

**SKRIPSI**

**KAJIAN LONGSORAN DAN PENANGANANNYA  
DENGAN *SOLDIER PILE* DAN *GROUND ANCHOR*  
PADA RELOKASI JALAN PT PERTAMINA DI  
BALIKPAPAN**



**STEFAN WIMAYO**

**NPM : 6101801100**

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
JANUARI 2023**

**SKRIPSI**

**KAJIAN LONGSORAN DAN PENANGANANNYA  
DENGAN *SOLDIER PILE* DAN *GROUND ANCHOR*  
PADA RELOKASI JALAN PT PERTAMINA DI  
BALIKPAPAN**



**STEFAN WIMAYO**

**NPM : 6101801100**

**PEMBIMBING:**

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
JANUARI 2023**

**SKRIPSI**

**KAJIAN LONGSORAN DAN PENANGANANNYA  
DENGAN *SOLDIER PILE* DAN *GROUND ANCHOR*  
PADA RELOKASI JALAN PT PERTAMINA DI  
BALIKPAPAN**



**STEFAN WIMAYO**

**NPM : 6101801100**

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

**PENGUJI 1: Anastasia Sri Lestari, Ir., M.T.**

**PENGUJI 2: Siska Rustiani, Ir. M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
JANUARI 2023**

## LEMBAR PERNYATAAN

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

Nama : Stefan Wimayo  
NPM : 6101801100  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

Kajian Longsor dan Penanganannya dengan *Soldier Pile* dan *Ground Anchor* pada Jalan Relokasi PT Pertamina di Balikpapan

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: 16 Januari 2023



Stefan Wimayo  
6101801100

---

**KAJIAN LONGSORAN DAN PENANGANANNYA DENGAN  
*SOLDIER PILE* DAN *GROUND ANCHOR* PADA RELOKASI  
JALAN PT PERTAMINA DI BALIKPAPAN**

**STEFAN WIMAYO  
NPM : 6101801100**

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
JANUARI 2023**

**ABSTRAK**

Mengkaji masalah longsor setelah memasang *Soldier Pile* dan mendapatkan parameter tanah residual untuk menghitung faktor keamanan kondisi eksisting dinding penahan tanah. Tujuannya adalah mengkaji efektifitas *Soldier Pile* dan Angkur dalam menahan pergerakan lanjutan. Metoda penelitian dilakukan dengan mempelajari longsor, slope stability, soldier pile, dan angkur. Mengumpulkan data - data sekunder seperti hasil penyelidikan tanah pada relokasi jalan Proyek PT Pertamina, potongan melintang lereng, dan data struktur penahan tanah, dan menggunakan software PLAXIS 2D. Hasil yang didapatkan dari Back Analysis dengan PLAXIS 2D adalah parameter tanah residual, sudut geser dalam yang didapat adalah 11,6. Lalu setelah pemasangan struktur penahan tanah dan melakukan galian, hasil yang didapat adalah 1,924. Untuk saran selanjutnya, perlu dilakukan analisis menggunakan software PLAXIS 3D dan mencoba menggunakan hardening soil dikarenakan adanya galian.

Kata kunci : *ground anchor*, longsor, *soldier pile*

# **AVALANCHE STUDY AND MANAGEMENT WITH SOLDIER PILE AND GROUND ANCHOR ON PT PERTAMINA ROAD RELOCATION IN BALIKPAPAN**

**STEFAN WIMAYO  
NPM: 610801100**

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

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
FACULTY OF ENGINEERING  
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
BACHELOR PROGRAM**

**(Accredited based on SK BAN-PT Number 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)**

**BANDUNG**

**JANUARY 2023**

## **ABSTRACT**

Studying the landslide problem after installing the Soldier Pile and obtaining the residual soil parameters to calculate the safety factor for the existing condition of the retaining wall. The aim is to examine the effectiveness of soldier piles and anchors in resisting further movement. The research method is carried out by studying landslides, slope stability, soldier piles and anchorages. Collecting secondary data such as the results of land investigations on the road relocation of the PT. Pertamina, slope cross section, and soil retaining structure data, and using PLAXIS 2D software. The results obtained from Back Analysis with PLAXIS 2D are residual soil parameters, the internal shear angle obtained is 11.6. Then after installing the retaining structure and carrying out the excavation, the results obtained were 1,924. For further suggestions, it is necessary to do an analysis using PLAXIS 3D software and try to use hardening soil due to excavation.

Keywords : ground anchor, landslide, soldier pile

## PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas penyetaan dan kasih karunia – Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “KAJIAN LONGSORAN DAN PENANGANANNYA DENGAN BORE PILE DAN GROUND ANCHOR PADA RELOKASI JALAN PT PERTAMINA DI BALIKPAPAN” dengan baik dan tepat pada waktunya. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi S-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam proses penyelesaian skripsi ini, penulis menyadari banyak kendala yang dihadapi. Namun berkat pihak yang telah memberi kritik, saran, dukungan, serta doa skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik, Oleh karena itu penulis ingin berterimakasih kepada :


1. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir. MSCE., Ph.D., selaku pembimbing skripsi yang sudah membimbing, mendukung, dan memberikan penulis ilmu dan pengalaman yang berharga selama proses pengerjaan skripsi ini;
2. Bapak Aflizal Arafianto, S.T., M.T. dan Bapak Stefanus Diaz S.T., M.T. yang membimbing, mengarahkan, dan mendukung serta memberi ilmu yang berharga kepada penulis selama proses pengerjaan skripsi;
3. Bapak Aswin Lim, Ibu Siska Rustiani, Ibu Anastasia Sri Lestari, Bapak Martin Wijaya, S.T. M.T., dan Bapak Tommy selaku dosen yang memberikan saran dan keritik kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik;
4. Keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan serta semangat sehingga penulis dapat tetap semangat dalam mengerjakan skripsi ini;
5. Gregorius Oliver dan Tabitha Aldrianita yang setia menemani, memberi dukungan, membimbing dan mengajari penulis, membantu dengan sabar sehingga skripsi ini bisa terselesaikan;

6. Cindy Desita, Stefan Oktavianus, dan Stevanus James serta seluruh teman-teman Teknik Sipil UNPAR Angkatan 2018 atas kebersamaannya selama perkuliahan;
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang terkait dalam penyusunan skripsi ini sehingga dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi masih banyak kekurangan dan keterbasan. Oleh karena itu, masukan dan saran diharapkan oleh penulis. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan kepada pembaca



Bandung, Januari 2023

  
Stefan Wimayo  
6101801100



# DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN .....	i
ABSTRAK .....	ii
ABSTRACT .....	iii
PRAKATA .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1-1
1.1 Latar Belakang .....	1-1
1.2 Inti Permasalahan .....	1-2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	1-2
1.4 Lingkup Penelitian .....	1-2
1.5 Sistematika Penulisan .....	1-3
1.6 Diagram Alir .....	1-4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	2-1
2.1 Longsoran .....	2-1
2.2 Struktur Penahan Tanah .....	2-2
2.2.1 <i>Soldier Pile</i> .....	2-2
2.2.2 <i>Ground Anchor</i> .....	2-3
2.3 Parameter Tanah .....	2-4
2.3.1 Parameter <i>Undrained Shear Strength (Su)</i> .....	2-4
2.3.2 Nilai Modulus Elastisitas (E) .....	2-5
2.3.3 Berat Isi Tanah .....	2-5
2.3.4 Angka Poisson Efektif ( $\nu'$ ) .....	2-6
2.3.5 Sudut Geser Dalam Residual ( $\phi_{\text{residual}}$ ) .....	2-6
2.4 Stabilitas Faktor Keamanan .....	2-7
2.5 Model <i>Mohr-Coulomb</i> .....	2-8
2.6 Metode Elemen Hingga .....	2-8

2.7 Uji Bor dan Standar Penetration Test (SPT) .....	2-9
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	3-1
3.1 Pemodelan menggunakan PLAXIS 2D <i>Connect Edition</i> .....	3-1
3.2 Memodelkan dan Memasukan Parameter Tanah dan Bidang Longsoran ..	3-1
3.3 Tahap Perhitungan <i>Back Analysis</i> .....	3-2
3.3.1 <i>Gravity Loading</i> .....	3-3
3.3.2 <i>Reset Displacement</i> .....	3-3
3.3.3 <i>Safety Factor</i> .....	3-4
3.4 Melakukan Perkuatan .....	3-5
3.4.1 Memasang <i>Soldier Pile, Ground Anchor</i> , Galian lalu menghitung <i>Safety Factor</i> secara bertahap.....	3-5
BAB 4 ANALISIS DATA .....	4-1
4.1 Deskripsi Proyek .....	4-1
4.2 Hasil <i>Monitoring</i> Lereng .....	4-2
4.3 Parameter Analisis Tanah.....	4-4
4.4 Penentuan Bidang Gelincir.....	4-4
4.5 Penentuan Parameter Kekuatan <i>Soldier Pile</i> .....	4-5
4.6 Penentuan Parameter Kekuatan <i>Anchor (Free Length dan Bond Length)</i> ..	4-6
4.7 Hasil Kalkulasi .....	4-7
4.7.1 <i>Back Analysis</i> .....	4-7
4.7.2 Perkuatan <i>Soldier Pile</i> .....	4-7
4.7.3 Galian dengan Perkuatan <i>Soldier Pile</i> .....	4-8
4.7.4 Galian dengan Perkuatan <i>Soldier Pile</i> dan <i>Ground Anchor</i> .....	4-8
4.7.5 Deformasi <i>Soldier Pile</i> .....	4-9
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	5-1
5.1 Kesimpulan.....	5-1
5.2 Saran.....	5-1
DAFTAR PUSTAKA .....	xii

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A = Luas Permukaan ( $m^2$ )

D = Diameter (m)

E = Modulus Elastisitas ( $kN/m^2$ )

I = Momen Inersia ( $m^4$ )

L = panjang

L spacing = Spasi

$N_{SPT}$  = Jumlah Tumbukan yang mempresentasikan konsistensi tanah

$\gamma$  = Berat Isi Tanah ( $kN/m^3$ )

$\nu$  = Angka Poisson's

$\phi_{residual}$  = Sudut Geser Dalam kondisi residual



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Diagram Alir.....	1-4
<b>Gambar 2.1</b> Contoh Gambaran Longsoran.....	2-1
<b>Gambar 2.2</b> <i>Soldier Pile</i> (Sumber : eticon.co.id, 2021) .....	2-2
<b>Gambar 2.3</b> <i>Ground Anchor</i> (Sumber : freyssinet.co.id, 2021) .....	2-3
<b>Gambar 2.4</b> Korelasi Nilai N-SPT dan Su (Terzaghi & Peck, 1967; Sowers, 1979) .....	2-4
<b>Gambar 2.5</b> Korelasi IP dengan $\phi_{\text{residual}}$ (Bjerrum and Simons, 1960) .....	2-6
<b>Gambar 2.6</b> Model Linear (Manual PLAXIS, 2019) .....	2-8
<b>Gambar 3.1</b> Model Lapisan Tanah, dan Bidang Longsoran.....	3-2
<b>Gambar 3.2</b> <i>Generate Mesh</i> menggunakan <i>Medium</i> .....	3-2
<b>Gambar 3.3</b> Tahap <i>Gravity Loading</i> pada <i>Calculation Type</i> .....	3-3
<b>Gambar 3.4</b> Memilih <i>Reset Displacement to Zero</i> .....	3-3
<b>Gambar 3.5</b> Memilih Opsi <i>Safety</i> pada <i>Calculation Type</i> .....	3-4
<b>Gambar 3.6</b> Pemasangan <i>Soldier Pile</i> , <i>Ground Anchor</i> , dan Galian.....	3-5
<b>Gambar 3.7</b> Tahapan – Tahapan Desain Perkuata.....	3-5
<b>Gambar 4.1</b> Posisi Jalan Akses Warga pada Gambar Topografi (Sumber : Geotechnical Engineering Consultant, 2019) .....	4-1
<b>Gambar 4.2</b> Sketsa Perkuatan Lereng (Sumber : Geotechnical Engineering Consultant, 2019) .....	4-2
<b>Gambar 4.3</b> Denah Penempatan <i>Inclinometer</i> (Sumber : Geotechnical Engineering Consultant, 2019) .....	4-2
<b>Gambar 4.4</b> Pembacaan <i>Inclinometer</i> (Sumber : Geotechnical Engineering Consultant, 2019) .....	4-3
<b>Gambar 4.5</b> Slope Stability Analysis Output Penambahan Turap (Sumber : Geotechnical Engineering Consultant, 2019) .....	4-4
<b>Gambar 4.6</b> Faktor Keamanan.....	4-7
<b>Gambar 4.7</b> $\phi_{\text{residual}}$ .....	4-7
<b>Gambar 4.8</b> <i>Total Displacement</i> dengan <i>Soldier Pile</i> .....	4-7
<b>Gambar 4.9</b> <i>Total Displacement</i> setelah Galian .....	4-8
<b>Gambar 4.10</b> <i>Total Displacement</i> setelah dipasang <i>Ground Anchor</i> .....	4-8
<b>Gambar 4.11</b> Deformasi <i>Soldier Pile</i> .....	4-9

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Korelasi $N_{SPT}$ dengan Modulus Elastisitas Tanah pada Tanah Lempung (Bowles, 1997) .....	2-5
<b>Tabel 2.2</b> Korelasi $N_{SPT}$ dengan Berat Isi Tanah (Whilliam T., Whitman, Robert V., 1962) .....	2-5
<b>Tabel 2.3</b> Nilai Angka Poisson Efektif (Meyerhoff, 1956) .....	2-6
<b>Tabel 2.4</b> Kriteria FK untuk Lereng Tanah (SNI 8460 : 2017).....	2-7
<b>Tabel 4.1</b> Parameter Tanah berdasarkan Korelasi Empiris .....	4-4



## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 DATA UJI BOR DAN SPT .....	L1-1
LAMPIRAN 2 HASIL PENGAMATAN <i>INCLINOMETER</i> .....	L2-1



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanah longsor merupakan perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, tanah, atau material campuran bergerak ke bawah lereng. Tanah longsor terjadi ketika lereng mengalami proses yang mengubah kondisinya dari stabil menjadi tidak stabil. Hal ini pada dasarnya disebabkan oleh penurunan kekuatan geser material lereng, peningkatan tegangan geser atau kombinasi keduanya.

Salah satu proyek yang direncanakan oleh PT Pertamina adalah pembuatan tangki minyak pada wilayah Kalimantan Timur tepatnya di Jalan Yos Sudarso, Kota Balikpapan. Tangki minyak ini akan direncanakan untuk dibangun di Jalan Yos Sudarso, yang menyebabkan dibutuhkan *re-route* jalan tersebut. Saat melakukan galian pada jalan *re-route* tersebut, ditemukan longsor. Investigasi lanjutan telah dilakukan setelah longsor tersebut, dari penyelidikan tersebut ditemukan amblesan yang cukup besar.

Dalam rangka untuk menanggulangi permasalahan ini, dilakukan instalasi *soldier pile* dan *ground anchor*. Dipasang *inclinometer* dan dilakukan *monitoring* terhadap pergerakan tanah agar tetap waspada apabila terjadi pergerakan yang bahaya. Untuk memastikan *soldier pile* dan *ground anchor* berfungsi dengan baik, diperlukan kajian faktor keamanan terhadap *soldier pile* dan *ground anchor*.

## 1.2 Inti Permasalahan

Setelah ditemukan longsoran, maka diperlukan *back analysis* untuk mendapatkan sudut geser dalam residual ( $\phi_{\text{residual}}$ ) lereng. Setelah mendapatkan  $\phi_{\text{residual}}$ , langkah selanjutnya adalah menganalisis faktor keamanan setelah dilakukan galian dan perkuatan.

## 1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah:

1. Memperoleh parameter tanah berdasarkan data uji bor dan SPT.
2. Melakukan *back analysis* untuk mendapatkan  $\phi_{\text{residual}}$ .

Tujuan dari penelitian adalah:

Setelah memasang *soldier pile* dan *ground anchor*, dilakukan kajian menghitung faktor keamanan dalam menahan pergerakan lanjutan.

## 1.4 Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian dilakukan dengan cara berikut

1. Studi literatur mengenai longsoran, *soldier pile*, *ground anchor*.
2. Mengumpulkan data sekunder berupa data hasil bor dan SPT dari *re-route* jalan proyek PT Pertamina, potongan melintang lereng, hasil *inclinometer*, spesifikasi desain perkuatan (*soldier pile* dan *ground anchor*).
3. Analisis menggunakan aplikasi berbasis metode elemen hingga (PLAXIS 2D *Connect Edition*)



## **1.5 Sistematika Penulisan**

Skripsi ini dijabarkan menjadi 5 (lima) bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan metode penelitian dan sistematika penulisan.

### **BAB 2 STUDI LITERATUR**

Bab ini berisi kajian pustaka yang relevan sebagai dasar penelitian.

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

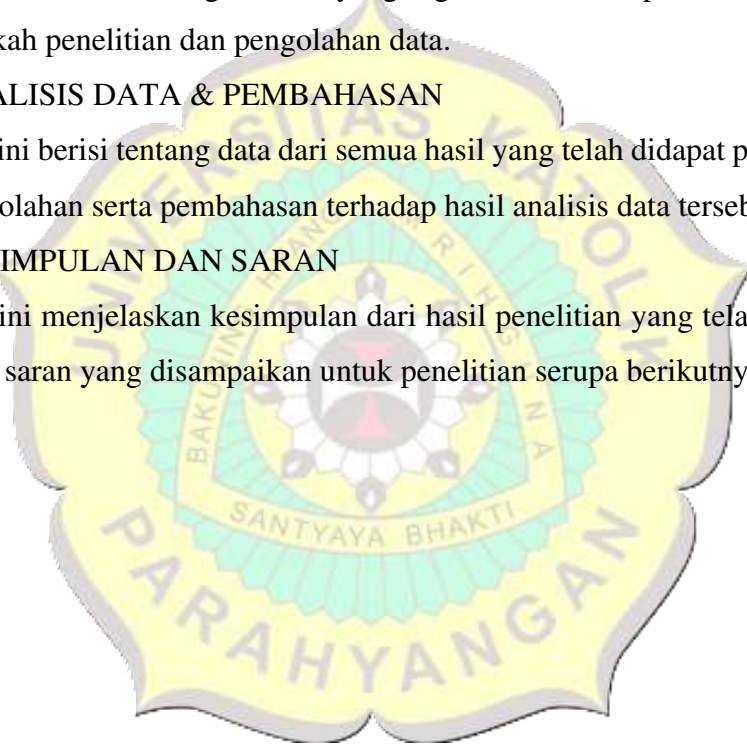
Bab ini berisi tentang metode yang digunakan dalam penelitian, langkah-langkah penelitian dan pengolahan data.

### **BAB 4 ANALISIS DATA & PEMBAHASAN**

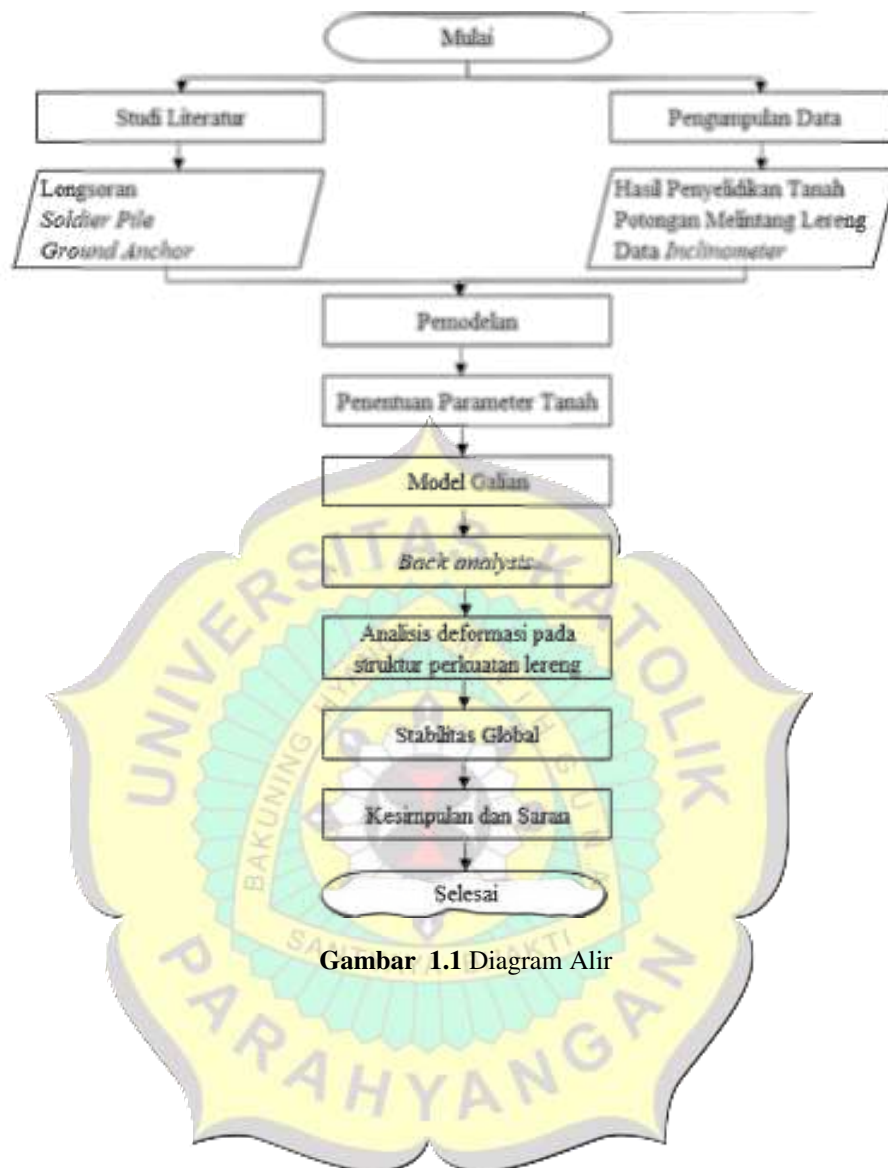
Bab ini berisi tentang data dari semua hasil yang telah didapat pada tahapan pengolahan serta pembahasan terhadap hasil analisis data tersebut.

### **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini menjelaskan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran yang disampaikan untuk penelitian serupa berikutnya.



## 1.6 Diagram Alir



Gambar 1.1 Diagram Alir