

**SKRIPSI**

**No. 02/SKRIPSI/S.Tr-JT/2024**

**TINJAUAN ULANG STABILITAS LERENG TIMBUNAN DENGAN  
PERKUATAN GEOTEKSTIL**

**(Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon  
Progo Seksi 1 Paket 1.1 STA 10+625 s.d 10+700)**



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

**Disusun oleh:**

**Muhammad Ligar Al-Fayyad**

**NIM 2001413013**

**Pembimbing:**

**Istiatun, S.T., M.T.**

**NIP 196605181990102001**

**Dr. Eng. Sony Pramusandi, S.T., M. Eng.**

**NIP 197509151998021001**

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK PERANCANGAN JALAN DAN  
JEMBATAN KONSENTRASI JALAN TOL**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**2024**



**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 :

**TINJAUAN ULANG STABILITAS LERENG TIMBUNAN DENGAN PERKUATAN  
GEOTEKSTIL**

yang disusun oleh **Muhammad Ligar Al Fayyad (NIM 2001413013)**

telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam

**Sidang Skripsi Tahap 1**

**Pembimbing 1**

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

**Pembimbing 2**

**Dr. Eng. Sony Pramusandi, S.T., M. Eng.**  
NIP 197509151998021001



**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 PENGESAHAN**

Skripsi berjudul:

**TINJAUAN ULANG STABILITAS LERENG TIMBUNAN DENGAN PERKUATAN GEOTEKSTIL (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi 1 Paket 1.1 STA 10+625 s.d 10+700)**

Yang disusun oleh **Muhammad Ligar Al Fayyad (NIM 2001413013)** telah dipertahankan dalam Sidang Skripsi di depan Tim Penguji pada hari Selasa tanggal 16 Juli 2024.

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

Mengetahui,  
**Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Jakarta**



**Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M., M.Ars.**

**NIP 197407061999032001**



**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 PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Muhammad Ligar Al Fayyad  
NIM : 2001413013  
Program Studi : D4 – Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan Konsentrasi Jalan Tol  
Alamat *e-mail* : muhammad.ligarl-fayyad.ts20@mhs.wpnj.ac.id  
Judul Naskah : TINJAUAN ULANG STABILITAS LERENG TIMBUNAN DENGAN PERKUATAN GEOTEKSTIL (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi 1 Paket 1.1 STA 10+625 s.d 10+700)

Saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2023/2024 adalah hasil karya saya sendiri, bukan hasil plagiarisme, dan belum pernah digunakan dalam kegiatan akademis lainnya.

Jika di kemudian hari terbukti bahwa tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya akan dianggap batal dan saya bersedia menerima sanksi yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 23 Juli 2024

Yang Menyatakan

Muhammad Ligar Al Fayyad





## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur 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 Tanah Timbunan Dengan Perkuatan Geotekstil (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi 1 Paket 1.1 STA 10+625)**”. Proposal 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 Proposal Skripsi ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, Alhamdulillah Proposal 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 proposal skripsi ini dapat penulis selesaikan dengan baik.
2. Orang tua dan keluarga yang senantiasa menjadi motivasi penulis untuk menyelesaikan proposal skripsi ini dengan memberikan dukungan moril dan materil.
3. Ibu Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M., M.Ars. selaku Kepala Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
4. Bapak Nuzul Barkah Prihutomo, S.T., M.T selaku Kepala Program Studi D4 Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan Konsentrasi Jalan Tol
5. Ibu Istiatun, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1 dari Jurusan Teknik Sipil.
6. Bapak Dr. Eng. Sony Pramusandi, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing 2 dari Jurusan Teknik Sipil.
7. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
8. Kepada seluruh pihak proyek Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo khususnya Bapak Firman Javiri, S.T., M. Eng. yang telah membantu proses penyusunan skripsi penulis serta memberikan saran serta masukan.

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

9. Teman-teman penulis pada Program Studi Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan Konsentrasi Jalan Tol Angkatan 2020 yang namanya tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
10. Rekan-rekan SOLJAH yang senantiasa membantu penulis dalam menjalani proses studi ini, baik secara moril, tenaga, maupun waktu.
11. Radita Putri Nuramadhiani, *partner* penulis yang telah memberikan segala dukungan dan bantuan moril kepada nulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
12. 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 kecuali doayang penulis haturkan agar kiranya Allah SWT berkenan membalas semua yang telah diberikan kepada penulis.

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

Depok, 28 Juni 2024

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Muhammad Ligar Al-Fayyad





**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 ISI

HALAMAN PERSETUJUAN .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
ABSTRAK .....	xi
<i>ABSTRACT</i> .....	xii
BAB I .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	2
1.4. Manfaat .....	2
1.5. Batasan Masalah .....	2
1.6. Sistematika Penulisan .....	3
BAB II .....	5
TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1. Tanah .....	5
2.2. Kestabilan Lereng .....	5
2.3. Keruntuhan Lereng .....	7
2.4. Standart Penetration Test (SPT) .....	8
2.4.1. Korelasi N-SPT dengan Parameter dan Klasifikasi Tanah .....	8
2.5. Penurunan Tanah .....	19
2.5.1. Penurunan Segera .....	19
2.5.2. Penurunan Konsolidasi .....	20
2.6. Pembebanan .....	24
2.7. Pengaruh Gempa Terhadap Kestabilan Lereng .....	24
2.8. Geotekstil .....	26
2.9. GeoStudio .....	34
2.10. Penelitian Terdahulu .....	35
BAB III .....	41
METODE PENELITIAN .....	41



**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

3.1.	Tinjauan Lokasi.....	41
3.2.	Teknik Pengumpulan Data .....	41
3.3.	Teknik Analisis Data .....	42
3.4.	Bagan Alir Penelitian .....	43
BAB IV .....		46
DATA DAN PEMBAHASAN .....		46
4.1.	Data.....	46
4.1.1.	Data Gambar .....	46
4.1.2.	Data Pembebanan.....	46
4.1.3.	Data Geotekstil.....	49
4.1.4.	Data Tanah.....	51
4.1.5.	Data Tanah Timbunan .....	53
4.1.6.	Percepatan Gempa.....	54
4.2.	Pembahasan.....	55
4.2.1.	Analisis Stabilitas Lereng Kondisi Tanah Asli.....	55
4.2.2.	Analisis Stabilitas Lereng Kondisi Tanah Asli dengan Beban Gempa .....	58
4.2.3.	Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Geotekstil .....	60
4.2.4.	Analisis dengan <i>Software</i> GeoStudio Slope W .....	64
4.2.5.	Analisis Penurunan Lapisan Tanah Dasar Akibat Tanah Timbunan ....	71
4.3.	Hasil Analisis .....	79
BAB V.....		81
KESIMPULAN DAN SARAN.....		81
5.1.	Kesimpulan .....	81
5.2.	Saran .....	82
DAFTAR PUSTAKA.....		83





## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b>	Jenis-Jenis Keruntuhan .....	8
<b>Gambar 2. 2</b>	Diagram Segitiga Tekstur Tanah.....	15
<b>Gambar 2. 3</b>	Sistem Klasifikasi Unified.....	16
<b>Gambar 2. 4</b>	Lanjutan Sistem Klasifikasi Unified.....	17
<b>Gambar 2. 5</b>	Grafik Waktu-Pemampatan Selama Konsolidasi untuk Suatu Penambahan Beban yang Diberikan. ....	20
<b>Gambar 2. 6</b>	Variasi $e$ vs $\log t$ Suatu Penambahan Beban dan Definisi Indeks Konsolidasi Sekunder .....	23
<b>Gambar 2. 7</b>	Peta Percepatan Puncak di Batuan Dasar (SB) untuk Probabilitas Terlampaui 2% dalam 50 Tahun Versi 2017 .....	25
<b>Gambar 2. 8</b>	Geotekstil Woven.....	27
<b>Gambar 2. 9</b>	Geotekstil Non Woven.....	27
<b>Gambar 2. 10</b>	Distribusi Tekanan Tanah Lateral .....	28
<b>Gambar 3. 1.</b>	Lokasi Analisis pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo .....	41
<b>Gambar 3. 2</b>	Bagan Alir Penelitian .....	44
<b>Gambar 3. 3</b>	Bagan Alir Perhitungan dengan Software GeoStudio SLOPE/W .....	45
<b>Gambar 4. 1</b>	Potongan Melintang Tanah Timbunan STA 10+625.....	46
<b>Gambar 4. 2</b>	Potongan Melintang Perkerasan .....	47
<b>Gambar 4. 3</b>	Wilayah Solo pada Peta Hazard Gempa Indonesia 2017.....	54
<b>Gambar 4. 4</b>	Pemodelan Lereng Timbunan Kondisi Tanah Asli .....	55
<b>Gambar 4. 5</b>	Pemodelan Lapisan dan Muka Air Tanah pada Lereng Kondisi Tanah Asli .....	56
<b>Gambar 4. 6</b>	Pemodelan Entry Exit dan Surcharge Load pada Lereng Kondisi Tanah Asli.....	56
<b>Gambar 4. 7</b>	Hasil Analisis Safety Factor pada Lereng Kondisi Tanah Asli .....	57
<b>Gambar 4. 8</b>	Hasil Analisis Safety Factor pada Lereng Kondisi Muka Air di Permukaan Tanpa Pengaruh Gempa .....	58
<b>Gambar 4. 9</b>	Pemodelan Lereng Timbunan Kondisi Tanah Asli dengan Pengaruh Gempa .....	58
<b>Gambar 4. 10</b>	Hasil Analisis Safety Factor pada Lereng Kondisi Tanah Asli dengan Percepatan Gempa.....	59
<b>Gambar 4. 11</b>	Hasil Analisis Safety Factor pada Lereng Kondisi Asli dengan Percepatan Gempa dan Fluktuasi Muka Air di Permukaan Tanah.....	59
<b>Gambar 4. 12</b>	Pemodelan Lereng Timbunan dengan Perkuatan Geotekstil .....	65
<b>Gambar 4. 13</b>	Hasil Analisis Safety Factor pada Lereng dengan Perkuatan Geotekstil Tanpa Pengaruh Gempa .....	65
<b>Gambar 4. 14</b>	Hasil Analisis Safety Factor pada Lereng dengan Perkuatan Geotekstil Tanpa Percepatan Gempa Kondisi Muka Air di Permukaan Tanah.....	66
<b>Gambar 4. 15</b>	Pemodelan Lereng Menggunakan Perkuatan Geotekstil dengan Pengaruh Gempa .....	67
<b>Gambar 4. 16</b>	Hasil Analisis Safety Factor pada Lereng dengan Perkuatan Geotekstil dengan Pengaruh Gempa .....	67
<b>Gambar 4. 17</b>	Hasil Analisis Safety Factor pada Lereng dengan Perkuatan Geotekstil dan Pengaruh Gempa Kondisi Muka Air di Permukaan Tanah .....	68
<b>Gambar 4. 18</b>	Hasil Analisis Safety Factor pada Lereng dengan Modifikasi Perkuatan.....	70
<b>Gambar 4. 19</b>	Penampang Lapisan Tanah .....	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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 20 Potongan Melintang Timbunan..... 73



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 TABEL

Tabel 2. 1 Nilai Faktor Keamanan Lereng dan Intensitas Longsor .....	6
Tabel 2. 2 Nilai Faktor Keamanan untuk Lereng Tanah Timbunan .....	6
Tabel 2. 3 Korelasi Berat Jenis Tanah ( $\gamma_{unsat}$ ) Untuk Tanah Non Kohesif dan Kohesif .....	9
Tabel 2. 4 Korelasi Berat Jenis Tanah Jenuh ( $\gamma_{sat}$ ) Untuk Tanah Non Kohesif .....	9
Tabel 2. 5 Berat Isi Tanah Berdasarkan Jenis Tanah .....	10
Tabel 2. 6 Nilai Perkiraan Modulus Elastisitas Tanah .....	10
Tabel 2. 7 Nilai Perkiraan Koefisien Permeabilitas .....	11
Tabel 2. 8 Nilai Kohesi dan Sudut Geser Dalam .....	11
Tabel 2. 9 Nilai Perkiraan Angka Poisson Tanah .....	12
Tabel 2. 10 Korelasi Compression Index (Cc) .....	13
Tabel 2. 11 Klasifikasi Tanah untuk Lapisan Tanah Dasar Jalan Raya (Sistem AASHTO) .....	18
Tabel 2. 12 Beban Lalu Lintas untuk Analisis Stabilitas .....	24
Tabel 2. 13 Densitas Lapis Perkerasan .....	24
Tabel 2. 14 Faktor Amplifikasi Untuk PGA dan Periode ( $FKPG_{Adan} FK_a$ ) .....	25
Tabel 2. 15 Faktor Reduksi Kekuatan yang Digunakan dalam <b>Persamaan 2.16</b> .....	29
Tabel 2. 16 Faktor Tahanan Cabut .....	34
Tabel 4. 1 Lembar Data Material .....	49
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian N-SPT .....	51
Tabel 4. 3 Parameter Desain Tanah .....	52
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan CBR Laboratorium Tanah Timbunan .....	53
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Safety Factor dari Metode yang Digunakan .....	57
Tabel 4. 6 Koefisien Daya Dukung Tanah .....	60
Tabel 4. 7 Rekapitulasi Nilai Keamanan Geser pada Perkuatan dengan Geotekstil .....	69
Tabel 4. 8 Rekapitulasi Perhitungan Tegangan $P'_{o}$ .....	72
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Perhitungan Penambahan Tegangan ( $\Delta P$ ) .....	74
Tabel 4. 10 Tabel Korelasi Berdasarkan Nilai $\gamma$ .....	76
Tabel 4. 11 Rekapitulasi Sifat Tanah Dasar .....	77
Tabel 4. 12 Rekapitulasi Hasil Penurunan Konsolidasi .....	78
Tabel 4. 13 Nilai $T_v$ .....	78
Tabel 4. 14 Perbandingan Hasil Analisis dengan Tiga Metode Menggunakan Slope/W .....	79
Tabel 4. 15 Hasil Analisis Lereng dengan Beberapa Kondisi dengan Metode Janbu .....	80
Tabel 4. 16 Hasil Nilai SF Lereng dengan Perkuatan Untuk Beberapa Kondisi .....	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 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

Kegiatan konstruksi dalam pembangunan infrastruktur jalan selalu melibatkan pekerjaan pada tanah yang seringkali memiliki tantangan tersendiri. Perbedaan kontur di lokasi konstruksi mengharuskan adanya pekerjaan galian dan timbunan untuk menyamakan perbedaan elevasi yang terjadi agar mendapatkan trase yang aman dan nyaman bagi pengendara. Pekerjaan timbunan memiliki karakteristik seperti lereng yang memerlukan faktor keamanan tertentu dan memerlukan penanganan khusus. Stabilitas tanah timbunan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tinggi timbunan, kondisi air tanah, kemiringan lereng, dan beban yang bekerja di atasnya, serta lingkungan sekitar.

Tanah timbunan yang dipadatkan akan memberi tekanan beban kepada tanah dasar yang berada dibawahnya dan dikhawatirkan tanah dasar tersebut tidak mampu menerima beban timbunan. Sehingga berpotensi terjadinya kelongsoran dan penurunan yang akan menyebabkan perkerasan jalan mengalami deformasi serta kerusakan. Kekuatan tanah juga harus diperhatikan jika terjadinya gempa, karena dapat menyebabkan perubahan struktur dan kerapatan tanah sehingga mempengaruhi perilaku mekanik tanah dan kestabilan timbunan. Ada banyak cara penanganan untuk mencegah terjadinya longsor pada tanah timbunan, salah satunya adalah geotekstil. Geotekstil tidak hanya digunakan untuk meningkatkan kekuatan, tetapi juga berfungsi sebagai pemisah (separator) dan penyaring (filter) agar partikel tanah tidak terbawa oleh aliran air, dan sebagai penyaring agar lapisan material tidak tercampur satu sama lain (Taufik Muchlisin & Roestaman, 2019).

Berdasarkan penjelasan latar belakang yang telah disampaikan, penelitian ini akan mengkaji analisis stabilitas tanah timbunan yang diperkuat dengan geotekstil, serta menilai besarnya penurunan pada tanah dasar akibat beban dari tanah timbunan. Analisis faktor keamanan timbunan akan dilakukan dengan metode Janbu, Bishop, dan Morgenstern-Price menggunakan software GeoStudio Slope W. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi sebagai evaluasi untuk menemukan solusi terhadap permasalahan yang ada.



**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

## 1.2. Rumusan Masalah

1. Berapakah nilai faktor keamanan (*safety factor*) pada lereng tanah timbunan tanpa perkuatan geotekstil.
2. Berapakah nilai faktor keamanan (*safety factor*) pada lereng tanah timbunan dengan perkuatan geotekstil.
3. Berapakah besar penurunan tanah yang terjadi akibat beban tanah timbunan.

## 1.3. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis nilai faktor keamanan (*safety factor*) pada lereng tanah timbunan tanpa perkuatan geotekstil.
2. Menganalisis nilai faktor keamanan (*safety factor*) pada lereng tanah timbunan dengan perkuatan geotekstil.
3. Menganalisis besar penurunan tanah yang terjadi akibat beban tanah timbunan.

## 1.4. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dapat berfungsi sebagai tambahan pengetahuan dan pemahaman, serta sebagai realisasi dari penerapan pengetahuan yang telah dipelajari.
2. Bagi dunia industri, penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk mempertimbangkan penggunaan lapis *geotextile woven* terhadap stabilitas tanah timbunan yang rawan longsor.

## 1.5. Batasan Masalah

Dari permasalahan diatas tersebut, maka dapat dibuat batasan masalah sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian berada pada proyek pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi 1 Paket 1.1 STA 10+625 s.d STA 10+700.
2. Area pekerjaan yang ditinjau adalah pekerjaan timbunan.
3. Data tanah yang digunakan adalah data sekunder hasil pengujian N-SPT dan indeks propertis tanah timbunan yang di dapat dari kontraktor proyek.





**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

4. Jenis *geotextile* yang digunakan yaitu *woven*.
5. Stabilitas tanah timbunan dikontrol terhadap beban gempa dan tanpa gempa.
6. Metode analisis yang digunakan adalah bishop, janbu, dan *moergens-ter-price* yang menggunakan aplikasi *GeoStudio Slope W*.
7. Tidak meninjau dari segi biaya dan waktu.

## 1.6. Sistematika Penulisan

Penelitian ini akan ditulis dalam susunan yang terdiri dari enam bab, yang dimaksudkan untuk memberikan gambaran yang lebih terorganisir dan lebih mudah dipahami, di antaranya:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Menjelaskan pentingnya melakukan analisis mendalam terhadap pekerjaan galian dan timbunan dalam konstruksi, terutama dalam bidang jalan, karena area timbunan melibatkan lereng yang perlu dikontrol stabilitasnya dengan penggunaan geotekstil. Bab ini juga menguraikan bahwa tujuan penelitian adalah untuk menganalisis sejauh mana pengaruh penggunaan geotekstil terhadap stabilitas timbunan. Selain itu, bab ini menetapkan batasan masalah, yaitu lokasi penelitian yang terletak pada proyek pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta dan penggunaan data sekunder dari indeks properti tanah timbunan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Menguraikan kerangka teoritis yang menjadi panduan dalam penelitian ini, termasuk definisi geotekstil, penjelasan mengenai stabilitas tanah timbunan, serta pentingnya nilai faktor keamanan (*safety factor*) dalam stabilitas tanah timbunan. Literatur yang dijadikan referensi mencakup berbagai sumber seperti buku teks, jurnal ilmiah, peraturan perundang-undangan, dan sumber-sumber relevan lainnya.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Menguraikan pendekatan penelitian yang digunakan, termasuk informasi tentang objek atau lokasi penelitian yang berada pada proyek pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo STA 0+000 s.d STA 22+300. Teknik pengumpulan data yang dilakukan yaitu dengan data sekunder dari kontraktor proyek. Bab ini juga menjelaskan tahapan-tahapan dalam proses penelitian, mulai dari pengumpulan data, pengolahan data, hingga penarikan kesimpulan dari hasil





pengolahan data. Selain itu, bab ini menyertakan diagram alir yang digunakan dalam penelitian ini.

#### **BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN**

Menampilkan hasil data yang diperoleh dari sumber sekunder yang diberikan oleh kontraktor proyek pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo, yang nantinya akan diolah untuk menganalisis stabilitas tanah timbunan dengan kekuatan geotextile woven.

#### **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis yang menjawab permasalahan.



#### **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



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil tinjauan ulang stabilitas lereng timbunan pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo STA 10+625 s.d 10+700, dapat diambil beberapa kesimpulan, diantaranya:

1. Nilai SF lereng kondisi asli tanpa pengaruh gempa menggunakan ketiga metode (*bishop*, *janbu*, *morgenstern-price*) diperoleh metode *janbu* dengan nilai terkecil yaitu 1,36. Maka diketahui bahwa lereng asli pada kondisi stabil, karena  $SF > 1,25$  (Bowles, 1993). Kemudian, diperoleh nilai SF lereng kondisi asli dengan pengaruh gempa menurun 29% menjadi 0,97. Untuk langkah pencegahan, stabilitas lereng juga dikontrol dengan kondisi fluktuasi muka air di permukaan tanah sebagai kondisi kritis. Didapatkan hasil lereng asli tanpa pengaruh gempa sebesar 1,20 dan lereng asli dengan pengaruh gempa sebesar 0,83. Maka diketahui nilai SF lereng pada kondisi-kondisi kritis belum stabil karena  $SF \text{ tidak } \geq 1,10$  (SNI 8460:2017, 2017). Kondisi-kondisi tersebut dianalisis menggunakan metode *Janbu*.
2. Agar nilai SF meningkat, dilakukan perkuatan lereng timbunan dengan menambahkan geotekstil. Geotekstil yang digunakan adalah geotekstil GlobalTEX Woven dengan nilai kuat tarik sebesar 35 kN/m dengan jarak vertikal antar geotekstil ( $S_v$ ) dibagi menjadi dua zona yaitu 0,4 m untuk zona 1 dan 0,2 m zona 2. Didapatkan nilai SF lereng timbunan sebesar 1,93 untuk kondisi tanpa beban gempa dan 1,30 untuk kondisi dengan pengaruh gempa. Sedangkan untuk kondisi fluktuasi muka air di permukaan tanah, didapat SF lereng timbunan sebesar 1,43 untuk kondisi tanpa gempa dan 0,97 untuk kondisi dengan pengaruh gempa serta didapat kelongsoran eksternal pada lereng dengan perkuatan di beberapa kondisi. Karena lereng kondisi muka air kritis dengan pengaruh gempa nilai SF-nya belum memenuhi, maka dilakukan modifikasi desain perkuatan dengan menambah panjang dan kuat tarik geotekstil menjadi 68 kN/m, maka SF-nya meningkat menjadi  $SF = 1,20$ . Diketahui bahwa nilai SF lereng pada kondisi-kondisi kritis yang telah diberi





**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

perkuatan telah memenuhi  $SF \geq 1,10$  (SNI 8460:2017, 2017), maka kondisi lereng sudah stabil.

3. Diperoleh penurunan segera (Si) sebesar 22,27 cm dan penurunan konsolidasi (Sc) 90% sebesar 3,39 cm dengan waktu drajat konsolidasi selama 32,94 tahun. Maka didapat penurunan total (St) sebesar 25,67 cm.

**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. Penelitian ini hanya mengasumsikan bahwa fluktuasi muka air terjadi di permukaan tanah pada kondisi kritis. Akan lebih baik jika rembesan yang terjadi ditinjau menggunakan sub program *Seep/W* untuk memperhitungkan rembesan dari setiap lapisan tanah, sehingga fluktuasi yang terjadi dapat ditentukan dengan lebih akurat.
3. Pada kondisi kritis muka air di permukaan tanah dengan pengaruh gempa, perkuatan dengan geotekstil tidak dapat memberi peningkatan nilai SF yang signifikan sehingga lereng masih dalam kondisi labil. Oleh karena itu, disarankan untuk meningkatkan spesifikasi geotekstil yang digunakan serta membuat perbandingan dengan metode perkuatan lainnya, seperti dinding penahan tanah, cerucuk, *soil nailing*, dan sebagainya.
4. Untuk mencegah terjadinya penurunan segera (Si) yang besar, metode pelaksanaan timbunan disarankan untuk dilakukan secara bertahap.
5. Untuk penelitian lebih lanjut dilakukan analisis menggunakan penambahan program lain seperti *Plaxis* dan *X Stable*.





## DAFTAR PUSTAKA

- Allan Takwin, G., E, T. A., & Rondonuwu, S. G. (2017). Analisis Kestabilan Lereng Metode Morgenstern-Price (Studi Kasus : Diamond Hill Citraland). *Tekno*, 15(0215–9617), 66–76.
- Alzahri, S., Adiguna, Adhitya, B. B., Sutejo, Y., & Rustam, R. K. (2020). Kajian Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Geotekstil dan Dinding Penahan Tanah Kantilever di Ruas Jalan Padang-Lb. Selasih Sumatera Barat. *Cantilever: Jurnal Penelitian Dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 9(1), 15–24. <https://doi.org/10.35139/cantilever.v9i1.18>
- Amri, N., & Dharmawansyah, D. (2021). Perbandingan Metode Bishop dan Janbu dalam Analisis Stabilitas Lereng pada Oprit Jembatan Labu Sawo Sumbawa. *Journal of Civil Engineering and Planning*, 2(1), 20–33. <https://doi.org/10.37253/jcep.v2i1.4393>.
- Ananda Upa', V., & Hakim, N. (2019). Analisis Kekuatan dan Stabilitas Tanah Lempung Organik Artifisial Untuk Perencanaan Jalan dengan Beban Lalu Lintas Tinggi. In *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil* (Vol. 17, Issue 2).
- Andhini, D., Ramadhanti, F., & Koesnaryo, S. (2019). Analisis Balik Kestabilan Lereng Studi Kasus Tambang Batubara Pt.X Menggunakan Analisis Probabilistik Monte Carlo. In *Prosiding Seminar Teknologi Kebumihan dan Kelautan* (Vol. 1, Issue 1, pp. 125–132). <https://ejurnal.itats.ac.id/semitan/article/view/827%0Ahttps://ejurnal.itats.ac.id/semitan/article/download/827/707%0Ahttps://ejurnal.itats.ac.id/semitan/article/view/827>
- Bishop, A. W. (1955). The use of the slip circle in the stability analysis of slopes. *Geotechnique*, 5(1), 7–17. <https://doi.org/10.1680/geot.1955.5.1.7>
- Bowles, J. E. (1993). *Analisis dan Desain Pondasi*.
- Endah, N., & Mochtar, I, B. (1995). *Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis*.
- Fahmi, M., & Ikhya, I. (2021). Analisis Stabilitas Timbunan pada Tanah Dasar Berbentuk Lereng dengan Metode Elemen Hingga. *RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil*, 6(3), 179. <https://doi.org/10.26760/rekaracana.v6i3.179>
- Fahriani, F. (2016). Analisis Pengaruh Ketinggian Timbunan Terhadap Kestabilan Lereng. *Jurnal Fropil*, 4, 9. <https://media.neliti.com/media/publications/56061-ID-analisis-pengaruh-ketinggian-timbunan-te.pdf>
- Gazali, A., & Fathurrahman, F. (2019). Analisis Stabilitas Tanah Timbunan dengan Perkuatan Turap Kayu Galam di Daerah Rawa Kalimantan Selatan. *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 7(2), 79–86. <https://doi.org/10.33084/mits.v7i2.840>
- 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>
- Hanif, A. Al. (2020). *Perencanaan Timbunan dan Perbaikan Tanah dengan Menggunakan Metode Preloading dan Geotextile Encased Stone Column Pada Tanah Organik di Jalan Tol Trans Sumatera Pematang Panggang - Kayu*

### 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



Agung. 1–93.

Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah 1*.

Hartono, J., Khoiroh, U., & Saleh, M. (2022). Stabilitas Tanah Timbunan Sisi BH-1 Proyek Jalan Akses Pembangunan Jembatan Pulau Balang II. *Bentang : Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 10(1), 1–10. <https://doi.org/10.33558/bentang.v10i1.2718>

Hartono, J., Saleh, M., Primaswari, G., Umum, P. P., Pelaksanaan, S., & Balang, J. P. (2022). STABILITAS LERENG TIMBUNAN STA 24+100 JALAN AKSES PULAU BALANG MENGGUNAKAN GEOSTUDIO Stability of The Embankment Slopes on The Balang Island Access Road Sta 24+100 Using Geostudio. *Jurnal Inovasi Konstruksi*, 1(1), 32–39.

Hayumi, L. (2021). *ANALISIS STABILITAS TIMBUNAN PADA BADAN JALAN DENGAN PERKUATAN GEOTEKSTIL MENGGUNAKAN PROGRAM PLAXIS (Studi Kasus: Jalan Tol Padang-Pekanbaru Seksi I)*. 1–120.

Indera, R., Mina, E., & B, S. (2015). Analisis Stabilitas Lereng dan Perencanaan Soil Nailing dengan Software Geostudio 2007 (Studi Kasus Kampus Untirta Sindangsari). *Jurnal Fondasi*, 4(1), 1–12. <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jft/article/view/1>

Kafilanda, D. W., & Purwanto, E. (2019). Analisis stabilitas lereng menggunakan geotekstil dengan software geoslope. *Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia*.

L Braja, & Noor, L. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*.

Maulana, M. A. (2022). Studi Stabilitas Lereng Timbunan Jalan Terhadap Variasi Kemiringan. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur ISSN: 2460-335X*, 4(2), 1–10.

Panjaitan, A., & Sompie, O. B. A. (2020). Analisis Perhitungan Stabilitas Lereng Metode Fellenius Menggunakan Program Php. *Jurnal Sipil Statik*, 8(3), 417–422. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/29505%0Ahttps://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/viewFile/29505/28623>

Pasole, D., Patanduk, J., & Wong, I. L. K. (2020). Analisis Stabilitas Lereng Disposal Menggunakan Metode Bishop, Janbu, dan Ordinary. *Paulus Civil Engineering Journal*, 2(3), 144–153. <https://doi.org/10.52722/pcej.v2i3.148>

Penelitian, P., Perumahan, P., Penelitian, P. B., Kementerian, P., Umum, P., & Rakyat, P. (n.d.). *PETA SUMBER DAN BAHAYA GEMPA INDONESIA TAHUN 2017*.

PP. (2024). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.23 Tahun 2024 tentang Jalan Tol*. 213603.

PUPR. (2022). *Permen PUPR No. 1 Tahun 2022*. 19–538.

Rekzyanti, R., Kasus, S., Manado, I., Teknik, J., Fakultas, S., Universitas, T., & Ratulangi, S. (2016). Raifah Rekzyanti Sjachrul Balamba, Lanny Manaroinsong. *Analisa Kestabilan Lereng Akibat Gempa (Studi Kasus : Iain Manado)*, 14(66), 23–33.

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

Rizqullah, P. G. (2021). *ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN PERKUATAN GEOTEKSTIL (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung-Cilincing Seksi 2 STA 6+475)*.

SNI 8460:2017. (2017). Persyaratan perancangan geoteknik Standar Nasional Indonesia SNI 8460:2017. *Badan Standardisasi Nasional, 8460, 1–323*.

Sutarja, I. ., Redana, I. ., & Dwityagana, P. (n.d.). *Daya Layan Pile Slab Beton Bertulang Sebagai Struktur Perkerasan Jalan Pada Tanah Lunak*. Prosiding.

T. William, L., & Robert. V, W. (1979). *Soil Mechanics*. SI Version.

Taufik Muchlisin, & Roestaman. (2019). Analisis Stabilitas Timbunan dengan Geotextile Woven. *Jurnal Konstruksi, 17(1), 9–17*.  
<https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.17-1.590>

Umum, D. P. (2009). *Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah dengan Geosintetik* (Vol. 25, Issue 2, pp. 1–178).

Warman, R. S. (2019). *Kumpulan Korelasi Parameter Geoteknik Dan Pondasi*. 1–94.

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>



POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA