



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

No.21/SKRIPSI/S.Tr-JT/2022

SKRIPSI

ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN PERKUATAN GEOTEKSTIL

(Studi Kasus : Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing Seksi 2
STA 6+475)



Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV
Politeknik Negeri Jakarta

Disusun oleh :

Pandu Graha Rizqullah
NIM 1801413023

Pembimbing :

Yelvi, ST., MT.

NIP. 197207231997022002

PROGRAM STUDI D-IV

TEKNIK PERANCANGAN JALAN DAN JEMBATAN

KONSENTRASI JALAN TOL

JURUSAN TEKNIK SIPIL

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

DEPOK

2022



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul :

ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN PERKUATAN GEOTEKSTIL
yang disusun oleh Pandu Graha Rizqullah (1801413023) telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam **Sidang Skripsi Tahap I**

Pembimbing 1

Yelvi, ST., MT.
(NIP. 197207231997022002)



Hak Cipta :

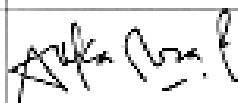


1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul :

**ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN PERKUATAN GEOTEKSTIL
(Studi Kasus : Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing Seksi 2
STA 6+475)**

yang disusun oleh **Pandu Graha Rizqullah (NIM 1801413023)** telah dipertahankan dalam Sidang Skripsi di depan Tim Penguji pada hari Jumat tanggal 29 Juli 2022

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Andikanoza Pradiptiya, S. T., M. Eng. NIP 198212312012121003	
Anggota	Sutikno, S.T., M.T. NIP 196201031985031004	
Anggota	Putera Agung Maha Agung, S.T., M.T., Ph.D. NIP 196606021990031002	

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta



Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M., M.Ars.
NIP 197407061999032001



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangah dibawah ini, saya:

Nama : Pandu Graha Rizqullah
NIM : 1801413023
Program Studi : D4 – TPJJ Jalan Tol
Alamat *e-mail* : pandu.graharizqullah.ts18@mhs.w.pnj.ac.id
Judul Naskah : Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Geotekstil

Dengan ini menyatakan bahwa tulisan yang saya sertkan dalam Skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2021/2022 adalah benar-benar karya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikuti dalam segala bentuk kegiatan akademis.

Apabila di kemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan bersedia menerima sanksi yang ada. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya

Depok, 01 Agustus 2022

Yang menyatakan,

Pandu Graha Rizqullah

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya sehingga Skripsi ini dapat penulis selesaikan dengan baik. Pada Skripsi ini penulis mengambil judul “**Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing Seksi 2 STA 6+475)**”. Skripsi ini disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan program studi D-IV Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan Konsentrasi Jalan Tol di Politeknik Negeri Jakarta

Dalam penyelesaian penulisan Skripsi ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, Alhamdulillah Skripsi ini dapat diselesaikan. Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak – pihak dan rekan – rekan yang sudah membantu, terutama kepada :

1. Allah SWT, yang telah memberikan kesehatan dan rezeki sampai saat ini sehingga skripsi ini dapat penulis selesaikan dengan baik.
2. Orang tua dan keluarga yang senantiasa menjadi motivasi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini dengan memberikan dukungan moril dan materil.
3. Ibu Yelvi, S.T., M. T. selaku dosen pembimbing dari Jurusan Teknik Sipil.
4. Ibu Dr. Dyah Nurwidyaningrum, ST.,MM.,M.Ars, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil.
5. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
6. Waya Nirmala Mulisa, yang senantiasa membantu penulis dalam menjalani proses studi ini. Baik secara moril, tenaga, maupun waktu.
7. Teman – teman penulis pada Program Studi Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan Konsentrasi Jalan Tol Angkatan 2018 yang namanya tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
8. Teman – teman penulis di PT. Jasamarga Japek Selatan (JJS) yang namanya tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
9. Semua pihak yang telah membantu, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Tidak ada satupun yang dapat menggantikan seluruh doa, dukungan, kerjasama, waktu, kesempatan, dan bimbingan dari semua pihak yang telah disebutkan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

kecuali doa yang penulis haturkan agar kiranya Allah SWT berkenan membalas semua yang telah diberikan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar dapat memperkaya pengetahuan dan menyempurnakan penulisan Skripsi ini. Dan pada akhirnya penulis memohon maaf apabila ada kata-kata yang tidak berkenan dihati dan semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membacanya.

Depok, 11 Juli 2022

Pandu Graha Rizqullah





ABSTRAK

Dalam pekerjaan pembangunan jalan tol sering dijumpai pekerjaan timbunan yang dilakukan untuk menyamakan elevasi antara elevasi tanah asli dan elevasi rencananya. Pekerjaan timbunan pada lereng tidak terlepas dari risiko kelongsoran, terutama pada lereng timbunan yang tinggi. Karena semakin tinggi lereng timbunan akan menyebabkan beban yang diterima oleh tanah dasar semakin besar dan kestabilan tanah berkurang. Pada Jalan Tol Cibitung – Cilincing Seksi 2 STA 6+475 memiliki timbunan yang cukup tinggi sebesar 7,5 m, maka harus dianalisis kestabilan dan direncanakan perkuatannya. Analisis stabilitas lereng pada penelitian ini dilakukan dengan membandingkan hasil faktor keamanan kondisi tanah asli dan dengan penambahan perkuatan geotekstil yang dihitung menggunakan metode *Bishop* dan program *Plaxis V.20*. Hasil analisis dengan metode *bishop* tanpa beban gempa didapat faktor keamanan sebesar 1,44 dan dengan program *Plaxis V.20* didapat faktor keamanan sebesar 1,201. Dari analisis dengan metode *bishop* dengan beban gempa (kh) sebesar 0,18 didapat faktor keamanan 0,95. Sedangkan faktor keamanan untuk analisis dengan beban gempa menggunakan program *Plaxis V.20* tidak dapat diperhitungkan, maka dicari nilai deformasi lateralnya yakni sebesar 0,505 m. Dari hasil tersebut lereng kondisi tanah asli harus diberi perkuatan karena nilai $FK < 1,25$. Perkuatan menggunakan geotekstil dibagi menjadi 2 zona yaitu 1,0 m dan 0,5 m. Hasil analisis stabilitas lereng timbunan dengan perkuatan geotekstil tanpa beban gempa mendapatkan faktor keamanan sebesar 1,880 dimana meningkat sebesar 64 % dari kondisi lereng timbunan tanpa perkuatan. Sedangkan nilai deformasi lateral lereng timbunan menggunakan perkuatan geotekstil dengan beban gempa didapat sebesar 0,034 m, sehingga nilai tersebut memenuhi nilai deformasi izin.

Kata Kunci : Kelongsoran, Faktor Keamanan, Geotekstil, *Bishop*, *Plaxis V.20*

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



ABSTRACT

In the construction work of toll roads, it is often found that embankment work is carried out to equalize the elevation between the original land elevation and the planned elevation. Embankment work on slopes cannot be separated from the risk of landslides, especially on high embankment slopes. Because the higher the slope of the embankment will cause the load received by the subgrade to be greater and the stability of the soil to decrease. On the Cibitung – Cilincing Toll Road Section 2 STA 6+475 has a fairly high embankment of 7.5 m, it must be analyzed for stability and planned for reinforcement. Slope analysis in this research was carried out by comparing the results of the safety factor of the original soil condition and the addition of geotextile reinforcement calculated using the Bishop method of the Plaxis V.20 program. The results of the analysis using the bishop method without earthquake loads obtained a safety factor of 1.47 and with the Plaxis V.20 program a safety factor of 1.201 was obtained. From the analysis using the bishop method with an earthquake load (kh) of 0.18, a safety factor of 0.95 was obtained. While the safety factor for analysis with earthquake loads using the Plaxis V.20 program cannot be calculated, then the lateral deformation value is sought which is obtained at 0,505 m. From these results, the slope of the original soil condition must be strengthened because the FK value is < 1.25 . Reinforcement using geotextile is divided into 2 zones, 1.0 m and 0.5 m. The results of the analysis of the stability of the embankment slopes with geotextile reinforcement obtained a safety factor of 1.880 which increased by 64% from the condition of the unreinforced embankment slopes. While the value of lateral deformation of embankment slopes using geotextile reinforcement with earthquake loads was obtained at 0,034 m, so that the value meets the allowable deformation value.

Key Words : *Sliding, Safety Factor, Geotextile, Bishop, Plaxis V.20*

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	II
HALAMAN PENGESAHAN.....	III
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	IV
KATA PENGANTAR	V
ABSTRAK.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
DAFTAR ISI.....	IX
DAFTAR GAMBAR	XII
DAFTAR TABEL.....	XIV
BAB 1 PENDAHULUAN	16
1.1 Latar Belakang	16
1.2 Identifikasi Masalah	17
1.2.1 Rumusan Masalah	17
1.3 Pembatasan Masalah	17
1.4 Manfaat Penelitian.....	17
1.5 Tujuan.....	18
1.6 Sistematika Penulisan.....	18
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	20
2.1 Lereng.....	20
2.2 Tanah Longsor.....	20
2.3 Jenis Keruntuhan	21
2.4 Perbaikan Lereng.....	21
2.5 <i>Standart Penetration Test (SPT)</i>	25
2.5.1 Hubungan Korelasi N-SPT dengan Paramater Tanah.....	26
2.6 Pembebanan.....	30
2.7 Kuat Geser Tanah	31
2.7.1 Model Tanah <i>Mohr - Coulomb</i>	31
2.8 Analisis Stabilitas Lereng.....	32
2.9 Analisis Stabilitas Lereng dengan Metode <i>Bishop</i>	34
2.10 Geotekstil	37
2.11 Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan.....	39

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.12	Analisis Stabilitas Lereng dengan Program <i>Plaxis</i>	45
2.13	Pengaruh Gempa terhadap Kestabilan Lereng.....	46
2.14	Studi - Studi Terdahulu.....	50
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		51
3.1	Lokasi Penelitian	51
3.2	Teknik Pengumpulan Data	52
3.3	Tahapan Penelitian	52
3.4	Diagram Alir Penelitian.....	53
BAB 4 DATA DAN PEMBAHASAN		55
4.1	Data Gambar.....	55
4.2	Data Pembebanan	55
4.2.1	Beban Lalu Lintas	55
4.2.2	Beban Perkerasan	55
4.2.3	Total Pembebanan.....	56
4.3	Data Geotekstil	56
4.4	Data Tanah	57
4.4.1	Berat Isi Tanah	58
4.4.2	Koefisien Permeabilitas	59
4.4.3	<i>Modulus Young</i>	59
4.4.4	<i>Poisson Ratio</i>	60
4.4.5	Kohesi	60
4.4.6	Sudut Geser Dalam	60
4.5	Data Tanah Timbunan	61
4.6	Parameter Tanah.....	61
4.7	Percepatan Gempa	62
4.8	Analisis Stabilitas Lereng.....	63
4.9	Analisis Stabilitas Lereng Kondisi Tanah Asli	64
4.9.1	Analisis dengan Perhitungan Manual.....	64
4.9.2	Analisis dengan Program <i>Plaxis V.20</i>	72
4.10	Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Geotekstil	78
4.10.1	Analisis dengan Perhitungan Manual.....	78
4.10.2	Analisis dengan Program <i>Plaxis V.20</i>	84
4.11	Hasil Analisis	89
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		92

5.1	Kesimpulan.....	92
5.2	Saran.....	93
DAFTAR PUSTAKA		94



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis - Jenis Keruntuhan	21
Gambar 2.2 Tipikal Penanggulangan dengan Cara Mengubah	22
Gambar 2.3 Contoh Drainase Bawah Permukaan	23
Gambar 2.4 Penambatan Tanah dengan Tembok Penahan	23
Gambar 2.5 Lereng yang Diperkuat dengan Geosintetik untuk Meningkatkan Stabilitas.....	24
Gambar 2.6 Penambatan Tanah dengan Sumuran.....	24
Gambar 2.7 Penanggulan Keruntuhan Lereng dengan Tiang	24
Gambar 2.8 Penetrasi dengan SPT	26
Gambar 2.9 Diagram Segitiga Tekstur Tanah.....	27
Gambar 2.10 Kriteria Keruntuhan Model Mohr-Coulomb	32
Gambar 2.11 Gaya - Gaya yang Bekerja Pada Irisan	35
Gambar 2.12 Grafik untuk mencari nilai $1/M\alpha$	37
Gambar 2.13 Geotekstil Woven	38
Gambar 2.14 Geotekstil Non Woven	38
Gambar 2.15 Distribusi Tekanan Tanah Lateral	39
Gambar 2.16 Contoh Permodelan Plane-Strain dan Axisymmetric.....	45
Gambar 2.17 Analisis Stabilitas Lereng dengan Pengaruh Gempa.....	46
Gambar 2.18 Peta Percepatan Puncak di Batuan Dasar (SB) untuk Probabilitas Terlampaui 2% dalam 50 Tahun versi 2017	48
Gambar 3.1 Peta Lokasi Wilayah Pekerjaan	51
Gambar 3.2 Plan Jalan Tol Cibitung Cilincing Seksi 2 STA 6+475	51
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian.....	54
Gambar 4.1 Potongan Melintang Lereng STA 6+475.....	55
Gambar 4.2 Potongan Melintang Perkerasan	56
Gambar 4.3 Wilayah Cibitung pada Peta Hazard Gempa Indonesia 2017.....	62
Gambar 4.4 Grafik Spektrum Respon Desain Daerah Cibitung.....	63
Gambar 4.5 Grafik Hubungan antara Percepatan dan Waktu	63
Gambar 4.6 Permodelan Tiap Irisan untuk Perhitungan Metode Bishop STA 6+475	64

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.7 Pemodelan Geometri Lereng Timbunan Kondisi Tanah Asli tanpa Beban Gempa	73
Gambar 4.8 Permodelan Lapisan Tanah pada Geometri Lereng Timbunan Kondisi Tanah Asli tanpa Beban Gempa.....	73
Gambar 4.9 Meshing pada Geometri Lereng Timbunan Kondisi Tanah Asli tanpa Beban Gempa	74
Gambar 4.10 Penentuan Muka Air Tanah pada Geometri Lereng Timbunan tanpa Beban Gempa	74
Gambar 4.11 Deformed Mesh Lereng Timbunan Kondisi Tanah Asli tanpa Beban Gempa	75
Gambar 4.12 Grafik Safety Factor Lereng Timbunan Kondisi Tanah Asli tanpa Beban Gempa	76
Gambar 4.13 Pemodelan Geometri Lereng Timbunan Kondisi Tanah Asli dengan Beban Gempa	76
Gambar 4.14 Tab Error pada Plaxis V.20 untuk Perhitungan Safety setelah Perhitungan Dynamic	77
Gambar 4.15 Grafik Deformasi Lateral pada Lereng Kondisi Asli dengan Beban Gempa	78
Gambar 4.16 Pembagian Zona pada Tanah Timbunan	80
Gambar 4.17 Pemodelan Geometri Lereng Timbunan dengan Perkuatan Geotekstil	85
Gambar 4.18 Meshing pada Geometri Lereng Timbunan dengan Perkuatan Geotekstil	85
Gambar 4.19 Penentuan Muka Air Tanah pada Geometri Lereng Timbunan dengan Perkuatan Geotekstil	86
Gambar 4.20 Deformed Mesh Lereng Timbunan dengan Perkuatan Geotekstil	87
Gambar 4.21 Grafik Safety Factor Lereng Timbunan dengan Perkuatan Geotekstil	87
Gambar 4.22 Pemodelan Geometri Lereng menggunakan Perkuatan Geotekstil dengan Beban Gempa	88
Gambar 4.23 Grafik Deformasi Lateral pada Lereng menggunakan Perkuatan Geotekstil dengan Beban Gempa	89



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Berat Isi Tanah Berdasarkan Jenis Tanah	27
Tabel 2.2 Nilai Perkiraan Koefisien Permeabilitas	28
Tabel 2.3 Nilai Perkiraan Modulus Elastisitas Tanah	28
Tabel 2.4 Nilai Perkiraan Angka Poisson Tanah	29
Tabel 2.5 Nilai Kohesi Effektif dan Sudut Geser Dalam	29
Tabel 2.6 Beban Lalu Lintas untuk Analisis Stabilitas	30
Tabel 2.7 Hubungan Nilai Faktor Keamanan Lereng dan Intensitas Longsor	34
Tabel 2.8 Faktor Reduksi Kekuatan yang Digunakan dalam Persamaan (2.9)	41
Tabel 2.9 Kriteria Perancangan Gempa berdasarkan Peruntukan Infrastruktur	48
Tabel 2.10 Faktor Amplifikasi Untuk PGA dan Periode (FK_{PGA} dan FK_a)	49
Tabel 4.1 Hasil Pengujian N-SPT	58
Tabel 4.2 Parameter Desain Berat Isi Tanah (kN/m^3)	59
Tabel 4.3 Parameter Desain Koefisien Permeabilitas (m/hari)	59
Tabel 4.4 Parameter Desain Modulus Young (kPa)	59
Tabel 4.5 Parameter Desain Poisson Ratio	60
Tabel 4.6 Parameter Desain Nilai Kohesi	60
Tabel 4.7 Parameter Desain Nilai Sudut Geser Dalam	60
Tabel 4.8 Parameter Desain Timbunan	61
Tabel 4.9 Parameter Tanah Tiap Lapisan	61
Tabel 4.10 Perhitungan Lereng Kondisi Asli Tanpa Gempa	66
Tabel 4.11 Perhitungan Lereng Kondisi Asli Dengan Gempa	70
Tabel 4.12 Rekapitulasi Faktor Keamanan dengan Metode Bishop	72
Tabel 4.13 Tahapan Analisis Lereng Timbunan Kondisi Tanah Asli tanpa Beban Gempa	75
Tabel 4.14 Tahapan Analisis Lereng Timbunan Kondisi Tanah Asli dengan Beban Gempa	77
Tabel 4.15 Koefisien Daya Dukung Tanah	79
Tabel 4.16 Rekapitulasi Perhitungan Panjang Overlapping Geotekstil	83
Tabel 4.17 Rekapitulasi Perhitungan Panjang Efektif Geotekstil	84
Tabel 4.18 Tahapan Analisis Lereng Timbunan Kondisi Tanah Asli dengan Perkuatan Geotekstil	86

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4.19 Tahapan Analisis Lereng menggunakan Perkuatan Geotekstil dengan Beban Gempa88

Tabel 4.20 Rekapitulasi Faktor Keamanan Kondisi Asli dengan Perhitungan Manual dan Program Plaxis V.2090

Tabel 4.21 Hasil Nilai FK Lereng Kondisi Asli dan dengan Perkuatan Geotekstil tanpa Beban Gempa90

Tabel 4.22 Hasil Nilai Deformasi Lateral Lereng Kondisi Asli dan menggunakan Perkuatan Geotekstil dengan pengaruh gempa91



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Didalam proyek jalan tol, galian dan timbunan adalah pekerjaan yang sering dilakukan yang disebabkan oleh elevasi jalan rencana berbeda dengan elevasi tanah aslinya sehingga pekerjaan galian dan timbunan ini diperlukan untuk menyamakan perbedaan elevasi tersebut. Permasalahan yang sering ditemui dalam pekerjaan timbunan adalah kelongsoran pada lereng timbunan. Karena, timbunan yang tinggi akan menyebabkan kestabilan tanah berkurang dan beban yang diterima oleh tanah dasar semakin besar. Hal yang harus dilakukan dalam menghadapi permasalahan ini adalah analisis stabilitas lereng berdasarkan model yang akurat mengenai kondisi material bawah permukaan, kondisi air tanah dan pembebanan yang mungkin bekerja pada lereng timbunan.

Pada lokasi yang ditinjau yakni Jalan Tol Cibitung – Cilincing Seksi 2 STA 6+475 memiliki timbunan tanah yang tinggi pada badan jalan sebesar 7,5 meter, sehingga rentan dengan terjadinya kelongsoran. Banyak metode untuk mencegah kelongsoran pada lereng timbunan yang tinggi, salah satunya dengan menambahkan perkuatan berupa geosintetik. Geosintetik memiliki berbagai jenis seperti geotekstil, geogrid, geomembran, dan lain sebagainya. Geotekstil sendiri merupakan material lembaran yang dibuat dari bahan sintesis *polymeric*, bersifat lolos air, yang dapat berbentuk bahan nir-anyam (*non woven*) atau anyaman (*woven*). Penggunaan geotekstil sebagai perkuatan lereng timbunan sering digunakan karena memiliki beberapa keunggulan, antara lain mudah dalam pelaksanaannya dan dapat meningkatkan kestabilan lereng secara efektif.

Pada penelitian ini akan difokuskan tentang kestabilan lereng untuk mencegah terjadinya kelongsoran disekitar objek yang dikaji dengan alternatif perkuatan lereng timbunan berupa geotekstil. Untuk menganalisis faktor keamanan (*safety factor*) lereng timbunan, dilakukan dengan membandingkan hasil dari analisis metode perhitungan manual (metode *Bishop*) dengan metode elemen hingga menggunakan program *Plaxis V.20*. Jika hasil perhitungan faktor keamanan (*safety factor*) dengan penambahan perkuatan geotekstil terjadi peningkatan, maka penelitian ini diharapkan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dapat membantu untuk dijadikan evaluasi terhadap pengambilan keputusan dalam menganalisis kestabilan lereng ditinjau dari segi kekuatannya.

1.2 Identifikasi Masalah

Timbunan yang tinggi pada badan jalan tidak terlepas dari risiko berupa kelongsoran pada lereng timbunan. Sehingga diperlukan analisis stabilitas lereng berdasarkan model yang akurat dan metode perkuatan yang tepat untuk menghindari risiko tersebut.

1.2.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, dapat disimpulkan rumusan masalah yang diambil adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi awal lereng timbunan sebelum menggunakan perkuatan geotekstil?
2. Bagaimana nilai faktor keamanan (*safety factor*) lereng timbunan setelah diberi pkuatan geotekstil?

1.3 Pembatasan Masalah

Agar penelitian ini tidak terlalu luas tinjauannya dan tidak menyimpang dari rumusan masalah yang ditetapkan, maka perlu adanya pembatasan terhadap masalah yang ditinjau. Batasan-batasan masalah yang diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data tanah yang digunakan adalah data tanah dari proyek Jalan Tol Cibitung – Cilincing Seksi 2, tepatnya di STA 6+475.
2. Timbunan tanah digambarkan dengan permodelan 2 (dua) dimensi sesuai dengan potongan melintang lokasi yang ditinjau yaitu STA 6+475.
3. Tidak meninjau dari segi biaya, mutu dan waktu..
4. Perhitungan stabilitas lereng dilakukan dengan perhitungan manual (metode *Bishop*) dan metode elemen hingga dengan program *Plaxis V.20*.
5. Perkuatan lereng menggunakan geotekstil jenis woven.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat menambah pengetahuan tentang stabilitas lereng.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Memberikan pengetahuan tentang perangkat lunak dalam bidang geoteknik khususnya dikalangan mahasiswa jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta, yaitu program *Plaxis V.20*.
3. Dapat dijadikan referensi kepada perencana di dunia industri dalam menganalisis stabilitas lereng dan alternatif perkuatan yang tepat.

1.5 Tujuan

Mengacu pada masalah yang telah dirumuskan sebelumnya, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis kondisi awal lereng timbunan sebelum menggunakan perkuatan geotekstil.
2. Menganalisis nilai faktor keamanan (*safety factor*) lereng timbunan setelah diberi perkuatan geotekstil.

1.6 Sistematika Penulisan

Rancangan sistematika penulisan secara keseluruhan pada tugas akhir ini terdiri dari 6 (enam) bab, uraian masing-masing bab adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang masalah, identifikasi masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan pada tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan tentang teori-teori dasar yang mendukung studi yang digunakan yaitu analisis stabilitas lereng, dan juga dari penelitian terdahulu. Dimana semua dilengkapi dengan sumber-sumber yang digunakan.

BAB III METODOLOGI

Bab ini menjelaskan tentang tahap-tahap yang dilakukan dalam penelitian mulai dari objek atau lokasi penelitian, metode pengumpulan data, tahapan penyusunan, serta hasil akhir berupa kesimpulan yang ditunjukkan dalam bagan alir.

BAB IV DATA

Bab ini berisi tentang uraian data sekunder yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan kestabilan lereng yang ditinjau.

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Bab ini menjelaskan tentang perhitungan kestabilan lereng dengan perhitungan manual dan program Plaxis.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil perhitungan kestabilan lereng dan saran untuk perhitungan stabilitas lereng pada badan jalan.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis stabilitas lereng timbunan pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing Seksi 2 STA 6+475, dapat disimpulkan beberapa hal, antara lain :

1. Didapatkan nilai FK lereng tanpa beban gempa dengan perhitungan manual (metode *Bishop*) $> 1,25$ (Bowles, 1993) yakni 1,44, sehingga lereng dalam kondisi stabil. Jika perhitungan ditambah dengan adanya pengaruh beban gempa ($K_h = 0,18$), didapatkan nilai FK sebesar 0,93 yang berarti lereng berada dalam kondisi yang labil.
2. Untuk perhitungan menggunakan *Plaxis V.20* tanpa adanya pengaruh gempa didapatkan nilai FK sebesar 1,201. Sehingga lereng, dalam keadaan kritis dan masih rentan terhadap kelongsoran. Sedangkan untuk nilai FK dengan adanya pengaruh gempa tidak bisa dimunculkan, karena perhitungan *safety* untuk mendapatkan nilai FK tidak bisa dilakukan setelah proses perhitungan *dynamic* pada *Plaxis V.20*.
3. Agar nilai FK meningkat dilakukan perkuatan lereng timbunan dengan menambakan geotekstil. Geotekstil yang digunakan adalah geotekstil HRX-250 dengan nilai kuat tarik sebesar 40 kN/m. Dengan membagi jarak vertikal antar geotekstil (S_v) menjadi 2 zona yaitu 1,0 m dan 0,5 m. Didapatkan nilai FK lereng timbunan sebesar 1,880 sehingga lereng dapat dikatakan dalam keadaan stabil. Sedangkan untuk nilai FK dengan adanya pengaruh gempa tidak bisa dimunculkan, karena perhitungan *safety* untuk mendapatkan nilai FK tidak bisa dilakukan setelah proses perhitungan *dynamic* pada *Plaxis V.20*.
4. Untuk dapat membandingkan hasil analisis stabilitas lereng dengan adanya pengaruh gempa pada *Plaxis V.20* dilakukan dengan membandingkan nilai deformasi lateralnya. Diperoleh nilai deformasi lateral lereng kondisi asli dengan beban gempa sebesar 0,505 m. Setelah diberi perkuatan geotekstil nilai deformasi lateral menjadi 0,034 m, sehingga nilai deformasi memenuhi persyaratan nilai deformasi izin sesuai SNI 8460:2017 yaitu 1-2 inci.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari perhitungan analisis stabilitas lereng yang telah dilakukan yaitu :

1. Perlu dilakukan penelitian di laboratorium terhadap sampel tanah yang didapatkan dari proyek agar mendapatkan data tanah yang sesungguhnya. Sehingga hasil analisis bisa menjadi lebih akurat.
2. Selain dengan perkuatan geotekstil, dapat menggunakan beberapa metode perkuatan lainnya, misalnya dinding penahan tanah, *soil nailing*, cerucuk, dan lain sebagainya
3. Untuk penelitian lebih lanjut dapat membandingkan hasil analisis *Plaxis* dengan program lain seperti *Geoslope* dan *X Stable*





DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *SNI 4153-2008. Cara Uji Penetrasi Lapangan dengan SPT*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2017. *SNI 8460-2017. Persyaratan Perancangan Geoteknik*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Bowles, J. E. 1993. *Sifat – Sifat Fisik dan Geoteknis Tanah*. Erlangga. Jakarta.
- Bowles, J. E. 1997. *Analisa dan Desain Pondasi*, Edisi keempat Jilid 1. Erlangga. Jakarta.
- Brinkgreve, R. B. J. Et al. 2016. *PLAXIS 2D Reference Manual 2016*. Delft University of Technology and Plaxis. Belanda.
- Budhu, Muni. 2016. *Soil Mechanics and Foundation*. John Wiley and Sons , Inc., New York.
- Chandra, Alfian Adie dan Sari Rindi. 2021. *Analisis Kestabilan Lereng Pada Ruas Jalan Abe – Arso STA 3+700 dengan Perkuatan Geotekstil*. Civil Engineering Research Jounal Volume 2, Nomor 2. Jayapura.
- Das, B. M. 1993. *Mekanika Tanah (Prinsip – Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid II*. Diterjemahkan oleh: Noor Endah dan Indrasurya B. Mochtar. Erlangga. Surabaya.
- Das, B. M. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip – Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I*, Diterjemahkan oleh: Noor Endah dan Indrasurya B. Mochtar, Erlangga. Surabaya.
- Desain Spektra Indonesia, 2021. Desain Spektra Indonesia <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/index.php?pga=0.3938&ss=0.8368&s1=0.3942&tl=20&kelas=5&range=6#grafik>. Diakses tanggal 02 Juli 2022
- Hardiyatmo, H. C. 2002. *Mekanika Tanah I (Edisi Ketiga)*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C. 2010. *Geosintetik untuk Rekayasa Jalan Raya (Edisi Kedua)*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C. 2017. *Mekanika Tanah Jilid I (Edisi Keenam)*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C. 2018. *Mekanika Tanah Jilid II (Edisi Keenam)*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Hayumi, Liana. 2021. *Analisis Stabilitas Timbunan Pada Badan Jalan Dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan Program Plaxis (Analysys Of Road Embankment Stability With Geotextile Using Plaxis Program) (Studi Kasus: Jalan Tol Padang-Pekanbaru Seksi I)*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta. (Penelitian).
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2005. *Pd T-09-2005-B. Rekayasa Penanganan Keruntuhan Lereng pada Tanah Residual dan Batuan*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2009. *Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah dengan Geosintetik*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2019. *Kumpulan Korelasi Parameter Geoteknik dan Fondasi*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta.
- Lambe, T.W. dan Whitman, R.V. 1979. *Soil Mechanics*, SI Version, John Wiley and Sons , Inc., New York.
- Pusat Studi Gempa Nasional. 2017. *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017*, Cetakan Pertama. Penerbit Badan Penelitian dan Pengembangan. Jakarta.
- Ramadhan, A. F. 2021. *Evaluasi Kelongsoran Dan Alternatif Perkuatan Menggunakan Geotekstil Dengan Program Geoslope (Studi Kasus: Kelongsoran Tol Cipali KM 122 Jalur B)*. Politeknik Negeri Jakarta. Depok. (Penelitian).
- Rekzyanti, R., Balamba, Sjachrul., Manaroinson, Lanny. 2016. *Analisis Kestabilan Lereng Akibat Gempa (Studi Kasus: IAIN Manado)*. Universitas Sam Ratulangi. Manado. (Penelitian).
- Sarwono. 2003. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Akademik Pressindo. Jakarta