

**ANALISIS PENGARUH INFILTRASI AIR HUJAN
TERHADAP KESTABILAN LERENG TANAH
TIMBUNAN PADA PIT MUARA TIGA BESAR UTARA
DI PT BUKIT ASAM, TBK TANJUNG ENIM
SUMATERA SELATAN**



**OLEH
AHSYN MUBAROK
03021381924088**

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

**ANALISIS PENGARUH INFILTRASI AIR HUJAN
TERHADAP KESTABILAN LERENG TANAH
TIMBUNAN PADA PIT MUARA TIGA BESAR UTARA
DI PT BUKIT ASAM, TBK TANJUNG ENIM
SUMATERA SELATAN**

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



**OLEH
AHSYN MUBAROK
03021381924088**

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

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH INFILTRASI AIR HUJAN TERHADAP KESTABILAN LERENG TANAH TIMBUNAN PADA PIT MUARA TIGA BESAR UTARA DI PT BUKIT ASAM, TBK TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN

SKRIPSI

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

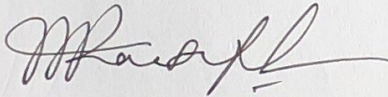
Oleh :

AHSYN MUBAROK

03021381924088

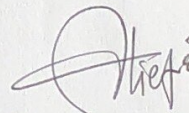
Palembang, Januari 2024

Pembimbing I



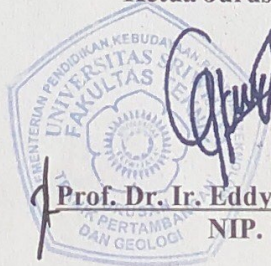
Prof. Dr. Ir. H. Marwan Asof, Dipl-Ing., DEA.
NIP. 195811111985031007

Pembimbing II



Alieftivani Paramita Gobel, S.T., M.T.
NIP. 199308212019032018

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan



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

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ahsyn Mubarak

NIM : 03021381924088

Judul : Analisis Pengaruh Infiltrasi Air Hujan Terhadap 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 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

Palembang, Desember 2023



Ahsyn Mubarak

NIM. 03021381924088

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ahsyn Mubarok

NIM : 03021381924088

Judul : Analisis Pengaruh Infiltrasi Air Hujan Terhadap 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 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



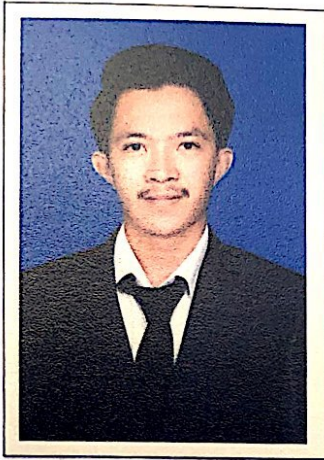
Palembang, Januari 2024



Ahsyn Mubarok

NIM. 03021381924088

RIWAYAT HIDUP



Ahsyn Mubarak merupakan anak pertama dari 0 bersaudara, Putra dari pasangan Edi dan Susi. Lahir di Banyuasin pada tanggal 14 Mei 2001. Mengawali Pendidikan tingkat dasar di SD Negeri 5 Rantau Bayur pada tahun 2007. Pada tahun 2013 melanjutkan Pendidikan tingkat menengah pertama di MTs Negeri 1 Kota Palembang dan pada tahun 2019 telah menyelesaikan Pendidikan tingkat menengah atas di MA Negeri 2 Palembang. Kemudian melanjutkan Pendidikan di Universitas Sriwijaya Fakultas Teknik Jurusan Teknik Pertambangan melalui jalur Ujian Seleksi Mandiri (USM). Selama menjadi mahasiswa Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya, penulis aktif pada organisasi SC Perhapi Universitas Sriwijaya.

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 Edi Afison, Ibuku Susilawati, 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 Pengaruh Infiltrasi Air Hujan Terhadap Kestabilan Lereng Tanah Timbunan Pada Pit Muara Tiga Besar Utara Di Pt Bukit Asam, Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan.”

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Prof. Dr. Ir. H. Marwan Asof, DEA. dan Alieftiyani Paramita Gobel, S.T., M.T., 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. Taufiq Marwan, SE, M.Si 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., ASEAN. Eng. 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.

Palembang, Desember 2023

Penulis

RINGKASAN

ANALISIS PENGARUH INFILTRASI AIR HUJAN TERHADAP KESTABILAN LERENG TANAH TIMBUNAN PADA PIT MUARA TIGA BESAR UTARA DI PT BUKIT ASAM, TBK TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN

Karya tulis ilmiah berupa laporan Tugas Akhir, Desember 2023

Ahsyn Mubarak, Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. H. Marwan Asof, DEA. dan AlieftiyaniParamita Gobel, S.T., M.T.

Analysis of the effect of rainwater infiltration on the stability of the embankment slopes in MTBU Tanjung Enim Upte Mining Unit of Pt Bukit Asam (Persero) tbk

xv + 77 Halaman, 27 Gambar, 9 Tabel, 3 Lampiran

RINGKASAN

Muara Tiga Besar Utara (MTBU) merupakan salah satu Pit yang paling lama beroperasi di PT Bukit Asam. Hampir sebagian wilayah pit merupakan wilayah timbunan. Hal ini dikarenakan material *overburden* pada pit MTBU menggunakan metode *backfilling*. Sehingga pada pit MTBU mengalami kegagalan lereng yang disebabkan oleh infiltrasi air hujan ke dalam lapisan tanah pada lereng yang akan menambah beban pada lereng sebagai akibat peningkatan kandungan air dalam tanah, yang pada akhirnya memicu terjadinya longsor. Infiltrasi pada lereng akan meningkatkan tekanan air pori, dan mengurangi kuat geser tanah. Kondisi ini menyebabkan terjadi keruntuhan lereng. Pada keadaan ini kuat geser tanah ditentukan oleh kuat geser residu (*residual shear strength*). Curah hujan yang tinggi dan intens akan mengakibatkan tanah menjadi jenuh, sehingga terjadi penurunan kohesi, kohesi yang rendah akan menyebabkan tanah menjadi tidak kuat dan berat volume tanah akan meningkat. Total curah hujan tahunan mengalami kelonjakan dalam dua tahun terakhir yaitu kelonjakan dari tahun 2019 dengan total curah hujan yaitu 2.608,90, lalu 3.291,80 mm pada tahun 2020 dan 3.202,90 di tahun 2021. stabilitas lereng dengan menggunakan program aplikasi geostudio SLOPE/ W, SEEP/ W menghasilkan nilai safety factor sebelum hujan pada lereng sebesar 1,018, *safety factor* akibat 30 menit hujan pada lereng sebesar 0,991, safety factor akibat 1 jam 30 menit hujan pada lereng sebesar 0,987, safety factor akibat 2 jam hujan pada lereng sebesar 0,986. Dari analisis kestabilan lereng timbunan dengan menggunakan aplikasi geostudio dimana semakin tinggi curah hujan maka semakin turun nilai FK yang di hasilkan.

Kata kunci: Infiltrasi air hujan, tanah tak jenuh, stabilitas lereng.

SUMMARY

ANALYSIS OF THE EFFECT OF RAINWATER INFILTRATION ON THE STABILTY OF THE EMBANKMENT SLOPE IN MTBU TANJUNG ENIM UPTA MINING UNIT OF PT BUKIT ASAM (PERSERO) TBK

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

Ahsyn Mubarok, Guided by Dr. Ir. H. Marwan Asof, DEA. And Alieftiyani Paramita Gobel, S.T., M.T.

Analisis Pengaruh Infiltrasi Air Hujan Terhadap Kestabilan Lereng Tanah Timbunan Pada Pit Muara Tiga Besar Utara Di Pt Bukit Asam, Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan

xv + 77 Pages, 27 Images, 9 Tables, 12 Attachments

SUMMARY

Muara Tiga Besar Utara (MTBU) is one of the longest operating pits at PT Bukit Asam. Most of the pit area is a stockpile area. This is because the overburden material in the MTBU pit uses the backfilling method. So that the MTBU pits experience slope failure caused by infiltration of rainwater into the soil layer on the slopes which will increase the load on the slopes as a result of increased water content in the soil, which in turn triggers landslides. Infiltration on slopes will increase the pore water pressure and reduce the shear strength of the soil. This condition causes slope failure. In this condition the shear strength of the soil is determined by the residual shear strength. High and intense rainfall will cause the soil to become saturated, resulting in a decrease in cohesion, low cohesion will cause the soil to become weak and the unit weight of the soil will increase. rainfall is 2,608.90, then 3,291.80 mm in 2020 and 3,202.90 in 2021. slope stability using the geostudio application program SLOPE/W, SEEP/W produces a safety factor value before rain on a slope of 1,018, a safety factor due to 30 minutes of rain on the slopes is 0.991, the safety factor due to 1 hour 30 minutes of rain on the slopes is 0.987, the safety factor due to 2 hours of rain on the slopes is 0.986. From the analysis of the stability of the embankment slopes using the geostudio application where the higher the rainfall, the lower the FK value produced.

Keywords: Rainwater infiltration, unsaturated soil, slope stability.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	v
RIWAYAT PENULIS	vi
HALAMAM 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	2
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Pengaruh Hujan Terhadap Kestabilan Lereng.....	3
2.1.1 Pola Pergerakan Tanah.....	4
2.1.1.1 Gelincir (<i>Slide</i>).....	4
2.1.1.2 Jatuhan	6
2.1.1.3 Aliran (<i>Flow</i>)	6
2.1.2 Klasifikasi Berdasarkan Kecepatan Pergerakan Tanah.....	7
2.1.2.1 Pergerakan Lambat.....	7
2.1.2.2 Pergerakan Sedang	8
2.1.2.3 Pergerakan Cepat	9
2.1.3 Lereng	10
2.1.3.1 Kelongsoran Lereng	10
2.1.3.2 Parameter – Parameter Longsor	11
2.2 Pengaruh infiltrasi terhadap stabilitas lereng.....	12
2.3 Konsep Tanah Tak Jenuh Air dan Tekanan Hisap	13
2.3.1 <i>Soil Warer Characteristic CurveI</i> (SWCC)	14
2.4 Konsep Laju Infiltrasi	15
2.4.1 Tanah Residu	18
2.4.2 Faktor yang Mempengaruhi Laju Infiltrasi	19
2.4.3 Pengukuran Laju Infiltrasi dengan Alat <i>Double Ring Infiltrometer</i>	21
2.5 Penelitian Terdahulu.....	22
BAB 3 METODE PENELITIAN	28
3.1 Lokasi Penelitian	28
3.2 Keadaan Umum	30

3.2.1 Topografi.....	30
3.2.2 Stratigrafi.....	30
3.3 Metode Penelitian.....	33
3.3.1 Studi Literatur.....	33
3.3.2 Observasi Lapangan.....	34
3.3.3 Pengambilan Data.....	34
3.3.4 Pengelolaan dan Analisis Data.....	35
3.4 Bagan Alir Metode Penelitian.....	35
3.5 Bagan Alir Penelitian.....	36
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Analisis Pengaruh Komposisi Mineral jenis Montmorillonite Material Tanah Timbunan Terhadap Infiltrasi Air Hujan.....	37
4.2 Analisis Kestabilan Lereng Pada Tanah Timbunan Terhadap Infiltrasi Air Hujan.....	42
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	51

DAFTAR GAMBAR

Halaman

2.1	Tipe Keruntuhan Gelincir Translasi	4
2.2	Pergerakan pada nendatan	5
2.3	Keruntuhan lereng tipe gelincir	6
2.4	Tipikal gerakan keruntuhan jatuhan	6
2.5	Tipe keruntuhan lereng aliran dengan bentuk keruntuhan yang tidak Berpola	7
2.6	Tipe gerakan keruntuhan lereng debris pada batuan	8
2.7	Tipe jatuh bebas batuan (rock fall)	9
2.8	Ilustrasi pengaru tenteang infiltrasi tipe tanah	13
2.9	Kurva Laju Infiltrasi (Sumber : Isnaini, 2013)	17
2.10	<i>Double ring infiltrometer</i>	22
3.1	Peta Kesampaian Daerah Pt Bukit Asam (Persero) Tbk. UPTE	29
3.2	Peta Topografi Regional	30
3.3	Lapisan Batubara pada Unit M2	32
3.4	Stratigrafi Batuan pada <i>Pit</i> Muara Tiga Besar Utara	33
3.5	Bagan Alir Penelitian	36
4.1	Lokasi terjadinya longsor pada area penimbunan	40
4.2	Korelasi nilai FK dan Kandungan Fe	42
4.3	Total curah hujan MTBU	43
4.4	Curah Hujan 3 tahun terakhir	44
4.5	<i>safety factor</i> sebelum hujan pada lereng sebesar 1,018	46
4.6	<i>safety Factor</i> akibat hujan selama 30 menit pada lereng sebesar 0,991	47
4.7	<i>safety factor</i> akibat hujan selama 1 jam 30 menit pada lereng sebesar 0,98747	47
4.8	<i>safety factor</i> akibat hujan selama 2 jam pada lereng sebesar 0,986	48
4.9	Pergerakan infiltrasi pada saat hujan	49
4.10	Grafik Parameter Jam Hujan	49
4.11	Kondisi faktor keamanan lereng per waktu pada saat hujan	50

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Klasifikasi Laju Infiltrasi.....	19
2.2 Tingkat Pelapukan Massa Batuan.....	20
2.3 Penelitian terdahulu.....	22
3.1 Wilayah Izin Usaha Penambangan PT Bukit Asam (Persero) Tbk UPTE....	24
4.1 Prentase Kadar Unsur dan Mineral pada Sampel	32
4.2 Komposisi Kadar Mineral Tanah Timbunan	33
4.3 Koordinat pengambilan Sampel pada Area Timbunan	35
4.4 Komposisi Mineral pada setiap <i>Section</i>	36
4.5 Geometri dan <i>soil properties</i> lereng timbunan	40

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Muka Air Tanah Pada Lokasi Penimbunan.....	51
B. Persentase Unsur Dan Mineral Tanah pada Timbunan MTBU	55
C. Tabel Curah Hujan MTBU	61

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* adalah daerah yang berada pada suatu operasi tambang terbuka yang dijadikan tempat untuk membuang material tidak berharga, baik itu material dengan kadar rendah ataupun lapisan penutup tanah (*overburden*) yang ditempatkan di dekat lokasi penambangan (Arif, I dan Gatut S. adisoma ,2005).

PT. Bukit Asam, Tbk. merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang pertambangan batubara yang berlokasi di Tanjung Enim, Sumatra Selatan. PT Bukit Asam memiliki tiga IUP yang sedang beroperasi, salah satunya adalah IUP Operasi penambangan Muara Tiga Besar Utara (MTBU). Metode penambangan yang diterapkan adalah metode penambangan Open pit yang merupakan penambangan terbuka menggunakan alat gali muat dan alat angkut.

Pit MTBU merupakan salah satu pit yang paling lama beroperasi di PT Bukit Asam. Hampir Sebagian wilayah pit merupakan wilayah timbunan. Hal ini disebabkan oleh penimbunan bahan galian *overburden* pada pit MTBU menggunakan metode *backfilling* atau penimbunan kembali material *overburden* dan *top soil* ke dalam lahan bekas tambang. Material *overburden* ini kemudian ditimbun di suatu tempat yang disebut *waste dump* atau kawasan timbunan. Salah satu kawasan timbunan yang ada di PT. Bukit Asam, Tbk adalah timbunan *overburden* yang berada di blok timur, di Pit Muara Tiga Besar Utara (MTBU). Kawasan timbunan ini sering terjadinya longsor yang dikala musim penghujan yang melanda. Maka dari itu, dilakukan penelitian untuk menganalisis pengaruh infiltrasi air hujan terhadap kestabilan lereng di Pit MTBU Unit Pertambangan Tanjung Enim UPT PT Bukit Asam (Persero) Tbk.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di urai, permasalahan yang akan di teliti dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh komposisi unsur mineral penyusun material tanah timbunan terhadap infiltrasi air hujan?
2. Bagaimana faktor keamanan pada lereng timbunan dengan menggunakan aplikasi *geoslope* berdasarkan curah hujan di Pit MTBU?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

1. Lokasi yang diamati merupakan lereng timbunan pada area *back filling pit* Muara Tiga Besar Utara.
2. Besarnya curah hujan yang terdapat di lokasi pada area pit MTBU.
3. Kajian ini berfokus kepada pengaruh kadar mineral dan factor curah

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan memiliki tujuan:

1. Menganalisis pengaruh komposisi mineral penyusun material pada tanah timbunan terhadap infiltrasi air hujan.
2. Menganalisis faktor keamanan dari perhitungan kestabilan lereng timbunan menggunakan aplikasi *geoslope* berdasarkan curah hujan di Pit MTBU.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat untuk:

1. Menjadi masukan bagi perkembangan ilmu pengetahuan, terkehususnya pada bidang kelongsoran lereng tambang berdasarkan komposisi mineral dan factor curah hujan.
2. Sebagai bahan acuan dan referensi penelitian pada bidang kelongsoran lereng tambang berdasarkan komposisi mineral dan pengaruh curah hujan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aidatul, N. (2015). Pemetaan Laju infiltrasi Menggunakan Metode Horton Di Sub DAS Tenggarang Kabupaten Bondowoso. Skripsi Fakultas Teknik UNJEM Jember.
- Arif, I dan Gatut S. Adisoma. (2005). Perencanaan Tambang. Teknik Pertambangan ITB. Bandung
- Arif, I. (2016). “Geoteknik Tambang”. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Arfan, H., dan Pratama, A. (2012). Model Eksperimen Pengaruh Kepadatan, Intensitas Curah Hujan Dan Kemiringan Terhadap Resapan Pada Tanah Organik. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Brooks, R., & Corey, A. (1964). Hydraulic properties of porous media. Hydrology Papers, Colorado State University. Fort Collins, Colorado.
- Chen, F.H. (1975). “Foundation on Expansive Soil, Development in Geotechnical Engineering”. Amsterdam : Esvier Scientific Publishing Company.
- 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.
- Hasibuan, B. E., Fauzi., Sarifudin., Hanum, H. (2011). Kesuburan Tanah dan Pemupukan. USU Press. Medan. 40 hal.
- Hardiyatmo, H. C. (2012). “*Mekanika Tanah I*”. Edisi. Ke-6. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hirnawan, R.F. 1993. Ketanggapan Stabilitas Lereng Perbukitan Rawan Gerakan Tanah atas Tanaman Keras, Hujan & Gempa. Disertasi. Universitas Padjajaran .
- Isnaini, Riri. (2013). Kajian Laju Infiltrasi Tanah pada Berbagai Penggunaan Lahan Desa Sempajaya Kecamatan Berastagi Kabupaten Karo. USU Medan. Medan.
- Karnawati, D., (2003). Bencana Alam Gerakan Massa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya. Jurusan Teknik Geologi, Universitas Gajah

- Mada, Yogyakarta.
- Karnawati, D. (2006). *Geologi Umum dan Teknik*. Yogyakarta: Program Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
- Lili, M., Bralts, V. F., Yinghua, P., Han, L. and Tingwu L. (2008), Methods for Measuring Soil Infiltration. State of the art, *Int. J.Agric & Biol Eng.*, 1 (1), 22-30
- Martini, (2005). *Studi Karakteristik Hujan Pemicu Longsorran pada Ruas Jalan Tawaeli- Toboli Sulawesi Tengah*.
- Marinho, FAM. 2005. Sifat kurva karakteristik tanah-air untuk tanah plastis. *Jurnal Rekayasa Geoteknik dan Geolingkungan* 131(5): 654–661.
- Munaljid, J.K., dkk., (2015). *Aplikasi Model Infiltrasi Pada Tanah dengan Model Kostiyacov dan Model Horton Menggunakan Alat Rainfall Simulator*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Muntohar, A.S., Nugraha, R.A., (2015). “Pengaruh Pembesaran Kepala Kolom Bentuk T Shape Pada Sistem Fondasi Jalan Raya Terhadap Deformasi Akibat Pengembangan Tanah Ekspansif”. *Seminar Nasional XI – 2015 Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, Indonesia, 28 Januari 2015*, pp. 749-756.
- Muntohar, A.S., Ikhsan, J., and Soebowo, E., (2013), *Geo-Congress, Mechanism of rainfall triggering landslides in Kulonprogo, Indonesia*.
- Nurmegawati, dkk. (2014). “Kajian kesuburan tanah perkebunan karet rakyat di provinsi Bengkulu, *Jurnal Litri*, 20(1): 17 – 26.
- Putra, H., Rifa’i, A., dan Sujono, J., (2014). *Pengaruh Infiltrasi Parameter Tanah Tak Jenuh Sebagian Dalam Analisis Stabilitas Lereng, Tugas Akhir : Universitas Gadjah Mada*.
- Ritawati, S., M. Mawardi dan S. Goenadi. (2012). *Kesesuaian Model Infiltrasi Philips untuk Prediksi Limpasan Permukaan Menggunakan Metode Bilangan Kurva. AGRITECH*. 32(3): 331-339.
- Seyhan, Ersin, (1990). *Dasar-dasar Hidrologi*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta

- Sufriadin, d. (2020). “Analisis Mineralogi dan Kimia Bentonit Daerah Bone Bolango”. *Jurnal Geomine, VIII*, 104-113.
- Wang, Z. F., Li, J. H. (2011). “Influence of Cracks on Stability of Cracked Soil Slope, Unsaturated Soil : Theory and Pactice”. Kasetsart Univerity, Thailand, ISBN 978-616-7522-77-7.
- Zakaria dalam Anwar (2012). Pemetaan Daerah Rawan Longsor Di Lahan Pertanian Kecamatan Sinjai Barat Kabupaten Sinjai. Skripsi. Makassar : Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin Makassar.
- Zhang, G, Wang, R, Qian, J, Zhang, JM, Qian, J. (2012). “Effect Studi of Cracks on Behavior of Soil Slope Under Rainfall Condition. Soil and Foundation”. Elsevier B.V.