

**SKRIPSI**

**ANALISIS LONGSORAN GALIAN JALAN TOL PADA  
AREA *CLAYSHALE***



**TIARA AYUNINGTIAS  
NPM: 2013410003**

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

**SKRIPSI**

**ANALISIS LONGSORAN GALIAN JALAN TOL PADA  
AREA *CLAYSHALE***



**TIARA AYUNINGTIAS  
NPM: 2013410003**

**BANDUNG, 16 JUNI 2017  
PEMBIMBING**

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

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama Lengkap : Tiara Ayuningtias

NPM : 2013410003

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “ANALISIS LONGSORAN GALIAN JALAN TOL PADA AREA *CLAYSHALE*” 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 2017



Tiara Ayuningtias

# ANALISIS LONGSORAN GALIAN JALAN TOL PADA AREA CLAYSHALE

Tiara Ayuningtias  
NPM: 2013410003

Pembimbing: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., 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

*Clayshale* adalah jenis tanah yang terbentuk akibat litifikasi tanah yang mengalami sedimentasi kemudian berubah menjadi batuan yang material pembentuknya terkompaksi (*consolidated*). *Clayshale* terkenal atas masalah karakteristiknya yang dapat bersifat rapuh dan durabilitas yang rendah. Di Indonesia terdapat banyak daerah yang memiliki lapisan *clayshale* dibawah lapisan tanah koluvial, salah satu contohnya adalah konstruksi galian di ruas jalan tol Ungaran – Bawen. Skripsi ini akan membahas mengenai analisis longsoran pada lereng akibat pengaruh lapisan *clayshale* dengan metode *back analysis* dimana nilai faktor keamanan harus sama dengan satu ( $FK = 1$ ). Untuk menangani masalah yang terjadi diperlukan perkuatan pada lereng dengan menggunakan *borpile* dan *ground anchor* sebanyak 5 buah. Setelah dipasang kelima *ground anchor* nilai faktor keamanan meningkat menjadi 1.5818 dan ketika di lakukan perkuatan tambahan dengan *borpile*, nilai  $FK = 1.6005$  sehingga mengakibatkan kondisi lereng menjadi aman.

Kata Kunci: *Clayshale*, Faktor keamanan, *Borpil*, dan *Ground anchor*



# **LANDSLIDE ANALYSIS OF CLAYSHALE AREAS ON HIGHWAY EXCAVATION**

**Tiara Ayuningtias  
NPM: 2013410003**

**Advisor: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., 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 2017**

## **ABSTRACT**

Clayshale is a type of soil that is formed by sedimentation of soil lithification and then converted into rocks whose compounding material is compounded (consolidated). Clayshale is well known for its characteristic problems that can be brittle and of low durability. In Indonesia there are many areas that have clayshale layers under coluvial soil, one of which is the construction of excavation in Ungaran - Bawen highway. This thesis will discuss about landslide analysis on the slope due to clayshale layer effect with back analysis method where the value of security factor must be equal to one ( $FK = 1$ ). To handle the problems that occur require reinforcement on the slopes by using borpile and ground anchor as many as 5 pieces. After fifth ground anchor is mounted, the value of the safety factor has increased to 1.5818 and when the borpile installation is done, the safety factor value becomes 1.6005, resulting in slope conditions to be more secure.

Keywords: Clayshale, Safety factor, Borpile, and Ground anchor



## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis memperoleh kesempatan untuk menyusun dan menyelesaikan skripsi yang berjudul “ANALISIS LONGSORAN GALIAN JALAN TOL PADA AREA *CLAYSHALE*”. Skripsi ini ditujukan untuk memenuhi penyelesaian studi program tingkat S-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan..

Selama penyusunan skripsi, banyak hambatan dan kendala yang penulis hadapi, tetapi berkat bimbingan, dorongan, dan bantuan berbagai pihak, maka hambatan-hambatan dapat diatasi. Oleh sebab itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah mencurahkan perhatian, waktu, tenaga, dan membagikan ilmu pengetahuan yang berguna bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini tanpa lelah dan tidak patah semangat dalam membimbing penulis,
2. Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D., Ibu Siska Rustiani, Ir., MT., Ibu Anastasia Sri Lestari, Ir., MT., dan Ibu Dr. Rinda Karlinasari, Ir., MT., selaku dosen yang telah memberikan saran dan kritik kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan lebih baik,
3. Bapak, Mama, Aa, Tete – tete, Mas dan adik yang selalu memberikan dukungan, saran, nasehat, dan tentunya doa yang tiada henti selama proses pengerjaan skripsi ini. Tidak lupa kedua keponakan penulis, Kaysha dan Umar yang selalu membuat penulis semangat kembali.
4. Kepada seluruh staf kantor Geotechnical Engineering Consultants yang telah membantu serta mengajari penulis untuk lebih memahami permasalahan dalam bidang geoteknik,
5. Rekan – rekan satu bimbingan: Dhaning, Bimo, Ichsan, Mitzi, Kenny, Suci, dan Darlleen yang telah membantu dan saling menyemangati selama proses penyusunan skripsi.



6. Dhaning dan Lia yang selalu mendengarkan keluh kesah penulis saat pagi , siang, maupun malam, menyemangati dan selalu memberikan saran.
7. Bimo Muhammad yang telah sabar menghadapi penulis dan selalu memberikan dukungan.
8. Sahabat – sahabat CVP: Dhaning, Lia, Bimo, Daniel, Ichsan, Bayu, Kevin, Billy, Ian, Anton, Stanley, Cavin, dan Randy yang selalu ada bersama penulis hampir setiap hari selama masa perkuliahan,
9. Sahabat penulis Anabella, Amalia, Anisah, dan Maudy yang tetap setia mendukung, memberikan semangat, mendengarkan segala keluh kesah penulis meski terhalang jarak.
10. Teman – teman Teknik Sipil Unpar Angkatan 2013 yang telah memberikan dukungannya baik secara langsung ataupun tidak langsung, serta untuk semua momen kebersamaan yang terjadi selama masa perkuliahan yang tidak dapat disebutkan satu per satu
11. Serta seluruh pihak lain yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini sehingga dapat diselesaikan yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Penulis sangat berterima kasih apabila ada saran dan kritik yang dapat membuat skripsi ini akan menjadi lebih baik lagi. Dibalik kekurangan tersebut, penulis berharap skripsi ini dapat berguna bagi teman-teman dan semua orang yang membacanya.

Bandung, Juni 2017



Tiara Ayuningtias

2013410003

# DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
PRAKATA .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR NOTASI .....	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    Maksud dan Tujuan Penelitian .....	1-2
1.4    Lingkup Pembahasan .....	1-2
1.5    Metode Penelitian .....	1-2
1.6    Sistematika Penulisan .....	1-3
1.7    Diagram Alir .....	1-4
BAB 2    STUDI PUSTAKA .....	2-1
2.1    Clayshale .....	2-1
2.2    Stabilitas Lereng Buatan .....	2-3
2.3    Mekanisme Longsoran .....	2-4
2.4    Soil Nailing .....	2-5
2.5    Upaya Mitigasi Kelongsoran .....	2-7
2.5.1    Bor <i>Pile</i> .....	2-7
2.5.2 <i>Ground Anchor</i> .....	2-9
2.6 <i>Monitoring</i> dengan Inklinometer .....	2-13

BAB 3	METODE PENELITIAN.....	3-1
3.1	Analisis Stabilitas Lereng.....	3-1
3.1.1	Menentukan Kuat Geser Tanah.....	3-1
3.1.2	Menentukan Nilai Cohesi.....	3-6
3.1.3	Menentukan Faktor Keamanan.....	3-7
3.2	Analisis Balik ( <i>Back Analysis</i> ).....	3-8
3.3	Plaxis 2D.....	3-9
BAB 4	STUDI KASUS.....	4-1
4.1	Deskripsi Proyek.....	4-1
4.2	Kronologis Longsoran.....	4-2
4.3	Penentuan Pelapisan Tanah.....	4-5
4.4	Analisis Balik ( <i>Back Analysis</i> ) Menggunakan <i>Software</i> PLAXIS 2D ..	4-6
4.4.1	Menentukan Parameter Tanah.....	4-6
4.4.2	Penentuan Bidang Longsor.....	4-8
4.5	Rehabilitasi Lereng.....	4-13
4.5.1	Perkuatan dengan <i>Ground Anchor</i> .....	4-13
4.5.2	Perkuatan dengan <i>Borpile</i> .....	4-14
4.6	Tinjauan Desain.....	4-15
4.6.1	Faktor Keamanan (FK).....	4-15
4.6.2	Gaya – gaya pada <i>Groundanchor</i> .....	4-17
4.6.3	Gaya – gaya pada <i>Borpile</i> .....	4-20
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN.....	5-1
5.1	Kesimpulan.....	5-1
5.2	Saran.....	5-2
DAFTAR PUSTAKA.....		3

## DAFTAR NOTASI

$\Delta\sigma_d$	: Tegangan deviator
$q_u$	: Kekuatan tekanan tanah
$u_c$	: Tegangan air pori dalam benda uji
$\sigma_1$	: Tegangan total utama
$\sigma_3$	: Tegangan keliling
$\tau_d$	: Tegangan geser rata – rata bekerja sepanjang bidang longsor
$\tau_f$	: Tegangan geser
$A$	: Luas permukaan ( $m^2$ )
$c$	: Kohesi ( $kN/m^2$ )
$D$	: Diameter (m)
$E_{baja}$	: Modulus elastisitas baja (MPa)
$E_{beton}$	: Modulus elastisitas beton (MPa)
$E_s$	: Modulus elastisitas tanah ( $kN/m^2$ )
$F$	: Besar gaya (kN)
$FK$	: Faktor keamanan
$\gamma_{sat}$	: Berat isi tanah jenuh air ( $kN/m^3$ )
$\gamma$	: Berat isi tanah tak jenuh air ( $kN/m^3$ )
$k_x$	: Permeabilitas tanah sumbu x (m/day)
$k_y$	: Permeabilitas tanah sumbu y (m/day)
$L$	: Panjang (m)
$L_{spacing}$	: Spasi
$N-SPT$	: Jumlah tumbukan yang memrepresentasikan konsistensi tanah
$\phi$	: Sudut geser dalam
$\phi'_r$	: Sudut geser dalam residual
$R_{inter}$	: <i>R interface</i>
$S$	: Jumlah pergerakan horisontal
$I$	: Momen inersia ( $m^4$ )
$\sigma$	: Tegangan normal



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir .....	1-4
Gambar 2.1 Pemasangan <i>Soil Nailing</i> (FHWA, 2015) .....	2-5
Gambar 2.2 Bagian – Bagian pada <i>Soil Nailing</i> (FHWA, 2015).....	2-6
Gambar 2.3 Komponen – Komponen <i>Ground Anchor</i> (Xanthakos, 1990) .....	2-10
Gambar 2.4 Tipe – Tipe <i>Anchor</i> Berdasarkan Metoda Pemindahan Beban (Xanthakos, 1990).....	2-13
Gambar 2.5 (a) Penyelidikan Inklinometer, (b) Sketsa Pemasangan Pipa Inklinometer (geodata.com) .....	2-15
Gambar 3.1 Kelongsoran Lereng (Das, 1995) .....	3-1
Gambar 3.2 Garis Keruntuhan Menurut Mohr – Coulomb (Das dan Endah, 1995) .....	3-2
Gambar 3.3 Diagram Susunan Alat Uji Geser Langsung (Das dan Endah, 1995) ...	3-3
Gambar 3.4 Penentuan Kekuatan Geser Untuk Tanah Pasir (Das dan Endah, 1995) .....	3-4
Gambar 3.5 Garis Keruntuhan Tanah Lempung (Das dan Endah,1995) .....	3-4
Gambar 3.6 Hasil Uji Kuat Tekan Bebas (Das dan Endah, 1995).....	3-6
Gambar 4.1 Tampak Atas Lokasi Jalan Tol Ungaran – Bawen (sumber: google maps).....	4-2
Gambar 4.2 Tampak Atas Area Tinjauan Galian Jalan Tol yang Mengalami Kelongsoran ( <i>Geotechnical Engineering Consultant</i> ).....	4-2
Gambar 4.3 Lapisan <i>Clayshale</i> yang Ditemukan Setelah Melakukan Galian Sedalam 60 Meter (sumber: hasil visit <i>Geotechnical Engineering Consultant</i> , 2013) .....	4-3
Gambar 4.4 Area Retakan yang Timbul Setelah Dilakukan Perkuatan Menggunakan <i>Soil Nailing</i> (sumber: hasil visit <i>Geotechnical Engineering Consultant</i> , 2013).....	4-3
Gambar 4.5 Longsoran yang Terjadi (sumber: hasil visit <i>Geotechnical Engineering Consultant</i> , 2013).....	4-4
Gambar 4.6 Arah Longsoran (sumber: hasil visit <i>Geotechnical Engineering Consultant</i> , 2013).....	4-4

Gambar 4.7 Data Material Sets.....	4-8
Gambar 4.8 Model Profil Lereng dengan <i>R interface</i> yang Telah Terpasang.....	4-9
Gambar 4.9 Model Lereng yang Telah di <i>Generate Mesh</i> .....	4-9
Gambar 4.10 <i>Input</i> Muka Air Tanah .....	4-10
Gambar 4.11 <i>Effective Stress</i> Akibat Pengaruh Muka Air Tanah .....	4-10
Gambar 4.12 <i>Initial Stress</i> Akibat Pengaruh <i>K0 Procedure = 0</i> .....	4-11
Gambar 4.13 Perhitungan Plastis Lereng .....	4-11
Gambar 4.14 Perhitungan Nilai Faktor Keamanan (FK).....	4-12
Gambar 4. 15 Bidang Longsor Pada Pemodelan Lereng.....	4-12
Gambar 4.16 Perkuatan Lereng Menggunakan 5 <i>Ground Anchor</i> .....	4-14
Gambar 4.17 Pemodelan Menggunakan Perkuatan <i>Borpile</i> .....	4-15
Gambar 4.18 Grafik Hubungan Fase Perkuatan Dengan Faktor Keamanan Lereng .....	4-16
Gambar 4.19 Gaya Pada <i>Bond Length 1 Anchor</i> .....	4-17
Gambar 4.20 Gaya Axial <i>Bond Length 1 Anchor</i> .....	4-17
Gambar 4.21 Gaya Pada <i>Bond Length 2 Anchor</i> .....	4-18
Gambar 4.22 Gaya Axial <i>Bond Length 2 Anchor</i> .....	4-18
Gambar 4.23 Gaya Pada <i>Bond Length 3 Anchor</i> .....	4-18
Gambar 4.24 Gaya Axial <i>Bond Length 3 Anchor</i> .....	4-19
Gambar 4.25 Gaya Pada <i>Bond Length 4 Anchor</i> .....	4-19
Gambar 4.26 Gaya Axial <i>Bond Length 4 Anchor</i> .....	4-19
Gambar 4.27 Gaya pada <i>Bond Length 5 Anchor</i> .....	4-20
Gambar 4.28 Gaya Axial <i>Bond Length 5 Anchor</i> .....	4-20
Gambar 4.29 Total <i>Displacement Borpile</i> .....	4-21

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Waktu Pembacaan Inklinometer .....	2-15
Tabel 3.1 Hubungan Nilai Faktor Keamanan Lereng dan Intensitas Kelongsoran (Bowles, 1989) .....	3-8
Tabel 4.1 Tabel hasil uji N-SPT (BH-4) .....	4-5
Tabel 4.2 Tabel kohesi (c) dan sudut geser dalam ( $\phi'$ ) (GEC) .....	4-6
Tabel 4.3 Nilai berat isi tanah pada beberapa jenis tanah (Budhu, 2011).....	4-6
Tabel 4.4 Nilai modulus elastisitas tanah E (Das, 2007) .....	4-6
Tabel 4.5 Angka Poisson (Schemmertmann, 1978).....	4-7
Tabel 4.6 Hubungan tanah <i>clayshale</i> dengan angka poisson (Widjaja, 2001).....	4-7
Tabel 4.7 Hasil interpretasi parameter tanah.....	4-7
Tabel 4.9 Tabel hasil analisis angka faktor keamanan terhadap fase perkuatan lereng.....	4-16





## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1 Profil Pelapisan Tanah Pengeboran BH-3 dan BM-2
- Lampiran 2 Profil Pelapisan Tanah Pengeboran BH-2 dan BH-4
- Lampiran 3 Hasil Penyelidikan Tanah *Pasca* Longsor
- Lampiran 4 Bidang Gelincir Lereng Akibat Perkuatan



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan wilayah yang memiliki bermacam – macam lapisan tanah. Salah satu contohnya adalah lapisan tanah *clayshale*. Tanah *clayshale* adalah jenis tanah yang terbentuk akibat litifikasi tanah yang mengalami sedimentasi kemudian berubah menjadi batuan dimana material pembentuknya terkompaksi (*consolidated*). Tanah *clayshale* termasuk ke dalam jenis tanah ekspansif dimana tanah jenis ini mudah mengalami perubahan volume akibat perubahan kadar air dalam tanah. Oleh karena itu, jenis lapisan tanah ini kurang cocok digunakan sebagai tanah dasar suatu konstruksi.

Salah satu konstruksi yang berada di wilayah tanah berjenis *clayshale* adalah galian tanah yang berada di areal Jalan Tol Ungaran – Bawen. Galian tanah di Jalan Tol Ungaran- Bawen (STA 19+250) tergradasi dengan cepat dikarenakan kadar air dalam tanah meningkat dan terekspos di udara. Hal ini dapat memudahkan material menyerap air sehingga menimbulkan gaya ekspansi yang besar sehingga menyebabkan material hancur dan mengalami kelongsoran.

Longsor adalah suatu peristiwa geologi yang terjadi karena pergerakan masa batuan atau tanah dalam skala yang besar. Longsor terjadi bila butiran tanah sudah tidak mampu lagi menahan tegangan geser tanah. Faktor pemicu terjadinya longsor adalah nilai sudut geser dalam dan ketinggian muka air tanah. Longsor pada tanah umumnya terjadi karena tegangan geser, baik peningkatan tegangan geser maupun penurunan kuat geser tanah.

### 1.2 Inti Permasalahan

Longsor yang terjadi pada Jalan Tol Ungaran – Bawen diakibatkan oleh galian tanah yang berada diatas tanah *clayshale*. Dimana tanah *clayshale* merupakan tanah ekspansif dengan kadar air yang tinggi. Oleh karena itu, diperlukan analisis mengenai penyebab terjadinya longsor pada tanah *clayshale* serta analisis

untuk mengantisipasi kelongsoran lain dengan mengetahui nilai sudut geser dalam residual ( $\phi_r$ ) dan faktor keamanan (FK) yang mungkin terjadi menggunakan metode *back analysis*.

### 1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini yaitu :

1. Mempelajari penyebab terjadinya longsoran pada tanah *clayshale*
2. Menentukan nilai sudut geser dalam dan faktor keamanan (FK) stabilitas lereng pada tanah *clayshale* di Jalan Tol Ungaran – Bawen.
3. Mempelajari langkah – langkah yang efektif untuk mengantisipasi kelongsoran dengan melakukan *back analysis*.
4. Melakukan analisis dengan rehabilitasi lereng.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi keamanan lereng dengan perkuatan bor *pile* dan ankur.

### 1.4 Lingkup Pembahasan

Skripsi ini akan membahas mengenai penyebab terjadinya longsoran. Serta membahas mengenai solusi yang tepat dalam mengatasi masalah kelongsoran dengan mengetahui faktor keamanan (FK) dan nilai sudut geser dalam residual ( $\phi_r$ ) untuk kestabilan lereng menggunakan metode *back analysis*. Lokasi dari objek penelitian ini adalah Jalan Tol Ungaran – Bawen.

### 1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah:

1. Studi Pustaka

Dalam penelitian ini dilakukan studi pustaka/literatur yang berasal dari buku – buku referensi, jurnal, internet, serta artikel – artikel yang berkaitan dengan penelitian.

2. Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada skripsi ini didapatkan dari data proyek Jalan Tol Ungaran – Bawen. Pengumpulan data terdiri atas data tanah (N-SPT), data

topografi lokasi proyek (Jalan Tol Ungaran – Bawen), data bor, data pelapisan tanah, dan data konstruksi.

### 3. *Back Analysis*

Menentukan parameter sudut geser dalam residual ( $\phi_{res}$ ) yang tepat dengan mengasumsikan faktor keamanan sama dengan satu ( $FK = 1$ ) dengan menggunakan program Plaxis 2D

## 1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini akan dibagi menjadi lima bab, yaitu:

### Bab 1 Pendahuluan

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

### Bab 2 Studi Pustaka

Menjelaskan mengenai teori – teori yang berkaitan dengan tanah *clayshale*, pengaruhnya terhadap kelongsoran, analisis kestabilan lereng menggunakan metode *back analysis*, dan solusi yang dapat digunakan dalam mengatasi kelongsoran.

### Bab 3 Metodologi Penelitian

Melakukan analisis terhadap data yang telah dikumpulkan dengan metode *back analysis*.

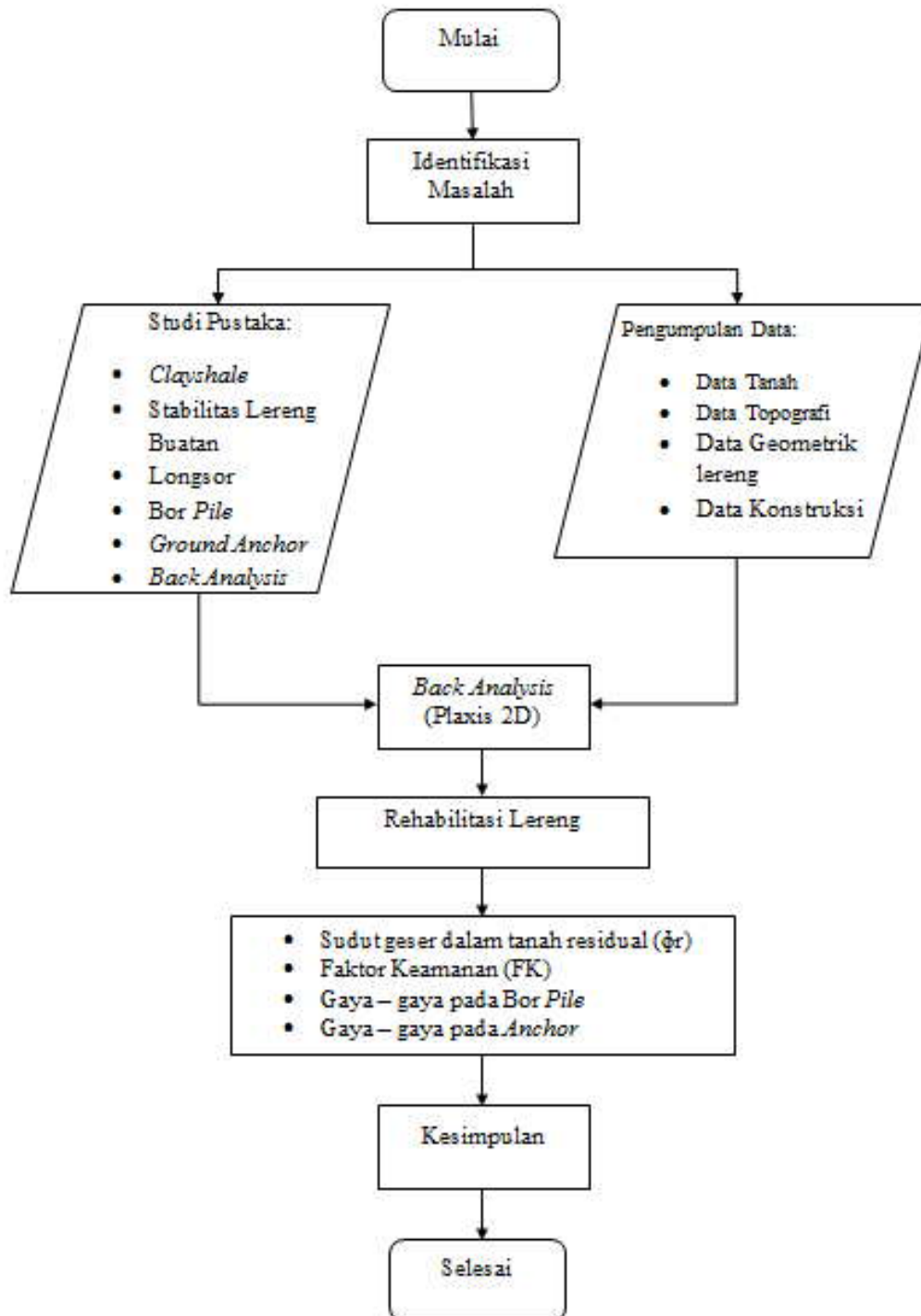
### Bab 4 Data dan Analisis

Bab 4 berisi tentang pengolahan data tanah pada lokasi penelitian (Jalan Tol Ungaran – Bawen) serta analisis kestabilan lereng. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan program *software* Plaxis 2D.

### Bab 5 Kesimpulan dan Saran

Mengambil kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan serta mengetahui solusi dari permasalahan yang di teliti.

## 1.7 Diagram Alir



Gambar 1.1 Diagram Alir