

TESIS

ANALISIS PENGARUH AIR TERHADAP DEGRADASI PARAMETER GEOTEKNIK DAN KAITANNYA DENGAN *MINING RECOVERY* DI PIT 1 PT BUKIT ASAM TBK



VINALDO WIBOWO
NIM. 03042682125003

BKU PENGELOLAAN SUMBERDAYA BUMI
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025

TESIS

ANALISIS PENGARUH AIR TERHADAP DEGRADASI PARAMETER GEOTEKNIK DAN KAITANNYA DENGAN *MINING RECOVERY* DI PIT 1 PT BUKIT ASAM TBK



VINALDO WIBOWO

NIM. 03042682125003

Dosen Pembimbing:

- 1. Prof. DR. Ir. H. Maulana Yusuf M.S., M.T.**
- 2. Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha DEA**

**BKU PENGELOLAAN SUMBERDAYA BUMI
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

HALAMAN PERSETUJUAN

Tesis dengan judul “Analisis Pengaruh Air Terhadap Degradasi Parameter Geoteknik dan Kaitannya dengan *Mining Recovery* di Pit 1 PT Bukit Asam Tbk.” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Ujian Tesis Fakultas Teknik, Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya pada Tanggal 15 Juli 2025

Palembang,

Ketua :

1. Prof. Dr.Ir. Eddy Ibrahim, MS.,CP.,IPU.,
ASEAN Eng, APEC.Eng.
NIP. 196211221991021001



Anggota :

1. Prof. Dr. Ir. H. Maulana Yusuf M.S., M.T.
NIP. 195909251988111001
2. Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha DEA
NIDK. 8864000016
3. Ir. H. Syamsul Komar, M.Sc., Ph.D.
NIP. 195212101983031003

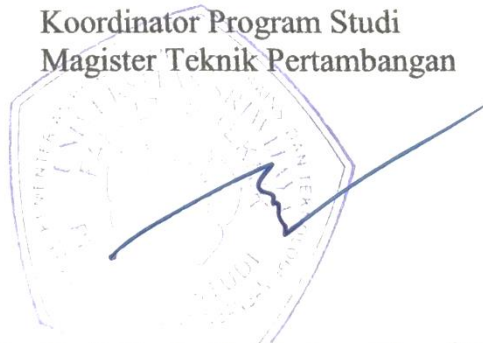


Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya



Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM
NIP. 197502112003121002

Koordinator Program Studi
Magister Teknik Pertambangan



Prof. Dr. Ir. H. Maulana Yusuf M.S., M.T.
NIP. 195909251988111001

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH AIR TERHADAP DEGRADASI PARAMETER GEOTEKNIK DAN KAITANNYA DENGAN MINING RECOVERY DI PIT 1 PT BUKIT ASAM TBK

TESIS

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Magister Teknik Pertambangan Pada Program Pascasarjana
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh

VINALDO WIBOWO
03042622125003

Pembimbing I

Palembang, Juli 2025
Pembimbing II


Prof. Dr. Ir. H. Maulana Yusuf M.S., M.T.
NIP. 195909251988111001


Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha DEA.
NIDK. 8864000016

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya



Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM
NIP. 197502112003121002

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Vinaldo Wibowo
NIM : 03042682125003
Judul : Analisis Pengaruh Air Terhadap Degradasi Parameter Geoteknik
dan Kaitannya dengan *Mining Recovery* di Pit 1 PT Bukit Asam Tbk.

Menyatakan bahwa tesis saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan dan plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam tesis 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 paksaan dari siapapun



Palembang, Juli 2025



Vinaldo Wibowo
NIM. 03042682125003

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

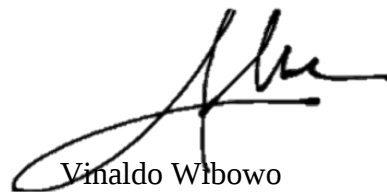
Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Vinaldo Wibowo
NIM : 03042682125003
Judul : Analisis Pengaruh Air Terhadap Degradasi Parameter Geoteknik
dan Kaitannya dengan *Mining Recovery* di Pit 1 PT Bukit Asam Tbk.

Saya memberikan izin kepada pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik, apabila dalam waktu 1 (satu) tahun karya penelitian saya tidak dipublikasikan. Dalam hal ini, saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis koresponsensi (*corresponding author*).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun

Palembang, Juli 2025



Vinaldo Wibowo
NIM. 03042682125003

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Proposal Penelitian yang berjudul ” Analisis Pengaruh Air Terhadap Degradasi Parameter Geoteknik dan Kaitannya dengan *Mining Recovery* di Pit 1 PT Bukit Asam Tbk.”. Laporan Proposal Penelitian ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik di Program Studi Magister Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. H. Maulana Yusuf, M.S., M.T., sebagai pembimbing pertama dan Prof. Dr. Ir. H. Taufik Toha, DEA sebagai Pembimbing Kedua. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Proposal Tesis ini, yaitu:

1. Rektor Universitas Sriwijaya Prof. Dr. Taufiq Marwa, S.E., M.Si
2. Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM. Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Prof. Dr. Ir. H. Maulana Yusuf, M.S., M.T., Koordinator Program Studi Magister Teknik Pertambangan dan Geologi Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
4. Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim M.S., CP., IPU. dan Ir. H. Syamsul Komar, Ph.D. sebagai Tim Penguji.
5. Bapak dan Ibu staf pengajar Program Studi Magister Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
6. Rekan - rekan mahasiswa dan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan proposal penelitian ini.

Penulis menyadari penulisan Laporan Proposal Penelitian ini masih banyak terdapat kekurangan. Untuk itu, kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan laporan ini. Akhir kata, penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Palembang, Juli 2025
Penulis

RINGKASAN

**BKU PENGELOLAAN SUMBERDAYA BUMI
PRODI MAGISTER TEKNIK PERTAMBANGAN
PASCASARJANA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

Karya Tulis Ilmiah berupa Tesis, Juli 2025

Vinaldo Wibowo; Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. H. Maulana Yusuf, M.S., M.T., dan Prof. Dr. Ir. H. Taufik Toha, DEA

ANALISIS PENGARUH AIR TERHADAP DEGRADASI PARAMETER GEOTEKNIK DAN KAITANNYA DENGAN *MINING RECOVERY* DI PIT 1 PT BUKIT ASAM TBK.

xvi + 41 halaman, 24 gambar, 8 tabel, 4 lampiran

RINGKASAN

PT Bukit Asam merupakan perusahaan tambang yang melakukan kegiatan penambangan dengan menggunakan metode tambang terbuka. Kegiatan penggalian tanah penutup dan penggalian batubara pada tambang terbuka akan membentuk lereng-lereng buatan. Beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam menjaga kestabilan lereng adalah faktor geometri lereng, faktor geologi, faktor hidrogeologi, serta faktor geomekanik. Lereng galian Pit 1 Swakelola PT Bukit Asam Tbk. mengalami longsor yang disebabkan oleh material yang jenuh air karena pada lereng galian tersebut terdapat bekas Kolam Pengendapan Lumpur (KPL) yang sudah tidak aktif tetapi masih menampung air. Analisis kestabilan lereng diperlukan untuk mendapatkan perubahan desain geometri lereng yang stabil dengan $FK > 1,25$. Analisis yang dilakukan untuk penentuan FK ini yaitu analisis balik dengan tujuan mendapatkan geometri lereng yang stabil dan dapat menghitung perubahan perolehan batubara akibat perubahan geometri lereng galian.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kestabilan lereng untuk mendapatkan parameter geoteknik aktual pada lereng galian yang terpengaruh air dan faktor keamanannya serta melakukan analisis untuk mengetahui perubahan *mining recovery* akibat perubahan geometri lereng.

Penentuan kestabilan lereng dilakukan dengan cara melakukan analisis balik pada lereng galian yang sudah mengalami deformasi sehingga didapatkan parameter geoteknik baru yang telah terdegradasi.

Degradasi parameter geoteknik pada lereng galian Pit 1 untuk parameter kohesi (C) sebesar 63% dari 77,14 Kpa menjadi 28,26 Kpa dan parameter sudut geser dalam (ϕ) sebesar 32% dari 27,16° menjadi 18,35°. Degradasi parameter geoteknik pada lereng galian Pit 1 menyebabkan penurunan mining recovery sebesar 61,7% dimana rencana lereng galian awal Pit 1 diperoleh batubara sebesar 4.750.000 ton dan pada perubahan rencana lereng galian Pit 1 diperoleh batubara sebesar 2.820.000 ton

Kata Kunci: *Degradasi parameter geoteknik, kohesi, sudut geser dalam, dan mining recovery*

Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. H. Maulana Yusuf M.S., M.T.
NIP. 195909251988111001

Pembimbing II



Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha DEA.
NIDK. 8864000016

Mengetahui,
Kaprodi Magister Teknik Pertambangan



Prof. Dr. Ir. H. Maulana Yusuf M.S., M.T.
NIP. 195909251988111001

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	v
KATA PENGANTAR	vi
RINGKASAN	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Ruang Lingkup Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Geoteknik.....	5
2.1.1 Kriteria Runtuhan Mohr-Coulomb	5
2.1.2. Kriteria Runtuhan Hoek & Brown.....	6
2.2. Lereng dan Longsor	8
2.3. Faktor Penyebab Terjadinya Longsor.....	9
2.4. Metode Analisis Kestabilan Lereng.....	10
2.4.1. Metode Keseimbangan Batas	11
2.4.2. Metode Analisis Balik	12
2.5. Bidang Diskontinuitas	12
2.5.1. Struktur Geologi	13
2.5.2. Cara Pengukuran Di Lapangan	13
2.5.3. Hubungan Struktur dan Jenis Longsor.....	14
2.6. Karakteristik Fisik dan Mekanik	16
2.6.1. Sifat Fisik.....	17
2.6.2. Sifat Mekanik.....	17
2.7. Air dan Kejenuhan Massa Batuan	18
2.8. Faktor Keamanan dan Faktor Ketidakpastian.....	21
2.9. State of The Art	21
 BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Jenis Penelitian	23
3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian	23

3.3. Teknik Pengumpulan Data	24
3.4. Teknik Pengolahan dan Analisis Data	25
3.4.1. Pengolahan Data Menggunakan software Geoscience Slide 6.0.....	25
3.4.2. Pengolahan Data Menggunakan Software Minescape	25
3.5. Diagram Alir Penelitian	25
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Analisis Balik Kestabilan Lereng	27
4.1.1. Penampang 1 – 1'	29
4.1.2. Penampang 2 – 2'	30
4.1.3. Penampang 3 – 3'	32
4.1.3. Perbandingan Rencana Geometri Lereng Awal Dengan Geometri Lereng Analisis Balik	33
4.2. Perhitungan <i>Mining Recovery</i> Akibat Perubahan Geometri Lereng	36
 BAB V KESIMPULAN	
5.1. Kesimpulan	40
5.2. Saran	40
 DAFTAR PUSTAKA	 xiii
 LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Kriteria Runtuhan Mohr-Coulomb.....	6
Gambar 2.2. Linieritas Kriteria Runtuhan.....	7
Gambar 2.3. Kriteria Empiris Generalized Hoek & Brown (1981)	8
Gambar 2.4. Jenis – Jenis Longsoran.....	9
Gambar 2.5. Diagram Alir Metode Analisis Kestabilan Lereng dengan Analisis Balik.....	12
Gambar 2.6. <i>Scanline</i> dan <i>Inventory Method</i>	14
Gambar 2.6. <i>Failure and orientation of Joint</i>	13
Gambar 2.7. Longsoran Busur	15
Gambar 2.8. Longsoran Bidang	15
Gambar 2.9. Longsoran Baji	16
Gambar 2.10. Longsoran Guling.....	16
Gambar 2.11. <i>Ground Water Flow Condition</i>	20
Gambar 2.12. <i>State of The Art</i>	22
Gambar 3.1. Lokasi Penelitian PT Bukit Asam Tbk.....	23
Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 4.1. Deformasi Material di Pit 1	27
Gambar 4.2. Pembagian Penampang Rencana Galian Pit 1	28
Gambar 4.3. Penampang 1 – 1' Rencana Awal Lereng Galian Pit 1	31
Gambar 4.4. Penampang 1 – 1' Perubahan Rencana Lereng Galian Pit 1	31
Gambar 4.5. Penampang 2 – 2' Rencana Awal Lereng Galian Pit 1	32
Gambar 4.6. Penampang 2 – 2' Perubahan Rencana Lereng Galian Pit 1	32
Gambar 4.7. Penampang 3 – 3' Rencana Awal Lereng Galian Pit 1	33
Gambar 4.8. Penampang 3 – 3' Perubahan Rencana Lereng Galian Pit 1	33
Gambar 4.9. Rencana Awal Lereng Galian Pit 1	39
Gambar 4.10. Perubahan Rencana Lereng Galian Pit 1	40

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan	21
Tabel 4.1 Perbandingan Nilai Parameter Geoteknik.....	29
Tabel 4.2 Parameter Geoteknik Insitu.....	30
Tabel 4.3 Tabel Geometri Lereng Awal	34
Tabel 4.4 Tabel Geometri Lereng Analisis Balik	35
Tabel 4.5 <i>Overall Slope</i> pada Rencana Lereng Galian Awal.....	37
Tabel 4.6 <i>Overall Slope</i> pada Rencana Lereng Galian Analisis Balik	37
Tabel 4.7 Perhitungan Total Material yang Dapat Ditambang Di Pit 1 menggunakan Parameter Geoteknik Awal	38
Tabel 4.8 Perhitungan Total Material yang Dapat Ditambang Di Pit 1 menggunakan Parameter Analisis Balik.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A Kajian dan Rekomendasi Kestabilan lereng	A-1
Lampiran B Parameter Geoteknik Insitu Pit 1	B-1
Lampiran C Komposisi Material dan Batubara Setiap Lapisan.....	C-1

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Bukit Asam merupakan perusahaan tambang yang melakukan kegiatan penambangan dengan menggunakan metode tambang terbuka. Kegiatan penggalian tanah penutup dan penggalian batubara pada tambang terbuka akan membentuk lereng-lereng buatan. Beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam menjaga kestabilan lereng adalah faktor geometri lereng, faktor geologi, faktor hidrogeologi, serta faktor geomekanik (kekuatan, deformabilitas dan permeabilitas batuan) (Gonzales de Vallejo dan Ferrer, 2011)

faktor keamanan (FK) merupakan parameter yang digunakan untuk menyatakan suatu lereng stabil atau tidak stabil. Lereng yang stabil memiliki $FK > 1,25$ (Bowles, 1984). FK sangat dipengaruhi oleh geometri lereng, semakin besar sudut kemiringan lereng maka FK akan semakin kecil. Selain itu faktor geometri lereng menjadi sangat penting pada tahap penggalian tanah penutup dan penggalian batubara karena semakin besar geometri lereng maka perolehan batubara tertambang akan cenderung semakin besar (Azizi, 2018). Analisis kestabilan lereng dibutuhkan agar dapat diketahui geometri lereng yang paling optimal dalam kegiatan penambangan. Apabila suatu lereng tidak stabil maka dapat terjadi longsor.

Lereng galian Pit 1 PT Bukit Asam Tbk. mengalami longsor yang disebabkan oleh material yang jenuh air karena pada lereng galian tersebut terdapat bekas Kolam Pengendapan Lumpur (KPL) yang sudah tidak aktif tetapi masih menampung air. Analisis kestabilan lereng diperlukan untuk mendapatkan perubahan desain geometri lereng yang stabil dengan $FK > 1,25$. Analisis yang dilakukan untuk penentuan FK ini yaitu analisis balik dengan tujuan mendapatkan geometri lereng yang stabil dan dapat menghitung perubahan perolehan batubara akibat perubahan geometri lereng galian.

Hasil dari analisis balik digunakan untuk membuat rencana lereng galian yang menyesuaikan nilai faktor keamanan dari parameter geoteknik yang baru. Perubahan rencana lereng galian ini menyebabkan sebagian cadangan batubara

yang awalnya direncanakan bisa digali menjadi tertahan akibat sudut lereng baru yang terbentuk. Jumlah cadangan batubara yang tidak bisa diambil inilah yang menjadi dasar perhitungan perubahan *mining recovery*.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan menjadi bahasan pada penelitian yaitu:

1. Bagaimana parameter geoteknik pada lereng galian yang terpengaruh air dan faktor keamanannya?
2. Bagaimana pengaruh perubahan geometri lereng galian terhadap *mining recovery*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Melakukan analisis balik kestabilan lereng untuk mendapatkan parameter geoteknik aktual pada lereng galian yang terpengaruh air dan faktor keamanannya
2. Melakukan analisis geometri lereng galian untuk mengetahui perubahan *mining recovery* akibat perubahan geometri lereng

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini memfokuskan pada analisis balik lereng galian di Pit 1 Swakelola PT Bukit Asam Tbk. Ruang lingkup penelitian meliputi:

1. Analisis balik dilakukan pada lereng galian bekas kolam pengendapan lumpur (KPL) di Pit 1 PT Bukit Asam Tbk.
2. Rencana penambangan yang menjadi acuan dalam melakukan penelitian adalah Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP) Pit 1 PT Bukit Asam Tbk. Tahun 2022-2023.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat, antara lain :

1. Manfaat akademis dari hasil penelitian diharapkan dapat memberi masukan terhadap ilmu pengetahuan khususnya di bidang pertambangan batubara mengenai pengaruh degradasi parameter geoteknik akibat air terhadap *mining recovery*.
2. Manfaat secara praktis, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan masukan kepada perusahaan terkait degradasi parameter geoteknik akibat air terhadap *mining recovery* sehingga perusahaan lebih memperhatikan penempatan kolam pengendapan lumpur (KPL) ditentukan guna menghindari terjadinya potensi kehilangan cadangan batubara akibat perubahan geometri lereng tambang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilia, J., Muslim D., Zakaria, Z., dan Tedy, O. 2019. Evaluasi Kestabilan Lereng Tambang Batubara Pit 'XY' Menggunakan Metode Kesetimbangan Batas PT. Bukit Asam Tbk. *Padjadjaran Geoscience Journal*. 3(3): 175 – 181.
- Akin, M. 2013. Slope Stability Problems and Back Analysis in Heavily Jointed Rock Mass: A Case Study from Manisa, Turkey. *Rock Mech Rock Eng*. 46:359 – 371.
- Azizi, M.A., Nas, C., dan Oktavia, D. 2018. Pengaruh Geometri Lereng Terhadap Perolehan Batubara Tertambang di PP Arutmin Indonesia Site Kintap Kalimantan Selatan. *Seminar Nasional Pakar ke 1 Tahun 2018*. 267 – 276.
- Febriandi, A., Dearga, A., Rampan R. A., dan Nugroho P. 2020. Analisis Balik Menggunakan Acuan Deformasi Aktual Permukaan Lereng Tambang dalam Menentukan Kekuatan Batuan Di Pit WR PT Adaro Indonesia. *Prosiding TPT XXIX PERHAPI 2020*. 133 – 144.
- Hasan, M., dan Heriyadi B. 2019. Analisis Balik Kestabilan Lereng Tambang Batubara Pit RTS-C Sisi Barat WUP Roto-Samurangau PT. Kideco Jaya Agung, Kecamatan Batu Sopang, Kabupaten Paser, Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Bina Tambang*. 5(1): 74 – 84.
- Hoek, E., dan Brown, E.T., 2019. The Hoek-Brown failure criterion and GSI. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering* 11. 445 – 463.
- Irawan, M., Heriadi, B., dan Octovia, A. 2018. Kajian Kestabilan Lereng RKAP 2018 Lokasi Penambangan Muara Tiga Besar Utara PT. Bukit Asam Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan. *Jurnal Bina Tambang*. 3(4): 1566 – 1576.
- Mandal, J., Narwal, S., dan Gupte, S.S. 2017. Back Analysis of Failed Slopes - A Case Study. *International Journal of Engineering Research & Technology*. 6(5): 1070 – 1078.
- Rojudin, D., Lutfi, M., dan Muhammad, F. 2020. Analisis Keamanan Lereng Galian Tanah di Area Pertambangan Bauksit (Studi Kasus di Desa Pedalaman Kecamatan Tayan Hilir, Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat). *Civil Engineering Environmental and Disaster Risk Management Symposium*. 252 – 257.
- Sebayang, W., Sutriyono E., Jati, S.N. 2020 Analisis Kestabilan Lereng Disposol PT Bara Anugrah Sejahtera Muara Enim Sumatera Selatan. 8(1): 51 – 58.
- Selsabeel, S., Widiarso D.A., dan Trisnawati, D. 2021. Analisis Balik Stabilitas Lereng Tambang dan Rekomendasi Rekayasa Keteknikannya, Studi Kasus: Area Low Wall Pit Y Blok 4900-5500 Strip 3500-4300 PT. Pamapersada

Nusantara Site PT. Adaro Indonesia. Jurnal Geosains dan Teknologi. 4(3): 142 – 150.

Toha, M.T., Juniah, R., dan Yusuf, M. 2022. Optimalisasi Pemberaian Overburden dengan Metode Ripping Dan Peledakan di Banko Barat PT Bukit Asam Tbk. Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara. 18(1): 13 – 22.

Toha, M.T., Juniah, R., dan Handayani, H.E. 2022. Technical Blasting and Ripping of Overburden to Reduce the Effect of Ground Vibration on Slope Stability and Residence around Coal Mine. International Journal of Advanced Science Engineering Information Technology. 12(3): 937 – 945.