

**ANALISIS STABILITAS TANAH TIMBUNAN YANG TANAH DASARNYA
DISTABILISASI MENGGUNAKAN *FLY ASH* DAN FOSROC
CEBEX-100 DENGAN METODE *FINITE ELEMENT*
(Studi Kasus : Jalan Lingkar Utara, Kab. Lamongan, Jawa Timur)**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam
memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Program Studi Teknik Sipil



Disusun Oleh :

FARAH SALSABILA RAHMA

NPM. 20035010020

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR**

2025

**ANALISIS STABILITAS TANAH TIMBUNAN YANG TANAH DASARNYA
DISTABILISASI MENGGUNAKAN FLY ASH DAN FOSROC
CEBEX-100 DENGAN METODE FINITE ELEMENT**

(Studi Kasus : Jalan Lingkar Utara, Kab. Lamongan, Jawa Timur)

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana (S.T.)
Program Studi Teknik Sipil**



Disusun oleh:

FARAH SALSABILA RAHMA

20035010020

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

2025

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS STABILITAS TANAH TIMBUNAN YANG TANAH DASARNYA
DISTABILISASI MENGGUNAKAN FLY ASH DAN FOSROC
CEBEX-100 DENGAN METODE *FINITE ELEMENT*
(Studi Kasus: Jalan Lingkar Utara, Kab. Lamongan, Jawa Timur)**

Disusun oleh:

FARAH SALSABILA RAHMA

NPM. 20035010020

**Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
pada Hari Senin, 13 Januari 2025**

**Dosen Pembimbing:
Dosen Pembimbing Utama**

Tim Penguji:

1. Penguji I

**Dr. Yerry Kahadita Firmansyah, S.T., M.T.
NIP. 20119860129207**

Dosen Pembimbing Pendamping

**Dian Purnamawati Solin, S.T., M.Sc.
NIP. 19890304 201903 2017**

2. Penguji II

**Himatul Farichah, S.T., M.Sc.
NIP. 19931226 202012 2013**

**Dr. Ir. Minarni Nur Trilita, MT.
NIP. 19690208 199403 2001**

3. Penguji III

**Bagas Aryaseta, S.T., M.S.
NIP. 19931225 202203 1006**

**Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains**

**Prof. Dr. Dra. Jariyah, M. P.
NIP. 19650403 199103 2001**

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS STABILITAS TANAH TIMBUNAN YANG TANAH DASARNYA
DISTABILISASI MENGGUNAKAN FLYASH DAN FOSROC
CEBEX-100 DENGAN METODE *FINITE ELEMENT***

(Studi Kasus: Jalan Lingkar Utara, Kab. Lamongan, Jawa Timur)

Disusun oleh:

FARAH SALSABILA RAHMA

NPM. 20035010020

**Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
pada Hari Senin, 13 Januari 2025**

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping

Dr. Yerry Kahaditu Firmansyah, S.T., M.T.
NIP. 20119860129207

Himatul Farichah, S.T., M.Sc.
NIP. 19931226 202012 2013

**Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains**

Prof. Dr. Dra. Jariyah, M. P.
NIP. 19650403 199103 2001

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Farah Salsabila Rahma

NPM : 20035010020

Fakultas / Program Studi : Fakultas Teknik dan Sains / Teknik Sipil

Judul Skripsi / Tugas Akhir :

Analisis Stabilitas Tanah Timbunan Yang Tanah Dasarnya Distabilisasi Menggunakan *Fly Ash* dan Fosroc Cebex-100 Dengan Metode *Finite Element* (Studi Kasus : Jalan Lingkar Utara, Kab. Lamongan, Jawa Timur)

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 17 Januari 2025
Yang Menyatakan,




(Farah Salsabila Rahma)
NPM. 20035010020

KATA PENGANTAR

Dengan segala puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayahnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Analisis Stabilitas Tanah Timbunan Yang Tanah Dasarnya Distabilisasi Menggunakan *Fly Ash* dan Fosroc Cebex-100 Dengan Metode *Finite Element* (Studi Kasus: Jalan Lingkar Utara, Kab. Lamongan, Jawa Timur)”.

Pada proses penyusunan tugas akhir ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan saran selama penyusunan tugas akhir. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MMT.,IPU selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional ”Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Dr. Ir. Hendrata Wibisana, M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Ibu Novie Handajani, S.T., M.T. selaku dosen penasehat akademik Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
5. Bapak Dr. Yerry Kahaditu Firmansyah., S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir.
6. Ibu Himatul Farichah, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing tugas akhir.
7. Ibu Dian Purnamawati Solin, S.T., M.Sc. selaku dosen konsentrasi bidang geologi teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

8. Kedua orang tua dan saudara-saudara penulis yang telah memberikan doa dan dukungan demi kelancaran dalam menyelesaikan tugas akhir.

Penulis menerima kritik dan saran yang membangun dan bermanfaat bagi penyusunan tugas akhir ini.

Surabaya, 13 Januari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	xii
ABSTRAK	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.1.1 Stabilisasi Menggunakan <i>Fly Ash</i>	6
2.1.2 Stabilisasi Menggunakan Fosroc Cebex-100.....	8
2.1.3 Analisis Stabilitas Timbunan Menggunakan Plaxis	9
2.1.4 Perbedaan Penelitian Terdahulu	13
2.1.5 Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Yang Akan dilakukan ...	15
2.2 Tanah	15
2.2.1 Umum	15
2.3 <i>Standart Penetration Test</i>	15
2.3.1 Sistem Klasifikasi USCS	18

2.3.2 Sistem Klasifikasi AASHTO	20
2.4 Tanah Lunak	21
2.4.1 Karakteristik Tanah Lunak	24
2.4.2 Permasalahan pada Tanah Lunak	25
2.5 Stabilisasi pada Tanah Lunak	26
2.5.1 <i>Fly Ash</i> Kelas C	26
2.5.2 Fosroc Cebex-100	27
2.5.3 Reaksi Campuran Material <i>Fly Ash</i> dan Fosroc Cebex-100.....	29
2.6 Tanah Timbunan	30
2.6.1 Peningkatan Stabilisasi Tanah Timbunan.....	31
2.6.2 Kriteria Faktor Keamanan (<i>Safety Factor</i>) Timbunan.....	32
2.8 Penurunan Tanah (<i>Settlement</i>)	34
2.9 Parameter Pengujian Tanah	36
2.9 Metode Elemen Hingga (<i>Finite Element Method</i>).....	50
2.9.1 Program Plaxis	50
2.9.2 Model Material	51
2.9.3 Analisis Stabilitas Menggunakan Plaxis 2D	52
2.9.4 Tahapan Pengerjaan Program Plaxis	52
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	54
3.1 Tinjauan Umum	54
3.2 Lokasi Titik Timbunan	54
3.3 Bagan Alir Penelitian.....	56
3.4 Tahapan Penelitian.....	57
3.4.1 Tahap Studi Literatur	57

3.4.2 Tahap Pengumpulan Data.....	57
3.4.3 Tahap Pemodelan.....	61
3.4.4 Tahap Analisis pada Program Plaxis	63
3.4.5 Tahap Pembahasan dan Kesimpulan	68
3.5 Jadwal Penelitian	69
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	70
4.1 Analisa Data.....	70
4.1.1 Pengolahan Data N-SPT	70
4.1.2 Pengolahan Data Properties Tanah	73
4.1.3 Pengolahan Data Mekanik Tanah	73
4.1.4 Parameter Data Tanah Timbunan	78
4.1.5 Penentuan Beban Perkerasan dan Beban Lalu Lintas.....	80
4.1.6 Parameter Data Gempa	81
4.2 Analisis Stabilitas Timbunan Menggunakan Program	82
4.3 Analisis Timbunan Pada Tanah Asli (Tanpa Bahan Stabilisator)	85
4.3.1 Analisis Pada Zona 1 (STA 0+000 s/d 0+500).....	85
4.3.2 Analisis Pada Zona 2 (STA 0+501 s/d 1+100).....	93
4.4 Analisis Kondisi Tanah Dasar Dengan Bahan Stabilisator	95
4.4.1 Analisis Pada Zona 1 (STA 0+000 s/d 0+500).....	95
4.4.2 Analisis Pada Zona 2 (STA 0+501 s/d 1+100).....	105
4.5 Interpretasi Hasil Analisis.....	115
4.5.1 Hasil Analisis <i>Safety Factor</i>	117
4.5.2 Hasil Analisis Konsolidasi.....	123
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	130

5.1 Kesimpulan	130
5.2 Saran	132
DAFTAR PUSTAKA.....	133
LAMPIRAN	136

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Lokasi Pekerjaan Proyek JLU Lamongan.....	1
Gambar 1.2 Titik Pengambilan Sampel STA 1+100	3
Gambar 2.1 <i>Split Barrel Sampler</i>	16
Gambar 2.2 Mekanisme Cara Kerja Uji SPT (SNI 4153:2008)	17
Gambar 2.3 Peta Sebaran Tanah Lunak di Indonesia (Badan Geologi, 2019)	22
Gambar 2.4 Tipe Jenis Tanah	25
Gambar 2.5 Material <i>Fly Ash</i>	27
Gambar 2.6 Material Fosroc Cebex-100.....	28
Gambar 2.7 Ilustrasi Penimbunan Secara bertahap	31
Gambar 2.8 Ilustrasi Penimbunan menggunakan berm	32
Gambar 2.9 Ilustrasi Penimbunan menggunakan Perkuatan Geosintetik.....	32
Gambar 2.10 Hubungan Antara Pemampatan selama Konsolidasi dengan Waktu...	35
Gambar 2.11 Diagram Fase Tanah	37
Gambar 2.12 Grafik Lingkaran Mohr dan Coulomb	39
Gambar 2.13 Grafik Hubungan antara Tegangan Geser dan Pergeseran Horizontal	40
Gambar 2.14 Grafik Hubungan antara τ_i dan σ_n	41
Gambar 2.15 Grafik hubungan antara τ_i dan σ_n untuk menentukan nilai c	42
Gambar 2.16 Grafik hubungan antara τ_i dan σ_n untuk menentukan nilai ϕ	43
Gambar 2.17 Hubungan Tegangan Geser dan Tegangan Axial	44
Gambar 2.18 Grafik Hubungan antara Regangan (ϵ) dan Tegangan (σ).....	46
Gambar 2.19 Grafik Hubungan antara (ϵ) dan (σ) untuk $E_{50\%}$	46
Gambar 2.20 Grafik Hubungan antara (ϵ) dan (σ) untuk E_{ref}	47
Gambar 2.21 Tampilan <i>Mesh Generation</i>	51
Gambar 3.1 Koordinat Lokasi Penelitian	55
Gambar 3.2 Layout Jalan Lingkar Utara Lamongan	55
Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian.....	56
Gambar 3.4 Grafik N-SPT	58
Gambar 3.5 Desain Timbunan Badan Jalan.....	59
Gambar 3.6 Peta Zona Sebaran Gempa	61
Gambar 3.7 Timbunan Tanah Asli (Tanpa <i>Replacement</i>)	62

Gambar 3.8 Timbunan Variasi 1 (Tanah + 20% FA + 0,45% Fosroc Cebex-100) ...	62
Gambar 3.9 Timbunan Variasi 2 (Tanah + 25% FA + 0,45% Fosroc Cebex-100) ...	62
Gambar 3.10 Timbunan Variasi 3 (Tanah + 30% FA + 0,45% Fosroc Cebex-100) .	62
Gambar 3.11 Tampilan Tab <i>Project Properties (Project, Dimensions)</i>	63
Gambar 3.12 Tampilan Tab Soil - Material Set (<i>General, Parameter</i>).....	64
Gambar 3.13 Tampilan Pemodelan Timbunan (<i>Create Line</i>).....	64
Gambar 3.14 Input <i>Material Soil</i> ke Pemodelan	65
Gambar 3.15 Input Pembebanan.....	65
Gambar 3.16 Tampilan <i>Meshing</i>	65
Gambar 3.17 Tampilan Tab <i>Flow Condition (Water Level)</i>	66
Gambar 3.18 Tampilan <i>Consolidation Boundary</i>	66
Gambar 3.19 Hasil <i>Running</i> pada <i>Pore Water Pressure</i>	66
Gambar 3.20 Penambahan <i>Phase</i>	67
Gambar 3.21 <i>Calculation data</i>	67
Gambar 3.22 <i>Output plaxis</i>	68
Gambar 4.1 Stratigrafi Tanah titik BH-1	70
Gambar 4.2 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Bebas Semua Variasi.....	74
Gambar 4.3 Grafik Hasil Tegangan Geser dan Tegangan Axial Semua Variasi.....	75
Gambar 4.4 Grafik Nilai Kohesi Semua Variasi	76
Gambar 4.5 Grafik Nilai Modulus Elastis Semua Variasi.....	77
Gambar 4.6 Pemodelan Timbunan Setiap 0,5 meter	78
Gambar 4.7 Lokasi <i>Section</i> Pemodelan	79
Gambar 4.8 Potongan <i>Cross Section</i> Timbunan STA 0+000 s/d STA 0+500.....	79
Gambar 4.9 Potongan <i>Cross Section</i> Timbunan STA 0+501 s/d STA 1+100.....	79
Gambar 4.10 Perencanaan Struktur Perkerasan Proyek JLU Lamongan	80
Gambar 4.11 Peta Zona Sebaran Gempa	82
Gambar 4.12 Spektral Percepatan.....	82
Gambar 4.13 Pemodelan Desain Timbunan	83
Gambar 4.14 Pemodelan Lapisan Tanah Input Plaxis	83
Gambar 4.15 Tampilan Pemodelan Timbunan Kondisi Tanah Asli Zona 1	85
Gambar 4.16 Tampilan <i>Mesh Generation</i> Pada Kondisi Tanah Asli	86
Gambar 4.17 Tampilan <i>Flow Condition</i> Pada Pemodelan	86

Gambar 4.18 <i>Stage Contruction</i> Pada Timbunan Kondisi Tanah Asli.....	87
Gambar 4.19 Titik Tinjau Nodal A dan Nodal B	88
Gambar 4.20 <i>Output</i> Potensi Longsor Pada Timbunan Kondisi Tanah Asli Tanpa Beban Gempa Zona 1	89
Gambar 4.21 <i>Output</i> Potensi Longsor Pada Timbunan Kondisi Tanah Asli Dengan Gempa Zona 1.....	89
Gambar 4.22 Kurva Analisis <i>Safety Factor</i> Kondisi Tanah Asli Zona 1	90
Gambar 4.23 <i>Output Displacement</i> Pada Timbunan Kondisi Tanah Asli Tanpa Beban Gempa Zona 1.....	91
Gambar 4.24 <i>Output Displacement</i> Pada Timbunan Kondisi Tanah Asli Dengan Beban Gempa Zona 1.....	92
Gambar 4.25 Kurva <i>Settlement</i> Pada Kondisi Tanah Asli Zona 1.....	92
Gambar 4.26 Tampilan Pemodelan Pada Kondisi Tanah Asli Zona 2	93
Gambar 4.27 <i>Deformed Mesh</i> Pada Timbunan Kondisi Tanah Asli Zona 2	94
Gambar 4.28 Tampilan Pemodelan dengan Tanah Dasar Variasi 1 Zona 1	96
Gambar 4.29 <i>Output</i> Potensi Longsor Pada Variasi 1 Tanpa Beban Gempa Zona 1	96
Gambar 4.30 <i>Output</i> Potensi Longsor Pada Variasi 1 Dengan Beban Gempa Zona 1	97
Gambar 4.31 Kurva <i>Safety Factor</i> Pada Variasi 1 Zona 1	97
Gambar 4.32 <i>Output Displacement</i> Pada Timbunan Variasi 1 Tanpa Beban Gempa Zona 1	98
Gambar 4.33 <i>Output Displacement</i> Pada Timbunan Variasi 1 Dengan Beban Gempa Zona 1	98
Gambar 4.34 Kurva <i>Settlement</i> Timbunan Variasi 1 Zona 1.....	98
Gambar 4.35 Tampilan Pemodelan dengan Tanah Dasar Variasi 2 Zona 2.....	99
Gambar 4.36 <i>Output</i> Potensi Longsor Pada Variasi 2 Tanpa Beban Gempa Zona 1	99
Gambar 4.37 <i>Output</i> Potensi Longsor Pada Variasi 2 Dengan Beban Gempa Zona 1	100
Gambar 4.38 Kurva <i>Safety Factor</i> Pada Variasi 2 Zona 1	100
Gambar 4.39 <i>Output Displacement</i> Pada Timbunan Variasi 2 Tanpa Beban Gempa Zona 1	101

Gambar 4.40 <i>Output Displacement</i> Pada Timbunan Variasi 2 Dengan Beban Gempa Zona 1	101
Gambar 4.41 Kurva <i>Settlement</i> Timbunan Pada Variasi 2 Zona 1	101
Gambar 4.42 Tampilan Pemodelan dengan Tanah Dasar Variasi 3 Zona 1	102
Gambar 4.43 <i>Output</i> Potensi Longsor Pada Timbunan Variasi 3 Tanpa Beban Gempa Zona 1	102
Gambar 4.44 <i>Output</i> Potensi Longsor Pada Timbunan Variasi 3 Dengan Beban Gempa Zona 1	103
Gambar 4.45 Kurva <i>Safety Factor</i> Pada Variasi 3 Zona 1	103
Gambar 4.46 <i>Output Displacement</i> Pada Timbunan Variasi 3 Tanpa Beban Gempa Zona 1	104
Gambar 4.47 <i>Output Displacement</i> Pada Timbunan Variasi 3 Dengan Beban Gempa Zona 1	104
Gambar 4.48 Kurva <i>Settlement</i> Timbunan Pada Variasi 3 Zona 1	104
Gambar 4.49 Tampilan Pemodelan dengan Tanah Dasar Variasi 1 Zona 2	106
Gambar 4.50 <i>Output</i> Potensi Longsor Pada Timbunan Variasi 1 Tanpa Beban Gempa Zona 2	106
Gambar 4.51 <i>Output</i> Potensi Longsor Pada Timbunan Variasi 1 Tanpa Beban Gempa Zona 2	106
Gambar 4.52 Kurva <i>Safety Factor</i> Pada Variasi 1 Zona 2	107
Gambar 4.53 <i>Output Displacement</i> Pada Timbunan Variasi 1 Tanpa Beban Gempa Zona 2	107
Gambar 4.54 <i>Output Displacement</i> Pada Timbunan Variasi 1 Dengan Beban Gempa Zona 2	108
Gambar 4.55 Kurva <i>Settlement</i> Timbunan Pada Variasi 1 Zona 2	108
Gambar 4.56 Tampilan Pemodelan dengan Tanah Dasar Variasi 2 Zona 2	109
Gambar 4.57 <i>Output</i> Potensi Longsor Pada Timbunan Variasi 2 Tanpa Beban Gempa Zona 2	109
Gambar 4.58 <i>Output</i> Potensi Longsor Pada Timbunan Variasi 2 Dengan Beban Gempa Zona 2	109
Gambar 4.59 Kurva <i>Safety Factor</i> Pada Variasi 2 Zona 2	110

Gambar 4.60 <i>Output Displacement</i> Pada Timbunan Variasi 2 Tanpa Beban Gempa Zona 2	110
Gambar 4.61 <i>Output Displacement</i> Pada Timbunan Variasi 2 Dengan Beban Gempa Zona 2	111
Gambar 4.62 Kurva <i>Settlement</i> Timbunan Pada Variasi 2 Zona 2	111
Gambar 4.63 Tampilan Pemodelan dengan Tanah Dasar Variasi 3 Zona 2	112
Gambar 4.64 <i>Output</i> Potensi Longsor Pada Timbunan Variasi 3 Tanpa Beban Gempa Zona 2	112
Gambar 4.65 <i>Output</i> Potensi Longsor Pada Timbunan Variasi 3 Dengan Beban Gempa Zona 2	112
Gambar 4.66 Kurva <i>Safety Factor</i> Pada Variasi 3 Zona 2	113
Gambar 4.67 <i>Output Displacement</i> Pada Timbunan Variasi 3 Tanpa Beban Gempa Zona 2	113
Gambar 4.68 <i>Output Displacement</i> Pada Timbunan Variasi 3 Dengan Beban Gempa Zona 2	114
Gambar 4.69 Kurva <i>Settlement</i> Timbunan Pada Variasi 3 Zona 2	114
Gambar 4.70 Diagram Nilai <i>Safety Factor</i> Seluruh Variasi Pada Zona 1	117
Gambar 4.71 Diagram Nilai <i>Safety Factor</i> Seluruh Variasi Pada Zona 2	118
Gambar 4.72 <i>Output</i> Potensi Kelongsoran Variasi 1 Sebelum dan Setelah Perubahan Slope pada Zona 2	120
Gambar 4.73 Penerapan <i>Slope</i> 1:2 Pada <i>Cross Section</i> Pemodelan	121
Gambar 4.74 Diagram Nilai <i>Settlement</i> Seluruh Variasi Pada Zona 1	123
Gambar 4.75 Diagram Nilai <i>Settlement</i> Seluruh Variasi Pada Zona 2	125
Gambar 4.76 <i>Output Displacement</i> Variasi 1 Sebelum dan Setelah Perubahan Slope pada Zona 2	127
Gambar L.1 Pembuatan Sampel dan Pengujian <i>Unconfined Compression Test</i> Tanah Asli	137
Gambar L.2 Benda Uji <i>Unconfined Compression Test</i> Dengan Bahan Stabilisator	137
Gambar L.3 Pengujian <i>Unconfined Compression Test</i> Dengan Bahan Stabilisator	137

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu	13
Tabel 2.2 Sistem Klasifikasi Tanah Menurut USCS	19
Tabel 2.3 Simbol-simbol dan Kelompok Tanah Berdasarkan USCS	20
Tabel 2.4 Sistem Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO	21
Tabel 2.5 Nilai Kisaran Realistik pada Tanah Lunak	23
Tabel 2.6 Kandungan Persentase Senyawa pada Fosroc Cebex-100	29
Tabel 2.7 Senyawa Kimia Campuran <i>Fly Ash</i> dan Fosroc Cebex-100.....	29
Tabel 2.8 Nilai Faktor Keamanan Minimum Untuk Lereng Tanah	33
Tabel 2.9 Skema Penentuan Nilai Koefisien Seismic Horizontal (Kh).....	33
Tabel 2.10 Kriteria Penurunan Timbunan (Panduan Kimpraswil Pt T-10-2002-B)..	36
Tabel 2.11 Korelasi Nilai Gamma, N-SPT Terhadap Jenis Tanah	38
Tabel 2.12 Korelasi N-SPT dan Kohesi Terhadap Tanah Lempung	42
Tabel 2.13 Hubungan Antara Sudut Geser Dalam Dengan Jenis Tanah	43
Tabel 2.14 Konsistensi Tanah Berdasarkan Nilai UCT.....	45
Tabel 2.15 Korelasi Modulus Elastis dengan N-SPT	48
Tabel 2.16 Perkiraan Nilai Modulus Elastis	48
Tabel 2.17 Perkiraan Nilai Possion Ratio	49
Tabel 2.18 Korelasi Koefisien Permeabilitas	50
Tabel 3.1 Parameter Beban Lalu Lintas.....	60
Tabel 3.2 Variasi Penambahan bahan stabilisasi pada Pemodelan Plaxis.....	61
Tabel 3.3 Jadwal Penelitian	69
Tabel 4.1 Rekapitulasi Parameter Tiap Lapisan Tanah.....	72
Tabel 4.2 Lanjutan Rekapitulasi Parameter Tiap Lapisan Tanah.....	72
Tabel 4.3 Nilai Indeks Properties Tanah	73
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan	74
Tabel 4.5 Parameter Data Tanah Timbunan	78
Tabel 4.6 Penentuan Parameter Beban Lalu Lintas	81
Tabel 4.7 Parameter Input Tanah Timbunan dan Variasi Campuran <i>Fly Ash</i> Dan Fosroc Cebex-100.....	84
Tabel 4.8 Parameter Input Lapisan Tanah Dasar.....	84

Tabel 4.9 Rekapitulasi Nilai <i>Safety Factor</i> Timbunan Kondisi Tanah Asli	95
Tabel 4.10 Rekapitulasi Nilai <i>Settlement</i> Timbunan Kondisi Tanah Asli	95
Tabel 4.11 Rekapitulasi Nilai <i>Safety Factor</i> Timbunan Dengan Bahan Stabilisator Zona 1	105
Tabel 4.12 Rekapitulasi Nilai <i>Settlement</i> Timbunan Dengan Bahan Stabilisator Zona 1	105
Tabel 4.13 Rekapitulasi Nilai <i>Safety Factor</i> Timbunan Dengan Bahan Stabilisator Zona 2	115
Tabel 4.14 Rekapitulasi Nilai <i>Settlement</i> Timbunan Dengan Bahan Stabilisator Zona 2	115
Tabel 4.15 Rekapitulasi Nilai SF Semua Variasi	116
Tabel 4.16 Rekapitulasi Nilai Penurunan Semua Variasi	116
Tabel 4.17 Hasil Analisis Perubahan <i>Slope</i> 1V:2H Zona 2 Pada Kondisi Tanah Dasar Dengan Bahan Stabilisator.....	120
Tabel 4.18 Perbandingan Kenaikan Stabilitas <i>Safety Factor Slope</i> 1:2	122
Tabel 4.19 Hasil Analisis Perubahan <i>Slope</i> 1V:2H Nilai <i>Settlement</i> Zona 2 Pada Kondisi Tanah Dasar Dengan Bahan Stabilisator.....	126
Tabel 4.20 Perbandingan Penurunan Nilai <i>Settlement Slope</i> 1:2.....	128
Tabel L.1 Perhitungan <i>Unconfined Compression Test</i> Tanah Asli	138
Tabel L.2 Perhitungan <i>Unconfined Compression Test</i> Variasi 1.....	139
Tabel L.3 Perhitungan <i>Unconfined Compression Test</i> Variasi 2.....	140
Tabel L.4 Perhitungan <i>Unconfined Compression Test</i> Variasi 3.....	141
Tabel L.5 Perhitungan Korelasi N-SPT	142

**ANALISIS STABILITAS TANAH TIMBUNAN YANG TANAH DASARNYA
DISTABILISASI MENGGUNAKAN *FLY ASH* DAN FOSROC
CEBEX-100 DENGAN METODE *FINITE ELEMENT*
(Studi Kasus : Jalan Lingkar Utara, Kab. Lamongan, Jawa Timur)**

Oleh:

Farah Salsabila Rahma
20035010020

ABSTRAK

Pada Pembangunan Proyek Jalan Lingkar Utara di Kabupaten Lamongan, Jawa Timur, memiliki kondisi tanah rawa yang memiliki kandungan mineral tinggi. Tanah pada daerah rawa cenderung memiliki sifat tanah yang lunak dan apabila dilakukan penimbunan badan jalan akan berpotensi menimbulkan bahaya seperti terjadinya longsor ataupun penurunan yang besar. Oleh karena itu, stabilisasi tanah dasar diperlukan untuk meningkatkan stabilitas tanah agar mampu menahan beban. Pada penelitian ini perbaikan tanah yang digunakan yaitu dengan penambahan bahan *Fly Ash* dan Fosroc Cebex-100 sebagai zat aditif untuk meningkatkan kekuatan dan pengikat pada tanah lunak. Material *Fly Ash* selain sebagai stabilisasi tanah, juga dapat mendukung dalam pemanfaatan limbah batu bara. Sedangkan, Fosroc Cebex-100 juga dapat meningkatkan stabilitas tanah dengan mengisi pori-pori tanah.

Pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode FEM (*Finite Element Method*) dengan program bantu Plaxis untuk menganalisis nilai *Safety Factor* dan *Settlement* serta mensimulasikan pengaruh perilaku sebelum dan setelah penambahan *Fly Ash* dan Fosroc Cebex-100. Parameter yang digunakan meliputi nilai berat volume, kohesi, sudut geser dalam, modulus elastis dan *poisson ratio*.

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa nilai *Safety Factor* kondisi tanah asli sebesar 1,15 (<1,5 SF izin) dinyatakan tidak aman dan nilai *Safety Factor* setelah penambahan *Fly Ash* dan Fosroc Cebex-100 mengalami peningkatan signifikan, yaitu 1,89 (20% FA + 0,45% Cb); 1,90 (25% FA + 0,45% Cb); dan 1,90 (30% FA + 0,45% Cb) dinyatakan aman (>1,5 SF izin). Sedangkan nilai *Settlement* yang diperoleh kondisi tanah asli sebesar 3,34 cm/tahun (tidak memenuhi kriteria U90% <2cm/tahun) dan nilai *Settlement* setelah penambahan *Fly Ash* dan Fosroc Cebex-100 menjadi 1,82 cm/tahun (20% FA + 0,45% Cb); 1,77 cm/tahun (25% FA + 0,45% Cb); dan 1,97 cm/tahun (30% FA + 0,45% Cb). Komposisi optimum diperoleh pada variasi 25% FA + 0,45% Cb dengan *Safety Factor* sebesar 1,90 dan nilai *Settlement* yang paling kecil sebesar 1,77 cm/tahun dibandingkan dengan variasi komposisi lainnya.

Kata Kunci : Stabilisasi Tanah Dasar, *Fly Ash*, Fosroc Cebex-100, FEM, *Safety Factor*, *Settlement*.