

SKRIPSI

**ANALISIS KESTABILAN LERENG BENDUNGAN
DENGAN PENDEKATAN METODE
KESTIMBANGAN BATAS DAN ELEMEN HINGGA**



**ANA YELINA ARIF
NPM : 2017410139**

PEMBIMBING: Budijanto Widjaja, Ph.D.

KO-PEMBIMBING: Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
FEBRUARI 2021**

SKRIPSI

**ANALISIS KESTABILAN LERENG BENDUNGAN
DENGAN PENDEKATAN METODE
KESTIMBANGAN BATAS DAN ELEMEN HINGGA**



**ANA YELINA ARIF
NPM : 2017410139**

PEMBIMBING: Budijanto Widjaja, Ph.D.

KO-PEMBIMBING: Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
FEBRUARI 2021**

SKRIPSI

**ANALISIS KESTABILAN LERENG BENDUNGAN
DENGAN PENDEKATAN METODE
KESTIMBANGAN BATAS DAN ELEMEN HINGGA**



**ANA YELINA ARIF
NPM : 2017410139**

BANDUNG, 10 FEBRUARI 2021

PEMBIMBING:

KO-PEMBIMBING:

Budijanto Widjaja, Ph.D.

Ignatius Tommy P., S.T., M.S.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
FEBRUARI 2021**

PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : **Ana Yelina Arif**

NPM : **2017410139**

Program Studi : **Teknik Sipil**

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa **skripsi** dengan judul:

Analisis Kestabilan Lereng Bendungan Dengan Pendekatan Metode Kestimbangan Batas Dan Elemen Hingga

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan: di Bandung

Tanggal **21 Januari 2021**



METERAI
EMPEL
5CAFF942361566
5.000
RIBURUPIAH

Ana Yelina

2017410139

ANALISIS KESTABILAN LERENG BENDUNGAN DENGAN PENDEKATAN METODE KESTIMBANGAN BATAS DAN ELEMEN HINGGA

Ana Yelina Arif
NPM: 2017410139

Pembimbing: Budijanto Widjaja, Ph.D.
Ko Pembimbing: Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
FEBRUARI 2021

ABSTRAK

Bendungan merupakan bangunan air yang sangat bermanfaat bagi kehidupan masyarakat, terutama untuk kebutuhan irigasi dan air bersih. Oleh karena itu, bendungan harus dapat bertahan selama mungkin dan tidak mengalami kegagalan secara struktural maupun geoteknikal. Pada penelitian ini akan dibahas mengenai stabilitas bendungan dengan *Limit Equilibrium Method* (LEM) dan *Finite Element Method* (FEM) pada bendungan yang berlokasi di Jawa Tengah, dimana permasalahan yang terjadi saat ini adalah munculnya retakan di puncak bendungan yang mengindikasikan kemungkinan adanya pergerakan lereng. Analisis yang dilakukan terdiri dari 4 aspek, yaitu kestabilan pasca konstruksi pada lereng hilir bendungan, kestabilan terhadap rembesan pada lereng hilir bendungan, kestabilan terhadap beban gempa pada lereng hilir bendungan, dan kestabilan terhadap penurunan muka air seketika pada lereng hulu bendungan. Analisis lainnya yang akan dilakukan adalah kestabilan terhadap *piping* hilir dan tekanan air pori hilir. Analisis akan dilakukan dengan bantuan *software* SLIDE 6.0. dan PLAXIS 2D dengan parameter yang didapat dari uji lab maupun uji lapangan. Pada skripsi ini juga akan dibahas penganggulangan dan perbaikan pada lereng jika kriteria faktor keamanan (FK) tidak memenuhi syarat yang ditetapkan. Perbaikan tanah tersebut dapat berupa penambahan *counterweight* pada bagian kaki lereng dan juga penambahan *filter* agar tidak terjadi *piping* pada kaki lereng bendungan. Dari hasil analisis, diketahui bahwa pada analisis gempa dan *piping* lereng mengalami kegagalan, sehingga dilakukan perbaikan dengan *counterweight* dan filter. Adapun perbedaan hasil FK pada SLIDE dan PLAXIS 2D memiliki perbedaan yang besar untuk analisis pasca konstruksi tanpa *counterweight*.

Kata Kunci: Stabilitas lereng, bendungan, analisis numerik, perbaikan tanah

NUMERICAL APPROACH TO SLOPE STABILITY ANALYSIS OF AN EARTH-FILL DAM IN JAVA

**Ana Yelina Arif
NPM: 2017410139**

**Advisor: Budijanto Widjaja, Ph.D.
Co-Advisor: Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL
ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT Number: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
FEBRUARI 2021**

ABSTRACT

Dams are water structures that are very beneficial to people's lives, especially for irrigation and clean water needs. Therefore, the dam must last as long as possible and not suffer structural or geotechnical failure. This research will discuss the stability of the dam with the Limit Equilibrium Method (LEM) and the Finite Element Method (FEM) at a dam located in Central Java, where the current problem is the emergence of cracks at the top of the dam which indicates the possibility of slope movement. The analysis consisted of 4 aspects, namely post-construction stability on the downstream, steady state analysis on the downstream, pseudostatic analysis on the downstream, and rapid drawdown analysis on the upstream slope of the dam. Other analyzes that will be carried out are the stability of downstream erosion and downstream pore water pressure. The analysis will be carried out using SLIDE 6.0 and PLAXIS 2D with parameters obtained from lab tests and field tests. This thesis will also discuss the soil improvement if the safety factor (SF) criteria do not meet the specified requirements. The soil improvement can be in the form of adding a counterweight at the foot of the slope and also adding a filter to prevent erosion at the foot of the dam slope. From the result of the analysis, the pseudostatic earthquake analysis and slope erosion don't meet the criteria, so repairs were made with counterweights and filters. The biggest difference in SF results on SLIDE and PLAXIS 2D is on post-construction analysis without a counterweight.

Keywords: Slope Stability, earth fill dams, LEM, ground improvement

PRAKATA

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat, dan perlindungan-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini ditujukan untuk memenuhi syarat kelulusan program Sarjana Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan.

Penyusunan skripsi ini dapat selesai dengan baik tentunya karena tidak lepas bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis hendak berterima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan berbagai masukan dan arahan dalam penulisan skripsi.
2. Bapak Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S., selaku ko pembimbing yang telah membantu dalam menyelesaikan analisis yang berkaitan dengan skripsi ini.
3. Seluruh dosen dan tenaga pengajar program studi Teknik Sipil yang telah membagi ilmunya kepada saya selama mengikuti perkuliahan dan membantu saat saya mengalami kesulitan dalam belajar.
4. Orang tua, saudara, dan teman-teman Johanes, Sui, Maw, Patricia, Evan Diaz yang selalu menjadi tempat bercerita saat saya mengalami kesulitan.
5. Semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan namanya satu per satu yang telah membantu saya menyelesaikan skripsi ini.

Penulis tentunya menyadari bahwa pembuatan skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis berharap kepada semua pihak agar dapat menyampaikan kritik dan saran yang membangun untuk menambah kesempurnaan skripsi ini, dan penulis juga berharap bahwa skripsi ini dapat berguna bagi semua pihak yang membacanya.

Bandung, 9 Februari 2021



Ana Yelina Arif

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1. Latar Belakang	1-1
1.2. Inti Permasalahan	1-1
1.3. Maksud dan Tujuan Penulisan	1-2
1.4. Ruang Lingkup Studi	1-2
1.5. Metode Penelitian	1-2
1.6. Sistematika Penulisan	1-3
1.7. Diagram Alir	1-4
BAB 2 LANDASAN TEORI	2-1
2.1. Pengertian Dan Dasar Perhitungan LEM	2-1
2.1.1. Metode Fellenius (1936)	2-4
2.1.2. Metode Bishop (1955)	2-7
2.2. Aliran Air Pada Tanah	2-9
2.2.1. Hukum Darcy	2-9
2.2.2. Menentukan Nilai Permeabilitas Tanah (<i>k</i>)	2-10
2.2.3. Aliran Air Melalui Bendungan Tanah	2-11
2.3. Uji Lapangan dan Korelasi Parameter Tanah	2-12
2.3.1. Uji Parameter Kuat Geser Tanah	2-12

2.3.2.	Uji Piezometer Lapangan.....	2-14
2.4.	Kegagalan Pada Lereng Bendungan.....	2-14
2.4.1.	Kegagalan akibat Longsor.....	2-14
2.4.2.	Kegagalan akibat <i>over-topping</i>	2-14
2.4.3.	Kegagalan akibat <i>Piping</i>	2-14
2.5.	Kriteria Perencanaan Lereng Bendungan	2-15
2.5.1.	Kriteria Umur Rencana.....	2-15
2.5.2.	Kriteria Pembebanan.....	2-15
2.5.3.	Kriteria Deformasi	2-16
2.5.4.	Kriteria <i>loading</i> dan <i>unloading</i> (<i>stress history</i>)	2-16
2.5.5.	Kriteria Faktor Keamanan Lereng.....	2-16
2.5.6.	Kriteria Stabilitas Konstruksi Bendung	2-17
2.5.7.	Kriteria Desain Perlindungan Lereng Bendungan.....	2-17
2.5.8.	Kriteria Desain Filter	2-17
2.5.9.	Kriteria Faktor Keamanan <i>Piping</i>	2-19
2.6.	Pemodelan Lereng Pada Software SLIDE 6.0	2-19
2.7.	Penelitian Terdahulu.....	2-20
2.7.1.	Perbedaan Bidang Gelincir Sirkular dan Non-Sirkular pada Analisis James Bay Dike (Christian et al., 1994, Duncan et al., 2003)	2-20
2.7.2.	Perbandingan Analisis Lereng dengan LEM dan FEM (Gouw dan Herman, 2012)	2-21
2.7.3.	Stabilitas Lereng Bendungan Butak, Jawa Tengah pada Berbagai Kondisi Ketinggian Air (Adi Pratama et al., 2019)	2-22
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		3-1
3.1.	Pengumpulan Data.....	3-1
3.1.1.	Data Bendungan	3-1
3.1.2.	Data untuk Analisis.....	3-1

3.2. Penentuan Parameter Tanah.....	3-2
3.3. Analisis Dengan Software SLIDE 6.0.....	3-2
3.4. Analisis dengan PLAXIS 2D untuk Perbandingan FK.....	3-4
3.5. Menentukan Kesimpulan	3-5
BAB 4 ANALISIS HASIL DAN DISKUSI	4-1
4.1. Data yang Dipakai.....	4-1
4.1.1. Data Bendungan	4-1
4.1.2. Data Parameter Tanah.....	4-1
4.2. Hasil Analisis Dengan SLIDE 6.0.....	4-14
4.2.1. Hasil Analisis <i>Steady State</i> dan Akhir Konstruksi	4-14
4.2.2. Hasil Analisis <i>Rapid Drawdown</i>	4-16
4.2.3. Hasil Analisis Gempa Pseudostatik.....	4-16
4.2.5. Perhitungan FK <i>Piping</i>	4-19
4.3. Perbaikan Lereng Bendungan	4-19
4.3.1. Analisis <i>Steady State</i> dan Akhir Konstruksi	4-20
4.3.2. Analisis FK <i>Piping</i>	4-21
4.3.3. Analisis <i>Rapid Drawdown</i>	4-23
4.3.4. Analisis Gempa OBE.....	4-23
4.3.5. Analisis Gempa MDE.....	4-24
4.4. Perbandingan Hasil Analisis dengan PLAXIS 2D	4-25
4.4.1. Analisis <i>Steady State</i> dan Akhir Konstruksi (<i>Long Term Analysis/ESA</i>).....	4-26
4.4.2. Analisis Gempa OBE (<i>Short Term Analysis/TSA</i>)	4-27
4.4.3. Analisis Gempa MDE (<i>Short Term Analysis/TSA</i>).....	4-28
4.4.4. Analisis Rapid Drawdown (<i>Short Term Analysis/TSA</i>).....	4-29
4.5. Perbandingan Aliran Air	4-30

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1. Kesimpulan Hasil Analisis	5-1
5.2. Saran Skripsi	5-2
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN I DATA UJI LAPANGAN.....	
LAMPIRAN II DATA UJI LABORATORIUM.....	



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai koefisien permeabilitas k pada beberapa jenis tanah umum (Budhu, 2011)	2-11
Tabel 2.2 Korelasi kepadatan dan sudut geser dalam ϕ dengan hasil uji N-SPT dan CPT untuk tanah pasir (Meyerhof, 1956)	2-12
Tabel 2.3 Korelasi kohesi tak teralir c_u dengan hasil uji N-SPT dan CPT untuk tanah lempung (Mochtar, 2006).....	2-13
Tabel 2.4 Sudut Geser Dalam Pada Tanah Lempung Padat (AASHTO T99, BS B77 : 1975)	2-13
Tabel 2.5 Beban Lalu Lintas untuk Analisis Stabilitas (DPU, 2011) dan Beban di luar jalan (SNI 8460:2017).....	2-16
Tabel 2.6 FK desain minimum untuk berbagai kondisi timbunan pada bendungan (URS Corporation, 2013).....	2-17
Tabel 2.9 Kriteria Filter berdasarkan SNI 8460:2017	2-18
Tabel 2.10 Batas gradasi filter untuk mencegah segregasi filter (SNI 8460:2017)	2-18
Tabel 4.1. Sumber dan Korelasi yang Digunakan untuk Parameter c_T , c' , ϕ_T dan ϕ' untuk Analisis pada Tanah Lempung	4-10
Tabel 4.2 Tabulasi Data yang Digunakan Pada Saat Analisis TSA	4-12
Tabel 4.3 Tabulasi Data yang Digunakan Pada Saat Analisis ESA	4-13
Tabel 4.4 Tabulasi Nilai Permeabilitas pada Setiap Jenis Tanah.....	4-14
Tabel 4.5 Tabulasi Nilai FK Kestabilan Lereng Bendungan	4-18
Tabel 4.6 Tabulasi Perbandingan Nilai FK Sebelum dan Sesudah Penambahan Counterweight pada Seluruh Analisis.....	4-25
Tabel 4.7 Parameter Kekakuan Tanah yang Digunakan.....	4-26
Tabel 4.8 Perbandingan FK SLIDE 6.0 dengan PLAXIS 2D pada Kondisi Normal	4-30
Tabel 4.9 Perbandingan FK SLIDE 6.0 dengan PLAXIS 2D Setelah Ditambahkan Counterweight	4-30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram alir penulisan skripsi.....	1-4
Gambar 2.1 Jenis-jenis bidang gelincir (Huang, 2014)	2-2
Gambar 2.2 Bidang gelincir yang dibagi menjadi beberapa baji (Duncan, 2014)...	2-2
Gambar 2.3 Gaya-gaya yang bekerja pada baji menurut Fellenius (Duncan, 2014)	2-4
Gambar 2.4 Dimensi pada baji (Duncan et al., 2014).....	2-6
Gambar 2.5 Gaya-gaya yang bekerja pada baji menurut Bishop (Duncan et al., 2014)	2-8
Gambar 2.6 Head Loss pada aliran air pada tanah (Budhu, 2011)	2-10
Gambar 2.7 Garis Freatik pada Bendungan Tanah (Budhu, 2010)	2-11
Gambar 2.8 (a) Pemodelan dengan SLIDE 6.0 untuk kestabilan lereng dan (b) Hasil Pemodelan Groundwater Analysis dengan FEM (Rocscience Inc., 2012)	2-20
Gambar 2.9 Bidang gelincir sirkular yang dihitung dengan Metode LEM Spencer (Duncan et al., 2014).....	2-20
Gambar 2.10 Bidang Gelincir Non-Sirkular yang dihitung dengan software SLIDE (Duncan et al., 2014).....	2-21
Gambar 2.11 Grafik Faktor Keamanan dari Hasil Analisis (Pratama et al., 2019).	2-22
Gambar 3.1 Titik Bor Bendungan (Mettana, 2018).....	3-1
Gambar 3.2 Titik Piezometer Bendungan (Mettana, 2018)	3-2
Gambar 3.3 Potongan Melintang Bendungan STA650 (Mettana, 2018).....	3-1
Gambar 3.4 Analisis Kestabilan Lereng dengan SLIDE 6.0 (Rocscience Inc.)...3-3	
Gambar 3.5 Analisis Rapid Drawdown pada Lereng Hulu Bendungan	3-3
Gambar 3.6 Analisis steady state dengan SLIDE 6.0 (Rocscience Inc.)	3-4
Gambar 3.7 Perbaikan dengan Penambahan <i>Counterweight</i> dan Filter pada Lereng Hilir Bendungan	3-4
Gambar 3.8 Analisis FEM dengan PLAXIS 2D	3-5

Gambar 4.1 Grafik N-SPT Terhadap Kedalaman	4-2
Gambar 4.2 Pelapisan Tanah dan Nilai N-SPT pada SLIDE 6.0	4-3
Gambar 4.3 Grafik LL, PL, PI, dan Kandungan Air (%) Terhadap Kedalaman di (a) BH1 (b) BH2 dan (c) BH3	4-4
Gambar 4.4 Nilai Indeks Plastisitas (PI) pada ketiga titik bor	4-5
Gambar 4.5 Klasifikasi Jenis Tanah pada ketiga titik bor	4-5
Gambar 4.6 Nilai Indeks Kecairan (LI) pada ketiga titik bor	4-6
Gambar 4.7 Nilai berat jenis (G_s) pada ketiga titik bor	4-6
Gambar 4.8 Nilai berat isi tanah asli (γ_m) pada ketiga titik bor.....	4-7
Gambar 4.9 Nilai berat isi tanah kering (γ_{dry}) pada ketiga titik bor.....	4-7
Gambar 4.10 Nilai berat isi tanah jenuh (γ_{sat}) pada ketiga titik bor.....	4-8
Gambar 4.11 Nilai angka pori (e) pada ketiga titik bor	4-8
Gambar 4.12 Nilai porositas (n) pada ketiga titik bor	4-9
Gambar 4.13 Nilai derajat kejenuhan (S_r) pada ketiga titik bor	4-9
Gambar 4.14 Parameter tanah c_T , c' , ϕ_T dan ϕ' pada BH1 dan BH2.....	4-10
Gambar 4.15 Data Pemodelan Bendungan untuk Analisis Kestabilan Lereng pada SLIDE 6.0 untuk analisis TSA	4-12
Gambar 4.16 Data Pemodelan Bendungan untuk Analisis Kestabilan Lereng pada SLIDE 6.0 untuk analisis ESA	4-13
Gambar 4.17 Data Pemodelan Bendungan untuk Analisis <i>Steady State</i> pada SLIDE 6.0.	4-14
Gambar 4.18 Hasil Analisis Kestabilan Lereng pada Kondisi <i>Steady State</i> Berdasarkan Metode Bishop <i>Simplified</i>	4-15
Gambar 4.19 Hasil Analisis Kestabilan Lereng pada Kondisi <i>Steady State</i> Berdasarkan Metode Fellenius	4-15
Gambar 4.20 Hasil Analisis Kestabilan Lereng pada Kondisi <i>Rapid Drawdown</i> Berdasarkan Metode Bishop <i>Simplified</i>	4-16
Gambar 4.21 Hasil Analisis Kestabilan Lereng pada Kondisi <i>Rapid Drawdown</i> Berdasarkan Metode Fellenius	4-16
Gambar 4.22 Hasil Analisis Kestabilan Lereng Berdasarkan Metode Bishop <i>Simplified</i> dengan Beban Gempa OBE	4-17

Gambar 4.23 Hasil Analisis Kestabilan Lereng Berdasarkan Metode Bishop Simplified dengan Beban Gempa MDE.....	4-17
Gambar 4.24 Hasil Analisis Kestabilan Lereng Berdasarkan Metode Fellenius dengan Beban Gempa OBE.....	4-18
Gambar 4.25 Hasil Analisis Kestabilan Lereng Berdasarkan Metode Fellenius dengan Beban Gempa MDE.....	4-18
Gambar 4.26 Hasil Perhitungan Kecepatan Aliran Air pada Bendungan pada SLIDE	4-19
Gambar 4.27 Aliran Air dengan Kontur Groundwater Head Hasil Analisis SLIDE	4-19
Gambar 4.28 Bentuk dan Dimensi Counterweight pada SLIDE.....	4-20
Gambar 4.29 Hasil Analisis Kestabilan Lereng pada Kondisi Steady State Berdasarkan Metode Bishop Simplified Setelah Penambahan Counterweight..	4-21
Gambar 4.30 Hasil Analisis Kestabilan Lereng pada Kondisi Steady State Berdasarkan Metode Fellenius Setelah Penambahan Counterweight.....	4-21
Gambar 4.31 Hasil perhitungan kecepatan aliran air pada bendungan setelah penambahan counterweight pada SLIDE.....	4-22
Gambar 4.32 Hasil perhitungan tekanan head (pressure head) pada bendungan setelah penambahan counterweight pada SLIDE	4-22
Gambar 4.33 Hasil Analisis Kestabilan Lereng pada Kondisi Rapid Drawdown dengan Counterweight pada Hilir Berdasarkan Metode Bishop Simplified.....	4-23
Gambar 4.34 Hasil Analisis Kestabilan Lereng pada Kondisi Rapid Drawdown dengan Counterweight pada Hilir Berdasarkan Metode Fellenius	4-23
Gambar 4.35 Hasil Analisis Kestabilan Lereng Berdasarkan Metode Bishop Simplified dengan Beban Gempa OBE Setelah Perbaikan dengan Counterweight	4-24
Gambar 4.36 Hasil Analisis Kestabilan Lereng Berdasarkan Metode Fellenius dengan Beban Gempa OBE Setelah Perbaikan dengan Counterweight	4-24
Gambar 4.37 Hasil Analisis Kestabilan Lereng Berdasarkan Metode Bishop <i>Simplified</i> dengan Beban Gempa MDE setelah penambahan <i>counterweight</i>	4-24
Gambar 4.38 Hasil Analisis Kestabilan Lereng Berdasarkan Metode Fellenius dengan Beban Gempa MDE setelah penambahan counterweight.....	4-25

Gambar 4.39 Bidang Gelincir Analisis Steady State PLAXIS 2D. FK = 1,12 ..	4-26
Gambar 4.40 Bidang Gelincir Analisis Steady State dengan Counterweight PLAXIS 2D. FK = 1,61	4-27
Gambar 4.41 Bidang Gelincir Analisis Gempa Pseudostatik OBE PLAXIS 2D. FK = 1,75	4-27
Gambar 4.42 Bidang Gelincir Analisis Gempa Pseudostatik OBE dengan Counterweight PLAXIS 2D. FK = 1,90.....	4-28
Gambar 4.43 Bidang Gelincir Analisis Gempa Pseudostatik MDE PLAXIS 2D. FK = 1,03	4-28
Gambar 4.44 Bidang Gelincir Analisis Gempa Pseudostatik MDE dengan Counterweight PLAXIS 2D. FK = 1,48.....	4-29
Gambar 4.45 Bidang Gelincir Analisis Rapid Drawdown PLAXIS 2D. FK = 2,20	4-29
Gambar 4.46 Data Aliran Air (piezometer) Lapangan pada Bendungan.....	4-30
Gambar 4.47 Perbandingan Aliran Air Hasil Analisis SLIDE 6.0 dengan Piezometer	4-31
Gambar 4.48 Perbandingan Aliran Air Hasil Analisis PLAXIS 2D dengan Piezometer	4-31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Data Uji Lapangan

Lampiran II Data Uji Laboratorium



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bendungan merupakan sebuah bangunan air yang digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti irigasi dan air bersih. Bendungan dapat terbuat dari timbunan tanah yang dilindungi oleh lapisan beton atau pasangan batu kali. Terdapat hal-hal yang harus diperhatikan dalam analisis kestabilan bendungan, di mana bendungan harus tahan terhadap berbagai beban, yaitu beban horisontal yang berupa tekanan hidrostatik air dan beban vertikal berupa bendungan itu sendiri.

Permasalahan lain yang dihadapi bendungan adalah aliran air rembesan di dalam tubuh bendungan yang dapat menyebabkan *piping* dan penurunan muka air seketika pada saat melakukan *maintenance* pada bendungan. Oleh karena itu, perlu adanya perhitungan kestabilan terhadap lereng bendungan agar bendungan tidak mengalami kegagalan saat mengalami kondisi-kondisi yang dimaksud.

Bendungan yang dianalisis adalah sebuah bendungan urugan yang terletak di Solo, Jawa Tengah. Bendungan ini menampung air dari sungai yang digunakan untuk irigasi seluas 400 ha dan memiliki tinggi sekitar 11 m.

1.2. Inti Permasalahan

Permasalahan yang dapat terjadi pada lereng bendungan ini adalah keruntuhan lereng akibat beban jangka panjang, aliran air yang dapat menyebabkan *piping*, keruntuhan akibat gempa, dan keruntuhan lereng hilir akibat penurunan muka air seketika (*rapid drawdown*). Untuk saat ini, permasalahan yang terjadi adalah adanya retakan pada perkerasan jalan di puncak bendungan yang diduga merupakan bidang gelincir suatu pergerakan lereng.

Skripsi ini mengevaluasi kembali keamanan lereng bendungan menggunakan *Limit Equilibrium Method* (LEM) dan *Finite Element Method* (FEM) yang dibantu dengan menggunakan program stabilitas lereng kesetimbangan batas 2D, SLIDE 6.0. dan PLAXIS 2D. Pada skripsi ini juga dibahas mengenai solusi yang diberikan jika hasil evaluasi keamanan tidak mencapai syarat yang ditentukan.

1.3. Maksud dan Tujuan Penulisan

Maksud dan tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut.

1. Memahami *Limit Equilibrium Method* (LEM) dalam menghitung kestabilan lereng timbunan.
2. Mengkaji keamanan bendungan dengan LEM dengan program SLIDE berdasarkan Metode Bishop dan Fellenius.
3. Memberikan solusi untuk memperbaiki lereng bendungan apabila kestabilan tidak mencukupi.
4. Membandingkan hasil analisis dengan PLAXIS 2D dengan dasar *Finite Element Method* (FEM) dengan parameter yang sama dengan SLIDE.

1.4. Ruang Lingkup Studi

Ruang lingkup studi dalam skripsi ini adalah sebagai berikut.

1. Analisis kestabilan lereng dengan memperhatikan kesetimbangan baji antara beban vertikal dengan tahanan tanah.
2. Tanah asli dan tanah timbunan merupakan tanah yang berbeda, dengan tanah timbunan juga memiliki jenis yang berbeda pada bagian dalam dan luar.
3. Perhitungan pola keruntuhan lereng dengan program SLIDE menurut Metode Bishop dan Fellenius pada satu buah potongan (STA650).
4. Perhitungan pola keruntuhan lereng dengan program PLAXIS 2D dengan FEM.

1.5. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan pada proses penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut.

1. Studi pustaka mengenai penentuan faktor keamanan lereng dengan menggunakan *Limit Equilibrium Method* (LEM) dan *Finite Element Method* (FEM) dan studi mengenai penggunaan program SLIDE dan PLAXIS 2D.
2. Studi mengenai topografi dan jenis tanah timbunan pada bendungan berdasarkan uji lapangan dan uji lab.
3. Menentukan parameter tanah yang akan digunakan untuk analisis.

4. Melakukan analisis berdasarkan data tersebut dengan program SLIDE dan PLAXIS 2D.
5. Menyimpulkan kajian evaluasi keamanan yang didapat dari program SLIDE dan PLAXIS 2D.
6. Membandingkan hasil evaluasi keamanan dari LEM dan FEM.

1.6. Sistematika Penulisan

Bab 1 : Pendahuluan

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang, inti permasalahan, maksud dan tujuan penulisan, ruang lingkup studi dan metode penelitian yang akan dipakai dalam penulisan skripsi ini.

Bab 2 : Tinjauan Pustaka

Pada bab ini diuraikan mengenai metode LEM, aliran air tanah, uji lapangan, aspek-aspek kestabilan bendungan, dan dasar-dasar *software* SLIDE.

Bab 3 : Metodologi Penelitian

Pada bab ini diuraikan mengenai langkah-langkah yang akan dilakukan untuk menghitung kestabilan lereng bendungan dengan menggunakan program SLIDE dan PLAXIS 2D, melakukan perbaikan lereng, dan menentukan lingkup kesimpulan.

Bab 4 : Analisis Hasil dan Diskusi

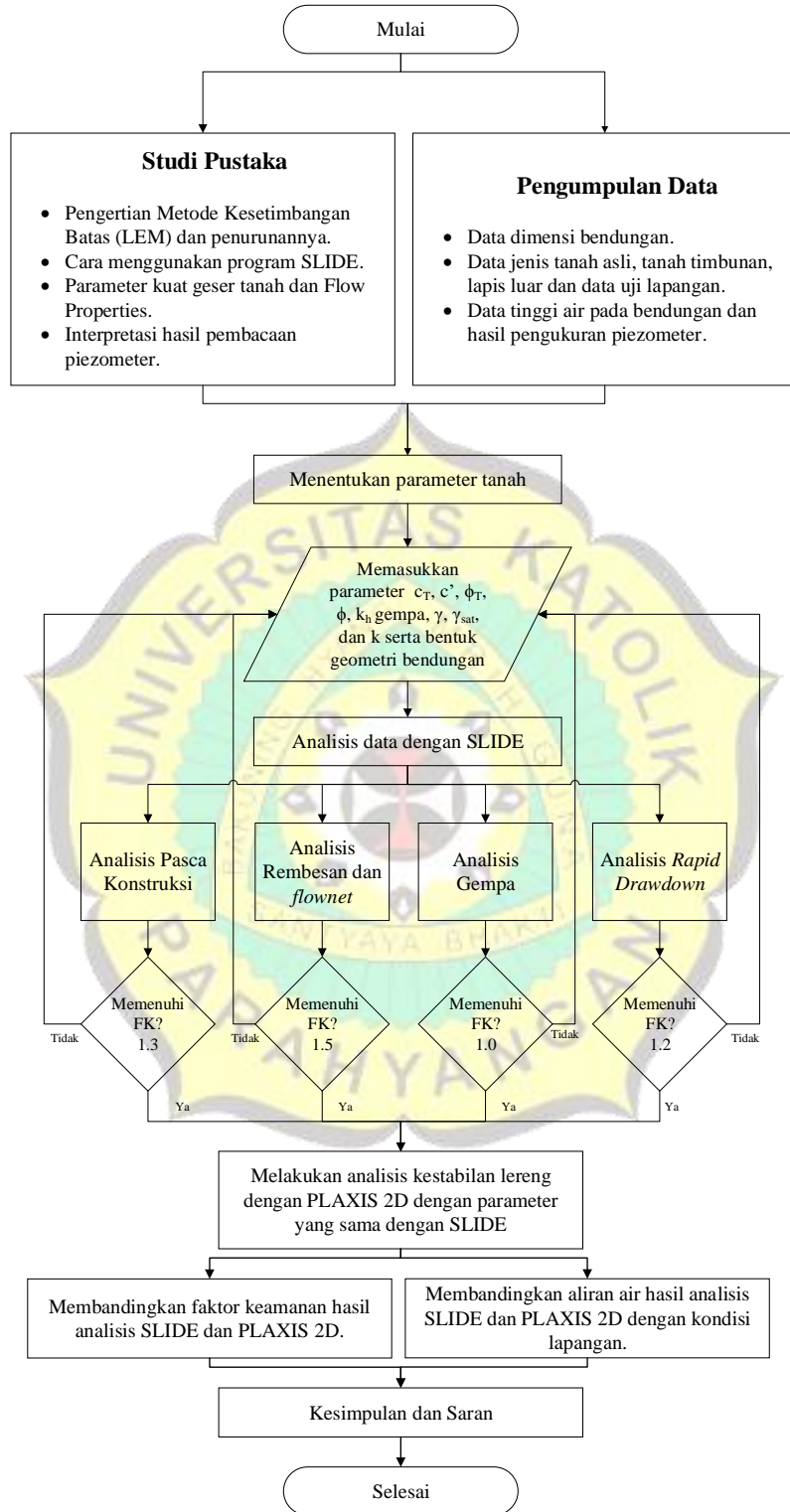
Pada bab ini diuraikan mengenai proses-proses analisis data untuk evaluasi keamanan bendungan dan hasil analisis data dan justifikasinya dengan menggunakan program SLIDE dan PLAXIS 2D.

Bab 5 : Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan hasil analisis yang diperoleh pada Bab 4 dan saran.

1.7. Diagram Alir

Gambar 1.1 adalah diagram alir proses yang dilakukan pada skripsi ini.



Gambar 1.1 Diagram alir penulisan skripsi

