

**MONITORING DEFORMASI LERENG PADA TAMBANG BATUBARA  
PT MAHAKARYA BANGUN PERSADA  
SITE PT BUMI MERAPI ENERGI**

**(Tugas Akhir)**

**Oleh**

**Sekar Ayuni Achmad  
NPM 1905061032**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

**MONITORING DEFORMASI LERENG PADA TAMBANG BATUBARA  
PT MAHAKARYA BANGUN PERSADA  
SITE PT BUMI MERAPI ENERGI**

**Oleh**

**Sekar Ayuni Achmad**

**Tugas Akhir**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
Ahli Madya Teknik**

**Pada**

**Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

## ABSTRAK

### MONITORING DEFORMASI LERENG PADA TAMBANG BATUBARA PT MAHAKARYA BANGUN PERSADA SITE PT BUMI MERAPI ENERGI

Oleh

**SEKAR AYUNI ACHMAD**

PT Mahakarya Bangun Persada merupakan kontraktor pada bidang tambang batubara yang menggunakan metode tambang terbuka. Tambang terbuka identik dengan lereng, lereng tambang dapat terjadi longsor karena adanya beberapa faktor diantaranya adanya pengerukan, aliran air, dan juga curah hujan. Oleh karena itu, perlu dilakukan monitoring pergerakan lereng agar dapat terhindar dari longsor yang dapat menyebabkan proses penambangan korban jiwa.

Metode pemantauan deformasi yang digunakan dalam penelitian, dimana 11 titik pantau diamati setiap harinya selama 57 hari menggunakan alat *Total Station* dan *Reflector Sheet* sebagai acuan. Data pengukuran lapangan diolah menggunakan *software Microsoft Excel*.

Hasil dari penelitian ini rata-rata pergeseran horizontal X, GT 01-GT 11 Bulan Mei 2022 sebesar -0,00005 m, pergeseran terkecil horizontal X, sebesar -0,143 m, dan pergeseran terbesar horizontal , sebesar 0,1 m, rata-rata pergeseran horizontal Y, GT 01-GT 11 Bulan Mei 2022 sebesar -0,0005 m, nilai pergeseran terkecil horizontal Y, sebesar -0,244 m, dan pergeseran terbesar horizontal Y, sebesar 0,166 m, untuk rata-rata nilai Z adalah 0,002 m, nilai perubahan minimum Z adalah -0,092 m, dan perubahan maksimu Z adalah 0,06 m, rata-rata pergeseran horizontal X, GT 01-GT 11 Bulan Juni 2022 sebesar -0,0007 m, pergeseran terkecil horizontal X, sebesar -0,069 m, dan pergeseran terbesar horizontal X, sebesar 0,057 m, rata-rata pergeseran horizontal Y, GT 01-GT 11 Bulan Juni 2022 sebesar -0,0001 m, nilai pergeseran terkecil horizontal Y, sebesar -0,091 m, dan pergeseran terbesar horizontal Y sebesar 0,007 m, untuk rata-rata nilai Z adalah 0,0004 m, perubahan minimum Z adalah -0,09 m, dan perubahan maksimum Z adalah 0,086 m.

Kata Kunci: Pertambangan Batubara, Tanah Longsor, Faktor Pemicu.

## **ABSTRACT**

### **MONITORING SLOPE DEFORMATION AT PT MAHAKARYA BANGUN PERSADA COAL MINE PT BUMI MERAPI ENERGI SITE**

**By**

**SEKAR AYUNI ACHMAD**

PT Mahakarya Bangun Persada is a contractor in the field of coal mining that uses open pit mining methods. Open pit mines are identical to slopes, mine slopes can occur landslides due to several factors including dredging, water flow, and also rainfall. Therefore, it is necessary to monitor the slope movement in order to avoid landslides that can cause mining process casualties. The deformation monitoring method used in the study, where 11 monitoring points were observed every day for 57 days using Total Station and Reflector Sheet as reference. Field measurement data were processed using Microsoft Excel software. The results of this study are the average horizontal shift X, GT 01-GT 11 in May 2022 of -0.00005 m, the smallest horizontal shift X, of -0.143 m, and the largest horizontal shift, of 0.1 m, the average horizontal shift Y, GT 01-GT 11 in May 2022 amounted to -0.0005 m, the smallest horizontal Y shift value, amounted to -0.244 m, and the largest horizontal Y shift, amounted to 0.166 m, for the average Z value was 0.002 m, the minimum change value of Z was -0.092 m, and the maximum change of Z was 0, 06 m, the average horizontal shift of X, GT 01-GT 11 in June 2022 is -0.0007 m, the smallest horizontal shift of X, amounting to -0.069 m, and the largest horizontal shift of X, amounting to 0.057 m, the average horizontal shift of Y, GT 01-GT 11 in June 2022 is -0, 0001 m, the smallest horizontal Y shift value, amounting to -0.091 m, and the largest horizontal Y shift of 0.007 m, for the average Z value is 0.0004 m, the minimum change in Z is -0.09 m, and the maximum change in Z is 0.086 m.

**Keywords:** Coal Mining, Landslide, Triggering Factors.

## HALAMAN PENGESAHAN

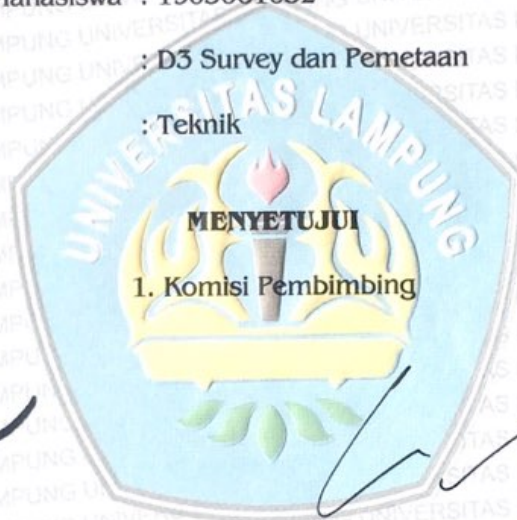
Judul Tugas Akhir : **MONITORING DEFORMASI LERENG PADA  
TAMBANG BATUBARA PT MAHAKARYA  
BANGUN PERSADA SITE PT BUMI MERAPI  
ENERGI**

Nama Mahasiswa : **Sekar Ayuni Achmad**


Nomor Pokok Mahasiswa : 1905061032


Program Studi : D3 Survey dan Pemetaan

Fakultas : Teknik

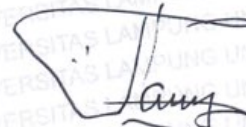


1. Komisi Pembimbing

  
**Citra Dewi. S.T., M.Eng**  
NIP 198201122008122001

  
**Eko Rahmadi. S.T., M.T**  
NIP 197102102005011002

2. Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika

  
**Ir. Fauzan Murdapa. M.T., IPM**  
NIP 196410121992031002

**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

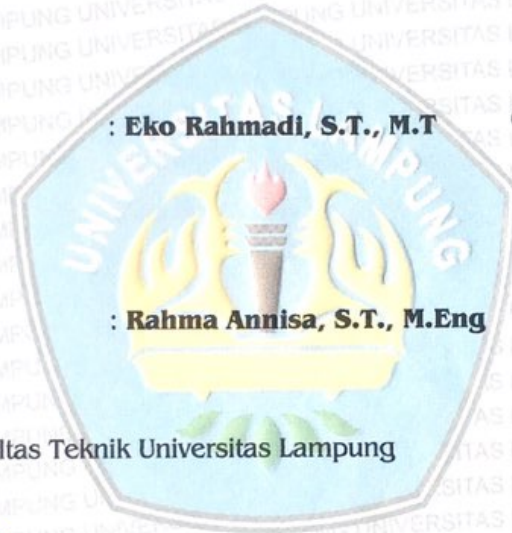
Ketua : **Citra Dewi, S.T., M.Eng** .....



Sekretaris : **Eko Rahmadi, S.T., M.T** .....



Penguji : **Rahma Annisa, S.T., M.Eng** .....



2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



**Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriwan, ST., M.Sc** }  
NIP. 197509282001121002

Tanggal Ujian Skripsi : **18 Juli 2023**

## PERNYATAAN KEASLIAN ASLI KARYA

Penulis adalah **SEKAR AYUNI ACHMAD** dengan NPM 1905061032 dengan ini menyatakan bahwa yang tertulis dalam Tugas Akhir ini adalah hasil karya penulis berdasarkan pengetahuan dan informasi yang telah penulis dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dengan hasil yang merujuk pada beberapa sumber seperti buku, jurnal, dan lain-lain. Demikian pernyataan ini penulis buat dengan keadaan sadar dan tidak dalam keterpaksaan, dan dapat dipertanggungjawabkan apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka penulis siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, Juli 2023  
Yang membuat pernyataan



Sekar Ayuni Achmad  
NPM 1905061032

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 25 Agustus 2001, penulis merupakan anak pertama dari pasangan Bapak Achmad Suhendri dan Ibu Herny Wahyuni.

Penulis menempuh pendidikan pertama di Taman Kanak-Kanak (TK) Al-Hidayah Bandar Lampung pada tahun 2005-2006. Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SDN 3 Sawah Lama pada tahun 2006-2013. Sekolah Menengah Pertama (SMP) ditempuh di SMPN 26 Bandar Lampung pada tahun 2013-2016. Dan pada Sekolah Menengah Pertama (SMA) dilanjutkan di SMAN 7 Bandar Lampung pada tahun 2016-2019.

Pada tahun 2019, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Program Studi D3 Survey dan Pemetaan, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.



## **MOTTO**

“Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain)”

(QS. Al-Insyirah:6-7)

“Terkadang orang dengan masa lalu paling kelam akan menciptakan masa depan paling cerah”

(Umar bin Khattab)

“Bukan seberapa cepat dan jangan bandingkan prosesmu dengan orang lain karena tidak semua bunga tumbuh mekar bersamaan”

(Penulis)

## PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang  
Dengan segala kerendahan hati dan rasa syukur ku persembahkan Tugas Akhir ini

Untuk Ayah dan Ibuku yang selalu mendukungku atas semua pilihanku, berkat  
doa kalian aku sampai di titik ini.

Untuk adik-adikku dan keluarga besarku yang selalu mendengarkan keluh  
kesahku.

Untuk pemilik NPM 1905061024 yang selalu menemaniku kemanapun dan dalam  
keadaan apapun.

Untuk teman-teman kecilku sejak 2007 hingga sekarang atas kritik dan saran yang  
membangun untuk melanjutkan hidup ini.

Untuk teman-teman Geng Tanah Air terima kasih atas bantuannya dan terima  
kasih untuk hal-hal yang mungkin akan menjadi cerita dikemudian hari.

Untuk angkatan 2019 atas kebersamaannya selama 4 tahun ini, *we are part of  
bitter-sweet memories, and now it's time for us to become a story*

## SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Program Studi D3 Teknik Survey dan Pemetaan Universitas Lampung. Semoga Tugas Akhir ini dapat menambah ilmu dan wawasan bagi para pembaca serta memberikan ide-ide untuk pengembangan ilmu pengetahuan kepada penulis dan pihak-pihak yang berkepentingan.

Selama penyusunan laporan ini, penulis mengalami banyak kesulitan, terutama karena kurangnya informasi yang mendukung. Namun, dengan saran dan bantuan dari berbagai pihak, laporan ini berhasil diselesaikan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Fauzan Murdapa, M.T. IPM selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Fakultas Teknik Universitas Lampung
2. Ibu Citra Dewi ST., M Eng. selaku Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir yang telah memberikan arahan dan masukan.
3. Bapak Eko Rahmadi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir yang telah memberikan saran dan masukan.
4. Ibu Rahma Anisa, S.T., M.Eng selaku Dosen Penguji Tugas Akhir terima kasih atas kritik dan sarannya.
5. Bapak Mitra Aldino S.T selaku Surveyor PT Mahakarya Bangun Persada dan selaku pembimbing lapangan yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat.
6. Seluruh Staff PT Mahakarya Bangun Persada.
7. Tim Survey PT Mahakarya Bangun Persada selaku rekan kerja yang telah memberikan ilmu dan bantuannya.

8. Semua teman-teman jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Angkatan 2019 atas bantuannya.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam bentuk apapun.

Oleh karena itu, penulis menerima kritik dan saran yang membangun guna memperbaiki penulisan dan materi penulisan laporan yang akan datang agar lebih baik.

Bandar Lampung, Mei 2023

Penulis,

Sekar Ayuni Achmad

NPM 1905061032

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR DIAGRAM</b> .....	<b>xv</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Maksud dan Tujuan Tugas Akhir .....	2
<b>II. TINJUAN PUSTAKA</b> .....	<b>3</b>
2.1. Pertambangan .....	3
2.2. Lereng.....	3
2.3. Longsor.....	4
2.4. Deformasi .....	5
2.5. Monitoring Lereng .....	6
<b>III. PELAKSANAAN TUGAS AKHIR</b> .....	<b>7</b>
3.1. Waktu dan Tempat Tugas Akhir .....	7
3.2. Alat dan Bahan .....	8
3.3. Metode Tugas Akhir.....	8
3.4. Tahap Pelaksanaan .....	10
3.4.1. Tahap Persiapan .....	10
3.4.2. Tahap Pengumpulan Data .....	10
3.4.3. Tahap Pengolahan Data.....	11
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>15</b>
4.1. Hasil <i>Monitoring</i> .....	15
4.2. Hasil Analisis <i>Monitoring</i> .....	16
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>70</b>
5.1. Simpulan.....	70
5.2. Saran .....	71
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>72</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1 Ilustrasi Area Pengukuran .....	4
2 Low Wall Lokasi Pemantauan .....	4
3 Lokasi Tugas Akhir.....	7
4 Tampilan Awal Topcon Link.....	11
5 Open file.....	12
6 Tampilan koordinat.....	12
7 Tampilan koordinat pada Microsoft Excel.....	12
8 Perhitungan pergeseran koordinat X dan Y.....	13
9 Perhitungan pergeseran vertikal.....	13
10 Pehitungan resultan.....	14
11 Plotting grafik laju deformasi.....	14
12 Klasifikasi tingkat status atau isyarat longsor.....	16
13 Grafik pergeseran horizontal GT 01 bulan Mei.....	18
14 Grafik pergeseran vertikal GT 01 bulan Mei.....	18
15 Grafik laju deformasi lereng GT 01 bulan Mei.....	19
16 Grafik pergeseran horizontal GT -2 bulan Mei.....	21
17 Grafik pergeseranvertikal GT 02 bulan Mei.....	21
18 Grafik laju deformasi lereng GT 02 bulan Mei.....	22
19 Grafik pergeseran horizontal GT 02 bulan Juni.....	24
20 Grafik pergeseran vertika GT 02 bulan Juni.....	24
21 Grafik laju deformasi lereng GT 02 bulan Juni.....	25
22 Grafik pergeseran horizontal GT 03 bulan Mei.....	27
23 Grafik pergeseran vertikal GT 03 bulan Mei.....	27
24 Grafik laju deformasi lereng GT 03 bulan Mei.....	28
25 Grafik pergeseran horizontal GT 03 bulan Juni.....	30
26 Grafik pergeseran vertikal GT 03 bulan Juni.....	30
27 Grafik laju deformasi lereng GT 03 bulan Juni.....	31
28 Grafik pergeseran horizontal GT 04 bulan Mei.....	33
29 Grafik pergeseran vertikal GT 04 bulan Mei.....	33
30 Grafik laju deformasi lereng GT 04 bulan Mei.....	34
31 Grafik pergeseran horizontal GT 04 bulan Juni.....	36
32 Grafik pergeseran vertikal GT 04 bulan Juni.....	36
33 Grafik laju deformasi lereng GT 04 bulan Juni.....	37

34	Grafik pergeseran horizontal GT 05 bulan Mei .....	39
35	Grafik pergeseran vertikal GT 05 bulan Mei .....	39
36	Grafik laju deformasi lereng GT 05 bulan Mei.....	40
37	Grafik pergeseran horizontal GT 05 bulan Juni.....	42
38	Grafik pergeseran vertikal GT 05 bulan Juni.....	42
39	Grafik laju deformasi lereng GT 05 bulan Juni .....	43
40	Grafik pergeseran horizontal GT 06 bulan Mei .....	45
41	Grafik pergeseran vertikal GT 06 bulan Mei .....	45
42	Grafik laju deformasi lereng GT 06 bulan Mei.....	46
43	Grafik pergeseran horizontal GT 06 bulan Juni.....	48
44	Grafik pergeseran vertikal GT 06 bulan Juni.....	48
45	Grafik laju deformasi lereng GT 06 bulan Juni .....	49
46	Grafik pergeseran horizontal GT 08 bulab Mei .....	50
47	Grafik pergeseran vertikal GT 08 bulan Mei .....	51
48	Grafik laju deformasi lereng GT 08 bulan Mei.....	51
49	Grafik pergeseran GT 08 bulan Juni .....	53
50	Grafik pergeseran GT 08 bulan Juni .....	53
51	Grafik laju deformasi lereng GT 08 bulan Juni .....	54
52	Grafik pergeseran horizontal GT 09 Mei .....	55
53	Grafik pergeseran vertikal GT 09 bulan Mei .....	56
54	Grafik laju deformasi lereng GT 09 bulan Mei.....	56
55	Grafik pergeseran horizontal GT 09 bulan Juni.....	58
56	Grafik pergeseran vertikal GT 09 bulan Juni.....	58
57	Grafik laju deformasi lereng GT 09 bulan Juni .....	59
58	Grafik pergeseran Horizontal GT 10 bulan Mei .....	60
59	Grafik pergeseran vertikal GT 10 bulan Mei .....	61
60	Grafik laju deformasi lereng GT 10 bulan Mei.....	61
61	Grafik pergeseran horizontal GT 10 bulan Juni.....	63
62	Grafik pergeseran vertikal GT 10 bulan Juni.....	63
63	Grafik laju deformasi lereng GT 10 bulan Juni .....	64
64	Pergeseran horizontal GT 11 bulan Mei .....	65
65	Grafik pergeseran vertikal GT 11 bulan Mei .....	66
66	Grafik laju deformasi lereng GT 11 bulan Mei.....	66
67	Grafik pergeseran horizontal GT 11 bulan Juni.....	68
68	Grafik pergeseran vertikal GT 11 bulan Juni.....	68
69	Grafik laju deformasi lereng GT 11 bulan Juni .....	69

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1 Nilai deformasi GT 01 bulan Mei .....	17
2 Nilai deformasi GT 02 bulan Mei .....	20
3 Nilai deformasi GT 02 bulan Juni .....	22
4 Nilai deformasi GT 03 bulan Mei .....	25
5 Nilai deformasi GT 03 bulan Juni .....	28
6 Nilai deformasi GT 04 bulan Mei .....	31
7 Nilai deformasi GT 04 bulan Juni .....	34
8 Nilai deformasi GT 05 bulan Mei .....	37
9 Nilai deformasi GT 05 bulan Juni .....	40
10 Nilai deformasi GT 06 bulan Mei .....	43
11 Nilai deformasi GT 06 bulan Juni .....	46
12 Nilai deformasi GT 08 bulan Mei .....	50
13 Nilai deformasi GT 08 bulan Juni .....	52
14 Nilai deformasi GT 09 bulan Mei .....	55
15 Nilai deformasi GT 09 bulan Juni .....	57
16 Nilai deformasi GT 10 bulan Mei .....	60
17 Nilai deformasi GT 10 bulan Juni .....	62
18 Nilai deformasi GT 11 bulan Mei .....	64
19 Nilai deformasi GT 11 bulan Juni .....	67



## DAFTAR DIAGRAM

Diagram	Halaman
1 Diagram Alir Kegiatan.....	9

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

PT Bumi Merapi Energi adalah perusahaan swasta yang bergerak di bidang pertambangan batubara yang berdiri tahun 2010 yang terletak di Kabupaten Lahat Sumatera Utara. PT Mahakarya Bangun Persada selaku kontraktor pada PT Bumi Merapi Energi yang sudah bekerjasama sejak tahun 2020 yang menggunakan metode tambang terbuka. Tambang terbuka identik dengan lereng yang dapat memicu tanah longsor yang dapat mengganggu proses pekerjaan.

Lereng tambang dapat terjadi longsor karena adanya beberapa faktor diantaranya adanya pengerukan, aliran air, dan juga curah hujan dapat menjadi faktor pemicu longsor. Oleh karena itu, perlu dilakukan monitoring pergerakan lereng agar dapat terhindar dari bahaya yang dapat menyebabkan proses penambangan korban jiwa. Longsor tambang merupakan potensi bahaya geoteknik yang dapat memengaruhi operasi penambangan (Juwinda, 2019).

Pemantauan lereng merupakan hal yang sangat penting dikarenakan adanya aliran sungai yang berada tidak jauh dari area pit, curah hujan juga menjadi faktor pendukung pergeseran lereng yang dapat menyebabkan longsor, dan juga penggalian juga dapat berpengaruh pada stabilitas lereng yang menyangkut pada keselamatan pekerja. Semakin dalam penambangan semakin besar kemiringan meningkat masalah stabilitas lereng menjadi sangat penting diperhatikan. (Insanu, 2020)

Zona bahaya yang teridentifikasi dapat didukung oleh fasilitas berupa sistem pemantauan yang mendeteksi perubahan deformasi lereng. Metode pemantauan menggunakan alat *Total Station* dari pemantauan menggunakan *Total Station* dihasilkan koordinat berupa X,Y,Z. Pemantauan dan sistem peringatan dini dapat mengurangi risiko kegagalan yang disebabkan oleh longoran lereng. Sistem pemantauan mendeteksi perubahan pola deformasi pada lereng yang akan terjadi longsor.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Berapa nilai pergeseran yang terjadi selama periode 1 Mei 2022 – 27 Juni 2022?
2. Bagaimana analisis deformasi yang terjadi selama periode 1 Mei 2022 sampai dengan 27 Juni 2022?

### **1.3. Batasan Masalah**

Mengingat besarnya permasalahan yang ada untuk menyederhanakan maka batasan masalah tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Lokasi Tugas Akhir dilaksanakan di PT Mahakarya Bangun Persada site PT Bumi Merapi Energi.
2. Pemantauan deformasi dilakukan dengan jumlah 6-11 titik pantau yang dilakukan selama 57 hari menggunakan alat Total Station yang menghasilkan data berupa pergerakan X, Y dan Z.
3. Metode yang digunakan pemantauan langsung menggunakan Total Station.

### **1.4. Maksud dan Tujuan Tugas Akhir**

Maksud dan tujuan tugas akhir ini adalah mengetahui pergerakan sehingga rencana penambangan dapat dilihat untuk meminimalkan dampak dari ketidakstabilan lereng.

## **II. TINJUAN PUSTAKA**

### **2.1. Pertambangan**

Pertambangan adalah setiap atau seluruh tahapan kegiatan pengelolaan mineral atau batubara termasuk eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengangkutan dan pemasaran, serta aktivitas pascatambang. (Undang Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara, 2009). Pertambangan di Indonesia memiliki 2 sistem yaitu:

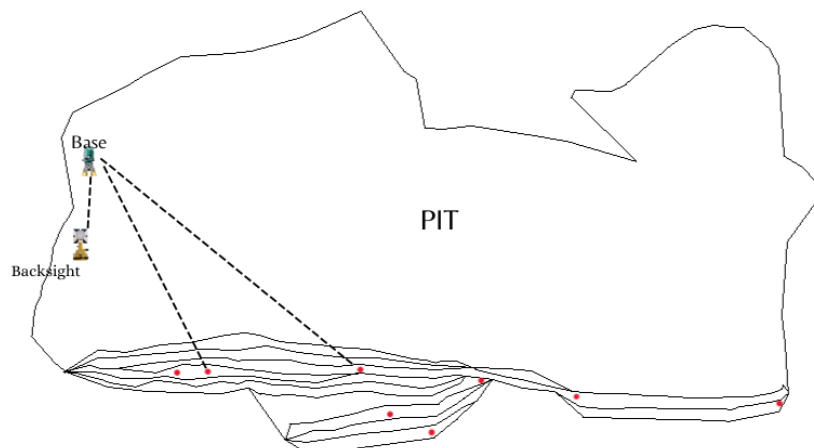
#### **A. Tambang Terbuka**

Sistem tambang terbuka biasanya diterapkan untuk bahan galian yang keterdapatannya dekat dengan bumi. Tambang terbuka dicirikan oleh bentuk tambang berbentuk corong (kerucut terbalik) di permukaan bumi. Di tambang terbuka, tanah penutup keruk dan diangkut ke suatu tempat pembuangan. (Mughtar & Anaperta, 2020)

### **2.2. Lereng**

Lereng adalah suatu bidang permukaan bumi yang menghubungkan tempat yang lebih tinggi ke tanah yang lebih rendah. Lereng yang tidak aman dapat menyebabkan tanah longsor dan menyebabkan gangguan, membahayakan kehidupan, menyebabkan kerusakan, rusaknya harta milik perusahaan dan terganggunya kegiatan.

Lereng yang terbentuk secara alami adalah: tebing sungai dan lereng di perbukitan, sedangkan lereng buatan yaitu: area penggalian dan dinding tambang terbuka (Afifa, 2022)



Gambar 1 Ilustrasi Area Pengukuran  
(Sumber: Sekar, 2023)

### A. *Low Wall*

*Low Wall* adalah dinding yang searah dengan kemiringan lapisan batuan atau bagian dinding yang di ambil batubaranya



Gambar 2 *Low Wall* Lokasi Pemantauan  
(Sumber: Sekar, 2023)

### 2.3. Longsoran

Tanah longsor didefinisikan sebagai gerakan massa campuran yang membentuk lereng berupa batu, puing-puing, tanah atau tanah campuran yang bergerak keluar/turun ketika melebihi kesetimbangan di mana gaya pendorong berada lebih besar dari daya tampung. Tanah longsor juga

ditentukan pergerakan batu atau tanah di bawah pengaruh gravitasi atau getaran.

## 2.4. Deformasi

Deformasi adalah pergeseran bentuk, posisi dari suatu benda. Deformasi lereng terjadi akibat adanya pergerakan, untuk mengetahui pergeseran tersebut, perlu dilakukan survey dan pemantauan lereng menggunakan metode deformasi. Pemantauan deformasi dapat dilakukan dengan alat *Total Station* dan *Reflector Sheet* sebagai acuan titik tembaknya, pengamatan dilakukan setiap harinya dengan tiga kali bidikan di setiap titiknya (Sahrul & Estiani, 2019)

Perhitungan deformasi dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut

### 1. Pergeseran Horizontal

Perhitungan pergeseran horizontal dengan menghitung pergeseran sumbu X dan pergeseran sumbu Y terlebih dahulu. Untuk mencari pergeseran sumbu X dan sumbu Y digunakan persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}dX &= X_n - X_{n+1} \\dY &= Y_n - Y_{n+1}\end{aligned} \quad \dots\dots\dots (1)$$

(Sumber: Septidwiandari, 2015)

Dimana:

$dX$  = Deformasi sumbu X

$dY$  = Deformasi sumbu Y

$X_n$  = Koordinat X untuk waktu ke-n

$Y_n$  = Koordinat Y untuk waktu ke-n

$X_{n+1}$  = Koordinat X untuk waktu ke-n+1

$Y_{n+1}$  = Koordinat Y untuk waktu ke-n+1

Setelah mendapatkan nilai dX dan dY, dilakukan perhitungan resultan untuk menghasilkan pergeseran horizontal dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Resutan} = \sqrt{dX^2 + dY^2} \dots\dots\dots (2)$$

(Sumber: Septidwiandari, 2015)

## 2. Pergeseran Vertikal

Perhitungan pergeseran vertikal yang dilakukan dengan menggunakan komponen Z. Nilai pada komponen Z tersebut kemudian dikurangi dengan nilai Z dihari sebelumnya atau dengan menggunakan persamaan sebagai berikut

$$dZ = Z_n - Z_{n+1} \dots\dots\dots (3)$$

(Sumber: Septidwiandari, 2015)

Dimana:

$dZ$  = Deformasi vertikal

$Z_n$  = Ketinggian waktu ke-n

$Z_{n+1}$  = Ketinggian waktu ke-n+1

### 2.5. Monitoring Lereng

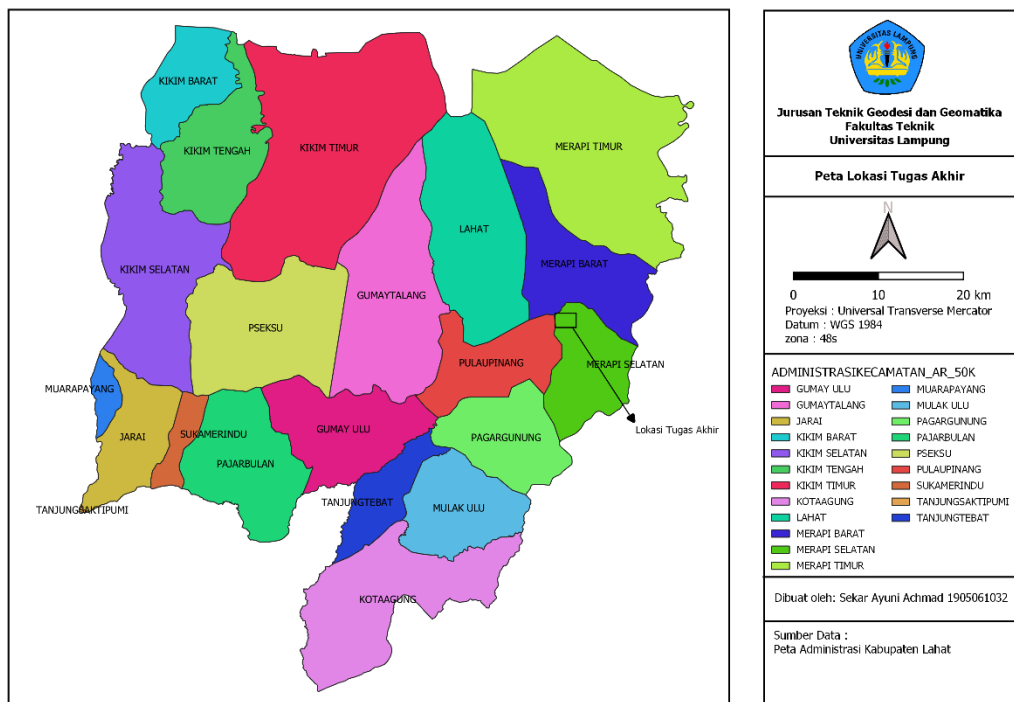
Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengukur pergerakan dengan cara memantau bagian atas lereng atau bagian tengah lereng. Pergerakan dalam arah horizontal dapat diukur dengan *Total Station*. Pengukuran menggunakan *prisma* menggunakan metode perpindahan kordinat, metode ini digunakan dengan cara mengukur X, Y, Z. Data pengukuran ini dapat digunakan untuk membedakan seberapa besar perbedaan antara koordinat hari sebelumnya dan koordinat pengukuran di hari tersebut (Sulistio dkk, 2022)

Data monitoring yang diambil yaitu dari dari pergerakan X, Y dan Z. Pengambilan data monitoring menggunakan *Total Station*. Pengambilan data monitoring di ambil 57 hari dan setiap hari 1 kali pengambilan data.

### III. PELAKSANAAN TUGAS AKHIR

#### 3.1. Waktu dan Tempat Tugas Akhir

Lokasi tugas akhir ini dilaksanakan di PT Mahakarya Bangun Persada site PT Bumi Merapi Energi yang berada di Desa Perangai, Kecamatan Merapi Selatan Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan



Gambar 3 Lokasi Tugas Akhir

(Sumber: Hasil Layout, 2023)



### 3.2. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini sebagai berikut:

a. Perangkat Keras (*Hardware*)

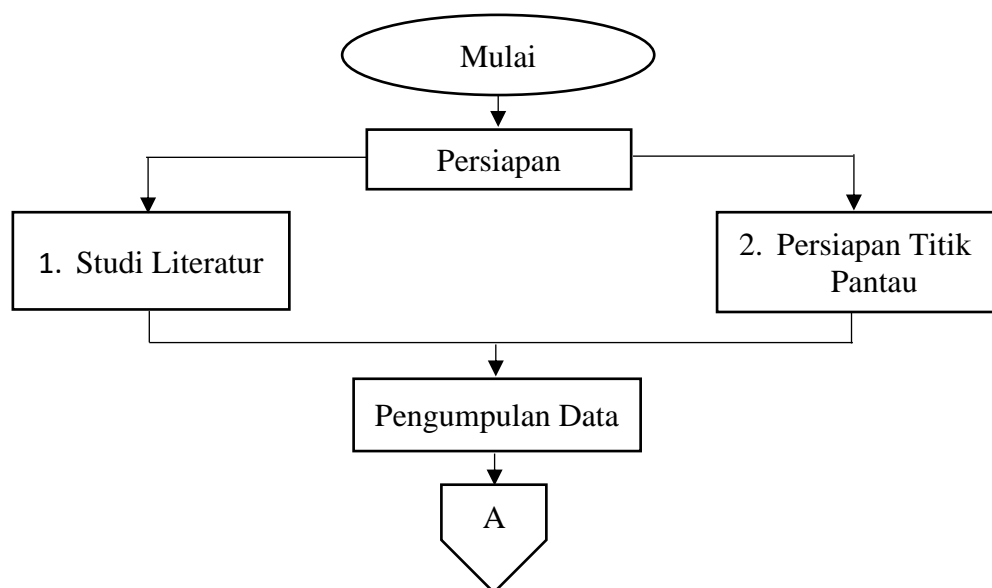
1. 1 Unit *Total Station*.
2. 2 Unit Statip
3. 1 Unit Prima+Tribrach.

b. Perangkat Lunak (*Software*)

1. *Topcon Link v.7.5*. digunakan untuk memindahkan data dari *Total Station* untuk men *download (import)* maupun *upload (export)* data.
2. *Microsoft Excel 2019* digunakan untuk menghitung selisih deformasi titik pantau.

### 3.3. Metode Tugas Akhir

Diagram alir penelitian ini merupakan proses penelitian yang dimulai dari persiapan, studi literatur dan persiapan titik pantau, pengumpulan data lapangan, pengolahan data dan plotting. Disajikan dalam bentuk diagram alir sebagai berikut:



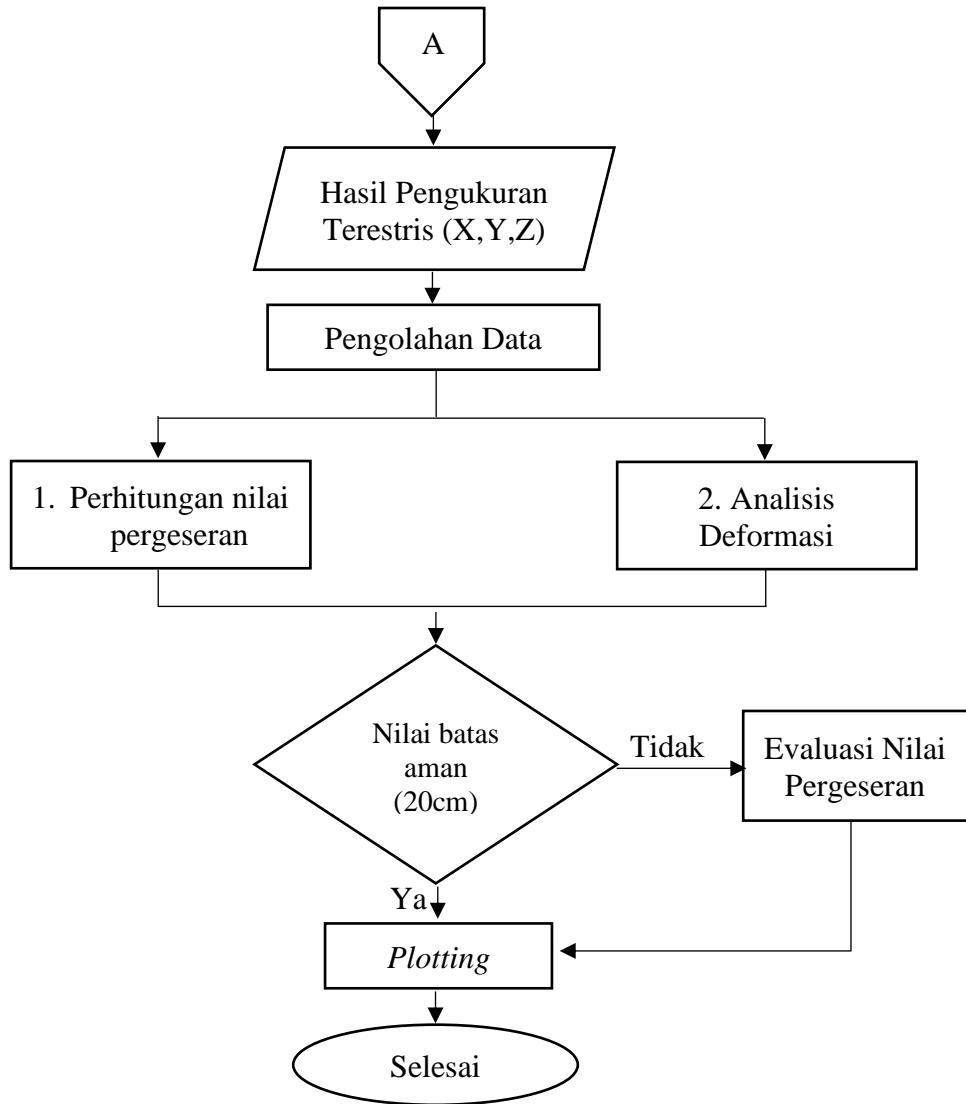


Diagram 1 Diagram Alir Kegiatan

### 3.4. Tahap Pelaksanaan

Berikut merupakan tahap-tahap yang di lakukan sebelum memulai kegiatan Tugas Akhir ini

#### 3.4.1. Tahap Persiapan

Sebelum melaksanakan Tugas Akhir terlebih dahulu melakukan persiapan untuk keberhasilan dalam pelaksanaan Tugas Akhir dapat tercapai dengan baik

##### a. Studi Literatur

Tahap persiapan selanjutnya yaitu studi literatur. Studi literatur adalah kegiatan literasi dan mencatat hal-hal yang menyangkut dengan penelitian.

##### b. Persiapan Titik Pantau

Titik pantau pengamatan berjumlah 11 titik, yang tersebar di area *Low Wall*.

#### 3.4.2. Tahap Pengumpulan Data

Data yang digunakan diperoleh dari pengukuran lapangan pada bulan Mei-Juni 2022 menggunakan *Total Station* dan *Reflectorsheet* yang berjumlah 11 titik pantau untuk mengetahui pergerakan lereng. Pengambilan data dilakukan setiap harinya jika tidak terjadi halangan yang menyebabkan tidak dapat dilakukan pengambilan data.

1. Dirikan statip dan *centring* alat ukur.
2. Membuat *job* baru sesuai tanggal pengamatan.
3. Masukkan koordinat berdirinya alat, koordinat *backsight*, tinggi alat, tinggi *backsight*.
4. Cek koordinat hasil bidikan *backsight* (selisih antara koordinat bidikan dan koordinat awal).
5. Pengamatan dilakukan dengan membidik *sheet reflector* sebagai target pemantauan.
6. Lakukan tiga kali bidikan dalam satu titik pemantauan bertujuan untuk mencari rata-rata koordinat pada titik tersebut.

7. Setelah selesai dilakukan pemantauan, *export* data kedalam *flashdisk*.

### 3.4.3. Tahap Pengolahan Data

Data hasil pengukuran dilakukan pengolahan melalui *Topconlink* untuk di import ke dalam *Microsoft Excel* untuk dilakukan perhitungan dan penggambaran yang disajikan dalam bentuk grafik.

#### Perhitungan Deformasi

Perhitungan deformasi dilakukan menggunakan *Microsoft Excel*, langkah-langkah menghitung deformasi sebagai berikut:

##### a. Pergeseran Horizontal

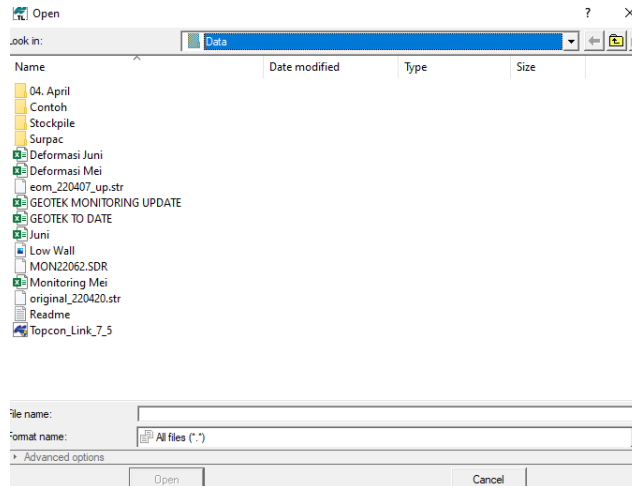
Untuk mencari pergeseran sumbu X dan sumbu Y digunakan persamaan sebagai berikut.

1. Membuka data dari *Total Station* menggunakan *software Topcon Link*.



Gambar 4 Tampilan Awal *Topcon Link*.

2. File yang hasil pengukuran yang telah di *download* dari *Total Station*.



Gambar 5 *Open file.*

3. Koordinat hasil pemantauan, *copy* untuk dilakukan perhitungan menggunakan *Microsoft Excel*.

Name	Ground North	Ground Easting	Elevation	Code	Control	Source	Note
1	9578750.849	348402.248	82.513	B5	None		
2	9578723.904	348395.182	81.997		None		
2-1	9578723.897	348395.182	81.999	B5C	None		
3	9578759.451	348546.450	64.791	AIR	None		
4	9578769.829	348532.071	64.817	AIR	None		
5	9578770.423	348532.820	64.829	AIR	None		
6	9578592.501	348579.830	105.204	GT02	None		
7	9578592.501	348579.830	105.212	GT02	None		
8	9578592.502	348579.831	105.214	GT02	None		
9	9578647.395	348446.539	87.241	GT03	None		
10	9578647.394	348446.534	87.243	GT03	None		
11	9578647.394	348446.534	87.244	GT03	None		
12	9578648.125	348431.470	87.303	GT04	None		
13	9578648.125	348431.470	87.302	GT04	None		
14	9578648.125	348431.471	87.302	GT04	None		
15	9578629.825	348802.105	96.764	GT05	None		
16	9578629.824	348802.106	96.764	GT05	None		
17	9578629.824	348802.108	96.764	GT05	None		
18	9578639.287	348887.568	95.076	GT06	None		
19	9578639.287	348887.571	95.074	GT06	None		
20	9578639.287	348887.571	95.076	GT06	None		
21	9578631.356	348862.107	90.334	GT08	None		

Gambar 6 Tampilan koordinat.

4. *Import* koordinat ke dalam *Microsoft Excel* untuk dilakukan perhitungan.

Icon	Name	Ground N	Ground E	Elevation	Code	Control	Source	Note
	1	9578751	348402.2	82.513	B5	None		
	2	9578724	348395.2	81.997		None		
	1-1	9578724	348395.2	81.999	B5C	None		
	3	9578759	348546.5	64.791	AIR	None		
	4	9578770	348532.1	64.817	AIR	None		
	5	9578770	348532.8	64.829	AIR	None		
	6	9578593	348579.8	105.204	GT02	None		
	7	9578593	348579.8	105.212	GT02	None		
	8	9578593	348579.8	105.214	GT02	None		
	9	9578647	348446.5	87.241	GT03	None		
	10	9578647	348446.5	87.243	GT03	None		
	11	9578647	348446.5	87.244	GT03	None		
	12	9578648	348431.5	87.303	GT04	None		
	13	9578648	348431.5	87.302	GT04	None		
	14	9578648	348431.5	87.302	GT04	None		
	15	9578630	348802.1	96.764	GT05	None		
	16	9578630	348802.1	96.764	GT05	None		
	17	9578630	348802.1	96.764	GT05	None		
	18	9578639	348887.6	95.076	GT06	None		
	19	9578639	348887.6	95.076	GT06	None		
	20	9578639	348887.6	95.076	GT06	None		
	21	9578631	348862.1	90.334	GT08	None		
	22	9578631	348862.1	90.337	GT08	None		
	23	9578631	348862.1	90.337	GT08	None		

Gambar 7 Tampilan koordinat pada *Microsoft Excel*.

5. Perhitungan pergeseran koordinat X dan Y untuk dapat menghitung resultan menggunakan rumus yang ada.

GT 02	N	E	Z	Tanggal	DEFORMASI GT 02	
					N	E
1 Juni 2022	9578592.512	348579.831	105.184			
2 Juni 2022	9578592.535	348579.856	105.175	2 Juni 2022	=B3-B2	0.025
3 Juni 2022	9578592.506	348579.827	105.157	3 Juni 2022	-0.029	-0.029
4 Juni 2022	9578592.503	348579.824	105.197	4 Juni 2022	-0.003	-0.003
5 Juni 2022	9578592.502	348579.823	105.193	5 Juni 2022	-0.001	-0.001
6 Juni 2022	9578592.477	348579.793	105.193	6 Juni 2022	-0.025	-0.03
7 Juni 2022	9578592.503	348579.822	105.2	7 Juni 2022	0.026	0.029
8 Juni 2022	9578592.487	348579.811	105.192	8 Juni 2022	-0.016	-0.011
9 Juni 2022	9578592.445	348579.771	105.196	9 Juni 2022	-0.042	-0.04
10 Juni 2022	9578592.479	348579.798	105.194	10 Juni 2022	0.034	0.027
11 Juni 2022	9578592.541	348579.85	105.18	11 Juni 2022	0.062	0.052
12 Juni 2022	9578592.534	348579.84	105.172	12 Juni 2022	-0.007	-0.01
13 Juni 2022	9578592.553	348579.868	105.184	13 Juni 2022	0.019	0.028
14 Juni 2022	9578592.499	348579.822	105.184	14 Juni 2022	-0.054	-0.046
15 Juni 2022	9578592.471	348579.798	105.18	15 Juni 2022	-0.028	-0.024
16 Juni 2022	9578592.5	348579.851	105.173	16 Juni 2022	0.029	0.053
17 Juni 2022	9578592.483	348579.785	105.174	17 Juni 2022	-0.017	-0.066
18 Juni 2022	9578592.47	348579.783	105.201	18 Juni 2022	-0.013	-0.002
19 Juni 2022	9578592.49	348579.8	105.184	19 Juni 2022	0.02	0.017
20 Juni 2022	9578592.501	348579.83	105.212	20 Juni 2022	0.011	0.03
21 Juni 2022	9578592.517	348579.838	105.19	21 Juni 2022	0.016	0.008
22 Juni 2022	9578592.495	348579.82	105.206	22 Juni 2022	-0.022	-0.018
23 Juni 2022	9578592.483	348579.806	105.2	23 Juni 2022	-0.012	-0.014
24 Juni 2022	9578592.484	348579.807	105.188	24 Juni 2022	0.001	0.001
25 Juni 2022	9578592.484	348579.807	105.19	25 Juni 2022	0	0
26 Juni 2022	9578592.524	348579.841	105.185	26 Juni 2022	0.04	0.034
27 Juni 2022	9578592.501	348579.83	105.197	27 Juni 2022	-0.023	-0.021

Gambar 8 Perhitungan pergeseran koordinat X dan Y.

6. Perhitungan pergeseran vertikal menggunakan rumus yang ada.

GT 02	N	E	Z	Tanggal	DEFORMASI GT 02		Tanggal	DEFORMASI	
					N	E		Z	
1 Juni 2022	9578592.512	348579.831	105.184						
2 Juni 2022	9578592.535	348579.856	105.175	2 Juni 2022	0.023	0.025	2 Juni 2022	=D3-D2	
3 Juni 2022	9578592.506	348579.827	105.157	3 Juni 2022	-0.029	-0.029	3 Juni 2022	-0.018	
4 Juni 2022	9578592.503	348579.824	105.197	4 Juni 2022	-0.003	-0.003	4 Juni 2022	0.04	
5 Juni 2022	9578592.502	348579.823	105.193	5 Juni 2022	-0.001	-0.001	5 Juni 2022	-0.004	
6 Juni 2022	9578592.477	348579.793	105.193	6 Juni 2022	-0.025	-0.03	6 Juni 2022	0	
7 Juni 2022	9578592.503	348579.822	105.2	7 Juni 2022	0.026	0.029	7 Juni 2022	0.007	
8 Juni 2022	9578592.487	348579.811	105.192	8 Juni 2022	-0.016	-0.011	8 Juni 2022	-0.008	
9 Juni 2022	9578592.445	348579.771	105.196	9 Juni 2022	-0.042	-0.04	9 Juni 2022	0.004	
10 Juni 2022	9578592.479	348579.798	105.194	10 Juni 2022	0.034	0.027	10 Juni 2022	-0.002	
11 Juni 2022	9578592.541	348579.85	105.18	11 Juni 2022	0.062	0.052	11 Juni 2022	-0.014	
12 Juni 2022	9578592.534	348579.84	105.172	12 Juni 2022	-0.007	-0.01	12 Juni 2022	-0.008	
13 Juni 2022	9578592.553	348579.868	105.184	13 Juni 2022	0.019	0.028	13 Juni 2022	0.012	
14 Juni 2022	9578592.499	348579.822	105.184	14 Juni 2022	-0.054	-0.046	14 Juni 2022	0	
15 Juni 2022	9578592.471	348579.798	105.18	15 Juni 2022	-0.028	-0.024	15 Juni 2022	-0.004	
16 Juni 2022	9578592.5	348579.851	105.173	16 Juni 2022	0.029	0.053	16 Juni 2022	-0.007	
17 Juni 2022	9578592.483	348579.785	105.174	17 Juni 2022	-0.017	-0.066	17 Juni 2022	0.001	
18 Juni 2022	9578592.47	348579.783	105.201	18 Juni 2022	-0.013	-0.002	18 Juni 2022	0.027	
19 Juni 2022	9578592.49	348579.8	105.184	19 Juni 2022	0.02	0.017	19 Juni 2022	-0.017	
20 Juni 2022	9578592.501	348579.83	105.212	20 Juni 2022	0.011	0.03	20 Juni 2022	0.028	
21 Juni 2022	9578592.517	348579.838	105.19	21 Juni 2022	0.016	0.008	21 Juni 2022	-0.022	
22 Juni 2022	9578592.495	348579.82	105.206	22 Juni 2022	-0.022	-0.018	22 Juni 2022	0.016	
23 Juni 2022	9578592.483	348579.806	105.2	23 Juni 2022	-0.012	-0.014	23 Juni 2022	-0.006	
24 Juni 2022	9578592.484	348579.807	105.188	24 Juni 2022	0.001	0.001	24 Juni 2022	-0.012	
25 Juni 2022	9578592.484	348579.807	105.19	25 Juni 2022	0	0	25 Juni 2022	0.002	
26 Juni 2022	9578592.524	348579.841	105.185	26 Juni 2022	0.04	0.034	26 Juni 2022	-0.005	
27 Juni 2022	9578592.501	348579.83	105.197	27 Juni 2022	-0.023	-0.021	27 Juni 2022	0.001	

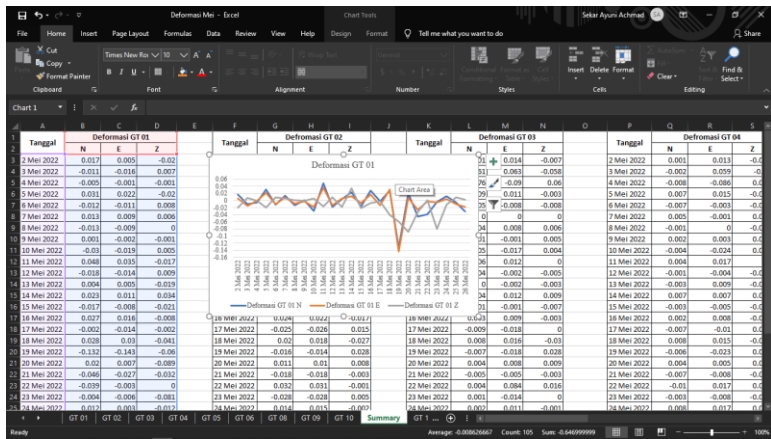
Gambar 9 Perhitungan pergeseran vertikal.

7. Lakukan perhitungan resultan untuk mendapatkan deformasi horizontal menggunakan rumus yang ada.

GT 02	N	E	Z	Tanggal	DEFORMASI GT 02	Tanggal	DEFORMASI	Tanggal	Resultan
					N E		Z		
1 Juni 2022	9578592.512	348579.831	105.184	2 Juni 2022	0.028	0.025	2 Juni 2022	-0.009	2 Juni 2022 *2+H3*2)
2 Juni 2022	9578592.535	348579.856	105.175	3 Juni 2022	-0.029	-0.029	3 Juni 2022	-0.018	3 Juni 2022 0.04101)
3 Juni 2022	9578592.506	348579.827	105.157	4 Juni 2022	-0.003	-0.003	4 Juni 2022	0.004	4 Juni 2022 0.00424)
4 Juni 2022	9578592.503	348579.824	105.197	5 Juni 2022	-0.001	-0.001	5 Juni 2022	-0.004	5 Juni 2022 0.00141)
5 Juni 2022	9578592.502	348579.823	105.193	6 Juni 2022	-0.025	-0.03	6 Juni 2022	0	6 Juni 2022 0.03905)
6 Juni 2022	9578592.477	348579.793	105.193	7 Juni 2022	0.026	0.029	7 Juni 2022	0.007	7 Juni 2022 0.03895)
7 Juni 2022	9578592.503	348579.822	105.2	8 Juni 2022	-0.016	-0.011	8 Juni 2022	-0.008	8 Juni 2022 0.01942)
8 Juni 2022	9578592.487	348579.811	105.192	9 Juni 2022	-0.042	-0.04	9 Juni 2022	0.004	9 Juni 2022 0.058)
9 Juni 2022	9578592.445	348579.771	105.196	10 Juni 2022	0.034	0.027	10 Juni 2022	-0.002	10 Juni 2022 0.04342)
10 Juni 2022	9578592.479	348579.798	105.194	11 Juni 2022	0.062	0.052	11 Juni 2022	-0.014	11 Juni 2022 0.08092)
11 Juni 2022	9578592.541	348579.85	105.18	12 Juni 2022	-0.007	-0.01	12 Juni 2022	-0.008	12 Juni 2022 0.01221)
12 Juni 2022	9578592.534	348579.84	105.172	13 Juni 2022	0.019	0.028	13 Juni 2022	0.012	13 Juni 2022 0.03384)
13 Juni 2022	9578592.553	348579.868	105.184	14 Juni 2022	-0.054	-0.046	14 Juni 2022	0	14 Juni 2022 0.07094)
14 Juni 2022	9578592.499	348579.822	105.184	15 Juni 2022	-0.028	-0.024	15 Juni 2022	-0.004	15 Juni 2022 0.03688)
15 Juni 2022	9578592.471	348579.798	105.18	16 Juni 2022	0.029	0.053	16 Juni 2022	-0.007	16 Juni 2022 0.06942)
16 Juni 2022	9578592.5	348579.851	105.173	17 Juni 2022	-0.017	-0.066	17 Juni 2022	0.001	17 Juni 2022 0.06815)
17 Juni 2022	9578592.483	348579.785	105.174	18 Juni 2022	-0.013	-0.002	18 Juni 2022	0.027	18 Juni 2022 0.01315)
18 Juni 2022	9578592.47	348579.783	105.201	19 Juni 2022	0.02	0.017	19 Juni 2022	-0.017	19 Juni 2022 0.02625)
19 Juni 2022	9578592.49	348579.8	105.184	20 Juni 2022	0.011	0.03	20 Juni 2022	0.028	20 Juni 2022 0.03195)
20 Juni 2022	9578592.501	348579.83	105.212	21 Juni 2022	0.016	0.008	21 Juni 2022	-0.022	21 Juni 2022 0.01789)
21 Juni 2022	9578592.517	348579.838	105.19	22 Juni 2022	-0.022	-0.018	22 Juni 2022	0.016	22 Juni 2022 0.02843)
22 Juni 2022	9578592.495	348579.82	105.206	23 Juni 2022	-0.012	-0.014	23 Juni 2022	-0.006	23 Juni 2022 0.01844)
23 Juni 2022	9578592.483	348579.806	105.2	24 Juni 2022	0.001	0.001	24 Juni 2022	-0.012	24 Juni 2022 0.00141)
24 Juni 2022	9578592.484	348579.807	105.188	25 Juni 2022	0	0	25 Juni 2022	0.002	25 Juni 2022 0)
25 Juni 2022	9578592.484	348579.807	105.19	26 Juni 2022	0.04	0.034	26 Juni 2022	-0.005	26 Juni 2022 0.0525)
26 Juni 2022	9578592.524	348579.841	105.185	27 Juni 2022	-0.023	-0.021	27 Juni 2022	-0.013	27 Juni 2022 0.05114)
27 Juni 2022	9578592.501	348579.83	105.197						

Gambar 10 Pehitungan resultan.

8. *Plotting* pada *Microsoft Excel* untuk pembuatan grafik.



Gambar 11 *Plotting* grafik laju deformasi

9. Setelah dilakukan *plotting*, selanjutnya analisis deformasi dari data tersebut.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil pemantauan deformasi dan data *monitoring* menggunakan *total station*, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Rata-rata pergeseran horizontal X, GT 01-GT 11 Bulan Mei 2022 sebesar -0,00005 m, nilai pergeseran terkecil horizontal X sebesar -0,143 m, dan pergeseran terbesar horizontal X sebesar 0,1 m.
2. Rata-rata pergeseran horizontal Y, GT 01-GT 11 Bulan Mei 2022 sebesar -0,00005 m, nilai pergeseran terkecil horizontal Y sebesar -0,244 m, dan pergeseran terbesar horizontal Y sebesar 0,166 m.
3. Untuk rata-rata nilai Z, GT 01-GT 11 bulan Juni adalah 0,002 m, nilai perubahan minimumnya adalah -0,092 m, dan nilai perubahan maksimumnya adalah 0,06 m
4. Rata-rata pergeseran horizontal X, GT 01-GT 11 Bulan Juni 2022 sebesar -0,00007 m, nilai pergeseran terkecil horizontal X sebesar -0,069 m, dan pergeseran terbesar horizontal X sebesar 0,057 m.
5. Rata-rata pergeseran horizontal Y, GT 01-GT 11 Bulan Juni 2022 sebesar -0,00001 m, nilai pergeseran terkecil horizontal Y sebesar -0,091 m, dan pergeseran terbesar horizontal Y sebesar 0,007 m.
6. Untuk rata-rata nilai Z, GT 01-GT 11 bulan Juni adalah 0,0004 m, nilai perubahan minimumnya adalah -0,09 m, dan nilai perubahan maksimumnya adalah 0,086 m.



7. Dari penelitian ini pada titik pemantauan GT 01 pada tanggal 27 Mei 2022 dapat diasumsikan bahwa aktivitas penambangan seperti pengerukan, dan curah hujan yang tinggi atau menengah dan berlangsung lama sangat berperan dalam memicu terjadinya gerakan tanah. dan juga jenis material di lereng berpengaruh terhadap stabilitas lereng tersebut. yang menyebabkan titik pantau GT 01 tertimbun oleh tanah.

## **5.2. Saran**

Berdasarkan hasil analisis pengolahan data dalam tugas akhir ini, maka saran yang bisa diberikan untuk pemeriksaan lebih lanjut yaitu saat hujan cukup deras atau sedang, dalam waktu yang lama atau tidak usahakan untuk menghindarinya di bagian atas atau bawah lereng karena hal ini akan menimbulkan getaran dan tekanan pada lereng, semakin besar dan ada kemungkinan keruntuhan pada lereng. Ini berbahaya bagi para pekerja dan alat yang bekerja di sekitar lereng. Selalu lakukan proses pemantauan untuk memantau kondisi lereng

## DAFTAR PUSTAKA

- Afifa, R. H. (2022). Analisis Kestabilan Lereng Highwall dan Lowwall Menggunakan Limit Equilibrium. *Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah*, 10.
- Fadillah, R., Yuwono, B. D., & Sudarsono, B. (2017). Studi Deformasi Waduk Pendidikan Diponegoro. *Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro*, 76.
- Insanu, R. K. (2020). Pemantauan Pergerakan Lereng Menggunakan Total Station. *Prosiding Forum Ilmiah Tahunan (FIT)- Ikatan Surveyor Indonesia (ISI), Teknik Geodesi UNDIP*, 1.
- Juwinda, A. (2019). Analisis Kestabilan Lereng Pada Tambang Terbuka. *Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang*, 1.
- Muchtar, A. F., & Anaperta, Y. M. (2020). Monitoring Lereng Menggunakan Prisma Untuk Mengetahui Pergerakan pada Lereng Inpit dan Ekspit. *Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*, 2-3.
- Sahrul, & Estiani, V. (2019). Analisis Deformasi Lereng Menggunakan Metode Monitoring pada Lereng Jalan. *Universitas Sembilanbelas November Kolaka*, 181.
- Septidwiandari. (2015). Pengolahan dan Analisis Data Deformasi Gunung Guntur, Jawa Barat dengan Metode Survei GPS. *Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya*, 34.
- Sulistio, D., Wijaya, A. E., & Supandi. (2022). Analisis Monitoring Pergerakan Lereng Timbunan Quarry Batugamping. *Institut Teknologi Nasional Yogyakarta*, 25.

*Undang Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara. (2009).*

Zed, M. (2008). *Metode Penelitian Kepustakaan. Yayasan Obor, 3.*