



**ANALISIS STABILITAS DAN DEFORMASI *EMBANKMENT*
DENGAN GEOSINTETIK (*STUDI KASUS : PATIMBAN
ACCESS TOLL ROAD PACKAGE 1*)**

LAPORAN TUGAS AKHIR

MUHAMMAD AHZAR PERMANA

41121010009

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**



**ANALISIS STABILITAS DAN DEFORMASI *EMBANKMENT*
DENGAN GEOSINTETIK (*STUDI KASUS : PATIMBAN
ACCESS TOLL ROAD PACKAGE 1*)**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar strata satu (S1)

Muhammad Ahzar Permana

41121010009

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Ahzar Permana
NIM : 41121010009
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : Analisis Stabilitas Dan Deformasi Embankment Dengan Geosintetik (Studi Kasus : Patimban Access Toll Road Package 1)

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing : Eka Nur Fitriani, S.T., M.T
NIDN/NIDK/NIK : 8891311019

Tanda Tangan

Ketua Penguji : Det Komerdevi, S.T., M.T
NIDN/NIDK/NIK : 0322038302

Anggota Penguji : Dr. Ir. Pintor Tua Simatupang, M.T., Eng
NIDN/NIDK/NIK : 0321038105

Jakarta, 09 Agustus 2025

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Zulfa Fitri Ikatinasari, M.T

NIDN : 0307037202

Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil

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

NIDN : 0325067505

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

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Ahzar Permana
NIM : 41121010009
Program Studi : Teknik Sipil

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 kesarjanaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat dipertanggungjawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 03 Juli 2025

Yang memberikan pernyataan

UNIVERSITAS
MERCU BUANA


09529AMX454731341
(Muhammad Ahzar)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat, karunia, serta hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Stabilitas dan Deformasi *Embankment* dengan Geosintetik (Studi Kasus: Patimban Access Toll Road Package 1)” dengan baik dan tepat waktu.

Penulisan Laporan Tugas Akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S1) pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan laporan ini tidak akan terwujud tanpa adanya bimbingan, arahan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Ibu Eka Nur Fitriani S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, nasihat, dan dukungan yang sangat berharga selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
2. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan yang tak ternilai selama masa perkuliahan.
3. PT. Pembangunan Perumahan (Persero), Tbk dan BBPJK DKI Jakarta – Jawa Barat yang sudah bersedia memberikan data-data yang diperlukan dalam penelitian ini.
4. Keluarga tercinta, terutama kedua orang tua, Bapak Jamaludin dan Ibu Nurhayati, yang senantiasa memberikan doa, dukungan moril, maupun materiil yang tiada henti.
5. Adik-adikku tercinta, Syafa Kayla dan Rasqia Anindya, atas doa dan keceriaan yang diberikan selama ini.

6. Secara khusus, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Intan Salma Biankalista, sebagai pasangan yang senantiasa memberikan dukungan moril, semangat, dan doa di setiap langkah penulis dalam menyelesaikan studi ini.
7. Sahabat-sahabat seperjuangan: Abimanyu Naditra, Ahmad Kamil, Rendy Ridla, Muhammad Kemal, Yuki Taraka, dan Muhammad Rezki, terima kasih atas segala kebersamaan, semangat, dan bantuan yang telah diberikan.
8. Kepada Squad ‘Gasopan’ (Dhafa, Restu, Fajri, Gibran, Feris), terima kasih telah menjadi tempat untuk menghilangkan stres dan berbagi tawa di tengah padatnya proses pengerjaan tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman. Oleh karena itu, segala bentuk kritik dan saran yang membangun akan penulis terima dengan lapang dada. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan bagi para pembaca serta dunia akademik, khususnya dalam bidang rekayasa geoteknik.



ABSTRAK

Nama : Muhammad Ahzar Permana
NIM : 4112101009
Program Studi : Teknik Sipil
Judul tugas akhir : ANALISIS STABILITAS DAN DEFORMASI
EMBANKMENT DENGAN GEOSINTETIK (*STUDI KASUS : PATIMBAN ACCESS TOLL ROAD PACKAGE 1*)
Dosen pembimbing : Eka Nur Fitriani S.T., M.T.

Pembangunan Jalan Tol Akses Patimban menghadapi tantangan kondisi tanah lunak yang menuntut perkuatan timbunan (*embankment*). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara komparatif stabilitas dan deformasi timbunan menggunakan tiga jenis geosintetik: geotekstil, *geogrid*, dan *geocell*. Analisis dilakukan dengan pemodelan numerik menggunakan *Limit Equilibrium Method* (LEM) untuk menghitung Faktor Keamanan (FK) dan *Finite Element Method* (FEM) untuk menganalisis deformasi pada kondisi beban statis dan seismik. Hasil analisis stabilitas menunjukkan bahwa pada beban statis, semua perkuatan memenuhi syarat ($FK > 1,30$), dengan *Geocell* memberikan FK tertinggi (1,53). Namun, pada beban gempa, tidak ada alternatif yang memenuhi syarat keamanan ($FK < 1,10$). Analisis deformasi pada beban statis menunjukkan perkuatan *Geocell* paling efektif mengurangi penurunan vertikal (17,2 mm). Kesimpulannya, *Geocell* merupakan pilihan superior untuk stabilitas statis dan kontrol deformasi, namun diperlukan analisis lebih lanjut untuk desain tahan gempa pada semua alternatif perkuatan.

Kata kunci : Timbunan, Geosintetik, Deformasi, Faktor Keamanan, Metode Elemen Hingga, Metode Keseimbangan Batas

ABSTRACT

Name : Muhammad Ahzar Permana
NIM : 41121010009
Study Program : Civil Engineering
Title Thesis : Analysis of Stability and Deformation of an *Embankment* Using *Geosynthetics* (Case Study: Patimban Access Toll Road Package 1)
Consellor : Eka Nur Fitriani S.T., M.T.

The development of the Patimban Access Toll Road faces the challenge of *soft* soil conditions that require *embankment* reinforcement. This study aims to comparatively analyze the stability and deformation of the *embankment* using three types of *geosynthetics*: *geotextile*, *geogrid*, and *geocell*. The analysis was performed using numerical modeling with the *Limit Equilibrium Method* (LEM) to calculate the Factor of Safety (FS) and the *Finite Element Method* (FEM) to analyze deformation under static and seismic load conditions. The stability analysis results show that under static loads, all reinforcements met the requirement ($FS > 1.30$), with *Geocell* providing the highest FS (1.53). However, under seismic loads, none of the alternatives met the safety requirement ($FS < 1.10$). The deformation analysis under static loads indicates that *Geocell* reinforcement was the most effective in reducing vertical settlement (17.2 mm). In conclusion, *Geocell* is the superior choice for static stability and deformation control, but further analysis is required for the seismic-resistant design of all reinforcement alternatives.

Keywords : *Embankment*, *Geosynthetics*, Slope Stability, Deformation, Factor of Safety, *Finite Element Method*, *Limit Equilibrium Method*.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN SIDANG SARJANA	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I.....	I-1
PENDAHULUAN.....	I-1
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Identifikasi Masalah	I-2
1.3. Rumusan Masalah	I-2
1.4. Maksud dan Tujuan	I-3
1.5. Batasan Masalah.....	I-3
1.6. Manfaat Penelitian.....	I-4
BAB II	II-1
TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1 Klasifikasi Tanah	II-1
2.2 Parameter Tanah	II-8
2.2.1 Angka Pori.....	II-8
2.2.2 Porositas	II-9
2.2.3 Kadar Air	II-9
2.2.4 Derajat Kejenuhan	II-9
2.2.5 Berat Jenis Tanah Basah	II-9
2.2.6 Berat Jenis Tanah Kering.....	II-9
2.2.7 Kohesi.....	II-10
2.2.8 Sudut Geser Dalam.....	II-10
2.3 Geosintetik.....	II-11
2.4 Klasifikasi Geosintetik	II-11
2.5 Kuat Tarik Izin Geosintetik (Allowable Tensile Strength)	II-14
2.6 Material Geotekstil	II-15

2.6.1 Fungsi Geotekstil.....	II-17
2.7 <i>Geogrid</i>	II-20
2.8 Material <i>Geocell</i>	II-21
2.9 Metode Limit Equilibrium (LEM).....	II-22
2.10 <i>Finite Element Method</i> (FEM)	II-26
2.11 Daya Dukung Tanah Timbunan (<i>Embankment Bearing Capacity</i>)	II-28
2.12 Faktor Keamanan dan Deformasi Tanah	II-30
2.13 Kerangka Berpikir	II-32
2.14 Penelitian Terdahulu	II-33
BAB III.....	III-1
OBJEK PENELITIAN	III-1
3.1 Lokasi Penelitian	III-1
3.2 Letak Penggunaan Geotekstil.....	III-1
3.3 Bagan Alir.....	III-3
3.4 Data Boring Log.....	III-4
BAB IV	IV-1
HASIL DAN PEMBAHASAN	IV-1
4.1 Analisis dan Pemodelan	IV-1
4.2 Statigrafi Tanah.....	IV-2
4.3 Parameter Tanah	IV-3
4.4 Pembebanan.....	IV-3
4.5 Pemodelan Geometri LEM (<i>Limit Equilibrium Method</i>).....	IV-4
4.5.1. Lapisan Tanah.....	IV-4
4.5.2. Parameter Tanah	IV-5
4.5.3. Variasi Model Analisis Parameter Perkuatan	IV-5
4.6 Pemodelan Geometri <i>Limit Equilibrium Method</i> (LEM)	IV-9
4.7 Hasil Analisis Stabilitas.....	IV-9
4.7.1. Perkuatan Geotekstil.....	IV-9
4.7.2. Perkuatan <i>Geogrid</i>	IV-10
4.7.3. <i>Geogrid</i> + Geotekstil	IV-12
4.7.4. <i>Geocell</i>	IV-13
4.8 Konfigurasi Desain Akhir <i>Finite Element Method</i> (FEM).....	IV-15
4.8.1. <i>Mesh</i> Generation.....	IV-16
4.9 Perhitungan Manual Estimasi Penurunan (<i>Settlement</i>)	IV-16

4.10 Hasil Analisis Deformasi per Skenario Perkuatan.....	IV-18
4.10.1. Perkuatan Geotekstil	IV-18
4.10.2. Perkuatan <i>Geogrid</i>	IV-19
4.10.3. Perkuatan <i>Geogrid</i> + Geotekstil.....	IV-19
4.10.4. Perkuatan <i>Geocell</i>	IV-20
4.10.5. Rekapitulasi dan Pembahasan Hasil Deformasi.....	IV-20
BAB V	V-1
KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
5.1. Kesimpulan Penelitian.....	V-1
5.2. Saran	V-2
5.2.1. Saran Praktis untuk Industri	V-2
5.2.2. Saran Akademis	V-3
DAFTAR PUSTAKA.....	Pustaka-1
LAMPIRAN.....	Lampiran-1



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik Plastisitas untuk Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO (Das, 1995)..	II-3
Gambar 2.2 PT Pandu Equator Prima. (2025).	II-14
Gambar 2.3 Mutu Utama Geoteknik. (2023). Jenis Geotekstil Berdasarkan Kelas dan Fungsinya.....	II-15
Gambar 2.4 PT. Petra Nusa Elshada. (2025).....	II-21
Gambar 2.5 Kerangka Berpikir.....	II-32
Gambar 3.2 Master Plan	III-1
Gambar 3.3 Lokasi Seluruh Pengerjaan Geotekstil	III-2
Gambar 4. 2 Lapisan Tanah	IV-5
Gambar 4.3 Kuat Tarik Geotekstil	IV-7
Gambar 4.4 Kuat Tarik <i>Geogrid</i>	IV-8



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Tanah AASHTO	II-3
Tabel 2.2 Sistem Klasifikasi USCS.....	II-6
Tabel 2.3 Jenis Tanah Sistem Klasifikasi USCS	II-7
Tabel 2.4 Klasifikasi Tanah dari Data Sondir	II-7
Tabel 2.5 Hubungan Antara Konsistensi Dengan Tekan Hubungan Antara Konsistensi Dengan Tekanan Conus	II-8
Tabel 2.6 Hubungan Antara Sudut Geser Dalam dan Jenis Tanah	II-10
Tabel 2.7 Rentang Nilai dari Beberapa Nilai Karakteristik Teknis	II-13
Tabel 2.8 Persyaratan Kekuatan Geotekstil (AASHTO M 288-06).....	II-18
Tabel 4.1 Koefisien tanah.....	IV-5

