

## ANALISA BALIK KELONGSORAN (STUDI KASUS DI JEMBER)

Musta'in Arif  
Amien Widodo

Jurusan Teknik Sipil, FTSP – ITS Surabaya

### ABSTRAK

Peneliti akan melakukan analisa kelongsoran (deformasi yang terjadi) dalam model 3D, dengan Program *Plaxis 3D Foundation Version 1.5.*, dengan meninjau kondisi pelapukan tanahnya yang terbaca dari data hasil bor dalam berupa data properties tanah dan variasi naiknya tinggi muka air tanah. Hal ini untuk melihat apakah perilaku deformasi sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan, sehingga penelitian ini mengambil judul **analisa balik kelongsoran**.

Bidang longsor dari hasil analisa dengan Plaxis menunjukkan saat tidak hujan (muka air tanah) jauh dari permukaan bidang tanah angka keamanan (*Safety factor*) nya lebih dari satu yaitu  $SF = 1.063$ , tetapi harga ini mengindikasikan bahwa kondisi tanah yang ada sudah kritis, dengan memperhatikan *SF* nya yang mendekati nilai 1, ketika muka air tanah naik dengan anggapan terjadi hujan yang mengakibatkan kondisi tanah menjadi semakin jenuh *safety factor* nya berkurang,  $SF = 0.873$  yang mengakibatkan terjadi longsor. Terlihat juga bahwa tanah yang cenderung longsor adalah tanah pada Lapisan 1 (dengan bidang longsor antara lapisan 1 dan lapisan 2) yaitu lapisan tanah yang mengalami pelapukan (tanah residual), sedang lapisan 2 maupun lapisan 3 tidak terdeformasi.

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah: Model deformasi yang di dapatkan dari hasil Plaxis, mempunyai kecenderungan yang sama dengan kondisi deformasi yang terjadi di lapangan sedangkan letak bidang longsor dengan Plaxis, menunjukkan bidang longsor yang menyerupai kondisi di lapangan.

Kondisi semua lapisan tanah yang jenuh oleh air tanah pada lokasi, terancam longsor. Faktor utama penyebab ketidakstabilan lereng sangat mungkin dipengaruhi oleh naiknya muka air tanah (drainase tidak ada) yang dapat menurunkan stabilitas lereng.

**Kata kunci** : *longsor, plaxis, tinggi muka air tanah, deformasi, bidang longsor*

### ABSTRACT

researcher will do analysis of its slide (deformation that happened) in model 3D, with Program of *Plaxis 3D Foundation Version 1.5.*, with evaluating condition of decay of soil read from data result of drilling in the form of data of properties of land soil and variation of go up high of ground water table. This matter to see whether what behavior of deformation as according to condition of exist in field, so that this research take title back analyze to landslide.

Area slide from result analyze by Plaxis show moment do not the rain (ground water table) far from surface of area of land *Safety Factor* its more than one that is  $SF = 1.063$ , but this price is indication that condition of existing land have critical, paid attention toly is its *SF* coming near value 1, when face of ground water go up with ascription happened by the rain resulting condition of land become saturated progressively *safety factor* improvement of event slide effect of is act of human being decrease,  $SF = 0.873$  resulting happened to slide. Seen also that land which tend to sliding is land of at Layer 1 (with area slide between layer 1 and the layer 2) that is geology experiencing of decay (residual soil), layer of medium 2 and also layer 3 do not the deformation.

Conclusion which can be taken away from this research is: model of Deformation which is in getting from result Plaxis, having same tendency with condition of deformation that happened in field of while situation of area slide by Plaxis, showing area slide looking like condition in field.

Condition of all saturated geology by ground water at location, threatened slide. primary factor of Cause of instability of bevel very is possible influenced by going up nya of ground water table (drainage of there no) which can degrade bevel stability.

*Keyword : slide, plaxis, high of ground water table, deformation, area slide*

## 1. PENDAHULUAN

Longsor merupakan gejala geologi yang umum terjadi dan mesti akan terjadi dalam rangka mencari keseimbangan alam. Faktor utama yang menyebabkan longsor adalah faktor geologi, iklim, vegetasi dan penggunaan lahan. Saat memasuki musim hujan secara umum di Indonesia mengalami peningkatan peristiwa longsor akibat ulah manusia seperti penggalian, hilangnya vegetasi, perubahan penggunaan lahan dan lain lain.

Bencana yang terjadi di kecamatan Panti kabupaten Jember pada bulan Januari 2006 yang lalu masih meninggalkan bekas kerusakan yang sampai saat ini masih bisa kita saksikan. Menurut rekomendasi Tim Analisis Masalah Banjir Bandang di Kabupaten Jember untuk segera dilakukan penelitian lebih lanjut untuk penentuan zonasi kerentanan gerakan tanah dan banjir bandang.

Hasil pengamatan sepintas di lapangan kondisi lapisan tanah permukaan merupakan batuan produk vulkanik yang belum terkompaksi, dengan pelapukan tebal > 20 meter serta di dapatinya kemiringan lereng yang curam > 45° (setempat-setempat).

Kelongsoran yang paling sering di jumpai di lapangan memiliki permukaan tidak horisontal (lingkaran) 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 longsor (Hardiyatmo, 2002).

Peristiwa yang terjadi di lokasi ini adalah pada musim penghujan, hujan pemicu longsor adalah hujan yang mempunyai curah tertentu, sehingga air hujan mampu meresap ke dalam lereng dan mendorong tanah untuk longsor. Secara umum terdapat dua tipe hujan pemicu longsor di Indonesia, yaitu tipe hujan deras dan tipe hujan normal tapi berlangsung lama. Tipe hujan deras misalnya adalah hujan yang dapat mencapai 70 mm per jam atau lebih dari 100 mm per hari. Tipe hujan deras hanya akan efektif memicu longsor pada lereng-lereng yang tanahnya mudah menyerap air (Karnawati 1996, 1997), seperti misalnya pada tanah lempung pasir dan tanah

pasir. Pada lereng demikian longsor dapat terjadi pada bulan-bulan awal musim hujan, misalnya pada akhir Oktober atau awal Nopember. Tipe hujan normal contohnya adalah hujan yang kurang dari 20 mm per hari. Hujan tipe ini apabila berlangsung selama beberapa minggu hingga beberapa bulan dapat efektif memicu longsor pada lereng yang tersusun oleh tanah yang lebih kedap air, misalnya lereng dengan tanah lempung (Karnawati, 2000). Pada lereng ini longsor umumnya terjadi mulai pada pertengahan musim hujan, misalnya pada bulan Desember hingga Maret.

Penelitian longsor berkaitan dengan faktor-faktor di atas sudah sering dilakukan seperti beberapa contoh di atas. Penelitian yang telah ada masih sekitar pemodelan Plane strain (2 Dimensi). Sehingga analisa yang dilakukan dianggap keseluruhan bidang mengalami kelongsoran.

Longsor yang terjadi pada keadaan alamnya adalah berupa sebagian-sebagian dari lereng yang ada, contoh kasus longsor di kecamatan Panti kabupaten Jember, pada area yang di teliti longsor yang terjadi adalah berupa bergesernya tanah ke bawah pada saat musim hujan bulan Januari, dengan kondisi longsor seperti pada Gambar 1.



Selanjutnya dalam penelitian ini peneliti akan melakukan analisa kelongsorannya (deformasi yang terjadi) dalam model 3D, dengan Program *Plaxis 3D Foundation Version 1.5.*, dengan meninjau kondisi pelapukan tanahnya yang terbaca dari data hasil bor dalam berupa data properties tanah dan variasi naiknya tinggi muka air tanah. Hal ini untuk melihat apakah perilaku deformasinya sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan, sehingga penelitian ini

mengambil judul **analisa balik kelongsoran**.

Sehingga dengan melakukan hal ini akan diperoleh gambaran penyebab terjadinya kelongsoran, letak atau kedalaman bidang longsor.

Permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana melakukan pemodelan dengan *Plaxis* untuk mendapatkan hasil deformasi yang sesuai dengan deformasi yang terjadi di lapangan ?.
2. Bagaimana menentukan letak bidang longsor dengan *Plaxis* yang sesuai dengan bidang longsor yang terjadi di lapangan ?.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan jawaban atas perumusan masalah yang disebutkan sebelumnya yaitu:

1. Mendapatkan model deformasi dengan *Plaxis* yang sesuai dengan deformasi yang terjadi di lapangan.
2. Mendapatkan letak bidang longsor dengan *Plaxis* yang sesuai dengan bidang longsor yang terjadi di lapangan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. LONGSOR

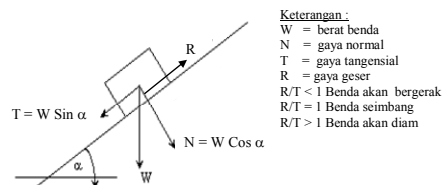
Longsor sering disebut sebagai gerakan massa (*mass wasting/mass movement*). Gerakan massa tanah dan atau massa batuan merupakan istilah yang sering dipakai untuk menjelaskan fenomena turunnya massa tanah dan atau batuan penyusun lereng akibat gangguan pada lereng. Definisi ini menunjukkan bahwa gerakan massa tanah/batuan tidak harus melewati bidang luncur. Longsoran tanah merupakan salah satu jenis gerakan tanah/batuan (Karnawati, 2004).

Peristiwa tanah longsor atau dikenal sebagai gerakan massa tanah, batuan atau kombinasinya, sering terjadi pada lereng-lereng alam atau buatan, dan sebenarnya merupakan fenomena alam, yaitu alam mencari keseimbangan baru akibat adanya gangguan atau faktor yang mempengaruhinya dan menyebabkan terjadinya pengurangan kuat geser serta peningkatan tegangan geser tanah (Kabul Basah Suryolelono, 2002). Pada umumnya di daerah pegunungan yang ditutupi oleh lapisan tanah penutup yang lunak/gembur,

air hujan dapat dengan mudah merembes pada tanah yang gembur dan batuan lempung yang berongga atau retak-retak. Air rembesan ini berkumpul antara tanah penutup dan batuan asal yang segar pada lapisan alas yang kedap air. Tempat air rembesan ini berkumpul dapat berfungsi sebagai bidang luncur. Meningkatnya kadar air dalam lapisan tanah atau batuan, terutama pada lereng-lereng bukit akan mempermudah gerakan bergeser atau tanah longsor.

Pada berbagai kejadian longsoran selama ini, menurut Dwikorita Karnawati (2001) dapat teridentifikasi 3 tipologi lereng yang rentan untuk bergerak/longsor, yaitu (1) lereng yang tersusun oleh tumpukan tanah gembur dialasi oleh batuan atau tanah yang lebih kompak, (2) lereng yang tersusun oleh perlapisan batuan yang miring searah kemiringan lereng, dan (3) lereng yang tersusun oleh blok-blok batuan.

Longsor dapat digambarkan dalam gambaran sederhana sebagai gerak benda pada bidang miring (Gambar 2). Berat masa benda dan sudut kemiringan merupakan faktor utama yang mengontrol. Pada lereng alam benda ini berupa tanah dan atau batuan, sehingga sifat fisik kimia biologi tanah/batuan merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap stabilitasnya di lereng karena sifat ini akan mempengaruhi ada tidaknya dan banyak sedikitnya air yang mampu disimpan atau mampu dialirkannya. Air ini sangat berperan terhadap stabilitas masa tanah/batuan yang ada di lereng karena air akan menambah berat, akan menyebabkan kohesi tanah menurun, akan menyebabkan peningkatan proses kimia dan air akan memisahkan/memindahkan unsur kimia pengikat tanah menuju ke bawah (*leach out*). Bila air mengalir dalam massa tanah/batuan akan menyebabkan terjadinya perpindahan titik berat, akan terjadi perpindahan komponen kimia pengikat tanah dan lain sebagainya.



Gambar-2. Mekanisme gerak benda pada bidang miring.

## 2.2. PLAXIS

*PLAXIS* mulai dikembangkan sekitar tahun 1987 di *Technical University of Delft* atas inisiatif dari *Dutch Department of Public Works and Water Management*. *Plaxis* adalah program elemen hingga untuk aplikasi geoteknik dimana digunakan model-model tanah untuk melakukan simulasi terhadap perilaku dari tanah. Program *PLAXIS* dan model-model tanah didalamnya telah dikembangkan dengan seksama. Walaupun pengujian dan validasi telah banyak dilakukan, tetap tidak dapat dijamin bahwa program *PLAXIS* adalah bebas dari kesalahan. Simulasi permasalahan geoteknik dengan menggunakan metode elemen hingga sendiri telah secara implisit melibatkan kesalahan pemodelan dan kesalahan numerik yang tidak dapat dihindarkan. Akurasi dari keadaan sebenarnya yang diperkirakan sangat bergantung pada keahlian dari pengguna terhadap pemodelan permasalahan, pemahaman terhadap model-model tanah serta keterbatasannya, penentuan parameter-parameter model, dan kemampuan untuk melakukan interpretasi dari hasil komputasi.

### FAKTOR KEAMANAN (*PLAXIS*)

Faktor keamanan umumnya didefinisikan sebagai perbandingan dari beban runtuh terhadap beban kerja. Definisi ini tepat untuk pondasi, tetapi tidak tepat untuk turap maupun timbunan. Untuk struktur-struktur semacam ini, akan lebih tepat untuk menggunakan definisi faktor keamanan dalam mekanika tanah, yaitu perbandingan antara kuat geser yang tersedia terhadap kuat geser yang dibutuhkan untuk mencapai keseimbangan. *Plaxis* dapat digunakan untuk menghitung faktor keamanan ini dengan menggunakan prosedur '*Reduksi phi-c*'.

### MODEL MOHR-COULOMB

Model yang sederhana namun handal ini didasarkan pada parameter-parameter tanah yang telah dikenal baik dalam praktek rekayasa teknik sipil. Model

*Mohr-Coulomb* dapat digunakan untuk menghitung tegangan pendukung yang realistis pada muka terowongan, beban batas pada pondasi dan lain-lain. Model ini juga dapat digunakan untuk menghitung faktor keamanan dengan pendekatan '*Reduksi phi-c*'.

### ANALISIS STABILITAS LERENG

Metode Analisis stabilitas lereng yang digunakan pada studi ini adalah teknik reduksi kekuatan geser metode elemen hingga (SSR-FEM). Kelebihan menggunakan metode ini menurut Griffiths et al (1999) adalah :

1. Asumsi dalam penentuan posisi bidang longsor tidak dibutuhkan, bidang ini akan terbentuk secara alamiah pada zona dimana kekuatan geser tanah tidak mampu menahan tegangan geser yang terjadi.
2. Metode ini mampu memantau perkembangan *progressive failure* termasuk *overall shear failure*.

Berdasarkan persamaan tegangan geser tanah ( $\tau$ ) Mohr-Coulomb (1776), kekuatan geser tanah yang tersedia atau yang dapat dikerahkan oleh tanah adalah :

$$\tau = c + (\sigma - u) \cdot \tan \phi$$

Dalam metode ini, parameter kekuatan geser tanah yang tersedia berturut-turut direduksi secara otomatis hingga kelongsoran terjadi. Sehingga faktor aman (SF) stabilitas lereng menjadi :

$$\Sigma M_{sf} = \frac{\tan \phi_{input}}{\tan \phi_{reduksi}} = \frac{c_{input}}{c_{reduksi}}$$

$$SF = \frac{\text{Kekuatan geser yang tersedia}}{\text{Kekuatan geser saat longsor}} = \text{Nilai } \Sigma M_{sf} \text{ pada saat kelongsoran.}$$

dengan,

$c_{input}$  = kohesi tanah

$\phi_{input}$  = sudut geser dalam tanah

$c_{reduksi}$  = kohesi tanah tereduksi

$\phi_{reduksi}$  = sudut geser dalam tereduksi

Adapun kriteria keamanan nilai faktor aman (SF) stabilitas lereng untuk lereng galian timbunan (*cut and fill*) menurut Sowers (1979) dalam Cheng Liu (1981) adalah :

SF < 1 – Tidak Aman

1 ≤ SF ≤ 1,2 – Stabilitas lereng meragukan

SF > 1,2 – Aman



DRILLING LOG											
Nama		No. PUSKIRAN/TAHAP/LOKASI		Tanggal		No. Bor		No. Log		No. Lembar	
PT. SANGI		PUSKIRAN/TAHAP/LOKASI		2013.03.07		P. 01/01/01		1		1	
No. Urut	Kedalaman (m)	Kedalaman (m)	Kedalaman (m)	Kedalaman (m)	Kedalaman (m)	Kedalaman (m)	Kedalaman (m)	Kedalaman (m)	Kedalaman (m)	Kedalaman (m)	Kedalaman (m)
<p>TRIGKAT PELAPUKAN (REKATISIRING GRAB)</p> <p>TANAH RESIDUAL (V)</p> <p>LAPUK SEDANG-LAPUK TINGGI (II-V)</p> <p>LAPUK BODKIT-BATUAN DASAR (II-B)</p>											

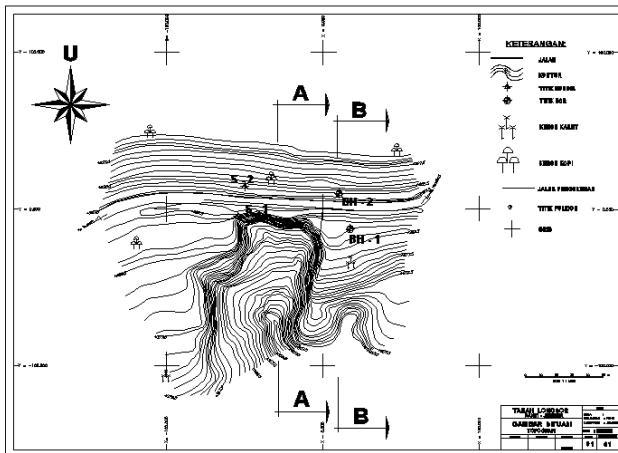
**4.1.2 DATA LABORATORIUM DARI HASIL BOR DALAM**  
Tabel 3. Ringkasan tes Laboratorium BOR1

Project STUDI LONGSOR PANTI JEMBER						
Standard ASTM						
Borehole No.	BH - 1	BH - 1	BH - 1	BH - 1	BH - 1	
Sample No.	UD-1	UD-2	UD-3	UD-4	UD-5	
Sample Depth (m)	From -2.50 To -3.00	From -5.50 To -6.00	From -8.50 To -9.00	From -11.50 To -12.00	From -14.50 To -15.00	
Condition of Sample	Undisturbed	Undisturbed	Undisturbed	Undisturbed	Undisturbed	
Specific Gravity (Gs)	3.012	2.574	2.863	2.921	2.672	
Natural void ratio (e)	3.469	1.121	3.088	2.344	2.187	
Degree of saturation, (Sr) %	84.2	87.0	90.1	88.8	91.4	
Wet density, (γt) gr/cc	1.327	1.673	1.381	1.496	1.466	
Natural water content, (Wc) %	96.9	37.9	97.2	71.2	74.8	
Dry density, (γd) gr/cc	0.674	1.214	0.700	0.874	0.838	
Saturated density, (γsat) gr/cc	1.450	1.742	1.456	1.574	1.525	
Atterberg Limit	Liquid limit, (LL) %	56.82	83.02	54.89	44.16	51.83
	Plastic limit, (PL) %	40.00	36.63	36.49	39.16	40.66
	Plastic Index, (PI) %	16.82	46.39	18.40	5.00	11.17
Grain Size Distribution	Gravel, %					
	Sand, %					
	Silt, %					
	Clay, %					
	Max. diameter, mm					
	Diam. at 60%, mm					
Unconfined Compression Test	Peak Deviator Stress, qu, kg/cm2	*	3.609	*	2.081	*
	Undisturbed Cohesion, Cu, kg/cm2	*	1.8045	*	1.0405	*
	Modulus Elasticity, E <sub>50</sub> , kg/cm2	*	*	*	*	*
	Strain at failure, %	*	*	*	*	*
	Drainage condition					
Triaxial Compression Test	Friction Angle, degree					
	Cohesion Intercept, kg/cm2					
Direct Shear Test	Friction Angle, degree					
	Cohesion Intercept, kg/cm2					
Lab. Vane Shear Test	Shear Undrained, Su, kPa	18	61	16	16	18
	Shear Undrained, Su, kg/cm2	0.18	0.61	0.16	0.16	0.18
Consolidation Test	Preconsolidation Pressure, kg/cm2					
	Compression Index, Cc (Lap.)					
	Coefficient of Consolidation, Cv(t50)					
Chemical Test	pH value					
	Total Sulphate content, %					
	Chloride content, %					

Tabel 4. Ringkasan tes Laboratorium BOR2

Project STUDI LONGSOR PANTI JEMBER							
Standard ASTM							
Borehole No.	BH - 2	BH - 2	BH - 2	BH - 2	BH - 2	BH - 2	
Sample No.	UD-1	UD-2	UD-3	UD-4	UD-5	UD-6	
Sample Depth (m)	From -2.50 To -3.00	From -5.50 To -6.00	From -8.50 To -9.00	From -11.50 To -12.00	From -14.50 To -15.00	From -17.50 To -18.00	
Condition of Sample	Undisturbed	Undisturbed	Undisturbed	Undisturbed	Undisturbed	Undisturbed	
Specific Gravity (Gs)	2.745	3.282	3.034	2.951	2.722	2.865	
Natural void ratio (e)	2.303	2.511	2.100	1.544	1.244	1.441	
Degree of saturation, (Sr) %	84.2	87.0	90.1	88.8	91.4	92.9	
Wet density, (γt) gr/cc	1.418	1.557	1.589	1.699	1.720	1.722	
Natural water content, (Wc) %	70.6	66.6	62.4	46.4	41.8	46.7	
Dry density, (γd) gr/cc	0.831	0.935	0.979	1.160	1.213	1.174	
Saturated density, (γsat) gr/cc	1.528	1.650	1.656	1.767	1.767	1.764	
Atterberg Limit	Liquid limit, (LL) %	40.98	50.98	54.98	43.91	87.17	51.60
	Plastic limit, (PL) %	39.28	37.02	36.40	42.56	36.45	40.78
	Plastic Index, (PI) %	1.70	13.96	18.58	1.35	50.72	10.82
Grain Size Distribution	Gravel, %						
	Sand, %						
	Silt, %						
	Clay, %						
	Max. diameter, mm						
	Diam. at 60%, mm						
Unconfined Compression Test	Peak Deviator Stress, qu, kg/cm2	*	1.096	2.077	*	29.342	
	Undisturbed Cohesion, Cu, kg/cm2	*	0.548	1.0385	*	14.671	
	Modulus Elasticity, E <sub>50</sub> , kg/cm2	*	*	*	*	*	
	Strain at failure, %	*	*	*	*	*	
	Drainage condition						
Triaxial Compression Test	Friction Angle, degree						
	Cohesion Intercept, kg/cm2						
Direct Shear Test	Friction Angle, degree						
	Cohesion Intercept, kg/cm2						
Lab. Vane Shear Test	Shear Undrained, Su, kPa	20	57	12	36	40	
	Shear Undrained, Su, kg/cm2	0.2	0.57	0.12	0.36	0.4	
Consolidation Test	Preconsolidation Pressure, kg/cm2						
	Compression Index, Cc (Lap.)						
	Coefficient of Consolidation, Cv(t50)						
Chemical Test	pH value						
	Total Sulphate content, %						
	Chloride content, %						

#### 4.2. DATA TOPOGRAFI AREAL PENELITIAN

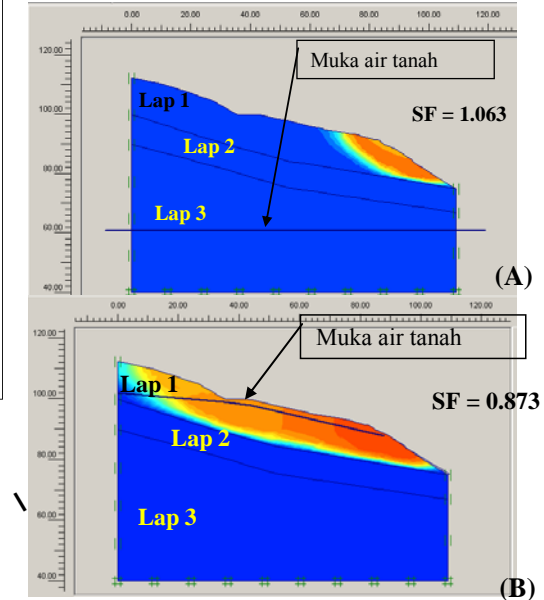


Gambar 4. Peta Topografi.

#### 4.3. HASIL PLAXIS

Selanjutnya dari analisa data dengan menggunakan Plaxis berdasarkan data tanah yang diperoleh dari hasil tes bor sedalam 30 m seperti berikut:

perhitungan analisis stabilitas lereng dengan metode  $\phi/c$  reduction. Hasil running dengan menggunakan PLAXIS diperoleh bidang longsor seperti gambar berikut:



Gambar 5. Bidang Longsor dan Angka Keamanannya (Safety Factor)

Tabel 5. Parameter tanah dari hasil pengujian laboratorium dan korelasi BOR1

Lapisan	Jenis Tanah	Model	$\gamma_{sat}$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_{dry}$ kN/m <sup>3</sup>	$\nu$	$\phi$	$c_u$ kN/m <sup>2</sup>	N-SPT	E kN/m <sup>2</sup>
1	Lempung	MC	15,56	8,65	0,25	$3^0$	18,5	2	4200
2	Lanau-Pasir	MC	17,11	11,3	0,25	$10^0$	46,7	11	9600
3	Cadas	MC	20,7	17	0,25	$35^0$	73,83	50	32500

Tabel 6. Parameter tanah dari hasil pengujian laboratorium dan korelasi BOR2

Lapisan	Jenis Tanah	Model	$\gamma_{sat}$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_{dry}$ kN/m <sup>3</sup>	$\nu$	$\phi$	$c_u$ kN/m <sup>2</sup>	N-SPT	E kN/m <sup>2</sup>
1	Lempung	MC	16,50	9,76	0,25	$4^0$	20,87	4	5400
2	Lanau-Pasir	MC	20,67	17	0,25	$10^0$	39,87	27	19200
3	Cadas	MC	20,7	17	0,25	$35^0$	73,83	50	32500

##### 4.3.1 PLAXIS 2D

Analisis stabilitas lereng dengan metode SSR-FEM dalam penelitian ini menggunakan software Plaxis 8.0. Langkah permodelan dimulai dari penggambaran model *plane strain* 2D seperti pada Gambar 4, pemasukan input parameter tanah dengan model tanah Mohr-Coulomb. Langkah kemudian dilanjutkan dengan menyusun elemen mesh segitiga, perhitungan tegangan pori dengan m.a.t seperti pada Gambar 4 dan tegangan overburden. Tahap selanjutnya adalah

Bidang longsor dari hasil analisa dengan Plaxis menunjukkan saat tidak hujan (muka air tanah) jauh dari permukaan bidang tanah, angka keamanan (*Safety factor*) nya lebih dari satu yaitu SF = 1.063, (Gambar 4A) tetapi harga ini mengindikasikan bahwa kondisi tanah yang ada sudah kritis, dengan memperhatikan SF nya yang mendekati nilai 1, ketika muka air tanah naik dengan anggapan terjadi hujan yang mengakibatkan kondisi tanah menjadi semakin jenuh *safety factor* nya berkurang SF = 0.873 (Gambar 4B) yang

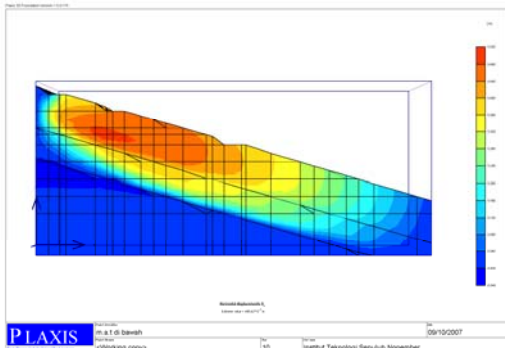
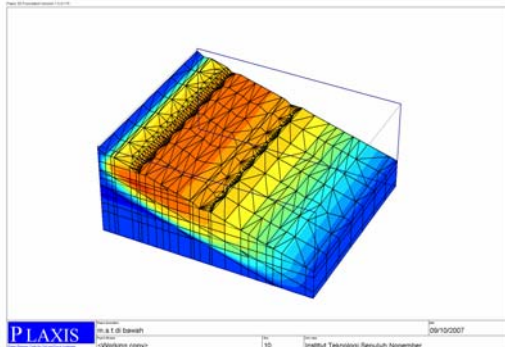


mengakibatkan terjadi longsor. Terlihat juga bahwa tanah yang cenderung longsor adalah tanah pada Lapisan 1 (dengan bidang longsor antara lapisan 1 dan lapisan 2) yaitu lapisan tanah yang mengalami pelapukan (tanah residual), sedang lapisan 2 maupun lapisan 3 tidak terdeformasi.

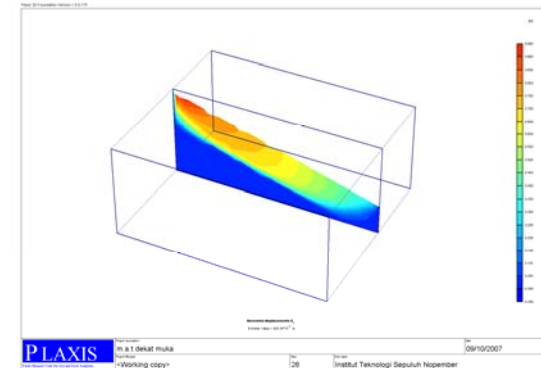
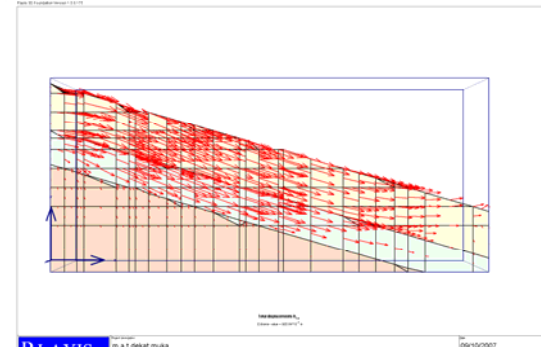
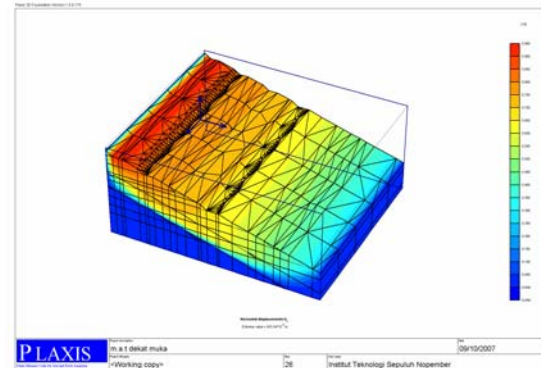
#### 4.3.2 PLAXIS 3D

Untuk mendapatkan pemodelan yang sesuai dengan kondisi di lapangan digunakan Plaxis 3D yang bentuk geometrinya bisa tiga dimensi, sesuai dengan tujuan penelitian akhirnya diperoleh model geometri yang memberikan hasil deformasi seperti kondisi lapangan, selanjutnya dengan data dan asumsi tinggi muka air yang sama dengan 2D, di peroleh hasil seperti berikut:

Muka air tanah di bawah:



Muka air tanah naik sampai mendekati permukaan:



Gambar 6. Bidang Longsor dan deformasi yang terjadi dengan Plaxis 3D

Hasil simulasi memberikan bentuk deformasi dengan tipikal deformasi tanah yang sama, namun dengan besaran yang relatif berbeda. Besarnya deformasi hasil simulasi pada permukaan adalah 0,52 m saat muka air tanah berada di bawah sedangkan saat muka air tanah mendekati permukaan memberikan hasil 0,95 m, yang dari plaxis hasil yang terakhir dengan keterangan *Prescribed ultimate state not reached! Soil body collapses Inspect output and load-displacement curve*, yang keadaannya di lapangan telah terjadi longsor. Dengan model longsor yang mendekati kondisi lapangan.

Keberadaan air dalam lapisan tanah memang sangat berpengaruh pada kekuatan tanah, besarnya tekanan pori dapat memperbesar deformasi yang terjadi pada saat menerima beban, bila dibandingkan dengan kondisi kering tanpa air tanah. Keberadaan tekanan pori akan mereduksi beberapa parameter kekuatan efektif dari tanah seperti sudut gesek internal, kohesi dan modulus deformasi dari tanah. Pada simulasi ini keberadaan air tanah memberikan pengaruh maksimum pada sisi lereng bagian bawah.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Model deformasi yang di dapatkan dari hasil *Plaxis*, mempunyai kecenderungan yang sama dengan kondisi deformasi yang terjadi di lapangan.
2. Letak bidang longsor dengan *Plaxis*, menunjukkan bidang longsor yang menyerupai kondisi di lapangan.
3. Kondisi semua lapisan tanah yang jenuh oleh air tanah pada lokasi, terancam longsor.
4. Faktor utama penyebab ketidakstabilan lereng sangat mungkin dipengaruhi oleh naiknya muka air tanah (drainase tidak ada) yang dapat menurunkan stabilitas lereng.

### 5.2 SARAN

Berdasarkan pengalaman penulis selama melakukan analisis, disarankan sebagai berikut:

1. Diperlukan penyelidikan tanah komprehensif, pengukuran muka air tanah yang akurat dan interpretasi penampang profil tanah yang mendekati kondisi lereng untuk mendapatkan hasil analisis yang baik.
2. Meshing yang lebih teratur akan membantu interpretasi output analisis, selain data Strength parameter yang baik.

Dinas Energi Dan Sumber Daya Mineral Propinsi Jawa Timur, 2003, Identifikasi Kawasan Rawan Gerakan Tanah Dan Longsor Di Jawa Timur Khususnya Di Obyek Wisata Dan Pemukiman, Tidak Dipublikasikan, Surabaya.

Karnawati, D., 1996, Mechanism of Rain-induced Landslides in Java, *Media Teknik* No.3 th XVIII Nov, 1996

Karnawati, D., 2004, Bencana Gerakan Massa Tanah/Batuan di Indonesia, Evaluasi dan Rekomendasi, hal. 9-38, *Permasalahan, Kebijakan dan Penanggulangan Bencana Tanah Longsor di Indonesia*, P3TPSLK-BPPT dan HSF, Jakarta

Plaxis 2D Version, 1998, *Manual Book*, A.A. Balkema, P.O. Box 1675, 3000 BR Rotterdam, Netherlands.

Plaxis 3D Foundation Version 1.5, 2006, *Manual Book*, A.A. Balkema, P.O. Box 1675, 3000 BR Rotterdam, Netherlands.

Karnawati, D. 2000, *The Importance of Low Intensity Rainfall on Landslide Occurrence*, Forum Teknik, Vol 24 / No.1, Univ. Gadjah Mada, Yogyakarta.

Suryolelono, K.B., 2000, *Geosintetik Geoteknik*, Nafiri, Yogyakarta

Widodo, A., 2002, Resistivitas pasir di Laboratorium, *Prosiding IAGI* ke 32. Surabaya

## DAFTAR PUSTAKA

Darnawijaya I., 1980 ; *Klasifikasi Tanah*, IPB Bogor.