

**ANALISA PEMODELAN TIMBUNAN
DENGAN PERKUATAN GEOTEKSTIL
DIATAS TANAH LUNAK MENGGUNAKAN
METODE SIMPLIFIED BISHOP DAN METODE ELEMEN HINGGA**

BAMBANG YADI JUNIANTO

NRP : 9521075	NIRM : 41077011950336
---------------	-----------------------

Pembimbing : Ibrahim Surya, Ir., M. Eng

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA
BANDUNG**

ABSTRAK

Jalan raya, merupakan salah satu objek yang mendapatkan beban sangat besar dan terus menerus (*load-unload cycles*). Karena dari beban yang terus menerus tersebut maka diperlukan perawatan yang lebih khusus dan biaya sangat tinggi. Pengerjaan awal yang terencana dan perhitungan yang sangat akurat akan membuat biaya dan umur rencana proyek bisa ditekan.

Pada tugas akhir ini dilakukan perbandingan antara perhitungan konvensional menggunakan Metode Simplified Bishop dengan Metode Elemen Hingga (Plaxis Versi 7.11). Adapun kedua metode tersebut untuk mencari kestabilan suatu lereng tanah. Perbandingan antara kedua metode tersebut untuk mencari mana metode yang lebih efektif dan lebih akurat untuk perhitungan kestabilan lereng tanah yang tidak menggunakan perkuatan geotekstil ataupun yang menggunakan geotekstil.

Dari hasil perbandingan kedua metode terdapat perbedaan nilai FOS. Dimana nilai yang diperoleh dari Metode Simplified Bishop tanpa perkuatan geotekstil sebesar 1,282. dan yang menggunakan perkuatan geotekstil 1,482. Sedangkan nilai FOS yang dihasilkan menggunakan Metode Elemen Hingga pada timbunan tanpa perkuatan geotekstil kurang dari 1(satu), sedangkan yang menggunakan perkuatan geotekstil nilai FOS sebesar 1,497.

Pada perhitungan Metode Elemen Hingga juga diperoleh nilai total penurunan yang terjadi pada timbunan. Sedangkan dengan metode konvensional harus menggunakan metode lainnya untuk mendapatkan nilai penurunan yang terjadi.

Jadi dari hasil perbandingan dapat disimpulkan bahwa Metode Elemen Hingga mempunyai banyak kelebihan dibandingkan dengan metode konvensional, pada Metode Elemen Hingga dapat langsung diketahui penurunan yang terjadi dan berapa lama penurunan tersebut berlangsung. Sedangkan dengan cara konvensional diperlukan metode lainnya untuk mengetahui penurunan yang terjadi.

DAFTAR ISI

SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	i
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penulisan	3
1.3 Ruang Lingkup Pembahasan	3
1.4 Sistematika Pembahasan	4
BAB 2 STUDI PUSTAKA	6
2.1 Klasifikasi Tanah Lunak	7
2.1.1 Lempung dan Lanau	8
2.1.2 Lempung Organik dan Lanau Organik	9
2.1.3 Gambut	10
2.2 Metode Analisis Stabilitas	11

2.2.1	Metode Simplified Bishop	12
2.2.2	Metode Elemen Hingga	16
2.2.3	Penurunan Tanah	39
2.3	Pengujian Laboratorium	42
2.3.1	Pengujian Indeks	42
2.3.2	Pengujian Permeabilitas	44
2.3.3	Pengujian Kuat Geser	44
2.3.4	Pengujian Konsolidasi	45
BAB 3	PELAKSANAAN PENELITIAN	46
3.1	Lokasi Penelitian	46
3.2	Parameter Yang Digunakan	48
3.3	Interpretasi Kondisi Geoteknik	50
3.3.1	Uji Lapangan	51
3.3.2	Uji Laboratorium	52
3.4	Pemodelan Lapisan Tanah Timbunan	53
3.5	Pemodelan Pada Program Metode Elemen Hingga	54
BAB 4	ANALISA DAN DISKUSI HASIL PENELITIAN	60
4.1	Hasil Perhitungan Lapangan	60
4.2	Hasil Perhitungan Laboratorium	64
4.3	Hasil Perhitungan Penurunan Tanah	67
4.4	Hasil Perhitungan Metode Simplified Bishop	70
4.5	Hasil Perhitungan Metode Elemen Hingga	72

BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	84
5.1	Kesimpulan	84
5.2	Saran	85
	DAFTAR PUSTAKA	86
	LAMPIRAN – LAMPIRAN	

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	= Luas permukaan	
B	= Interpolasi Matrik Regangan	
Cc	= Indeks kompresi tanah	
CH	= Tanah lempung dengan batas cair tinggi	
CL	= Tanah lempung dengan batas cair rendah	
CP	= <i>Cell Pressure</i>	
C _v	= Koefisien konsolidasi tanah	
c	= Kohesi	
c'	= <i>Effective Cohesion</i>	
cr	= <i>Recompression Index</i>	
D ^f	= Matrik Elastis Material menurut Hukum Hooke's	
E	= Young's Modulus	
E _{oed}	= Oedometer Modulus	
e	= Kadar pori	
F	= <i>Factor of Safety</i>	
f	= Fungsi Yield	
$\underline{f}$	= Load Vektor	
G	= Shear Modulus	
G _s	= Berat jenis butir	
g	= Fungsi Plastis Potensi	
h	= <i>Groundwater Head</i>	
H	= Tinggi Tanah	
H _{dr}	= Panjang Aliran Rata-rata Air Pori	
H ₀	= Tinggi Tanah	
IF	= <i>Flow Index</i>	
IT	= <i>Toughness</i> indeks	
k _y	= <i>Permeability in Vertical direction</i>	
K	= Bulk Modulus	
K ^T	= Fungsi Reduksi Permeabilitas	

K_o	= Koefisien Lateral Tegangan Tanah	
K_o^{NC}	= Rasio Tegangan dalam Normal Konsolidasi	
$\underline{K}$	= Matrik Stiffness	
LL	= Batas cair	
LI	= Liquid indeks	
M	= Parameter untuk K_o^{NC}	
$\underline{M}$	= <i>Material Stiffnes Matrix</i>	
m	= Gaya Normal	
N	= Hubungan Kekuatan dalam Tegangan Dependent Siffnes	
n	= Porositas	
OCR	= Perbandingan antara P_c dan P_o	
OH	= Tanah organik dengan batas cair tinggi	
OL	= Tanah organik dengan batas cair rendah	
POP	= <i>Pre-Overburden Pressure</i>	
p	= <i>Active Pore Pressure</i>	
p'	= <i>Stress State</i>	
p^0	= <i>Pre-consolidation Stress</i>	
P	= Tegangan Efektif Isotropik	
$P_c(\sigma_{vm})$	= Tekanan prakonsolidasi	
PL	= Batas plastis	
PI	= <i>Plasticity Index</i>	
P_o	= Tekanan vertikal efektif pada saat tanah diselidiki	
P_{excess}	= Kelebihan Tegangan Pori	
P_p	= Tegangan sebelum Konsolidasi Isotropik	
q	= Tegangan Deviasi	
R_f	= Rasio Kesalahan	
$\underline{R}$	= Matrik Permeabilitas	
Sc	= Penurunan Konsolidasi	
r	= Parameter Ketidak Seimbangan	
$\underline{r}$	= Vektor tidak Seimbang	
$t_{critical}$	= <i>Critical Time Step (Vertical Flow)</i>	
T	= Faktor Waktu	

T_{allow}	= <i>Allow Strength</i>	
T_i	= <i>Geotekstile Tensile Strength</i>	
T_{ult}	= <i>Ultimate Strength</i>	
t_{50}	= Waktu konsolidasi mencapai 50%	
t_{90}	= Waktu konsolidasi mencapai 90%	
t	= Waktu	
$\underline{t}$	= Traksi Boundary	
U	= Derajat Konsolidasi	
U_{50}	= Besar penurunan saat konsolidasi mencapai 50%	
U_{90}	= Besar penurunan saat konsolidasi mencapai 90%	
$\underline{u}$	= Komponen Vektor Penurunan	
u	= <i>Pore Water Pressure</i>	
V	= Volume	
ν	= Poisson's Ratio	
$\underline{v}$	= Vektor dengan Nodal Penurunan	
W	= Berat contoh tanah	
W_n	= Kadar air alami	
W_1	= Berat botol Erlenmeyer, tanah dan aquades	
W_2	= Berat botol Erlenmeyer dan aquades	
y_i	= Tinggi ring konsolidasi	
y	= <i>Vertical Coordinate</i>	
Z_1	= Jarak Lapisan Geotekstil ke Titik Keseimbangan	
Z_2	= Tinggi batu pori di tambah pelat pengaku	
Z_3	= Jarak Pengaku ke Tepi Atas Ring Konsolidasi	
α	= <i>Slope Angle</i>	
γ	= Berat Jenis Tanah	
γ_{xy}	= Shear Strain	
ϕ	= <i>Angle of internal Friction</i>	
ϕ_r	= <i>Angle of internal Friction of The New Material</i>	
φ	= Sudut Geser	
σ'	= Tegangan Efektif	

σ'_{xx}	= Tegangan Efektif Horizontal	
σ'_{yy}	= Tegangan Efektif Vertikal	
σ'_{xy}	= Tegangan Geser	
σ'_1	= Tegangan Efektif Dasar Terbesar	
σ'_2	= Tegangan Efektif Dasar Rata-rata	
σ'_3	= Tegangan Efektif Dasar Terkecil	
σ_p	= Tegangan Sebelum Konsolidasi Vertikal	
$\underline{\sigma}$	= Vektor dengan Komponen Tegangan Cartesian	
σ'_{v0}	= Tegangan Awal	
$\Delta\sigma_v$	= Tegangan Tambahan	
ϵ^p	= <i>Plastic Strain</i>	
ϵ_{xx}	= Regangan Horizontal	
ϵ_{yy}	= Regangan Horizontal	
ϵ_{zz}	= Regangan Lateral	
ϵ_1	= Regangan Dasar Terbesar	
ϵ_2	= Regangan Dasar Rata-rata	
ϵ_3	= Regangan Dasar Terkecil	
ϵ_v	= Volume Matriks Regangan	
ϵ^l	= Regangan Lateral	
$\mathcal{E}_v^o$	= <i>Mean Stress</i>	
ϵ_q	= Pembiasan Regangan	
$\underline{\epsilon}$	= Vektor dengan Komponen Regangan Cartesian	
Ψ	= Dilatancy Angle	
K^*	= Modif dari Swelling Indeks	
λ^*	= Modif dari Indeks Kompresi	
μ^*	= Modif dari Creep Indeks	
ν_{ur}	= Poisson's Ratio for Unloading-reloading	
ξ	= Lokal Koordinat	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Grafik Platisitas	8
Gambar 2.2	Bagan Alir yang Disederhanakan untuk Mengklasifikasikan Lempung dan Lanau Inorganik	9
Gambar 2.3	Bagan Alir yang Disederhanakan untuk Mengklasifikasikan Lempung dan Lanau Organik	10
Gambar 2.4	Potongan pada Metode Mimplified Bishop (Nash, 1987)	12
Gambar 2.5	Skema Ditail Perhitungan Tanpa Perkuatan Geotekstil dengan Cara Simplified Bishop	13
Gambar 2.6	Pemakaian Geotekstil untuk Timbunan pada Tepi Pantai	14
Gambar 2.7	Pemodelan Timbunan dengan Menggunakan Geosintetik	16
Gambar 2.8	General three-dimensional coordinat system and sign convention	20
Gambar 2.9	Hasil Tegangan Total yang Dihasilkan oleh Soft Soil Model dalam Principal Stress Space	22
Gambar 2.10	Hubungan Tegak Lurus Antara $\ln p'$ dengan ϵ_v	24
Gambar 2.11	Definisi untuk parameter E_{oed}^{ref} didalam oedometer test result .	27
Gambar 2.12	Hubungan Garis Parabola antara Tegangan Regangan untuk Drained Triaxial Test	29
Gambar 2.13	Overconsolidated Stress State Obtained From Primary Loading and Subsequent Unloading	34
Gambar 2.14	Kurva Dilatancy Cut-Off	35
	Koordinat Node Pada Metode Elemen Hingga Yang	

Gambar 2.15	Menghasilkan Titik Kritis atau Nilai FS Terkecil	
	Nomor Lokal dan Posisi Node Lokal	36
Gambar 2.16	Besar Tekanan Prakonsolidasi	37
Gambar 2.17	Lokasi Daerah Permasalahan	41
Gambar 3.1	Ditail Lokasi Proyek dan Permasalahan	47
Gambar 3.2	Pemodelan yang dilakukan pada program Plaxis versi 7.11	48
Gambar 3.3	Memasukkan Parameter yang Diperlukan Plaxis	54
Gambar 3.4	Memperkirakan opsi-opsi yang memungkinkan untuk	55
Gambar 3.5	mendapatkan hasil yang maksimal	
	Memasukkan Nilai-nilai yang akan dianalisa oleh Plaxis	56
Gambar 3.6	Program Plaxis sedang menganalisa dari parameter-parameter	56
Gambar 3.7	yang diinputkan dan dari opsi-opsi yang telah ditentukan	57
	Hasil yang didapat dari perhitungan Plaxis versi 7.11	
Gambar 3.8	Contoh Grafik yang dihasilkan oleh perhitungan Plaxis	57
Gambar 3.9	Jendela Untuk mengetahui hasil nilai FOS yang telah dianalisa	58
Gambar 3.10	oleh Plaxis	
	Contoh Statifikasi Lapisan Tanah Didapat dari Hasil	59
Gambar 4.1	Pengujian Lapangan	
	Contoh Statifikasi Lapisan Tanah Didapat dari Hasil	62
Gambar 4.2	Pengujian Lapangan (lanjutan)	
	Pemodelan Lapisan Tanah Pada Zona 9 Dengan Pendekatan	63
Gambar 4.3	Sesuai Dengan Hasil Pengeboran Pada Lapangan, Hasil	
	Laboratorium dan Buku CUR	
	Skema Perhitungan Tanpa Perkuatan Geotekstil dengan Cara	67

Gambar 4.4	Simplified Bishop	
	Sketsa Bidang Runtuh Untuk Perhitungan FOS Menggunakan	70
Gambar 4.5	Metode Simplified Bishop Menggunakan Perkuatan Geotekstil	
	Pemodelan Timbunan diatas Tanah Lunak Berdasarkan	71
Gambar 4.6	Parameter-parameter Yang Didapat Dari Test Lapangan,	
	Laboratorium Dan Pendekatan-pendekatan Berdasarkan Buku	
	Acuan	
	Pembentukan Node-node Untuk Dilakukannya Perhitungan	72
Gambar 4.7	Oleh Metode Elemen Hingga Pada Kondisi Ini dilakukan Oleh	
	Program Plaxis Versi 7.11	
	Salah Satu Opsi Tanah Luank Asli Dengan Tanah Timbunan	73
Gambar 4.8	Tanpa Perkuatan Geotekstil Sebagai Perkuatan Setiap Lapisan	
	Tanah Timbunan	
	Penurunan yang Terjadi Dihitung dengan MEH (Plaxis 7.11)	74
Gambar 4.9	Tanpa Perkuatan Geotekstil	
	<i>Incremental Shear Strains</i> tanpa penguat geotekstil yang	75
Gambar 4.10	dihasilkan oleh perhitungan MEH	
	<i>Total Displacements</i> yang dihasilkan oleh perhitungan Metode	75
Gambar 4.11	Elemen Hingga (Plaxis 7.11) dengan nilai displacements	
	21,09m	
	<i>Horizontal Displacements</i> Timbunan Tanpa Perkuatan	76
Gambar 4.12	Geotekstil Diatas Tanah Lunak	
		77
	<i>Vertical Displacements</i> TimbunanTanpa Perkuatan Geotekstil	

Gambar 4.13	<i>Total Strains</i> Timbunan Tanpa Perkuatan Geotekstil	77
Gambar 4.14	<i>Effective Stresses</i> Timbunan Tanpa Perkuatan Geotekstil	78
Gambar 4.15	Opsi pada timbunan diatas tanah lunak dengan menambahkan	78
Gambar 4.16	perkuatan geotekstil pada setiap lapisannya	
	<i>Deformed Mesh</i> dengan penguat geotekstil yang dihasilkan	79
Gambar 4.17	oleh perhitungan MEH	
	<i>Vertical Displacement</i> Dengan Perkuatan Geotekstil	80
Gambar 4.18	<i>Incremental Shear Strains</i> Timbunan Dengan Perkuatan	80
Gambar 4.19	Geotekstil	
	<i>Total Displacements</i> yang dihasilkan oleh perhitungan Metode	81
Gambar 4.20	Elemen Hingga	
	Grafik yang dihasilkan dari perhitungan MEH untuk	82
Gambar 4.21	penurunan di titik B	
	Pergerakan Horizontal dapa titik A	82
Gambar 4.22		83

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tipe Tanah Berdasarkan Kadar Organik	7
Tabel 2.2	Klasifikasi Tanah Gambut berdasarkan Kadar Serat	10
Tabel 3.1	Parameter Desain yang Dibutuhkan	49
Tabel 3.2	Faktor Keamanan untuk Analisis Stabilitas	53
Tabel 3.3	Batas-batas Penurunan untuk Timbunan pada Umumnya (dari Pusat Litbang Prasarana Transportasi)	53
Tabel 4.1	Hasil rangkuman dari Pengeboran di lapangan	61
Tabel 4.2	Hasil Rangkuman Perhitungan Laboratorium	64
Tabel 4.3	Resume Hasil Pengujian Laboratorium	65
Tabel 4.4	Resume Hasil Pengujian Laboratorium (lanjutan)	65
Tabel 4.5	Resume Hasil Pengujian Pemadatan	65
Tabel 4.6	Parameter Desain yang Digunakan untuk Soft Soil Model	66
Tabel 4.7	Parameter Desain yang Digunakan untuk Mohr Coulomb Model	66
Tabel 4.8	Hasil Perhitungan Didapat dari Perhitungan Konvensional Tarzagi	69
Tabel 4.9	Hasil Perhitungan Dengan Cara Coba-coba untuk Mencari Titik Kritis dan FOS Terkecil	70

Tabel 4.10	Hasil Perhitungan dengan Cara Pembagian Slice pada Bidang Runtuh (Koordinat Titik Pusat Keruntuhan 29;27) Tanpa Perkuatan Geotekstil	71
Tabel 5.1	Perbedaan Hasil Perhitungan Metode Simplified Bishop dengan Metode Elemen Hingga (Plaxis versi 7.11)	84

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

- A Resume Data Pengujian
- B Pengujian Berat Isi
- C Pengujian Kadar Air
- D Atterberg Limit Test
- E Bengujian Berat Jenis
- F Analisis Hidrometer
- G Pengujian Permeabilitas
- H Triaxial Unconsolidated Undrained (UU)
- I Consolidated Undrained (CU)
- J Direct Shear Test
- K Pengujian Konsolidasi
- L Percobaan Pemampatan
- M Tabel Hasil Perhitungan Plaxis Timbunan Diatas Tanah
 Lunak Tanpa Perkuatan Geotekstil
- N Tabel Hasil Perhitungan Plaxis Timbunan Diatas Tanah
 Lunak Dengan Perkuatan Geotekstil
- O Flow Chart