

SKRIPSI

**ANALISA PENGARUH KENAIKAN MUKA AIR TANAH
TERHADAP PERUBAHAN NILAI FAKTOR KEAMANAN
DAN DEFORMASI LERENG TIMBUNAN MENGGUNAKAN
PLAXIS 3D**

(Studi Kasus : Lereng Timbunan Perumahan PLTU, Batang Jawa Tengah)



Disusun oleh:

**UNIVERSITAS
Fajar Widhiastuti
41118110162
MERCU BUANA**



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCUBUANA

JAKARTA

2020

	LEMBAR PENGESAHAN SIDANG PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MERCU BUANA	
---	--	---

Tugas akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata 1 (S-1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

Judul Tugas Akhir : ANALISA PENGARUH KENAIKAN MUKA AIR TANAH TERHADAP PERUBAHAN NILAI FAKTOR KEAMANAN DAN DEFORMASI LERENG TIMBUNAN (Studi Kasus : Lereng Timbunan Perumahan PLTU, Batang Jawa Tengah)


Disusun oleh :

Nama : FAJAR WIDHIASTUTI
NIM : 41118110162
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diujikan dan dinyatakan LULUS pada sidang sarjana :

Tanggal : **22 Februari 2021**

UNIVERSITAS
Mengetahui
MERCU BUANA

<p>Pembimbing Tugas Akhir</p>  <p>Ir. Desiana Vidayanti, M.T</p>	<p>Ketua Penguji</p>  <p>Dr. Ir. Pintor Tua Simatupang, MT.</p>
---	---

Ketua Program Studi Teknik Sipil


Acep Hidayat, S.T., M.T.

**LEMBAR PERNYATAAN
SIDANG SARJANA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : FAJAR WIDHIASTUTI
Nomor Induk Mahasiswa : 41118110162
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjanaannya saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat di pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 25 Februari 2021

Yang memberikan pernyataan

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



.....
FAJAR WIDHIASTUTI

ABSTRAK

Nama : Fajar Widhiastuti
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : Analisa Pengaruh Kenaikan Muka Air Tanah Terhadap Perubahan Nilai Faktor Keamanan dan Deformasi Lereng Timbunan Menggunakan Plaxis 3D (Studi Kasus : Lereng Timbunan Perumahan PLTU Batang, Jawa Tengah)
Pembimbing : Ir. Desiana Vidayanti, M.T

Perumahan di daerah Batang, Jawa Tengah tepatnya di Desa Wonokerso Kecamatan Kandeman mengalami deformasi vertical dan horizontal akibat air hujan yang terinfiltrasi ke dalam tanah sehingga menyebabkan bangunan di atas lereng timbunan tersebut mengalami kerusakan yang cukup parah. Kejadian ini terjadi setelah hujan deras dengan intensitas tinggi yang terjadi terus menerus pada awal tahun 2020. Kerusakan ini diperburuk dengan belum adanya drainase permukaan, sehingga air tidak mengalir dengan baik yang mengakibatkan air terinfiltrasi ke dalam tanah timbunan hingga tanah menjadi jenuh. Dalam penelitian ini telah dianalisis bahwa Semakin tinggi muka air tanah, maka semakin rendah nilai faktor keamanan yang diperoleh. Sedangkan Semakin besar nilai faktor keamanan lereng maka semakin kecil nilai estimasi deformasi yang akan terjadi. Berdasarkan hasil faktor keamanan kondisi statik pada analisis pertama adalah 1.691 dengan estimasi deformasi lateral adalah 3.44 cm dan deformasi vertical 2.45 cm. Pada kondisi dinamik dengan nilai p_{ga} 0.18, lereng dengan perkuatan geogrid pada kondisi air normal memiliki nilai faktor keamanan sebesar 1.245 pada, nilai deformasi vertikal adalah 4.23 cm dan deformasi horizontal 6.66 cm.

Kata Kunci : kenaikan muka air tanah, faktor keamanan, deformasi, lereng timbunan, Plaxis 3D.

ABSTRACT

Name : Fajar Widhiastuti
Study program : Civil Engineering
Title : Analysis Effect of Groundwater Level Rise on Changes the Value of Safety Factors and Slope Deformation Using 3D Plaxis (Case Study: Embankment Slopes PLTU Batang Housing Complex, Central Java)
Supervisor : Ir. Desiana Vidayanti, MT

Housing complex in Batang Wonokerso Kandeman, Central Java, having vertical and horizontal deformation due to rainwater infiltrated into the ground causing the buildings on the embankment slope to suffered serious damage. This incident occurred after heavy rain with high intensity that occurred continuously in early 2020. This damage was exacerbated of surface drainage not ready, so that the water did not flow properly which resulted the water being infiltrated into embankment until the soil became saturated. Analysis was carried out that the higher groundwater level, the lower the value of the safety factor obtained. Meanwhile, the higher of the slope safety factor value, the smaller estimated deformation value that will occur. Based on the results of the safety factor static condition in the first analysis, it was 1,691 with an estimated lateral deformation is 3.44 cm and a vertical deformation is 2.45 cm. In dynamic conditions with 0.18 pga, slopes with reinforcement in normal water condition safety factors is 1.245, the value of vertical deformation is 4.23 cm and horizontal deformation is 6.66 cm.

Keywords: water level rise, safety factor, deformation, embankment slope, Plaxis 3D

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT Yang Maha Mendengar lagi Maha Melihat dan atas segala limpahan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada baginda Nabi Besar Muhammad SAW beserta seluruh keluarga dan sahabatnya yang selalu setia membantu perjuangan beliau dalam menegakkan Dinullah di muka bumi ini.

Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-I pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana Jakarta. Adapun Tugas Akhir ini telah penulis usahakan semaksimal mungkin dalam penyusunan dan tentunya dengan bantuan baik secara moril maupun materil dari berbagai pihak sehingga dapat memperlancar penyusunan Tugas Akhir ini. Untuk itu, penulis tidak lupa menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, maka saran dan kritik yang konstruktif dari semua pihak sangat diharapkan demi penyempurnaan penelitian selanjutnya.

Jakarta, 25 Februari 2021



Fajar Widhiastuti

NIM. 41118110162

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	I-1
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Rumusan Masalah	I-2
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian	I-2
1.4. Manfaat Penelitian	I-3
1.5. Pembatasan dan Ruang Lingkup Masalah	I-4
1.6. Sistematika Penulisan.....	I-5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1. Tanah	II-1
2.1.1 Klasifikasi Tanah.....	II-1
2.2. Parameter Tanah.....	II-3
2.3. Kondisi Undrained dan Drained pada Tanah	II-5

2.4. Lereng	II-6
2.3.1 Umum	II-6
2.3.2 Jenis Lereng	II-6
2.5. Stabilitas Lereng.....	II-8
2.6. Metode Irisan (<i>Method of Slice</i>).....	II-10
2.7. Infiltrasi	II-11
2.8. Pengaruh Air Terhadap Karakteristik Tanah dan Stabilitas Lereng.....	II-12
2.9. Pengaruh Gempa Terhadap Kestabilan Lereng.....	II-13
2.10. Analisa Kestabilan Lereng	II-14
2.11. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kestabilan Lereng	II-16
2.12. Tekanan Tanah	II-17
2.13. Geogrid Sebagai Perkuatan	II-18
2.14. Geoframe	II-20
2.15. Metode Elemen Hingga	II-22
2.16. Software PLAXIS.....	II-23
2.17. Studi Literatur Penelitian Terdahulu	II-27
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	III-1
3.1. Metodologi Penelitian	III-1
3.2. Alur Penelitian.....	III-2
BAB 4 PEMBAHASAN DAN HASIL ANALISA.....	IV-1
4.1 Gambaran Umum	IV-1
4.2 Tinjauan Awal Analisa	IV-3
4.3 Data Teknis Studi Kasus.....	IV-4

4.3.1 Kondisi Geologi.....	IV-5
4.3.2 Data Tanah Eksisting.....	IV-7
4.3.3 Data Tanah Timbunan.....	IV-9
4.3.4 Data Perkuatan Lereng Timbunan.....	IV-10
4.3.5 Data Beban dan Gempa.....	IV-12
4.3.6 Data Hujan.....	IV-15
4.3.7 Data Tanah Setelah Penimbunan.....	IV-17
4.4 Analisis Stabilitas Lereng pada Kondisi Awal, Menggunakan PLAXIS 3D	IV-18
4.4.1 Geometri.....	IV-19
4.4.2 Pemodelan Masukan Material.....	IV-20
4.4.3 Pemodelan Muka Air Tanah Lereng.....	IV-21
4.4.4 Calculation dan Hasil Output.....	IV-22
4.5 Analisis Stabilitas Lereng Timbunan dengan Perkuatan Geogrid Pada Kondisi M.A.T Normal Menggunakan PLAXIS 3D.....	IV-23
4.5.1 Geometri.....	IV-24
4.5.2 Pemodelan Masukan Parameter.....	IV-24
4.5.3 Pemodelan Muka Air Tanah Lereng.....	IV-25
4.5.4 Calculation dan Hasil Output	IV-26
4.6 Analisis Pengaruh Kenaikan Muka Air Tanah pada Stabilitas Lereng Timbunan dengan Perkuatan Geogrid, Menggunakan PLAXIS 3D.....	IV-31

4.6.1 Geometri.....	IV-32
4.6.2 Pemodelan Masukan Parameter.....	IV-32
4.6.3 Pemodelan Muka Air Tanah Lereng.....	IV-32
4.6.4 Calculation dan Hasil Output	IV-72
4.7 Validasi dan Evaluasi Permasalahan di Lapangan.....	IV-51
BAB 5 PENUTUP	V-1
5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran	V-3
DAFTAR PUSTAKA.....	Pustaka-1
LAMPIRAN.....	Lampiran-I



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sistem Klasifikasi Tanah (ASTM D 2487 – 66T).....	II-2
Tabel 2. 2 Nilai Tipikal Berat Jenis Tanah	II-4
Tabel 2. 3 Nilai Tipikal Berat Jenis Tanah	II-4
Tabel 2. 4 Tipikal Nilai dari Poisson's Ratio.....	II-4
Tabel 2. 5 Tipikal Nilai dari E dan G	II-4
Tabel 2. 6 Korelasi Nilai Perkiraan Modulus Elastisitas Tanah.....	II-5
Tabel 2. 7 Nilai faktor keamanan untuk lereng tanah.....	II-16
Tabel 2. 8 Variasi faktor parsial pada tipe-tipe area aplikasi.....	II-19
Tabel 2. 9 Rekomendasi nilai elongasi.....	II-20
Tabel 2.10 Studi Literatur Penelitian Terdahulu.....	II-27
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Penetration Test.....	IV-7
Tabel 4. 2 Rangkuman Hasil Uji Laboratorium	IV-8
Tabel 4. 3 Tabel Korelasi Berat Jenis Tanah.....	IV-8
Tabel 4. 4 Tabel Korelasi Sudut Geser Tanah.....	IV-8
Tabel 4. 5 Tabel Korelasi Nilai Kekakuan Tanah	IV-8
Tabel 4. 6 Korelasi Nilai dari Poisson's Ratio.....	IV-8
Tabel 4. 7 Parameter Tanah Eksisting	IV-8
Tabel 4. 8 Rangkuman Hasil Laboratorium Tanah Timbunan	IV-10
Tabel 4. 9 Parameter Geogrid	IV-11
Tabel 4. 10 Parameter Bronjong/Gabion	IV-12
Tabel 4. 11 Rekapitulasi Nilai Beban Rumah tipe 120.....	IV-12
Tabel 4. 12 Faktor Amplifikasi (SNI 8460;2017).....	IV-15
Tabel 4. 13 Working Tensile Strength Geogrid (Statik).....	IV-28
Tabel 4. 14 Working Tensile Strength Geogrid (Dinamik)	IV-30

Tabel 4. 15 Rangkuman Hasil Nilai Faktor Keamanan dan Nilai Deformasi Akibat Kenaikan Muka Air Tanah.....	IV-45
Tabel 4. 16 Working Tensile Strength Geogrid (GWL naik 1).....	1V-48
Tabel 4. 17 Working Tensile Strength Geogrid (GWL naik 2).....	1V-49
Tabel 4. 18 Working Tensile Strength Geogrid (GWL naik 3).....	IV-49
Tabel 4. 19 Working Tensile Strength Geogrid (GWL naik 4).....	IV-50
Tabel 4. 20 Working Tensile Strength Geogrid (GWL naik 5).....	IV-50
Tabel 4. 21 Rekap Penurunan Area B10 – B13 periode 1 januari-20 April..	IV-52



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tipe-tipe keruntuhan lereng.....	II-14
Gambar 2. 2 Gaya-gaya yang bekerja pada irisan.	II-15
Gambar 2. 3 Gaya yang Bekerja Pada DPT (Santosa dkk, 1998)	II-22
Gambar 2. 4 Jenis Tekanan Tanah Berdasarkan Arah Pergerakan Dinding (Das, 2008)	II-23
Gambar 2. 5 Komponen GeoFrame	II-26
Gambar 2. 6 Contoh jaring-jaring dari elemen hingga	II-27
Gambar 2. 7 Titik, garis, cluster dalam PLAXIS.....	II-29
Gambar 2. 8 Titik Nodal pada Elemen	II-30
Gambar 2. 9 Titik Tegangan pada Elemen	II-30
Gambar 2. 10 Pemodelan Mohr-Coloumb.....	II-31
Gambar 4. 1 Peta Foto Udara Area Perumahan PLTU Batang	IV-1
Gambar 4. 2 Layout Perkuatan Lereng	IV-2
Gambar 4. 3 Perkuatan Lereng After Konstruksi	IV-3
Gambar 4. 4 Deformasi di Area Perkuatan Lereng dan Retakan Pada Bangunan	IV-3
Gambar 4. 5 Gambar Kontur Perumahan PLTU Batang	IV-4
Gambar 4. 6 Potongan 1 Lereng Timbunan Perumahan PLTU Batang	IV-5
Gambar 4. 7 Peta Geologi Lembar Banjarnegara dan Pekalongan, Jawa (W.H. Condon et al, 1996).....	IV-6
Gambar 4. 8 Peta Gempa Indonesia Tahun 2019	IV-13
Gambar 4. 9 Nilai PGA di Batang	IV-14
Gambar 4. 10 Data Hujan Harian 10 Tahun Terakhir	IV-16

Gambar 4. 11 Grafik Sondir setelah penimbunan.....	IV-17
Gambar 4. 12 Geometri Potongan Tanah Eksisting	IV-19
Gambar 4. 13 Kondisi Awal di Lapangan	IV-20
Gambar 4. 14 Masukan Parameter dalam Material Sets PLAXIS.....	IV-21
Gambar 4. 15 Masukan Muka Air Tanah	IV-22
Gambar 4. 16 Nilai Faktor Keamanan dan Pola Keruntuhan Kondisi Awal Lereng	IV-22
Gambar 4. 17 Geometri Perkuatan Lereng Timbunan Pada PLAXIS 3D	IV-24
Gambar 4. 18 Masukan Parameter dalam Material Sets PLAXIS.....	IV-25
Gambar 4. 19 Fase Perhitungan PLAXIS pada Pemodelan Lereng dengan Perkuatan dengan kondisi M.A.T Normal	IV-26
Gambar 4. 20 Nilai Faktor Keamanan Statik Lereng dengan Perkuatan	IV-27
Gambar 4. 21 Estimasi Deformasi Lateral pada Dinding Lereng (Statik).....	IV-27
Gambar 4. 22 Estimasi Deformasi Vertikal pada Lereng (Statik)	IV-27
Gambar 4. 23 Nilai Faktor Keamanan Dinamik Lereng dengan Perkuatan ...	IV-29
Gambar 4. 24 Estimasi Deformasi Lateral pada Dinding Lereng (Dinamik).	IV-29
Gambar 4. 25 Estimasi Deformasi Vertikal pada Lereng (Dinamik)	IV-30
Gambar 4. 26 Posisi Kenaikan Muka Air Tanah	IV-32
Gambar 4. 27 Nilai Faktor Keamanan Statik GWL Naik 1	IV-33
Gambar 4. 28 Estimasi Deformasi Lateral pada Dinding Lereng (Statik) GWL naik 1.....	IV-34
Gambar 4. 29 Estimasi Deformasi Vertikal Dinding Lereng (Statik) GWL naik 1	IV-34
Gambar 4. 30 Nilai Faktor Keamanan Dinamik GWL Naik 1	IV-34

Gambar 4. 31 Estimasi Deformasi Lateral pada Dinding Lereng (Dinamik) GWL naik 1.....	IV-35
Gambar 4. 32 Estimasi Deformasi Vertikal pada Dinding Lereng (Dinamik) GWL naik 1	IV-35
Gambar 4. 33 Nilai Faktor Keamanan Statik GWL Naik 2.....	IV-36
Gambar 4. 34 Estimasi Deformasi Lateral pada Dinding Lereng (Statik) GWL naik 2.....	IV-36
Gambar 4. 35 Estimasi Deformasi Vertikal pada Dinding Lereng (Statik) GWL naik 2.....	IV-36
Gambar 4. 36 Nilai Faktor Keamanan Dinamik GWL Naik 2	IV-37
Gambar 4. 37 Estimasi Deformasi Lateral pada Dinding Lereng (Dinamik) GWL naik 2.....	IV-37
Gambar 4. 38 Estimasi Deformasi Vertikal pada Dinding Lereng (Dinamik) GWL naik 2	IV-37
Gambar 4. 39 Nilai Faktor Keamanan Statik GWL Naik 3.....	IV-38
Gambar 4. 40 Estimasi Deformasi Lateral pada Dinding Lereng (Statik) GWL naik 3.....	IV-38
Gambar 4. 41 Estimasi Deformasi Vertikal pada Dinding Lereng (Statik) GWL naik 3.....	IV-39
Gambar 4. 42 Nilai Faktor Keamanan Dinamik GWL Naik 3	IV-39
Gambar 4. 43 Estimasi Deformasi Lateral pada Dinding Lereng (Dinamik) GWL naik 3.....	IV-39
Gambar 4. 44 Estimasi Deformasi Vertikal pada Dinding Lereng (Dinamik) GWL naik 3	IV-40
Gambar 4. 45 Nilai Faktor Keamanan Statik GWL Naik 4.....	IV-40

Gambar 4. 46 Estimasi Deformasi Lateral pada Dinding Lereng (Statik) GWL naik 4.....	IV-41
Gambar 4. 47 Estimasi Deformasi Vertikal pada Dinding Lereng (Statik) GWL naik 4.....	IV-41
Gambar 4. 48 Nilai Faktor Keamanan Dinamik GWL Naik 4	IV-41
Gambar 4. 49 Estimasi Deformasi Lateral pada Dinding Lereng (Dinamik) GWL naik 4.....	IV-42
Gambar 4. 50 Estimasi Deformasi Vertikal pada Dinding Lereng (Dinamik) GWL naik 4	IV-42
Gambar 4. 51 Nilai Faktor Keamanan Statik GWL Naik 5.....	IV-43
Gambar 4. 52 Estimasi Deformasi Lateral pada Dinding Lereng (Statik) GWL naik 5.....	IV-43
Gambar 4. 53 Estimasi Deformasi Vertikal pada Dinding Lereng (Statik) GWL naik 5.....	IV-43
Gambar 4. 54 Phase kegagalan GWL naik 5 kondisi Dinamik	IV-44
Gambar 4. 55 Grafik Pengaruh Kenaikan Muka Air Tanah Terhadap Faktor Keamanan Lereng Perumahan Batang.....	IV-44
Gambar 4. 56 Grafik Pengaruh Kenaikan Muka Air Tanah Terhadap Nilai Deformasi Vertikal Lereng Perumahan Batang.....	IV-44
Gambar 4. 57 Grafik Pengaruh Kenaikan Muka Air Tanah Terhadap Nilai Deformasi Lateral Lereng Perumahan Batang.....	IV-46
Gambar 4. 58 Hasil Monitoring Penurunan area B10-B13	IV-46
Gambar 4. 59 Hasil Monitoring Pergerakan Lateral Area B10 – B13	IV-47
Gambar 4. 60 Rekap Hasil Sand cone di area perkuatan timbunan.....	IV-51
Gambar 4. 61 Pola Pergerakan Kerusakan Bangunan Akibat Penurunan.....	IV-52

Gambar 4.62 Rekap Hasil Sand Cone di area perkuatan timbunan.....IV-53

Gambar 4.63 Pola Pergerakan Kerusakan Bangunan Akibat Penurunan.....IV-54

