

SKRIPSI

**STUDI PENGARUH GEMPA TERHADAP
DEFORMASI DAN *SAFETY FACTOR* PADA
TIMBUNAN *REINFORCED EARTH* MENGGUNAKAN
METODE STATIK EKUIVALEN DAN METODE *TIME
HISTORY***



Hanna Sevira Ruliani Saing
2013410006

PEMBIMBING: Dr. Rinda Karlinasari, Ir., M.T.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
DESEMBER 2019

SKRIPSI

**STUDI PENGARUH GEMPA TERHADAP
DEFORMASI DAN *SAFETY FACTOR* PADA
TIMBUNAN MENGGUNAKAN METODE STATIK
EKUIVALEN DAN METODE *TIME HISTORY***



Hanna Sevira Ruliani Saing
2013410006

PEMBIMBING:



Dr. Rinda Karlinasari, Ir., M.T.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
DESEMBER 2019

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Hanna Sevira Ruliani Saing

NPM : 2013410006

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul *Studi Pengaruh Gempa Terhadap Deformasi dan Safety Factor Pada Timbunan Reinforced Earth Menggunakan Metode Statik Ekuivalen dan Metode Time History* adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, Desember 2019



Hanna Sevira Ruliani Saing

NPM: 2013410006

**STUDI PENGARUH GEMPA TERHADAP
DEFORMASI DAN *SAFETY FACTOR* PADA
TIMBUNAN *REINFORCED EARTH* MENGGUNAKAN
METODE STATIK EKUIVALEN DAN METODE *TIME
HISTORY***

**Hanna Sevira Ruliani Saing
NPM : 2013410006**

Pembimbing : Dr. Rinda Karlinasari, Ir., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
Desember 2019**

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara dikelilingi oleh empat lempeng utama yang aktif yaitu lempeng Eurasia, lempeng laut Filipina, lempeng Indo-Australia dan lempeng pasifik. Hal ini menyebabkan Indonesia adalah satu negara dengan daerah yang memiliki resiko gempa yang cukup tinggi. Oleh karena itu pembangunan infrastruktur yang banyak dijumpai di berbagai daerah, perlu memperhitungkan efek dari gempa terhadap infrastruktur tersebut. Salah satu pekerjaan dalam pembangunan infrastruktur adalah timbunan. Keamanan dari timbunan tersebut perlu diperhatikan agar saat terjadinya gempa, timbunan tersebut tidak membahayakan lingkungan daerah sekitar. Dalam studi ini, dilakukan pemodelan timbunan terhadap gempa periode ulang 500 tahun dan gempa periode ulang 1000 tahun serta time history dari suatu gempa yang terjadi dengan menggunakan program PLAXIS 2D. Analisis pada studi ini berupa seberapa besar nilai faktor keamanan dan deformasi yang dihasilkan timbunan ketika gempa terjadi. Hasil dari penelitian ini adalah nilai faktor keamanan dan deformasi yang terjadi pada timbunan.

Kata kunci: timbunan, deformasi, faktor keamanan, statik ekuivalen, time history, PLAXIS 2D

STUDY ON THE EARTHQUAKE EFFECTS TO DEFORMATION AND SAFETY FACTORS ON REINFORCED EARTH EMBANKMENT USING STATIC EQUIVALENT METHOD AND TIME HISTORY METHOD

**Hanna Sevira Ruliani Saing
NPM : 2013410006**

Advisor : Dr. Rinda Karlinasari, Ir., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT Number: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
December 2019**

ABSTRACT

Indonesia is a country surrounded by four main active tectonic plates, namely Eurasian plate, Philippine sea plate, Indo-Australian plate and Pacific plate. This causes Indonesia to be a country with regions that have high level of seismic risks. Therefore, infrastructure construction which is often found in various places, needs to take into calculate the effect of the earthquake on the infrastructure. One of the works in infrastructure construction is embankment. The safety of the embankment needs to be taken care of so that when an earthquake occurs, the embankment does not endanger the surrounding environment. In this study, the embankment are modelled towards an 500-years return period earthquake and 1000-years return period earthquake and the time history of an earthquake occurred with using the PLAXIS 2D program. The analysis in this study is in the form of the value of the safety factor and deformation generated by the embankmen when an earthquake occurs. The results of this study are the value of safety factor and deformation that occur in the embankment.

Keywords: embankment, deformation, safety factor, static equivalent, time history, Plaxis 2D

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus, oleh karena berkat, kasih dan karunia-Nya skripsi yang diberi judul "Studi Pengaruh Gempa Terhadap Deformasi dan *Safety Factor* Pada Timbunan *Reinforced Earth* Menggunakan Metode Statik Ekuivalen dan *Time History*" dapat penulis selesaikan dengan baik. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi di tingkat Strata 1 (Sarjana) di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Penulis menyadari dalam menyusun skripsi ini telah terkendala berbagai masalah. Tetapi dengan doa, saran, kritik serta semangat dari berbagai pihak akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, ucapan terima kasih disampaikan kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi hikmah, kesabaran, kekuatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orang tua penulis dan adik penulis yang selalu memberikan semangat, doa, waktu dan kasih sayangnya kepada penulis dalam pengerjaan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Rinda Karlinasari, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan memberikan ilmunya, serta dengan begitu sabar memberikan saran, bimbingan, arahan, nasihat dan semangat kepada penulis sehingga dapat skripsi menyelesaikan dengan baik.
4. Seluruh dosen dan staf pengajar di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan dan kepada Dosen KBI Geoteknik Universitas Katolik Parahyangan selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan sarannya kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Mas Wahyudi, Mas Gagas dan Mas Yosi, selaku staff *engineering* Geoteknik PT. Erka Konsultan Enjiniring yang telah meluangkan waktu serta memberikan ilmu dalam membimbing dan membantu penulis dalam penulisan skripsi ini.
6. Agita Fadissa S.T., Yasinta S.T, Afina Nadhira S.T, Annisa Nurul Andiny S.T, Dicky M. Prasetya S.T., serta teman-teman penulis yang senantiasa memberikan semangat dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

7. Seluruh teman teman mahasiswa Teknik Sipil UNPAR Angkatan 2013 yang selalu memberikan dukungan baik secara langsung ataupun tidak langsung selama ini serta segala momen kebersamaan dalam duka maupun senang selama proses perkuliahan yang penulis jalani.
8. Fransisca, Mori, Anisah, Shafira, Jerry dan teman-teman dunia maya penulis yang selalu bersedia menemani penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, mendengarkan keluh kesah penulis dan memberikan semangat kepada penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Serta berbagai pihak, baik individu maupun kelompok yang telah berjasa dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak lepas dari ketidaksempurnaan. Oleh karena itu, adanya kritik maupun saran yang membangun penulis sangat berterima kasih atas hal tersebut. Dibalik kekurangan tersebut, penulis berterima kasih dan berharap semoga skripsi ini dapat membawa manfaat bagi para pembacanya.

Bandung, Desember 2019



Hanna Sevira Ruliani Saing

2013410006

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-1
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	1-2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	1-2
1.5 Metode Penelitian.....	1-3
1.6 Sistematika Penulisan.....	1-3
1.7 Diagram Alir	1-4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	2-1
2.1 Tektonik Indonesia.....	2-1
2.2 Timbunan.....	2-2
2.3 Gempa Bumi.....	2-2
2.3.1 Penyebab Gempa Bumi	2-3
2.3.2 Gelombang Gempa Bumi	2-4
2.3.3 Percepatan Tanah	2-4
2.3.4 Magnitudo Gempa.....	2-5
2.4 Metode Analisis Gempa	2-5

2.5 Analisis Beban Gempa Statik Ekuivalen.....	2-6
2.6 Analisis Beban Gempa Dinamik.....	2-6
2.7 Faktor Keamanan Beban Gempa.....	2-7
2.8 Geosintetik.....	2-7
2.9 Segmental Retaining Wall.....	2-9
2.10 Parameter Tanah.....	2-9
2.10.1 Berat Isi Tanah (γ).....	2-10
2.10.2 Kuat Geser Tak Teralir (c_u).....	2-10
2.10.3 Angka Poisson's (ν).....	2-11
2.10.4 Modulus Elastisitas Tanah (E_u).....	2-12
2.10.5 Koefisien Permeabilitas (k_x dan k_y).....	2-12
2.10.6 Sudut Geser Efektif Pada Lempung (ϕ').....	2-13
2.11 Metode Elemen Hingga.....	2-13
BAB 3 METODE PENELITIAN	3-1
3.1 Studi Pustaka.....	3-1
3.2 Pengumpulan Data	3-1
3.3 Pemodelan Lapisan dan Parameter Tanah.....	3-2
3.4 Program PLAXIS 2D	3-2
3.4.1 Prosedur Analisis Program Komputer PLAXIS 2D.....	3-2
3.4.2 Prosedur Analisis Material Program Komputer PLAXIS.....	3-5
3.5 Pemodelan Timbunan Dalam Analisis Statik Ekuivalen Menggunakan PLAXIS 2D	3-6
3.6 Pemodelan Timbunan Dalam Analisis Time History Menggunakan PLAXIS 2D	3-12
BAB 4 ANALISIS DATA	4-1
4.1 Data Proyek.....	4-1

4.2 Data Parameter Tanah dan Agregat Jalan.....	4-1
4.3 Parameter Geogrid Dan Segmental Retaining Wall.....	4-3
4.4 Analisis Menggunakan PLAXIS 2D.....	4-5
4.5 Parameter Gempa Pada PLAXIS 2D.....	4-5
4.6 Analisis Statik Ekuivalen.....	4-7
4.6.1 Hasil Analisis Statik Ekuivalen Untuk <i>Safety Factor</i> Pada Gempa 500 Tahun.....	4-9
4.6.2 Hasil Analisis Statik Ekuivalen Untuk <i>Safety Factor</i> Pada Gempa Periode Ulang 1000 Tahun.....	4-10
4.6.3 Hasil Analisis Statik Ekuivalen Untuk Deformasi Pada Gempa Periode Ulang 500 Tahun Pada Timbunan Tinggi 4 Meter.....	4-12
4.6.4 Hasil Analisis Statik Ekuivalen Untuk Deformasi Pada Gempa Periode Ulang 500 Tahun Pada Timbunan Tinggi 6 Meter.....	4-14
4.6.5 Hasil Analisis Statik Ekuivalen Untuk Deformasi Pada Gempa Periode Ulang 500 Tahun Pada Timbunan Tinggi 8 Meter.....	4-16
4.6.6 Hasil Analisis Statik Ekuivalen Untuk Deformasi Pada Gempa 500 Tahun Pada Timbunan Tinggi 10 Meter.....	4-18
4.6.7 Hasil Analisis Statik Ekuivalen Untuk Deformasi Pada Gempa 1000 Tahun Pada Timbunan Tinggi 4 Meter.....	4-20
4.6.8 Hasil Analisis Statik Ekuivalen Untuk Deformasi Pada Gempa 1000 Tahun Pada Timbunan Tinggi 6 Meter.....	4-22
4.6.9 Hasil Analisis Statik Ekuivalen Untuk Deformasi Pada Gempa 1000 Tahun Pada Timbunan Tinggi 8 Meter.....	4-23
4.6.10 Hasil Analisis Statik Ekuivalen Untuk Deformasi Pada Gempa 1000 Tahun Pada Timbunan Tinggi 10 Meter.....	4-25
4.7 Analisis Time History.....	4-27
4.7.1 Hasil Analisis <i>Time History</i> Untuk <i>Safety Factor</i> Pada Gempa <i>Time History</i>	4-29

4.7.2 Hasil Analisis Statik Ekuivalen Untuk Deformasi Pada Gempa <i>Time History</i> Pada Timbunan Tinggi 4 Meter.....	4-30
4.7.3 Hasil Analisis Statik Ekuivalen Untuk Deformasi Pada Gempa <i>Time History</i> Pada Timbunan Tinggi 6 Meter.....	4-32
4.7.4 Hasil Analisis Statik Ekuivalen Untuk Deformasi Pada Gempa <i>Time History</i> Pada Timbunan Tinggi 8 Meter.....	4-34
4.7.5 Hasil Analisis Statik Ekuivalen Untuk Deformasi Pada Gempa <i>Time History</i> Pada Timbunan Tinggi 10 Meter.....	4-36
4.8 Perbandingan <i>Safety Factor</i> Analisis Statik Ekuivalen dan Analisis <i>Time History</i>	4-38
4.9 Perbandingan Deformasi Analisis Statik Ekuivalen dan Analisis <i>Time History</i>	4-40
4.10 Stabilitas Internal Pada Timbunan Terhadap Gempa.....	4-42
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1 Kesimpulan	5-1
5.2 Saran.....	5-2
DAFTAR PUSTAKA	xxi
LAMPIRAN 1 DATA TIMBUNAN DAN PETA GEMPA PERIODE ULANG 500 TAHUN SERTA 1000 TAHUN.....	1
LAMPIRAN 2 HASIL ANALISIS STATIK EKUIVALEN DAN ANALISIS <i>TIME HISTORY</i>	1

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

c'	=	kohesi tanah efektif
c_u	=	kuat geser tak teralir
E_u	=	modulus elastisitas
E'	=	modulus elastisitas efektif
kg	=	kilogram
kN	=	kilo-Newton
m	=	meter
N	=	Newton
N-SPT	=	N - <i>Standard Penetration Test</i>
$^\circ$	=	derajat
ε	=	regangan
γ	=	berat jenis tanah
W	=	berat tanah
V	=	volume
γ_{unsat}	=	berat jenis tanah tidak tersaturasi
γ_{sat}	=	berat jenis tanah tersaturasi
ϕ	=	sudut geser
ϕ'	=	sudut geser efektif
ν	=	Angka Poisson's
k_x	=	Koefisien permeabilitas tanah
k_y	=	Koefisien permeabilitas tanah
M	=	Magnitudo Gempa
a	=	Percepatan tanah
I_0	=	Intensitas
FK	=	Factor keamanan
ε	=	Regangan
g	=	Percepatan Gravitasi ($9,8\text{m/s}^2$)
I	=	Intensitas
Δ	=	Jarak episenter
r	=	Jarak hiposenter (km)

a	=	Amplitude gerakan tanah (mikron)
T	=	Periode
C _s	=	Koreksi stasiun oleh struktur local
C	=	Koreksi regional
PP	=	Polipropelina
PET	=	Poliester
PE	=	Polietilena
J	=	Modulus tarik perkuatan (kN/m)
T _a	=	Kuat tarik ijin rencana
T _{al}	=	Kuat tarik jangka panjang per satuan lebar geosintetik (kN/m)
T _{ult}	=	Kuat tarik ultimit
RF	=	Faktor Reduksi
FK	=	Faktor Keamanan
RF _{CR}	=	Faktor reduksi rangkai
RF _{ID}	=	Faktor reduksi kerusakan saat instalasi
RF _D	=	Faktor ketahanan terhadap mikroorganisme, senyawa kimia, oksidasi panas, retak tegangan
T _{ls,ult}	=	Kekuatan geosintetik ultimit (kN)
ε _{geosintetik}	=	Batas regangan (%)
EI	=	Kuat lentur beton
EA	=	Kuat aksial beton
W	=	Berat struktur beton
I	=	Inersia beton
A	=	Luas
ASTM	=	<i>The American Society for Testing and Materials</i>
PGA	=	Percepatan puncak permukaan (<i>Peak Ground Acceleration</i>)
PusGeN	=	Pusat Gempa Nasional
BNPB	=	Badan Nasional Penanggulangan Bencana

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Diagram Alir penelitian.....	1-5
Gambar 2. 1 Gempa Bumi di Indonesia dalam katalog Pusat Studi Gempa Nasional tahun 2016 (Sumber: BNPB, 2017).....	2-2
Gambar 3.1 Bagian <i>Project</i> pada <i>General Settings</i> PLAXIS 2D.....	36
Gambar 3. 2 Bagian <i>Dimensions</i> pada <i>General Settings</i> PLAXIS 2D.....	3-6
Gambar 3. 3 Pemodelan Timbunan Pada PLAXIS 2D.....	3-7
Gambar 3. 4 Bagian <i>Soil & Interfaces</i> pada <i>Materials</i> PLAXIS 2D.....	3-8
Gambar 3. 5 Pemilihan input tipe input parameter pada <i>Materials</i> PLAXIS 2D.....	38
Gambar 3. 6 Pemilihan <i>Load</i> Pada Pemodelan Menggunakan PLAXIS 2D.....	3-9
Gambar 3. 7 Pemilihan <i>Mesh</i> Pada Pemodelan Menggunakan PLAXIS 2D.....	3-9
Gambar 3. 8 Pemilihan <i>Phereatic Level</i> Pada Pemodelan Menggunakan PLAXIS 2D	
Gambar 3. 9 Pemilihan <i>Initial Pore Pressure</i> Pada Pemodelan PLAXIS 2D...3-10	
Gambar 3. 10 Pemilihan <i>Generate Initial Stresses</i> Pada Pemodelan PLAXIS 2D.....	311
Gambar 3. 11 Fase Gempa dan Fase <i>Safety Factor</i> Pada Pemodelan PLAXIS 2D.....	311
Gambar 3. 12 Hasil Analisis Untuk Nilai <i>Safety</i> Oleh Gempa Pada PLAXIS 2D.....	3-12
Gambar 3. 13 Bagian <i>Project</i> pada <i>General Settings</i> Dalam Analisis <i>Time History</i> PLAXIS 2D.....	313
Gambar 3. 14 Input Rekaman Akselerasi Gempa Pada PLAXIS 2D.....	3-13
Gambar 4. 1 Segmen STA. 33+350 Daan Mogot, Jalan Toll JORR II Kunciran - Cengkareng.....	4-1
Gambar 4. 2 Posisi Geogrid dan <i>Segmental Retaining Wall</i> pada <i>Autocad</i>	4-4
Gambar 4. 3 Spesifikasi PET UX Terra Grid	4-4
Gambar 4. 4 Perhitungan Kuat Tarik Ijin (T_a) PET UX Terra Grid.....	4-4

Gambar 4. 5 Peta Gempa Percepatan Puncak di Batuan Dasar Untuk 500 Tahun	4-6
Gambar 4. 6 Peta Gempa Percepatan Puncak di Batuan Dasar Untuk 1000 Tahun	4-6
Gambar 4. 7 <i>General Settings</i> Pada Program PLAXIS 2D	4-7
Gambar 4. 8 <i>Generals Calculations</i> Pada PLAXIS 2D.....	4-8
Gambar 4. 9 <i>Parameters</i> Pada Program PLAXIS 2D	4-8
Gambar 4. 10 <i>Multipliers</i> Pada Program PLAXIS 2D	4-9
Gambar 4. 11 Grafik Faktor Keamanan Untuk Gempa Periode Ulang 500 Tahun Terhadap Tinggi Timbunan dan Lama Terjadinya Gempa	4-10
Gambar 4. 12 Grafik Faktor Keamanan Untuk Gempa Periode Ulang 1000 Tahun Terhadap Tinggi Timbunan dan Lama Terjadinya Gempa	4-11
Gambar 4. 13 Titik Deformasi Ditinjau Pada Analisis Deformasi Tinggi Timbunan 4 Meter Dengan Gempa Periode Ulang 500 Tahun.....	4-12
Gambar 4. 14 Grafik Deformasi Horizontal Pada Titik A dan B Untuk Gempa Periode Ulang 500 Tahun Pada Tinggi Timbunan 4 Meter	4-13
Gambar 4. 15 Grafik Deformasi Vertikal Pada Titik A dan B Untuk Gempa Periode Ulang 500 Tahun Pada Tinggi Timbunan 4 Meter	4-13
Gambar 4. 16 Titik Deformasi Ditinjau Pada Analisis Deformasi Tinggi Timbunan 6 Meter Dengan Gempa Periode Ulang 500 Tahun.....	4-14
Gambar 4. 17 Grafik Deformasi Horizontal Pada Titik A dan B Untuk Gempa Periode Ulang 500 Tahun Pada Tinggi Timbunan 6 Meter	4-15
Gambar 4. 18 Grafik Deformasi Vertikal Pada Titik A dan B Untuk Gempa Periode Ulang 500 Tahun Pada Tinggi Timbunan 6 Meter	4-15
Gambar 4. 19 Titik Deformasi Ditinjau Pada Analisis Deformasi Tinggi Timbunan 8 Meter Dengan Gempa Periode Ulang 500 Tahun.....	4-16
Gambar 4. 20 Grafik Deformasi Horizontal Pada Titik A dan B Untuk Gempa Periode Ulang 500 Tahun Pada Tinggi Timbunan 8 Meter	4-17
Gambar 4. 21 Grafik Deformasi Vertikal Pada Titik A dan B Untuk Gempa Periode Ulang 500 Tahun Pada Tinggi Timbunan 8 Meter	4-17
Gambar 4. 22 Titik Deformasi Ditinjau Pada Analisis Deformasi Tinggi Timbunan 10 Meter Dengan Gempa Periode Ulang 500 Tahun.....	4-18

Gambar 4. 23 Grafik Deformasi Horizontal Pada Titik A dan B Untuk Gempa Periode Ulang 500 Tahun Pada Tinggi Timbunan 10 Meter	4-19
Gambar 4. 24 Grafik Deformasi Vertikal Pada Titik A dan B Untuk Gempa Periode Ulang 500 Tahun Pada Tinggi Timbunan 10 Meter	4-19
Gambar 4. 25 Titik Deformasi Ditinjau Pada Analisis Deformasi Tinggi Timbunan 4 Meter Dengan Gempa Periode Ulang 1000 Tahun.....	4-20
Gambar 4. 26 Grafik Deformasi Horizontal Pada Titik A dan B Untuk Gempa Periode Ulang 1000 Tahun Pada Tinggi Timbunan 4 Meter	4-21
Gambar 4. 27 Grafik Deformasi Vertikal Pada Titik A dan B Untuk Gempa Periode Ulang 1000 Tahun Pada Tinggi Timbunan 4 Meter	4-21
Gambar 4. 28 Titik Tinjauan Deformasi Pada Analisis Deformasi Tinggi Timbunan 6 Meter Dengan Gempa Periode Ulang 1000 Tahun.....	4-22
Gambar 4. 29 Grafik Deformasi Horizontal Pada Titik A dan B Untuk Gempa Periode Ulang 1000 Tahun Pada Tinggi Timbunan 6 Meter	4-23
Gambar 4. 30 Grafik Deformasi Vertikal Pada Titik A dan B Untuk Gempa Periode Ulang 1000 Tahun Pada Tinggi Timbunan 6 Meter	4-23
Gambar 4. 31 Titik Tinjauan Deformasi Pada Analisis Deformasi Tinggi Timbunan 8 Meter Dengan Gempa Periode Ulang 1000 Tahun.....	4-24
Gambar 4. 32 Grafik Deformasi Horizontal Pada Titik A dan B Untuk Gempa Periode Ulang 1000 Tahun Pada Tinggi Timbunan 8 Meter	4-24
Gambar 4. 33 Grafik Deformasi Vertikal Pada Titik A dan B Untuk Gempa Periode Ulang 1000 Tahun Pada Tinggi Timbunan 8 Meter	4-25
Gambar 4. 34 Titik Tinjauan Deformasi Pada Analisis Deformasi Tinggi Timbunan 10 Meter Dengan Gempa Periode Ulang 1000 Tahun.....	4-26
Gambar 4. 35 Grafik Deformasi Horizontal Pada Titik A dan B Untuk Gempa Periode Ulang 1000 Tahun Pada Tinggi Timbunan 10 Meter	4-26
Gambar 4. 36 Grafik Deformasi Vertikal Pada Titik A dan B Untuk Gempa Periode Ulang 1000 Tahun Pada Tinggi Timbunan 10 Meter	4-27
Gambar 4. 37 <i>General Settings</i> pada <i>PLAXIS</i>	4-28
Gambar 4. 38 <i>Multipliers</i> pada <i>PLAXIS</i>	4-28
Gambar 4. 39 <i>Fase Safety Factor</i> pada <i>PLAXIS</i>	4-29

Gambar 4. 40 Grafik Faktor Keamanan Untuk Gempa <i>Time History</i> Terhadap Tinggi Timbunan dan Lama Terjadinya Gempa	4-30
Gambar 4. 41 Titik Tinjauan Deformasi Pada Analisis Deformasi Tinggi Timbunan 4 Meter Dengan Gempa <i>Time History</i>	4-31
Gambar 4. 42 Grafik Deformasi Horizontal Pada Titik A dan B Untuk Gempa <i>Time History</i> Pada Tinggi Timbunan 4 Meter.....	4-31
Gambar 4. 43 Grafik Deformasi Vertikal Pada Titik A dan B Untuk Gempa <i>Time History</i> Pada Tinggi Timbunan 4 Meter	4-32
Gambar 4. 44 Titik Tinjauan Deformasi Pada Analisis Deformasi Tinggi Timbunan 6 Meter Dengan Gempa <i>Time History</i>	4-33
Gambar 4. 45 Grafik Deformasi Horizontal Pada Titik A dan B Untuk Gempa <i>Time History</i> Pada Tinggi Timbunan 6 Meter.....	4-33
Gambar 4. 46 Grafik Deformasi Vertikal Pada Titik A dan B Untuk Gempa <i>Time History</i> Pada Tinggi Timbunan 6 Meter	4-34
Gambar 4. 47 Titik Tinjauan Deformasi Pada Analisis Deformasi Tinggi Timbunan 8 Meter Dengan Gempa <i>Time History</i>	4-35
Gambar 4. 48 Grafik Deformasi Horizontal Pada Titik A dan B Untuk Gempa <i>Time History</i> Pada Tinggi Timbunan 8 Meter.....	4-35
Gambar 4. 49 Grafik Deformasi Vertikal Pada Titik A dan B Untuk Gempa <i>Time History</i> Pada Tinggi Timbunan 8 Meter	4-36
Gambar 4. 50 Titik Tinjauan Deformasi Pada Analisis Deformasi Tinggi Timbunan 10 Meter Dengan Gempa <i>Time History</i>	4-37
Gambar 4. 51 Grafik Deformasi Horizontal Pada Titik A dan B Untuk Gempa <i>Time History</i> Pada Tinggi Timbunan 10 Meter.....	4-37
Gambar 4. 52 Grafik Deformasi Vertikal Pada Titik A dan B Untuk Gempa <i>Time History</i> Pada Tinggi Timbunan 10 Meter	4-38
Gambar 4. 53 Gaya yang Terjadi Pada Timbunan 10 Meter Dengan Beban Gempa Periode Ulang 1000 Tahun Dalam Analisis Detik Ke-90.....	4-43
Gambar 4. 54 Gaya yang Terjadi Pada Timbunan 10 Meter Dengan Beban Gempa <i>Time History</i> Dalam Analisis Detik Ke-90	4-43

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis Polimer dan Faktor Reduksi Rangkak.....	2-8
Tabel 2. 2 Nilai Tipikal Berat Volume Tanah (Sumber: Budhu, 2010).....	2-10
Tabel 2. 3 Korelasi nilai N-SPT Dengan Nilai Kuat Geser Tak Teralir (c_u) dan Kuat Geser Efektif (c') (Sumber: Karol, 1960).....	2-11
Tabel 2. 4 Angka Poisson's (ν) dan Angka Poisson's Efektif (ν') (Sumber: Mayerhoff, 1956).....	2-11
Tabel 2. 5 Nilai Parameter Modulus Elastisitas (E_u) dan Modulus Elastisitas Efektif (E') (Sumber: Mayerhoff 1956 dan Stroud 1988)	2-12
Tabel 2. 6 Jenis Tanah dan Nilai Koefisien Permeabilitas (k) (Sumber: Braja, 1995)	2-13
Tabel 3. 1 Parameter Pada Analisis <i>Drained</i> (Material Model Plaxis, 2017)	3-5
Tabel 4. 2 Parameter Tanah Pemodelan.....	4-2
Tabel 4. 3 Parameter Timbunan dan Agregat Pada Pemodelan	4-3
Tabel 4. 4 Faktor Keamanan Pada Tanah Timbunan Terhadap Gempa Periode Ulang 500 Tahun	4-9
Tabel 4. 5 Faktor Keamanan Pada Tanah Timbunan Terhadap Gempa Periode Ulang 1000 Tahun	4-11
Tabel 4. 6 Deformasi Yang Terjadi Pada Gempa Periode Ulang 500 Tahun Pada Tinggi Timbunan 4 Meter	4-13
Tabel 4. 7 Deformasi Yang Terjadi Pada Gempa Periode Ulang 500 Tahun Pada Tinggi Timbunan 6 Meter	4-15
Tabel 4. 8 Deformasi Yang Terjadi Pada Gempa Periode Ulang 500 Tahun Pada Tinggi Timbunan 8 Meter	4-17
Tabel 4. 9 Deformasi Yang Terjadi Pada Gempa Periode Ulang 500 Tahun Pada Tinggi Timbunan 10 Meter	4-19
Tabel 4. 10 Deformasi Yang Terjadi Pada Gempa Periode Ulang 1000 Tahun Pada Tinggi Timbunan 4 Meter.....	4-21
Tabel 4. 11 Deformasi Yang Terjadi Pada Gempa Periode Ulang 1000 Tahun Pada Tinggi Timbunan 6 Meter.....	4-23

Tabel 4. 12 Deformasi Yang Terjadi Pada Gempa Periode Ulang 1000 Tahun Pada Tinggi Timbunan 8 Meter.....	4-25
Tabel 4. 13 Deformasi Yang Terjadi Pada Gempa Periode Ulang 1000 Tahun Pada Tinggi Timbunan 10 Meter.....	4-27
Tabel 4. 14 Faktor Keamanan Pada Tanah Sebelum Adanya Timbunan.....	4-29
Tabel 4. 15 Deformasi Yang Terjadi Pada Gempa <i>Time History</i> Pada Tinggi Timbunan 4 Meter	4-32
Tabel 4. 16 Deformasi Yang Terjadi Pada Gempa <i>Time History</i> Pada Tinggi Timbunan 6 Meter	4-34
Tabel 4. 17 Deformasi Yang Terjadi Pada Gempa <i>Time History</i> Pada Tinggi Timbunan 8 Meter	4-36
Tabel 4. 18 Deformasi Yang Terjadi Pada Gempa <i>Time History</i> Pada Tinggi Timbunan 10 Meter.....	4-38
Tabel 4. 19 Faktor Keamanan Pada Tanah Timbunan Terhadap Gempa Periode Ulang 500 Tahun	4-38
Tabel 4. 20 Faktor Keamanan Pada Tanah Timbunan Terhadap Gempa Periode Ulang 1000 Tahun	4-39
Tabel 4. 21 Faktor Keamanan Pada Tanah Timbunan Terhadap Gempa <i>Time History</i>	4-39
Tabel 4. 22 Nilai Deformasi Pada Tinggi Timbunan 4 Meter Dengan Analisis Statik Ekuivalen dan Analisis <i>Time History</i>	4-40
Tabel 4. 23 Nilai Deformasi Pada Tinggi Timbunan 6 Meter Dengan Analisis Statik Ekuivalen dan Analisis <i>Time History</i>	4-40
Tabel 4. 24 Nilai Deformasi Pada Tinggi Timbunan 8 Meter Dengan Analisis Statik Ekuivalen dan Analisis <i>Time History</i>	4-41
Tabel 4. 25 Nilai Deformasi Pada Tinggi Timbunan 10 Meter Dengan Analisis Statik Ekuivalen dan Analisis <i>Time History</i>	4-41
Tabel 4. 26 Nilai <i>Axial Forces</i> Pada Geogrid Di Timbunan 10 Meter Dengan Beban Gempa Periode Ulang 1000 Tahun.....	4-42
Tabel 4. 27 Nilai <i>Axial Forces</i> Pada Geogrid Di Timbunan Dengan Beban Gempa <i>Time History</i> Tahun 2007 Di Sumatera Selatan Pada Detik Ke-90.....	4-43

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 DATA TIMBUNAN DAN PETA GEMPA PERIODE ULANG 500 TAHUN SERTA 1000 TAHUN.....	L1-1
LAMPIRAN 2 HASIL ANALISIS STATIK EKUIVALEN DAN ANALISIS <i>TIME HISTORY</i>	L2-1

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dewasa ini pekerjaan infrastruktur banyak dijumpai di berbagai daerah, termasuk daerah yang merupakan daerah rawan gempa. Indonesia merupakan salah satu wilayah dengan aktivitas gempa yang sering terjadi sehingga perencanaan harus memperhitungkan efek gempa terhadap infrastruktur yang akan dibangun. Jalan merupakan salah satu infrastruktur yang penting dan fundamental, sehingga keselamatan sangat diperlukan dalam infrastruktur jalan tersebut.

Pembangunan jalan tidak terlepas dari adanya suatu struktur yang berupa timbunan. Diperlukan adanya analisis yang mendalam dalam perencanaan, sehingga dapat menghindari adanya permasalahan jika terjadi kejadian gempa bumi. Salah satu hal yang harus diperhatikan dalam melakukan perencanaan adalah *safety factor* dari timbunan tersebut akibat gempa. *Safety factor* dari timbunan terhadap gempa sangat berpengaruh pada saat jalan setelah dibangun.

Dalam penelitian ini, lokasi timbunan untuk penelitian berada di daerah Kunciran, Jakarta Barat. Dalam mencari *safety factor* dari timbunan tersebut terhadap kekuatan gempa yang terjadi dalam periode ulang 500 tahun dan 1000 tahun untuk pemodelan statik ekuivalen serta *time history*, dapat dihitung dengan menggunakan program komputer PLAXIS 2D. Hasil perhitungan dengan menggunakan program komputer PLAXIS 2D dan membandingkan antara *safety factor* akibat gempa dengan beban gempa *static equivalent* dan *time history*

1.2 Inti Permasalahan

Skala gempa yang terjadi di Indonesia yang semakin bertambah setiap tahunnya dalam perhitungan periode ulang mengakibatkan perencanaan timbunan diharuskan untuk mempertimbangkan beban gempa yang lebih besar. Dalam hal ini, timbunan konstruksi jalan Tol JORR II Kunciran – Cengkareng yang berada di Jakarta Barat..

Posisi jalan yang berada di kawasan padat penduduk, membuat keamanan jalan terhadap gempa sangat diperhatikan dalam perencanaan timbunan pada jalan tol. Oleh sebab itu, penulis akan menganalisis pengaruh gempa terhadap suatu ketinggian timbunan jalan dengan membandingkan nilai deformasi dan *safety factor* menggunakan program komputer PLAXIS 2D.

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Beberapa maksud dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi stabilitas timbunan terhadap gempa yang terjadi dengan periode ulang 500 tahun dan 1000 tahun serta gempa *time history* pada timbunan jalan tol.
2. Mencari nilai deformasi dan *safety factor* pada timbunan jalan tol terhadap gempa.
3. Membandingkan nilai deformasi dan *safety factor* akibat gempa dari hasil static equivalent dan *time history*.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pembahasan mengenai penelitian ini adalah:

1. Parameter yang digunakan dalam analisis statik ekuivalen adalah nilai kekuatan gempa dengan periode ulang 500 tahun dan 1000 tahun.
2. Parameter yang digunakan dalam analisis *time history* adalah gempa yang terjadi di Sumatera Selatan.
3. Gerakan gempa pada analisis statik ekuivalen adalah gempa dengan gerakan *strike-slip*
4. Tinggi timbunan yang digunakan dalam analisis adalah 4 meter, 6 meter, 8 meter dan 10 meter.
5. Perhitungan dalam mencari deformasi dan *safety factor* menggunakan bantuan program PLAXIS 2D.

1.5 Metode Penelitian

Terdapat beberapa metode yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain adalah:

1. Studi Pustaka

Studi Pustaka merupakan metode untuk mengumpulkan berbagai teori yang digunakan dalam pengkajian masalah. Studi pustaka didapatkan dari berbagai sumber yaitu jurnal, literatur, buku-buku referensi, tulisan yang berada di internet serta artikel yang berkaitan dengan penelitian.

2. Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada skripsi ini berupa periode ulang gempa 500 tahun dan 1000 tahun untuk wilayah Jakarta, data rekaman akselerasi gempa yang terjadi di Sumatera Selatan tahun 2007 dan data jenis tanah yang berada dibawah timbunan serta timbunan.

3. Analisis Data

Permodelan serta analisis timbunan terhadap gempa menggunakan program komputer PLAXIS 2D.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini dibagi menjadi lima bab, yaitu :

- **Bab 1 : Pendahuluan**

Pada bab 1 berisi mengenai latar belakang penelitian, inti permasalahan, tujuan penelitian, ruang lingkup masalah yang akan dibahas pada skripsi ini, metode penelitian yang digunakan, sistematika penulisan serta diagram alir.

- **Bab 2 : Tinjauan Pustaka**

Pada bab 2 ini menjelaskan mengenai teori-teori yang digunakan dan terkait dengan permasalahan yang dianalisis untuk memperoleh jawaban secara teoritis.

- **Bab 3 : Metodologi Penelitian**

Pada bab 3 berisi tentang tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian untuk memperoleh hasil penelitian.

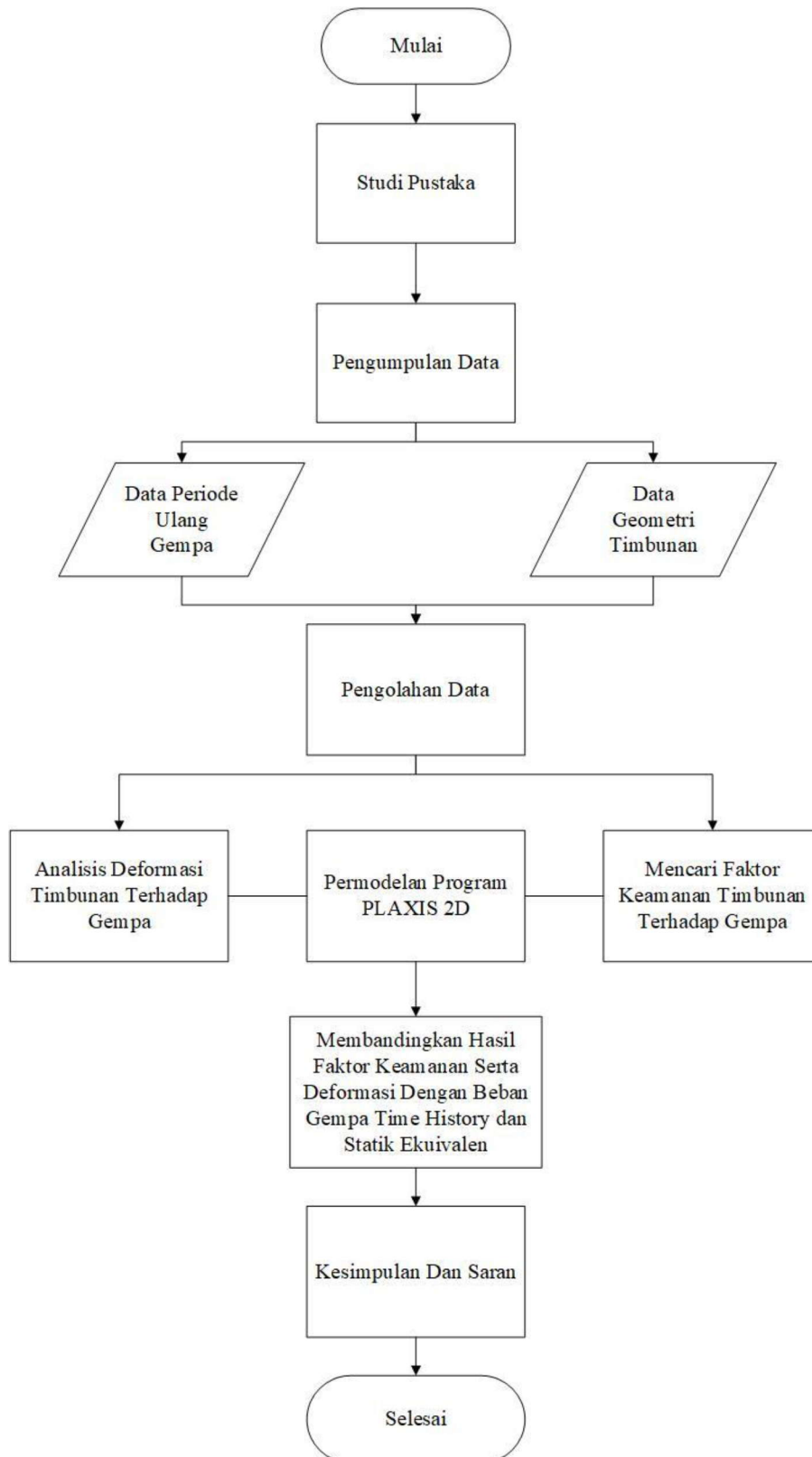
- **Bab 4 : Data dan Analisis**

Pada bab 4 berisi mengenai pengolahan data dan analisis data yang diperoleh dengan pemodelan menggunakan program komputer PLAXIS 2D.

- **Bab 5 : Kesimpulan dan Saran**

Pada bab 5 berisi mengenai kesimpulan dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan serta saran terhadap permasalahan yang telah dianalisis.

1.7 Diagram Alir



Gambar 1. 1 Diagram Alir penelitian