



Analisis Perbandingan Pengukuran Pergerakan Tanah Secara Horizontal di Area Penambangan Petea dan Sorowako PT. VALE Indonesia, Tbk

Ni Nyoman Fitriani¹, Suaedi², Rahma Hi Manrulu^{1*}

¹) Program Studi Fisika Fakultas Sains Universitas Cokroaminoto Palopo, Indonesia

²) Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Cokroaminoto Palopo, Indonesia

Email korespondensi : rahmamanrulu@uncp.ac.id

ABSTRACT- This study aims to obtain a comparative analysis of horizontal ground movement in the Petea and Sorowako mining areas of PT. Vale Indonesia, Tbk, as well as knowing how to determine the level of slope safety. The data obtained from the results of laboratory tests were then processed using the SLOPE/W© 2007 software to obtain the FK scores. The results of the processing showed that the FK Petea D1C1 value was 1.162, meaning that the slope was declared unsafe and redesigned so that the FK value became 1.252. At the Sorowako Debbe Dam, the FK obtained is 1.911, meaning that the slope is declared safe, in this case there is no need to redesign it because it already meets the standards. Land movement data acquisition using an inclinometer, the data obtained is processed using Digipro software to produce a displacement graph. Based on the cumulative displacement graph, it is known that Petea D1C1 experienced ground movement on the A axis of 3 mm and the B axis experienced movement of up to 2 mm while the Sorowako Debbe Dam experienced movement on the A axis of only 0.1 mm and the B axis of 2 mm. The results showed that Petea D1C1 experienced greater ground movement than Sorowako Debbe Dam. This is because the Sorowako soil structure is more cohesive than Petea, besides Petea is also a mining location close to the Matano fault, so that the density of the soil structure in the area greatly affects the level of vulnerability to soil movement.

ABSTRAK- Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan analisis perbandingan pergerakan tanah secara horizontal di area penambangan Petea dan Sorowako PT. Vale Indonesia, Tbk, serta mengetahui cara menentukan tingkat keamanan lereng. Data yang diperoleh dari hasil tes laboratorium kemudian diolah menggunakan *software SLOPE/W© 2007* untuk mendapatkan nilai FK. Hasil dari pengolahan tersebut didapatkan nilai FK Petea D1C1 adalah 1,162 artinya lereng dinyatakan tidak aman dan lakukan *redesign* sehingga nilai FK menjadi 1,252. Pada Sorowako Debbe Dam diperoleh FK adalah 1,911 artinya lereng dinyatakan aman, untuk kasus ini tidak perlu dilakukan *redesign* lagi karena sudah memenuhi standar. Akuisisi data pergerakan tanah menggunakan *inclinometer*, data yang diperoleh diolah menggunakan *software Digipro* sehingga menghasilkan grafik *displacement*. Berdasarkan grafik *cumulative displacement* diketahui bahwa Petea D1C1 mengalami pergerakan tanah pada A axis sebesar 3 mm dan B axis mengalami pergerakan hingga 2 mm sedangkan Sorowako Debbe Dam mengalami pergerakan pada A axis hanya 0,1 mm dan B axis sebesar 2 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Petea D1C1 mengalami pergerakan tanah lebih besar dibandingkan Sorowako Debbe Dam. Hal ini dikarenakan struktur tanah Sorowako lebih kohesif dibandingkan Petea, selain itu Petea juga merupakan lokasi penambangan yang dekat dengan sesar Matano, sehingga kerapatan struktur tanah di wilayah tersebut sangat mempengaruhi tingkat kerentanan pergerakan tanah.

Kata Kunci : kestabilan lereng, pergerakan tanah, inclinometer

PENDAHULUAN

Sorowako merupakan salah satu wilayah Sulawesi selatan yang kaya akan

kandungan deposit nikel laterit dalam jumlah besar. Hal ini didukung oleh bentukan geologi yang terdiri atas *volcano plutonic arc*,

metamorphic belt, *ophiolite belt*, serta beberapa pecahan *fragmen* di timur dan tenggara. Selain itu kondisi ini juga tidak terlepas dari iklim, reaksi kimia, struktur, dan topografi Sulawesi yang cocok terhadap pembentukan nikel laterit. Deposit nikel laterit di Sorowako terbentuk karena proses pelapukan dari batuan ultramafik yang terbentang dalam suatu singkapan tunggal terbesar di dunia seluas lebih dari 120 km x 60 km, dimana sejumlah endapan lainnya tersebar di Provinsi Sulawesi Tengah dan Tenggara (Ahmad, 2005)

Masalah yang umum terjadi pada daerah pertambangan ialah adanya longsor (*landslide*) pada lereng yang akan dieksploitasi. Pada longsor bertindak sebagai energi dalam menggerakkan tumpukan tanah atau material akibat pelapukan. Faktor penyebab yang datang dari dalam yang berhubungan dengan sifat fisik tanah/batuan. Disamping penyebab tersebut dipengaruhi juga oleh pembebanan yang berlebih, getaran dan guncangan, perubahan muka air tanah dan tumbuhan penutup pada lereng tersebut (Hartanto, 2013). Penyebab terjadinya longsor karena adanya pengurangan kuat geser tanah pada lereng, yang dipengaruhi oleh infiltrasi dari air hujan dan juga dari karakteristik litologi dan tanah di daerah lereng tersebut. Analisis mekanisme tanah longsor yang selama ini digunakan, umumnya untuk lereng jenuh dengan memperhitungkan tegangan air pori positif, namun pada kondisi tanah tak jenuh (*unsaturated*), tegangan air pori dapat bernilai negatif menimbulkan terjadinya gaya sedot (*soil suction* atau *matric suction*) dan berpengaruh terhadap kuat geser tanah (*shear strength*). Oleh karena itu, dalam melakukan tinjauan analisis mekanisme tanah longsor, harus dipertimbangkan kondisi lereng menyeluruh dari kondisi tanah tidak jenuh (*unsaturated*) dan jenuh (*saturated*), untuk mengurangi adanya kemungkinan terjadinya longsor (*landslide*).

Kegiatan penambangan bijih nikel laterit di Sorowako merupakan tambang terbuka (*open pit mining*) dengan metode

penambangan secara *open cast mining*. Penambangannya dilakukan dengan cara memotong bagian sisi bukit dari puncak menuju ke bawah sesuai dengan garis konturnya, sehingga dapat disebut juga *countour mining*. Oleh sebab itu masalah terjadinya longsor sangat besar kemungkinannya untuk terjadi. Area penambangan Petea dan Sorowako memiliki tingkat keamanan lereng yang berbeda, yaitu daerah penambangan Petea relatif rawan longsor dibandingkan daerah penambangan Sorowako. Analisis pergerakan tanah sangat penting dilakukan karena mengingat kecelakaan kerja sering terjadi di area penambangan, penyebab utama yaitu tanah longsor. Atas dasar pemikiran tersebut peneliti melakukan penelitian dengan judul analisis perbandingan pengukuran pergerakan tanah secara horizontal di area penambangan Petea dan Sorowako PT. Vale Indonesia, Tbk.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan analisis perbandingan pengukuran pergerakan tanah secara horizontal di area penambangan Petea dan Sorowako PT. Vale Indonesia, Tbk. Dan mengetahui cara menentukan tingkat keamanan lereng di area penambangan Petea dan Sorowako.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di area penambangan PT. Vale Indonesia, Tbk yang terletak di daerah Sorowako, Kecamatan Nuha, Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan. Adapun alat dan bahan yang digunakan antara lain peta topografi, perlengkapan keamanan kerja (helm, kacamata, sepatu lapangan, sarung tangan, masker debu), kantong sampel, kompas geologi, *pocket penetrometer test*, *pocket vane shear test*, *inclinometer*, alat tulis, kamera, cawan, timbangan elektronik, oven, *mixer*, piknometer, vakum pamp, saringan, thermometer, tabung ukur, gelas ukur, hidrometer, *casa grande*, *grooving tool*, ekstruder dan triaxial serta seperangkat komputer dan

software pendukung untuk analisis data (VULCAN dan SLOPE/W (Geostudio)).

Metode Kerja

1. Tahap Pendahuluan

Tahapan pendahuluan ini sepenuhnya berlangsung sebelum penelitian dimulai. Pada tahapan ini, penulis melakukan beberapa langkah awal dalam memulai penelitian. Tahapan ini sangatlah penting untuk memaksimalkan hasil penelitian, disamping juga memberikan arahan yang jelas mengenai apa dan bagaimana kita melakukan penelitian secara ilmiah sehingga nantinya dapat dipertanggungjawabkan. Adapun bagian-bagian dari tahapan pendahuluan ini yaitu sebagai berikut:

- a. Studi literatur (*desk study*), pada tahap ini penulis melakukan pengumpulan dan pengkajian dari berbagai bahan bacaan yang berkaitan dengan objek penelitian yang akan dijadikan sebagai sumber referensi guna mempertajam analisis data.
- b. Orientasi lapangan (*field orientation*), pada tahap ini penulis melakukan peninjauan langsung ke lapangan, dalam hal ini daerah operasi penambangan. Tujuan dari orientasi lapangan ini adalah sebagai media pengenalan terhadap lingkungan kerja dan lokasi operasi penambangan PTVI, dan juga memahami situasi dan kondisi daerah penelitian. Lokasi penelitian akan dijelaskan pada tahapan pengumpulan data.

2. Tahap Pengumpulan Data

a. *Field test* (uji lapangan)

1) SPT (*standart penetration test*)

Pengambilan sampel SPT dilakukan dengan menggunakan prosedur dan peralatan sesuai ASTM (*American Standard Test Material*). Besarnya tahanan tanah dalam test ini dinyatakan dengan nilai N.

2) UDS (*Undisturbed Sample*)

UDS biasanya disebut dengan sampel tanah tidak terganggu diambil dari kedalaman tertentu sesuai spesifikasi

dengan menggunakan *shelby tube sampler* (tabung sampel berdinding tipis). Sampel yang sudah berada di dalam tabung kemudian ditutup bagian atas tabung dan bagian bawah agar tanah di dalam tetap terjaga.

3) *Pocket penetrometer test*

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan *unconfined compression strength*, sudut geser dalam dan kohesi tanah. Bahan uji sampel yaitu sampel yang diperoleh pada saat *drilling* (pengeboran), untuk jenis tanah berpasir (*sandy soil*) gunakan tip penetromer diameter 25 mm atau 20 mm untuk memperoleh sudut geser dalam (ϕ), Jenis tanah berlempung (*clayey soil*) gunakan tip penetrometer diameter 15 mm atau 10 mm untuk memperoleh nilai kohesi tanah (Cu), Untuk memperoleh nilai langsung *unconfined compressive strength* (q_u) gunakan tip penetrometer diameter 6.35 mm untuk semua jenis tanah.

4) *Pocket vane shear test*

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan *Undrained shear strength* tanah kohesif jenuh tanpa memperhitungkan tegangan normal (*normal pressure*). Sampel yang diuji langsung dari lapangan yang diperoleh dari proses *drilling* (pengeboran).

5) *Inclinometer*

Tujuan dari pengukuran *Inclinometer* adalah untuk mengetahui pergerakan tanah lateral secara horizontal sepanjang kedalaman lubang yang telah terinstal pipa *Inclinometer* dengan cara mengukur kedua sisi pipa A Axis dan B Axis yang diameternya antara 100 mm–150 mm tergantung pipa yang dipakai.

Pengambilan data menggunakan *Inclinometer* yaitu dengan memasukan *probe* ke dalam lubang yang telah terinstal pipa *Inclinometer* kemudian *Tap survey* akan muncul tampilan data seperti pada gambar, setelah semua data sudah tersimpan maka akan muncul grafik *displacement*.

b. *Laboratory test* (uji laboratorium)

Uji sampel di laboratorium terbagi menjadi dua yaitu:

- 1) *Index properties* dan *mechanical properties* yang termasuk dalam *index properties* adalah *water content* yaitu untuk mengetahui berapa persen kadar air, *specific gravity* yaitu mengetahui berat jenis tanah, *hidrometer* yaitu untuk mengetahui persen *gravel*, *send*, *silt*, dan *clay* pada setiap perlapisan tanah. *Grain size Analysis* yaitu untuk mengetahui distribusi setiap butiran dan klasifikasi perlapisan tanah, *poind load* yaitu untuk mengetahui kekerasan dari batuan dan *unit weight* yaitu untuk mengetahui berat batuan.
- 2) *Mechanical properties* sampel yang digunakan adalah UDS (*Undisturbed Sample*), alat yang digunakan adalah *triaxial* yaitu untuk mengetahui sudut geser dan kohesi.

3. Tahap Pengolahan Data

SLOPE/W© merupakan aplikasi perangkat lunak yang paling pertama tersedia secara komersial untuk menganalisis stabilitas lereng, dimana telah dipasarkan sejak tahun 1977. Saat ini, SLOPE/W© telah digunakan oleh ribuan tenaga profesional baik di dunia pendidikan maupun praktisi.

SLOPE/W© merupakan salah satu komponen dari sebuah deretan produk geoteknik yang disebut *GeoStudio*. Satu fitur yang menjadi kekuatan utama dari pendekatan terintegrasi ini yaitu produk ini membuka peluang berbagai jenis analisis yang lebih meluas dan lebih kompleks spektrum masalahnya, termasuk penggunaan elemen terbatas tekanan air pori terhitung dan tegangan dalam analisis stabilitas (Krahn, 2004). Langkah pengoperasian SLOPE/W© untuk menganalisis suatu kasus stabilitas secara garis besar adalah:

- a. *Defining the problem*, yaitu merupakan tahap pertama yang bertujuan untuk mendefinisikan permasalahan. Pada tahap ini dilakukan pekerjaan seperti *setting*, *saving*, *sketching the kasus*, *specifying analysis methods and option*, *define soil propertis*, *drawing*, *view preferences*.

- b. *Solving the problem*, yaitu tahap kedua yang bertujuan untuk menghitung faktor keamanan, probabilitas data dari potongan untuk longsoran busur yang paling kritis setelah kasus terdefinisi pada tahap *defining the problem*.

- c. *Viewing the result*, yaitu tahap ketiga yang akan menampilkan hasil analisis.

4. Tahap Interpretasi Data

Pada tahap ini yaitu menggabungkan seluruh data hasil analisis yaitu data pengamatan lapangan, dan analisis geoteknik. Kemudian dikorelasikan dengan kestabilan lereng daerah penelitian meliputi parameter-parameternya, sehingga dapat dilakukan analisis mengenai perbandingan pergerakan tanah antara area penambangan Petea dan Sorowako.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data *log bore* dapat diketahui jenis material yang ada pada daerah penelitian. Pada area Petea D1C1 *top soil* didominasi oleh *silty sand* dengan tingkat plastisitas *low plasticity* sedangkan pada *limonite* didominasi oleh *clay* tetapi tingkat plastisitas berbeda-beda pada setiap kedalamannya, sedangkan untuk *saprolite* didominasi oleh *silt* dengan tingkat plastisitas *high palsticity* dan untuk *peridotite* merupakan lapisan batuan dasar yang terdapat pada kedalaman 17,6–20 m. Sedangkan pada area Sorowako lebih didominasi oleh *clayey silt* dengan sedikit *gravelly silt* dan untuk *peridotite* terdapat pada kedalaman 23–25 m.

Tabel 1. Data hasil pengujian SPT (*Standart Penetration Test*)

No.	BH	Coordinate		SPT Depth (m)	N-Value (blows/30 cm)	Remarks
		Easting	Northing			
1	P_D1C1_01	335493	972135	1.5	5	Firm
				3.5	2	Soft
				5.5	5	Firm
				7.5	2	Soft
				9.5	2	Soft
				11.5	2	Soft
				13.5	33	Dense
				15.5	16	Firm
17.5	50	Very Dense				

Pengujian geoteknik di lapangan berupa pengujian SPT (*Standart Penetration Test*) dilakukan pada saat dilakukannya pengeboran. Berdasarkan data SPT (Tabel 1) didapatkan *range* kuat geser *undrained* untuk *limonite* dan *saprolite* berdasarkan uji SPT pada penyelidikan geoteknik tahun 2017. Nilai kuat geser pada *limonite* berkisar 25 kPa sampai 40 kPa dan untuk *saprolite* nilai kuat gesernya berkisar 40 kPa sampai 75 kPa.

Dalam tabel 2 dapat dilihat parameter tanah untuk area Petea D1C1 dan area Sorowako Debbe Dam.

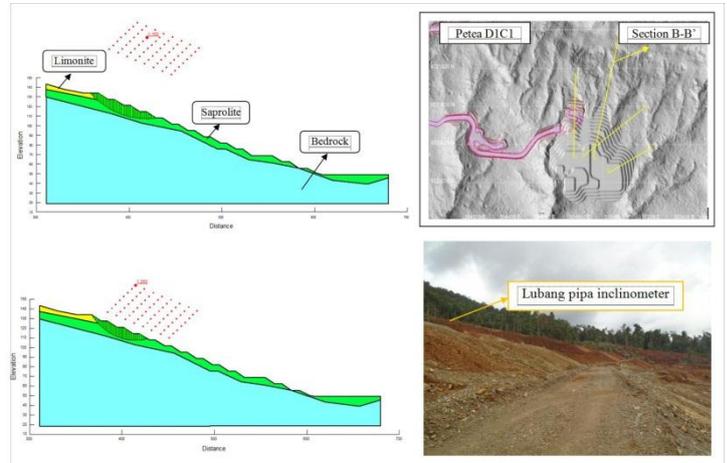
Tabel 2. Parameter tanah *drained*

Material	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion (kPa)	Friction Angle (°)	
			Petea D1C1	Sorowako Debbe Dam
<i>Limonite</i>	16	10	10	20
<i>Saprolite</i>	17	15	15	25

Adapun hasil analisis kestabilan lereng area penambangan Petea D1C1 yaitu diperoleh nilai FK 1,162. Nilai FK ini dinyatakan bahwa lereng dalam keadaan rawan lonsor, pada kasus penelitian ini faktor keamanan dikatakan aman apabila $FK \geq 1,2$ (Bowles, 1991). Jadi harus dilakukan modifikasi geometri lereng (*redesign*) pada *section B-B'* agar didapatkan $FK \geq 1,2$. Hasil dari modifikasi geometri lereng (*redesign*) pada *section B-B'* yaitu diperoleh nilai FK 1,252 dan dinyatakan dalam kondisi aman. Setelah itu akan dipasang pipa inclinometer pada lereng agar dapat dilakukan pengukuran pergerakan tanah yang dilakukan seminggu sekali, tetapi jika pergerakan tanahnya signifikan maka akan dilakukan pengukuran 3 hari sekali.

Hasil analisis kestabilan lereng area penambangan Sorowako Debbe Dam diperoleh nilai FK 1,911. Nilai FK ini dapat dinyatakan bahwa lereng dalam keadaan aman, karena FK yang diperoleh sudah mencapai standar keamanan yaitu $FK \geq 1,2$ maka tidak akan dilakukan lagi modifikasi geometri lereng (*redesign*). Namun tetap dilakukan pemasangan pipa inclinometer pada lereng. Hal ini penting dilakukan untuk

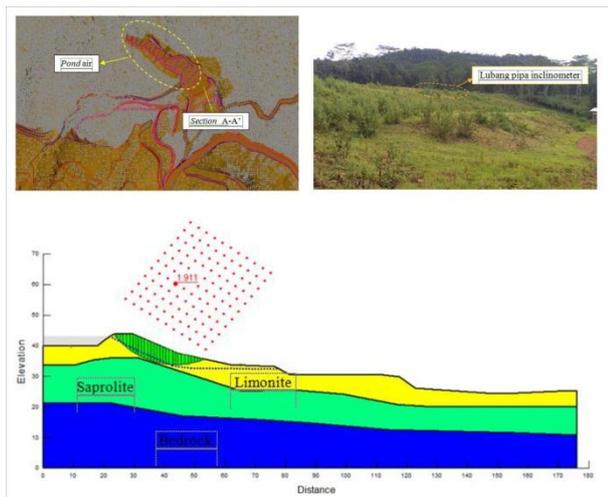
mengontrol setiap pergerakan tanah yang terjadi walaupun pergerakannya sangat kecil, sehingga ketika terjadi sebuah pergerakan yang signifikan maka dapat dilakukan tindakan agar tidak terjadi peristiwa yang tidak diinginkan dalam hal ini kecelakaan kerja.



Gambar 1. Section pada pit Petea D1C1 (kanan atas), Faktor Keamanan pada section B-B' pada pit Petea D1C1(kiri atas), Faktor Keamanan pada section B-B' Petea D1C1 setelah dilakukan redesign (kiri bawah), Lereng Petea D1C1 yang terpasang pipa inclinometer (kanan bawah)

Berdasarkan hasil pengujian lapangan (*field test*) yang diperoleh untuk mengetahui kondisi geoteknik lapangan dapat berupa penelitian langsung dilapangan seperti aktivitas pengeboran (*drilling*). Data *log bore* di Petea blok D1C1 yaitu tahun 2017 sedangkan data *log bore* Sorowako Debbe Dam tahun 2011. Dimana pada area Petea D1C1 *top soil* didominasi oleh *silty sand* dengan tingkat plastisitas *low plasticity* sedangkan pada *limonite* didominasi oleh *clay* tetapi tingkat pastisitas berbeda-beda pada setiap kedalamannya, sedangkan untuk *saprolite* didominasi oleh *silt* dengan tingkat plastisitas *high palsticity* dan untuk *peridotite* merupakan lapisan batuan dasar yang terdapat pada kedalaman 17,6 m– 20 m. Pada area Sorowako lebih didominasi oleh *clayey silt* dengan sedikit *gravelly silt* serta memiliki tingkat plastisitas *medium plasticity* dan untuk

peridotite terdapat pada kedalaman 23 m–25 m.



Gambar 2. Section pada pit Sorowako Debbe Dam (kiri atas), Faktor Keamanan pada section A-A' pada pit Sorowako Debbe Dam (bawah), Lereng Sorowako Debbe Dam yang terpasang pipa inclinometer (kanan atas)

Hasil pengujian sampel di laboratorium menggunakan alat Triaxial dilakukan untuk mendapatkan parameter tanah yang nantinya akan digunakan untuk analisis kestabilan lereng yang diolah dalam *software* GeoStudio™ 2007. Didaerah penelitian terdiri dari lapisan tanah seperti *limonite*, *saprolite* dan *bedrock*. Jadi dari data uji laboratorium didapatkan parameter tanah area Petea D1C1 untuk *limonite* hasil *unit weight* yaitu 16 kN/m^3 dan *saprolite* 17 kN/m^3 , nilai *cohesion* untuk *limonite* 10 kPa dan *saprolite* 15 kPa serta *friction angle* untuk *limonite* 10° dan *saprolite* 15° . Pada area Sorowako Debbe Dam parameter tanah yang didapatkan untuk *limonite* hasil *unit weight* yaitu 16 kN/m^3 dan *saprolite* 17 kN/m^3 , nilai *cohesion* untuk *limonite* 10 kPa dan *saprolite* 15 kPa serta *friction angle* untuk *limonite* 20° dan *saprolite* 25° . Area penambangan Petea dan Sorowako memiliki perbedaan *friction angle* dikarenakan sorowako memiliki struktur tanah lebih kohesif. Tiga parameter ini sangat mempengaruhi kestabilan lereng dimana semakin besar nilai dari *unit weight* maka Faktor Keamanan (FK) semakin menurun

sedangkan jika semakin besar nilai *cohesion* dan *friction angle* maka lereng akan semakin kuat.

Berdasarkan hasil analisis kestabilan lereng area penambangan Petea D1C1 diperoleh Faktor keamanan (FK) sebesar 1,162, hal ini menunjukkan bahwa lereng dalam keadaan rawan longsor. Setelah dilakukan *redesign* pada lereng Petea D1C1 maka diperoleh FK 1,252 hal ini menunjukkan lereng dalam kondisi aman. Tujuan dilakukan *redesign* yaitu agar didapatkan lereng yang sesuai standar keamanan sebesar $FK \geq 1,2$ sehingga menjadi rekomendasi lereng berikutnya pada Petea. Pada area penambangan Sorowako Debbe Dam diperoleh Faktor Keamanan (FK) sebesar 1,911 hal ini menunjukkan lereng dalam keadaan aman. Secara garis besar kedua lereng ini memiliki tingkat keamanan yang berbeda jika dilihat dari hasil FK, yaitu lereng Petea lebih kecil nilai FK dibandingkan Sorowako artinya Petea lebih rentan longsor dibandingkan Sorowako. Adapun yang menyebabkan perbedaan kondisi tingkat kestabilan lereng Petea dan Sorowako adalah adanya perbedaan jarak dari jalur sesar Matano yang masih aktif, untuk lokasi penambangan Petea D1C1 (*east block*) berada di atas jalur aktif sesar matano sedangkan Sorowako (*west block*) lokasi penambangan jauh dari jalur sesar aktif. Sehingga getaran akibat gempa yang dapat mempengaruhi kestabilan lereng lebih kecil di terima pada area Sorowako di bandingkan dengan lokasi penambangan yang di lakukan di area Petea. Selain itu yang mempengaruhi tingkat keamanan lereng Petea D1C1 yaitu aktivitas penambangan aktif yang ada disekitar lereng Petea sehingga getaran yang diakibatkan oleh alat berat juga dapat berpengaruh pada kuat geser.

Dari analisa di atas, area penambangan Petea D1C1 lebih rentan terjadinya longsor karena pergerakan tanah nya terjadi secara kontinu dibandingkan area penambangan Sorowako Debbe Dam. Hal ini dikarenakan struktur tanah Sorowako lebih kohesif dibandingkan Petea, selain itu Petea juga

merupakan lokasi penambangan aktif yang dekat dengan sesar Matano, sehingga kerapatan struktur tanah di wilayah tersebut sangat mempengaruhi tingkat kerentanan pergerakan tanah. Penyebab lain yang memicu terjadinya pergerakan tanah adalah daya ikat (kohesi) tanah yang lemah sehingga butiran-butiran tanah dapat terlepas dari ikatannya dan bergerak kebawah dengan menyeret butiran lainnya yang ada disekitarnya sehingga membentuk massa yang lebih besar. Lemahnya daya ikat tanah dapat disebabkan oleh sifat porositas dan kelolosan air (permeabilitas) tanah maupun rekahan yang intensif dari tanah tersebut. Sedangkan yang dapat mempercepat dan menjadi pemicu longsoran tanah yaitu kemiringan lereng, perubahan kelembaban tanah karena masuknya air hujan dan pola pengolahan lahan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kestabilan lereng area penambangan Petea D1C1 diperoleh Faktor keamanan (FK) sebesar 1,162. Hal ini menunjukkan bahwa lereng dalam keadaan rawan longsor, maka dilakukan *redesign* sehingga didapatkan FK 1,252 sedangkan pada area penambangan Sorowako Debbe Dam diperoleh Faktor Keamanan (FK) sebesar 1,911 hal ini menunjukkan lereng dalam keadaan aman.

Area penambangan Petea D1C1 lebih rentan terjadinya longsor karena pergerakan tanahnya terjadi secara kontinu dibandingkan area penambangan Sorowako Debbe Dam. Hal ini dikarenakan struktur tanah Sorowako lebih kohesif dibandingkan Petea, selain itu petea juga merupakan lokasi penambangan yang dekat dengan sesar matano, sehingga kerapatan struktur tanah di wilayah tersebut sangat mempengaruhi tingkat kerentanan pergerakan tanah. Daya ikat (kohesi) tanah yang lemah memicu terjadinya pergerakan tanah, lemahnya daya ikat tanah dapat disebabkan oleh sifat porositas dan kelolosan air (permeabilitas) tanah maupun rekahan yang intensif dari tanah tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada seluruh pihak yang berkontribusi dalam penelitian ini terkhusus kepada PT. Vale Indonesia, Tbk yang telah memfasilitasi penulis selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, W. (2005). *Fundamental of Chemistry, Mineralogy, Weathering Processes and Laterit Information*. Sorowako: PT. International Nickel Indonesia.
- Bowles, J. E. (1991). *Sifat – Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah) Edisi Kedua*. Jakarta: Erlangga.
- Hartanto, D. (2013). Permodelan pergerakan Tanah Pada Lereng. *Jurnal Ilmiah*. Vol. 15, No.1.
- Krahn, J. (2004). *Stability Modelling with SLOPE/W, an Engineering Methodology*. Geo-slope International Ltd.