

SKRIPSI

**ANALISIS STABILITAS LERENG DI PLTM
CIBALAPULANG, JAWA BARAT MENGGUNAKAN
*LIMIT EQUILIBIRUM METHOD***



**AGITA PUTRI FADISSA
NPM : 2013410106**

PEMBIMBING: Budijanto Widjaja, S.T., M.T., Ph.D.

**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
JULI 2017**

SKRIPSI

**ANALISIS STABILITAS LERENG DI PLTM
CIBALAPULANG JAWA BARAT MENGGUNAKAN
*LIMIT EQUILIBIRUM METHOD***



**AGITA PUTRI FADISSA
NPM : 2013410106**

**BANDUNG, 4 JULI 2017
PEMBIMBING**



Budijanto Widjaja, S.T., M.T., Ph.D.

**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
JULI 2017**

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Agita Putri Fadissa

NPM : 2013410106

Dengan ini menyatakan skripsi saya yang berjudul **Analisis Stabilitas Lereng Di PLTM Cibalapulang, Jawa Barat Menggunakan *Limit Equilibrium Method*** adalah karya ilmiah yang bebas dari plagiat. Jika kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, Juli 2017



Agita Putri Fadissa

2013410106

ANALISIS STABILITAS LERENG DI PLTM CIBALAPULANG JAWA BARAT MENGGUNAKAN *LIMIT EQUILBRIUM* METHOD

Agita Putri Fadissa

NPM: 2013410106

Pembimbing : Budijanto Widjaja, S.T., M.T., Ph.D.

**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
JUNI 2017**

ABSTRAK

Lereng merupakan suatu wilayah permukaan bumi yang memiliki kemiringan tertentu. Kondisi lereng yang tidak dalam berada dalam kondisi stabil dapat menyebabkan pergerakan massa tanah. Kawasan yang masuk ke dalam lingkup penelitian adalah PLTM di Cianjur, Jawa Barat. Salah satu metode yang digunakan dalam analisis kestabilan lereng adalah *limit equilibrium method*. Tujuan dari analisis kestabilan lereng menggunakan metode tersebut adalah untuk mendapatkan besar faktor keamanan suatu lereng berdasarkan kriteria Mohr-Coulomb. Metode ini menganalisis lereng dengan membagi bagian lereng yang berpotensi longsor menjadi beberapa irisan. Proses analisis melalui metode tersebut dibantu oleh penggunaan program Slide. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada lereng yang relatif terjal sebaiknya dilandaikan. Kondisi tanah di PLTM ini dikategorikan sebagai lempung-lanau pasiran yang merupakan lapukan dari breksi. Besar faktor keamanan yang didapatkan melalui program SLIDE sesuai dengan desain yang telah ditentukan menunjukkan bahwa lereng berada dalam kondisi aman.

Kata kunci: analisis kestabilan lereng, faktor keamanan, *limit equilibrium method*

SLOPE STABILITY ANALYSIS USING LIMIT EQUILIBRIUM METHOD at CIBALAPULANG, JAWA BARAT

Agita Putri Fadissa

NPM: 2013410106

Preceptor : Budijanto Widjaja, S.T., M.T., Ph.D

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
ENGINEERING FACULTY CIVIL DEPARTMENT
(Terakreditasi berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNE 2017**

ABSTRACT

Slope is an area on the surface of the earth that has a certain degree of tilt. An unstable condition of the slope could very well cause a mass landslide. The area of study is located in Cianjur, West Java at Cibalapulang micro-hydro power plant (PLTM Cibalapulang). The soil condition at PLTM Cibalapulang consists of clayed-silt sand with weathered breccia. There are several methods that can be used to analyze slope stability, however in this study *limit equilibrium* method was chosen so that a certain safety factor based on Mohr-Coulomb criteria can be achieved. *Limit equilibrium* method analyze the slope by dividing high-risk (prone to slide) section of the slope into several parts. For this method to function, several parameters are needed such as cohesion and sudut geser. Further analysis using Slide program shows and confirms that the slope on the area of study is safe for both short term and long term and is also safe if an earthquake occur

Keywords: slope stability, safety factor, limit equilibrium method

PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan karena atas berkat dan anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Desain Lereng di PLTM Cibalapulung, Jawa Barat Menggunakan Limit Equilibrium Method*. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat S-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Pada penulisan skripsi ini, penulis mengalami banyak hambatan dan tantangan, namun berkat doa, saran, dan kritik yang membangun, serta dorongan semangat dari banyak pihak, skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh sebab itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang kepada:

1. Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan kesempatan untuk dibimbing oleh Beliau dimana dalam proses mengerjakan skripsi ini penulis dibantu dan diajarkan dengan baik sehingga dapat merampungkan skripsi ini.
2. Bapak Prof. Paulus Pramono, Ph.D., Ibu Anastasia Sri Lestari, Ir.,M.T., Ibu Siska Rustiani, Ir., M.T., dan Ibu Rinda Karlinasari, Dr., Ir., M.T. selaku dosen Geoteknik yang telah memberikan kritik dan saran bagi penulis dalam merampungkan skripsi ini.
3. Keluarga Gaus atas semangat dan doa yang diberikan serta menjadi motivasi agar segera menyelesaikan skripsi ini.
4. Jericko Stevanus Prakoso atas bantuan, dukungan, doa, kesabaran, dan pengertian yang diberikan serta menjadi motivasi agar menyelesaikan skripsi ini.

5. SIPIL 2013 atas momen-momen yang telah diberikan selama di bangku kuliah, baik suka maupun duka yang tidak dapat terlupakan.
6. Teman-teman sesama bimbingan skripsi, Jericko, Lia, Ratna, Andini, Krisna, Kenneth, dan Steven.
7. Serta seluruh pihak lain yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang dapat menyempurnakan skripsi ini. Akhir kata penulis berharap skripsi ini dapat berguna dan menjadi berkat bagi orang-orang yang membutuhkannya.

Bandung, Juni 2017



Agita Putri Fadissa
2013410106

DAFTAR ISI

ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiv
PRAKATA	xvi
DAFTAR ISI	xviii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xxii
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR TABEL	xxv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-1
1.3 Tujuan Penelitian	1-1
1.4 Lingkup Penelitian	1-2
1.5 Metode Penelitian	1-2
1.6 Diagram Alir Penelitian	1-3
1.7 Sistematika Penulisan	1-4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	2-1
2.1 Lereng	2-1
2.1.1 Lereng Alam	2-1
2.1.2 Lereng Buatan	2-1
2.2 Longsor	2-2
2.3 Faktor Penyebab Longsor	2-2
2.4 Karakteristik Longsoran	2-3
2.4.1 Falling	2-3

2.4.2	<i>Toppling</i>	2-4
2.4.3	<i>Sliding</i>	2-4
2.4.4	<i>Spreading</i>	2-5
2.4.5	<i>Flowing</i>	2-5
2.5	Konsep Analisis Kestabilan Lereng.....	2-6
2.5.1	Teori dasar kekuatan geser tanah	2-6
2.5.2	Faktor yang Mempengaruhi Kuat Geser	2-8
2.6	Tinjauan Kondisi.....	2-8
2.6.1	Total Stress Analysis.....	2-8
2.6.2	Effective Stress Analysis	2-9
2.6.3	Total Stress Analysis dan Gempa	2-9
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		3-1
3.1	Profil Geologi Perencanaan Lereng	3-2
3.2	Faktor Keamanan	3-2
3.3	<i>Limit Equilibrium Method</i>	3-3
3.3.1	Metode Fellenius.....	3-4
3.3.2	Metode Bishop	3-5
3.3.3	Metode Janbu	3-6
3.3.4	Metode Spencer	3-11
3.4	Simulasi dengan Program SLIDE	3-11
3.4.1	Parameter yang Diperlukan.....	3-12
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN		4-1
4.1	Tinjauan Wilayah.....	4-1
4.2	Penyelidikan Tanah.....	4-2
4.3	Penyelidikan Geoteknik	4-2
4.3.1	Waterway	4-2

4.3.2 Headpond	4-3
4.3.3 Penstock	4-4
4.3.4 Power House	4-4
4.4 Kondisi Hidro Geologi.....	4-4
4.5 Stratifikasi Tanah	4-5
4.6 Beban	4-7
4.6.1 Beban Pipa <i>Penstock</i>	4-8
4.6.2 Beban Gempa.....	4-10
4.7 Analisis Faktor Keamanan dengan Program SLIDE	4-10
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1 Kesimpulan	5-1
5.2 Saran	5-2
DAFTAR PUSTAKA	xix

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

τ	: kekuatan geser (kN/m^2)
c	: kohesi (kN/m^2)
σ	: tegangan utama (kN/m^2)
σ	: tegangan efektif (kN/m^2)
ϕ	: sudut geser ($^\circ$)
u	: tegangan air pori (kN/m^2)
l	: panjang busur pada bidang gelincir (m)
α	: sudut yang terbentuk antara W dan titik pusat ($^\circ$)
W	: berat segmen tanah (kN/m)
S	: kekuatan geser yang bekerja sepanjang bidang longsor (kN/m^2)
r	: jari-jari bidang longsor (m)
$M_{i(a)}$: suatu nilai yang ditinjau pada masing-masing segmen
N_o	: angka kestabilan
H	: tinggi lereng (m)
q	: beban merata permukaan (t/m)
γ_w	: berat isi air (gr/cm^3)
H_w	: tinggi muka air (m)
μ_q	: faktor koreksi beban
μ_w	: faktor koreksi muka air
μ_t	: faktor koreksi regangan tarik

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Cibalapulan Jawa Barat.....	1-2
Gambar 1.2	Diagram Alir.....	1-4
Gambar 2.1	<i>Falling</i> (Highland,L. dan Johnson,M., 2004).....	2-3
Gambar 2.2	<i>Toppling</i> (Highland,L. dan Johnson,M. 2004).....	2-4
Gambar 2.3	<i>Sliding</i> (Highland,L. dan Johnson,M. 2004).....	2-4
Gambar 2.4	<i>Spreading</i> (Highland,L. dan Johnson,M. 2004).....	2-5
Gambar 2.5	Diagram Mohr-Coulomb.....	2-7
Gambar 3.1	Gaya-Gaya yang Bekerja Pada Irisan.....	3-4
Gambar 3.2	Gaya-Gaya yang Bekerja Pada Irisan.....	3-5
Gambar 3.3	Kurva Nilai $M_{i(a)}$ (NAVAC DM 7.1).....	3-6
Gambar 3.4	Faktor Reduksi Beban Merata Untuk Tanah $\phi = 0$ dan $\phi > 0$ (Janbu, 1986).....	3-7
Gambar 3.5	Faktor Reduksi Muka Air Tanah Untuk Tanah $\phi = 0$ dan $\phi > 0$ (Janbu, 1986).....	3-7
Gambar 3.6	Faktor Reduksi Regangan Tarik (Tanpa Tekanan Air) Untuk Tanah $\phi = 0$ dan $\phi > 0$ (Janbu, 1986).....	3-7
Gambar 3.7	Faktor Reduksi Regangan Tarik (Ada Tekanan Air) Untuk Tanah $\phi = 0$ dan $\phi > 0$ (Janbu, 1986).....	3-8
Gambar 3.8	Nilai X_0 dan Y_0 (Janbu, 1968).....	3-8
Gambar 3.9	Angka Kestabilan (N_0).....	3-9
Gambar 3.10	Titik Kestimbangan Kritis.....	3-10
Gambar 3.11	Tinggi Muka Air Tanah Ekuivalen.....	3-10
Gambar 3.12	Pemilihan Material Pada Program.....	3-11
Gambar 4.1	Peta Wilayah.....	4-1
Gambar 4.2	Potongan Melintang Lereng.....	4-2
Gambar 4.3	Hubungan antara Sudut Geser Dalam dengan NSPT untuk tanah pasiran (Peck, et al., 1974).....	4-6
Gambar 4.4	Korelasi N- SPT dan c (Terzaghi & Peck, 1967; Sowers, 1979).....	4.6

Gambar 4.5	Hubungan Indeks Plastisitas dengan ϕ' (U.S. Navy,1971 and Ladd, et al.,1971).....	4-7
Gambar 4.6	Desain Pondasi Dangkal.....	4-8
Gambar 4.7	Program FTGBC (Coduto, 2004).....	4-9
Gambar 4.8	Peta Zonasi Indonesia (Kementrian Pekerjaan Umum, 2010).....	4-10
Gambar 4.9	<i>Total Stress Analysis</i> dengan Metode Fellenius.....	4-11
Gambar 4.10	<i>Total Stress Analysis</i> dengan Metode Bishop.....	4-12
Gambar 4.11	<i>Total Stress Analysis</i> dengan Metode Janbu.....	4-12
Gambar 4.12	<i>Total Stress Analysis</i> dengan Metode Spencer.....	4-13
Gambar 4.13	<i>Effective Stress Analysis</i> dengan Metode Fellenius.....	4-13
Gambar 4.14	<i>Effective Stress Analysis</i> dengan Metode Bishop.....	4-14
Gambar 4.15	<i>Effective Stress Analysis</i> dengan Metode Janbu.....	4-14
Gambar 4.16	<i>Effective Stress Analysis</i> dengan Metode Spencer.....	4-15
Gambar 4.17	<i>Total Stress Analysis</i> dengan Metode Fellenius.....	4-15
Gambar 4.18	<i>Total Stress Analysis</i> dengan Metode Bishop.....	4-16
Gambar 4.19	<i>Total Stress Analysis</i> dengan Metode Janbu.....	4-16
Gambar 4.20	<i>Total Stress Analysis</i> dengan Metode Spencer.....	4-17

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Faktor Keamanan Minimum Tanpa Gempa (Bowles, 2000).....	3-3
Tabel 4.1 Lapisan Tanah di <i>Waterway</i>	4-3
Tabel 4.2 Lapisan Tanah di <i>Headpond</i>	4-3
Tabel 4.3 Lapisan Tanah di <i>Penstock</i>	4-4
Tabel 4.4 Lapisan Tanah di <i>Power House</i>	4-5
Tabel 4.5 Kondisi Hidro Geologi.....	4-5
Tabel 4.6 Nilai Tipikal Berat Isi Tanah.....	4-6
Tabel 4.7 Parameter Tanah.....	4-6
Tabel 4.8 Faktor Keamanan Lereng.....	4-10

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel N-SPT

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bencana alam adalah suatu peristiwa yang dapat terjadi di mana saja dan kapan saja. Salah satunya adalah bencana tanah longsor yang kerap kali terjadi di Indonesia. Tanah longsor merupakan salah satu peristiwa bencana alam yang dapat menyebabkan kerugian seperti, rusaknya fasilitas umum, melumpuhkan kegiatan perekonomian setempat, dan menimbulkan korban jiwa. Tanah longsor terjadi dikarenakan adanya pergerakan massa tanah. Beberapa faktor yang mempengaruhi pergerakan tanah di kawasan longsor adalah kondisi topografi lereng, kondisi tanah dan bebatuan, jenis tata lahan, serta jumlah curah hujan.

Selain beberapa faktor tersebut, aktivitas manusia seperti penggunaan lahan yang berlebihan untuk memenuhi kebutuhan sarana dan prasarana juga dapat menyebabkan suatu kawasan rawan terjadi longsor. Mengetahui daerah yang rawan terjadi longsor penting untuk dilakukan agar dapat dilakukan pencegahan tanah longsor dan meminimalisir kerugian mengingat tanah longsor merupakan suatu peristiwa bencana alam yang dapat menyebabkan kerugian.

1.2 Inti Permasalahan

Salah satu kawasan yang rawan terjadi bencana tanah longsor adalah di kawasan Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTM), Cibalapulang, Jawa Barat. Sistem kerja PLTM yang menggunakan tenaga air sebagai penggeraknya dapat menyebabkan kawasan yang sebagian besar terdiri dari tanah lempung tersebut rawan longsor.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk mendapatkan desain yang sesuai dengan faktor keamanan minimum yang telah ditentukan agar kawasan PLTM

Cibalapulung, Jawa Barat terhindar dari bencana tanah longsor baik secara jangka pendek, jangka panjang, maupun saat terjadi gempa.

1.4 Lingkup Penelitian

Kawasan tanah longsor yang masuk ke dalam lingkup penelitian adalah PLTM Cibalapulung, Jawa Barat. Tanah yang terdapat di kawasan ini adalah tanah lempung. Kawasan ini dianggap rawan longsor karena adanya aliran air yang dibutuhkan PLTM sebagai tenaga penggerak agar dapat berkerja.



Gambar 1.1 Cibalapulung, Jawa Barat

1.5 Metode Penelitian

Agar tujuan dari penulisan skripsi ini tercapai, maka dilakukan proses analisis data menggunakan Metode Keseimbangan Batas (*Limit Equilibrium Method*). Metode ini merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menganalisis kestabilan lereng. Metode ini menganalisis lereng dengan membaginya menjadi beberapa irisan. Ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk metoda ini seperti Metode Fellenius, Metode Bishop, Metode Janbu, dan Metode Spencer.

Proses analisis melalui metode-metode tersebut dibantu oleh penggunaan program Slide. Selain itu data sekunder juga diperlukan didalam proses analisis agar tujuan penelitian dapat tercapai dengan baik. Data sekunder berupa hasil pengujian di laboratorium seperti uji bor dan SPT, uji *Atterberg Limits*, dan uji Triaxial UU.

1.6 Diagram Alir Penelitian

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab 1 berisi mengenai latar belakang, inti permasalahan, tujuan penulisan, lingkup penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TEORI DASAR

Bab 2 berisi mengenai teori yang berkaitan dengan longsoran dan analisis kestabilan lereng.

BAB 3 METODA ANALISIS MANUAL

Bab 3 berisi mengenai metoda yang digunakan untuk menganalisis kestabilan lereng agar terhindar dari longsoran.

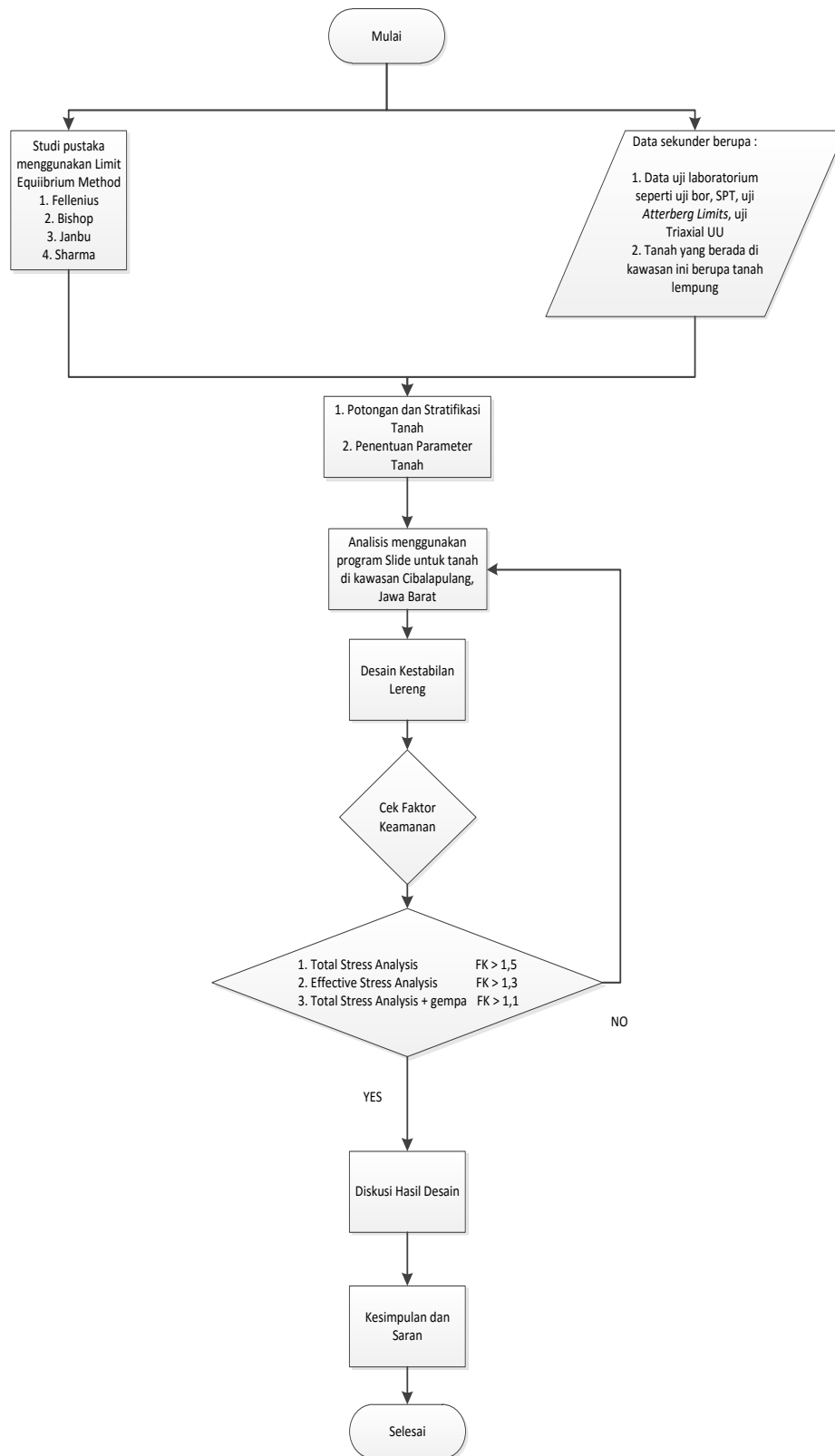
BAB 4 ANALISIS DATA

Bab 4 berisi mengenai penjabaran dari analisis yang dilakukan melalui metoda-metoda yang ada.

BAB 5 KESIMPULAN

Bab 5 berisi mengenai kesimpulan dari analisis yang telah dilakukan untuk PLTM di Cibalapulang, Jawa Barat.

1.7 Sistematika Penulisan



Gambar 1.1 Diagram Alir