

SKRIPSI

**PERILAKU STABILITAS TIMBUNAN TINGGI DAN
ABUTMENT PADA TANAH LAPUKAN *CLAY SHALE*
DI SADANG, PURWAKARTA**



DELANEIRA PRINCESS SEOURIN

NPM: 2017410206

PEMBIMBING:

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK
SIPIIL**

(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)

**BANDUNG
AGUSTUS 2021**

SKRIPSI

**PERILAKU STABILITAS TIMBUNAN TINGGI DAN
ABUTMENT PADA TANAH LAPUKAN *CLAY SHALE*
DI SADANG, PURWAKARTA**



NAMA: DELANEIRA PRINCESS SEOURIN

NPM: 2017410206

PEMBIMBING: Prof. Paulus P. Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D.

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

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK
SIPIL**

(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No.1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)

**BANDUNG
AGUSTUS 2021**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Delaneira Princess Seourin

NPM : 2017410206

Program Studi : Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

Perilaku Stabilitas Timbunan Tinggi dan *Abutment* pada Tanah Lapukan Clay Shale di Sadang, Purwakarta

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.

Bandung, 13 Agustus 2021



Delaneira Princess Seourin

2017410206

PERILAKU STABILITAS TIMBUNAN TINGGI DAN ABUTMENT PADA TANAH LAPUKAN CLAY SHALE DI SADANG, PURWAKARTA

**Delaneira Princess Seourin
NPM: 2017410206**

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
AGUSTUS 2021**

ABSTRAK

Rencana Jalan Tol Jakarta-Cikampek II Selatan melintasi rencana jalan industri milik PT. Multi Optimal Sentosa sehingga dibutuhkan konstruksi jembatan dan timbunan untuk menopang badan jalan tol. Tanah dasar pada area tersebut merupakan *clay shale* yang rentan mengalami penurunan durabilitas dan kuat geser ketika terpapar dengan air atau udara. Pada konstruksi jembatan lapisan *weathered clay shale* dilakukan perbaikan tanah dengan penggantian material, sedangkan pada konstruksi timbunan perbaikan tanah tidak dilakukan. Hal ini menyebabkan deformasi horizontal yang di monitor dengan inklinometer memiliki nilai yang besar sehingga perlu dilakukan analisis stabilitas untuk memastikan keamanan timbunan dan jembatan tersebut. Metode analisis yang digunakan adalah analisis dengan mengatur parameter tanah agar menghasilkan deformasi yang sama dengan deformasi di lapangan, sehingga hasil analisis dari Program PLAXIS 2D dapat mewakili kondisi di lapangan. Hasil dari analisis ini berupa nilai faktor keamanan dan momen pada struktur jembatan..

Kata kunci: *Clay shale*, Stabilitas Timbunan, Deformasi Horizontal, Momen, PLAXIS 2D.

**STABILITY BEHAVIOR OF HIGH EMBANKMENTS AND
ABUTMENTS ON WEATHERED CLAY SHALE IN SADANG,
PURWAKARTA**

Delaneira Princess Seourin

NPM: 2017410206

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

AUGUST 2021

ABSTRACT

The Jakarta-South Cikampek II toll road plan crosses the industrial road plan of PT. Multi Optimal Sentosa, so it needs bridge's construction and embankment to support toll road. The ground soil in the area is clay shale so when it's exposed to water or air it becomes weathered clay shale, which loses its durability and shear strength. On the bridge's construction the layer of weathered clay shale is improved by replacing the soils. However, soil improvement was not made on the road embankment. It causes horizontal deformation that monitored with an inclinometer has a significant value, so it needs to slope stability to ensure the safety of the embankment and bridge. The analysis method used was analysis by adjusting soil parameters to produce deformation that was the same as the deformation in the field. The results analysis from the PLAXIS 2D Program can represent conditions in the field. The result of this analysis was a safety factor and momen on bridge's structural.

Keywords: Clay shale, Slope Stability, Horizontal Deformation, Momen, PLAXIS 2D.

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Perilaku Stabilitas Timbunan Tinggi dan *Abutment* pada Tanah Lapukan Clay Shale di Sadang, Purwakarta. Skripsi ini ditujukan sebagai syarat akademik dalam menyelesaikan jenjang studi tingkat Sarjana di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan.

Penulis bersyukur atas kehadiran orang-orang yang telah membantu penulis dalam mengatasi hambatan yang terjadi selama proses penulisan skripsi. Oleh itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada orang-orang yang telah membantu penulis, yaitu:

1. Orangtua dan keluarga penulis yang selalu memberi dukungan selama proses penyusunan skripsi.
2. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis selama penyusunan skripsi.
3. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D., Ibu Anastasia Sri Lestari, Ir., M.T., Ibu Siska Rustiani, Ir., M.T., Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D., Bapak Aswin Lim, Ph.D., Bapak Eric Ng. Yin Kuan, Ir., M.T., Bapak Soeryadedi Sastraatmadja, Ir., MT., Bapak Stefanus Diaz Alvi, S.T., M.T., Bapak Martin Wijaya, Ph.D., Bapak Aflizal Arafianto, S.T., M.T., Bapak Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S, Bapak Ryan Alexander Lyman, S.T., M.T., Bapak Andra Andriana, S.T., yang telah memberikan banyak pelajaran selama masa perkuliahan di Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan.
4. Bapak Stefanus Diaz Alvi, S.T., M.T., Bapak Martin Wijaya, Ph.D., dan Bapak Aflizal Arafianto, S.T., M.T. yang telah memberikan masukan dan saran selama penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Albert Johan, S.T. selaku *staff* GEC yang telah membantu penulis mempersiapkan data yang dibutuhkan untuk penyusunan skripsi.
6. Teman-teman dekat penulis yang selalu memberikan dukungan dan semangat.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat ketidaksempurnaan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun agar kedepannya dapat menjadi lebih baik lagi.

Bandung, 13 Agustus 2021

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'D. Seourin', written in a cursive style.

Delaneira Princess Seourin

2017410206

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang Permasalahan.....	1-1
1.2 Inti Permasalahan.....	1-1
1.3 Lingkup Penelitian.....	1-2
1.4 Metode Penelitian	1-2
1.5 Sistematika Penulisan	1-3
1.6 Diagram Alir Penelitian.....	1-4
BAB 2 STUDI PUSTAKA	2-1
2.1 <i>Clay shale</i>	2-1
2.2 Kestabilan Lereng	2-3
2.2.1 Lereng Buatan	2-3
2.3 Faktor Keamanan.....	2-4
2.4 Beban Lalu Lintas.....	2-4
2.5 Inklinometer.....	2-5
2.6 Pondasi Tiang Bor	2-5
2.7 Perbaikan Tanah	2-6
BAB 3 METODE PENELITIAN	3-1
3.1 Metode Elemen Hingga	3-1
3.2 Program PLAXIS 2D.....	3-1
3.3 Analisis Balik Menggunakan Program PLAXIS 2D	3-1
3.3.1 Pembuatan Model Geometri	3-1
3.3.2 Pendefinisian Material	3-3
3.3.3 Pembagian Elemen.....	3-3
3.3.4 Perhitungan	3-4
3.3.5 Output.....	3-5

BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....	4-6
4.1 Deskripsi Proyek.....	4-6
4.2 Penentuan Parameter Tanah.....	4-6
4.3.1 Berat Isi	4-8
4.3.2 Kohesi	4-9
4.3.3 Modulus Elastisitas	4-10
4.3.4 Koefisien Tekanan Tanah Dalam Keadaan Diam.....	4-13
4.3.5 Sudut Geser Dalam	4-13
4.3.6 Angka Poisson.....	4-13
4.3.7 Interface Element	4-14
4.3.8 Rangkuman Parameter Timbunan dan Jembatan.....	4-15
4.3 Penentuan Parameter Struktur	4-18
4.4.1 Tiang Bor	4-18
4.4.2 <i>Abutment</i> , Pier dan Girder.....	4-19
4.4 Pemodelan Timbunan	4-21
4.5 Pemodelan Jembatan.....	4-24
4.6 Hasil Analisis.....	4-29
4.6.1 Deformasi Horizontal pada Konstruksi Timbunan	4-29
4.6.2 Faktor Keamanan Timbunan.....	4-30
4.6.3 Deformasi Horizontal Tiang Bor pada Konstruksi Jembatan	4-32
4.6.4 Momen Tiang Bor	4-33
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1 Kesimpulan	5-1
5.2 Saran	5-1
DAFTAR PUSTAKA	5-2
LAMPIRAN 1	L1-1
LAMPIRAN 2	L2-1

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	: Luas (m^2)
c_u	: Kohesi Undrained (kN/m^2)
c'	: Kohesi Drained (kN/m^2)
E_u	: Modulus Elastisitas Undrained (kN/m^2)
E'	: Modulus Elastisitas Drained (kN/m^2)
Φ	: Sudut geser dalam ($^{\circ}$)
ν	: Angka Poisson
ν'	: Angka Poisson Efektif
γ	: Berat isi tanah (kN/m^3)
q_c	: Tahanan Konus (kN/m^2)
N_k	: Faktor Konus
OCR	: <i>Overconsolidation Ratio</i>
z	: Kedalaman (m)
N	: Nilai N-SPT
σ_{vo}'	: Tegangan overburden vertikal efektif (kN/m^2)
σ_3'	: Tegangan Keliling Efektif (kN/m^2)
E_{50}^{ref}	: Kekakuan Sekan dari Uji Triaksial (kN/m^2)
E_{50}^{ref}	: Kekakuan Tangensial untuk Pembebanan Primer (kN/m^2)
E_{50}^{ref}	: Kekakuan untuk Pengurangan/Pembebanan Kembali (kN/m^2)
K_0^{OC}	: Koefisien tekanan tanah dalam keadaan diam

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Diagram Alir	1-4
Gambar 2. 1 <i>Weathered clay shale</i> (PT. GEC).....	2-2
Gambar 2. 2 Uji Dispersi (PT. GEC)	2-3
Gambar 3. 1 Properti dari Model yang akan digunakan	3-2
Gambar 3. 2 Tampilan Model Geometri Penampang Timbunan.....	3-2
Gambar 3. 3 Tampilan Model Geometri Penampang Jembatan	3-3
Gambar 3. 4 <i>Mesh</i> untuk penampang timbunan.....	3-4
Gambar 3. 5 <i>K0 procedure</i> untuk memodelkan <i>initial stress</i>	3-4
Gambar 3. 6 Tipe Perhitungan Plastis.....	3-5
Gambar 3. 7 Tipe Perhitungan <i>Safety</i>	3-5
Gambar 4. 1 Lokasi dari Data CPT dan SPT (PT. GEC).....	4-7
Gambar 4. 2 Lokasi dari Data Inklinometer (PT. GEC)	4-7
Gambar 4. 3 Grafik Korelasi N-SPT dengan Kohesi Undrained (Sowers, 1979).....	4-9
Gambar 4. 4 Grafik Zona Kuat Geser <i>Clay shale</i> (Gartung, 1989)	4-10
Gambar 4. 5 Korelasi modulus undrained/kuat geser undrained dengan nilai OCR	4-11
Gambar 4. 6 Pelapisan Tanah pada Penampang Timbunan.....	4-21
Gambar 4. 7 <i>K0-Proceude</i>	4-21
Gambar 4. 8 Penimbunan Tahap 1 pada Penampang Timbunan	4-22
Gambar 4. 9 Penimbunan Tahap 2 pada Penampang Timbunan	4-22
Gambar 4. 10 Pemberian Beban Lalu Lintas untuk Kondisi Jangka Panjang pada Konstruksi Timbunan.....	4-23
Gambar 4. 11 Pelapisan Tanah pada Penampang Jembatan	4-24
Gambar 4. 12 Penggantian Tanah Dasar pada Penampang Jembatan	4-24
Gambar 4. 13 Penimbunan Tahap 1 pada Penampang Jembatan.....	4-25
Gambar 4. 14 Penimbunan Tahap 2 pada Penampang Jembatan.....	4-25
Gambar 4. 15 Konstruksi <i>Pondasi, Abutment, dan Pier</i> Jembatan	4-26
Gambar 4. 16 <i>Interface</i> pada <i>Pondasi, Abutment, dan Pier</i> Jembatan.....	4-26
Gambar 4. 17 Penimbunan di Belakang <i>Abutment</i> pada Penampang Jembatan	4-27

Gambar 4. 18 Konstruksi <i>Girder</i>	4-27
Gambar 4. 19 Pemberian Beban Lalu Lintas untuk Kondisi Jangka Panjang pada Konstruksi Jembatan	4-28
Gambar 4. 20 Lokasi inclinometer IN-5 pada Konstruksi Timbunan.....	4-29
Gambar 4. 21 Grafik Deformasi Konstruksi Timbunan.....	4-29
Gambar 4. 22 Deformasi Total pada Konstruksi Timbunan Kondisi Jangka Pendek.....	4-30
Gambar 4. 23 Bidang Gelincir pada Konstruksi Timbunan Kondisi Jangka Pendek	4-30
Gambar 4. 24 Deformasi Total pada Konstruksi Timbunan Kondisi Jangka Panjang	4-31
Gambar 4. 25 Bidang Gelincir pada Konstruksi Timbunan Kondisi Jangka Panjang	4-31
Gambar 4. 26 Lokasi Inklinometer BP-2 pada Konstruksi Jembatan.....	4-32
Gambar 4. 27 Grafik Deformasi Horizontal pada Tiang Bor Konstruksi Jembatan.....	4-32
Gambar 4. 28 Diagram Interaksi Tiang Bor dengan tulangan 27D25	4-33
Gambar 4. 29 Diagram Interaksi Tiang Bor dengan tulangan 2x27D25	4-33
Gambar 4. 30 Momen Tiang Bor pada Kondisi Jangka Pendek	4-34
Gambar 4. 31 Momen Tiang Bor pada Kondisi Jangka Panjang	4-35

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Faktor Keamanan Minimum untuk Timbunan (SNI 8460:2017).....	2-4
Tabel 2. 2 Beban Lalu Lintas untuk Analisis Stabilitas (SNI 8460:2017).....	2-4
Tabel 4. 1 Korelasi Berat Isi Tanah berdasarkan Jenis Tanah (Coduto, 2001) ...	4-8
Tabel 4. 2 Korelasi Nilai Tahanan Konus dengan Faktor Konus (Look, 2007) ..	4-9
Tabel 4. 3 Korelasi Modulus Elastisitas berdasarkan Nilai CPT (Bowles, 1997) .	4-10
Tabel 4. 4 Korelasi Sudut Geser Dalam dengan jenis tanah (<i>Minnesota Department of Transportation, Pavement Design, 2007</i>).....	4-13
Tabel 4. 5 Korelasi Angka Poisson berdasarkan Jenis Tanah (Meyerhoff, 1956) .	4-14
Tabel 4. 6 Rekomendasi Nilai Interface Berdasarkan Interaksi Antar Elemen (Brinkgreeve dan Shen 2011).....	4-14
Tabel 4. 7 Parameter Mohr Coulomb Penampang Timbunan.....	4-15
Tabel 4. 8 Pelapisan Tanah Penampang Timbunan	4-15
Tabel 4. 9 Parameter <i>Hardening Soil</i> Penampang Timbunan.....	4-15
Tabel 4. 10 Parameter <i>Hardening Soil</i> Penampang Timbunan.....	4-16
Tabel 4. 11 Nilai OCR dan K0 untuk Penampang Timbunan.....	4-16
Tabel 4. 12 Pelapisan Tanah Penampang Jembatan.....	4-16
Tabel 4. 13 Parameter Mohr Coulomb Penampang Jembatan.....	4-17
Tabel 4. 14 Parameter <i>Hardening Soil</i> Penampang Jembatan	4-17
Tabel 4. 15 Parameter <i>Hardening Soil</i> Penampang Jembatan	4-17
Tabel 4. 16 Nilai OCR dan K0 untuk Penampang Timbunan.....	4-18
Tabel 4. 17 Parameter Tiang Bor	4-18
Tabel 4. 18 Parameter Girder	4-19
Tabel 4. 20 Parameter <i>Abutment</i>	4-19
Tabel 4. 21 Parameter <i>Pile Cap</i>	4-20
Tabel 4. 22 Parameter Pier	4-20

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Data Uji Lapangan L1-1

LAMPIRAN 2 Data Inklinometer..... L2-1



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Timbunan merupakan salah satu metode konstruksi yang digunakan untuk meningkatkan elevasi tanah untuk mencapai elevasi tertentu. Pada desain konstruksi timbunan dan jembatan diperlukan analisis stabilitas dan perhitungan momen pada struktur jembatan. Stabilitas suatu lereng timbunan dipengaruhi oleh kondisi tanah dasar, metode konstruksi, dan juga tingkat kepadatan material timbunan yang digunakan.

Rencana Jalan Tol Jakarta-Cikampek II Selatan melintasi rencana jalan industri milik PT. Multi Optimal Sentosa sehingga dibutuhkan konstruksi jembatan dan timbunan. Timbunan setinggi 14 meter yang digunakan untuk menopang badan jalan tol di proyek tersebut termasuk dalam kategori timbunan tinggi. Penimbunan dilakukan dengan dua tahap, yang pertama sampai elevasi jalan industry PT. Multi Optimal Sentosa dan timbunan tahap kedua dilakukan sampai elevasi jalan tol.

Kondisi tanah dasar pada area tersebut merupakan *weathered clay shale* sehingga durabilitas dan kuat gesernya rendah. Pada konstruksi jembatan dilakukan perbaikan tanah dengan penggantian tanah sedangkan pada timbunan tidak dilakukan perbaikan tanah. Karena timbunan yang dikonstruksi cukup tinggi dan kondisi tanah dasarnya kurang baik maka dilakukan monitoring dengan inclinometer, pada inclinometer tersebut deformasi horizontal yang terjadi sudah mencapai angka yang tinggi sehingga timbunan dikhawatirkan akan mengalami longsor.

1.2 Inti Permasalahan

Tanah dasar pada proyek timbunan dan jembatan di Sadang, Purwakarta merupakan *clay shale* yang telah mengalami pelapukan. Pada konstruksi jembatan, tanah dasar yang berupa *weathered clay shale* sudah dilakukan perbaikan dengan

cara penggantian tanah, sedangkan pada konstruksi timbunan perbaikan tanah tidak dilakukan.

Adapun maksud dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui parameter tanah dasar berdasarkan data hasil uji lapangan.
2. Melakukan analisis balik dengan matching displacement berdasarkan data inklinometer.
3. Melakukan analisis stabilitas timbunan dan perhitungan momen pada struktur jembatan menggunakan parameter dari hasil analisis balik.

1.3 Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian meliputi:

1. Lokasi timbunan dan jembatan berada di Sadang, Purwakarta.
2. Jenis material tanah dasar adalah *clay shale*.
3. Parameter pelapisan tanah dasar yang digunakan diperoleh dari interpretasi data hasil uji lapangan (*Standard Penetration Test* (SPT) dan *cone penetration test* (CPT)) serta data hasil uji laboratorium.
4. Data deformasi yang diperoleh dari data inklinometer di lapangan.
5. Analisis stabilitas dan perhitungan momen pada struktur jembatan dilakukan menggunakan Program PLAXIS 2D.

1.4 Metode Penelitian

Metode-metode penelitian yang dilakukan pada skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mempelajari teori dan konsep mengenai perilaku *clay shale*, parameter tanah, faktor keamanan dan stabilitas timbunan melalui buku, jurnal, skripsi, dan tesis.

2. Pengumpulan Data

Data yang digunakan untuk penelitian ini merupakan data sekunder hasil uji laboratorium dan data hasil uji lapangan.

3. Analisis

Analisis yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode elemen hingga dengan bantuan Program PLAXIS 2D. Hasil analisis berupa deformasi, faktor keamanan lereng dan momen pada struktur *abutment*.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang dilakukan pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. BAB 1 : PENDAHULUAN

Bab 1 berisi latar belakang, inti permasalahan, maksud dan tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, metode penelitian, sistematika penulisan, dan diagram alir.

2. BAB 2 : STUDI PUSTAKA

Bab 2 berisi tinjauan literatur mengenai perilaku *clay shale*, parameter tanah, stabilitas lereng, dan faktor keamanan.

3. BAB 3 : METODOLOGI PENELITIAN

Bab 3 berisi tahapan pemodelan untuk melakukan analisis stabilitas lereng dan perhitungan momen pada struktur jembatan menggunakan Program PLAXIS 2D.

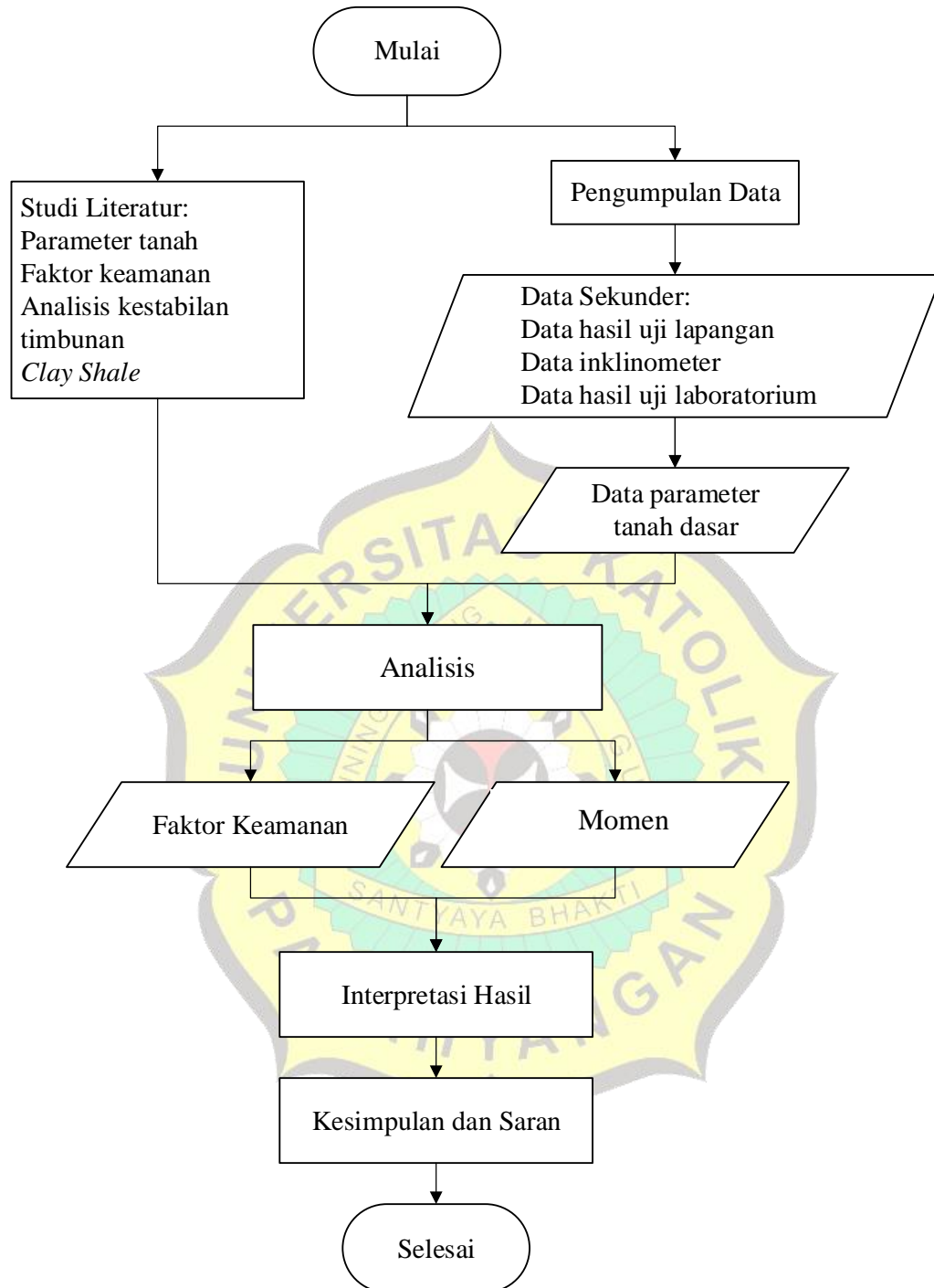
4. BAB 4 : DATA DAN HASIL ANALISIS

Bab 4 berisi tentang pengolahan data hasil uji lapangan dan data hasil uji laboratorium, dan analisis menggunakan Program PLAXIS 2D.

5. BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil analisis yang telah diperoleh serta saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya.

1.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. 1 Diagram Alir