

# ANALISIS *MONITORING* PERGERAKAN LERENG TIMBUNAN *QUARRY* BATUGAMPING DI PT. CICATIH PUTRA SUKABUMI

Dimas Sulistio<sup>1</sup>, Andy Erwin Wijaya<sup>2</sup>, Supandi<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Jl. Babarsari No 1. Depok, Sleman, Yogyakarta.  
Telp: (0274) 485390, 486986 Fax: (0274) 487249

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, ITNY  
e-mail: <sup>1</sup>[dimassulistyo28@gmail.com](mailto:dimassulistyo28@gmail.com), <sup>2</sup>[andyerwin@itny.ac.id](mailto:andyerwin@itny.ac.id), <sup>3</sup>[supandi@itny.ac.id](mailto:supandi@itny.ac.id)

## ABSTRAK

PT. Cicatih Putra Sukabumi adalah salah satu tambang batu gamping yang menerapkan sistem *open pit*, dimana untuk mencapai target produksi harus dilakukan optimalisasi pada jenjang lereng. Optimalisasi ini dapat menyebabkan perubahan geometri lereng dari bentuk yang sudah ada menjadi lebih terjal, sehingga mengakibatkan faktor keamanan menurun dari kondisi awal. Dengan menurunnya faktor keamanan maka potensi longsoran akan semakin besar.

Sebelum lereng longsor, Dari penelitian yang didapatkan bahwa pergerakan lereng pada PT. Cicatih Putra Sukabumi untuk lereng pada titik 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 dan 11 yaitu 11 mm, 11 mm, 11 mm, 11 mm, 11 mm, 11 mm, 10 mm, 11 mm, 11 mm, 11 mm, 10 mm. Dari data tersebut pergerakan pada lereng masih tergolong aman. Dalam pemantauan ini digunakan *total station* sebagai instrumen untuk pemantauannya. perlunya dilakukan pemantauan lereng dimana hasil dari pemantauan lereng akan dibandingkan dengan kriteria – kriteria yang sudah ada.

Hasil yang didapatkan dari penelitian menunjukkan bahwa lereng tersebut aman, namun para pekerja yang melakukan kegiatan pertambangan di dekat lereng harus tetap berhati-hati karena ketika hujan lebat dalam waktu yang lama, pergerakan lereng akan meningkat sehingga bisa menimbulkan kelongsoran. Untuk menghindari hal yang tidak diinginkan baik dalam kondisi tersebut tidak ada kegiatan untuk sementara di sekitar area lereng.

**Kata Kunci:** pemantauan, lereng, kestabilan lereng.

## ABSTRACT

PT. Cicatih Putra Sukabumi is one of the limestone quarries that implements an *open pit* system, where to achieve the production target, optimization of the slope level must be carried out. This optimization can cause changes in the geometry of the slope from the existing form to be more steep, resulting in a decreased safety factor from the initial condition. The lower the safety factor, the greater the potential for landslides.

Before the landslide slope, From the research it was found that the movement of the slope at PT. Cicatih Putra Sukabumi for slopes at points 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 and 11 namely 11 mm, 11 mm, 11 mm, 11 mm, 11 mm, 11 mm, 10 mm, 11 mm, 11 mm, 11 mm, 10 mm. From these data, the movement on the slopes is still relatively safe. In this monitoring, a *total station* is used as an instrument for monitoring. the need for slope monitoring where the results of slope monitoring will be compared with existing criteria.

The results obtained from the study indicate that the slope is safe, but workers who carry out mining activities near the slope must remain careful because when it rains heavily for a long time, the movement of the slope will increase so that it can cause landslides. To avoid unwanted things, both in these conditions there are no activities for a while around the slope area

**Keywords:** monitoring, slope, slope stability.

## **1. PENDAHULUAN**

PT. Cicatih Putra Sukabumi adalah perusahaan tambang batugamping yang secara administrasi berada di Desa Kebun Manggu, Kecamatan Gunung Guruh, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat. Potensi batugamping di Indonesia sangat besar dan tersebar merata diseluruh Indonesia. Kekayaan sumber daya alam di Indonesia dan kemajuan teknologi yang semakin canggih sekarang ini telah memberikan dampak yang sangat positif pada segala bidang, khususnya pada kemajuan di bidang industri dan pertambangan. Perusahaan tambang yang memanfaatkan kemajuan teknologi salah satunya dengan cara memantau pergerakan lereng disposal menggunakan *total station*. Disposal atau tempat penimbunan ini harus direncanakan dengan baik agar timbunan tanah tersebut berada dalam kondisi stabil. Stabilitas lereng disposal tergantung pada faktor utama yakni karakteristik material timbunan. Karakteristik material ini memuat perilaku material yang berbeda dengan perilaku batuan insitu, sehingga stabilitas lereng disposal akan berbeda dengan stabilitas lereng batuan pada lokasi penambangan batugamping. Faktor lain yang mempengaruhi stabilitas lereng disposal adalah gaya-gaya dari luar yang bekerja pada lereng disposal. Gaya-gaya dari luar yang mempengaruhi kestabilan lereng disposal berupa getaran-getaran yang diakibatkan oleh kegiatan peledakan dan dari alat - alat yang bekerja pada daerah tersebut. Stabilisasi lereng disposal menjadi masalah yang membutuhkan perhatian yang lebih bagi kelangsungan kegiatan penambangan dan menjadi suatu hal yang menarik. Kegiatan yang dilakukan dalam mencapai target produksi penambangan adalah optimalisasi pada jenjang lereng. Optimalisasi ini dapat menyebabkan perubahan geometri lereng dari bentuk yang sudah ada menjadi lebih terjal, sehingga mengakibatkan faktor keamanan menurun dari kondisi awal. Dengan menurunnya faktor keamanan maka potensi longsor akan semakin besar.

Lereng adalah permukaan bumi yang membentuk sudut kemiringan tertentu dengan bidang horizontal (Muchtar and Anaperta, 2020). Lereng yang tidak aman dapat menimbulkan longsor dan memberikan gangguan, dapat menimbulkan kehilangan nyawa manusia, menyebabkan kerugian hilang dan rusaknya harta benda yang dimiliki perusahaan dan terganggunya kegiatan produksi yang mana semuanya akan menjadi kerugian waktu dan biaya bagi perusahaan. Untuk menganalisis kestabilan dari lereng, dibutuhkan data-data dari lereng tersebut agar kita dapat mengetahui kondisi dari lereng tersebut. Data-data yang akan diambil di lapangan tergantung dari metode apa yang akan digunakan dalam menganalisis kestabilan suatu lereng.

Metode-metode yang dapat digunakan untuk menganalisis kestabilan lereng sangat beragam. Penggunaan metode ini tergantung pada data yang tersedia, tingkat ketelitian perhitungan yang diperlukan, dan keluaran (*output*) yang diperlukan. Semakin teliti data yang digunakan untuk perhitungan kestabilan lereng ini, hasil yang diperoleh akan semakin mendekati kenyataan sebenarnya. Hal lain yang di perhatikan juga ialah kemampuan dari ahli geoteknik.

## **2. Metode Penelitian**

Dalam memecahkan permasalahan ini, dengan menggabungkan antara teori dan data-data lapangan, terutama data-data primer yang di dapat dari pemantauan lereng timbunan pada PT. Cicatih Putra Sukabumi dari keduanya di dapat pendekatan penyelesaian masalah. Adapun urutan pengerjaan penelitian sebagai berikut :

### **1. Studi *literature* dengan tujuan untuk mendapatkan data**

Penulis melakukan studi literatur dengan tujuan untuk sekunder awal yang berhubungan dengan penelitian yang di lakukan, sehingga di dapatkan referensi dan informasi sebagai dasar dalam menyelesaikan masalah yang akan di bahas. Data sekunder tersebut meliputi:

- a. Buku-buku yang berkaitan dengan analisis kestabilan lereng.
- b. Jurnal
- c. Data curah hujan daerah penelitian
- d. Data kesampaian daerah
- e. Data geologi regional

- f. Peta topografi
  - g. Peta kegempaan Indonesia
- Penelitian langsung di lapangan, meliputi:
- a. Orientasi lapangan  
Sebelum memulai penelitian terlebih dahulu dilakukan pengecekan lapangan, agar bisa menentukan lokasi mana yang akan diteliti.
  - b. Penentuan titik pengamatan  
Untuk titik pengamatan pada pemantauan diambil 11 titik yang posisinya tetap menggunakan paralon diberi paku pada setiap titik dan di tembak menggunakan *total station* sehingga data yang diperoleh valid.
2. Studi lapangan dilakukan dengan penelitian dan pengamatan langsung terhadap kondisi dan keadaan lapangan sekaligus dilakukan pengumpulan data primer yang meliputi:
- a. Obsevasi singkapan, meliputi deskripsi dan pengamatan variasi litologi, pembuatan profil batuan.
  - b. Pengukuran data lapangan, meliputi pengukuran arah perlapisan, geometri lereng aktual, kelongsoran aktual, dan muka air tanah.
  - c. Pengamatan di daerah penelitian dan pengambilan data dari beberapa titik pada disposal sementara.
  - d. Melakukan *monitoring* lereng timbunan dengan menggunakan *total station*.
  - e. Data tersebut di olah menggunakan *microsoft excel* dan *Autocad*.
3. Pengambilan Data antara lain :
- a. Data Primer
    - 1. Geometri Lereng  
Data - data yang diambil yaitu, tinggi lereng *overall slope* dan *single slope*, kemiringan lereng dan lebar *bench*. Kegiatan pengambilan data ini menggunakan meteran dan kompas.
    - 2. Litologi Lereng  
Data – data yang di ambil yaitu, material penyusun lereng dan kedalaman tiap lapisan. Kegiatan pengambilan data ini dilakukan dengan peninjauan langsung ke lereng tersebut dan menggunakan meteran.
    - 3. *Monitoring* lereng  
Data *monitoring* yang diambil yaitu dari dari pergerakan X, Y dan Z. Pengambilan data *monitoring* menggunakan satu sel *total station*, Pengambilan data *monitoring* di ambil 20 hari dan setiap hari 1 kali pengambilan data, faktor cuaca sangat berpengaruh pengambilan data di lapangan.
  - b. Data Sekunder
    - 1. Persebaran Bahan Galian
    - 2. Struktur Batuan
    - 3. Massa Batuan
    - 4. Kondisi Geologi
    - 5. Peta Kesampaian Daerah
    - 6. Peta Topografi
4. Akuisisi Data  
Data yang telah diperoleh yaitu, data primer dan data sekunder akan dikelompokan sesuai masing – masing data *monitoring* lereng timbunan.
5. Pengolahan data  
Dari data yang didapat kemudian akan diolah menggunakan *software microsoft excel* dan *Autocad*.
6. Analisis pengolahan data  
Data-data yang telah diolah di *Microsoft Excel* dan *Autocad* akan dianalisis untuk memberikan masukan ketidak pastian pendekatan faktor keamanan pada lereng timbunan, nantinya bisa digunakan sebagai alternatif untuk perbaikan.
7. Kesimpulan

Diperoleh setelah dilakukan analisis perbandingan hasil pengolahan data. Kesimpulan merupakan hasil akhir dari masalah yang dibahas dalam penelitian untuk menjawab dari tujuan *monitoring* lereng timbunan.

### 3. HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS

Tambang terbuka tersusun atas sekumpulan lereng yang terdiri dari lereng tunggal (single slope) dan lereng keseluruhan (overall slope) dengan dimensi tinggi dan sudut tertentu. Tinggi lereng adalah jarak vertikal dari bidang kaki (toe) hingga puncak lereng (crest), sedangkan sudut lereng adalah sudut yang dibuat antara garis yang menghubungkan kaki dan puncak lereng dengan garis horizontal (Febriadi and Anaperta, 2020).

Pada lereng yang akan diteliti merupakan lereng timbunan, terdiri dari material tanah lempung 70% dan batuan 30% pada disposal sementara, pit gunung kopi luas pit 2 Ha, Jarak antara lereng tambang timbunan dengan lahan perkebunan dan pemukiman radius 200 meter.

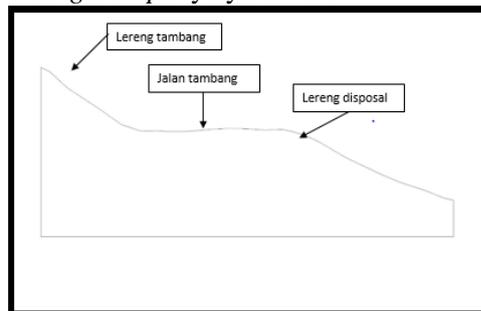


**Gambar 1.** Material Penyusun Lereng Timbunan Tanah dan Batuan

Area lereng yang akan diteliti adalah area lereng timbunan dimana dari hasil disposal sementara dari pit gunung kopi .

#### a. Geometri Lereng

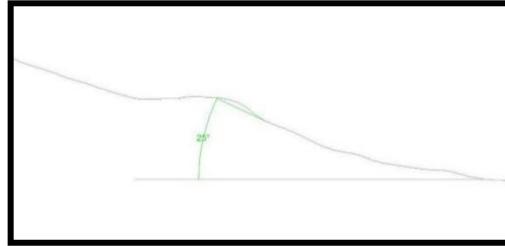
Lereng yang diteliti merupakan lereng timbunan yang berada di pit gunung kopi dimana keseluruhan lereng timbunan adalah disposal sementara. Lereng pada PIT tersebut hanya memiliki 1 jenjang dimana overall slope sekaligus single slope yang *benchnya* memiliki tinggi pada lereng yaitu 19 m. Untuk *single slopenya* yaitu  $25^\circ$ .



**Gambar 2.** Section lereng timbunan

#### b. Kondisi Perlapisan

Pada lereng di pit gunung kopi memiliki 1 lapisan terdiri tanah dan batuan, kemiringan yaitu  $25^\circ$ . Material lereng timbunan yang berwarna putih adalah disposal dari batu gamping klastik, material yang berwarna coklat adalah tanah Lempung.



Gambar 3. *single slope*

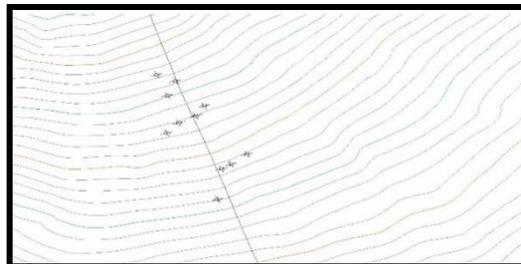
**3.1 Monitoring Lereng**

*Monitoring* lereng merupakan salah satu cara untuk mengetahui tingkat kestabilan dari lereng yang dilihat dari pergerakan lereng tersebut. Pada penelitian ini hasil data dari *monitoring* lereng akan dibandingkan dengan beberapa kriteria dan juga hasil dari sehingga pemantauan diketahui tingkat kestabilan dari lereng yang dipantau karena dari kriteria *zavodni* kita dapat mengetahui Batasan pergerakan perharinya ada perubahan *signifikan* atau tidaknya pada lereng timbunan.

Banyak cara dan instrumen yang bisa digunakan dalam pemantauan lereng, tergantung dari kondisi pada lereng dan ketersediaan alat di setiap perusahaan. Pada penelitian ini pemantauan lereng pada PT. Cicatih Putra Sukabumi dilakukan dengan cara manual yaitu, menggunakan satu set alat *total station*.

Dalam penelitian ini hanya difokuskan pada lereng timbunan di pit gunung kopi yang memiliki 1 jenjang, 1 *bench* yang lebarnya 4 meter dan 3 meter setiap lerengnya memiliki tinggi 6, 8 dan 8 meter dan tinggi keseluruhan dari lerengnya adalah 19 meter dan kemiringan lerengnya 25°.

Pengambilan data dari pergerakan lerengnya menggunakan *Total Station Sokia* dan dilakukan setiap hari. Pada pemantauan ini data yang diambil 11 titik saja.



Gambar 4. Titik pemantauan lereng timbunan

**3.2Langkah-Langkah Monitoring Lereng**

Untuk melakukan *monitoring* menggunakan *total station* sokia perhatikan langkah – langkah di bawah ini:

1. Persiapkan peralatan yang akan digunakan berupa *total station sokkia*, *tripod*, prisma dan meteran.
2. Tentukan lokasi untuk pemantauan serta lokasi *backsight*. *Backsight* adalah titik ikat dari lokasi pemantauan agar hasil pemantauan bisa valid.



Gambar 5. Lokasi *Backsight* b. Lokasi Pemantauan

3. Lokasi Pemantauan untuk berdirinya alat pada tabel 1.

**Table 1.** Koordinat Lokasi Berdirinya Alat

Alat	Koordinat		
	X	Y	Z
Total Station	9231067	706903	620
Prisma (backsight)	9231074	706913	621

4. Dirikan prisma untuk *backsight* dan *total station* untuk penembakan pada lokasi yang telah di tentukan.



**Gambar 6.** Total Station

5. Letakan *prisma* pada lokasi yang akan dipantau untuk total station tidak berpindah-pindah berdiri pada titik yang sama dimana titik berdirinya total station diberi tanda dengan tutup botol dipaku kedalam tanah maka daerah yang dipantau selalu sama agar dapat diketahui perpindahan saat total station menembakan target titik pemantauan



**Gambar 7.** Lokasi Penempatan Prisma untuk Pemantauan



**Gambar 8.** Contoh Daerah yang Dipantau

6. Arahkan Total station ke prisma yang didirikan.  
 7. Total station akan otomatis membaca koordinat dari prisma yang didirikan.  
 8. Ambil data yang telah tersimpan otomatis pada total station menggunakan *software* khusus untuk *total station* Sokia.

### 3.3 Hasil Monitoring Lereng

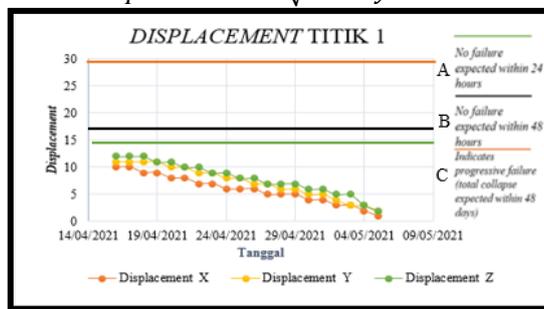
Setelah dilakukan pemantauan maka akan didapatkan data koordinat dari titik yang dipantau. Dari data koordinat yang kita ambil setiap harinya, maka akan didapatkan perbedaan dari koordinat lereng tersebut meskipun tidak signifikan.

### 3.4 Hasil Analisis Monitoring Lereng

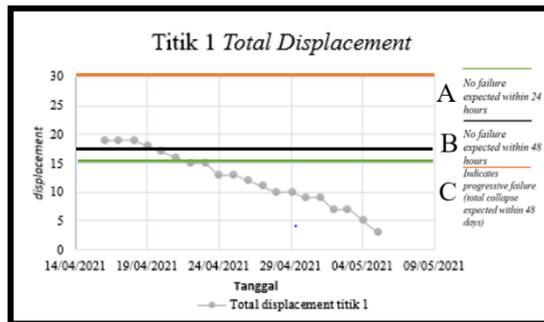
Pemantauan lereng dilakukan selama 20 hari, dimulai dari tanggal 16 April 2021 sampai 5 Mei 2021 namun pada tanggal 18-21 April 2021 dilakukan pemantauan dengan menunggu hujan reda dikarenakan kondisi cuaca yang tidak memungkinkan untuk dilakukan pemantauan saat hujan, selain akan berpengaruh terhadap keakurasian dari pembacaan alat juga bisa berdampak pada *total station*-nya jika terkena hujan. Hasil dari *monitoring* lereng yang sudah dicantumkan akan dibahas. Pada bab ini akan dibahas *Displacement* dari tiap lerengnya.

Setelah mendapatkan *Displacement* dari X, Y dan Z maka bisa diketahui *Total Displacement* dari lereng tersebut menggunakan rumus *phytagoras* :

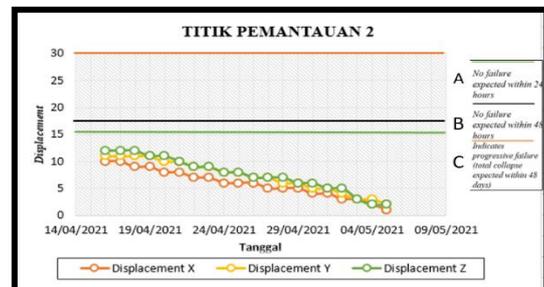
$$Total\ Displacement = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$



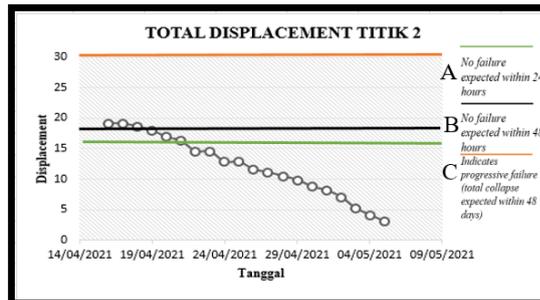
Gambar 9. Grafik *Displacement* Lereng titik 1 dan Berdasarkan Kriteria Zavodni Tahun 2001



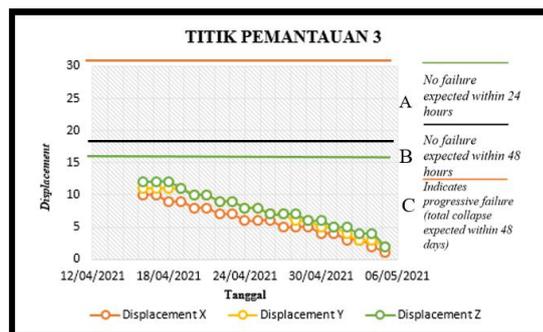
Gambar 10. Grafik *Total Displacement* Lereng titik 1 dan Berdasarkan Kriteria Zavodni Tahun 2001



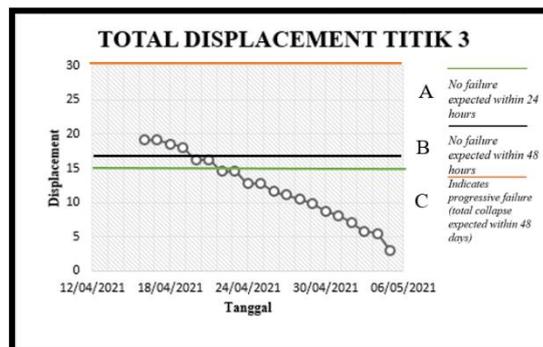
Gambar 11. Grafik *Displacement* Lereng titik 1 dan Berdasarkan Kriteria Zavodni Tahun 2001



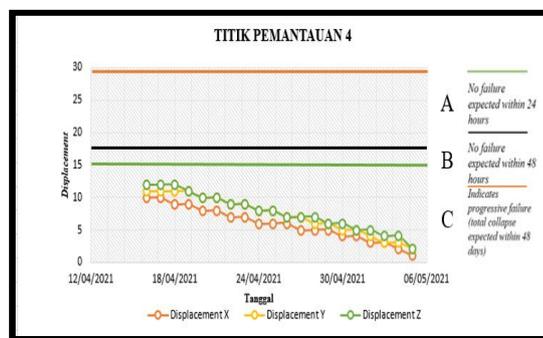
Gambar 12. Grafik *Total Displacement* Lereng titik 1 dan Berdasarkan Kriteria Zavodni Tahun 2001



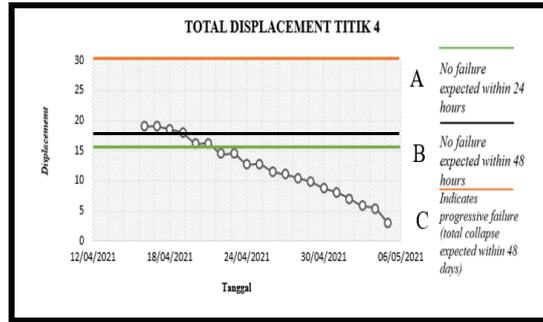
Gambar 13. Grafik *Displacement* Lereng titik 1 dan Berdasarkan Kriteria Zavodni Tahun 2001



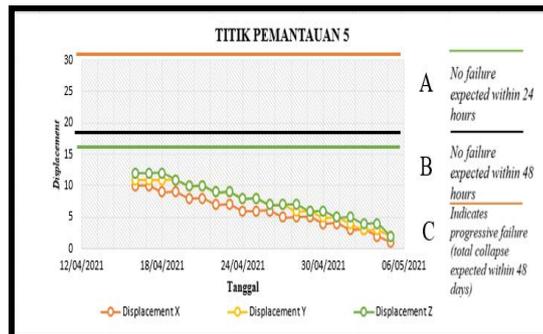
Gambar 14. Grafik *Total Displacement* Lereng titik 1 dan Berdasarkan Kriteria Zavodni Tahun 2001



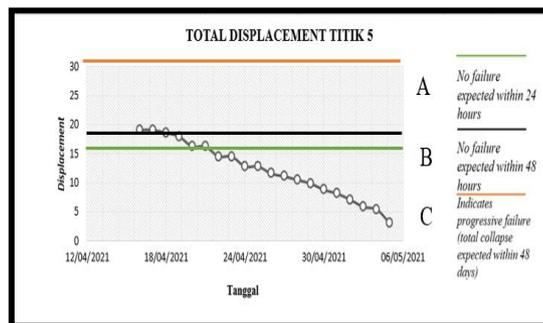
Gambar 15. Grafik *Displacement* Lereng titik 1 dan Berdasarkan Kriteria Zavodni Tahun 2001



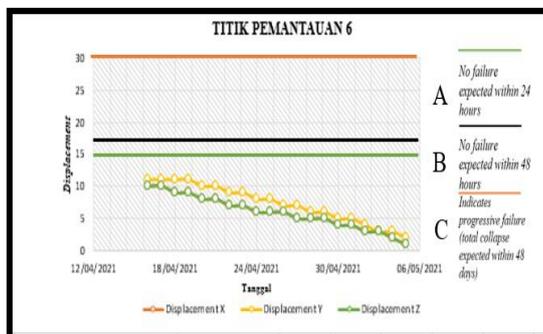
Gambar 16. Grafik *Total Displacement* Lereng titik 1 dan Berdasarkan Kriteria Zavodni Tahun 2001



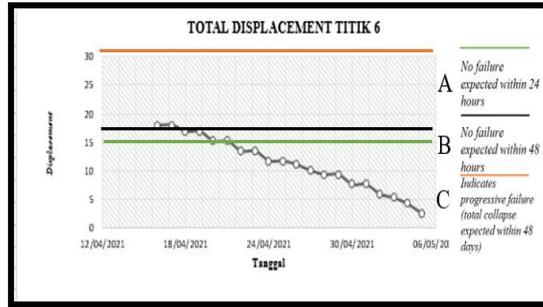
Gambar 17. Grafik *Displacement* Lereng titik 1 dan Berdasarkan Kriteria Zavodni Tahun 2001



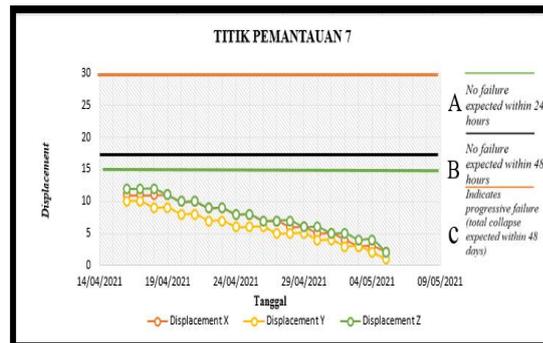
Gambar 18. Grafik *Total Displacement* Lereng titik 1 dan Berdasarkan Kriteria Zavodni Tahun 2001



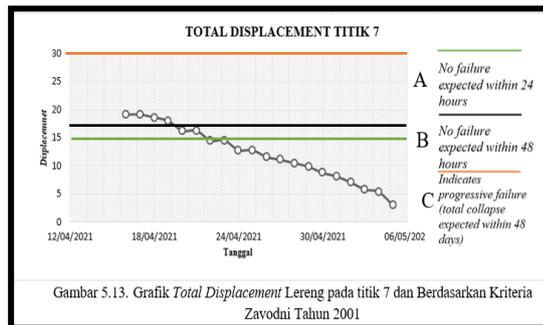
Gambar 19. Grafik *Displacement* Lereng titik 1 dan Berdasarkan Kriteria Zavodni Tahun 2001



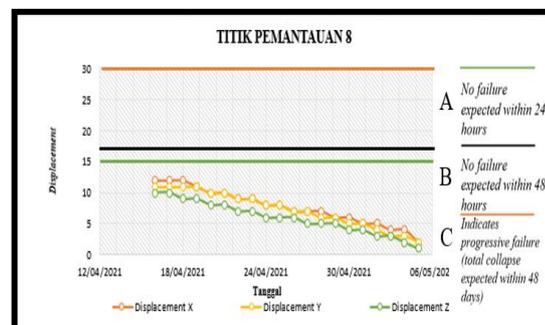
Gambar 20. Grafik *Total Displacement* Lereng titik 1 dan Berdasarkan Kriteria Zavodni Tahun 2001



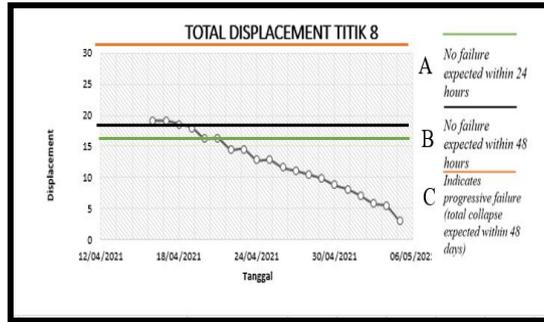
Gambar 21. Grafik *Displacement* Lereng titik 1 dan Berdasarkan Kriteria Zavodni Tahun 2001



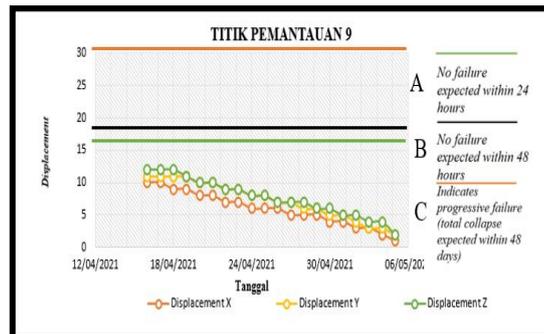
Gambar 22. Grafik *Total Displacement* Lereng titik 1 dan Berdasarkan Kriteria Zavodni Tahun 2001



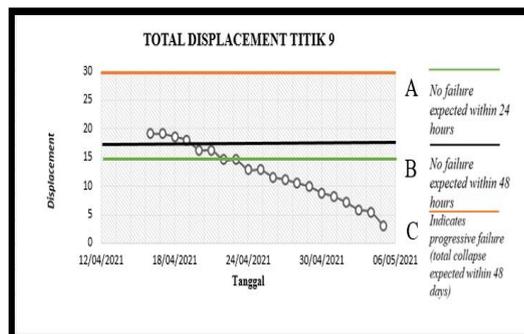
Gambar 23. Grafik *Displacement* Lereng titik 1 dan Berdasarkan Kriteria Zavodni Tahun 2001



Gambar 24. Grafik Total Displacement Lereng titik 1 dan Berdasarkan Kriteria Zavodni Tahun 2001



Gambar 25. Grafik Displacement Lereng titik 1 dan Berdasarkan Kriteria Zavodni Tahun 2001



Gambar 26. Grafik Total Displacement Lereng titik 1 dan Berdasarkan Kriteria Zavodni Tahun 2001

3.5. Arah Pergerakan Lereng

Arah pergerakan lerengnya bisa dilihat dari selisih koordinat awal dan koordinat akhir pada saat pemantauan. lereng timbunan yang ada memiliki orientasi N 181,1° E/80°. Untuk selisihnya bisa dilihat pada tabel dibawah ini:

Table 2. Selisih antara Pemantauan Awal dan Pemantauan Akhir

Titik	Komponen X(m)	Komponen Y (m)	Komponen Z (m)
1	-6	-8	-8
2	-5	-6	-7
3	-5	-6	-7
4	-5	-6	-7
5	-5	-6	-7
6	-5	-6	-5
7	-6	-5	-7
8	-7	-6	-5
9	-5	-6	-7
10	-7	-5	-6
11	-4	-6	-4
Total	-5,45	-6	-6,36

$$\text{Besar Vektor} = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} = \sqrt{-5,45^2 + -6^2 + -6,36^2} = 53 \text{ m}$$

Arah vektor terhadap sumbu x positif :

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{-6}{-5,45} = 1,1^\circ \theta = 180^\circ + 1,1^\circ = 181,1^\circ \text{ terhadap X berlawanan arah jarum jam.}$$

Dari tabel di atas selisih nilai Xnya minus untuk semua area, itu artinya arah pergerakan lerengnya searah dengan muka lereng yaitu mengarah ke arah barat daya sedangkan untuk selisih nilai Ynya positif untuk semua area, itu artinya arah untuk Ynya searah dengan arah utara.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka bisa ditarik beberapa kesimpulan:

- Dalam penelitian ini pemantauan lereng akan dilakukan menggunakan cara manual yaitu menggunakan *total station sokkia*.
- Dari hasil pemantauan yang dilakukan, *Total Displacement* dari lereng titik 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 yaitu 11 mm, 11 mm, 11 mm, 11 mm, 11 mm, 11 mm, 10 mm, 11 mm, 11 mm, 11 mm, 10 mm. Dari data tersebut bisa disimpulkan menurut kriteria Zavodni (2001) bahwa lereng tersebut tergolong aman. Namun ketika hujan lebat dalam kurun waktu yang lama, pergerakan lerengnya bisa melampaui batas yang disarankan.
- Untuk arah pergerakan Xnya searah dengan muka lereng dengan orientasi N181° /E80° dan untuk pergerakan Ynya searah dengan arah utara.
  - Geometri lerengnya yaitu, jumlah lereng = 1, jumlah *bench* = 1, tinggi lereng = 19 m, *single slope* = 25° Analisis perhitungan dan section yang digunakan adalah menggunakan *autocad* dan *Microsoft excel*.

#### 5. SARAN

Berdasarkan kesimpulan di atas maka saran yang diajukan untuk perusahaan :

Ketika hujan cukup deras ataupun sedang namun dalam waktu yang lama usahakan tidak ada kegiatan di puncak maupun kaki lereng karena hal tersebut dapat menimbulkan getaran maupun tekanan pada lereng yang masih jenuh sehingga membuat pergerakan dari lereng tersebut. Semakin besar dan ada kemungkinan untuk lereng tersebut longsor. Hal tersebut berbahaya bagi para pekerja maupun alat yang beroperasi di sekitar lereng Terus melanjutkan proses pemantauan untuk memantau kondisi dari lereng tersebut.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Dr. R. Andy Erwin Wijaya, S.T., M.T, Selaku Dosen Pembimbing I, Dr. Supandi, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing II, Dosen-dosen Teknik Pertambangan Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, dan teman-teman mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Febriadi, A. and Anaperta, Y. M. (2020) 'Analisis Kestabilan Lereng pada Blok Timur Tambang Muara Tiga Besar Utara PT. Bukit Asam Tbk, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan', *Bina Tambang*, 5(4), pp. 11–20.
- Muchtar, A. F. and Anaperta, Y. M. (2020) '... Prisma Untuk Mengetahui Pergerakan Pada Lereng Inpit dan Ekspit PT Sago Prima Pratama (J Resources) Site Seruyung Kecamatan Sebuk, Kabupaten Nunukan ...', *Bina Tambang*, pp. 1–10. Available at: <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/mining/article/view/107813>.