

SKRIPSI

ANALISIS KESTABILAN LERENG TANAH TIMBUNAN PADA PIT MUARA TIGA BESAR UTARA DI PT BUKIT ASAM, TBK., TANJUNG ENIM, SUMATERA SELATAN

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Pada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**



Oleh:

HAFIDZ RIDHO ALPARENT

NIM. 03021381924079

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KESTABILAN LERENG TANAH TIMBUNAN PADA PIT MUARA TIGA BESAR UTARA DI PT BUKIT ASAM, TBK., TANJUNG ENIM, SUMATERA SELATAN

SKRIPSI

Dibuat untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Mata Kuliah Tugas Akhir
pada Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknis
Universitas Sriwijaya

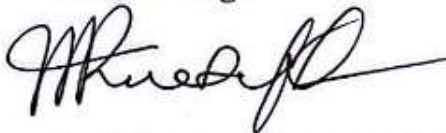
Oleh:

HAFIDZ RIDHO ALPARENT

03021381924079

Palembang, Januari 2024

Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. H. Marwan Asof, Dipl-Ing, DEA
NIP. 195811111985031007

Pembimbing II



Diana Purbasari, S.T., M.T
NIP. 198204172008122002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Pertambangan




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

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Hafidz Ridho Alparent

Nim : 03021381924079

Judul : “Analisis Kestabilan Lereng Tanah Timbunan pada Pit Muara Tiga Besar Utara di PT Bukit Asam, Tbk., Tanjung Enim, Sumatera Selatan”

Memberikan izin kepada pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan 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.

Palembang, Januari 2024



Hafidz Ridho Alparent
NIM. 03021381924079

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Hafidz Ridho Alparent

Nim : 03021381924079

Judul : "Analisis Kestabilan Lereng Tanah Timbunan pada Pit Muara Tiga Besar Utara di PT Bukit Asam, Tbk., Tanjung Enim, Sumatera Selatan"

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

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

Palembang, Januari 2024



Hafidz Ridho Alparent
NIM. 03021381924079

RIWAYAT HIDUP



Hafidz Ridho Alparent Hafidz Ridho Alparent, anak laki-laki yang lahir di Palembang, pada tanggal 29 Oktober 2001. Anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bambang Hermanto dan Lis Diana. Mengawali pendidikan sekolah dasar di SDIT Az-Zahrah Palembang pada tahun 2007. Pada tahun 2013 melanjutkan pendidikan tingkat pertama di SMP Negeri 1 Palembang dan pada tahun 2016 melanjutkan pendidikan tingkat atas di SMA Negeri 1 Palembang dan pada tahun 2019 di Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Selama menjadi mahasiswa Universitas Sriwijaya penulis aktif pada organisasi SC PERHAPI UNSRI sebagai staff ahli, pada periode 2021- 2022. Penulis juga aktif mengikuti beragam seminar baik di internal maupun eksternal kampus.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan Rahmat, Nikmat, Karunia dan Hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan ketenangan. Shalawat dan salam tak lupa saya haturkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa ilmu pengetahuan dari Sisi-Nya.

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

Kedua orangtua Saya Ayahanda Bambang Hermanto dan Ibunda Lis Diana, Serta Kakak Adik saya Eliza Riska Ashanty, Chairunissa Desty Arzety yang telah memberikan saya kasih sayang, cinta dan doa yang tak terhingga serta dukungan secara moral dan moril dalam mendukung saya untuk menjalankan pendidikan yang baik.

Terimakasih Kepada:

Seluruh rekan Permata FT UNSRI, rekan organisasi SC PERHAPI UNSRI,

Bhumi Anthar Ghatas Sustha Bhavani

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala karena atas karunia-Nya sehingga dapat diselesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Kestabilan Lereng Tanah Timbunan pada Pit Muara Tiga Besar Utara di PT Bukit Asam, Tbk., Tanjung Enim, Sumatera Selatan” dari tanggal 14 September 2022 sampai dengan 14 Oktober 2022.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Prof. Dr. Ir. H. Marwan Asof, Dipl-Ing, DEA selaku pembimbing pertama dan Diana Purbasari, S.T., M.T. selaku pembimbing kedua yang telah membimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada seluruh pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya skripsi ini antara lain:

- 1) Prof. Dr. Taufik Marwa, SE. M.Si. sebagai Rektor Universitas Sriwijaya.
- 2) Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T. 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 dan Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
- 4) Eva Oktarina Sari, S.T., M.T.. selaku dosen pembimbing akademik.
- 5) Seluruh Dosen Pengajar dan Pegawai Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu dan membantu proses penyelesaian tugas akhir.
- 6) Seluruh karyawan PT Bukit Asam, Tbk terutama Departemen Geoteknik yang telah membimbing saya selama pengerjaan tugas akhir di perusahaan.

Penyelesaian Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan guna perbaikan nantinya. Penulis berharap agar laporan skripsi ini bermanfaat dan dapat menambah wawasan bagi semua pihak.

Palembang, Januari 2024

Penulis

RINGKASAN

ANALISIS KESTABILAN LERENG TANAH TIMBUNAN PADA PIT MUARA TIGA BESAR UTARA DI PT BUKIT ASAM, TBK., TANJUNG ENIM, SUMATERA SELATAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, Januari 2024

Hafidz Ridho Alparent; Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. H. Marwan Asof, Dipl-Ing, DEA dan Diana Purbasari, S.T, M.T. Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

Analysis Of The Stability Of The Emailed Soil In Pit North Muara Tiga Besar At Pt Bukit Asam, Tbk., Tanjung Enim, South Sumatera

xv + 55 Halaman, 30 Gambar, 7 Tabel.

RINGKASAN

PT Bukit Asam, Tbk merupakan Badan Usaha Milik Negara yang bergerak di bidang penambangan batubara dan terletak di Tanjung Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Saat ini Wilayah Izin Usaha Pertambangan PT Bukit Asam, Tbk sebesar 14.987 ha. Langkah - langkah penambangan salah satunya adalah membuat perencanaan geometri lereng agar dapat meningkatkan keamanan dalam menambang. Oleh karena itu dilakukanlah penelitian dengan “Analisis Kestabilan Lereng Tanah Timbunan pada Pit Muara Tiga Besar Utara di PT Bukit Asam, Tbk., Tanjung Enim, Sumatera Selatan”. Salah satu hal yang perlu diketahui adalah stratigrafi atau susunan batu dari lereng yang akan dipantau. Salah satu Lereng yang akan diteliti pada pit muara tiga besar utara di PT Bukit Asam. Komposisi batuan penyusun lereng berdasarkan hasil uji Laboratorium terdapat sampel tanah lempung yang didapatkan hasil yang telah dirata ratakan bahwa kandungan unsur yang banyak yaitu unsur Si (aluminium), Fe (Besi) baik dalam kandungan unsur, geologi dan oksida perlu diketahui Muka air tanah didapatkan dari pengambilan data menggunakan *piezometer* sekitar 20,45 – 21,44. Dari analisis didapatkan Kemantapan Faktor Keamanan (FK) dengan menggunakan Program Slide 6.0, diperoleh faktor keamanan lereng dalam keadaan kering dengan ketinggian 43 m dan kemiringan 17° adalah 0,753 yang dikategorikan tidak aman atau kurang stabil dan Berdasarkan analisis menggunakan metoda grafis Hoek and Bray, diperoleh nilai faktor keamanan lereng dengan kondisi lereng natural sebesar pada nilai kritisnya 0,74 $FK < 1,25$ artinya lereng berada pada kondisi tidak aman. Maka dari itu diperlukan pula Antisipasi yang dapat dilakukan adalah memperbaiki geometri; agar tidak terjadi longsoran perlu pembuatan saluran dikarenakan curah hujan tinggi dan air tanah yang perlu dibuatkan drainase sehingga tidak menyebabkan erosi; perlu pemantauan lereng secara berkala.

Kata Kunci : Lereng, Faktor Keamanan, Kestabilan Lereng, Kelongsoran

SUMMARY

ANALYSIS OF THE STABILITY OF THE EMAILED SOIL IN PIT NORTH MUARA TIGA BESAR AT PT BUKIT ASAM, TBK., TANJUNG ENIM, SOUTH SUMATERA

Scientific Paper in the Form of Skripsi, January 2024

Hafidz Ridho Alparent; Advised by first advisor and second advisor. Department of Mining Engineering, Engineering Faculty, Sriwijaya University.

ANALISIS KESTABILAN LERENG TANAH TIMBUNAN PADA PIT MUARA TIGA BESAR UTARA DI PT BUKIT ASAM, TBK., TANJUNG ENIM, SUMATERA SELATAN

xv + 55 Pages, 30 Pictures, 7 Tables.

SUMMARY

PT Bukit Asam, Tbk is a State-Owned Enterprise which operates in the coal mining sector and is located in Tanjung Enim, South Sumatra Province. Currently, the mining business permit area of PT Bukit Asam, Tbk is 14,987 ha. One of the mining steps is to plan the slope geometry in order to increase safety in mining. Therefore, research was carried out with "Analysis of Slope Stability at the Muara Tiga Besar Utara Pit at PT Bukit Asam, Tbk". One of the things you need to know is the stratigraphy or rock arrangement of the slope that will be monitored. One of the slopes that will be studied is at the North Big Three estuary pit at PT Bukit Asam. The composition of the rock that makes up the slope is based on the results of laboratory tests, there are samples of clay soil which obtained results that have been averaged to show that they contain a lot of elements, namely the elements Si (aluminum), Fe (Iron), both in terms of element content, geology and oxides. It is necessary to know that the ground water level is obtained from taking data using a spizometer is around 20.45 – 21.44. From the analysis, it was obtained that the Stability of Safety Factor (FK) using the Slide 6.0 Program, obtained that the safety factor for a dry slope with a height of 43 m and a slope of 17° was 0.753 which was categorized as unsafe or less stable. Based on the analysis using the Hoek and Bray graphical method, the value obtained The slope safety factor with natural slope conditions is at a critical value of $0.74 FK < 1.25$, meaning the slope is in an unsafe condition. Therefore, it is also necessary to anticipate what can be done by improving the geometry; so that landslides do not occur, it is necessary to create irrigation due to high rainfall and groundwater which needs to be drained so that it does not cause erosion; need regular monitoring of slopes.

Keywords : Slope, Safety Factor, Slope Stability, Land Slide

DAFTAR ISI

	Halaman
SKRIPSI.....	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.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Tanah Penutup (<i>Overburden</i>).....	3
2.2 Lereng.....	14
2.2.1 Kelongsoran Lereng.....	14
2.2.2 Parameter – Parameter Longsor.....	15
2.3 Metode Hoek and Bray	17
2.4 X – Ray Fluorescence (XRF).....	18
BAB 3 METODE PENELITIAN	25
3.1 Lokasi Penelitian.....	25
3.2 Keadaan Umum	27
3.2.1 Topografi.....	27
3.2.2 Kondisi Geologi Regional.....	27
3.2.3 Stratigrafi.....	28

3.3 Kegiatan Penambangan	31
3.4 Tahapan Penelitian	35
3.4.1 Studi Literatur	35
3.4.2 Observasi Lapangan.....	35
3.4.3 Pengambilan Data	35
3.4.4 Pengolahan dan Analisis Data.....	36
3.5 Bagan Alir Metode Penelitian	37
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1 Analisis Komposisi Mineral dari Tanah Lempung Penyusun Timbunan	39
4.2 Muka Air Tanah Pada Lokasi Penimbunan	42
4.3 Analisis Kestabilan Lereng Timbunan.....	44
4.3.1 Analisis Kestabilan Lereng Timbunan dengan <i>Rocscience Slide</i>	44
4.3.2 Kestabilan Lereng Timbunan dengan <i>Hoek & Bray</i>	45
4.4 Analisis Antisipasi untuk Pencegahan Terjadinya Longsoran.....	48
4.4.1 Rekomendasi Lereng Timbunan yang Aman.....	48
4.4.2 Pemantauan lereng	49
4.4.3 Saluran drainase atau saluran air.....	50
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	51

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Single silika tetrahedral (Das, 1995)	9
2.2 <i>Isometrik silika sheet</i> (Das, 1995)	9
2.3 <i>Single alluminium oktahedron</i> (Das, 1995).....	10
2.4 <i>Isometrik oktahedral sheet</i> (Das, 1995)	10
2.5 Kombinasi <i>silica – gibbsite</i>	11
2.6 <i>Kaolinite</i> pada SEM.....	11
2.7 Struktur mineral <i>illite</i>	12
2.8 <i>Illite</i> pada SEM	12
2.9 Struktur mineral <i>montmorillonite</i>	13
2.10 <i>Montmorillonite</i> pada SEM.....	14
2.11 Metode Perhitungan <i>Hoek and Bray</i>	18
2.12 (1) Elektron tereksitasi keluar (2) Pengisian kekosongan elektron (3) Pelepasan energi (4) Proses analisis data (Sumantry, T., 2002)	20
2.13 Terbentuknya K-alpha dan K-beta (Sumantry, T., 2002)	21
2.14 Prinsip kerja alat <i>X-Ray Fluoresence</i> (XRF) (Sumantry, T., 2002).....	22
2.15 Kandungan unsur-unsur pada tingkat energi tertentu (Sumantry, T., 2002).....	23
3.1 Peta kesampaian daerah PT Bukit Asam, Tbk	26
3.2 Peta Topografi Regional	27
3.3 Lapisan batubara pada unit M2	30
3.4 Stratigrafi batuan pada <i>pit</i> Muara Tiga Besar Utara	30
3.5 Kegiatan pembersihan lahan	31
3.6 Kegiatan pengupasan tanah atas	32
3.7 Kegiatan pengupasam dan pengangkutan <i>overburden</i>	32
3.8 CAT HD 777E	33
3.9 Kegiatan pemuatan tanah penutup	33
3.10 Penumpahan material pada <i>disposal area</i>	34
3.11 Kegiatan pengangkutan batubara dari loading point menuju <i>stockpile</i>	34
3.12 Bagan Alir Penelitian	38
4.1 Lokasi Timbunan	41
4.2 Kondisi Lereng Menggunakan Rocscience Slide	45
4.3 Gambar Perhitungan Keamanan Lereng Timbunan(Normal).....	46

4.4 Gambar Perhitungan Keamanan Lereng Timbunan (Jenuh).....	47
4.5 Gambar Perhitungan Rekomendasi Keamanan Lereng Timbunan	49

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Rata-rata ukuran relatif, tebal dan specific surface mineral lempung (Yong dan Warkentin, 1975).....	8
2.2 Metode pola air muka tanah (Hoek and Bray).....	17
3.1 Wilayah Izin Usaha Penambangan PT Bukit Asam, Tbk (Satuan Kerja Perencanaan PT Bukit Asam, Tbk, 2018).....	25
4.1 Persentase Kadar Unsur Dan Mineral pada Sampel.....	39
4.2 Parameter Batuan Penyusun Lereng Timbunan (PT Bukit Asam).....	41
4.3 Karakteristik Tanah Timbunan (PT Bukit Asam).....	42
4.4 Curah Hujan Tahunan (PT Bukit Asam).....	42
4.5 Tinggi Muka Air Tanah Pada Area Timbunan.....	43

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Bukit Asam, Tbk merupakan Badan Usaha Milik Negara yang bergerak di bidang penambangan batubara dan terletak di Tanjung Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Saat ini PT Bukit Asam, Tbk melakukan penambangan di tiga lokasi yaitu Tambang Air Laya (TAL), Muara Tiga Besar (MTB) dan Banko Barat dengan Wilayah Izin Usaha Pertambangan sebesar 14.987 ha. PT Bukit Asam, Tbk melakukan penambangan batubara dengan metode penambangan terbuka dan pembongkaran. Kegiatan penambangan batubara terdiri dari pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*) batubara. Langkah langkah penambangan salah satunya adalah membuat perencanaan geometri lereng agar dapat meningkatkan keamanan dalam menambang.

Geometri lereng mempunyai peranan yang sangat penting pada suatu pekerjaan sehingga tidak mengakibatkan longsoran yang mengganggu penambangan. Faktor keamanan atau stabilitas suatu lereng merupakan salah satu faktor yang harus diperhitungkan pada lereng. Jika lereng tidak longsor jika tetap aman atau stabil, tetapi jika terganggu oleh gaya luar atau dalam, lereng akan longsor dengan mudah. Ini terjadi dengan mudah di tanah lunak.

Oleh karena itu, melihat fakta dalam kegiatan penambangan di *pit* Muara Tiga Besar Utara (MTBU) di PT Bukit Asam, Tbk sering kali terjadi kelongsoran pada lereng, maka perlu dilakukanlah penelitian dengan “Analisis Kestabilan Lereng Tanah Timbunan pada *Pit* Muara Tiga Besar Utara di PT Bukit Asam, Tbk., Tanjung Enim, Sumatera Selatan” untuk dapat menganalisis kestabilan lereng dan menganalisis faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana komposisi mineral dari tanah lempung penyusun timbunan?
2. Bagaimana muka air tanah pada lokasi penimbunan?

3. Bagaimana kestabilan lereng timbunan?
4. Bagaimana antisipasi untuk pencegahan terjadinya longsor?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Mengingat luasnya pembahasan, maka permasalahan perlu dibatasi pada:

1. Komposisi mineral dari tanah penyusun timbunan.
2. Muka air tanah pada lokasi penimbunan.
3. Kestabilan lereng timbunan.
4. Antisipasi untuk pencegahan terjadinya longsor.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis komposisi mineral dari tanah lempung penyusun timbunan.
2. Menganalisis muka air tanah pada lokasi penimbunan.
3. Menganalisis kestabilan lereng timbunan.
4. Menganalisis antisipasi untuk pencegahan terjadinya longsor.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat yang didapatkan bagi penulis adalah bahwa penulis dapat lebih memahami bagaimana cara melakukan pengkajian yang lebih baik terhadap timbulnya suatu masalah, sehingga dapat memberikan pengetahuan yang baru bagi pembaca maupun penulis.
2. Manfaat yang didapatkan bagi perusahaan adalah data yang telah dikumpulkan dan diolah oleh penulis dapat menjadi tambahan pengetahuan bagi perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph E.(1991). *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*.Erlangga: Jakarta.
- Chen, F.H. (1975). “*Foundation on Expansive Soil, Development in Geotechnical Engineering*”. Amsterdam : Esevier Scientific Publishing Company.
- 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.
- Ganda, I., dan Roesyanto., (2012), Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Perkuatan Geogrid,Laporan Penelitian Universitas Sumatera Utara, Medan.
- 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 /1778 3>. Pada tanggal 12 Oktober 2023 jam 22.48 WIB.
- Karnawati, D. (2003). Bencana Alam Gerakan Massa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya. *Jurusan Teknik Geologi*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Masrukan., Dkk. (2007). “Komparasi Analisis Komposisi Paduan AlMgSI₁ denganMenggunakan Teknik X-Ray Flourecency (XRF) dan Emmision Spectroscopy”. Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir-BATAN. *Jurnal Ilmian Daur Bahan Bakar Nuklir*. Hal. 1-6.Soepandji, 1996)
- 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.
- Terzaghi, K. and Peck, R.B., (1948), *Soil Mechanics in Engineering Practice*, Wiley, New York.
- 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 : Eseevier Scientific Publishing Company.