

**SKRIPSI**

**EVALUASI LONGSORAN DI JALAN NASIONAL  
SAMARINDA - BONTANG**



**VINCENS AGUNG  
NPM : 2015410148**

**PEMBIMBING : Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D.**

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



**SKRIPSI**  
**EVALUASI LONGSORAN DI JALAN NASIONAL**  
**SAMARINDA - BONTANG**



**VINCENS AGUNG**  
**NPM: 2015410148**

**BANDUNG, JUNI 2019**

**PEMBIMBING:**

**Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D.**

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



## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Vincens Agung

NPM : 2015410148

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul *Evaluasi Longsoran di Jalan Nasional Samarinda - Bontang* 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, Juni 2019



Vincens Agung

NPM: 2015410148



# **EVALUASI LONGSORAN DI JALAN NASIONAL SAMARINDA - BONTANG**

**Vincens Agung  
NPM : 2015410148**

**Pembimbing : Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D.**

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

## **ABSTRAK**

Salah satu penyebab terjadinya longsor adalah meningkatnya kadar air dalam tanah. Tanah tufa memiliki sifat sensitif air, di mana apabila tanah terekspos air dalam periode waktu tertentu maka tanah akan mengalami disintegrasi. Dalam studi ini, analisis stabilitas lereng dilakukan untuk mengetahui seberapa besar peningkatan kekuatan tanah ditinjau dari angka faktor keamanan. Analisis dilakukan pada ruas jalan nasional Samarinda - Bontang menggunakan parameter tanah berdasarkan korelasi data *Cone Penetrometer Test* (CPT), dan dilakukan pemodelan dengan bantuan program komputer PLAXIS. Kondisi tanah di daerah tinjauan dominan tanah tufa. Dilakukan penanganan lereng dengan menggunakan *soil cement* dan *borpile*. Melalui analisis ini dapat disimpulkan bahwa penanganan lereng menggunakan *soil cement* dan *borpile* dapat meningkatkan kestabilan lereng.

Kata kunci: tanah tufa, kestabilan lereng, *soil cement*, faktor keamanan, PLAXIS





# **LANDSLIDE EVALUATION ON SAMARINDA - BONTANG NATIONAL ROAD**

**Vincens Agung  
NPM : 2015410148**

**Advisor : Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D.**

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

## **ABSTRACT**

One of many causes which landslides can occur is the increasing of water content in the soil body. Tuff soil is a water sensitive material, in which soil constant exposure to water can lead to soil disintegration. In this study, slope stability analysis will show the improvement made on the soil strength on which the value of safety factor can be obtained. This analysis is conducted on Samarinda - Bontang National Road with soil parameters based on Cone Penetrometer Test (CPT) data correlation, and a model of the slope was made with the help of the PLAXIS computer program. The observed soil condition is dominant in tuff soil. Soil cement and borpile was used for slope improvement. From this analysis, one to be concluded is the use of soil cement and borpile improves the soil stability.

Keywords: tuff soil, slope stability, soil cement, safety factor, PLAXIS



## **PRAKATA**

Puji syukur dan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa, oleh karena berkat dan rahmat-Nya skripsi berjudul "Evaluasi Longsor di Jalan Nasional Samarinda - Bontang" dapat diselesaikan dengan baik. Penulisan skripsi ini menjadi salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat S-1 (Sarjana) di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Berbagai tantangan, hambatan, maupun kesulitan telah dilalui dalam proses penulisan skripsi ini. Tetapi dengan kritik, saran, doa serta dukungan dari berbagai pihak pada akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, ucapan terima kasih disampaikan kepada:

1. Orang tua tercinta, Abraham Kurnia dan Veronika Mimi, serta adik-adik terkasih Gisella Puteri dan Vianney Puteri dan oma terkasih Toeng Soei Nio yang telah memberikan doa dan semangat sepanjang perjalanan penulisan skripsi ini.
2. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah mencurahkan tenaga dan ilmunya, dan dengan sabar memberikan bimbingan dan arahan selama penulisan skripsi ini.
3. Seluruh dosen dan staff pengajar KBI Geoteknik Universitas Katolik Parahyangan selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan sarannya untuk penyelesaian skripsi ini.
4. Andra Ardiana, S.T., Kevin Martandi Setianto, S.T., dan Yohanes Suryanto, S.T. sebagai rekan diskusi mengenai materi dalam penulisan skripsi ini.
5. Alia Azzahra, Carlina Prasetya, Ericka Marid'sha, Nabila Qolbi, Natasha Hartieni, Pio Kefas, dan Raszi selaku teman seperjuangan satu bimbingan yang telah saling membantu dalam proses pengerjaan skripsi ini.
6. Albert Kuncoro, Christian William, Evan Darian, Jeanly Syahputri, Lodewijk Hans, dan Stevan Samosir yang senantiasa memberikan bantuan berupa materi perkuliahan maupun non perkuliahan serta semangat dan energi positif.

7. Teman-teman Sipil Unpar 2015 serta Masyarakat Sipil atas segala pembelajaran, bantuan, dan kebersamaannya selama proses perkuliahan dari awal hingga akhir.
8. Serta berbagai pihak, baik individu maupun kelompok yang telah berjasa dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Tentu disadari sepenuhnya bahwa skripsi ini tidak lepas dari ketidaksempurnaan. Oleh karena itu, adanya kritik maupun saran yang membangun akan sangat diharapkan. Akhir kata, terima kasih dan semoga skripsi ini dapat membawa manfaat bagi para pembacanya.

Bandung, Juni 2019



Vincens Agung

2015410148

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
PRAKATA .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1-1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1-1
1.2 Inti Permasalahan .....	1-2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	1-2
1.4 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 Tanah Tufa .....	2-1
2.2 Kuat Geser Tanah .....	2-1
2.3 Analisis Stabilitas Lereng .....	2-3
2.3.1 Lereng Alami .....	2-3
2.3.2 Lereng Buatan .....	2-4
2.3.3 Longsoran .....	2-4
1. Longsoran Rotasi .....	2-4
2. Longsoran Translasi .....	2-5

2.3.4 Faktor Terjadinya Longsoran .....	2-5
2.3.5 Metode Stabilisasi Lereng .....	2-6
1. Perbaikan Tanah.....	2-6
2. Perkuatan Tanah.....	2-7
2.4 Faktor Keamanan.....	2-7
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>	<b>3-1</b>
3.1 Metode Elemen Hingga .....	3-1
3.2 Program Komputer PLAXIS .....	3-2
3.2.1 Elemen Tanah (Soil Elements).....	3-3
1. Geometri Obyek.....	3-3
2. Mesh Generation .....	3-4
3. Elemen Antar Muka ( <i>Interface Elements</i> ) .....	3-4
3.2.2 Kondisi Batas ( <i>Boundaries Condition</i> ).....	3-5
3.2.3 Properti Bahan ( <i>Material Properties</i> ).....	3-5
3.2.4 Kondisi Air Tanah ( <i>Groundwater Conditions</i> ) .....	3-5
3.2.5 <i>Mesh Generation</i> .....	3-5
3.3 Analisis Program Komputer PLAXIS .....	3-6
3.4 Analisis Balik ( <i>Back Analysis</i> ) .....	3-8
<b>BAB 4 STUDI KASUS .....</b>	<b>4-1</b>
4.1 Deskripsi Masalah .....	4-1
4.2 Peta Kontur .....	4-1
4.3 Data dan Pelapisan Tanah .....	4-2
4.4 Korelasi Parameter Tanah .....	4-4
4.4.1 Nilai Berat Jenis Tanah ( $\gamma$ ) .....	4-4
4.4.2 Nilai Kohesi Efektif ( $c'$ ).....	4-5
4.4.3 Nilai Sudut Geser Efektif ( $\phi'$ ).....	4-5

4.4.4 Modulus Tanah (E) & Angka Poisson ( $\nu$ ).....	4-5
4.4.5 Koefisien Permeabilitas Tanah (k).....	4-6
4.4.6 Properti <i>Soil-Structure Interaction</i> ( $R_{inter}$ ) .....	4-6
4.5 Metode Penanganan Longsoran .....	4-6
4.6 Data <i>Borpile</i> & Dinding Penahan Tanah (DPT) .....	4-7
4.7 Parameter Untuk Analisis .....	4-8
4.7.1 Parameter Tanah.....	4-8
4.7.2 Parameter Dinding Penahan Tanah.....	4-8
4.7.3 Parameter <i>Plate</i> Untuk <i>Borpile</i> .....	4-8
4.8 Tahapan Konstruksi .....	4-9
4.9 Analisis Balik Dengan Program Komputer PLAXIS .....	4-11
4.10 Penanganan Dengan <i>Borpile</i> dan Timbunan <i>Soil Cement</i> .....	4-12
4.11 Gaya-gaya Pada <i>Borpile</i> .....	4-13
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>5-1</b>
5.1 Kesimpulan .....	5-1
5.2 Saran.....	5-1
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>xxvii</b>





## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$c$	=	kohesi tanah
$c'$	=	kohesi tanah efektif
cm	=	centimeter
CPT	=	<i>Cone Penetrometer Test</i>
$d$	=	diameter
DPT	=	Dinding Penahan Tanah
$E$	=	modulus elastisitas
$f_c'$	=	kuat tekan beton
FK	=	Faktor Keamanan
$k$	=	koefisien permeabilitas tanah
kg	=	kilogram
kN	=	kilo-Newton
m	=	meter
N	=	Newton
N-SPT	=	<i>N - Standard Penetration Test</i>
$q_c$	=	tekanan konus
$R_{inter}$	=	faktor reduksi kuat geser antarmuka
SNI	=	Standar Nasional Indonesia
t	=	ton
$u$	=	tegangan air pori
$^\circ$	=	derajat
$\gamma$	=	berat jenis tanah
$\gamma_{sat}$	=	berat jenis tanah tersaturasi
$\varepsilon$	=	regangan
$\mu$	=	<i>poisson's ratio</i>
$\sigma$	=	tegangan, tegangan geser
$\sigma'$	=	tegangan geser efektif
$\tau$	=	tegangan normal
$\phi$	=	sudut geser dalam
$\phi'$	=	sudut geser dalam efektif

$\varphi'_r$  = sudut geser dalam residual

$\psi$  = sudut dilatansi

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Diagram Alir Penelitian.....	1-4
<b>Gambar 2.1</b> Longsoran Rotasi .....	2-4
<b>Gambar 2.2</b> Longsoran Translasi.....	2-5
<b>Gambar 3.1</b> Elemen, Nodal, dan Titik Stress .....	3-3
<b>Gambar 3.2</b> Hubungan Elemen Antar Muka dengan Elemen Tanah .....	3-5
<b>Gambar 4.1</b> Lokasi Tinjauan .....	4-1
<b>Gambar 4.2</b> Peta Kontur .....	4-2
<b>Gambar 4.3</b> Potongan Lereng.....	4-2
<b>Gambar 4.4</b> Identifikasi Jenis Tanah .....	4-3
<b>Gambar 4.5</b> Pemodelan Lapis Tanah.....	4-3
<b>Gambar 4.6</b> Metode Estimasi Sudut Geser Dalam Efektif ( $\phi'$ ) Berdasarkan Hasil Tahanan Ujung Konus ( $q_c$ ).....	4-5
<b>Gambar 4.7</b> Detail Timbunan Soil Cement & Pemasangan Borpile .....	4-7
<b>Gambar 4.8</b> Detail Borpile & DPT.....	4-7
<b>Gambar 4.9</b> Tahapan Konstruksi .....	4-9
<b>Gambar 4.10</b> Initial Condition.....	4-9
<b>Gambar 4.11</b> Pengupasan Material.....	4-10
<b>Gambar 4.12</b> Aktivasi Borpile.....	4-10
<b>Gambar 4.13</b> Aktivasi DPT .....	4-11
<b>Gambar 4.14</b> Aktivasi Timbunan Soil Cement .....	4-11
<b>Gambar 4.15</b> Faktor Keamanan Sebelum Penanganan .....	4-12
<b>Gambar 4.16</b> Faktor Keamanan Setelah Penanganan.....	4-13
<b>Gambar 4.17</b> Potensi Bidang Gelincir Pada Lereng.....	4-13
<b>Gambar 4.18</b> Gaya-gaya Pada Borpile .....	4-14
<b>Gambar 4.19</b> Diagram Interaksi Borpile .....	4-15



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4.1</b> Interpretasi Jenis Tanah Berdasarkan Data CPT.....	4-3
<b>Tabel 4.2</b> Jenis Tanah Pada Lereng Tinjauan.....	4-4
<b>Tabel 4.3</b> Soil Unit Weight.....	4-4
<b>Tabel 4.4</b> Koefisien Permeabilitas Tanah.....	4-6
<b>Tabel 4.5</b> Properti Soil-Structure Interaction .....	4-6
<b>Tabel 4.6</b> Parameter Tanah.....	4-8
<b>Tabel 4.7</b> Parameter Dinding Penahan Tanah (DPT).....	4-8
<b>Tabel 4.8</b> Parameter Borpile.....	4-9
<b>Tabel 4.9</b> Parameter Tanah Residual.....	4-12
<b>Tabel 4.10</b> Gaya-gaya Pada Borpile.....	4-14



## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 LOKASI LERENG, <i>BORPILE</i> , DAN DINDING PENAHAN TANAH (DPT) .....	L1
LAMPIRAN 2 POTONGAN LERENG TINJAUAN .....	L2
LAMPIRAN 3 DETAIL POTONGAN, <i>BORPILE</i> , DAN DINDING PENAHAN TANAH (DPT) .....	L3
LAMPIRAN 4 DATA <i>DUTCH CONE PENETROMETER TEST</i> (CPT) .....	L4
LAMPIRAN 5 TAHAPAN KONSTRUKSI <i>BORPILE</i> , DINDING PENAHAN TANAH (DPT), <i>SOIL CEMENT</i> .....	L5





# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Tanah secara umum adalah material terdiri dari butiran-butiran padat (mineral maupun bahan organik yang melapuk) yang saling lepas satu sama lain secara kimia umumnya disertai dengan rongga yang terisi dengan zat cair maupun gas (Braja, 1988). Dalam dunia teknik sipil, tanah memegang peranan penting dalam pekerjaan konstruksi, terutama sebagai tempat di mana pondasi dan bangunan berdiri. Jenis dan sifat-sifat dasar tanah akan mempengaruhi bagaimana perilaku tanah terhadap pembebanan. Perilaku tanah tentunya harus diperhitungkan dalam kegiatan konstruksi, mulai dari proses perencanaan, saat konstruksi, sampai kepada mitigasi dan penanganan apabila terjadi kegagalan.

Tanah vulkanik merupakan jenis tanah yang terdiri dari material vulkanik, umumnya berasal dari abu atau debu vulkanik. Tufa (*Tuff*) merupakan salah satu material yang berasal dari material vulkanik yang mengalami kompaksi. Material tufa memiliki sifat sensitif terhadap kadar air. Apabila material ini terkena air dalam jangka waktu tertentu, maka tanah ini akan kehilangan kekuatan gesernya dan kemudian mengalami disintegrasi. Hal ini dapat menyebabkan kerusakan struktur yang berdiri di atas tanah tufa, di mana tidak ada yang menopang beban dari struktur tersebut.

Berbicara mengenai kegagalan pada lereng, perlu dipertimbangkan prinsip dasar stabilitas lereng, di mana kekuatan geser tanah harus lebih besar daripada beban yang akan ditahan. Penurunan kekuatan geser tanah ataupun meningkatnya beban yang diberikan dapat menjadi penyebab dari kegagalan suatu lereng. Salah satu bentuk kegagalan lereng adalah longsor, yang merupakan sebuah peristiwa di mana sejumlah massa tanah bergerak turun secara bersamaan. Salah satu penyebab terjadinya longsor adalah meningkatnya kadar air dalam tanah.

Pada tahun 2000, terjadi longsoran pada Ruas Jalan Nasional Samarinda-Bontang. Longsoran terjadi sepanjang 30 meter, yang disebabkan oleh hujan yang terjadi selama beberapa waktu. Dilakukan beberapa hal untuk menangani masalah

longsor ini, antara lain dengan menggunakan geotextile dan turap penahan tanah dengan bored pile. Setelah dilakukan studi di lokasi kejadian, ditemukan solusi berupa stabilisasi tanah dengan mencampurkan sebagian tanah dengan semen.

## **1.2 Inti Permasalahan**

Tanah di lokasi terjadinya longsor merupakan tanah jenis Tufa (*Tuff Soil*), di mana apabila material ini terkena air akan mengalami disintegrasi sehingga tanah kehilangan kekuatan gesernya. Dalam studi ini, dilakukan korelasi berdasarkan data lapangan untuk mengetahui nilai parameter kuat geser tanah. Dari nilai tersebut, dapat diperkirakan seberapa besar peningkatan kuat geser tanah ditinjau dari Faktor Keamanan (FK) timbunan setelah dilakukan stabilisasi dengan semen.

## **1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

Berdasarkan uraian di atas, maksud dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari mekanisme terjadinya keruntuhan lereng
2. Menentukan nilai parameter kuat geser tanah dari tanah tufa di lokasi longsor Jalan Nasional Samarinda-Bontang.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar peningkatan kekuatan tanah ditinjau dari nilai Faktor Keamanan (FK) setelah dilakukan stabilisasi dengan menggunakan semen.

## **1.4 Lingkup Penelitian**

Penelitian yang dilakukan dalam penulisan skripsi ini mencakup:

1. Nilai parameter tanah diperoleh melalui korelasi terhadap data lapangan berupa uji sondir.
2. Berdasarkan data proyek, tanah di lokasi tinjauan termasuk jenis tanah tufa.
3. Proses analisis nilai parameter kuat geser tanah dengan menggunakan program komputer PLAXIS.

## **1.5 Metode Penelitian**

Dalam penulisan skripsi ini digunakan metode penelitian sebagai berikut:

1. Studi pustaka berdasarkan buku, jurnal maupun literatur mengenai tanah tufa, dan lereng serta mekanisme terjadinya longosoran.
2. Korelasi untuk mendapatkan parameter tanah berdasarkan data lapangan berupa uji sondir.
3. Melakukan pemodelan dengan bantuan program komputer PLAXIS untuk mendapatkan nilai Faktor Keamanan (FK) setelah dilakukan stabilisasi.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Dalam penulisan skripsi ini, pembahasan terbagi ke dalam 5 bab dengan uraian sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini membahas mengenai latar belakang penelitian, inti permasalahan, maksud dan tujuan penelitian, lingkup penelitian, metode penelitian, serta sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini memaparkan segala informasi yang berasal dari buku, jurnal, artikel, maupun literatur yang pernah dipublikasi dari narasumber, termasuk di dalamnya artikel elektronik yang diperoleh dari internet yang berguna dalam proses penelitian.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini membahas proses penelitian berkaitan dengan pengambilan data berupa parameter kuat geser tanah dan sudut geser dalam yang akan digunakan dalam analisis.

### **BAB IV ANALISIS HASIL PENGUJIAN**

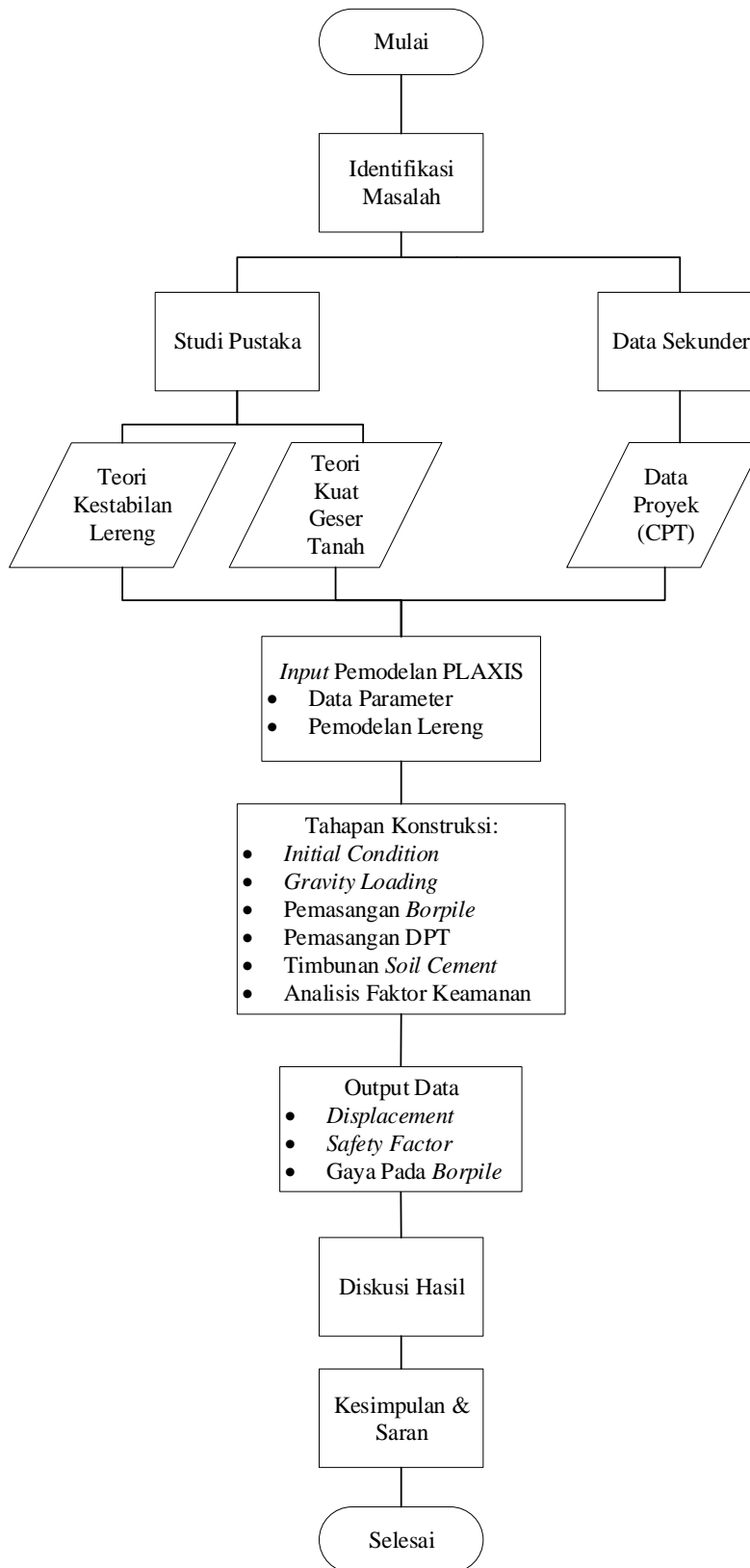
Bab ini memaparkan hasil analisis dari parameter yang didapatkan untuk mengetahui peningkatan kekuatan tanah sampel menggunakan bantuan program komputer PLAXIS.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan penelitian dari hasil analisis, dan saran yang berguna.

## 1.7 Diagram Alir

Diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.1.



**Gambar 1.1** Diagram Alir Penelitian