

13/SKRIPSI/S.Tr-TPJJ/2025

**ANALISIS STABILITAS LERENG TIMBUNAN PADA PROYEK
JALAN TOL JAKARTA – CIKAMPEK PAKET 2A**



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

Disusun Oleh:

Muhammad Aditya

NIM 2101415005

Pembimbing:

Istiatun, S.T., M.T.

NIP 196605181990102001

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

2025



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul:

**ANALISIS STABILITAS LERENG TIMBUNAN PADA PROYEK JALAN
TOL JAKARTA – CIKAMPEK PAKET 2A** yang disusun oleh **Muhammad
Aditya (NIM 2101415005)** telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan
dalam Sidang Skripsi Tahap 2

Pembimbing

Istiatun, S.T., M.T.
NIP 196605181990102001



Hak Cipta :

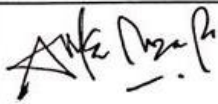
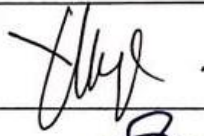
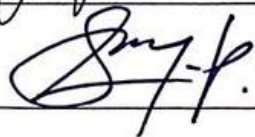
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan 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 TIMBUNAN PADA PROYEK JALAN TOL JAKARTA – CIKAMPEK PAKET 2A

yang disusun oleh **Muhammad Aditya (NIM 2101415005)** telah dipertahankan dalam Sidang Skripsi Tahap 2 di depan Tim Penguji pada hari Senin tanggal 30 Juni 2025

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Andikanoza Pradiptiya, S.T., M.Eng. NIP. 198212312012121003	
Anggota	Yelvi, S.T., M.T. NIP. 197207231997022002	
Anggota	Sony Pramusandi, S.T., M.Eng., Dr.Eng. NIP. 197509151998021001	

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Politeknik Negeri Jakarta



Istiatun, S.T., M.T.
NIP 196605181990102001



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

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Aditya

NIM : 2101415005

Program Studi : D4-Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan Konsentrasi Jalan Tol

Email : muhammad.aditya.ts21@mhsw.pnj.ac.id

Judul Naskah : ANALISIS STABILITAS LERENG TIMBUNAN PADA PROYEK JALAN TOL JAKARTA – CIKAMPEK PAKET 2A

Dengan ini menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2024/2025 adalah benar - benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikutkan dalam segala bentuk kegiatan akamedis / perlombaan.

Apabila dikemudian 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, 30 Juli 2025

Yang menyatakan,

(Muhammad Aditya)



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 dan Syukur dari penulis ucapkan kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya sehingga Proposal Skripsi ini dapat penulis selesaikan dengan baik. Pada Proposal Skripsi ini penulis mengambil judul “Analisis Stabilitas Lereng Timbunan Pada Proyek Jalan Tol Jakarta – Cikampek Paket 2A”. Proposal Skripsi ini disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan program studi D-IV Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan di Politeknik Negeri Jakarta.

Selama penyusunan skripsi ini banyak sekali hambatan dan rintangan yang dilalui oleh Penulis hingga sampai dititik ini. Penulis sangat berterima kasih kepada saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, dan rekan – rekan yang sudah membantu atas segala dukungan dan doa yang diberikan, maka melalui kesempatan ini Penulis akan menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Allah SWT, yang telah memberikan Kesehatan dan rezeki sampai detik ini sehingga skripsi ini dapat penulis selesaikan dengan baik.
2. Kedua orangtua, yaitu Mama Etih Sukaesih sebagai perempuan yang sangat di sayangi penulis di dunia ini, dan Bapak Ramdani sebagai panutan dari setiap sifat - sifat baik dan menjadi contoh bagi penulis. Mereka adalah kunci penulis dapat melangkah sampai sejauh ini dan sebagai pintu surga sekaligus menjadi motivasi bagi penulis, walaupun kedua orang tua penulis hanya lulusan SD dan SMK dapat memberikan Pendidikan kepada penulis sampai sarjana seperti ini, dan terimakasih kepada keluarga besar atas dukungan dan doa yang tak hingga jumlahnya serta kasih sayang dan pengorbanan yang diberikan kepada penulis sejak awal hingga akhir.
3. Ibu dosen pembimbing sekaligus kepala jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta, Ibu Istiatun, S.T., M.T. yang sangat banyak membantu penulis dan membimbing penulis dalam memberikan masukan, saran, ilmu, yang sangat bermanfaat yang akan selalu di ingat oleh penulis. Serta memberikan motivasi untuk penulis selama menjalani penulisan skripsi ini hingga penulis akhirnya dapat menyelesaikan skripsi dengan tepat waktu.
4. Bapak Hendrian Budi Bagus Kuncoro, S.T., M.Eng. Selaku Kepala Program Studi D-IV Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan Politeknik Negeri Jakarta.
5. Perempuan kedua yang special setelah orang tua saya, Aisha Khairina Yasmina yang menjadi motivasi dan penyemangat penulis karena atas ada kehadirannya sangat



© 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

berarti bagi penulis, dia yang selalu menemani penulis dalam keadaan apapun, selalu membantu dari segi apapun selama proses penulisan skripsi ini berlangsung. Serta terimakasih atas kasih sayang ,bantuan, dukungan, , wawasan, serta waktu yang telah diberikan kepada penulis.

6. Sahabat seperjuangan Gabriel Nabil Hafid, Muhammad Fatih, Fahri Wahyu Apriansyah, Elli Marwita, dan Nurul Shabrina F.A. yang sudah menemani sejak tahun 2021, menyemangati dan berpartisipasi dalam pembuatan skripsi ini. Terimakasih atas segala pengalaman yang berkesan serta dukungan berharga sampai terselesainya perkuliahan ini. Sampai bertemu di kesuksesan di suatu hari nanti.

7. Teman-teman mahasiswa terutama seangkatan 2021 Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta yang penulis tidak dapat sebutkan namanya satu persatu. Terimakasih atas kerjasama dan dukungan selama perjalanan pendidikan ini terselesaikan.

8. Semua pihak yang telah membantu dalam mempermudah dan mendukung pengerjaan skripsi ini hingga dapat terlaksana secara lancar. Tidak ada satupun yang dapat menggantikan seluruh doa, dukungan, kerjasama, waktu, kesempatan, dan bimbingan dari semua pihak. 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, Juni 2025

Penulis



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 ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematikan Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tanah.....	5
2.1.1 Klasifikasi Tanah.....	5
2.1.2 Parameter Tanah.....	6
2.2 Stabilitas Lereng.....	8
2.2.1 Lereng	9
2.2.2 Tanah Longsor.....	9
2.3 Jenis Kelongsoran	9
2.4 Pembebanan Lereng	12



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

2.4.1 Pengaruh Beban Gempa Terhadap Stabilitas Lereng	13
2.5 Standart Penetration Test (SPT)	16
2.5.1 Hubungan Korelasi N-SPT dengan Paramater Tanah	17
2.6 Kuat Geser Tanah	19
2.6.1 Model Tanah Mohr – Coulomb	19
2.6.2 Faktor Keamanan Lereng	21
2.6.3 Analisis Stabilitas Lereng dengan Metode Bishop	22
2.7 Geostudio	25
2.7.1 Sub SLOPE/W	25
2.8 Geotekstil	26
2.9 Penurunan Tanah	33
2.9.1 Penurunan Konsolidasi	34
2.9 Penelitian Terdahulu	38
BAB III METODOLOGI	41
3.1 Lokasi Proyek	41
3.2 Teknik Pengumpulan Data	41
3.3 Tahapan Pembahasan	41
3.4 Metode Analisis	42
3.5 Bagan Alir	43
BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Data Proyek	45
4.1.1 Data N-SPT	46
4.1.2 Data Tanah Timbunan	47
4.1.3 Data Tanah Asli	48
4.1.4 Parameter Tanah	48
4.1.5 Percepatan Gempa	49
4.2 Pembahasan	50



© 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

4.2.1	Beban Lalu Lintas	50
4.2.2	Beban Perkerasan	50
4.2.3	Beban Timbunan	50
4.2.4	Total Pembebanan	51
4.2.5	Analisis Stabilitas Lereng	51
4.2.6	Analisis Stabilitas Lereng Kondisi Tanah Asli.....	51
4.2.7	Analisis dengan <i>Software GeoStudio SLOPE/W</i>	60
4.2.8	Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Geotekstil	64
4.2.9	Analisis dengan <i>Software GeoStudio Slope W</i>	69
4.2.10	Analisis Penurunan Lapisan Tanah Asli Akibat Tanah Timbunan	73
4.2.11	Hasil Analisis	86
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		88
4.1	Kesimpulan	88
5.2	Saran.....	89
DAFTAR PUSTAKA.....		90
LAMPIRAN.....		94

**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

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis tanah berdasarkan ukuran butir.....	6
Tabel 2. 2 Perkiraan Berat Isi Tanah Berdasarkan Jenis	6
Tabel 2. 3 Nilai Kohesi Effektiv dan Sudut Geser Dalam	7
Tabel 2. 4 Korelasi Compression Index (Cc)	8
Tabel 2. 5 Tabel Bahan dan Berat Isi Perkerasan Lentur.....	12
Tabel 2. 6 Beban Lalu Lintas untuk Analisis Stabilitas Lereng.....	12
Tabel 2. 7 Kriteria Perancangan Gempa Berdasarkan Peruntukan Infrastruktur	13
Tabel 2. 8 Faktor amplifikasi untuk PGA dan periode 0,2 detik (FK _{PGA} dan FK _a) ...	14
Tabel 2. 9 Korelasi Berat Isi Tanah (γ_{sat}) & (γ_{unsat}) Untuk Tanah Non Kohesif dan Kohesif.....	19
Tabel 2. 10 Nilai faktor keamanan untuk lereng tanah.....	21
Tabel 2. 11 Faktor Reduksi Kekuatan yang Digunakan dalam Persamaan	29
Tabel 2. 12 Faktor Tahanan Cabut.....	33
Tabel 2. 13 Penelitian Terdahulu	38
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian N-SPT	46
Tabel 4. 2 Data Tanah Timbunan.....	47
Tabel 4. 3 Data Tanah Asli.....	48
Tabel 4. 4 Parameter Tanah	48
Tabel 4. 5 Perhitungan Lereng Kondisi Asli Tanpa Gempa (1a).....	53
Tabel 4. 6 Perhitungan Lereng Kondisi Asli Tanpa Gempa (2a).....	54
Tabel 4. 7 Perhitungan Lereng Kondisi Asli Tanpa Gempa (2b).....	54
Tabel 4. 8 Perhitungan Lereng Kondisi Asli Tanpa Gempa (2b).....	55
Tabel 4. 9 Perhitungan Lereng Kondisi Asli dengan Gempa (1a).....	57
Tabel 4. 10 Perhitungan Lereng Kondisi Asli dengan Gempa (1a).....	58
Tabel 4. 11 Perhitungan Lereng Kondisi Asli dengan Gempa (1a)	58
Tabel 4. 12 Perhitungan Lereng Kondisi Asli dengan Gempa (1a).....	59
Tabel 4. 13 Rekapitulasi Faktor Keamanan dengan Metode Bishop.....	60
Tabel 4. 14 Koefisien Daya Dukung Tanah.....	65
Tabel 4. 15 Pembagian Zona Pada Tanah Timbunan.....	65
Tabel 4. 16 Rekapitulasi Perhitungan Tegangan P'o	76
Tabel 4. 17 Rekapitulasi Perhitungan Penambahan Tegangan	80



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

Tabel 4. 18 Rekapitulasi Hasil Penurunan Konsolidasi.....	85
Tabel 4. 19 Rekapitulasi Faktor Keamanan Kondisi Asli dengan Perhitungan Manual dan Program Geostudio.....	86
Tabel 4. 20 Hasil Nilai FK Lereng Kondisi Asli dengan Perkuatan Geotekstil menggunakan Geostudio	87



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 Tipe Kelongsoran.....	10
Gambar 2. 2 Peta Percepatan Puncak di Batuan Dasar (SB) untuk Probabilitas.....	14
Gambar 2. 3 Penetrasi dengan SPT	17
Gambar 2. 4 Diagram Segitiga Tekstur Tanah.....	18
Gambar 2. 5 Hubungan antara kohesi (c) dan nilai N-SPT untuk tanah kohesif.....	18
Gambar 2. 6 Kriteria Keruntuhan Model Mohr-Coulomb.....	20
Gambar 2. 7 Gaya – Gaya yang Bekerja Pada Irisan	23
Gambar 2. 8 Grafik untuk mencari nilai $1/M\alpha$	25
Gambar 2. 9 Geotekstil Woven.....	27
Gambar 2. 10 Geotekstil Non – Woven.....	27
Gambar 2. 11 Distribusi Tekanan Tanah Lateral	28
Gambar 2. 12 Grafik Waktu-Pemampatan Selama Konsolidasi untuk Suatu.....	34
Gambar 2. 13 Variasi e vs log t Suatu Penambahan Beban dan Definisi Indeks.....	37
 Gambar 3. 1 Gambar Lokasi Proyek	 41
 Gambar 4. 1 Potongan Melintang Lereng STA 10+200	 45
Gambar 4. 2 Layout Mainroad Lereng STA 10+200.....	46
Gambar 4. 3 Wilayah Kab. Bekasi pada Peta Hazard Gempa Indonesia 2017	49
Gambar 4. 4 Permodelan Tiap Irisan untuk Perhitungan Metode Bishop STA 10+200	52
Gambar 4. 5 Permodelan Tiap Irisan untuk Perhitungan Metode Bishop STA 10+200 Dengan Gempa.....	56
Gambar 4. 6 Permodelan Lereng Timbunan Kondisi Tanah Asli	61
Gambar 4. 7 Permodelan dengan Lapisan Tanah dan Muka Air Tanah.....	61
Gambar 4. 8 Permodelan dengan Entry Exit dan Surcharge Load	62
Gambar 4. 9 Hasil Analisis Safety Factor pada Lereng Kondisi Tanah	62
Gambar 4. 10 Permodelan Lereng Timbunan Kondisi Tanah Asli dengan	63
Gambar 4. 11 Hasil Analisis Safety Factor pada Lereng Kondisi Tanah Asli	64
Gambar 4. 12 Permodelan Lereng Timbunan dengan Perkuatan Geotekstil	70
Gambar 4. 13 Hasil Analisis Safety Factor pada Lereng dengan	71



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 4.14 Pemodelan Lereng Menggunakan Perkuatan Goetkstil dengan Pengaruh Gempa	72
Gambar 4. 15 Hasil Analisis Safety Factor pada Lereng dengan	72
Gambar 4. 16 Penampang Lapisan Tanah	73
Gambar 4. 17 Potongan Melintang Timbunan.....	77





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

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pernyataan Calon Pembimbing.....	95
Lampiran 2 Lembar Pengesahan	96
Lampiran 3 Lembar Asistensi Pembimbing	97
Lampiran 4 Persetujuan Pembimbing	98
Lampiran 5 Lembar Asistensi Penguji (1).....	99
Lampiran 6 Lembar Asistensi Penguji (2).....	100
Lampiran 7 Lembar Asistensi Penguji (3).....	101
Lampiran 8 Lembar Persetujuan Revisi Pembimbing.....	102
Lampiran 9 Lembar Persetujuan Revisi Penguji (1)	103
Lampiran 10 Lembar Persetujuan Revisi Penguji (2)	104
Lampiran 11 Lembar Persetujuan Revisi Penguji (3)	105
Lampiran 12 Data Hasil Bore Log	106
Lampiran 13 Shop Drawing Cross Section	107

**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

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada proyek pembangunan jalan tol terdapat pekerjaan galian dan timbunan yang di akibatkan oleh elevasi kontur jalan rencana yang berbeda dengan elevasi tanah aslinya. Pekerjaan galian dan timbunan ini diperlukan untuk menyamakan perbedaan elevasi tersebut. Permasalahan yang sering ditemui dalam pekerjaan timbunan adalah kelongsoran pada lereng timbunan. Kelongsoran tersebut kerap terjadi akibat timbunan yang tinggi dan menyebabkan kestabilan tanah berkurang serta beban yang diterima oleh tanah dasar semakin besar. Hal yang harus dilakukan dalam menghadapi permasalahan ini adalah melakukan analisis stabilitas lereng berdasarkan model yang akurat mengenai kondisi material bawah permukaan, kondisi air tanah dan pembebanan yang mungkin bekerja pada lereng timbunan.

Lokasi proyek yang ditinjau yaitu proyek pembangunan Jalan Tol Jakarta – Cikampek Paket 2A pada STA 10+200, yang memiliki tinggi timbunan setinggi ± 6 meter, sehingga rawan terjadinya kelongsoran. Terdapat beberapa metode untuk perkuatan tanah untuk mencegah kelongsoran yang di akibatkan oleh timbunan yang tinggi, beban perkerasan, dan beban kendaraan yang terjadi, yaitu salah satunya dengan menggunakan perkuatan geotekstil. Geotekstil merupakan material lembaran yang proses di buatnya menggunakan bahan sintetis polymeric, bersifat lolos air, yang bisa membentuk bahan nir-anyam (non woven) atau anyaman (woven). Oleh karena itu, penggunaan geotekstil sebagai perkuatan lereng timbunan sering digunakan karena memiliki beberapa keunggulan, antara lain mudah dalam pelaksanaannya dan dapat meningkatkan kestabilan lereng secara efektif.

Penelitian ini berfokus pada analisis kestabilan lereng untuk mencegah terjadinya kelongsoran disekitar proyek yang diteliti dengan alternatif perkuatan lereng timbunan berupa geotekstil, dan perhitungan secara manual menggunakan bishop, serta menilai besarnya penurunan pada tanah dasar akibat beban dari tanah timbunan Analisis dilakukan dengan mencari nilai faktor keamanan (safety factor) lereng timbunan dengan bantuan software GeoStudio. Jika hasil perhitungan faktor keamanan (safety factor) dengan penambahan perkuatan geotekstil terjadi

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

peningkatan, maka penelitian ini diharapkan dapat membantu untuk dijadikan evaluasi terhadap pengambilan keputusan dalam menganalisis kestabilan lereng ditinjau dari segi kekuatannya. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi sebagai evaluasi untuk menemukan Solusi terhadap permasalahan yang ada.

1.2 Perumusan Masalah

Penelitian ini dilakukan ini memiliki perumusan masalah yang terjadi dalam penelitian yaitu :

1. Berapa faktor keamanan lereng timbunan STA 10+200 pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Japek II Selatan Paket 2A?
2. Berapa faktor keamanan lereng timbunan STA 10+200 pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Japek II Selatan Paket 2A yang di perkuat dengan geotekstil?
3. Berapa besar penurunan tanah dasar akibat beban timbunan STA 10+200 pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Japek II Selatan Paket 2A?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini memiliki batasan masalah agar menghindari perluasan pembahasan untuk mencapainya hasil akhir dari penelitian yaitu :

1. Penelitian ini hanya meninjau lereng timbunan STA 10+200 pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Japek II Selatan Paket 2A.
2. Data yang digunakan data sekunder berupa shop drawing lereng timbunan dan data N-SPT.
3. Penentuan bidang longsor menggunakan perhitungan manual (metode bishop) dan alat bantu *software* GeoSlope.
4. Tidak meninjau dari biaya dan waktu.
5. Jenis perkuatan yang digunakan hanya perkuatan geotekstil.

1.4 Tujuan

Tujuan yang dilakukan pada penelitian ini adalah untuk dapat menyelesaikan sebuah permasalahan yang terjadi sebagai berikut :

1. Mengetahui faktor keamanan lereng timbunan STA 10+200 pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Japek II Selatan Paket 2A.



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

2. Menentukan kekuatan geotekstil yang diberikan kepada lereng timbunan STA 10+200 pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Japek II Selatan Paket 2A sebagai upaya meningkatkan faktor keamanan lereng.
3. Mengetahui besar turunan yang terjadi pada lereng timbunan STA 10+200 epada Proyek Pembangunan Jalan Tol Japek II Selatan Paket 2A.

1.5 Manfaat Penelitian

Berikut adalah manfaat pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Menambahkan pengetahuan mengenai stabilitas lereng.
2. Memberi wawasan pengetahuan tentang perangkat lunak (*software*) yang digunakan pada bidang geoteknik, penelitian ini berfungsi sebagai tambahan pengalaman dan pengetahuan, hal ini juga mewujudkan penerapan pengetahuan yang telah didapatkan.
3. Perencana dalam industri dapat memanfaatkan informasi ini sebagai dasar untuk menganalisis kondisi stabilitas lereng dan memilih metode perkuatan yang paling cocok.

1.6 Sistematikan Penulisan

Berikut merupakan sistematika penulisan pada skripsi kali ini yang mencakup secara garis besar seperti :

BAB I PENDAHULUAN

Penjelasan mengenai informasi yang diberikan secara umum mengenai Lokasi proyek penelitian ini tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Memberikan teori dengan dengan penelitian yang dilakukan yang berhubungan dengan analisis bidang keruntuhan lereng sebagai dasar dalam penelitian ini, dan mengolah beberapa riteratur yang sesuai dengan penulisan dan penelitian yang dilakukan.



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

BAB III METODOLOGI

Berisi metode yang digunakan untuk mengumpulkan dan menganalisis data N-SPT dalam menganalisis garis keruntuhan lereng serta wilayah studi penelitian ini.

BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

Berisi data sekunder yang diperlukan untuk melakukan analisis, berupa data potongan melintang dan data N-SPT Proyek Jalan Tol Japek II Selatan Paket 2A STA 10+200. Selain itu, pada bab ini berisi tentang pemaparan terkait analisis stabilitas lereng timbunan untuk mendapatkan nilai faktor keamanan (*safety factor*), penentuan kekuatan geotekstil apabila hasil analisis stabilitas tidak aman serta analisis penurunan konsolidasi akibat beban timbunan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari pembahasan hasil analisis data dan saran untuk para peneliti berikutnya yang melakukan penganalisisan dengan tipe sejenis.

**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

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dari hasil tinjauan ulang stabilitas lereng timbunan pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Japek 2 Selatan paket 2A STA 10+200, dapat diambil beberapa kesimpulan, diantaranya:

1. Setelah mendapatkan hasil analisis bahwa pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Japek II Selatan, diketahui lereng timbunan tanpa beban gempa mendapatkan hasil faktor keamanan 0,92 dan lereng dengan beban gempa sebesar 0,818. Selanjutnya menggunakan analisis Bishop sebagai perhitungan manual yang dilakukan, dan diperlukan perkuatan untuk menaikkan hasil faktor keamanan tersebut.
2. Agar nilai SF meningkat diperlukan perkuatan geotekstil yang digunakan untuk menaikkan faktor keamanan lereng mendapatkan hasil sebesar 0,92 menjadi 1,507 faktor keamanannya naik sebesar 69,45 % untuk lereng tanpa beban gempa. Sedangkan untuk lereng dengan beban gempa menggunakan perkuatan geotekstil sebesar 0,818 naik menjadi 1,425 sebesar 47,6 % memenuhi (SNI 8460:2017, 2017).
3. Diperoleh penurunan segera (S_i) sebesar 7,75 cm dan penurunan konsolidasi (S_c) 90% sebesar 0,97 cm. Maka didapat penurunan total (S_t) sebesar 8,73 cm.

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

5.2 Saran

Saran yang dapat penulis sampaikan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dari hasil perhitungan tinjauan ulang stabilitas lereng timbunan adalah:

1. Diperlukan penelitian laboratorium terhadap sampel tanah dari proyek untuk memperoleh data parameter tanah yang akurat, sehingga analisis yang dilakukan dapat menghasilkan hasil yang lebih tepat.
2. Untuk penelitian lebih lanjut dilakukan analisis menggunakan penambahan program lain seperti Plaxis dan X Stable.





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

DAFTAR PUSTAKA

- (BSN. (2008). Sni 4153-2008. (2008). SNI 4153-2008. *Cara Uji Penetrasi Lapangan Dengan SPT, 4153*, 1–23.
- Adolph, R. (2016). *Pengertian Stabilitas Lereng*. 1–23.
- Alwie, rahayu deny danar dan alvi furwanti, Prasetio, A. B., Andespa, R., Lhokseumawe, P. N., & Pengantar, K. (2020). ANALISIS STABILITAS LERENG TIMBUNAN JALAN DENGAN PERKUATAN GEOTEKSTIL DAN MATRAS BAMBU PADA JALAN TOL CIBITUNG- CILINCING STA 3+550. *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret201*, 2(1), 41–49.
- Asiva Noor Rachmayani. (2015). *Handbook od Geotechnical Investigation and Design Tables*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). Persyaratan Perancangan Geoteknik. *Standar Nasional Indonesia, 8460*, 1–323.
- Bermana, I. (2002). *Klasifikasi Geomorfologi Untuk Pemetaan*. 161–173.
- Das, B. M. (1993). “Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis.” *Institut Teknologi 10 Nopember*, 239.
- Das, B. M. (1995). *Mekanika Tanah Jilid 1(Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik. Penerbit Erlangga*, 1–300.
- Direktorat Jenderal Bina Marga Direktorat Bina Teknik. (2009). *Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah dengan Geosintetik. Departemen Pekerjaan Umum*. 25(2), 261–266.
- Dr. Ir. H. Darwis, M. S. (2018). *DASAR-DASAR MEKANIKA TANAH*.
- Dr. Ir. Hary Christady Hardiyatmo, M. E. D. (1992). *Mekanika Tanah II. Gadjah Mada University Press*, 91(5), 1–398.
- Hamzah, H. J., & Wulandari, S. (2022). Pengaruh Geotekstil Terhadap Stabilitas Timbunan Jalan. *Borneo Engineering : Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 33–44. <https://doi.org/10.35334/be.v1i1.2484>
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah I Jilid III. Gadjah Mada University Press*, 1.



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

Imran, F., Afriani, L., & Zakaria, A. (2020). Analisa Kestabilan Lereng dan Metode Penanganannya Pada Tanah Lempung Berpasir. *Jrsdd*, 8(1), 181–192.

Jasmine, K. (2014). ANALISIS GARIS KERUNTUHAN LERENG UNTUK MENENTUKAN POTENSI LONGSOR BERDASARKAN DATA N-SPT. *Penambahan Natrium Benzoat Dan Kalium Sorbat (Antiinversi) Dan Kecepatan Pengadukan Sebagai Upaya Penghambatan Reaksi Inversi Pada Nira Tebu*.

Karl Terzaghi. (1963). *Géotechnique*, 13(4), 267–268. <https://doi.org/10.1680/geot.1963.13.4.267>

Kementrian PUPR. (2019). Kumpulan Korelasi Parameter Geoteknik. *Pupr*, 94.

Kumar, S., & Roy, L. B. (2023). Case study on soil-reinforced embankment slope stability with natural fibre additives. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Engineering Sustainability*, 176(5), 270–284. <https://doi.org/10.1680/jensu.22.00080>

Kusuma, R. I., & Mina, E. (2017). Analisis Stabilitas Lereng Dan Perencanaan Soilnailing Dengan Software Geostudio 2017. *Fondasi : Jurnal Teknik Sipil*, 4(1). <https://doi.org/10.36055/jft.v4i1.1219>

Maha, P. A., Saputri, R., & Abdurrahman, U. A. (2017). *PADA PROYEK PEMBANGUNAN PESONA SQUARE DEPOK BIDANG KEGIATAN: PKM-PENELITIAN Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta* (Issue 2014).

Maulidha, Z. W., Satrya, T. R., & Lastiasih, Y. (2022). Geotechnical Mapping for Soil Physical and Mechanical Parameters and Hard Soil Depth in Badung Regency. *Journal of Infrastructure & Facility Asset Management*, 4(2), 89–104. <https://doi.org/10.12962/jifam.v4i2.14371>

Ndale, F. X. (2019). Penggunaan Geotextil Sebagai Bahan Bangunan. *Teknosiar*, 13(2), 64–73. <https://doi.org/10.37478/teknosiar.v13i2.265>

Pusat Gempa Nasional. (2017). *Peta Sumber Bahaya dan Gempa Indonesia*.

Radityo, D., Bilal Al Farishi, Rezky Naufan Hendrawan, Alviyanda, & Imam Ahmad Sadisun. (2024). Slope Stability Analysis Throughout Road Around Bukit Barisan Selatan National Park (BBSNP) using Fellenius Method. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 9(3), 279–286.



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

<https://doi.org/10.25299/jgeet.2024.9.3.14902>

- Rekzyanti, R., Kasus, S., Manado, I., Teknik, J., Fakultas, S., Universitas, T., & Ratulangi, S. (2016). Raifah Rekzyanti Sjachrul Balamba , Lanny Manaroinson. *Analisa Kestabilan Lereng Akibat Gempa (Studi Kasus : Iain Manado)*, 14(66), 23–33.
- Rizqullah, P. G. (2022). Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung - Cilincing Seksi 2 STA 6+475). *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, 19(2), 145–156. <https://doi.org/10.30630/jirs.v19i2.836>
- Rozi, F. (2011). Pemahaman Sifat-Sifat Geotekstil Dalam Rekayasa Geoteknik Pada Bangunan Sipil. *Jurnal INTEKNA: Informasi Teknik Dan Niaga*, 11(1), 146–156. <https://ejurnal.poliban.ac.id/index.php/intekna/article/view/69>
- Rumbyarso, Y. P. A., & Pribadi, G. (2023). Analisis Stabilitas Lereng dengan Metode Bishop pada Proyek Geotechnical Investigation Jalur Transportasi Pelabuhan Batubara Marangkayu Kabupaten Kutai Kartanegara. *Jurnal Kridatama Sains Dan Teknologi*, 5(02), 562–577. <https://doi.org/10.53863/kst.v5i02.987>
- Saputra, R. I. (2022). Analisa Penanganan Longsor Menggunakan Software Geoslope 2012. Studi kasus : Jalan Tol Cikopo – Palimanan (CIPALI) KM122. *Jurnal Proyek Teknik Sipil*, 5(1), 37–44. <https://doi.org/10.14710/potensi.2022.14188>
- Sari, S. D. A. (2024). *ANALISIS STABILITAS LERENG TIMBUNAN PADA BADAN JALAN DENGAN PERKUATAN GEOTEKSTIL MENGGUNAKAN PROGRAM PLAXIS 22 (STABILITY ANALYSIS OF SLOPE ROAD EMBANKMENTS WITH GEOTEXTILE REINFORCEMENTS USING PLAXIS 22 PROGRAM)* (Studi. 44, 1–2.
- SNI 8460:2017. (2017). Persyaratan Perancangan Geoteknik. *Standar Nasional Indonesia*, 8460, 1–323.
- Subardja, D. S., Ritung, S., Anda, M., Sukarman, Suryani, E., & Subandiono, R. E. (2014). Petunjuk Teknis Klasifikasi Tanah Nasional. In *Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor* (Vol. 22). <http://papers.sae.org/2012-01-0706/>



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

Sumber daya, D. E. (2005). Pengenalan Gerakan Tanah. *Esdm*.
https://www.esdm.go.id/assets/media/content/Pengenalan_Gerakan_Tanah.pdf

Wyllie, D. C., & Mah, C. W. (2017). Rock slope engineering: Civil and mining, 4th edition. *Rock Slope Engineering: Fourth Edition*, 1–432.
<https://doi.org/10.1201/9781315274980>

