

SKRIPSI

**PERILAKU PERUBAHAN FAKTOR KEAMANAN
TERHADAP WAKTU PADA LERENG YANG
DITIMBUN STUDI KASUS
JAKARTA TIMUR**



**SANDRA HARTONO
NPM : 2014410195**

PEMBIMBING : Budijanto Widjaja, Ph.D

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNI 2018**

SKRIPSI

**PERILAKU PERUBAHAN FAKTOR KEAMANAN
TERHADAP WAKTU PADA LERENG YANG
DITIMBUN STUDI KASUS
JAKARTA TIMUR**



**SANDRA HARTONO
NPM : 2014410195**

PEMBIMBING : Budijanto Widjaja, Ph.D

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNI 2018**

SKRIPSI

**PERILAKU PERUBAHAN FAKTOR KEAMANAN
TERHADAP WAKTU PADA LERENG YANG
DITIMBUN STUDI KASUS
JAKARTA TIMUR**



**SANDRA HARTONO
NPM : 2014410195**

**BANDUNG, 26 JUNI 2018
PEMBIMBING:**



Budijanto Widjaja, 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 2018**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Sandra Hartono

NPM : 2014410195

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: **“PERILAKU PERUBAHAN FAKTOR KEAMANAN TERHADAP WAKTU PADA LERENG YANG DITIMBUN STUDI KASUS JAKARTA TIMUR”** adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika di kemudian hari terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, Juni 2018



Sandra Hartono

2014410195

PERILAKU PERUBAHAN FAKTOR KEAMANAN TERHADAP WAKTU PADA LERENG YANG DITIMBUN STUDI KASUS JAKARTA TIMUR

**Sandra Hartono
NPM: 2014410195**

Pembimbing: Budijanto Widjaja, Ph.D

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNI 2018**

ABSTRAK

Lereng merupakan permukaan tanah yang memiliki kemiringan tertentu dan elevasi yang berbeda. Faktor keamanan lereng perlu ditinjau agar tidak terjadi longsor. Faktor keamanan dapat dianalisis menggunakan analisis kestabilan lereng. Tujuan dari analisa kestabilan lereng yang dilakukan adalah mendapatkan nilai faktor keamanan terhadap waktu dari lereng yang ditinjau. Analisis ini dilakukan pada daerah di Jakarta Timur. Pada daerah tersebut telah dilakukan aktivitas timbunan dari tanah asli. Analisis kestabilan lereng menggunakan metode keseimbangan batas dengan bantuan program *Slide* v7.0 dan metode elemen hingga dengan bantuan program *Plaxis 2D*. Kondisi tanah yang ditinjau dominan dengan tanah lempung. Nilai faktor keamanan yang dihasilkan dari analisis yang dilakukan berubah setiap ditambahkan lapisan tanah untuk timbunan.

Kata kunci: analisis kestabilan lereng, faktor keamanan terhadap waktu, elemen hingga, kesetimbangan batas.

THE BEHAVIOUR OF CHANGE IN THE TIME-RELATED SAFETY FACTOR ON FILL SLOPE : A CASE STUDY IN EAST JAKARTA

**Sandra Hartono
NPM: 2014410195**

Advisor: Budijanto Widjaja, Ph.D

**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
JUNE 2018**

ABSTRACT

A slope is a land surface that has a certain slope and different elevations. Slope safety factors need to be reviewed to avoid landslides. The safety factor can be analyzed using the slope stability analysis. The purpose of this slope stability analysis is to obtain the value of the time-related security factor of the slopes reviewed. This analysis has been conducted in the area of East Jakarta. In the area the piling activity has been conducted on the original soil. The analysis of slope stability is made by using the limit equilibrium method with the help of the Slide v7.0 program and finite element method with the help of the 2D Plaxis program. The soil condition observed is dominant in clay soil. The value of the safety factor generated from the analysis performed changes with each layer of soil added to the embankment.

Keywords: slope stability, time-related safety factor, finite element method, limit equilibrium method.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "PERILAKU PERUBAHAN FAKTOR KEAMANAN TERHADAP WAKTU PADA LERENG YANG DITIMBUN STUDI KASUS JAKARTA TIMUR". Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan kuliah tingkat S-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam penulisan skripsi ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, tetapi berkat saran serta dorongan semangat dari berbagai pihak, penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah memberikan kesempatan untuk dibimbing dan meluangkan waktu untuk memberikan wawasan, saran, dan kritik untuk membantu menyelesaikan skripsi ini dengan baik;
2. Orang tua yang selalu mendoakan, memberikan semangat, serta dukungan selama penulisan skripsi ini;
3. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D., Ibu Ir. Anastasia Sri Lestari, M.T., Ibu Ir. Siska Rustiani, M.T., dan Bapak Aswin Lim, Ph.D., selaku dosen penguji KBI Geoteknik yang telah memberikan saran atau masukan selama seminar judul, seminar isi, dan siding skripsi sehingga penulisan skripsi ini menjadi lebih baik;
4. Ibu Ferani Christina, S.T selaku laboran yang telah mendukung untuk menyelesaikan skripsi ini;
5. Teman-teman sesama bimbingan skripsi, Nathania, Siepi, Raymond, Dominic, Jimmy, Devina, Arvy;
6. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknik Sipil yang telah banyak membantu serta memberi dukungan dan semangat selama pembuatan skripsi ini;
7. Serta pihak-pihak yang membantu secara langsung maupun tidak langsung yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, penulis berharap adanya saran dan kritik yang dapat menyempurnakan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat berguna dan menambah wawasan bagi pihak yang membacanya.

Bandung, Juni 2018



Sandra Hartono

2014410195

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| ABSTRAK | i |
| ABSTRACT | iii |
| PRAKATA | v |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| 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 Pembatasan Masalah | 1-1 |
| 1.5 Metode Penelitian | 1-2 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 1-2 |
| 1.7 Diagram Alir Penelitian | 1-3 |
| BAB 2 STUDI PUSTAKA | 2-1 |
| 2.1 Pengertian Lereng | 2-1 |
| 2.1.1 Lereng Alam | 2-1 |
| 2.1.2 Lereng Buatan | 2-1 |
| 2.2 Pengertian Longsor | 2-2 |
| 2.3 Faktor Penyebab Longsor | 2-2 |
| 2.3.1 Penurunan Kuat Geser | 2-3 |
| 2.3.2 Peningkatan Tegangan Geser | 2-5 |
| 2.4 Jenis Longsoran | 2-6 |
| 2.4.1 Runtuhan (Falls) | 2-7 |
| 2.4.2 Pengelupasan (Topples) | 2-8 |
| 2.4.3 Longsoran (Slides) | 2-8 |
| 2.4.4 Flows | 2-9 |
| 2.4.5 Lateral Spread | 2-11 |
| 2.5 Aspek Geologi pada Kestabilan Lereng | 2-12 |
| 2.6 Penyebab Perubahan Faktor Keamanan | 2-13 |

| | |
|---|------|
| BAB 3 METODE PENELITIAN | 3-1 |
| 3.1 Faktor Keamanan | 3-1 |
| 3.2 <i>Limit Equilibrium Method (LEM)</i> | 3-2 |
| 3.2.1 Metode Fellenius..... | 3-2 |
| 3.2.2 Metode Bishop | 3-3 |
| 3.2.3 Metode Janbu | 3-4 |
| 3.3 Analisis Menggunakan Program <i>Slide</i> | 3-9 |
| 3.3.1 Penentuan Parameter..... | 3-9 |
| 3.3.2 Analisis Stabilitas Lereng | 3-9 |
| 3.4 Metode Elemen Hingga..... | 3-9 |
| 3.5 Analisis Menggunakan Program <i>Plaxis 2D</i> | 3-10 |
| BAB 4 ANALISIS DATA..... | 4-1 |
| 4.1 Deskripsi Kasus | 4-1 |
| 4.2 Penyelidikan Tanah | 4-1 |
| 4.3 Parameter Tanah..... | 4-2 |
| 4.4 Analisis Faktor Keamanan Menggunakan Program <i>Slide</i> | 4-6 |
| 4.4.1 Parameter Data yang digunakan pada Program <i>Slide</i> | 4-6 |
| 4.4.2 Hasil Analisis Menggunakan Program <i>Slide</i> | 4-7 |
| 4.5 Analisis Faktor Keamanan Terhadap Waktu Menggunakan Program <i>Plaxis</i> 2D | 4-8 |
| 4.5.1 Parameter Data <i>Input</i> | 4-8 |
| 4.5.2 Perhitungan Konsolidasi | 4-9 |
| 4.5.3 Faktor Keamanan Terhadap Waktu | 4-12 |
| 4.5.4 Bidang Gelincir..... | 4-13 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN..... | 5-1 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 5-1 |
| 5.2 Saran | 5-1 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | xix |

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

| | |
|------------|--|
| F_m | = Faktor Keamanan (Momen) |
| M_r | = Momen Tahan (<i>Resisting Moment</i>) |
| M_d | = Momen Penggerak (<i>Driving Moment</i>) |
| F_f | = Faktor Keamanan (Gaya) |
| F_r | = Gaya Tahan (<i>Resisting Forces</i>) |
| c | = kohesi tanah pada bidang gelincir |
| ϕ | = sudut geser dalam |
| b | = lebar irisan |
| W | = berat segmen tanah |
| γ_w | = berat isi air |
| α | = sudut yang dibentuk antara W dari titik pusat gelincir |
| u | = tekanan air pori |
| c | = kohesi tanah pada bidang gelincir |
| ϕ | = sudut geser dalam |
| α | = kemiringan bidang longsor |
| W | = berat segmen tanah |
| b | = lebar irisan |
| S | = kekuatan geser yang bekerja sepanjang bidang longsor |
| r | = jari- jari bidang longsor |
| u | = tekanan air pori |
| N_o | = angka kestabilan |
| γ | = berat isi tanah |
| H | = tinggi lereng |
| q | = beban merata permukaan |
| γ_w | = berat isi air |
| H_w | = tinggi muka air |
| μ_t | = faktor reduksi regangan tarik |
| μ_q | = faktor reduksi beban |
| μ_w | = faktor reduksi muka air |

x

μ'_w = faktor reduksi rembesan

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|------|
| Gambar 2-1 <i>Falls</i> (Highland dan Johnson, 2004)..... | 2-7 |
| Gambar 2-2 <i>Topples</i> (Highland dan Johnson, 2004) | 2-8 |
| Gambar 2-4 Longsoran Translasi (Highland dan Johnson, 2004) | 2-9 |
| Gambar 2-5 <i>Block Slide</i> (Highland dan Johnson, 2004)..... | 2-9 |
| Gambar 2-6 Debris flow (Highland dan Johnson, 2004)..... | 2-10 |
| Gambar 2-7 Debris Avalanche (Highland dan Johnson, 2004) | 2-10 |
| Gambar 2-8 <i>Earth flow</i> (Highland dan Johnson, 2004)..... | 2-11 |
| Gambar 2-9 <i>Creep</i> (Highland dan Johnson, 2004) | 2-11 |
| Gambar 2-10 <i>Lateral spread</i> (Highland dan Johnson, 2004) | 2-12 |
| Gambar 2-11 Grafik perubahan tegangan total, tegangan geser, tekanan air pori dan faktor keamanan terhadap waktu (Coduto,2001) | 2-14 |
| Gambar 3-1 Pembagian Bidang Longsor (Sumber : Liong 2012)..... | 3-2 |
| Gambar 3-2 Potongan gaya pada metode Fellenius (Duncan, 2014)..... | 3-3 |
| Gambar 3-3 Potongan gaya pada metode Bishop (Duncan,2014) | 3-4 |
| Gambar 3-4 Titik pusat bidang gelincir untuk tanah $\phi = 0$ (Duncan,2014)..... | 3-5 |
| Gambar 3-5 Angka kestabilan (N_o) (Janbu, 1968)..... | 3-5 |
| Gambar 3-6 Faktor reduksi beban (Duncan,2014)..... | 3-6 |
| Gambar 3-7 Faktor Reduksi Muka Air, Faktor Rembesan (Duncan,2014) | 3-7 |
| Gambar 3-8 Faktor reduksi regangan Tarik (Duncan,2014)..... | 3-7 |
| Gambar 3-9 Titik pusat bidang gelincir untuk tanah $\phi > 0$ (Duncan,2014)..... | 3-8 |
| Gambar 4-1 Grafik hubungan NSPT terhadap c (Terzaghi & Peck,1967) | 4-2 |
| Gambar 4-2 Hubungan Indeks Plastisitas dengan ϕ' (Holtz, 1981)..... | 4-3 |
| Gambar 4-3 Hubungan sudut geser dalam terhadap kedalaman..... | 4-4 |
| Gambar 4-4 Hubungan kohesi terhadap kedalaman | 4-4 |
| Gambar 4-5 Hubungan nilai berat isi tanah terhadap kedalaman | 4-5 |
| Gambar 4-6 Lereng yang dianalisis menggunakan program <i>Slide</i> | 4-6 |
| Gambar 4-7 Model tanah yang dianalisis pada program Plaxis 2D..... | 4-8 |
| Gambar 4-8 Letak titik tinjauan A | 4-10 |
| Gambar 4-9 Perubahan nilai <i>excess pore pressure</i> | 4-10 |
| Gambar 4-10 Perubahan nilai <i>active pore pressure</i> | 4-11 |

| | |
|---|------|
| Gambar 4-11 Perubahan nilai tegangan vertikal total | 4-11 |
| Gambar 4-12 Perubahan nilai tegangan vertikal efektif..... | 4-12 |
| Gambar 4-13 Perubahan nilai faktor keamanan terhadap waktu..... | 4-12 |
| Gambar 4-14 Bidang gelincir pada hari ke-36 | 4-13 |
| Gambar 4-15 Bidang gelincir pada hari ke-48 | 4-13 |
| Gambar 4-16 Bidang gelincir pada hari ke-60 | 4-13 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|-----|
| Tabel 2-1 Klasifikasi Pergerakan Lereng (Varnes, 1978)..... | 2-7 |
| Tabel 4-1 Lapisan Tanah B-02..... | 4-1 |
| Tabel 4-2 Lapisan Tanah B-14..... | 4-2 |
| Tabel 4-3 Tabel Hubungan NSPT terhadap nilai berat isi tanah(γ) dan sudut geser dalam(ϕ')(Budhu,2011) | 4-3 |
| Tabel 4-4 Perkiraan Angka Poisson (Bowles, 1997) | 4-5 |
| Tabel 4-5 Parameter Tanah | 4-6 |
| Tabel 4-6 Parameter data untuk kondisi <i>total stress analysis</i> | 4-7 |
| Tabel 4-7 Parameter data untuk kondisi <i>effective stress analysis</i> | 4-7 |
| Tabel 4-8 Hasil analisis faktor keamanan menggunakan program <i>Slide</i> | 4-7 |
| Tabel 4-9 Parameter data pada program Plaxis 2D..... | 4-9 |
| Tabel 4-10 Waktu konsolidasi | 4-9 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|------|
| Lampiran 1 Data bor log B-02 (kedalaman 0-21 meter)..... | L1-2 |
| Lampiran 2 Data bor log B-02 (kedalaman 21-41 meter)..... | L1-3 |
| Lampiran 3 Data bor log B-02 (kedalaman 41-61 meter)..... | L1-4 |
| Lampiran 4 Data bor log B-02 (kedalaman 61-81 meter)..... | L1-5 |
| Lampiran 5 Data bor log B-12 (kedalaman 0-21 meter)..... | L1-6 |
| Lampiran 6 Data bor log B-12 (kedalaman 21-41 meter)..... | L1-7 |
| Lampiran 7 Data bor log B-14 (kedalaman 0-21 meter)..... | L1-8 |
| Lampiran 8 Data bor log B-14 (kedalaman 21-41 meter)..... | L1-9 |
| Lampiran 9 Hasil Uji Laboratorium (B-01,B-02 dan B-03) | L2-2 |
| Lampiran 10 Hasil Uji Laboratorium (B-01,B-02 dan B-03) | L2-3 |
| Lampiran 11 Site Plan | L3-2 |
| Lampiran 12 Total Stress Analysis Metode Fellenius | L4-2 |
| Lampiran 13 Total Stress Analysis Metode Bishop..... | L4-2 |
| Lampiran 14 Total Stress Analysis Metode Janbu..... | L4-2 |
| Lampiran 15 Effective Stress Analysis Metode Fellenius | L4-3 |
| Lampiran 16 Effective Stress Analysis Metode Bishop | L4-3 |
| Lampiran 17 Effective Stress Analysis Metode Janbu | L4-3 |
| Lampiran 18 Bidang gelincir pada kondisi <i>Initial</i> | L5-2 |
| Lampiran 19 Bidang gelincir pada hari ke-12 konsolidasi | L5-2 |
| Lampiran 20 Bidang gelincir pada hari ke-24 konsolidasi | L5-2 |
| Lampiran 21 Bidang gelincir pada hari ke-36 konsolidasi | L5-3 |
| Lampiran 22 Bidang gelincir pada hari ke-48 konsolidasi | L5-3 |
| Lampiran 23 Bidang gelincir pada hari ke-60 konsolidasi | L5-3 |
| Lampiran 24 Bidang gelincir pada hari ke-72 konsolidasi | L5-4 |
| Lampiran 25 Bidang gelincir pada hari ke-84 konsolidasi | L5-4 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam pekerjaan pembangunan, pekerjaan timbunan dibutuhkan pada awal pekerjaan pembangunan. Pada setiap pekerjaan timbunan harus diketahui karakteristik tanahnya dan juga kestabilan lereng pada daerah tersebut. Karakteristik tanah yang berbeda di setiap tempat menyebabkan kestabilan tanah juga berbeda di setiap tempat, sama juga dengan tanah yang ada di Jalan Lapangan Tembak, Jakarta Timur. Hal ini berguna untuk memperkecil resiko saat pekerjaan timbunan, diperlukan analisis kestabilan lereng agar tanah yang digunakan memenuhi faktor keamanan.

1.2 Inti Permasalahan

Pekerjaan timbunan yang dilakukan pada awal pekerjaan proyek merupakan pekerjaan yang penting dalam suatu proyek. Tetapi dalam pekerjaan timbunan ini dibutuhkan keamanan dalam pengerjaannya, dalam hal ini kestabilan lereng adalah hal yang harus diperhatikan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis stabilitas lereng pada pekerjaan timbunan dengan menggunakan program Plaxis 2D dan Slide 7, untuk mengetahui perilaku perubahan faktor keamanan (FK) terhadap waktu.

1.4 Pembatasan Masalah

Lingkup penelitian yang diteliti pada skripsi ini, sebagai berikut :

1. Jenis tanah yang diteliti adalah tanah lempung
2. Lokasi penelitian di Jakarta Timur
3. Analisis yang di lakukan menggunakan pendekatan *Total Stress Analysis* dan *Effective Stress Analysis*.

1.5 Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk menganalisis :

1. Metode Keseimbangan Batas (*Limit Equilibrium Method*), menganalisis lereng berprinsip pada keseimbangan gaya dengan cara membagi lereng menjadi beberapa irisan. Dalam menentukan irisan ada beberapa metode seperti metode Fellenius, Bishop, Janbu. Program yang digunakan adalah Slide 7.
2. Metode Elemen Hingga
Program yang digunakan Plaxis 2D. Metode ini untuk mendapatkan nilai faktor keamanan terhadap waktu.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan penelitian ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

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

BAB 2 STUDI PUSTAKA

Bab 2 memuat landasan teori yang digunakan pada penelitian ini mengenai lereng, longsoran, analisis kestabilan lereng.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab 3 memuat metode yang digunakan dan juga teori yang digunakan sebagai acuan.

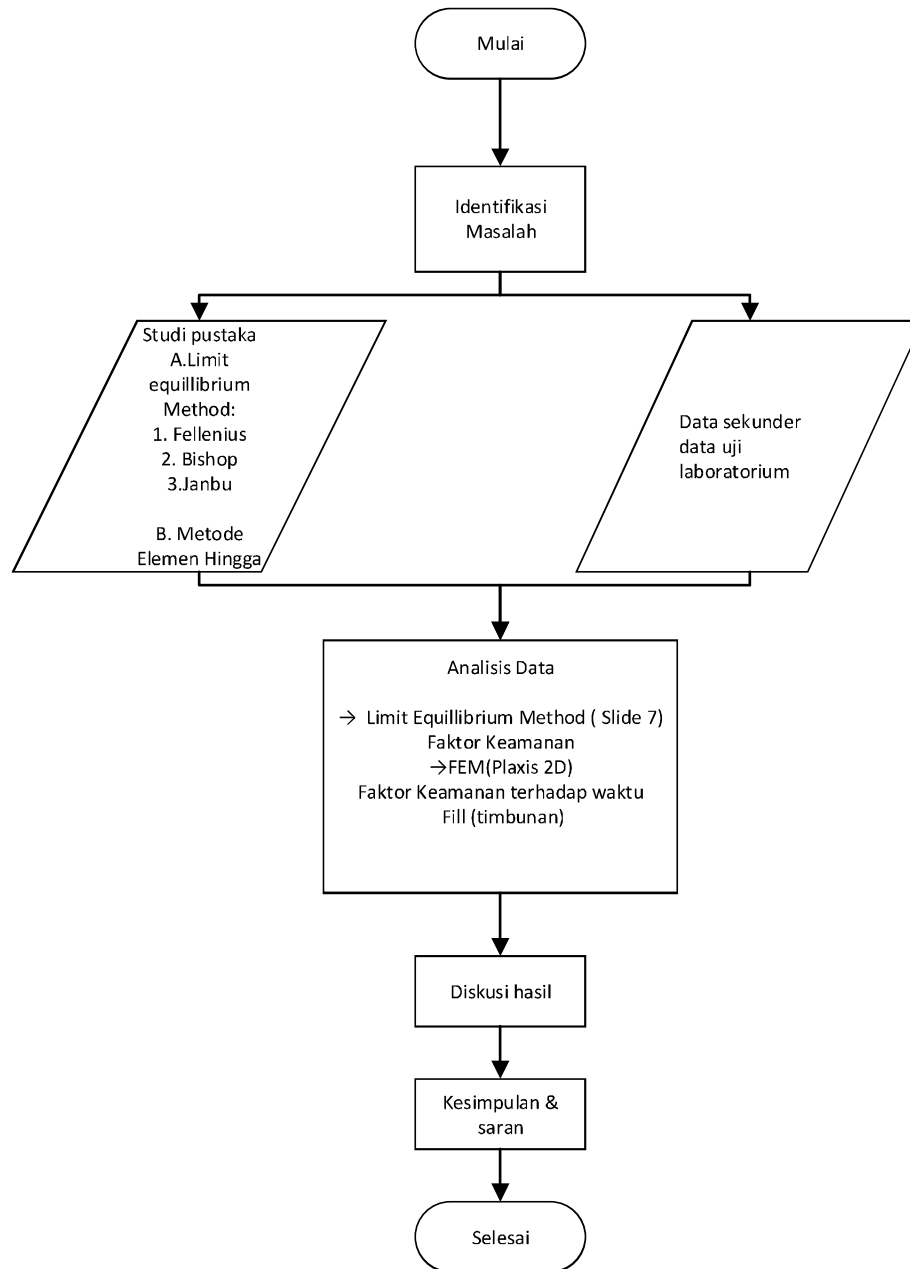
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab 4 memuat hasil analisis dari mencari faktor keamanan terhadap waktu menggunakan program Plaxis 2D dan analisis mencari faktor keamanan menggunakan program Slide.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab 5 memuat kesimpulan dari hasil analisis untuk faktor keamanan terhadap waktu pada studi kasus di Jakarta Timur.

1.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1.1 Diagram alir

