

No.19/SKRIPSI/S.Tr-JT/2023

**SKRIPSI**

**ANALISIS KERUNTUHAN LAPISAN BATUAN LAPUK PADA  
TINGKAT KELONGSORAN BERDASARKAN UJI *UNIAXIAL*  
DAN *SLAKE DURABILITY***



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

**Disusun Oleh :**

**Meea Yuniar Frastika  
NIM 1901413022**

**Pembimbing :**

**Putera Agung Maha Agung, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP 196606021990031002**

**M. Fathur Rouf H., S.Si., M.Si.  
NIP 11042018073019920917**

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK PERANCANGAN  
JALAN DAN JEMBATAN KONSENTRASI JALAN TOL  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul :

**ANALISIS KERUNTUHAN LAPISAN BATUAN LAPUK PADA  
TINGKAT KELONGSORAN BERDASARKAN UJI *UNIAXIAL* DAN  
*SLAKE DURABILITY* yang disusun oleh Meea Yuniar Frastika (NIM  
1901413022) telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam  
Sidang Skripsi Tahap 2**

Pembimbing 1

**Putera Agung Maha Agung, Ph.D.**  
NIP 196606021990031002




Pembimbing 2

**M. Fathur Rouf H., S.Si., M.Si.**  
NIP 11042018073019920917

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul :

**ANALISIS KERUNTUHAN LAPISAN BATUAN LAPUK PADA  
TINGKAT KELONGSORAN BERDASARKAN UJI *UNIAXIAL* DAN  
*SLAKE DURABILITY* yang disusun oleh Meea Yuniar Frastika (NIM  
1901413022) telah dipertahankan dalam Sidang Skripsi 2 di depan Tim Penguji  
pada hari Selasa tanggal 8 Agustus 2023**

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
<b>Ketua</b>	Sony Pramusandi, S.T., M.Eng., Dr. NIP 197509151998021001	
<b>Anggota</b>	Andikanoza Pradiptya, S.T., M.Eng. NIP 198212312012121003	
<b>Anggota</b>	Sutikno, S.T., M.T. NIP 196201031985031002	

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Jakarta



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

**NIP 197407061999032001**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



Hak Cipta :

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

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Meea Yuniar Frastika

NIM : 1901413022

Prodi : D4 TPJJ - Konsentrasi Jalan Tol

Alamat email : [meea.yuniarfrastika.ts19@mhs.wpnj.ac.id](mailto:meea.yuniarfrastika.ts19@mhs.wpnj.ac.id)

Judul Naskah : Analisis Keruntuhan Lapisan Batuan Lapuk pada Tingkat Kelongsoran Berdasarkan Uji *Uni Axial* dan *Slake Durability*

Dengan ini saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2022/2023 adalah benar-benar hasil karya saya sendiri dan belum pernah diikuti dalam segala bentuk kegiatan akademis/perlombaan.

Apabila di kemudian hari terbukti 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,  
Yang Menyatakan

Meea Yuniar Frastika

NIM. 1901413022





## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun skripsi yang berjudul “ANALISIS KERUNTUHAN LAPISAN BATUAN LAPUK PADA TINGKAT KELONGSORAN BERDASARKAN UJI *UNIAXIAL* DAN *SLAKE DURABILITY*”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat diploma empat di Program Studi Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan–Konsentrasi Jalan Tol, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, dan arahan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Adapun ucapan terimakasih tersebut ditujukan kepada:

1. Allah SWT. atas nikmat, rahmat dan karunia-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua Orang tua yang telah memberikan doa dan dukungan baik moril maupun materil, serta semangat dan motivasi kepada penulis untuk kelancaran penyusunan skripsi ini.
3. Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M., M.Ars selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
4. Nuzul Barkah Prihutomo, S.T., M.T selaku Kepala Program Studi D4 Perancangan Jalan dan Jembatan.
5. Putera Agung Maha Agung, Ph.D dan M. Fathur Rouf H., S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II skripsi ini yang telah memberikan pengarahan, motivasi, saran dan bimbingannya kepada penulis sehingga skripsi ini dapat selesai sesuai dengan waktu yang diharapkan.
6. Teman-teman kelas 4–Jalan Tol 2019, berkat dukungan dan motivasi serta doa kepada penulis untuk selalu mengusahakan dan menyelesaikan skripsi ini dengan maksimal.

### Hak Cipta :

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



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

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

7. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa di dalam ini banyak terdapat kekurangan untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca dan masyarakat umum demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya serta menambah pengetahuan khususnya di Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.

Depok, 22 Agustus 2023

Meea Yuniar Frastika



POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA





## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA .....	iv
ABSTRACT .....	v
ABSTRAK .....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
BAB II .....	6
2.1 Stabilitas Lereng.....	6
2.2 Penelitian Terdahulu.....	9
2.3 Pengertian Batuan.....	11
2.4 Pelapukan Batuan .....	13
2.5 Keruntuhan Batuan.....	14
2.6 Sifat Fisik dan Mekanik Batuan .....	16
2.6.1 Sifat Fisik Batuan.....	16
2.6.2 Sifat Mekanik Batuan.....	18
2.7 Pengujian Laboratorium Kuat Tekan Uniaksial ( <i>Uniaxial Compressive Strength/UCS</i> ) .....	20
2.8 Pengujian Laboratorium Daya Tahan Batuan ( <i>Slake Durability</i> ) ...	22
2.9 Kriteria Keruntuhan Batuan.....	24
BAB III.....	34

### Hak Cipta :

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



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

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

3.1	Tinjauan Umum.....	34
3.2	Lokasi Penelitian .....	34
3.3	Tahapan Penelitian.....	38
3.4	Teknik Pengumpulan Data.....	41
3.5	Teknik Analisis Data .....	42
3.6	Bagan Alir Penelitian .....	46
BAB IV .....		58
4.1	Uji Kuat Tekan Uniaksial ( <i>Uniaxial Compressive Strength/UCS</i> )....	58
4.2	Uji Daya Tahan Batuan ( <i>Slake Durability</i> ).....	59
4.3	Analisis Pengolahan Data .....	59
4.3.1	Analisis Nilai Kuat Tekan Uniaksial (UCS) .....	59
4.3.2	Analisis Nilai Faktor Keamanan Lereng dengan Plaxis 2D V.8.2 62	
4.3.3	Analisis Nilai <i>Slake Durability Index</i> ( $I_d$ ).....	73
BAB V .....		75
5.1	Kesimpulan .....	75
5.2	Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA .....		77
LAMPIRAN.....		79

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA





## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA .....	iv
ABSTRACT .....	v
ABSTRAK .....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
BAB II .....	6
2.1 Stabilitas Lereng.....	6
2.2 Penelitian Terdahulu.....	9
2.3 Pengertian Batuan.....	11
2.4 Pelapukan Batuan .....	13
2.5 Keruntuhan Batuan.....	14
2.6 Sifat Fisik dan Mekanik Batuan .....	15
2.6.1 Sifat Fisik Batuan.....	15
2.6.2 Sifat Mekanik Batuan.....	18
2.7 Pengujian Laboratorium Kuat Tekan Uniaksial ( <i>Uniaxial Compressive Strength/UCS</i> ) .....	20
2.8 Pengujian Laboratorium Daya Tahan Batuan ( <i>Slake Durability</i> ) ...	22
2.9 Kriteria Keruntuhan Batuan.....	23
BAB III.....	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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

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

3.1	Tinjauan Umum.....	33
3.2	Lokasi Penelitian .....	33
3.3	Tahapan Penelitian.....	37
3.4	Teknik Pengumpulan Data.....	40
3.5	Teknik Analisis Data .....	41
3.6	Bagan Alir Penelitian .....	45
BAB IV .....		58
4.1	Uji Kuat Tekan Uniaksial ( <i>Uniaxial Compressive Strength/UCS</i> )....	58
4.2	Uji Daya Tahan Batuan ( <i>Slake Durability</i> ).....	59
4.3	Analisis Pengolahan Data .....	59
4.3.1	Analisis Nilai Kuat Tekan Uniaksial (UCS) .....	59
4.3.2	Analisis Nilai Faktor Keamanan Lereng dengan Plaxis 2D V.8.2 62	
4.3.3	Analisis Nilai <i>Slake Durability Index</i> ( $I_d$ ).....	73
BAB V .....		79
5.1	Kesimpulan .....	79
5.2	Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA .....		81
LAMPIRAN.....		84

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tipe Keruntuhan Utama pada Batuan .....	15
Gambar 2. 2 Alat Uji Kuat Tekan (Dokumentasi Penulis) .....	20
Gambar 2. 3 Kurva Tegangan-Regangan Uji UCS (Bieniawski, 1967) .....	22
Gambar 2. 4 Nilai RMR (Bieniawski, 1976) .....	25
Gambar 2. 5 Nilai GSI berdasarkan pengamatan geologi di lapangan (Hoek, 2006) .....	27
Gambar 2. 6 Hubungan major dan minor principal stress dari HB dan MC (Hoek, 2002) .....	32
Gambar 2. 7 Elevasi Lereng Titik 1 (Google Earth Pro 2023) .....	43
Gambar 2. 8 Elevasi Lereng Titik 2 (Google Earth Pro 2023) .....	43
Gambar 2. 9 Elevasi Lereng Titik 3 (Google Earth Pro 2023) .....	44
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian (Google Earth Pro 2023) .....	34
Gambar 3. 2 Peta Geologi Lembar Malang Jawa (BPBD Kota Batu) .....	35
Gambar 3. 3 Peta Administrasi Kota Batu (BPBD Kota Batu).....	36
Gambar 3. 4 Peta Intensitas Hujan Kota Batu (BPBD Kota Batu) .....	37
Gambar 3. 5 Peta Intensitas Longsor Kota Batu Tahun 2021 (BPBD Kota Batu) 38	
Gambar 4. 1 Hubungan Waktu Perendaman terhadap UCS (1B).....	60
Gambar 4. 2 Hubungan Waktu Perendaman terhadap UCS (2L) .....	61
Gambar 4. 3 Hubungan Waktu Perendaman terhadap UCS (2C).....	61
Gambar 4. 4 Hubungan Waktu Perendaman terhadap UCS (3L) .....	61
Gambar 4. 5 Distribusi Bidang Gelincir pada Pemodelan MC dengan Kondisi Asli (1B) .....	64
Gambar 4. 6 Distribusi Bidang Gelincir pada Pemodelan MC dengan Kombinasi Beban Hujan (1B) .....	64
Gambar 4. 7 Distribusi Bidang Gelincir pada Pemodelan MC dengan Kombinasi Beban Lalu Lintas (1B).....	65
Gambar 4. 8 Distribusi Bidang Gelincir pada Pemodelan MC dengan Kombinasi Beban Hujan dan Lalu Lintas (1B) .....	65
Gambar 4. 9 Distribusi Bidang Gelincir pada Pemodelan MC dengan Kondisi Asli (2L).....	66
Gambar 4. 10 Distribusi Bidang Gelincir pada Pemodelan MC dengan Kombinasi Beban Hujan (2L).....	67
Gambar 4. 11 Distribusi Bidang Gelincir pada Pemodelan MC dengan Kombinasi Beban Lalu Lintas (2L) .....	67
Gambar 4. 12 Distribusi Bidang Gelincir pada Pemodelan MC dengan Kombinasi Beban Hujan dan Lalu Lintas (2L).....	68
Gambar 4. 13 Distribusi Bidang Gelincir pada Pemodelan MC dengan Kondisi Asli (2C).....	69
Gambar 4. 14 Distribusi Bidang Gelincir pada Pemodelan MC dengan Kombinasi Beban Hujan (2C) .....	69
Gambar 4. 15 Distribusi Bidang Gelincir pada Pemodelan MC dengan Kombinasi Beban Lalu Lintas (2C).....	70

### Hak Cipta :

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





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 16 Distribusi Bidang Gelincir pada Pemodelan MC dengan Kombinasi Beban Hujan dan Lalu Lintas (2C) .....	70
Gambar 4. 17 Distribusi Bidang Gelincir pada Pemodelan MC dengan Kondisi Asli (3L).....	71
Gambar 4. 18 Distribusi Bidang Gelincir pada Pemodelan MC dengan Kombinasi Beban Hujan (3L).....	72
Gambar 4. 19 Distribusi Bidang Gelincir pada Pemodelan MC dengan Kombinasi Beban Lalu Lintas (3L) .....	72
Gambar 4. 20 Distribusi Bidang Gelincir pada Pemodelan MC dengan Kombinasi Beban Hujan dan Lalu Lintas (3L).....	73
Gambar 4. 21 Grafik Indeks Slake Durability .....	74



### 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



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi ketahanan batuan (Franklin dan Chandra, 1972).....	23
Tabel 2. 2 Nilai konstanta mi (Hoek, 2006).....	27
Tabel 2. 3 Faktor kerusakan (D) (Hoek, 2002).....	29
Tabel 2. 4 Besar Faktor Keamanan Berdasarkan Intensitas Keruntuhan (Bowles, 1991) .....	33
Tabel 3. 1 Keterangan Sampel Penelitian .....	39
Tabel 4. 1 Hasil Uji Kuat Tekan Uniaksial (1B).....	58
Tabel 4. 2 Hasil Uji Kuat Tekan Uniaksial (2L).....	58
Tabel 4. 3 Hasil Uji Kuat Tekan Uniaksial (2C).....	58
Tabel 4. 4 Hasil Uji Kuat Tekan Uniaksial (3L).....	59
Tabel 4. 6 Hasil pengukuran berat kering masing-masing sampel pada tiap siklus pengujian.....	59
Tabel 4. 7 Nilai indeks slake durability (Id) masing-masing sampel pada setiap siklus pengujian.....	74

### Hak Cipta :

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



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

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

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pernyataan Calon Pembimbing 1 .....	85
Lampiran 2 Pernyataan Calon Pembimbing 2 .....	86
Lampiran 3 Lembar Pengesahan Seminar Proposal.....	87
Lampiran 4 Lembar Pengesahan Sidang Skripsi .....	88
Lampiran 5 Lembar Asistensi dengan Pembimbing .....	89
Lampiran 6 Lembar Asistensi dengan Penguji 1 .....	91
Lampiran 7 Lembar Asistensi dengan Penguji 2 .....	92
Lampiran 8 Lembar Asistensi dengan Penguji 3 .....	93
Lampiran 9 Lembar Persetujuan Sidang oleh Pembimbing 1.....	94
Lampiran 10 Lembar Persetujuan Sidang oleh Pembimbing 2.....	95
Lampiran 11 Lembar Persetujuan Penyerahan Naskah Skripsi oleh Pembimbing 1 .....	95
Lampiran 12 Lembar Persetujuan Penyerahan Naskah Skripsi oleh Pembimbing 2 .....	97
Lampiran 13 Lembar Persetujuan Penyerahan Naskah Skripsi oleh Penguji 1 ....	98
Lampiran 14 Lembar Persetujuan Penyerahan Naskah Skripsi oleh Penguji 2 ....	99
Lampiran 15 Lembar Persetujuan Penyerahan Naskah Skripsi oleh Penguji 3 ..	100
Lampiran 16 Dokumentasi.....	101

**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

Proses pelapukan batuan ditandai dengan adanya perubahan karakteristik batuan menjadi tanah (Waluyo et al., 2023), proses ini menghasilkan transformasi kimia dan fisik dalam massa batuan yang dapat menghasilkan penurunan kekuatan dan stabilitas tanah (Permanajati et al., 2023) yang mempengaruhi proses keruntuhan batuan. Daerah tropis seperti Kota Batu akan lebih cepat terjadi pelapukan batuan akibat vegetasi yang rapat, iklim, dan curah hujan yang tinggi (Firdaus et al., 2021). Jenis batuan lapuk yang sering dijumpai di daerah ini adalah breksi, batuan lempung (*claystone*), lapilli, dan tufaan.

Tingkat pelapukan batuan dapat berbeda-beda, tergantung dari proses kontak batuan yang terjadi terhadap kondisi alam. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kondisi pelapukan adalah kelembaban. Kelembaban dalam hal ini adalah kondisi air pada batuan. Semakin banyak kadar air yang terkandung dalam batuan maka batuan semakin lunak dan lapuk, kondisi tersebut menyebabkan ketahanan/kekuatan batuan semakin kecil dan dapat mengakibatkan keruntuhan batuan.

Secara umum, air mengurangi koefisien gesekan dan kohesi antara partikel mineral dan mengubah komposisi mineral dan struktur mikro batuan yang mengakibatkan peningkatan porositas dan penurunan sifat mekaniknya. Pengaruh air pada batuan merupakan proses fisik dan kimia yang kompleks. Beberapa kasus yang telah terjadi, pelarutan kimiawi dapat mendorong pembentukan pori-pori batuan (H. Li et al., 2018), (Jia et al., 2021). Peningkatan kandungan air atau waktu saturasi batuan membuktikan sifat mekanik dasar batuan berkurang hingga tingkat yang berbeda-beda (B. Li et al., 2021). Selain itu, kandungan air juga mempengaruhi mekanisme perambatan retakan pada sebagian besar batuan yang mempengaruhi stabilitas mekanik massa batuan. Penelitian-penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan air memiliki dampak yang signifikan terhadap struktur mikro dan sifat fisik-mekanik batuan (Zheng et al., 2022).



Hak Cipta :

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

Keruntuhan batuan merupakan salah satu masalah klasik dalam hal merancang jalan bagi insinyur geoteknik, salah satunya pada jalan Trunojoyo (Ceryan & Samui, 2020), Kota Batu yang merupakan jalan provinsi di wilayah perbukitan. Sejauh ini di Jalan tersebut belum banyak penelitian yang mempelajari bentuk dan posisi permukaan gelincir erosi akibat keruntuhan batuan sedimen berdasarkan derajat pelapukan. Oleh karena itu, hal ini menarik perhatian peneliti untuk mengurangi risiko keruntuhan batuan pada jalan tersebut dengan pemahaman yang komprehensif.

Kekuatan batuan menaik pada tingkat kejenuhan rendah, dan menurun secara signifikan dengan meningkatnya kadar air pada tingkat kejenuhan tinggi. Pengurangan kekuatan berbagai batuan akibat kejenuhan bisa terjadi hingga 80%. Zheng et al, pada tahun 2022 melakukan pengujian terhadap batu kapur dalam dua kondisi yaitu jenuh dan tak jenuh. Hasil pengujian membuktikan bahwa kekuatan tekan rata-rata dari batu kapur jenuh berkurang 24,3% dibandingkan dengan batu kapur tidak jenuh. Selain itu, kandungan air mengurangi indeks kerapuhan batu tkapur tidak jenuh sebesar 17,1% (Zheng et al., 2022)

Penelitian yang dilakukan penulis yaitu pengujian kuat tekan uniaksial (*Uniaxial Compressive Strength* atau *UCS*) terhadap spesimen batuan breksi, lapili dan batuan lempung (*claystone*) dalam dua kondisi, yaitu kondisi jenuh (*saturated*) dan tak jenuh (*unsaturated*). Pengujian di modelkan dengan beberapa variasi derajat kejenuhan untuk menggambarkan distribusi air dalam spesimen kubus. Hasil dari analisis UCS digunakan untuk menentukan nilai faktor keamanan lereng batuan menggunakan program plaxis 2D. Bentuk solusi analitis yang disederhanakan dan konservatif untuk pemodelan lereng batuan.

Penelitian ini juga dilakukan pengujian *Slake Durability*, yang bertujuan untuk mengetahui tingkat ketahanan batuan dengan mempercepat proses pelapukan secara maksimal melalui perendaman, pemutaran, dan pengayakan. Pengujian *slake durability* ini dilakukan dengan perendaman dan pengeringan sehingga dapat mengetahui seberapa cepat atau lambat suatu batuan mengalami pelapukan dengan jangka waktu tertentu (Ridha et al., 2020) (Nurjaman, 2019).





**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

Demikian dari latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, penulis mendapatkan beberapa rumusan masalah terkait dengan penelitian ini yang akan dijelaskan pada bagian rumusan masalah.

### 1.2 Rumusan Masalah

Beberapa rumusan masalah yang didapat, sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil analisis pengujian kuat tekan uniaksial, dan *slake durability* batuan lapuk breksi, lapilli, dan batuan lempung di kawasan Wisata Payung dalam meninjau potensi kelongsoran eksisting?
2. Berapakah nilai faktor keamanan pada analisis kestabilan lereng menggunakan program plaxis 2D dan *slake durability index*?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari analisis ini, sebagai berikut:

1. Menganalisis kuat tekan sampel batuan breksi dan batuan lempung melalui pengujian uniaksial dan *slake durability* di laboratorium.
2. Mengetahui nilai faktor keamanan lereng menggunakan program plaxis 2D dan *slake durability index*.

### 1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian ini dilakukan di Kawasan Wisata Payung, Jalan Trunojoyo, Kelurahan Songgokerto, Kota Batu, Malang.
2. Sampel batuan yang digunakan pada analisis ini diperoleh dari 3 titik di lokasi penelitian, dengan 4 sampel batuan yang berjenis batuan breksi, lapili dan lempung. Setiap sampel dibuat 5 spesimen uji berbentuk kubus, sehingga total spesimen yang diuji sebanyak 20 buah.
3. Penampang melintang dalam pemodelan lereng didapatkan dari aplikasi *google earth*.
4. Analisis stabilitas lereng batuan pada penelitian ini dilakukan dua pengujian, uji kuat tekan uniaksial dan *slake durability*. Hasil analisis berupa nilai faktor keamanan lereng yang diperoleh dari metode elemen hingga pada program Plaxis 2D Versi 8.2 dan *slake durability index*.





**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

## 1.5 Manfaat Penelitian

Penulisan skripsi ini, diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan informasi mengenai parameter kelongsoran tanah akibat pelapukan batuan dengan pengujian uniaksial dan *slake durability*, hasilnya diperoleh nilai faktor keamanan dari pemodelan material batuan menggunakan program plaxis 2D versi 8.2, serta *slake durability index*.
2. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai implementasi penulis akan ilmu yang telah dipelajari.
3. Hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi bagi peneliti lain yang ingin menganalisis parameter keruntuhan lapisan batuan lapuk pada tingkat kelongsoran melalui pengujian kuat tekan uniaksial dan *slake durability*.
4. Hasil penelitian dapat dijadikan acuan oleh BPBD dan pemerintah setempat dalam mengurangi risiko keruntuhan lereng atau longsor.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang akan digunakan pada skripsi ini terdiri dari lima bab yang akan memberikan gambaran yang jelas serta mempermudah penjelasan.

### BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan, manfaat serta sistematika penulisan mengenai hasil analisis parameter keruntuhan lapisan batuan lapuk pada tingkat kelongsoran melalui pengujian kuat tekan uniaksial dan *slake durability*.

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai dasar-dasar teori yang berhubungan dengan pembatasan masalah yang dibahas dalam analisis hasil uji uniaksial dan *slake durability* sebagai parameter keruntuhan lapisan batuan lapuk pada tingkat kelongsoran.



**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 III METODOLOGI**

Bab ini menjelaskan mengenai tahapan cara-cara memperoleh data-data yang dibutuhkan guna penyusunan skripsi ini seperti tinjauan lokasi, teknik pengumpulan data, teknik analisis data dan bagan alir analisis.

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

Bab ini menjelaskan mengenai data-data yang dibutuhkan dalam analisis yaitu menggunakan data primer dari pengambilan sampel secara langsung di lokasi penelitian, kemudian dilakukan pengujian uniaksial (UCS) dan *slake durability*. Analisis data berupa nilai kuat tekan batuan berdasarkan variasi derajat kejenuhan dan *slake durability index*. Hasil analisis digunakan untuk menentukan nilai faktor keamanan lereng dengan program Plaxis 2D V.8.2.

### **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran hasil analisis data yang dirumuskan berdasarkan hasil analisis yang dilakukan.

### **LAMPIRAN**



**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**





## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Secara umum, batu lempung, lapili dan breksi pada Formasi lereng Kawasan Wisata Payung, Kota Batu merupakan kelompok batuan dengan ketahanan rendah. Pola penurunan ketahanan tiga jenis batuan tersebut mengindikasikan adanya proses pelapukan dan erosi yang berlangsung semakin cepat untuk waktu kejenuhan yang lebih lama.

Berdasarkan pengujian dan analisis yang dilakukan dalam penelitian ini didapatkan dua kesimpulan:

1. Nilai derajat kejenuhan dan pelapukan batuan sangat mempengaruhi kuat tekan, dibuktikan dari hasil analisis data pengujian uniaksial dan *slake durability*, semakin besar nilai derajat kejenuhan dan pelapukan batuan maka nilai kuat tekan dan *slake durability* semakin kecil. Nilai kuat tekan rata-rata tertinggi dimiliki oleh jenis batuan breksi pada titik 1 (1B) sebesar 17,96 MPa, dan nilai kuat tekan terendah dimiliki oleh jenis batuan lapilli pada titik 3 (3L) sebesar 3,14 MPa. Hasil pengujian *Slake Durability* menunjukkan bahwa adanya penurunan berat tertahan batuan dalam kondisi kering setelah melalui poses pengujian, penurunan berat terendah terjadi pada jenis batuan breksi pada titik (1B) sebesar 16,32% dan penurunan berat terbanyak terjadi pada batuan lapilli pada titik 3 (3L) sebesar 67,10%.
2. Berdasarkan hasil analisis kedua pengujian didapatkan nilai FK dan indeks *durability* tertinggi dimiliki oleh spesimen breksi pada titik 1 (1B) sebesar 1,42 yang termasuk kondisi lereng stabil dengan intensitas jarang terjadi longsor. Nilai Indeks *durability* spesimen titik 1 (1B) sebesar 83,68% yang termasuk dalam ketahanan tinggi. Sedangkan nilai FK dan indeks *durability* terendah dimiliki oleh spesimen lapili pada titik 3 (3L) sebesar 1,12 yang termasuk kondisi lereng hampir kritis dengan intensitas pernah terjadi longsor. Nilai Indeks *durability* spesimen titik 3 (3L) sebesar 32,90% yang termasuk dalam ketahanan rendah.

#### 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

### 5.2 Saran

Saran yang dapat penulis sampaikan dalam penelitian ini yaitu untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dalam menentukan nilai kuat tekan dan faktor keamanan dapat di evaluasi menggunakan korelasi parameter atau metode pengujian laboratorium lain seperti data fisik, uji kuat tekan bebas, uji *point load* dan uji *tensile strength*. Sedangkan untuk pengujian *slake durability* dilakukan proses pengujian lebih dari 2 siklus untuk melihat grafik penurunan ketahanan batuan yang lebih jelas.



#### 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 PUSTAKA

- Arief Nugraha Pontoh. (2022). Pengaruh Penambahan Beban Bangunan Terhadap Kestabilan Lereng pada Ruas Jalan Sei-Wain Km.15 Kelurahan Karang Joang, Kecamatan Balikpapan Utara, Kota Balikpapan. *Jurnal Multidisiplin Madani*, 2(6), 2717–2728.
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). SNI 8460:2017 Tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Bozdağ, A., & İnce, İ. (2018). Predicting Strength Parameters of Igneous Rocks from Slake Durability Index. *Afyon Kocatepe University Journal of Sciences and Engineering*, 18(3), 1102–1109.
- Braja, M.Das. 1995. Mekanika Tanah Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis. Jilid 1,2. Jakarta: Erlangga.
- C Wyllie, D., & W Mah, C. (2005). *Rock Slope Engineering: Civil and Mining, 4th Edition*. USA: Taylor & Francis e-Library.
- Ceryan, N., & Samui, P. (2020). Application of Soft Computing Methods in Predicting Uniaxial Compressive Strength of The Volcanic Rocks with Different Weathering Degree. *Arabian Journal of Geosciences*, 13(7).
- Fereidooni, D., & Khajevand, R. (2018). Correlations Between Slake-Durability Index and Engineering Properties of Some Travertine Samples Under Wetting–Drying Cycles. *Geotechnical and Geological Engineering*, 36(2), 1071–1089.
- Firdaus, A. N., Budi Indrawan, I. G., & Warmada, I. W. (2021). Characteristic of Rock Masses and The Influence of Weathering on Engineering Properties of Andesite Breccia. *AIP Conference Proceedings*, 2363.
- Franklin, J. A. (1972). The Slake-Durability Test. in *Int. J. Rock Afech. A[In. Sci* (Vol. 9). Pergamon Press.

### Hak Cipta :

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





Hak Cipta :

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

- Gabriella, V., Pangemanan, M., Turangan, A. E., & Sompie, O. B. A. (2014). Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Fellenius (Studi Kasus: Kawasan Citraland). *Jurnal Sipil Statik*, 2(1), 37–46.
- Haryadi, D., & Razali, M. R. (2018). Analisis Lereng Terasering dalam Upaya Penanggulangan Longsor Metode Fellenius dengan Program Geostudio Slope. *Jurnal Inersia Oktober*, 10(2), 53.
- Hoek, E. (1994). *Strength of Rock and Rock Masses*, *ISRM News Journal*, 2 (2), 4-16.
- Hoek, E., Carranza-Torres, C., & Corkum, B. (2002). Hoek-Brown Failure Criterion-2002 Edition. *Proceedings of Narms-Tac*, 267-273.
- Jia, C., Xu, W., Wang, H., & Zhang, Q. (2021). Experimental Investigation of The Mechanical and Permeability Characteristics of Volcanic Breccia. *Bulletin of Engineering Geology and The Environment*, 80(1), 599–610.
- Li, B., Bao, R., Wang, Y., Liu, R., & Zhao, C. (2021). Permeability Evolution of Two-Dimensional Fracture Networks During Shear Under Constant Normal Stiffness Boundary Conditions. *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 54(1), 409–428.
- Li, D., & Wang, W. (2019). Quantitative Analysis of The Influence of Saturation on Rock Strength Reduction Considering the Distribution of Water. *Geomechanics And Geophysics for Geo-Energy and Geo-Resources*, 5(2), 197–207.
- Li, H., Zhong, Z., Liu, X., Sheng, Y., & Yang, D. (2018). Micro-Damage Evolution and Macro-Mechanical Property Degradation of Limestone Due to Chemical Effects. *International Journal of Rock Mechanics And Mining Sciences*, 110, 257–265.
- Nainggolan, A., & Sophian, I. (2020). *Pengaruh Rock Mass Rating Terhadap Tingkat Kestabilan Lereng pada PT. Holcim Indonesia Unit Narogong* (Vol. 4, Issue 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Permanajati, I., Candra, A., & Zaenurrohman, J. A. (2023). The Impact of Clay Mineral on The Zone of Weathering Which Trigger Landslide in Pawinihan Mountain, Sijeruk, Banjarnegara, Central Java, Indonesia. *Aip Conference Proceedings*, 2482.

Pratiwi, D., Yakin, Y. A., & Mahaputra, A. (2022). Analisis Stabilitas Lereng Batuan dengan Pendekatan Kriteria Keruntuhan Hoek-Brown dan Mohr Coulomb Menggunakan Metode Numerik Plaxis 2D. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, 4(2), 74–81.

Ranaweera, N., Togashi, Y., Osada, M., & Kawanoue, R. (2023). Numerical Approach to Evaluate the Influence of Water Saturation on The Strength of Neogene Tuff in Utsunomiya City, Japan. *IOP Conference Series: Earth And Environmental Science*, 1124(1).

Shabrina Amalia, A., & Hartono, E. (N.D.). *Pengujian Slake Durability pada Tanah Mudrock dengan Metode Stabilisasi Dry dan Spray Coating Slake Durability Testing on Mudrock with Dry and Spray Coating Method.*

Waluyo, G., Permanajati, I., & Laksono, F. A. T. (2023). Chemical Index Alteration of Weathering on Pyroclastic Breccia in The Pawinihan Mountain Avalanche, Banjarnegara, Central Java, Indonesia. *AIP Conference Proceedings*, 2482.

Yang, X., Wang, J., Zhu, C., He, M., & Gao, Y. (2019). Effect Of Wetting and Drying Cycles on Microstructure of Rock Based on Sem. *Environmental Earth Sciences*, 78(6).

Zhao, Y., Ren, S., Jiang, D., Liu, R., Wu, J., & Jiang, X. (2018). Influence of Wetting-Drying Cycles on The Pore Structure and Mechanical Properties of Mudstone from Simian Mountain. *Construction And Building Materials*, 191, 923–931.

Zheng, L. J., Xie, H. P., Xu, Z. X., Deng, J. H., Wang, D., Zhang, G. Z., Li, C. B., Zhang, R., & Feng, G. (2022). A Comparison of Mechanical Properties and Failure Processes of Saturated and Unsaturated Slate from Sichuan-Tibet Plateau Area, China. *Lithosphere*, 2022(Special Issue 4).