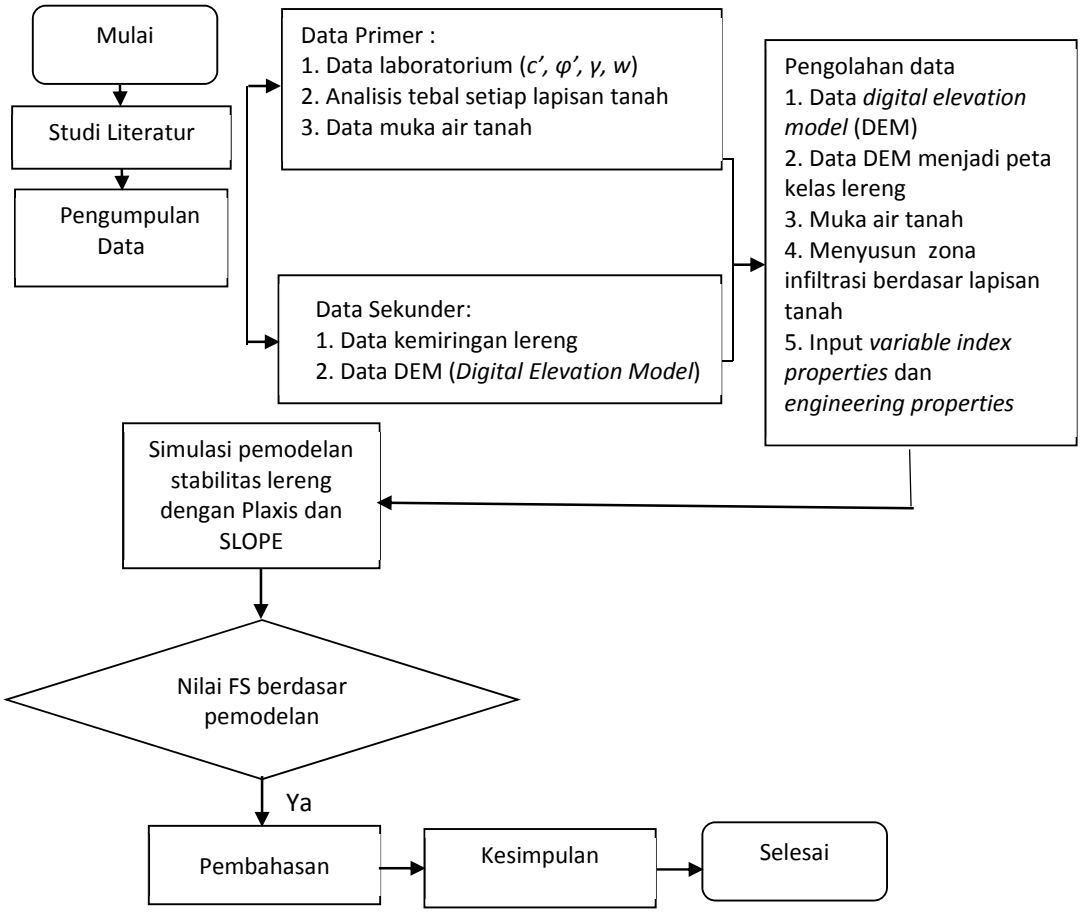
Gambar 3 Pemodelan Metode Elemen Terbatas

METODOLOGI

Secara umum metode penelitian dapat dijabarkan sebagai berikut:

1) Survei lapangan untuk melihat kondisi eksisting daerah yang mengalami longsor meliputi sebaran batuan, morfologi, dan kondisi keairan
2) Mengambil sampel tanah tak terganggu dan terganggu
3) Uji sampel tanah tak terganggu di laboratorium untuk mendapatkan parameter geoteknik tanah. Adapun parameter tanah yang digunakan adalah: berat volume tanah (γ) kN/m3; berat jenis tanah (Gs); kohesi efektif (c') kN/m2; sudut geser dalam efektif (φ') ^{o}; kadar air rata-rata %.
4) Data muka air tanah, diperoleh dari hasil survei lapangan setelah longsor.
5) Perhitungan stabilitas lereng terdiri dari dua cara, yaitu: dengan menggunakan program Geo-Slope dan PLAXIS 2D.v-8.
6) Analisis hasil perhitungan stabilitas lereng pada daerah penelitian dilakukan dengan program Geo-slope dan *software* Plaxis

Bagan alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Survei Longsor

Berdasarkan hasil survei visual lapangan, jenis longsor pada lokasi ini adalah berupa longsoran translasi bahan rombakan pada lereng di sekitar pemukiman warga. Bahan rombakan berupa tanah ukuran lempung pasiran dan bongkah batuan. Hasil survei lapangan menunjukkan bahwa terdapat kontak antara zona lapukan dengan batuan keras. Kondisi semacam ini menghasilkan longsor tipe translasi, yaitu bidang longsor membentuk garis lurus. Bahan rombakan terdiri dari material-material longsoran berupa tanah bertipe lempung-pasir, dan juga terdapat bongkah-bongkah batu dalam jumlah yang banyak. Longsoran susulan terjadi akibat kegiatan warga dalam pembersihan material longsor.

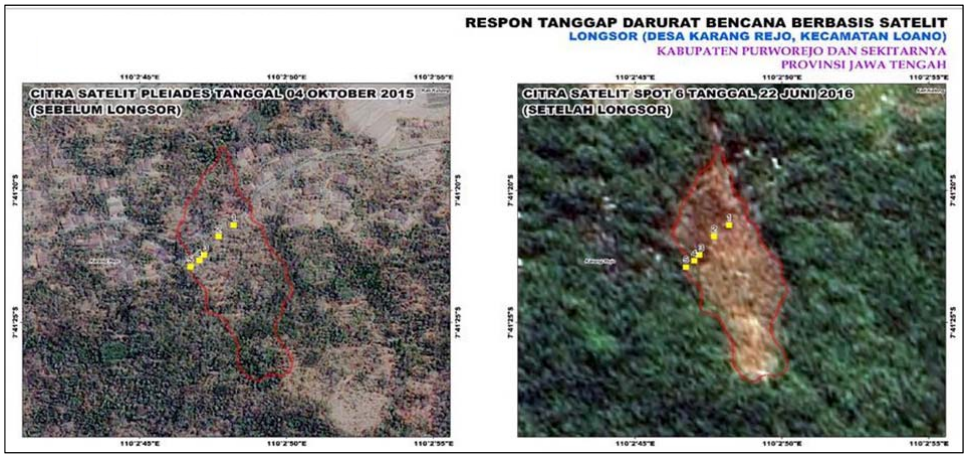
Hasil dari tinjauan citra satelit oleh LAPAN (Gambar 5) terlihat kondisi lereng sebelum dan sesudah longsoran dan lima rumah di lokasi tersebut yang terkena dampak longsor. Pada gambar tersebut terlihat bahwa lokasi longsoran berada pada daerah hijau, namun agak tandus pada saat musim kemarau panjang El Niño 2015 (Gambar 5 kiri).

Secara umum lokasi longsor merupakan lereng bukit, pada kaki bukit merupakan anak sungai dari Kali Gintung yang mengalir ke barat. Kemiringan lereng setelah longsor berkisar di 25^{o}. Tinggi tebing yang mengalami longsor 60 m, lebar pada pertengahan tubuh longsor 100 m. Material longsor berupa tanah pasiran dan terdapat bongkah batupasir ukuran 20-100 cm dalam jumlah banyak. Berdasar survei lapangan kedalaman bidang longsor pada mahkota longsor mencapai 2.5m. Lapisan kedap air atau zona batuan keras dianggap pada batas genangan air yang terjadi pada lokasi longsoran (Gambar 6).

Kondisi Geologi

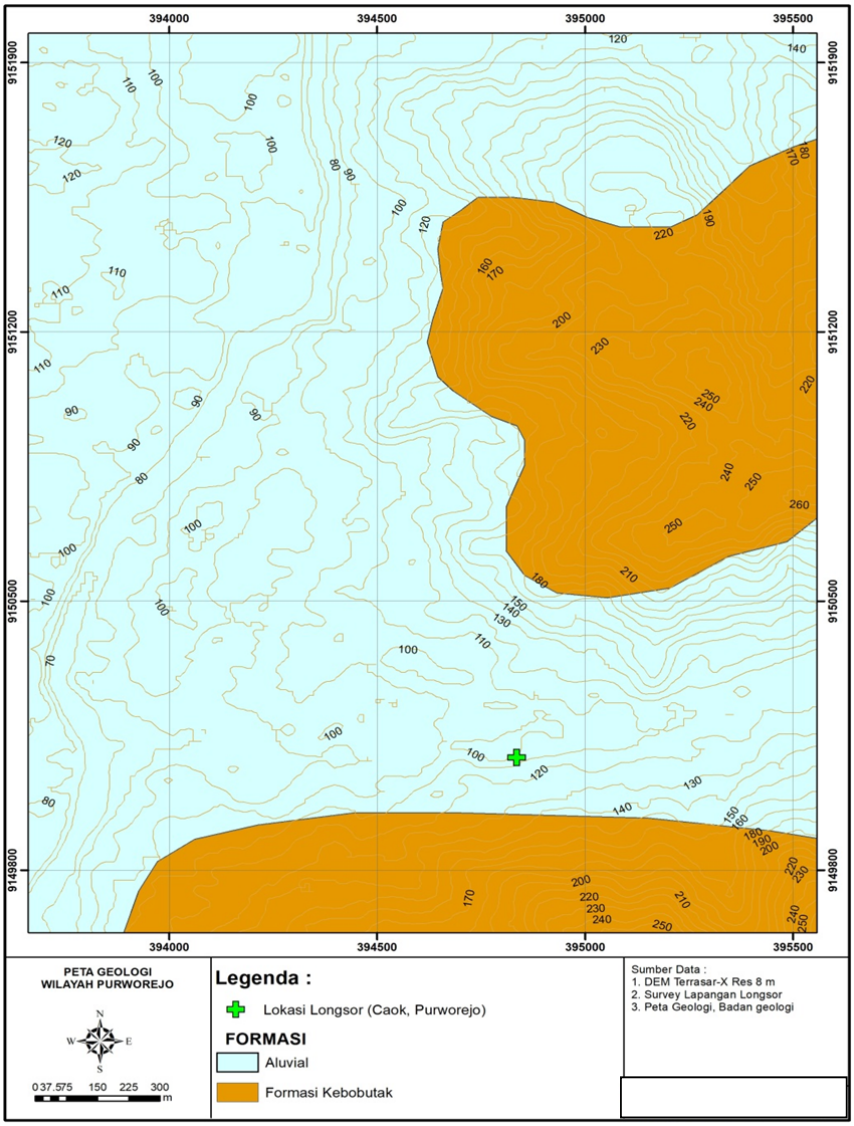
Studi mengenai kondisi geologi regional wilayah longsor didasarkan pada survei lapangan dan Peta Geologi Lembar Yogyakarta. Lokasi longsor di Purworejo yang disurvei selanjutnya diplotkan pada peta geologi (lihat Gambar 7). Plot lokasi longsor pada peta geologi bertujuan untuk mengetahui apakah lokasi-lokasi longsoran tersebut terletak pada lokasi yang rentan terjadi longsor. Kondisi geologi berupa tingkat pelapukan batuan dinilai mempunyai pengaruh tinggi terhadap kejadian longsor. Berdasar survei lapangan bahwa kondisi lokasi longsor berupa zona lapukan. Longsor Caok-Karangrejo terletak pada zona lapukan namun terdapat banyak bongkah batuan. Pada lokasi ini terdapat aliran air pada zona longsor yang menandakan bahwa pada lapisan bawahnya berupa zona kedap air sehingga air tidak dapat meresap. Untuk lokasi longsor lainnya, tidak dijumpai banyak bongkahan batuan dan zona lapukan yang lebih tebal.

Formasi Kebobutak merupakan formasi dengan satuan batuan yang didominasi oleh batuan hasil kegiatan gunung api. Tipe batuan ini didominasi oleh batuan Breksi Andesit, Tufa, dan Lava Bantal. Batuan ini dalam kondisi segar bersifat masif dan bersifat kedap air sehingga kontak antara batuan dasar dengan zona lapukan dapat menjadi bidang gelincir longsoran. Air hujan yang meresap kedalam tanah akan tertahan oleh lapisan batuan dasar sehingga terjadi penjenuhan zona lapukan. Material tanah pada zona lapukan menjadi berat. Kondisi ini akan mendukung terjadinya longsor. Untuk struktur geologi, pada lokasi longsor tidak dijumpai patahan yang dominan.



Gambar 5 Lokasi longsor di Caok, Karang Rejo Purworejo (Sumber: Lapan.go.id).

Gambar 6 Kondisi Lokasi Caok Sebelum Dan Sesudah Longsor dari Citra Satelit (Atas). Mahkota Longsoran (Kiri Bawah), Tubuh Longsoran Terdapat Genangan Air (Kanan Bawah).



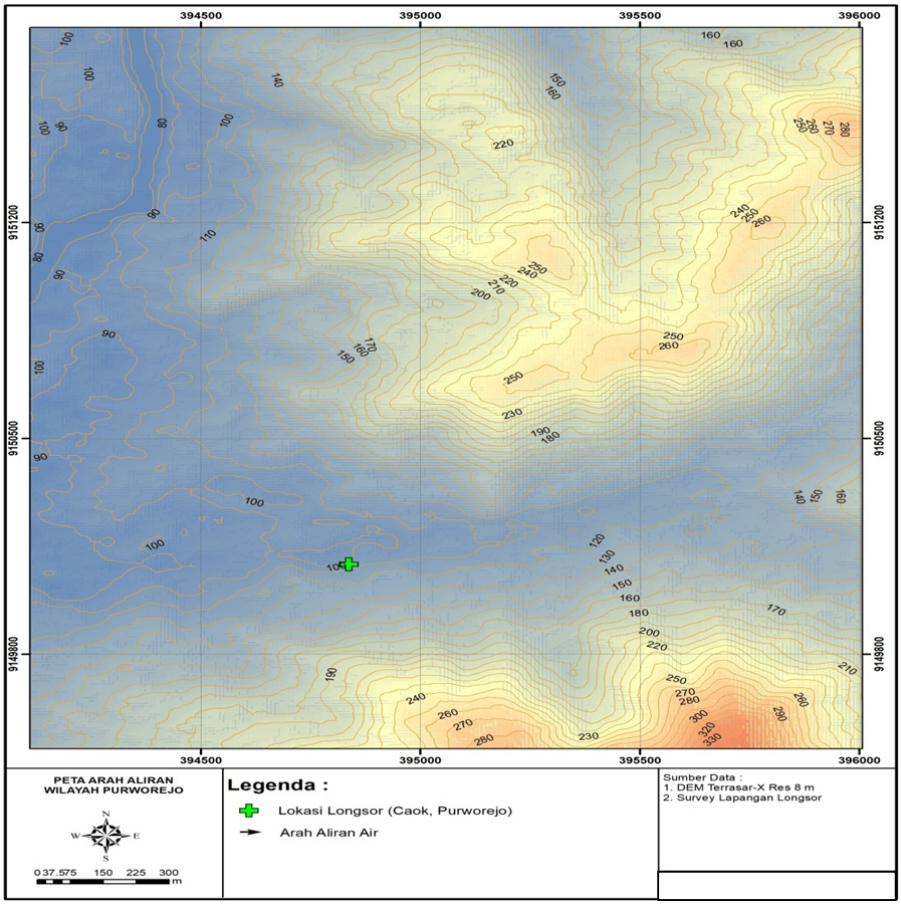
Sumber: Balai Litbang Sabo

Gambar 7 Kondisi Geologi Lokasi Longsor Caok, Purworejo (Badan Geologi, 1995)

Kondisi Morfologi

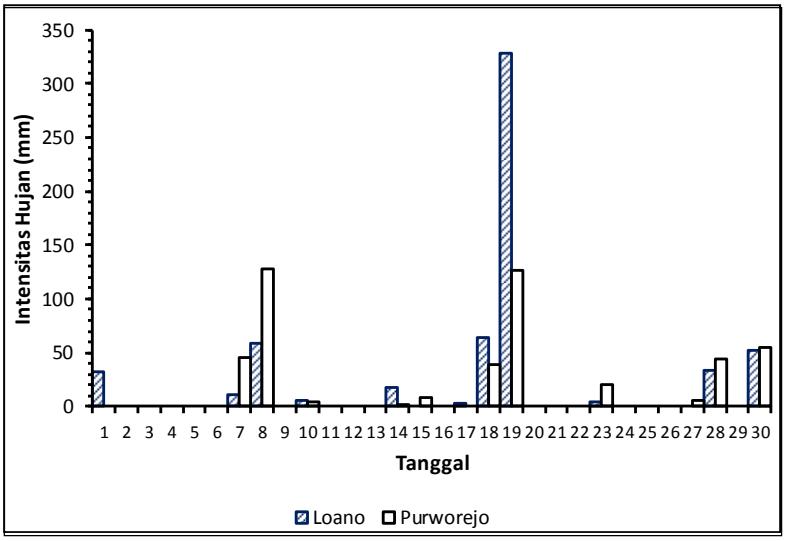
Kondisi morfologi lokasi longsor berupa lereng perbukitan yang panjang. Longsor terjadi tepat di atas jalan desa, menimpa rumah di kanan kiri jalan. Di bawah jalan terdapat sungai kecil yang mempunyai hulu pada perbukitan ini. Lokasi longsor ini terletak pada ketinggian 120 m dpl. Longsor di Dusun Caok terjadi saat setelah hujan turun. Kondisi morfologi lokasi longsor dapat dilihat Gambar 8. Warna cerah berupa daerah tinggi, warna gelap daerah rendah. Dari peta morfologi dapat dilihat bahwa aliran permukaan dari daerah atas mayoritas melewati lokasi longsor, aliran air dari arah selatan maupun utara semua mengarah ke titik longsor. sehingga bisa dikatakan bahwa lokasi longsor merupakan titik berkumpulnya aliran air hujan. Sebagian air hujan ada yang menjadi aliran permukaan dan sebagian meresap ke dalam lapisan tanah. Air hujan yang meresap ke dalam tanah pada lokasi tersebut akan berpengaruh terhadap stabilitas lereng. Infiltrasi air hujan akan menyebabkan naiknya tekanan pori tanah dan berkurangnya kuat geser tanah.

Dari hasil pembahasan longsoran di atas dapat disimpulkan bahwa pemicu longsoran di Caok adalah curah hujan yang tinggi. Data hujan harian lokasi longsor diperoleh dari BMKG Semarang yang diambil dari stasiun hujan terdekat lokasi longsor (lihat Gambar 9). Sebagai catatan, hujan yang terjadi pada tanggal 18 Juni dicatat oleh BMKG pada tanggal 19 Juni. Hal ini berarti hujan yang tercatat pada laporan BMKG pada tanggal 19 Juni merupakan hujan yang terjadi sehari sebelumnya. Sebelum kejadian longsor tanggal 18 Juni 2016, tampak curah hujan tinggi terjadi pada hari sebelumnya. Di Loano Purworejo hujan harian tercatat mencapai 328 mm/hari. Nilai curah hujan diwujudkan dalam bentuk tinggi muka air tanah. Kedalaman muka air tanah sesaat setelah terjadi longsor, berdasar survei lapangan yaitu 2m.



Sumber: Balai Litbang Sabo

Gambar 8 Kondisi Arah Aliran Permukaan pada Lokasi Longsor Caok



Sumber: BMKG Semarang

Gambar 9 Rekaman Hujan Harian di Kecamatan Loano dan Purworejo

Analisa Stabilitas Lereng Menggunakan *Geo-slope*

Untuk menganalisis pengaruh infiltrasi hujan terhadap stabilitas lereng diperlukan parameter antara lain intensitas presipitasi (cri), kemiringan (°), kedalaman tanah (Z), kedalaman air tanah awal (depthwt), konduktivitas hidrolik vertikal jenuh (ks), diffusivity hidrolik (D), kohesi untuk tegangan efektif (c'), sudut geseran internal untuk tegangan efektif (φ'), dan berat satuan total tanah (γs). Dengan menggunakan variabel tersebut, tanah dianggap pada kondisi paling kritis dan jenuh akibat intensitas tinggi. Data-data yang diperlukan untuk pemodelan dapat dilihat pada tabel 2. Data-data ini hasil dari uji lab UII Yogyakarta. Pengujian dilakukan dengan metode uji triaksial *consolidated undrained* (CU).

Sesuai tabel 1 bahwa untuk nilai FS dibawah 1,07 mempunyai resiko longsor tinggi. Nilai FS 1,07-1,25 mempunyai resiko longsor sedang, dan FS di atas 1,25 mempunyai resiko longsor rendah. Angka aman yang didapatkan melalui melalui pemodelan Geo-slope adalah 1.162 (Gambar 10). Nilai tersebut sesuai Tabel 1 merupakan kondisi kritis dimana longsoran biasa terjadi. Pengambilan sampel dilakukan pada saat musim hujan di daerah Caok. Hal tersebut bertujuan untuk menyesuaikan dengan kondisi saat longsor terjadi. Meskipun kenyataanya menjelang pengambilan sampel hujan yang terjadi hanya gerimis tidak setinggi saat longsor terjadi. Oleh karena itu variable kuat geser (c') yang digunakan adalah nilai efektif agar bisa mewakili kondisi jenuh. Di sisi lain nilai kepadatan lapangan tetap sesuai dengan kondisi saat pengambilan sampel.

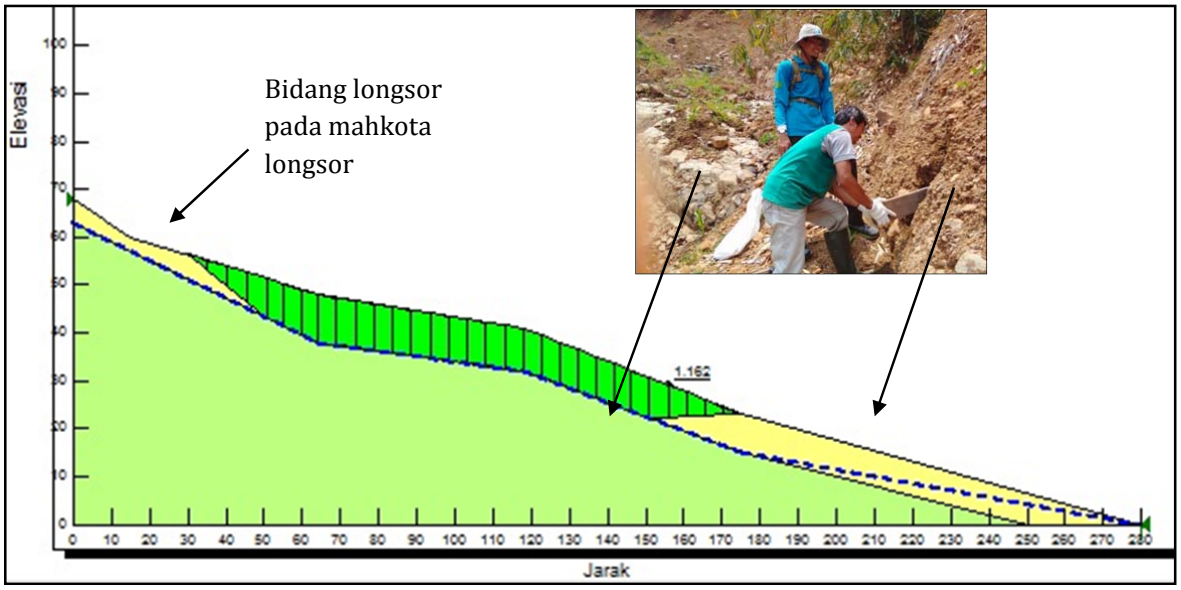
Bila diamati dari hasil pemrosesan stabilitas lereng menggunakan *Geo-slope* didapatkan bidang longsor *uncircle* (Gambar 10) bentuk tersebut sesuai dengan kondisi eksisting di lapangan yang memiliki bidang longsor yang tidak teratur. Kondisi batuan daerah longsor terdiri dua jenis yaitu batuan dasar (*bedrock)* berupa breksi andesit dan zona lapukan berupa lapisan tanah berukuran butir pasir lanauan (lihat Gambar 10). Kontak antara batuan dasar dengan zona lapukan diduga menjadi bidang gelincir longsoran. Kedalaman bidang longsor > 2.5 m di bagian mahkota lereng. Pada kondisi eksisting kedalaman bidang longsor $\pm$ 2.5 meter, hal tersebut kemungkinan karena kedalaman bidang longsor tertutup oleh tanah deposit. Bidang longsor yang dibandingkan adalah bidang longsor yang berada di mahkota sisi samping, karena analisis *Geo-slope* yang digunakan adalah 2 dimensi.

Dengan melihat angka keamanan dan bidang longsor hasil pemrosesan Geo-slope, pemodelan dianggap sudah mendekati kondisi eksisting. Pada penelitian ini nilai angka aman lebih dari satu, kemungkinan hal tersebut karena tingkat kejenuhan tanah tidak sama persis dengan saat longsor terjadi. Apabila nilai *index properties* yang dimasukkan adalah pada tingkat kejenuhan tinggi, yaitu pada kondisi tanah tergenang kemungkinan angka aman yang dihasilkan kurang dari satu.

Tabel 2 Sifat Fisik Tanah Lokasi Longsor Dusun Caok

PARAMETER	SATUAN	ZONA
C' (kohesi)	n/M^2	1,1E+03
Ø' (sudut gesekan)	^{o}	13,81
ɣ (berat jenis tanah)	N/m^3	1,1e+04
k_{sat} (permeabilitas)	m/dtk	4,0e-07
Z (kedalaman tanah)	M	2,5
Depthwt (kedalaman muka air tanah)	M	2

Sumber: Hasil uji lab UII Yogyakarta dan survei lapangan



Gambar 10 Pemodelan Stabilitas Lereng dengan *Geo-slope*

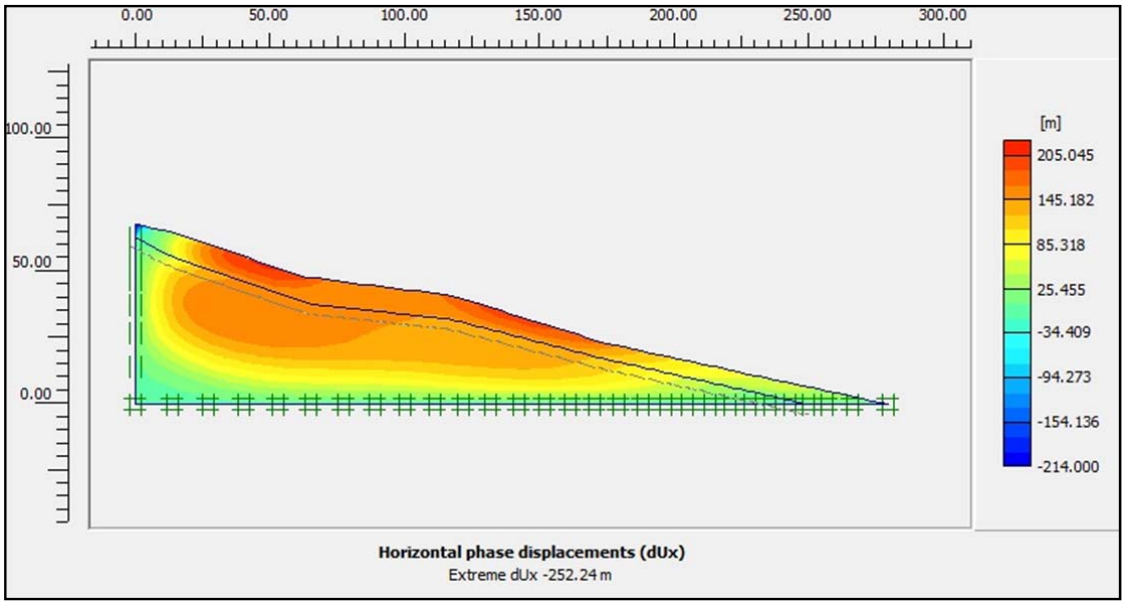
Pemodelan Stabilitas Lereng Dengan Plaxis

Sebagai pembanding pemodelan stabilitas lereng dengan Geoslope maka dilakukan pemodelan dengan Plaxis. Gambar 11 menunjukkan pemodelan lereng dengan Plaxis. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa terjadi kemungkinan perpindahan nodal secara horizontal (Ux) sebesar 205 m. Hal ini sesuai kondisi longsor lapangan, bahwa perpindahan material longsor mencapai jarak lebih dari 205 m. Tanda positif berarti arah gerakan ke kanan, negative berarti ke kiri. Elemen-elemen tanah yang mengalami perpindahan menuju arah horizontal dipengaruhi faktor tekanan horizontal yang disebabkan oleh tekanan air pori berlebih dan beban tanah itu sendiri. Perpindahan total merupakan perpindahan yang dibentuk dari perpindahan nodal yang bergerak secara vertikal (Uy) dan horizontal (Ux). Dalam pemodelan ini karena bidang longsor tidak terlalu tegak maka yang dominan adalah perpindahan horizontal. Dilihat dari gambar 12, maka perpindahan total nodal yang terjadi berada pada daerah ini sama dengan perpindahan secara horizontal. Nilai angka plus menunjukkan arah perpindahan horizontal ke kanan. Hal ini bisa dianalogikan bahwa, elemen-elemen tanah mengalami besaran perpindahan total sama dengan besaran perpindahan horizontal. Daerah ini merupakan

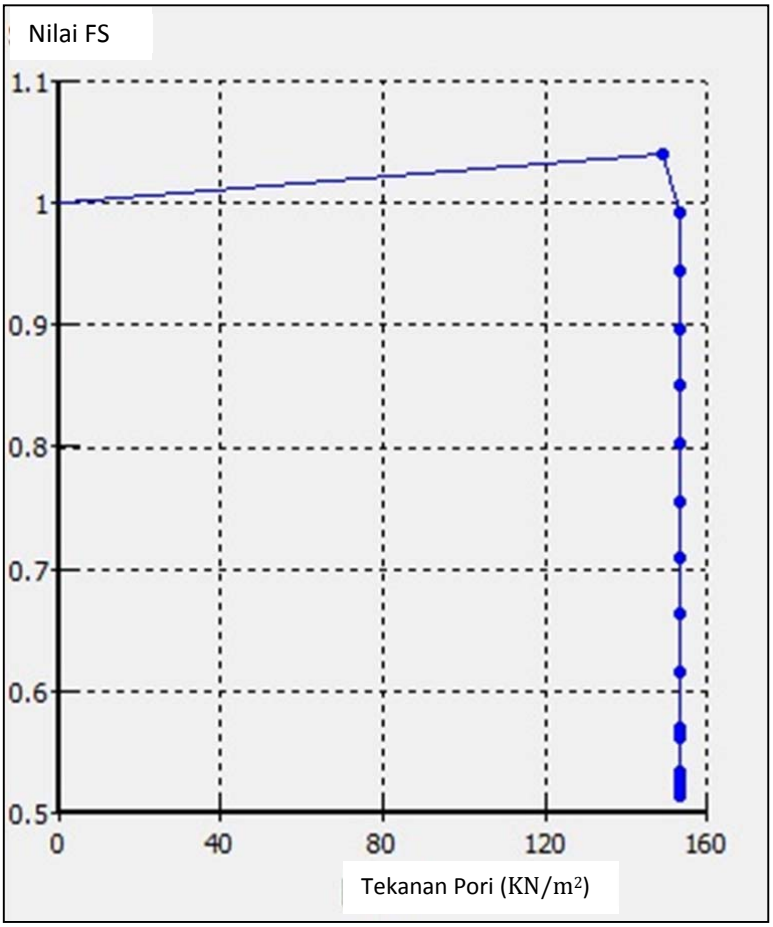
daerah yang mempunyai potensi longsor besar terutama karena perpindahan arah horisontal. Elemen-elemen tanah yang mengalami perpindahan arah horizontal dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya tekanan air pori berlebih dan beban tanah itu sendiri.

Gambar 12 menjelaskan hubungan antara perubahan tekanan air pori dengan angka aman. Angka keamanan (FS) awalnya sudah dalam kondisi kritis sebesar 0,952 (nilai FS tanpa satuan). Seiring dengan adanya penambahan tekanan air pori akibat kejenuhan tanah, pada saat nilai tekanan air pori mencapai 145KN/m^2 nilai angka aman menurun hingga 0,5. Lereng dengan nilai FS sebesar 0,5 berada dalam kondisi tidak stabil dan kemungkinan besar mengalami longsor.

Hal tersebut menunjukkan keberadaan air dalam lapisan tanah memang sangat berpengaruh pada kekuatan tanah. Besarnya tekanan air pori dapat memperbesar deformasi yang terjadi pada saat tanah menerima beban. Keberadaan tekanan air pori akan mereduksi beberapa parameter kekuatan .efektif dari tanah seperti sudut geser internal dan kohesi, sehingga nilai stabilitas lereng menurun (lihat gambar 12). Pada simulasi ini keberadaan air tanah memberikan pengaruh maksimum pada sisi lereng bagian bawah, sehingga longsor yang terjadi dapat mencapai kedalaman yang cukup besar bila diakumulasi dari mahkota longsor hingga kaki lereng. Hal ini menimbulkan tekanan hidrostatis akibat perbedaan tinggi muka air antara mahkota longsor dan kaki lereng yang mengalami kelongsoran.



Gambar 11 Arah Gerakan Tanah Dan Penurunan Akibat Naiknya Tekanan Air Pori Dan *Gravity Loading*



Gambar 12 Perubahan Angka Keamanan Lereng (FS), Akibat Kenaikan Tekanan Air Pori

Rekomendasi Penanganan Longsor

Secara garis besar, ada beberapa hal yang dapat direkomendasikan untuk mitigasi:

1 Memasang sistem peringatan dini sederhana berbasis sensor curah hujan dan partisipasi masyarakat. EWS (*Early Warning System*) sederhana dapat dibuat dengan didasarkan pada ambang batas hujan. Hal ini dapat diset pada beberapa nilai ambang batas hujan, sehingga bisa disesuaikan dengan karakteristik masing-masing daerah;

2 Perlu adanya sistem peringatan dini longsoran yang dapat memberikan peramalan bencana secara detail dan dapat meramalkan kejadian bencana jauh ke depan berdasarkan prediksi hujan. Sistem ini dikembangkan oleh Balai Sabo pada tahun anggaran 2017;

3 Membuat tembok perkuatan tebing dan drainase horisontal pada lokasi longsor;

4 Membuat saluran drainase permukaan yang memadai untuk mengurangi peresapan pada daerah-daerah yang mempunyai potensi bidang gelincir;

5 Memberikan sosialisasi mengenai kemungkinan terulangnya kondisi longsor yang telah terjadi kepada masyarakat yang terkena bencana dan yang tinggal di daerah rawan longsor. Masyarakat harus senantiasa waspada bila terjadi hujan deras (pemicu longsor), sehingga harus segera mengungsi ke tempat aman jika mereka tinggal pada daerah rawan longsor tersebut;

6 Membentuk komunitas masyarakat tangguh bencana, terutama untuk ketahanan terhadap bencana longsor sehingga komunitas masyarakat terkait menjadi awas dan waspada baik terhadap gejala kejadian bencana maupun saat terjadi bencana longsor.

KESIMPULAN

Dari hasil survei lapangan dan analisa data yang telah dilakukan, ada beberapa kesimpulan yang dihasilkan yaitu tipe longsoran yang terjadi

di Caok adalah longsoran translasi. Kondisi geologi berupa bidang kontak antara zona lapukan dengan batuan dasar merupakan bidang gelincir yang menjadi penyebab terjadinya longsor tipe tersebut. Ketebalan zona lapukan nilainya bervariasi mulai dari 2-6 m. Hasil analisa stabilitas lereng dengan *software* GEO-SLOPE menghasilkan bidang longsor berbentuk datar atau biasa disebut longsor translasi. Mengingat tebal zona lapukan berkisar 2-5 m maka longsor translasi lebih berpotensi terjadi di lokasi ini.

Berdasarkan hasil pemodelan stabilitas lereng, pemodelan yang dilakukan sudah mendekati kondisi eksisting baik dari angka aman yang dihasilkan maupun bidang longsor yang tergambar. Infiltrasi air di dalam tanah sangat berpengaruh pada kondisi stabilitas lereng. Hasil pemodelan stabilitas lereng dengan PLAXIS menunjukkan bahwa semakin besar nilai tekanan air pori maka semakin kecil angka aman yang dihasilkan. Perubahan tekanan air pori dinilai menjadi penyebab perpindahan tanah, dengan potensi akumulasi perpindahan mencapai 205 m. Kondisi ini sesuai jarak longsor yang terjadi di lapangan.

Melalui penjelasan tersebut, dapat disampaikan bahwa infiltrasi air, dalam hal ini iniltrasi air hujan, yang tidak dilengkapi dengan drainase memiliki pengaruh yang signifikan dalam perubahan stabilitas lereng. Perubahan tersebut terutama terkait pada penurunan nilai index *properties* tanah, akibat peningkatan nilai tekanan air pori tanah sehingga menyebabkan pergerakan lereng. Berdasarkan hasil pemodelan stabilitas lereng dengan GEOSLOPE maupun PLAXIS dapat disimpulkan bahwa dengan kondisi yang ada saat terjadi longsoran, tinggi muka air tanah 2m tanpa adanya drainase menyebabkan lereng menjadi tidak stabil.

TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Balai Sabo atas bimbingan dan masukan-masukannya, kepada Camat Pangkalan, Kabupaten Limapuluh Kota, Sumatera Barat serta rekan-rekan Balai Sabo yang banyak memberikan dukungan dan masukkan serta semua pihak yang telah mendukung sehingga makalah ini dapat tersusun.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Geologi, 1995, Peta Geologi Lembar Purworejo – Kulonprogo, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung

Baum, R. L., Savage, W. Z. dan J. W. Godt, 2008, "TRIGRS—A FORTRAN program for transient rainfall infiltration and grid-based regional slope-stability analysis, version 2.0", U.S. Geological Survey

Bowles, J.E. (1985), Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah 2nd ed., Erlangga, Jakarta

Brunetti, M.T., S. Peruccacci S., Rossi M., Luciani S., Valigi D., Guzzetti F., 2010, "*Rainfall thresholds for the possible occurrence of landGeo-slopes in Italy*", Natural Hazards and Earth Sistem Science

Collison, A.J.C. dan Anderson, M.G., 1996. Using a combined slope hydrology/slope stability model to identify suitable conditions for landGeo-slope prevention by vegetation in the humid tropics, Earth Surface Processes and Landforms, 21, h. 737-747.

https://www.esdm.go.id/assets/.../Pengenalan_Gerakan_Tanah.pdf

Fredlund, D.G. and Rahardjo, H. "Soil Mechanic for Unsaturated Soils", John Willey & Sons, 1993

Geo-Slope International Ltd. 2012. Stability Modelling with Slope/w 2007 version-An Engineering Methodology First edition. Geo-Slope International Ltd: Canada.

Hardiyatmo, H.C., 2012, *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

http://pusfatja.lapan.go.id/index.php/tanggapbencana/index/50 diakses 26 juni 2016

Liong G.T., Herman D.J.G., 2012. "*Analisa Stabilitas Lereng Limit Equilibrium vs Finite Element Method" PIT HATTI -XVI 2012, Jakarta*

Muntohar A.S., 2008, "*Proposal Ambang Hujan untuk Peringatan Dini Tanah Longsor*", Seminar/ workshop Application Research for Disaster and Humanitarian, 19 Desember 2009, University Club UGM

Plaxis Versi 8 Manual Acuan, http://id.scribd.com/doc/45245442/Plaxis82-Indonesian-2-Acuan-pdf#scribd, [Diakses pada 02 Juli 2017]

Rahardjo, H., Lee, T.T., Leong, E.C., dan Rezaur, R.B., 2005. Response of a residual soil slope to rainfall, Can. Geotech. J, 42, h. 340–351.

Suhendro, B., 2008, Metode Elemen Hingga dan Aplikasinya, Beta Offset, Yogyakarta.