

No.12/SKRIPSI/S.TR-TPJJ/2023

SKRIPSI

**ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN PERKUATAN
DINDING PENAHAN TANAH KANTILEVER SEBAGAI
PENANGANAN KELONGSORAN AKIBAT GEMPA
CIANJUR, JAWA BARAT**



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

Disusun Oleh :

Amelia Christina Tampubolon
NIM 1901411016

Pembimbing :

Yelvi, S.T., M.T.
NIP 197207231997022002

Fryan Chentyo Joelia Mubaroch, S.T.
PT Brantas Abipraya (Persero)

**PROGRAM STUDI D-IV
TEKNIK PERANCANGAN JALAN DAN JEMBATAN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2023

No.12/SKRIPSI/S.TR-TPJJ/2023

SKRIPSI

**ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN
PERKUATAN DINDING PENAHAN TANAH
KANTILEVER SEBAGAI PENANGANAN
KELONGSORAN AKIBAT GEMPA CIANJUR, JAWA
BARAT**



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

Disusun Oleh :

Amelia Christina Tampubolon
NIM 1901411016

Pembimbing :

Yelvi, S.T., M.T.
NIP 197207231997022002

Fryan Chentyo Joelia Mubaroch, S.T.
PT Brantas Abipraya (Persero)

**PROGRAM STUDI D-IV
TEKNIK PERANCANGAN JALAN DAN JEMBATAN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2023



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul :

**ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN PERKUATAN DINDING
PENAHAN TANAH KANTILEVER SEBAGAI PENANGANAN
KELONGSORAN AKIBAT GEMPA CIANJUR, JAWA BARAT** yang disusun
oleh **Amelia Christina Tampubolon (NIM 1901411016)** telah disetujui dosen
pembimbing untuk dipertahankan dalam Sidang Skripsi

Pembimbing 1

Yelvi, S.T., M.T.
NIP 197207231997022002

Pembimbing 2

Fryan Chentyo Joelia Mubaroch, S.T.
PT Brantas Abipraya (Persero)



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

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul :

**ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN PERKUATAN DINDING
PENAHAN TANAH KANTILEVER SEBAGAI PENANGANAN
KELONGSORAN AKIBAT GEMPA CIANJUR, JAWA BARAT** yang disusun
oleh **Amelia Christina Tampubolon (NIM 1901411016)** telah dipertahankan
dalam Sidang Skripsi di depan Tim Penguji pada hari Senin tanggal 7 Agustus 2023

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Istiatun, S.T., M.T. NIP 196605181990102001	
Anggota	Drs. Yuwono, S.T., M.Eng. NIP 195902011986031006	
Anggota	Handi Sudardja, S.T., M.Eng. NIP 196304111988031001	

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta



Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M., M.Ars.
NIP 1974070619992001



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 mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Amelia Christina Tampubolon
NIM : 1901411016
Program Studi : D4 - Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan

Menyatakan bahwa Skripsi saya yang berjudul “ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN PERKUATAN DINDING PENAHAN TANAH KANTILEVER SEBAGAI PENANGANAN KELONGSORAN AKIBAT GEMPA CIANJUR, JAWA BARAT” ini merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil duplikasi dari Skripsi yang telah dipublikasikan. Selain itu, sumber yang dikutip dari penulis lain telah disebutkan di dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Apabila pada kemudian hari terbukti bahwa naskah ini tidak sesuai dengan pernyataan di atas, maka saya bersedia menerima sanksi yang ada.

Depok, Agustus 2023

Yang menyatakan,


Amelia Christina Tampubolon



KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah melimpahkan rahmat dan kasih-Nya sehingga skripsi dengan judul “Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Dinding Penahan Tanah Kantilever sebagai Penanganan Kelongsoran akibat Gempa Cianjur, Jawa Barat” dapat terselesaikan. Adapun penulisan Skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan pada Program Studi D-IV Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan. Skripsi ini disusun dan dapat selesai dengan adanya dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan atas segala berkat, kasih, dan penyertaan yang boleh Penulis rasakan secara langsung maupun melalui perpanjangan tangan dari orang-orang di sekitar Penulis, sehingga penyusunan Skripsi ini dapat selesai dengan baik.
2. Keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan kepada Penulis selama penyusunan naskah Skripsi ini.
3. Ibu Yelvi, S.T., M.T. dan Bapak Fryan Chentyo Joelia Mubaroch, S.T. selaku dosen pembimbing yang telah bersedia dengan sabar meluangkan waktu dan ilmunya untuk membimbing Penulis dari awal hingga akhir penyelesaian Skripsi ini.
4. PT Brantas Abipraya (Persero) dan Buana Enjiniring Konsultan (PT BEK) selaku pihak terkait dalam pemberian hingga pengolahan data penelitian sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Bapak Nuzul Barkah Prihutomo, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan.
6. Ibu Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M, M.Ars. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
7. Seluruh dosen pengajar jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.
8. Keluarga besar PJJ atas dorongan semangat dan motivasi sehingga kita bisa bersama-sama sampai di tingkat akhir ini dan menyelesaikan Skripsi.
9. Semua pihak yang tidak dapat Penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan Skripsi ini. Oleh karena itu, Penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk



© 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

dapat memperkaya pengetahuan dan menyempurnakan penulisan Skripsi ini. Akhir kata, mohon maaf apabila terdapat kata-kata yang tidak berkenan dan semoga Skripsi ini dapat memenuhi tujuan dan memberikan manfaat bagi para pembaca.

Amelia Christina T.





DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUT.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tanah.....	5
2.1.1 Parameter Tanah.....	5
2.1.2 Klasifikasi Tanah.....	10
2.2 Lereng.....	12
2.2.1 Kelongsoran Lereng	13
2.2.2 Faktor-faktor Kelongsoran Lereng	15
2.2.3 Metode Penanganan Longsor	16
2.3 Analisis Stabilitas Lereng (<i>Slope Stability Analysis</i>)	17
2.3.1 Metode Keseimbangan Batas/ <i>Limit Equilibrium Method</i> (LEM).....	21
2.3.2 Metode Irisan Bishop yang Disederhanakan.....	21
2.3.3 Pengaruh Gempa Bumi Terhadap Kestabilan Lereng.....	25
2.4 Dinding Penahan Tanah	29
2.4.1 Jenis-jenis Dinding Penahan Tanah	29
2.4.2 Sistem Dinding Penahan Tanah Kantilever	31

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 mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.4.3	Penentuan Dimensi Dinding Kantilever.....	32
2.5	Tekanan Lateral Tanah Menurut Rankine.....	32
2.5.1.	Tekanan Tanah Aktif.....	33
2.5.2.	Tekanan Tanah Pasif	35
2.5.3.	Tekanan Lateral akibat Beban Terbagi Rata	35
2.5.4.	Tekanan Lateral akibat Beban Lapisan Tanah	36
2.5.5.	Tekanan Lateral akibat Tekanan Air.....	37
2.5.6.	Tekanan Lateral akibat Tekanan Air ke Atas (<i>Uplift</i>).....	37
2.6	Stabilitas Konstruksi Dinding Penahan Tanah.....	38
2.6.1	Stabilitas Terhadap Penggulingan.....	39
2.6.2	Stabilitas Terhadap Penggeseran.....	39
2.6.3	Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah.....	40
2.7	Software Geostudio	43
2.7.1	Tipe Analisis “SLOPE/W”.....	43
BAB III	METODOLOGI	45
3.1.	Jadwal Pelaksanaan Penelitian	45
3.2.	Lokasi Penelitian	46
3.3.	Metode Penelitian.....	46
3.4.	Teknik Pengumpulan Data	51
BAB IV	DATA DAN PEMBAHASAN	52
4.1	Survei Lapangan.....	52
4.2	Analisis Data Tanah	54
4.2.1	Data <i>Bore Log</i>	54
4.2.2	Data Stratigrafi Tanah	55
4.2.3	Data Hasil Pengujian Tanah.....	56
4.2.4	Data Perkuatan Eksisting (Dinding Penahan Tanah Bronjong Berekor)	58
4.3	Analisis Percepatan Gempa	59
4.4	Beban yang Bekerja pada Lereng.....	60
4.5	Interpretasi Data	60
4.6	Analisis Stabilitas Lereng Asli.....	60
4.6.1	Analisis Stabilitas Lereng Asli Secara Manual dengan Metode Bishop.....	60
4.6.2	Analisis Stabilitas Lereng Asli Menggunakan <i>Software Geostudio-Slope/W 2023.1</i> dengan Metode <i>Bishop</i>	68
4.6.3	Hasil Analisis Stabilitas Lereng Asli	70



4.7	Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Eksisting (Bronjong Berekor).....	71
4.8	Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Dinding Penahan Tanah Kantilever	73
4.9	Perencanaan Dinding Penahan Tanah Kantilever	76
4.9.1	Perencanaan Dimensi Dinding	77
4.9.2	Analisis Tekanan Tanah Lateral Aktif Terhadap Dinding	78
4.9.3	Analisis Tekanan Tanah Lateral Pasif Terhadap Dinding	82
4.9.4	Analisis Berat dan Momen pada Dinding	83
4.9.5	Analisis Terhadap Gaya Uplift.....	85
4.10	Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Kantilever	86
4.10.1	Analisis Stabilitas Dinding Terhadap Guling.....	87
4.10.2	Analisis Stabilitas Dinding Terhadap Geser	87
4.10.3	Analisis Stabilitas Dinding Terhadap Daya Dukung Tanah	88
4.11	Analisis Perencanaan DPT Kantilever Kondisi Terburuk.....	90
BAB V	PENUTUP	93
5.1	Kesimpulan.....	93
5.2	Saran.....	94
	DAFTAR PUSTAKA	95
	LAMPIRAN.....	97

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



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Korelasi Jenis Tanah dengan Berat Isi Tanah.....	7
Tabel 2. 2 Tabel Korelasi Nilai N-SPT, Berat Isi, Sudut Geser Dalam, dan Kepadatan pada Tanah Kohesif dan Nonkohesif.....	7
Tabel 2. 3 Sudut Geser Dalam dari Berbagai Jenis Tanah.....	10
Tabel 2. 4 Nilai Faktor Keamanan untuk Lereng Tanah.....	19
Tabel 2. 5 Tabel Sudut-sudut Petunjuk Penentuan Bidang Gelincir Fellenius.....	24
Tabel 2. 6 Kriteria Perancangan Gempa Berdasarkan Peruntukan Infrastruktur.....	25
Tabel 2. 7 Faktor Amplifikasi untuk PGA dan Periode 0,2 detik (F_{PGA} dan F_A).....	27
Tabel 2. 8 Faktor Daya Dukung Meyerhof.....	42
Tabel 2. 9 Faktor Bentuk Meyerhof.....	42
Tabel 2. 10 Faktor Kedalaman Meyerhof.....	42
Tabel 2. 11 Faktor Kemiringan Beban Meyerhof.....	42
Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	45
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Data Tanah BH-1.....	56
Tabel 4. 2 Material Isian Bronjong.....	58
Tabel 4. 3 Material Ekor Bronjong.....	58
Tabel 4. 4 Interpretasi Data Penelitian.....	60
Tabel 4. 5 Perhitungan Stabilitas Lereng Tanpa Pengaruh Gempa.....	62
Tabel 4. 6 Perhitungan Stabilitas Lereng dengan Pengaruh Gempa.....	65
Tabel 4. 7 Input Material Properties pada Software GeoStudio-Slope/W.....	68
Tabel 4. 8 Perbandingan Hasil Analisis Secara Manual dan Software Geostudio.....	70
Tabel 4. 9 Input Material Properties pada Software GeoStudio-Slope/W.....	71
Tabel 4. 10 Input Material Properties Tanah.....	74
Tabel 4. 11 Input Material Properties DPT Kantilever.....	74
Tabel 4. 12 Hasil Analisis Tekanan Lateral Tanah Aktif.....	81
Tabel 4. 13 Hasil Analisis Tekanan Lateral Tanah Pasif.....	83
Tabel 4. 14 Hasil Analisis Beban dan Momen pada Dinding.....	85
Tabel 4. 15 Rangkuman Gaya dan Momen.....	87
Tabel 4. 16 Rangkuman Gaya dan Momen Kondisi Terburuk.....	90

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



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Tiga Fase Tanah	5
Gambar 2. 2 Grafik Keruntuhan Mohr-Coulomb	9
Gambar 2. 3 Batas-batas Atterberg	11
Gambar 2. 4 Bagan Plastisitas.....	12
Gambar 2. 5 Ilustrasi Lereng.....	13
Gambar 2. 6 Komponen-komponen Kelongsoran Lereng	13
Gambar 2. 7 Contoh Tipe Kelongsoran Translasi.....	14
Gambar 2. 8 Contoh Tipe Kelongsoran Rotasi	14
Gambar 2. 9 Pemodelan Balok sebagai Analisis Stabilitas Lereng	18
Gambar 2. 10 Faktor Keamanan pada Bidang Gelincir Translasi dan Rotasi	18
Gambar 2. 11 Metode Irisan Biasa.....	20
Gambar 2. 12 Definisi Faktor Keamanan dengan Metode Keseimbangan Batas	21
Gambar 2. 13 Metode Irisan Bishop yang Disederhanakan.....	22
Gambar 2. 14 Stabilitas Lereng dengan Rembesan yang Konstan	23
Gambar 2. 15 Lokasi Pusat Busur Bidang Gelincir Kritis pada Tanah Kohesif.....	24
Gambar 2. 16 PGA Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Rata-rata Geometrik (MCE _G) Wilayah Indonesia	26
Gambar 2. 17 Dinding Penahan Gravitasi	29
Gambar 2. 18. Dinding Penahan Tanah Bronjong	30
Gambar 2. 19 Dinding Penahan Kantilever	31
Gambar 2. 20 Dinding Penahan Kounterfort	31
Gambar 2. 21 Rencana Awal Dimensi Tipikal Dinding Penahan Kantilever.....	32
Gambar 2. 22 Diagram Tekanan Lateral Aktif Tanah Nonkohesif Rankine	33
Gambar 2. 23 Diagram Tekanan Lateral Aktif Tanah Kohesif Rankine	34
Gambar 2. 24 Diagram Tekanan Lateral Pasif Tanah Kohesif Rankine.....	35
Gambar 2. 25 Diagram Tekanan Tanah akibat Beban Terbagi Rata (q).....	35
Gambar 2. 26 Diagram Tekanan Tanah Aktif Rankine ($K_{a1} > K_{a2}$).....	36
Gambar 2. 27 Diagram Tekanan Air Disekitar Dinding	37
Gambar 2. 28 Keruntuhan Guling Dinding Penahan	39
Gambar 2. 29 Keruntuhan Geser Dinding Penahan	39
Gambar 2. 30 Keruntuhan Kapasitas Dukung Tanah pada Dinding Penahan	40

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 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

Gambar 2. 31 Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah.....	40
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian	46
Gambar 3. 2 Bagan Alir Penyusunan Skripsi	48
Gambar 4. 1 Proses Konstruksi Perkuatan Lereng.....	52
Gambar 4. 2 Kondisi Tanah Backfill	53
Gambar 4. 3 Progress Pekerjaan Drainase	53
Gambar 4. 4 Pergeseran Perkuatan Eksisting (Bronjong).....	53
Gambar 4. 5 Lokasi Titik BH-1	54
Gambar 4. 6 Penyelidikan Tanah Bore Log dan SPT di Titik BH-1	55
Gambar 4. 7 Data Stratigrafi Tanah	56
Gambar 4. 8 Cross Section Perkuatan Bronjong (Eksisting).....	58
Gambar 4. 9 Detail Dimensi Bronjong	59
Gambar 4. 10 Nilai PGA pada Lokasi Penelitian	59
Gambar 4. 11 Permodelan Irisan Bidang Gelincir Secara Manual (MAT. 2,5m)	61
Gambar 4. 12 Permodelan Lereng pada GeoStudio-Slope/W	68
Gambar 4. 13 Hasil Analisis Stabilitas Lereng Asli Tanpa Gempa.....	69
Gambar 4. 14 Hasil Analisis Stabilitas Lereng Asli dengan Gempa	69
Gambar 4. 15 Permodelan Lereng dengan Perkuatan Eksisting Bronjong.....	72
Gambar 4. 16 Hasil Analisis Stabilitas Lereng dengan Bronjong (tanpa Gempa).....	72
Gambar 4. 17 Hasil Analisis Stabilitas Lereng dengan Bronjong (dengan Gempa)..	73
Gambar 4. 18 Permodelan Lereng dengan Perkuatan DPT Kantilever	75
Gambar 4. 19 Hasil Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan DPT Kantilever (tanpa Gempa).....	75
Gambar 4. 20 Hasil Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan DPT Kantilever (dengan Gempa).....	76
Gambar 4. 21 Permodelan Lereng dengan Dinding Penahan Tanah	77
Gambar 4. 22 Dimensi Dinding Penahan Tanah Kantilever	77
Gambar 4. 23 Diagram Tekanan Lateral Tanah Aktif	78
Gambar 4. 24 Diagram Tekanan Lateral Tanah Pasif.....	82
Gambar 4. 25 Pembagian Berat yang Bekerja pada Dinding.....	83
Gambar 4. 26 Gaya Uplift Pada Dinding	85



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran- 1 (Desain Perkuatan Lereng dengan Dinding Penahan Tanah Kantilever)	98
Lampiran- 2 (Desain Perkuatan Eksisting (Bronjong Berekor))	98
Lampiran- 3 (Dimensi Irisan Analisis Stabilitas Lereng Asli (Manual))	99
Lampiran- 4 (Titik Berat Irisan (Ln) Analisis Stabilitas Lereng Asli)	99
Lampiran- 5 (Lengan Momen Terhadap Titik O Dinding Kantilever)	100
Lampiran- 6 (Trial & Error Perhitungan dalam Penentuan Dimensi DPT)	100
Lampiran- 7 (Lembar Pengesahan)	107
Lampiran- 8 (Lembar Persetujuan Pembimbing-1)	108
Lampiran- 9 (Lembar Persetujuan Pembimbing-2)	109
Lampiran- 10 (Lembar Persetujuan Ketua Penguji)	110
Lampiran- 11 (Lembar Asistensi Ketua Penguji)	111
Lampiran- 12 (Lembar Persetujuan Anggota Penguji-1)	112
Lampiran- 13 (Lembar Asistensi Anggota Penguji-1)	113
Lampiran- 14 (Lembar Persetujuan Anggota Penguji-2)	114
Lampiran- 15 (Lembar Asistensi Anggota Penguji-2)	115

**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 mengumunkan 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 I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lereng atau talud merupakan permukaan tanah yang memiliki kemiringan dengan sudut tertentu terhadap bidang horizontal (Das, 1988). Lereng erat kaitannya dengan kelongsoran, yaitu salah satu jenis dari fenomena gerakan tanah (*mass movement*) dimana terjadi perpindahan material pembentuk lereng (batuan, tanah, dan/atau material campuran) yang bergerak kebawah atau keluar lereng. Faktor-faktor penyebab kelongsoran sangat beragam, salah satunya adalah faktor alam seperti bencana alam yaitu gempa bumi.

Gempa berkekuatan 5,6 magnitudo yang melanda Kabupaten Cianjur, Jawa Barat pada 21 November 2022 dipicu oleh pergeseran sesar baru yang dinamakan patahan cugenang. Bencana ini mengakibatkan banyaknya korban jiwa, rusaknya bangunan dan infrastruktur serta kelongsoran. Berdasarkan hal tersebut maka pemerintah mengadakan proyek penanggulangan pasca-gempa Cianjur yang akan menanggulangi kerusakan di beberapa zona (*spot*) yang terdampak akibat gempa tersebut. Salah satunya adalah penanganan pada Zona 1.1 yang mengalami kelongsoran akibat gempa di lereng ruas Jalan Raya Puncak – Batas Kota Cianjur, Kabupaten Cianjur. Kelongsoran ini mengakibatkan terganggunya lalu lintas akibat badan jalan yang tertimbun oleh tanah longsor.

Berdasarkan fenomena yang terjadi, maka perlu dilakukan analisis stabilitas lereng pasca-bencana gempa untuk mengetahui apakah suatu lereng stabil atau tidak terhadap gaya-gaya yang bekerja pada lereng tersebut. Analisis ini dinyatakan dalam faktor aman/*safety factor* (FK) yang merupakan nilai perbandingan antara gaya penahan yang dikerahkan oleh tanah dengan gaya pendorong sebagai pemicu terjadinya kelongsoran. Dengan diketahuinya faktor keamanan sebagai hasil dari analisis stabilitas lereng, maka nilai tersebut dapat menjadi pertimbangan dalam menentukan sistem perkuatan lereng yang tepat dari berbagai aspek sebagai penanganan dari kelongsoran yang terjadi.

Dari data hasil perencanaan yang ada, diketahui desain dinding penahan tipe bronjong berekor digunakan sebagai penanganan kelongsoran lereng akibat gempa



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

yang terjadi di Cianjur. Dalam pelaksanaannya, terjadi pergeseran struktur perkuatan bronjong saat masa konstruksi. Diketahui hal tersebut terjadi dikarenakan adanya kesalahan analisis dimana muka air tanah tidak diperhitungkan, sehingga ketika curah hujan meningkat pergeseran terjadi. Maka, dilakukan evaluasi desain terhadap desain perkuatan yang digunakan. Hasil analisis menunjukkan angka keamanan yang menyatakan bahwa lereng tergolong dalam kondisi kritis/labial sehingga memungkinkan terjadinya kelongsoran. Hal ini menunjukkan bahwa desain yang diterapkan belum sesuai dengan SNI 8460:2017 tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik.

Berdasarkan studi kasus dan permasalahan yang ada, maka dapat diidentifikasi bahwa perlu adanya desain perkuatan lereng yang terbuat dari material solid berupa beton bertulang yang dapat menahan beban tanah pada lereng yang tergolong tinggi serta masa layan perkuatan yang tahan lama. Untuk itu, penelitian ini dilakukan sebagai referensi dalam analisis kestabilan lereng dan penangannya, dimana penelitian dilakukan secara manual dan dengan menggunakan perangkat lunak *Geostudio - Slope/W 2023.1*. yang dituangkan ke dalam judul “*Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Dinding Penahan Tanah Kantilever sebagai Penanganan Kelongsoran Akibat Gempa Cianjur, Jawa Barat*”.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi stabilitas lereng asli sebelum adanya perkuatan pada Jalan Raya Puncak – Batas Kota Cianjur yang longsor setelah terjadi gempa
2. Bagaimana kondisi stabilitas lereng dengan perkuatan eksisting dinding penahan tanah tipe bronjong berekor pada lereng Jalan Raya Puncak – Batas Kota Cianjur
3. Bagaimana desain dinding penahan tanah kantilever sebagai perkuatan pada lereng Jalan Raya Puncak – Batas Kota Cianjur
4. Bagaimana nilai faktor keamanan lereng Jalan Raya Puncak – Batas Kota Cianjur setelah diberi perkuatan dinding penahan tanah tipe kantilever serta kestabilannya.



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.3 Pembatasan Masalah

Untuk membatasi permasalahan agar penelitian ini lebih spesifik dan tidak meluas maka perlu adanya pembatasan diantaranya:

1. Analisa stabilitas lereng menggunakan metode keseimbangan batas secara manual dan perangkat lunak *Geostudio 2023.1.0 - Slope/W* dengan metode irisan *Bishop* yang disederhanakan
2. Tidak menganalisis likuifaksi, aliran debris, dan deformasi pada lereng
3. Tidak menganalisis penulangan pada dinding penahan tanah
4. Tidak memperhitungkan anggaran biaya
5. Tidak meninjau metode pelaksanaan di lapangan.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis kondisi stabilitas lereng asli sebelum adanya perkuatan pada Jalan Raya Puncak – Batas Kota Cianjur yang longsor setelah terjadi gempa
2. Menganalisis kondisi stabilitas lereng dengan perkuatan eksisting dinding penahan tanah tipe bronjong berekor pada lereng Jalan Raya Puncak – Batas Kota Cianjur
3. Menganalisis desain dinding penahan tanah kantilever sebagai perkuatan pada lereng Jalan Raya Puncak – Batas Kota Cianjur
4. Menganalisis nilai faktor keamanan lereng Jalan Raya Puncak – Batas Kota Cianjur setelah diberi perkuatan dinding penahan tanah tipe kantilever serta stabilitasnya.

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan Skripsi ini menggunakan sistematika dengan menyusun naskah menjadi beberapa bab sehingga pembaca dapat memahami isi dari skripsi ini. Secara garis besar, pembahasan dan penyajian Skripsi ini akan disusun dengan materi sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang penelitian dari permasalahan yang diajukan dan merupakan gambaran umum, uraian permasalahan secara



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

umum, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan Skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memberikan dasar-dasar teori yang digunakan sebagai acuan dalam menganalisa data pada Skripsi ini. Teori yang digunakan dalam mendukung penelitian ini adalah teori-teori mengenai analisis stabilitas lereng dan dinding penahan tanah sebagai perkuatan lereng.

BAB III METODOLOGI

Bab ini menjelaskan metode-metode yang digunakan dalam penelitian seperti jadwal pelaksanaan penelitian, lokasi penelitian, metode pengumpulan data, bagan alir dan tahapan penelitian, serta daftar pustaka yang digunakan dalam penyusunan Skripsi ini.

BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang data-data yang dibutuhkan dalam melakukan perhitungan seperti gambaran umum, data tanah, material perkuatan, dan data pembebanan yang bekerja pada lereng. Pada bab ini juga memuat analisis dan pembahasan dari permasalahan yang ada berdasarkan teori dan data-data yang sesuai dengan judul penelitian yaitu “Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Dinding Penahan Tanah Kantilever sebagai Penanganan Kelongsoran akibat Gempa Cianjur, Jawa Barat” yang disusun secara lengkap dan sistematis.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang didapat dari pembahasan pada bab sebelumnya serta saran-saran penting untuk dijadikan pertimbangan dan tindak lanjut terhadap hasil yang diperoleh dari penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

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 V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis stabilitas lereng ruas Jalan Raya Puncak – Batas Kota Cianjur pada proyek penanggulangan kelongsoran Cianjur (zona 1.1), dapat disimpulkan beberapa hal, diantaranya:

1. Faktor Keamanan (FK) pada lereng asli sebelum adanya perkuatan pada Jalan Raya Puncak – Batas Kota Cianjur yang dihitung secara manual dengan metode *Bishop* pada kondisi lereng tidak dipengaruhi beban gempa adalah sebesar 1,862 dan pada kondisi dipengaruhi oleh percepatan gempa adalah sebesar 1,235. Keduanya memenuhi syarat $\geq 1,25$ untuk lereng tidak dipengaruhi beban gempa dan $\geq 1,1$ untuk lereng dipengaruhi beban gempa, sehingga lereng tergolong stabil
2. Faktor Keamanan (FK) pada lereng asli sebelum adanya perkuatan pada Jalan Raya Puncak – Batas Kota Cianjur yang dihitung menggunakan *software GeoStudio* dengan metode *Bishop* pada kondisi lereng tidak dipengaruhi beban gempa adalah sebesar 1,896 dan pada kondisi dipengaruhi oleh percepatan gempa adalah sebesar 1,240. Keduanya memenuhi syarat $\geq 1,25$ untuk lereng tidak dipengaruhi beban gempa dan $\geq 1,1$ untuk lereng dipengaruhi beban gempa, sehingga lereng tergolong stabil
3. Faktor Keamanan (FK) pada lereng dengan perkuatan eksisting bronjong berekor dengan tinggi 8,5 m dan dimensi bronjong 1 x 0,5 m, dianalisis menggunakan *software GeoStudio* dengan metode *Bishop* pada kondisi lereng tidak dipengaruhi beban gempa adalah sebesar 1,596 dan pada kondisi dipengaruhi oleh percepatan gempa adalah sebesar 1,027. Nilai FK pada kondisi lereng saat tidak dipengaruhi beban gempa memenuhi syarat $\geq 1,1$ sehingga lereng tergolong stabil sedangkan pada kondisi lereng saat dipengaruhi beban gempa tidak memenuhi syarat $\geq 1,25$ sehingga lereng tergolong labil
4. Faktor Keamanan (FK) pada lereng dengan perkuatan dinding penahan tanah kantilever dengan tinggi 7,5 m, dianalisis menggunakan *software GeoStudio*

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

dengan metode *Bishop* pada kondisi lereng tidak dipengaruhi beban gempa adalah sebesar 2,664 dan pada kondisi dipengaruhi oleh percepatan gempa adalah sebesar 1,983. Keduanya memenuhi syarat $\geq 1,5$ untuk lereng tidak dipengaruhi beban gempa dan $\geq 1,1$ untuk lereng dipengaruhi beban gempa, sehingga lereng tergolong stabil

5. Faktor keamanan dari stabilitas dinding penahan tanah kantilever terhadap guling, geser dan daya dukung tanah memenuhi syarat. Dengan faktor keamanan guling sebesar $2,596 \geq 2$, faktor keamanan geser $1,571 \geq 1,50$, dan daya dukung $3,284 \geq 3$
6. Faktor keamanan dari stabilitas dinding penahan tanah kantilever terhadap guling, geser dan daya dukung tanah pada kondisi terburuk dengan tidak memperhitungkan tekanan lateral tanah pasif didapatkan sebesar $2,571 \geq 2$ terhadap guling; $1,434 \leq 1,50$ terhadap geser; dan $3,218 \geq 3$ terhadap daya dukung tanah. Faktor keamanan terhadap geser tidak memenuhi syarat sehingga diperlukan perkuatan tambahan untuk menahan geser lateral seperti pengunci atau pondasi tiang pada slab dinding.

5.2 Saran

Saran yang dapat Penulis berikan dari analisis stabilitas lereng yang telah dilakukan pada penelitian ini yaitu:

1. Melakukan analisis saluran drainase sebagai penanggulangan hidrologi dan/atau penurunan muka air tanah pada lereng.
2. Melakukan analisis dengan sub-program lainnya pada *software* GeoStudio seperti SEEP/W untuk menganalisis aliran air pada lereng.
3. Melakukan analisis dinding penahan tanah dengan penambahan perkuatan terhadap geser lateral seperti pengunci atau pondasi tiang/bor.
4. Sebagai pengembangan studi lebih lanjut, dapat dilakukan perbandingan dengan *software* berbasis *Finite Element Method* seperti *Plaxis*, *Geo5*, dan lain-lain.



DAFTAR PUSTAKA

- Ameratunga, J., Sivakugan, N., & Das, B. M. (2016). *Correlations of Soil and Rock Properties in Geotechnical Engineering*. New Delhi: Springer.
- Aryal, K. P. (2006). *Slope Stability Evaluations by Limit Equilibrium and Finite Element Methods*. *Doctoral Thesis at NTNU 2006:66*.
- Bishop, A., & Bjerrum, L. (1960). **The Relevance of the Triaxial Test to the Solution of Stability Problems**. *Research Conference on Shear Strength of Cohesive Soils* (hal. 437-501). ASCE.
- Bowles, J. E. (1979). *Physical and Geotechnical Properties of Soils* (International Student ed.). McGraw-Hill.
- Budhu, M. (2011). *Soil Mechanics and Foundation* (3rd ed.). United State of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Das, B. M. (1988). *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)* (1st ed.). Jakarta: Erlangga.
- Das, B. M. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)* (2nd ed.). (N. E. Mochtar, Penerj.) Jakarta: Erlangga.
- Das, B. M. (2010). *Principles of Foundation Engineering* (7th ed.). Stamford: Cengage Learning.
- Das, B. M. (2011). *Geotechnical Engineering Handbook* (1st - 3rd ed.). J. Ross Publishing, Inc.
- Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D. (2020). *Kerawanan Longsor pada Lereng Tanah Lunak dan Penanganannya*. Klaten: Penerbit Lakeisha.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. (2003). *Mekanika Tanah II* (3rd ed.). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. (2014). *Analisis & Perancangan Fondasi I* (3rd ed.). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Harison, M. A., Saputro, S. A., Hardiyati, S., & Wardani, S. R. (2013). **Analisa Geoteknik dan Penanggulangan Kelongsoran Tanggul Sungai Banjir Kanal Barat Semarang**. *Jurnal Karya Teknik Sipil, Vol. 2, No. 1*, 334-358.
- Hynes-Griffin, M. E., & Franklin, A. G. (1984). *Rationalizing the Seismic Coefficient Method*. Vicksburg: Department of The Army US Army Corps Engineers.

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

- Idriss, I., & Seed, H. (1971). **Simplified procedure for evaluating soil liquefaction potential**. *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division*, 1249-1273.
- Ir. GOUW Tjie Liong, M. C., & Herman, D. J. (2012). **Analisa Stabilitas Lereng Limit Equilibrium vs Finite Element Method**. *HATTI-PIT-XVI*.
- Ishibashi, I., & Hazarika, H. (2015). *Soil Mechanics Fundamentals and Applications*. Boca Raton: CRC Press.
- Kramer, S. L. (1996). *Geotechnical Earthquake Engineering*. Upper Saddle River: Prentice-Hall, Inc.
- Lambe, T. W., & Whitman, R. V. (1979). *Soil Mechanics*. New York: John Wiley & Sons.
- Lomea, P., & Novianto, E. P. (2009). **Perencanaan Perbaikan Kali Babon Kota Semarang**. *eprints UNDIP*.
- Look, B. G. (2007). *Handbook of Geotechnical Investigation and Design Tables*. London: Taylor & Francis.
- Nakazawa, K. (2000). *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi* (7th ed.). (D. Sosrodarsono, K. Nakazawa, Penyunt., & I. Taulu dkk., Penerj.) Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Ramdhani, M. (2016). **Analisis Stabilitas Lereng Akibat Beban Gempa dengan Perkuatan Dinding Penahan Tanah Menggunakan Metode Morgenstern-Price (1965)**. *UNS - Fak. Teknik Jur. Teknik Sipil - I1114054 - 2016*.
- Santosa, B., Suprpto, H., & HS, S. (1998). *Dasar Mekanika Tanah*. Penerbit Gunadarma.
- SLOPE/W Example File: Gravity retaining wall*. (t.thn.). Diambil kembali dari GeoStudio - GeoSlope: www.geo-slope.com
- SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*. Diambil kembali dari www.bsn.go.id.
- SNI 8460:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik*. Diambil kembali dari www.bsn.go.id.
- Sutarman, E. (2013). *Konsep dan Aplikasi Pengantar Teknik Sipil*. Yogyakarta: Andi.
- Terzaghi, K., & Peck, R. B. (1948). *Soil Mechanics in Engineering Practice* (1st ed.). New York.