

SKRIPSI

**ANALISIS KEMANTAPAN LERENG DITINJAU DARI
KOMPOSISI MINERAL PADA FORMASI LERENG
TIMBUNAN *OVERBURDEN* DI MTBU UNIT
PERTAMBANGAN TANJUNG ENIM
UPTE PT BUKIT ASAM (PERSERO) TBK**



OLEH

ALYA ZEIN ATAARIQ

03021281924113

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

SKRIPSI

ANALISIS KEMANTAPAN LERENG DITINJAU DARI KOMPOSISI MINERAL PADA FORMASI LERENG TIMBUNAN *OVERBURDEN* DI MTBU UNIT PERTAMBANGAN TANJUNG ENIM UPTE PT BUKIT ASAM (PERSERO) TBK

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



OLEH

ALYA ZEIN ATAARIQ

03021281924113

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KEMANTAPAN LERENG DITINJAU DARI KOMPOSISI MINERAL PADA FORMASI LERENG TIMBUNAN *OVERBURDEN* DI MTBU UNIT PERTAMBANGAN TANJUNG ENIM UPTE PT BUKIT ASAM (PERSERO) TBK

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

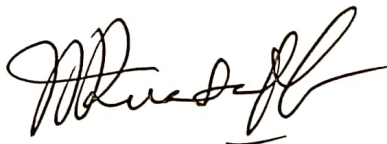
Oleh :

ALYA ZEIN ATAARIQ

03021281924113

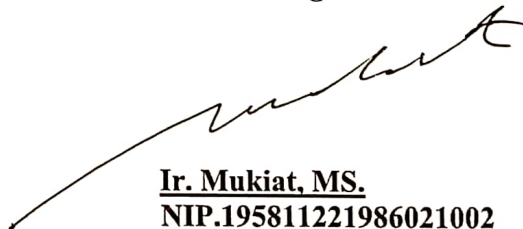
Indralaya, Juni 2023

Pembimbing I



Dr. Ir. H. Marwan Asof, DEA.
NIP. 195811111985031007

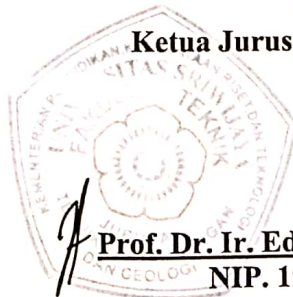
Pembimbing II



Ir. Mukiat, MS.
NIP.195811221986021002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Pertambangan



Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S., CP., IPU.
NIP. 196211221991021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Alya Zein Ataariq

NIM : 03021281924113

Judul : Analisis Kemantapan Lereng Ditinjau Dari Komposisi Mineral pada Formasi Lereng Timbunan *Overburden* di MTBU Unit Pertambangan Tanjung Enim UPTE PT Bukit Asam (Persero) Tbk

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasi hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai Penulis korespondensi (corresponding author).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun

Indralaya, Juni 2023



Alya Zein Ataariq
NIM. 03021281924113

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Alya Zein Ataariq

NIM : 03021281924113


Judul : Analisis Kemantapan Lereng Ditinjau Dari Komposisi Mineral pada Formasi Lereng Timbunan *Overburden* di MTBU Unit Pertambangan Tanjung Enim UPTE PT Bukit Asam (Persero) Tbk

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi oleh tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat, apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun



Indralaya, Juni 2023



Alya Zein Ataariq
NIM. 03021281924113

RIWAYAT HIDUP



Alya Zein Ataariq merupakan anak pertama dari 3 bersaudara, putri dari pasangan Zainal dan Sumarni. Lahir di Jakarta pada tanggal 26 Agustus 2001. Mempunyai 2 saudara laki-laki bernama Muhammad Rafli dan Ghailan Al Faris. Mengawali Pendidikan tingkat dasar di SD Negeri 138 Kota Jambi pada tahun 2007. Pada tahun 2013 melanjutkan Pendidikan tingkat menengah pertama di SMP Negeri 14 Kota Jambi dan pada tahun 2019 telah menyelesaikan Pendidikan tingkat menengah atas di SMA Negeri 6 Jambi. Kemudian melanjutkan Pendidikan di Universitas Sriwijaya Fakultas Teknik Jurusan Teknik Pertambangan melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya, penulis aktif menjadi anggota dan sekretaris departemen Pusat Penelitian dan Pengembangan Persatuan Mahasiswa Pertambangan (Puslitbang Permata) FT Unsri periode 2020/2022. Penulis juga aktif sebagai Sekretaris Pelaksana Event Parade Tambang (PARTAM) 2022.

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**ALHAMDULILLAH, ALHAMDULILLAH, ALHAMDULILLAH
TERIRING RASA SYUKURKU KEPADA ALLAH SWT DAN
SHALAWAT ATAS RASULULLAH SAW**

SKRIPSI INI KUPERSEMBAHKAN UNTUK :

Orang tua tercinta ayahku Zainal, Ibuku Sumarni, Adikku Muhammad Rafli dan Ghailan Al Faris, serta keluarga besarku yang selalu mendukung, menyayangi, dan mendoakan. Sahabat dan teman Teknik Pertambangan terkasih.

KATA PENGANTAR

Puji syukur hanya kepada Allah Subhanahu Wata'ala yang telah memberikan berkah, rahmat dan karunia-Nya sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Tugas Akhir ini berjudul “Analisis Kemantapan Lereng Ditinjau dari Komposisi Mineral pada Formasi Lereng Timbunan *Overburden* di MTBU Unit Pertambangan Tanjung Enim UPTE PT Bukit Asam (Persero) Tbk.”

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Dr. Ir. H. Marwan Asof, DEA. dan Ir. Mukiat, MS., selaku pembimbing pertama dan pembimbing kedua yang telah banyak membimbing dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Terimakasih juga kepada semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Prof. Dr. Anis Saggaf, MSCE selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, MT,. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S., CP., IPU. dan Rosihan Pebrianto, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Seluruh dosen pengajar dan staff karyawan Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.

Penyelesaian Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun diharapkan guna perbaikannantinya. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi PT Bukit Asam (Persero) Tbk Dan Mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.

Indralaya, Februari 2023

Penulis

RINGKASAN

ANALISIS KEMANTAPAN LERENG DITINJAU DARI KOMPOSISI MINERAL PADA FORMASI LERENG TIMBUNAN *OVERBURDEN* DI MTBU UNIT PERTAMBANGAN TANJUNG ENIM UPTA PT BUKIT ASAM (PERSERO) TBK.

Karya tulis ilmiah berupa laporan Tugas Akhir, Februari 2023

Alya Zein Ataariq, Dibimbing oleh Dr. Ir. H. Marwan Asof, DEA. dan Ir. Mukiat, MS.

Slope Steadiness Analysis in Terms of Mineral Composition of *Overburden* Heap Slope Formation In Mtbu Tanjung Enim Upta Mining Unit of Pt Bukit Asam (Persero) Tbk

xv + 47 Halaman, 32 Gambar, 7 Tabel, 14 Lampiran

RINGKASAN

Kestabilan lereng menjadi faktor penting dari keberlanjutan proses penambangan, lereng yang stabil akan mengurangi potensi kerugian akibat terjadinya kelongsoran. Area *Waste dump/disposal* yaitu daerah pada suatu operasi tambang terbuka yang dijadikan tempat membuang material kadar rendah dan/atau material bukan bijih seperti *overburden* dan *interburden*. Lereng timbunan blok timur Muara Tiga Besar Utara merupakan area penimbunan dengan metode *in-pit dump* dengan Panjang lereng 140 m, tinggi lereng berkisar antara 43 – 48 meter, dan sudut keseluruhan sebesar 17° - 19° , jenis tanah pada lereng timbunan merupakan tanah dengan nilai kohesi berkisar antara 21,5 – 25,9, sudut geser dalam 11,3 – 14,21, dan unit weight sebesar 16,95 – 17,98, dengan FK terbesar yaitu 1,22 dan FK terkecil 1,049 pada kategori ini lereng termasuk dalam kondisi yang kritis dikarenakan nilai faktor keamanan menunjukkan angka dalam rentang 1,04 - 1,22. Hasil uji XRF menunjukkan kadar lempung dengan nilai kohesi terendah mengandung kadar Fe (besi) yang tinggi, keterdapatannya unsur besi merupakan penunjuk bahwa jenis mineral lempung yang terkandung ialah *montmorillonite*, *montmorillonite* merupakan jenis mineral lempung dengan kemampuan ekspansif yang tinggi namun memiliki permeabilitas yang rendah sehingga air yang terikat sulit untuk lolos atau mengering

Kata kunci: Longsoran, Timbunan, *Montmorillonite*, Kohesi

SUMMARY

SLOPE STEADINESS ANALYSIS IN TERMS OF MINERAL COMPOSITION OF OVERBURDEN HEAP SLOPE FORMATION IN MTBU TANJUNG ENIM UPTE MINING UNIT OF PT BUKIT ASAM (PERSERO) TBK

Scientific paper in the form of Final Project Reports, February 2023

Alya Zein Ataariq, Guided by Dr. Ir. H. Marwan Asof, DEA. and Ir. Mukiat, MS.

Analisis Kemantapan Lereng Ditinjau Dari Komposisi Mineral Pada Formasi Lereng Timbunan *Overburden* di MTBU Unit Pertambangan Tanjung Enim UPTE PT Bukit Asam (Persero) Tbk.

xv + 47 Pages, 32 Images, 7 Tables, 14 Attachments

SUMMARY

Slope stability is an important factor in the sustainability of the mining process, a stable slope will reduce potential losses due to cladding. A waste dump/disposal area is an area in an open pit mining operation that is used as a place to dispose of low-grade material and/or non-ore materials such as overburden and interburden. The east block heap slope of the Muara Tiga Besar Utara is a hoarding area by the in-pit dump method with a slope length of 140, a slope height ranging from 43 - 48 meters, and the overall angle is 17° - 19° , type of soil on the heap slope is soil with a cohesion value ranging from 21.5 - 25.9, the shear angle in 11.3 - 14.21, and the unit weight of 16.95 - 17.98, with the largest FK which is 1.22 and the smallest FK 1.049 In this category, the slope is included in critical conditions because the safety factor value shows a number in the range of 1.04 - 1.22. The XRF test results show clay levels with the lowest cohesion values containing high levels of Fe (iron), the presence of iron elements is a indicator that the type of clay minerals contained is montmorillonite, Montmorillonite is a type of clay mineral with a high ability to expand but has low permeability so that bound water is difficult to escape or dry

Keywords: Landslide, Embankment, Montmorillonite, Cohesion

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|----------------|
| Halaman Judul..... | i |
| Halaman Pengesahan | iii |
| Halaman Persetujuan Publikasi..... | iv |
| Halaman Pernyataan Integritas | v |
| Riwayat Hidup | vi |
| Halaman Persembahan | vii |
| Kata Pengantar | viii |
| Ringkasan..... | ix |
| Summary | x |
| Daftar Isi..... | xi |
| Daftar Gambar | xiii |
| Daftar Tabel | xiv |
| Daftar Lampiran | xv |
| | |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Pembatasan Masalah | 2 |
| 1.4 Tujuan | 2 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 3 |
| | |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 Tanah Penutup (<i>Overburden</i>)..... | 4 |
| 2.1.1 Karakteristik Lapisan Tanah Penutup (<i>Overburden</i>) | 5 |
| 2.1.2 Tanah Lempung | 6 |
| 2.1.2.1 Jenis – jenis Ikatan Tanah Lempung Berdasarkan Komposisi Unsur Penyusunnya..... | 7 |
| 2.1.2.2 Jenis – jenis Tanah Lempung berdasarkan struktur kristalnya | 12 |
| 2.2 Lereng | 14 |
| 2.3.1 Kelongsoran Lereng | 14 |
| 2.3.2 Parameter – Parameter Longsor | 12 |
| 2.3 <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF)..... | 17 |
| | |
| BAB 3 METODE PENELITIAN | 23 |
| 3.1 Lokasi Penelitian..... | 23 |
| 3.2 Keadaan Umum..... | 25 |
| 3.2.1 Topografi..... | 25 |
| 3.2.2 Kondisi Geologi Regional..... | 26 |
| 3.2.3 Stratigrafi..... | 26 |
| 3.3 Kegiatan Penambangan..... | 29 |
| 3.4 Tahapan Penelitian | 33 |

| | |
|---|----|
| 3.4.1 Studi Literatur | 33 |
| 3.4.2 Observasi Lapangan | 33 |
| 3.4.3 Pengambilan Data | 33 |
| 3.4.4 Pengolahan dan Analisis Data..... | 34 |
| 3.4.5 Pembahasan..... | 35 |
| 3.4.6 Kesimpulan dan Saran | 35 |
| 3.5 Bagan Alir Metode Penelitian | 35 |
| | |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 37 |
| 4.1 Analisis Kestabilan Lereng Timbunan MTBU | 37 |
| 4.2 Analisis Presentase kadar Komposisi Mineral dengan jenis tanah lempung penyusun Timbunan | 39 |
| 4.3 Analisis Pengaruh Curah Hujan terhadap Potensi Kelongsoran | 43 |
| | |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN | 46 |
| 5.1 Kesimpulan | 46 |
| 5.2 Saran..... | 47 |
| | |
| DAFTAR PUSTAKA | |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|----------------|
| 2.1 <i>Single Silica Tetrahedral</i> | 9 |
| 2.2 <i>Isometrik Silica Sheet</i> | 9 |
| 2.3 <i>Single Alluminium Oktahedron</i> | 10 |
| 2.4 <i>Isometrik Oktahedral Sheet</i> | 10 |
| 2.5 <i>Kombinasi Silica - Gibbsite</i> | 11 |
| 2.6 <i>Kaolinite pada SEM</i> | 11 |
| 2.7 <i>Struktur Mineral Illite</i> | 12 |
| 2.8 <i>Illite pada SEM</i> | 12 |
| 2.9 <i>Struktur Mineral Montmorillonite</i> | 13 |
| 2.10 <i>Montmorillonite pada SEM</i> | 14 |
| 2.11 <i>Elektron Tereksitasi Keluar (2) Pengisian Kekosongan Elektron (3)Pelepasan (3)Pelepasan Energi (4) Proses Analisis Data</i> | 19 |
| 2.12 <i>Terbentuknya K-Alpha dan K-Beta</i> | 20 |
| 2.13 <i>Prinsip Kerja Alat X-Ray Fluoresence</i> | 20 |
| 2.14 <i>Kandungan Unsur-Unsur pada Tingkat Energi Tertentu</i> | 22 |
| 3.1 <i>Peta Kesampaian Daerah Pt Bukit Asam (Persero) Tbk. UPTE</i> | 24 |
| 3.2 <i>Peta Topografi Regional</i> | 25 |
| 3.3 <i>Lapisan Batubara pada Unit M2</i> | 28 |
| 3.4 <i>Stratigrafi Batuan pada Pit Muara Tiga Besar Utara</i> | 28 |
| 3.5 <i>Kegiatan Pembersihan Lahan</i> | 29 |
| 3.6 <i>Kegiatan Pengupasam Tanah Pucuk</i> | 30 |
| 3.7 <i>Kegiatan Pengupasam dan Pengangkutan Overburden</i> | 30 |
| 3.8 <i>CAT HD 777E</i> | 31 |
| 3.9 <i>Kegiatan Pemuatan Tanah Penutup</i> | 31 |
| 3.10 <i>Penumpahan Material Pada Disposal Area</i> | 32 |
| 3.11 <i>Kegiatan Pengangkutan Batubara Dari Loading Point Menuju Stockpile</i> | 32 |
| 3.12 <i>Bagan Alir Penelitian</i> | 36 |
| 4.1 <i>Section pada Lereng Timbunan</i> | 38 |
| 4.2 <i>Titik Pengambilan Sampel</i> | 41 |
| 4.3 <i>Korelasi Nilai FK dan Kandungan Fe</i> | 42 |
| 4.4 <i>Total Curah Hujan Tahunan Mtbu</i> | 43 |
| 4.5 <i>Curah Hujan 3 Tahun Terakhir</i> | 44 |
| 4.6 <i>Tanah Retak pada Timbunan MTBU</i> | 45 |

DAFTAR TABEL

Halaman

| | | |
|-----|---|----|
| 2.1 | Rata-rata Ukuran Relatif, Tebal dan <i>Specific Surface</i> Mineral Lempung | 8 |
| 3.1 | Wilayah Izin Usaha Penambangan PT Bukit Asam (Persero) Tbk UPTE.... | 23 |
| 4.1 | Geometri dan <i>Soil Properties</i> Lereng | 38 |
| 4.2 | Persentase Kadar Unsur dan Mineral pada Sampel | 39 |
| 4.3 | Komposisi Kadar Mineral Tanah Timbunan | 40 |
| 4.4 | Koordinat Pengambilan Sampel..... | 41 |
| 4.5 | Komposisi Mineral pada Tiap <i>Section</i> | 42 |

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

| | | |
|----|---|----|
| A. | Analisis Nilai FK dengan Metode <i>Bishop Simplified</i> | 50 |
| B. | Persentase Unsur dan Mineral Tanah Lempung pada Timbunan MTBU | 52 |
| C. | Curah Hujan Tahunan Dalam 1 Dekade Terakhir | 55 |
| D. | Jam Hujan Tahunan Dalam 1 Dekade Terakhir | 56 |
| E. | Hari Hujan Tahunan Dalam 1 Dekade Terakhir..... | 57 |
| F. | Frekuensi Hujan Tahunan Dalam 1 Dekade Terakhir | 58 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada wilayah operasi penambangan khususnya pada operasi tambang terbuka, umumnya terdapat suatu area sebagai tempat pembuangan material *overburden* maupun *interburden* yang biasa disebut dengan *waste dump*, *waste dump* merupakan suatu wilayah yang berada pada suatu aktivitas penambangan baik tambang terbuka maupun tambang bawah tanah yang dijadikan sebagai lahan pembuangan material tidak berharga yang ditempatkan di dekat lokasi penambangan, baik material tambang dengan kadar rendah ataupun lapisan penutup tanah (*overburden*) (Arif, I dan Gatut S. adisoma ,2005).

Suatu timbunan *waste dump* yang sudah menggunung, mempunyai volume besar dan ketinggian lereng yang tinggi dikhawatirkan akan meningkatkan resiko terjadinya kelongsoran bila curah hujan meningkat, ditambah lagi dengan kondisi material yang cenderung berpotensi menyebabkan kelongsoran sudah tidak mampu menahan longoran akibat kohesi yang menurun hal ini diakibatkan karena ketidakmampuan material tanah untuk menampung air dalam jumlah yang besar. Kadar mineral penyusun tanah juga memiliki pengaruh yang cukup tinggi terhadap sifat material penyusun tanah, keberadaan suatu unsur yang dominan mengindikasikan tanah lempung dapat menjadi pemicu yang berperan sebagai pendorong terjadinya kelongsoran pada suatu lereng timbunan.

PT Bukit Asam Tbk. merupakan sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang penambangan batu bara, salah satu *pit* yang menjalankan operasi penambangannya ialah *pit* Muara Tiga Besar Utara yang memiliki kawasan timbunan pada blok timur, kawasan timbunan ini kerap mengalami kelongsoran dikala musim penghujan mulai melanda. Maka dari itu dilakukan kajian mengenai “Kemantapan Lereng Ditinjau Dari Komposisi Mineral Pada Formasi Lereng Timbunan di MTBU Unit Pertambangan Tanjung Enim UPTE PT Bukit Asam (Persero) Tbk.” untuk mengetahui kemungkinan hubungan antara komposisi

mineral, curah hujan, serta geometri lereng sebagai penyebab longsor dan solusi penanganan yang tepat untuk menangani masalah ini.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang permasalahan yang ada, dapat di kerucutkan pada beberapa rumusan masalah berikut ini :

1. Berapa nilai faktor keamanan lereng timbunan MTBU?
2. Bagaimana pengaruh komposisi unsur dan mineral penyusun material pada lereng timbunan terhadap potensi kelongsoran timbunan?
3. Bagaimana hubungan antara curah hujan dengan kekuatan tanah dalam menahan kelongsoran?

1.3 Pembatasan Masalah

Mengingat luasnya pembahasan, maka permasalahan perlu dibatasi pada:

1. Lereng yang diamati merupakan lereng timbunan pada blok timur dari *pit* Muara Tiga Besar Utara.
2. Sampel tanah yang diambil merupakan tanah timbunan pada area *back filling pit* Muara Tiga Besar Utara.
3. Kajian ini berfokus pada pengaruh kadar mineral *montmorillonite*, dan faktor curah hujan.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memecahkan dan mencari solusi dari perumusan masalah yang ada, Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis hubungan antara kestabilan lereng dengan material tanah pada lereng timbunan.
2. Menganalisis pengaruh komposisi unsur dan mineral penyusun material pada timbunan terhadap potensi kelongsoran.
3. Menganalisis pengaruh curah hujan dengan kekuatan tanah dalam menahan kelongsoran.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk:

1. Menjadi masukan bagi perkembangan ilmu pengetahuan, terkhusus pada bidang kelongsoran lereng tambang berdasarkan komposisi mineral penyusunnya.
2. Sebagai bahan acuan dan referensi penelitian terkait pada bidang kelongsoran lereng tambang berdasarkan komposisi mineral penyusunnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, G. P. (2020). "Penilaian Kestabilan Timbunan Berdasarkan WSRHC pada Timbunan Muara Tiga Besar Utara, PT Bukit Asam Tbk". *PROSIDING TPT XXIX PERHAPI*, (pp. 95 - 106).
- Anjas, Aswar. (2012). "*Pemetaan Daerah Rawan Longsor dilahan Pertanian Kecamatan Sinjai Barat Kabupaten Sinjai*". Skripsi. Makassar: Program Studi Keteknikan Pertanian. Universitas Hasanuddin.
- Arif, I. (2016). "*Geoteknik Tambang*". Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Das, Braja M. (1985). "*Mekanika Tanah (Jilid 1) Terjemahan*". Jakarta: Erlangga.
- Das, B. M. (1995). "*Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1*". Jakarta: Erlangga.
- Chen, F.H. (1975). "*Foundation on Expansive Soil, Development in Geotechnical Engineering*". Amsterdam : Esvier Scientific Publishing Company.
- Ganda, I., Roesyanto. (2012). "Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Perkuatan Geogrid". *Jurnal Teknik Sipil USU*. Vol 1. No.2.
- Gosseau. D. (2009). "*Introduction to XRF Spectroscopy*". New York: Plenum.
- Hardiyatmo, H. C. (2012). "*Mekanika Tanah I*". Edisi. Ke-6. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Herman, Ikratul. (2016). "*Study Analisis Penurunan Tanah Lempung Lunak Dan Lempung Organik Menggunakan Pemodelan Matras Beton Bambu Dengan Tiang*". Skripsi. Bandar Lampung. Universitas Lampung.
- Jamaluddin, dkk. (2016). "ANALISIS KANDUNGAN LOGAM OKSIDA MENGGUNAKAN METODE XRF (X-RAY FLOURESCENCE). *Jurnal Geofisika FMIPA Universitas Hasanuddin*". Diakses dari <http://repository.unhas.ac.id/handle/123456789/17783>. Pada tanggal 12 Januari 2023 jam 22.48 WIB.
- Khoiriyah, Ayu. (2015). "*Karakterisasi unsur tanah liat di lokasi penambangan PT Bukit Asam (Persero) Tbk. menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM) (Dengan Perlakuan Awal Pengeringan Pada Suhu 110 0C)*". Tugas Akhir. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Masrukan., Dkk. (2007). "Komparasi Analisis Komposisi Paduan AlMgSI₁ dengan Menggunakan Teknik X-Ray Flourecency (XRF) dan Emmision Spectroscopy". Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir-BATAN. *Jurnal Ilmian Daur Bahan Bakar Nuklir*. Hal. 1-6.

- Soepandji, B. Bharata R.. (1996). "Perilaku Tanah Gambut Dalam Proses Konsolidasi Monodimensi dan Analisa Parameter Triaksial Lintasan Tekanan". *Jurnal Geoteknik*. Jakarta : HATTI.
- Sufriadin, d. (2020). "Analisis Mineralogi dan Kimia Bentonit Daerah Bone Bolango". *Jurnal Geomine*, VIII, 104-113.
- Sumantry, T. (2002). "APLIKASI XRF UNTUK IDENTIFIKASI LEMPUNG PADA KEGIATAN PENYIMPANAN LESTARI LIMBAH RADIOAKTIF". *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah VII*. Pusat Teknologi Limbah Radioaktif-BATAN. ISSN 1410-6086.
- Suranto. (2008). "*Kajian Pemanfaatan Lahan Pada Daerah Rawan Bencana Tanah Longsor di Gununglurah, Cilongok, Banyumas*". Tesis. Semarang: Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Sutrisno, Widji. (2013). "*Pengaruh Waktu Pemeraman (Curing Time) Stabilitas Tanah Lempung Lunak Menggunakan Abu Ampas Tebu (Bagasse Ash)*". Skripsi. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Tandiary. (2013). "Geologi dan Pola Sebaran Batubara Daerah Desa Sukamerindu dan Wanaraya Kecamatan Kikim Barat, Kabupaten Lahat Provinsi Sumatera Selatan". *Jurnal Ilmiah MTG*. Vol 6. No. 2.
- Tenriajeng, A. T. (2003). "*Pemindahan Tanah Mekanis*". Jakarta: Gunadarma.
- Utami, D. N. (2018). "Kajian Jenis Mineralogi Lempung dan Implikasinya". *Jurnal Alami*, 89-97.
- Viklund, A. (2008). "Teknik Pemeriksaan Material Menggunakan XRF, XRD dan SEM-EDS", *Jurnal Sains*. Bandung : ITB .
- Young, R N. and Warkentin, B. P. (1975). "*Soil Properties And Behaviour*". Amsterdam : Esevier Scientific Publishing Company.