

**TUGAS AKHIR**

**STUDI EKSPERIMENTAL PERMODELAN LERENG DENGAN  
PENGARUH VARIASI BEBAN DINAMIS DAN VARIASI DERAJAT  
KEJENUHAN TANAH TERHADAP STABILITAS LERENG  
MENGUNAKAN PROGRAM BANTU *ROCSCIENCE SLIDE V6.0*  
(STUDI KASUS DESA SUKOMULYO, KECAMATAN PUJON,  
KABUPATEN MALANG, JAWA TIMUR)**

*Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Gelar Sarjana Teknik S-1  
Institut Teknologi Nasional Malang*



Disusun Oleh:

**IRENIUS RICHELLE BIMO PALE**

**18.21.157**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG MALANG**

**2024**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**TUGAS AKHIR**

**STUDI EKSPERIMENTAL PERMODELAN LERENG DENGAN PENGARUH VARIASI  
BEBAN DINAMIS DAN VARIASI DERAJAT KEJENUHAN TANAH TERHADAP  
STABILITAS LERENG MENGGUNAKAN PROGRAM BANTU *ROCSCIENCE SLIDE***

*V6.0*

**(STUDI KASUS DESA SUKOMULYO, KECAMATAN PUJON, KABUPATEN MALANG,  
JAWA TIMUR)**

Disusun Oleh:

**IRENIUS RICHELLE BIMO PALE**

**1821157**

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing,

Pada Tanggal : .....2024


Menyetujui,

Dosen Pembimbing,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

  
**Ir. Eding Iskak Imananto, M.T.**  
NIP. 1966 0506 199303 1 004

  
**Vega Aditama, S.T., M.T.**  
NIP. P. 103 19 00559

Mengetahui

Ketua Program Studi

Teknik Sipil S-1 ITN Malang

  
**Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T.**  
NIP. P. 103 03 00383

**LEMBAR PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**STUDI EKSPERIMENTAL PERMODELAN LERENG DENGAN PENGARUH VARIASI  
BEBAN DINAMIS DAN VARIASI DERAJAT KEJENUHAN TANAH TERHADAP  
STABILITAS LERENG MENGGUNAKAN PROGRAM BANTU *ROCSCIENCE SLIDE***

**V6.0**

**(STUDI KASUS DESA SUKOMULYO, KECAMATAN PUJON, KABUPATEN MALANG,  
JAWA TIMUR)**

*Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji Tugas Akhir  
Jenjang Strata (S-1) Pada Tanggal 19 Agustus 2024 dan Diterima Untuk  
Memenuhi Salah Satu Syarat Memeroleh Gelar Sarjana (S-1) Teknik Sipil*

Disusun Oleh:

**IRENIUS RICHELLE BIMO PALE**

**18.21.157**

Malang,

2024

Dosen Penguji,

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Mohammad Erfan, S.T., M.T.

NIP. P. 103 150 0508

Ir. Munasih, M.T.

NIP. Y. 102 88 00187

Disahkan Oleh :

Ketua Program Studi  
Teknik Sipil S-1

Sekretaris Program Studi  
Teknik Sipil S-1

Dr. Yosmsan P. Manaha, S.T., M.T.

NIP. P. 103 03 00383

Nenny Roostrianawaty, S.T., M.T.

NIP. P. 103 17 00533

## LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Irenius Richelle Bimo Pale  
NIM : 1821157  
Program Studi : Teknik Sipil S-1  
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya dengan judul :

**STUDI EKSPERIMENTAL PERMODELAN LERENG DENGAN  
PENGARUH VARIASI BEBAN DINAMIS DAN VARIASI DERAJAT  
KEJENUHAN TANAH TERHADAP STABILITAS LERENG  
MENGUNAKAN PROGRAM BANTU ROCSCIENCE SLIDE V6.0  
(STUDI KASUS DESA SUKOMULYO, KECAMATAN PUJON,  
KABUPATEN MALANG, JAWA TIMUR)**

Adalah sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dalam naskah TUGAS AKHIR ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini disebut dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah TUGAS AKHIR ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia TUGAS AKHIR ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh (SARJANA) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan pasal 70)

Malang, 23 Agustus 2024



lembuat pernyataan

Irenius Richelle Bimo Pale

NIM 1821157

## ABSTRAK

### **“STUDI EKSPERIMENTAL PERMODELAN LERENG DENGAN PENGARUH VARIASI BEBAN DINAMIS DAN VARIASI DERAJAT KEJENUHAN TANAH TERHADAP STABILITAS LERENG MENGGUNAKAN PROGRAM BANTU *ROCSCIENCE SLIDE V6.0* (STUDI KASUS DESA SUKOMULYO, KECAMATAN PUJON, KABUPATEN MALANG, JAWA TIMUR)”**

Oleh: Irenius Richelle Bimo Pale (1821157). Dosen Pembimbing I : Ir. Eding Iskak Imananto, S.T., M.T. Dosen Pembimbing II : Vega Aditama, S.T., M.T. Program Studi Teknik Sipil S1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

---

Lereng merupakan salah satu bentuk topografi yang umum dijumpai di berbagai wilayah, terutama di daerah dengan kondisi geografis berbukit dan pegunungan. Stabilitas lereng adalah salah satu faktor utama yang harus diperhitungkan. Hal lain yang memengaruhi stabilitas lereng adalah Derajat kejenuhan tanah. Derajat kejenuhan tanah dapat menyebabkan perubahan pada parameter kekuatan geser tanah, seperti sudut geser dan kohesi. Selain faktor Derajat kejenuhan, beban dinamis juga dapat menjadi penyebab terjadinya ketidakstabilan lereng. Beban dinamis seperti gempa bumi, dapat menyebabkan gerakan tanah yang dapat mengakibatkan keruntuhan atau kelongsoran pada lereng.

Tujuan penelitian ini mengetahui sifat-sifat fisik tanah tanah (karakteristik tanah) sampel. Mengetahui angka keamanan lereng dengan analisis stabilitas lereng menggunakan metode bishop pada sampel tanah dengan variasi beban dinamis 1Hz, 2Hz, dan 3Hz dan variasi Derajat kejenuhan 20%, 40%, 60%, 80%, 100%. Penelitian ini dilakukan dengan pengujian eksperimental di laboratorium secara langsung dengan meja getar sebagai alat simulator gempa. Berikutnya digunakan permodelan lereng menggunakan program *Rocscience Slide v.6* untuk mengetahui angka keamanan lereng setiap sampel uji.

Salah satu hasil dari penelitian ini adalah Derajat kejenuhan 20% dengan frekuensi 1 Hz, 2 Hz, dan 3 Hz berturut-turut didapatkan angka keamanan 0,302; 0,234; dan 0,216 menghasilkan bahwa semakin besar persentase Derajat kejenuhan dengan beban dinamis yang diberikan semakin besar, maka angka keamanan lereng menjadi rendah dan sangat mudah terjadi kelongsoran.

**Kata kunci :** Stabilitas Lereng, Derajat kejenuhan, Beban Dinamis, *Displacement*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada hadirat Tuhan Yesus Kristus yang maha pengasih serta lembut hati yang telah memberikan kesehatan, pikiran yang jernih, serta kekuatan yang luar biasa dalam membantu penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“STUDI EKSPERIMENTAL PERMODELAN LERENG DENGAN PENGARUH VARIASI BEBAN DINAMIS DAN VARIASI DERAJAT KEJENUHAN TANAH TERHADAP STABILITAS LERENG MENGGUNAKAN PROGRAM BANTU *ROCSCIENCE SLIDE V6*. (STUDI KASUS DESA SUKOMULYO, KECAMATAN PUJON, KABUPATEN MALANG, JAWA TIMUR)”** dengan tujuan memenuhi persyaratan dalam Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Ucapan syukur dan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala dukungan baik langsung maupun tidak langsung yang telah diberikan selama penyusunan Laporan Tugas Akhir ini pada :

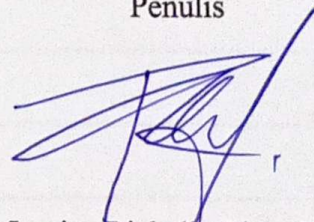
1. Bapak **Dr. Yosimson Petrus Manaha, S.T., M.T.** selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak **Ir. Eding Iskak Imananto, M.T.** selaku Dosen Pembimbing I Bidang Geoteknik dan Kepala Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak **Vega Aditama, S.T., M.T.** selaku Dosen Pembimbing II Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak dan Ibu Dosen Penguji Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang yang telah memberikan bimbingan dan ilmu pengetahuan guna menunjang penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
5. Serta teman-teman dari Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang yang telah memberikan bantuan dan motivasi.

Dengan rendah hati penulis mengakui bahwa masih banyak kekurangan dalam menulis laporan Tugas Akhir, baik dari segi materi maupun penyajian. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Akhir kata, semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi banyak orang.

Malang,

2024

Penulis



Irenius Richelle Bimo Pale

1821157

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	3
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
1.7. Batasan Masalah .....	4
1.8. Lokasi Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Studi Terdahulu .....	6
2.2 Landasan Teori .....	13
2.2.1 Tanah .....	13
2.2.2 Komposisi Tanah.....	14
2.2.3 Klasifikasi Tanah.....	16



2.3	Pengujian Tanah .....	18
2.3.1	Karakteristik Tanah .....	18
2.3.2	Penyebaran Butiran .....	19
2.3.3	Pemadatan Standard .....	21
2.3.4	Kekuatan Geser Tanah .....	21
3.1	Metode Irisan Sederhana (Ordinary Method of Slices).....	22
3.2	Metode Irisan Bishop .....	23
3.3	Analisis Stabilitas Lereng .....	24
3.4	Teori Analisis Stabilitas Lereng Dengan Beban Dynamic .....	25
3.5	Permodelan Simulator Gempa.....	26
3.6	Getaran (Frekuensi) Sebagai Beban Dinamis .....	27
3.7	Software Rocscience Slide v6.0 .....	29
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>30</b>
3.1	Garis Besar Tujuan .....	30
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian .....	30
4.2.1	Tempat Penelitian.....	30
4.2.2	Waktu Penelitian .....	31
4.2.3	Alat dan Bahan Penelitian .....	31
3.3	Populasi dan Sampel.....	32
3.4	Metode Analisa Data .....	32
3.5	Tahap pelaksanaan.....	33
3.6	Tahapan Penelitian .....	37
4.6.1	Pengambilan Sampel Tanah .....	37
4.6.2	Pengujian Sampel Tanah Di Laboratorium Mekanika Tanah .....	37
4.6.3	Pembuatan Benda Uji .....	37

4.6.4	Pelaksanaan Pengujian Getar Diberi Beban Dinamis.....	38
3.2	Bagan Alir .....	40
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>42</b>
4.1	Hasil dan Pembahasan Pemeriksaan Tanah .....	42
4.2	Hasil Pemeriksaan Tanah .....	42
5.2.1	Pengambilan Sampel Tanah .....	42
5.2.2	Hasil Identifikasi Sifat Teknis dan Sifat Fisik Tanah.....	42
4.3	Benda Uji.....	46
4.4	Pembuatan Sampel Uji Sesuai Rumus Hubungan Derajat kejenuhan Dengan Kadar Air. ....	48
4.5	Menentukan Parameter Angka Pori Berdasarkan Kadar Air, Gs, $\gamma_d$ .....	52
4.6	Model Lereng .....	57
4.7	Penentuan Nilai $\gamma_{sat}$ dan $\gamma_{unsat}$ Pada Setiap Sampel Uji.....	59
4.8	Uji dan Hasil Beban Dinamis .....	63
4.9	Hasil Analisis Software Rocscience Slide.....	67
5.10.1	External Boundary .....	67
5.10.2	Identifikasi Metode dan Parameter Perhitungan .....	70
5.10.3	Identifikasi Material .....	72
5.10.4	Penentuan Bidang Gelincir.....	82
5.10.5	Input Beban Dinamis.....	84
5.10.6	Running/ Perhitungan Kalkulasi .....	84
5.10.7	Interpretasi Nilai FoS .....	85
4.10	Displacement Akibat Pengujian Dengan Beban Dinamis .....	104
4.11	Pembahasan .....	116

<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>127</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>131</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>134</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Lokasi Penyelidikan Tanah Desa Sukomulyo, Kec. Pujon, Kab. Malang.....	5
Gambar 2. 1 Batasan-batasan ukuran golongan tanah menurut beberapa sistem. .	14
Gambar 2. 2 Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS.....	17
Gambar 2. 3 Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO .....	17
Gambar 2. 4 Indeks Plastisitas .....	19
Gambar 2. 5 Diameter Lubang Ayakan Menurut Beberapa Sistem.....	20
Gambar 2. 6 Identifikasi Analisis Butiran Hydrometer .....	20
Gambar 2. 7 Hubungan antara Kadar Air dan Berat Volume Kering .....	21
Gambar 2. 8 Diagram lingkaran Mohr-Coulomb.....	22
Gambar 2. 9 Gaya yang bekerja pada bidang kelongsoran.....	22
Gambar 2. 10 Gaya-gaya yang bekerja bidang irisan (Method of Bishop) .....	23
Gambar 2. 11 Kelongsoran Lereng dengan Koefisien .....	25
Gambar 2. 12 Langkah - langkah permodelan Rocscience Slide 6.0.....	29
Gambar 3. 1 Table shake / meja getar sebagai simulasi beban gempa/ dinamis....	31
Gambar 4. 1 Pengambilan Sampel menggunakan metode <i>Hand Bor</i> .....	42
Gambar 4. 2 Grafik Pemeriksaan Batas-batas <i>Atterberg</i> .....	44
Gambar 4. 3 Grafik Pemeriksaan Analisa Butiran <i>Hydrometer</i> .....	44
Gambar 4. 4 Identifikasi Analisis Butiran <i>Hydrometer</i> .....	45
Gambar 4. 5 Lingkaran <i>Mohr-Coulomb</i> Triaksial-UU .....	45
Gambar 4. 6 Tabel <i>Compaction Standard</i> .....	46
Gambar 4. 7 Grafik Pemeriksaan <i>Compaction Standard</i> .....	46
Gambar 4. 8 Gambar sketsa permodelan lereng dalam 2 dimensi.....	47
Gambar 4. 9 Grafik hubungan Derajat kejenuhan tanah dengan nilai kohesi.....	54
Gambar 4. 10 Grafik hubungan Derajat kejenuhan tanah dengan sudut geser. ....	55
Gambar 4. 11 Grafik hubungan Derajat kejenuhan tanah dengan kadar air. ....	56
Gambar 4. 12 Grafik hubungan Derajat kejenuhan tanah dengan berat kering tanah ( $\gamma_d$ ).....	56
Gambar 4. 13 Grafik hubungan Derajat kejenuhan tanah dengan angka pori. ....	57
Gambar 4. 14 Gambar sketsa lereng dengan satuan centimeter dalam 2 dimensi .	58
Gambar 4. 15 Gambar bentuk lereng di Aplikasi <i>Rocscience Slide</i> .....	59

Gambar 4. 16 Grafik hubungan nilai yunsat dan ysat terhadap persentase Derajat kejenuhan tanah.....	62
Gambar 4. 17 Grafik Hubungan Frekuensi (Hz) dengan Nilai Percepatan Gravitasi (m/s <sup>2</sup> ).....	66
Gambar 4. 18 Grafik Hubungan Frekuensi (Hz) dengan Koefisien Gempa Horizontal (Kh) dan Koefisien Gempa Vertikal (Kv).....	66
Gambar 4. 19 Langkah untuk mengimpor <i>external boundary</i> dan <i>material boundary</i> .....	68
Gambar 4. 20 Geometri <i>external boundary</i> setelah diimpor ke Slide .....	69
Gambar 4. 21 Geometri <i>material boundary</i> setelah diimpor ke Slide.....	69
Gambar 4. 22 Pengaturan umum dalam <i>Project Settings</i> .....	70
Gambar 4. 23 Pengaturan metode yang digunakan .....	71
Gambar 4. 24 Pengaturan pengaruh air dalam kestabilan lereng.....	71
Gambar 4. 25 Langkah untuk membuka menu pengaturan material .....	72
Gambar 4. 26 <i>Define materials</i> pada kondisi awal dengan Derajat Kejenuhan 15,10%% .....	73
Gambar 4. 27 <i>Define materials</i> pada kondisi awal dengan Derajat Kejenuhan 20%.....	74
Gambar 4. 28 <i>Define materials</i> pada kondisi awal dengan Derajat Kejenuhan 40%.....	75
Gambar 4. 29 <i>Input</i> koefisien gempa.....	84

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Terhadap Studi Terdahulu.....	8
Tabel 2. 2 Batasan-batasan Ukuran Golongan Tanah.....	13
Tabel 2. 3 Derajat Plastisitas Tanah Berdasarkan Batas Cair.....	18
Tabel 2. 4 Klasifikasi longsor Bowles, 1991 .....	24
Tabel 2. 5 Nilai Faktor Keamanan Untuk Perencanaan Lereng .....	24
Tabel 3. 1 Variasi beban dinamis dan kejenuhan tanah .....	32
Tabel 4. 1 Pemeriksaan Berat Jenis Tanah .....	43
Tabel 4. 2 Tabel Pemeriksaan Kadar Air.....	43
Tabel 4. 3 Tabel Pemeriksaan Berat Isi .....	44
Tabel 4. 4 Nilai Kadar Air Terhadap Derajat kejenuhan Tanah Sebagai Pedoman Pembuatan Benda Uji.....	52
Tabel 4. 5 Hasil perhitungan parameter pada setiap sampel benda uji.....	54
Tabel 4. 6 Hasil perhitungan $\gamma_{sat}$ dan $\gamma_{unsat}$ ( $kN/m^3$ ).....	62
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Koefisien Gempa Horizontal ( $K_h$ ) dan Koefisien Gempa Vertikal ( $K_v$ ) .....	65
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Metode Bishop pada lereng Derajat Kejenuhan 15,10% dengan frekuensi 3hz .....	126

## DAFTAR NOTASI

m	= Meter
cm	= Centimeter
mm	= Milimeter
FS	= Faktor Keamanan
$c'$	= Kohesi
$\phi$	= Sudut Geser Tanah ( $^{\circ}$ )
$b_n$	= Panjang Horizontal Bidang Irisan Ke-N
$W_n$	= Gaya Akibat Beban Tanah Ke-N
$\alpha$	= Sudut Titik Tengah Bidang Irisan Dengan Titik Pusat Busur
$\phi'$	= Sudut Geser Tanah (Jika Kondisi Undrained, Sudut Geser 0)
u	= Tekanan Air Pori
$\gamma_b$	= Berat Volume Tanah Basah ( $\text{kN/m}^3$ )
$\gamma_{\text{sat}}$	= Berat Volume Tanah Jenuh ( $\text{kN/m}^3$ )
$\gamma_d$	= Berat Volume Tanah Kering ( $\text{kN/m}^3$ )
FS / FoS	= Factor of Safety / Angka Keamanan
N	= Newton
Mpa	= Megapascal
kPa	= Kilopascal
kN	= Kilonewton
%	= Persen
$\tau_f$	= Kuat Geser Tanah ( $\text{kN/m}^2$ )
$\tau_d$	= Tegangan Geser Tanah ( $\text{kN/m}^2$ )
S	= Derajat Kejenuhan
Hz	= Hertz
Gs	= Spesific Gravity
e	= Angka Pori