

**SKRIPSI**

**ANALISIS GALIAN UNTUK  
BASEMENT GEDUNG PPAG UNPAR**



**FANISA WIDYA FEBRIYANI  
NPM : 2016410091**

**PEMBIMBING: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, 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  
DESEMBER 2019**

**SKRIPSI**  
**ANALISIS GALIAN UNTUK**  
**BASEMENT GEDUNG PPAG UNPAR**



**FANISA WIDYA FEBRIYANI**

**NPM : 2016410091**

**PEMBIMBING**

**Prof. Paulus Pramono Rahardjo, 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 : Fanisa Widya Febriyani

NPM : 2016410091

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: Analisis **Galian** untuk Basement Gedung PPAG Unpar 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, Desember 2019



Fanisa Widya Febriyani

2016410091

# ANALISIS GALIAN UNTUK BASEMENT GEDUNG PPAG UNPAR

Fanisa Widya Febriyani  
NPM: 2016410091

Pembimbing: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, 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  
DESEMBER 2019

## ABSTRAK

Pekerjaan galian dalam mengakibatkan perubahan tegangan dan regangan sehingga memicu timbulnya deformasi. Deformasi lateral tercermin pada sistem proteksi, memiliki batas izin sehingga membutuhkan pengawasan berupa pemasangan inklinometer. Pada kasus galian basement PPAG Unpar, digunakan *Soldier Pile* 16m sebagai sistem proteksi dan pemasangan tiga buah inklinometer. Galian dilakukan sedalam kurang lebih 12m. Data parameter tanah diambil dari korelasi nilai N-SPT pada beberapa titik bor terdekat. Analisis dilakukan berdasarkan Metode Elemen Hingga dengan bantuan program PLAXIS 2D pada kondisi *Total Stress Analysis* dan *Effective Stress Analysis* dalam pemodelan Mohr-Coulomb. Input parameter tanah pada model Mohr-Coulomb antara lain E (Modulus Elastisitas), c (Kuat Geser Tanah),  $\phi$  (Sudut geser Dalam), dan  $\nu$  (Angka Poisson). Tujuan analisis ini untuk memastikan nilai deformasi tidak melebihi batas izin dan membandingkan nilai deformasi hasil analisis Metode Elemen Hingga dengan data terukur inklinometer. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, nilai deformasi *Total Stress Analysis* tidak melebihi batas izin dengan faktor keamanan 1-1.5. Sementara, terjadi kegagalan konstruksi pada *Effective Stress Analysis* akibat kurang akuratnya pemilihan parameter dari korelasi nilai N-SPT atau kurang kuatnya kondisi tanah di lapangan. Disarankan menggunakan data uji laboratorium dan sistem proteksi tambahan untuk menghindari terjadinya kegagalan.

Kata Kunci: Basement, *Soldier Pile*, Metode Elemen Hingga, Galian Dalam



# **DEEP EXCAVATION ANALYSIS FOR PPAG UNPAR BASEMENT**

**Fanisa Widya Febriyani  
NPM: 2016410091**

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

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

**(Accredited by SK BAN-PT Number: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
DECEMBER 2019**

## **ABSTRACT**

*Deep excavation causes soil deformation as results of changes in stress and strain. Deformation occurred on soil protection system and the value should not bigger than the deformation limit. Inclinometer is used to monitor the deformation. On PPAG Unpar basement case, 16m Soldier Pile is used alongside the instrumentation of inclinometer on site. The deep of excavation is around 12m. Soil properties are interpreted using correlation between soil properties and SPT values from nearest borhole. Analysis based on Finite Element Method with the help of professional software "PLAXIS 2D". Mohr-Coulomb model was chosen to perform Total Stress Analysis and Effective Stress Analysis. Soil properties used on this modeling are E (Modulus Elasticity), c (Soil Cohesion),  $\phi$  (Angle of friction), dan  $\nu$  (Poisson's ratio). Objective of the analysis are to make sure the value of deformation is not bigger than the limit and to make a comparison between analysis results and measured data inclinometer. The results show the deformation value of Total Stress Analysis is not exceeding the limit with safety factor between 1 and 1.5. On the other hand, the failure occurred in Effective Stress Analysis because of inaccurate correlation value of soil properties or the lack of strength of soil. Soil laboratory test data is recommended alongside the addition of protection system to avoid the failures.*

*Keywords: Basement, Soldier Pile, Finite Element Method, Deep Excavation*

## **PRAKATA**

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. atas berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Analisis Galian untuk Basement Gedung PPAG Unpar. Skripsi ini merupakan salah satu syarat kelulusan tingkat S1 program studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan.

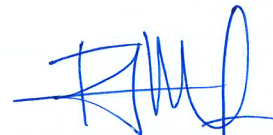
Penulis menemui tidak sedikit hambatan selama proses penyusunan skripsi ini. Penulis sangat bersyukur dan berterima kasih atas kehadiran orang-orang yang telah membantu penulis untuk mengatasi berbagai hambatan tersebut dari berbagai aspek. Maka dari itu, ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Orang tua dan adik-adik kandung penulis yang tidak henti menemani, mendukung, mendoakan, dan memberi bantuan dalam berbagai bentuk yang memacu penulis untuk menyelesaikan skripsi.
2. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang dengan sabar membimbing dan mendampingi penulis dalam segala proses penulisan skripsi, dari mulai penjelasan topik skripsi hingga penyempurnaan skripsi.
3. Seluruh dosen dan staff pengajar KBI Geoteknik Universitas Katolik Parahyangan selaku dosen pengajar dan penguji yang memberikan banyak ilmu, bantuan, kritik, dan saran dalam penyusunan skripsi.
4. Bu Marcia, Ci Melissa, dan seluruh karyawan PT Geotechnical Engineering Consultant yang telah membantu proses pengumpulan data penting dalam penyusunan skripsi.
5. Indra Raga, Radella Adelia, Putri Vasha, Ekasaputra, dan Dirgantara Putra yang meluangkan waktu untuk menemani, bertukar pikiran, dan memberikan motivasi kepada penulis dalam proses penyusunan skripsi.
6. Jessica Santika, Shafira Nadyariza, Danesya Ananda, Rama Adi, Adinka Rayya, Lulu Hafsyah, Kemal Arsyad, dan Fransisko Wiwarsono yang memberikan bantuan referensi serta dukungan moral kepada penulis.
7. Aulia Dianti Putri dan Gilberta Miranda yang berjuang bersama dalam penyusunan skripsi.

8. Rocky Mountain, Martin Supardi, Alfred Siemarga, Wellyanto Wijaya, Ivan, Stephen Lunardi, dan Anthony Ong selaku teman satu dosen pembimbing yang memberikan bantuan, informasi, serta dukungan dan motivasi.
9. Alia Andynar, Kuspatia Anggani, dan Audrey Muliauwan serta teman-teman C159 selaku teman-teman dekat penulis yang sedikit banyak memberikan dukungan moral dan menemani penulis dalam proses penyusunan skripsi.
10. Seluruh civitas akademika Universitas Katolik Parahyangan, khususnya mahasiswa Teknik Sipil Unpar Angkatan 2016.

Penulis menyadari banyak kelemahan, kekurangan, dan ketidaksempurnaan baik dalam proses penyusunan maupun hasil skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran membangun supaya penulis dapat berkembang di kemudian hari.

Bandung, Desember 2019



Fanisa Widya Febriyani

2016410091

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| ABSTRAK .....                                      | ii   |
| ABSTRACT .....                                     | v    |
| PRAKATA .....                                      | vi   |
| DAFTAR ISI.....                                    | viii |
| DAFTAR NOTASI.....                                 | x    |
| DAFTAR GAMBAR .....                                | xii  |
| DAFTAR TABEL.....                                  | xv   |
| BAB 1 .....  | 1    |
| PENDAHULUAN .....                                  | 1    |
| I. I.    Latar Belakang .....                      | 1    |
| I. II.   Inti Permasalahan.....                    | 2    |
| I. III.  Maksud dan Tujuan Penelitian .....        | 2    |
| I. IV.  Lingkup Penelitian.....                    | 3    |
| I. V.   Metode Penelitian .....                    | 3    |
| I. VI.  Diagram Alir .....                         | 5    |
| BAB II.....  | 6    |
| STUDI LITERATUR.....                               | 6    |
| II. I.   Galian Dalam .....                        | 6    |
| II. I. I. <i>Full open-cut methods</i> .....       | 7    |
| II. II.  Tekanan Tanah Lateral .....               | 9    |
| II. III. Mohr Coulomb.....                         | 10   |
| II. IV.  Soldier Pile.....                         | 12   |
| II. III. I.  Deformasi Lateral Maksimum.....       | 15   |
| II. V.   Stabilitas Lereng .....                   | 16   |
| II. VI.  Inklinometer.....                         | 19   |
| II. VII.  Klasifikasi dan Parameter Tanah .....    | 22   |
| II. VII. I.   Standard Penetration Test (SPT)..... | 23   |
| II. VII. II.  Korelasi nilai N-SPT.....            | 24   |
| BAB III .....                                      | 33   |

|   |    |
|---|----|
| METODE ANALISIS.....  | 33 |
| III. I.    Metode Elemen Hingga .....   | 33 |
| III. II.   Pemodelan PLAXIS 2D.....   | 35 |
| BAB IV .....  | 43 |
| KAJIAN DAN ANALISIS GALIAN PADA PROYEK GEDUNG PPAG UNPAR.                           | 43 |
| IV. I.    Definisi Proyek dan Potongan Geoteknik.....                               | 43 |
| IV. II. I.   Potongan Geoteknik A-A' .....  | 46 |
| IV. II. II.   Potongan Geoteknik B-B' .....   | 47 |
| IV. II. III.   Potongan Geoteknik C-C' .....  | 48 |
| IV. II. IV.   Spesifikasi <i>Soldier Pile</i> , Galian, dan Deformasi Maksimum..... | 48 |
| IV. II.   Penentuan Parameter dan Pembebanan .....                                  | 49 |
| IV. II. I.   Parameter Potongan Geoteknik A-A' .....                                | 54 |
| IV. II. II.   Parameter Potongan Geoteknik B-B' .....                               | 57 |
| IV. II. III.   Parameter Geoteknik C-C' .....                                       | 59 |
| IV. II. IV.   Pemodelan Potongan Geoteknik .....                                    | 61 |
| IV. III. <i>Staged Construction</i> .....   | 63 |
| IV. IV.   Deformasi Horizontal PLAXIS 2D.....                                       | 64 |
| IV. IV. I.   Potongan Geoteknik A-A' .....  | 64 |
| IV. IV. II.   Potongan Geoteknik B-B' .....   | 68 |
| IV. IV. III.   Potongan Geoteknik C-C' .....  | 72 |
| IV. V.   Studi Perbandingan dan Diskusi Kegagalan Analisis.....                     | 76 |
| BAB V.....  | 83 |
| KESIMPULAN DAN SARAN.....   | 83 |
| V. I.    Kesimpulan .....   | 83 |
| V. II.   Saran .....  | 84 |
| DAFTAR PUSTAKA .....  | 85 |

## DAFTAR NOTASI

|              |   |   |
|--------------|---|---|
| $A$          | : | Luas ( $m^2$ )  |
| $b$          | : | Lebar Bidang (m)  |
| $c$          | : | Kohesi/Kuat Geser Tanah ( $kN/m^2$ )                        |
| $c'$         | : | Kohesi Efektif/Kuat Geser Tanah Efektif ( $kN/m^2$ )        |
| $D$          | : | Diameter (m)  |
| $DL$         | : | <i>Dead Load</i> ( $kN/m^2$ )                               |
| $Dr$         | : | <i>Density Ratio</i> (%)                                    |
| $E$          | : | Modulus Elastisitas/Modulus Young                           |
| $E'$         | : | Modulus Elastisitas Tanah Efektif                           |
| $E_s$        | : | Modulus Elastisitas Tanah                                   |
| $E_{ur}$     | : | Modulus Elastisitas <i>unloading-reloading</i>              |
| $FK$         | : | Faktor Keamanan   |
| $h$          | : | Tinggi Bidang (m)   |
| $H$          | : | Kedalaman Galian (m)  |
| $I$          | : | Momen Inersia ( $m^4$ )                                     |
| $Lac$        | : | Panjang Busur (m)   |
| $LL$         | : | <i>Live Load</i> ( $kN/m^2$ )                               |
| $N$          | : | Jumlah Pukulan Hammer pada SPT                              |
| $(N_1)_{60}$ | : | Jumlah Pukulan Hammer pada SPT yang telah dikoreksi         |
| $PI$         | : | <i>Plasticity Index</i>                                     |
| $R$          | : | Jari-jari Bidang Longsor (m)                                |
| $R_{inter}$  | : | Hambatan karena gesekan antar material ( <i>interface</i> ) |
| $S_u$        | : | Kuat Geser Tanah ( <i>undrained</i> ) ( $kN/m^2$ )          |
| $w$          | : | Berat Tanah input Plate ( $kN/m/m$ )                        |
| $W$          | : | Berat Tanah Longsoran (kN)                                  |
| $x$          | : | Jarak Horizontal (m)  |
| $y$          | : | Jarak Vertikal (m)  |
| [K]          | : | Matriks Kekakuan Global                                     |

- $\{D\}$  : Matriks Perpindahan Global  
 $\{R\}$  : Matriks Gaya Global  
 $\gamma_c$  : Berat Isi Beton (24kN/m<sup>3</sup>)  
 $\gamma_s$  : Berat Isi Tanah (kN/m<sup>3</sup>)  
 $\gamma_{sat}$  : Berat Isi Tanah Jenuh (kN/m<sup>3</sup>)  
 $f'_c$  : Mutu Beton (Mpa)  
 $\nu$  : Angka Poisson  
 $\nu'$  : Angka Poisson Efektif  
 $\pi$  : Phi (3.14)  
 $\emptyset$  : Sudut Geser Dalam (°)  
 $\emptyset'$  : Sudut Geser Dalam Efektif (°)

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| <b>Gambar 2.1</b> <i>Slope full open cut method</i> (diolah dari buku <i>Deep Excavation</i> oleh Ou Chang-Yu).....  | 7  |
| <b>Gambar 2.2</b> <i>Cantilever full open cut method</i> (diolah dari buku <i>Deep Excavation</i> oleh Ou Chang-Yu).....   | 8  |
| <b>Gambar 2.3</b> Teori Mohr: (a) Lingkaran Mohr, (b) Garis Keruntuhan Mohr (diolah dari buku <i>Deep Excavation</i> oleh Ou Chang-Yu) .....                               | 10 |
| <b>Gambar 2.4</b> Soldier Pile dengan Lagging (diolah dari buku <i>Basics of Retaining Wall Design 10<sup>th</sup> Edition</i> oleh Hugh Brooks dan John P. Nielsen) ..... | 12 |
| <b>Gambar 2.5</b> Proses Pemasangan Soldier Pile (diolah dari buku <i>Deep Excavation</i> oleh Ou Chang-Yu).....   | 13 |
| <b>Gambar 2.6</b> Batasan Maksimum Deformasi Lateral pada Dinding (SNI 8460:2017) .....  | 15 |
| <b>Gambar 2.7</b> Analisis Kestabilan Lereng.....  | 17 |
| <b>Gambar 2.8</b> Alat Inklinometer (diolah dari SNI 3404:2018) .....  | 19 |
| <b>Gambar 2.9</b> Ilustrasi Pemasangan Inklinometer dengan Bor Putar (diolah dari SNI 3404:2018) .....   | 20 |
| <b>Gambar 2.10</b> Ilustrasi Pemasangan Inklinometer (diolah dari SNI 3404:2018) .....   | 20 |
| <b>Gambar 2.11</b> Sketsa Pemasangan Tabung Inklinometer dan Pergerakan Horizontal (diolah dari SNI 3404:2018) .....   | 21 |
| <b>Gambar 2.12</b> Sketsa Prinsip Pengukuran Horizontal (diolah dari SNI 3404:2018)..  | 21 |
| <b>Gambar 2.13</b> <i>Standard Penetration Test</i> (SPT) (Budhu, 2007) .....  | 23 |
| <b>Gambar 2.14</b> Perkiraan hubungan NSPT terhadap $S_u$ (Terzaghi dan Peck, 1967; Sowers, 1979).....   | 26 |
| <b>Gambar 2.15</b> Korelasi sudut geser dalam efektif dan $(N_1)_{60}$ (Hatanaka dan Uchida, 1996) .....   | 27 |
| <b>Gambar 2.16</b> Korelasi batas cair, indeks plastisitas, dan klasifikasi tanah .....  | 29 |
| <b>Gambar 2.17</b> Korelasi indeks plastisitas dan sudut geser dalam efektif (Bjerrum dan Simon, 1960).....  | 29 |
| <b>Gambar 3.1</b> General Settings.....  | 35 |
| <b>Gambar 3.2</b> Pembuatan <i>cluster</i> tanah dengan <i>Geometry Line</i> .....   | 36 |
| <b>Gambar 3.3</b> Pemodelan <i>soldier pile</i> , dinding dan pelat dengan <i>Plate</i> .....  | 36 |
| <b>Gambar 3.4</b> Pemodelan interaksi elemen dengan <i>Interface</i> .....   | 37 |



|  |    |
|--|----|
| <b>Gambar 3.5</b> Pemodelan tumpuan dengan <i>Standard Fixities</i> .....                    | 37 |
| <b>Gambar 3.6</b> Pembebanan dengan <i>Distributed Load</i> .....                            | 38 |
| <b>Gambar 3.7</b> Input parameter tanah dan komponen bangunan .....                          | 38 |
| <b>Gambar 3.8</b> Assigned materials .....   | 39 |
| <b>Gambar 3.9</b> Generate Mesh .....  | 39 |
| <b>Gambar 3.10</b> Initial Conditions water pore pressure .....                              | 40 |
| <b>Gambar 3.11</b> Initial Conditions soil stresses .....                                    | 40 |
| <b>Gambar 3.12</b> Alur konstruksi model PLAXIS 2D .....                                     | 41 |
| <b>Gambar 4.1</b> Denah Lokasi Galian PPAG Unpar .....                                       | 43 |
| <b>Gambar 4.2</b> Potongan Geoteknik untuk Pemodelan Analisis .....                          | 44 |
| <b>Gambar 4.3</b> Lokasi Proyek, Universitas Katolik Parahyangan .....                       | 45 |
| <b>Gambar 4.4</b> Jarak terukur dari lokasi inklinometer IN-01 dan Jalan Bukit Jarian ....   | 46 |
| <b>Gambar 4.5</b> Jarak terukur dari lokasi inklinometer IN-02 dan Jalan Bukit Jarian ....   | 47 |
| <b>Gambar 4.6</b> Pemodelan Potongan Geoteknik A-A' .....                                    | 61 |
| <b>Gambar 4.7</b> Pemodelan Potongan Geoteknik B-B' .....                                    | 61 |
| <b>Gambar 4.8</b> Pemodelan Potongan Geoteknik C-C' .....                                    | 62 |
| <b>Gambar 4.9</b> Deformed Mesh Total Stress Analysis A-A' .....                             | 64 |
| <b>Gambar 4.10</b> Deformasi Horizontal <i>Soldier Pile Total Stress Analysis</i> A-A' ..... | 65 |
| <b>Gambar 4.11</b> Faktor Keamanan Galian A-A' .....   | 65 |
| <b>Gambar 4.12</b> <i>Bending Moment Soldier Pile Total Stress Analysis</i> A-A' .....       | 66 |
| <b>Gambar 4.13</b> <i>Shear Force Soldier Pile Total Stress Analysis</i> A-A' .....          | 66 |
| <b>Gambar 4.14</b> Kegagalan pada <i>Effective Stress Analysis</i> A-A' .....                | 67 |
| <b>Gambar 4.15</b> Deformed Mesh Total Stress Analysis B-B' .....                            | 68 |
| <b>Gambar 4.16</b> Deformasi Horizontal <i>Soldier Pile Total Stress Analysis</i> B-B' ..... | 68 |
| <b>Gambar 4.17</b> <i>Bending Moment Soldier Pile Total Stress Analysis</i> B-B' .....       | 69 |
| <b>Gambar 4.18</b> <i>Shear Force Soldier Pile Total Stress Analysis</i> B-B' .....          | 69 |
| <b>Gambar 4.19</b> Faktor Keamanan Galian B-B' .....   | 70 |
| <b>Gambar 4.20</b> Kegagalan pada <i>Effective Stress Analysis</i> B-B' .....                | 71 |
| <b>Gambar 4.21</b> Deformed Mesh Total Stress Analysis C-C' .....                            | 72 |
| <b>Gambar 4.22</b> Deformasi Horizontal <i>Soldier Pile Total Stress Analysis</i> C-C' ..... | 72 |
| <b>Gambar 4.23</b> <i>Bending Moment Soldier Pile Total Stress Analysis</i> C-C' .....       | 73 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Gambar 4.24</b> <i>Shear Force Soldier Pile Total Stress Analysis C-C'</i> ..... | 73 |
| <b>Gambar 4.25</b> Faktor Keamanan Galian C-C' .....                                | 74 |
| <b>Gambar 4.26</b> Kegagalan pada <i>Effective Stress Analysis C-C'</i> .....       | 75 |
| <b>Gambar 4.27</b> Deformasi Lateral IN-01 vs BH06 Short Term .....                 | 76 |
| <b>Gambar 4.28</b> Deformasi Lateral IN-02 vs BH03 Short Term .....                 | 77 |
| <b>Gambar 4.29</b> Deformasi Lateral IN-03 vs BH02 Short Term .....                 | 77 |
| <b>Gambar 4.30</b> <i>Bending Moment</i> IN-01 vs BH06 Short Term .....             | 79 |
| <b>Gambar 4.31</b> <i>Bending Moment</i> IN-02 vs BH03 Short Term .....             | 80 |
| <b>Gambar 4.32</b> <i>Bending Moment</i> IN-03 vs BH02 Short Term .....             | 80 |
| <b>Gambar 4.33</b> <i>Shear Force</i> IN-01 vs BH06 .....                           | 81 |
| <b>Gambar 4.34</b> <i>Shear Force</i> IN-02 vs BH03 .....                           | 82 |
| <b>Gambar 4.35</b> <i>Shear Force</i> IN-03 vs BH02 .....                           | 82 |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabel 2.1</b> Aspek penting dari kestabilan lereng galian (Duncan et al. 1987).....   | 18 |
| <b>Tabel 2.2</b> Korelasi N-SPT dengan klasifikasi tanah (Terzaghi and Peck, 1967) .....                                       | 24 |
| <b>Tabel 2.3</b> Korelasi empirik N-SPT dengan berat isi tanah (Budhu, 2008) .....   | 25 |
| <b>Tabel 2.4</b> Korelasi kuat geser dengan konsistensi tanah kohesif .....  | 25 |
| <b>Tabel 2.5</b> Korelasi kepadatan tanah relatif dengan sudut geser dalam (Das, 1995)...                                      | 27 |
| <b>Tabel 2.6</b> Korelasi indeks plastisitas dengan klasifikasi tanah ( <i>Soil Mechanics, Atterberg</i> ) .....               | 28 |
| <b>Tabel 2.7</b> Korelasi modulus elastisitas tanah ( $E_s$ ) dengan $N_{SPT}$ pada tanah pasir dan lanau (Bowles, 1977) ..... | 30 |
| <b>Tabel 2.8</b> Korelasi modulus elastisitas tanah ( $E_s$ ) dengan $N_{SPT}$ pada tanah lempung (Bowles, 1977) .....         | 31 |
| <b>Tabel 2.9</b> Angka Poisson Berbagai Jenis Material Tanah (Bowles, 1977) .....  | 32 |
| <b>Tabel 2.10</b> Angka Poisson Efektif Berbagai Jenis Material Tanah (Budhu, 2007) ...  | 32 |
| <b>Tabel 4.1</b> Komponen penting pada struktur gedung (PPIUG, 1983) .....   | 49 |
| <b>Tabel 4.2</b> Nilai standar beban hidup (PPIUG, 1983).....  | 50 |
| <b>Tabel 4.3</b> Pemilihan data bor dan inklinometer untuk tiap potongan geoteknik.....  | 51 |
| <b>Tabel 4.4</b> Korelasi NSPT dan parameter tanah yang diperlukan .....   | 52 |
| <b>Tabel 4.6</b> Rentang nilai $R_{inter}$ (Brinkgreeve dan Shen, 2011).....   | 52 |
| <b>Tabel 4.5</b> Data BH06 untuk Potongan Geoteknik A-A' .....   | 54 |
| <b>Tabel 4.6</b> Hasil klasifikasi data BH06.....  | 54 |
| <b>Tabel 4.7</b> Parameter BH06 yang digunakan dalam analisis Mohr-Coulomb PLAXIS .....  | 55 |
| <b>Tabel 4.8</b> Parameter <i>Soldier Pile</i> untuk A-A' .....  | 56 |
| <b>Tabel 4.9</b> Parameter dinding untuk A-A' .....  | 56 |
| <b>Tabel 4.10</b> Parameter pelat untuk A-A' .....   | 56 |
| <b>Tabel 4.11</b> Data BH03 untuk Potongan Geoteknik B-B' .....  | 57 |
| <b>Tabel 4.12</b> Hasil klasifikasi data BH03.....   | 57 |
| <b>Tabel 4.13</b> Parameter BH03 yang digunakan dalam analisis Mohr-Coulomb PLAXIS .....                                       | 58 |
| <b>Tabel 4.14</b> Parameter <i>Soldier Pile</i> untuk B-B' .....   | 58 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabel 4.15</b> Data BH02 untuk Potongan Geoteknik C-C' .....                     | 59 |
| <b>Tabel 4.16</b> Hasil klasifikasi data BH02.....                                  | 59 |
| <b>Tabel 4.17</b> Parameter yang digunakan dalam analisis Mohr-Coulomb PLAXIS ..... | 60 |
| <b>Tabel 4.18</b> Parameter <i>Soldier Pile</i> untuk C-C' .....                    | 60 |
| <b>Tabel 4.19</b> Tahap Konstruksi pada masing-masing Potongan Geoteknik.....       | 63 |

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### **I. I. Latar Belakang**

Terbatasnya jumlah lahan untuk pembangunan infrastruktur saat ini menjadi sebuah hal yang seringkali dijadikan masalah. Salah satu jalan keluar dari permasalahan tersebut adalah membuat sebuah lahan di bawah elevasi muka tanah atau *basement*. Berdasarkan lokasi tersebut, dalam proses konstruksi *basement* diperlukan pekerjaan galian tanah. Pekerjaan galian tanah menjadi salah satu bagian penting dalam sebuah proyek konstruksi yang tidak lepas dari ilmu geoteknik. Sehubungan dengan hal tersebut, pekerjaan galian tanah sedikit banyak berpengaruh pada kondisi tanah di lingkungan sekitar.

Pada praktiknya, pekerjaan galian tanah membawa dampak terjadinya pergerakan tanah di sekitar lokasi konstruksi akibat beban kerja lateral. Hal tersebut memicu timbulnya perubahan tegangan dan regangan yang menyebabkan deformasi pada tanah. Dalam konstruksi *basement*, diperlukan bangunan pendukung berupa dinding penahan tanah contohnya penggunaan *soldier pile* pada *basement* gedung PPAG Unpar. Dengan kondisi tersebut, deformasi pada tanah akibat perubahan tegangan dan regangan akan berdampak pula pada perilaku dari dinding penahan tanah.

Perubahan perilaku dari dinding penahan tanah pada saat proses pekerjaan galian menjadi sebuah resiko dari konstruksi *basement* yang dapat berdampak pada bangunan sekitar sehingga perlu adanya tindakan pengawasan. Aktivitas *monitoring* gerakan lateral dan deformasi tanah dilakukan dengan bantuan alat inklinometer. Dari alat tersebut diperoleh informasi aktual mengenai kemiringan suatu bidang sebagai peringatan apabila terjadi deformasi yang melewati batas izinnnya.

## **I. II. Inti Permasalahan**

Dalam sebuah proyek konstruksi, proses desain merupakan sebuah proses yang penting dan harus dilakukan dengan teliti begitu pula pada pekerjaan galian untuk *basement*. Pada proyek gedung PPAG Unpar, terdapat banyak bangunan bertingkat di sekitar lokasi galian. Ketika pekerjaan galian dilaksanakan, tanah mengalami perubahan tegangan dan regangan yang mengakibatkan timbulnya deformasi. Sehingga, perlu dilakukan analisis untuk memastikan pekerjaan galian yang dilakukan aman dan tidak berdampak pada bangunan sekitar yaitu dengan nilai deformasi yang tidak melampaui batas izinnnya.

Analisis pergerakan tanah lateral berupa nilai deformasi dapat diestimasi dengan menggunakan Metode Elemen Hingga dengan bantuan program komputer PLAXIS 2D. Namun, hasil analisis tersebut belum tentu sesuai dengan kenyataannya di lapangan. Sehubungan dengan hal tersebut, dipasang alat inklinometer yang berfungsi sebagai *warning system*. Selain itu, inklinometer digunakan sebagai instrument yang membantu proses pengawasan perilaku galian di lokasi konstruksi.

## **I. III. Maksud dan Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian skripsi ini antara lain:

1. Menganalisis pergerakan tanah lateral pada saat pekerjaan galian untuk *basement* gedung PPAG Unpar
2. Membandingkan nilai hasil analisis pergerakan tanah lateral pada saat pekerjaan galian untuk *basement* gedung PPAG Unpar dengan data terukur inklinometer
3. Memastikan galian *basement* gedung PPAG Unpar aman dengan gaya-gaya yang bekerja tidak melebihi kapasitas

#### **I. IV. Lingkup Penelitian**

Lingkup penelitian skripsi ini adalah:

1. Tinjauan literatur mengenai teori yang berhubungan dengan penelitian
2. Pengumpulan data seperti data proyek, data parameter tanah, dan lain-lain serta data pergerakan tanah lateral pada pekerjaan galian dalam untuk *basement* gedung PPAG Unpar dari alat inklinometer
3. Analisis data pergerakan tanah lateral berdasarkan Metode Elemen Hingga dengan bantuan program komputer PLAXIS 2D
4. Memverifikasi hasil analisis dengan data terukur di lapangan
5. Diskusi hasil analisis dan studi perbandingan dengan data terukur di lapangan

#### **I. V. Metode Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan dalam skripsi ini adalah:

1. Studi Pustaka  
Pengumpulan dasar teori yang digunakan dalam penelitian ini mengenai galian dalam, tekanan tanah lateral, dinding penahan tanah *soldier pile*, inklinometer, dan Metode Elemen Hingga berdasarkan studi pustaka
2. Pengumpulan Data  
Pengumpulan data-data yang sekiranya diperlukan sebagai input analisis menggunakan program komputer PLAXIS 2D dan data lapangan melalui alat inklinometer

3. Analisis Data

Menganalisis pergerakan tanah lateral berdasarkan Metode Elemen Hingga dengan bantuan program komputer PLAXIS 2D untuk dibandingkan dengan data terukur alat inklinometer

4. Diskusi dan Studi Perbandingan

Membandingkan nilai hasil analisis program komputer PLAXIS 2D dengan data yang terukur dari alat inklinometer di lapangan serta mendiskusikan perbedaan nilai tersebut



## I. VI. Diagram Alir

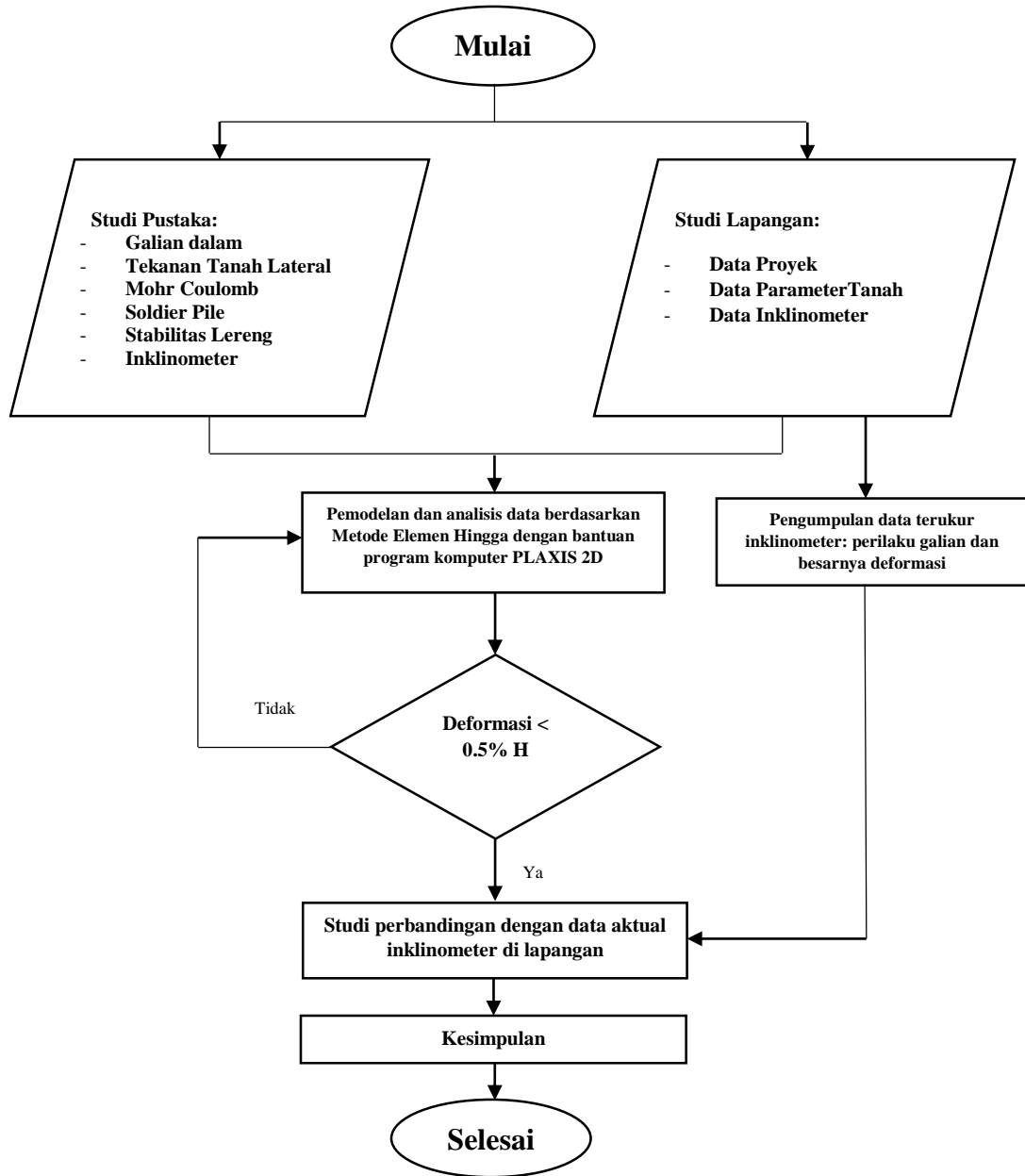


Diagram alir di atas menunjukkan proses penting yang perlu dilalui sebelum mencapai kesimpulan pada analisis galian untuk basement gedung PPAG Unpar. Analisis dilakukan dari pengumpulan data primer melalui studi pustaka dan studi lapangan. Lalu dilakukan pemodelan dan analisis serta pengumpulan data sekunder. Studi perbandingan dapat dilakukan apabila nilai deformasi dari hasil analisis tidak melebihi batas izinnnya.