

**SKRIPSI**

**STUDI KALIBRASI DEFORMASI DINDING  
DIAFRAGMA DENGAN METODE ELEMEN HINGGA  
SATU DIMENSI DAN TIGA DIMENSI PADA GALIAN  
DALAM DENGAN DAN TANPA BUTTRESS WALL**



**ROY ADRIANTO  
NPM : 2016410003**

**PEMBIMBING: Aswin Lim, Ph.D.**

**KO-PEMBIMBING: Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.**

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

**BANDUNG  
FEBRUARI 2021**



**SKRIPSI**

**STUDI KALIBRASI DEFORMASI DINDING  
DIAFRAGMA DENGAN METODE ELEMEN HINGGA  
SATU DIMENSI DAN TIGA DIMENSI PADA GALIAN  
DALAM DENGAN DAN TANPA BUTTRESS WALL**



**ROY ADRIANTO  
NPM : 2016410003**

**PEMBIMBING: Aswin Lim, Ph.D.**

**KO-PEMBIMBING: Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.**

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

**BANDUNG  
FEBRUARI 2021**



**SKRIPSI**

**STUDI KALIBRASI DEFORMASI DINDING  
DIAFRAGMA DENGAN METODE ELEMEN HINGGA  
SATU DIMENSI DAN TIGA DIMENSI PADA GALIAN  
DALAM DENGAN DAN TANPA BUTTRESS WALL**



**ROY ADRIANTO  
NPM : 2016410003**

**PEMBIMBING**

---

**Aswin Lim, Ph.D.**

**KO-PEMBIMBING**

---

**Ignatius Tommy P., S.T., M.S.**

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

**BANDUNG  
FEBRUARI 2021**



## PERNYATAAN

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

Nama : Roy Adrianto

NPM : 2016410003

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

**Studi Kalibrasi Deformasi Dinding Diafragma Dengan Metode Elemen Hingga Satu Dimensi Dan Tiga Dimensi Pada Galian Dalam Dengan Dan Tanpa Buttress Wall** 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 Yogyakarta

Tanggal: 25 Januari 2021



Roy Adrianto

2016410003





# **STUDI KALIBRASI DEFORMASI DINDING DIAFRAGMA DENGAN METODE ELEMEN HINGGA SATU DIMENSI DAN TIGA DIMENSI PADA GALIAN DALAM DENGAN DAN TANPA BUTTRESS WALL**

**Roy Adrianto**

**NPM: 2016410003**

**Pembimbing : Aswin Lim, Ph.D.**

**Ko-Pembimbing : Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
FEBRUARI 2021**

## **ABSTRAK**

*Pada umumnya analisis deformasi dinding dengan dan tanpa buttress wall dilakukan dengan pendekatan metode elemen hingga tiga dimensi dan satu dimensi. Pada analisis metode elemen hingga satu dimensi diperlukan nilai koefisien subgrade reaction ( $K_h$ ) untuk mensimulasikan kekakuan tanah. Namun, belum banyak studi yang mengkalibrasi nilai  $K_h$  pada analisis metode elemen hingga satu dimensi. Dengan demikian, tujuan penelitian ini adalah melakukan kalibrasi nilai  $K_h$  dengan menggunakan program berbasis metode elemen hingga satu dimensi, TORS3. Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan nilai deformasi dinding dari TORS3 dengan hasil analisis metode elemen hingga tiga dimensi, PLAXIS 3D. Kasus yang digunakan di dalam penelitian ini adalah kasus galian dalam di Jakarta Pusat dan modifikasi kasus galian dalam di Jakarta Pusat. Kasus modifikasi galian di Jakarta Pusat dibagi menjadi analisis tanpa buttress wall dan dengan buttress wall. Hasil deformasi dinding menggunakan program TORS3 serupa dengan hasil pengukuran di lapangan dan program PLAXIS 3D. Nilai  $K_h$  untuk kasus galian dalam di Jakarta Pusat berada pada rentang persamaan Ou dan Akao-Gaoqiao. Sedangkan pada kasus modifikasi galian dalam di Jakarta Pusat memiliki nilai  $K_h$  yang serupa dengan persamaan Akao-Gaoqiao. Penambahan buttress wall menyebabkan nilai  $K_h$  meningkat sebesar 62% dalam kasus modifikasi galian dalam di Jakarta Pusat.*

*Kata kunci: Buttress Wall, Metode Elemen Hingga Satu Dimensi, Metode Elemen Hingga Tiga Dimensi, Deformasi Dinding, Koefisien Subgrade Reaction.*



# **CALIBRATION STUDY OF DIAPHRAGM WALL DEFORMATION WITH ONE-DIMENSIONAL AND THREE-DIMENSIONAL FINITE ELEMENT METHODS IN DEEP EXCAVATION WITH AND WITHOUT BUTTRESS WALL**

**Roy Adrianto**

**NPM: 2016410003**

**Advisor: Aswin Lim, Ph.D.**

**Co-Advisor: Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.**

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

**(Accredited by SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)**

**BANDUNG**

**FEBRUARY 2021**

## **ABSTRACT**

*Generally, the analysis of wall deformation with and without buttress wall carried out using the three-dimensional and one-dimensional finite element method approach. In the one-dimensional finite element method, the subgrade reaction coefficient ( $K_h$ ) is required to simulate the soil stiffness. Nonetheless, the number of researchers who have calibrated the  $K_h$  value in the one-dimensional finite element analysis method is still limited. Consequently, this study intends to calibrate the  $K_h$  value using a program based on the one-dimensional finite element named TORSA 3. The calibration was carried out by comparing the wall deformation value of TORSA 3 with the analysis of the three-dimensional finite element method, PLAXIS 3D. The topic used in this research is the deep excavation in Central Jakarta and the modification of the case of deep excavation in Central Jakarta. The circumstances of the excavation modification in Central Jakarta are divided into analyzes with and without buttress walls. The result of wall deformation using the TORSA 3 program is similar to the consequences of measurements in the field and the PLAXIS 3D program. The  $K_h$  value for the excavation case in Central Jakarta falls within the Ou and Akao-Gaoqiao equations range. Whereas in the case of modification, Central Jakarta has a  $K_h$  value similar to the Akao-Gaoqiao equation. The buttress's addition affected the  $K_h$  value to expand by 62% in deep excavation modification in Central Jakarta.*

*Keyword: Buttress Wall, One-Dimensional Finite Element Method, Three-Dimensional Finite Element Method, Wall Deformation, Subgrade Reaction Coefficient*

## PRAKATA

Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan kasih-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Studi Kalibrasi Deformasi Dinding Diafragma Dengan Metode Elemen Hingga Satu Dimensi dan Tiga Dimensi Pada Galian Dalam Dengan dan Tanpa Buttress Wall” dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa proses ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik tanpa adanya dukungan moral, bimbingan, dan motivasi dari berbagai pihak. Penulis menyadari bahwa kehadiran beberapa pihak sangat berpengaruh terhadap kesuksesan skripsi ini.

Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu, khususnya kepada:

1. □ Kedua orang tua, Pudjianto dan Mari Surjani Handoko yang selalu memberikan doa dan dukungan kepada penulis baik secara moral maupun materiil
2. □ Saudara dan keluarga penulis, Martin Adrianto dan Tonny Adrianto yang senantiasa memberikan semangat hingga skripsi ini dapat terselesaikan
3. □ Bapak Aswin Lim, Ph.D dan Bapak Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S. selaku dosen pembimbing dan ko-pembimbing yang telah memberikan ilmu, arahan, serta membantu kelancaran proses skripsi ini
4. □ Segenap Dosen KBI Geoteknik yang sudah membantu studi saya di Teknik Sipil Universitas Parahyangan, Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D, Ibu Siska Rustiani, Ir., MT, Anastasia Sri Lestari, Ir., MT, Eric Ng Yin Kuan, Ir., MT, Budijanto Widjaja, Ph.D, dan semua asisten geoteknik.
5. □ Seluruh teman-teman angkatan 2015 dan 2016 dan teman-teman seperjuangan lainnya yang telah memberikan bantuan dan dukungan moral

6. □ Sherly Laurensia yang telah membantu menyemangati dan membantu penyelesaian skripsi ini
7. □ Ibu Theresita Herni S., Ir., MT. dan Bapak Adrian Firdaus, S.T., M.Sc. yang sudah memberikan bantuannya dalam berdinamika di Universitas Parahyangan, serta dosen- dosen lainnya yang telah bersedia memberikan pengetahuan yang sangat bermanfaat selama perkuliahan
8. □ Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu telah membantu memberikan dukungan moral sehingga semua proses skripsi dapat terselesaikan

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang masih harus disempurnakan dari penulisan skripsi ini. Penulis berharap agar penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya. Terima kasih sebesar-besarnya penulis ucapkan kepada seluruh pihak yang telah berpartisipasi.

Bandung, 23 Januari 2021



Roy Adrianto

2016410003



# DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	ixi
PUSTAKA .....	xiv
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR NOTASI .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xxix
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Inti Permasalahan .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Lingkup Penelitian .....	2
1.5 Metode Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
1.7 Diagram Alir .....	4
BAB 2 DASAR TEORI .....	6
2.1 Galian Dalam .....	6
2.2 Top-down Construction Method .....	6
2.3 Dinding Diafragma .....	8
2.4 Buttress Wall .....	9
2.5 Metode Elemen Hingga Satu Dimensi dan Pendekatan Balok Pegas .....	9
2.6 Koefisien <i>Subgrade Reaction</i> ( $K_h$ ) .....	13

2.7	Tekanan Tanah Aktif dan Pasif pada Tanah Lempung.....	14
2.8	Tekanan Tanah <i>at-rest</i> pada Tanah Lempung .....	14
2.9	Peningkatan dengan Penambahan <i>Buttress Wall</i> .....	15
2.9.1	Parameter Kekuatan Tanah Ekuivalen .....	15
2.9.2	Konstata Pegas Tanah Ekuivalen .....	16
2.10	Metode Elemen Hingga Tiga Dimensi.....	16
2.11	<i>Hardening Soil Model</i> .....	16
BAB 3 Metodologi penelitian.....		18
3.1	Prosedur Analisis program TORSA 3.....	18
3.1.1	Pemasukan ( <i>Input</i> ).....	18
3.1.2	Perhitungan.....	22
3.1.3	Keluaran ( <i>Output</i> ).....	22
3.2	Prosedur Analisis Program PLAXIS 3D V20.....	23
3.2.1	Pemasukan ( <i>Input</i> ).....	24
3.2.2	Perhitungan.....	27
3.2.3	Keluaran ( <i>Output</i> ).....	27
BAB 4 ANALISIS DATA.....		28
4.1	Proyek Galian Dalam di Jakarta Pusat.....	28
4.1.1	Analisis Deformasi Dinding Diafragma Menggunakan PLAXIS dan TORSA 3 .....	29
4.1.2	Penentuan Parameter Tanah .....	29
4.1.3	Penentuan Parameter Struktur .....	33
4.1.4	Tahapan Konstruksi .....	33
4.1.5	Hasis Analisis Defromasi Dinding Diafragma .....	39



4.2	Kasus Modifikasi Galian dalam Jakarta Pusat .....	45
4.3	Analisis Modifikasi Galian dalam Jakarta Pusat Tanpa Buttress .....	47
4.3.1	Penentuan Parameter Tanah .....	48
4.3.2	Penentuan Parameter Struktur .....	49
4.3.3	Tahapan Konstruksi .....	50
4.3.4	Hasis Analisis Defromasi Dinding Diafragma .....	55
4.4	Analisis Modifikasi Galian dalam Jakarta Pusat Dengan Buttress .....	58
4.4.1	Penentuan Parameter Tanah .....	58
4.4.2	Penentuan Parameter Struktur .....	59
4.4.3	Tahap Konstruksi .....	60
4.4.4	Hasis Analisis Defromasi Dinding Diafragma .....	66
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>71</b>
5.1	Kesimpulan .....	71
5.2	Saran .....	72
Daftar Pustaka .....		xvii



## DAFTAR NOTASI

$P_a$	= Tekanan Tanah Lateral Aktif (kPa)
$P_p$	= Tekanan Tanah Lateral Pasif (kPa)
$K_a$	= Koefisien Tekanan Lateral Aktif
$K_p$	= Koefisien Tekanan Lateral Pasif
$K_0$	= Koefisien Tekanan Lateral <i>At-rest</i>
$\overline{K_0}$	= Modifikasi Koefisien Tekanan Lateral <i>At-rest</i>
$\sigma'_v$	= Tegangan Tanah Efektif (kPa)
$\sigma_v$	= Tegangan Tanah Total (kPa)
$u_w$	= Tekanan Hidrostatik (kPa)
$\delta$	= Gesekan Antara Tanah dan Dinding ( $^\circ$ )
$\phi$	= Sudut Geser Tanah Total ( $^\circ$ )
$\phi'$	= Sudut Geser Tanah Efektif ( $^\circ$ )
$c$	= Kekuatan Geser Tanah (kPa)
$c'$	= Kekuatan Geser Tanah Efektif (kPa)
$S_u$	= Kuat Geser Tanah Tak Terdrainase (kPa)
$S_{uw}$	= Adhesi Antara Dinding dengan Tanah (kPa)
$S_u^*$	= Kuat Geser Tanah Tak Terdrainase Ekuivalen (kPa)
OCR	= <i>Over Consolidated Ratio</i>
$K_h$	= Modulus <i>Subgrade Reaction</i> ( $\text{kN/m}^3$ )
$K_h^*$	= Modulus <i>Subgrade Reaction</i> Ekuivalen ( $\text{kN/m}^3$ )
[K]	= Matriks Kekakuan Global
$[k^e]$	= Matriks Kekakuan Elemen
{q}	= Matriks Perpindahan Nodal
{p}	= Matriks Beban
$\nu$	= <i>Poisson's Ratio</i>
$\nu'$	= <i>Poisson's Ratio</i> Efektif
$\nu_{ur}$	= <i>Unloading-Reloading Poisson's Ratio</i>
$E_{50}^{ref}$	= Modulus Elastisitas Tanah <i>Secant Stiffness</i> Referensi
$E_{oed}^{ref}$	= Modulus Elastisitas Tanah <i>Oedometer</i> Referensi

$E_{ur}^{ref}$  = Modulus Elastisitas Tanah *Unloading/Reloading* Referensi

$\Psi$  = Sudut Dilatansi ( $^{\circ}$ )

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

$f_c'$  = Mutu Kuat Tekan Beton (Mpa)

N = Nilai N-SPT



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian .....	4
Gambar 1.2 Diagram Alir Lanjutan .....	5
Gambar 2.1 Ilustrasi <i>Top-down Construction Method</i> .....	8
Gambar 2.2 Ilustrasi <i>Buttress wall</i> (a) Tampak Atas (b) Potongan A-A .....	9
Gambar 2.3 Pendekatan Balok-Pegas .....	10
Gambar 2.4 Elemen Balok Dengan 2 Noda dan 2 <i>Degree of Freedom</i> .....	11
Gambar 2.5 Distribusi Gaya Pada Balok Dengan 2 <i>Degrees of Freedom</i> .....	12
Gambar 2.6 Diagram Model <i>Elasto-Plastic</i> .....	13
Gambar 2.7 Asumsi Muka Air Tanah ke Bagian Sangat Dalam .....	15
Gambar 2.8 Hubungan Hiperbolik Regangan-Regangan Pada Hasil Uji <i>triaxial</i> .....	17
Gambar 3.1 <i>Basic Data</i> .....	18
Gambar 3.2 Tipe dan Kekakuan Dinding .....	19
Gambar 3.3 Contoh Input Parameter <i>Buttress Wall</i> .....	20
Gambar 3.4 Contoh Input Parameter Tanah .....	20
Gambar 3.5 Menu Perhitungan .....	22
Gambar 3.6 Contoh Hasil Diagram DMS .....	23
Gambar 3.7 Hasil Keseluruhan Proyek.....	23
Gambar 3.8 <i>Project Properties</i> PLAXIS 3D V20 .....	24
Gambar 3.9 Contoh <i>Input Layer</i> Tanah dan Muka Air Tanah.....	25
Gambar 3.10 Opsi Pemodelan <i>Plate Element, Positive dan Negative Interface</i> .....	25
Gambar 3.11 Opsi <i>Generate Mesh</i> .....	26
Gambar 3.12 Phase Explorer Program PLAXIS 3D V20.....	26
Gambar 3.13 Opsi <i>Calculate</i> .....	27
Gambar 3.14 Opsi <i>View Calculation Results</i> .....	27
Gambar 4.1 Lokasi Galian Dalam di Jakarta Pusat, Indoensia .....	28
Gambar 4.2 Profil Tanah (Hsiung et al. 2018).....	29
Gambar 4.3 Profil Uji Bor (a) Plastic Limit, Water Content, dan Liquid Limit (b) Sand Content (c) Fine Content (d) Void Ratio (Hsiung et al. 2018) .....	30

Gambar 4.4 Profil Uji Bor (a) SPT-N (b) CPT- <i>Cone Resistance</i> (c) CPT- <i>Friction Resistance</i> (d) <i>Shear Wave Velocity</i> (Hsiung et al. 2018) .....	31
Gambar 4.5 Undrained Shear Strength (Hsiung et al. 2018).....	31
Gambar 4.6 Tahap pertama (Galian Jakarta Pusat, Indonesia).....	34
Gambar 4.7 Tahap kedua: Galian Pertama (a) PLAXIS 3D dan (b) TORSA 3 (Galian Jakarta Pusat, Indonesia) .....	34
Gambar 4.8 Tahap Ketiga: Pemasangan <i>Deck Slab</i> (a) PLAXIS 3D dan (b) TORSA 3 (Galian Jakarta Pusat, Indonesia) .....	35
Gambar 4.9 Tahap keempat: Galian Kedua (a) PLAXIS 3D dan (b) TORSA 3 (Galian Jakarta Pusat, Indonesia) .....	35
Gambar 4.10 Tahap Kelima: Pemasangan <i>Top Slab</i> (a) PLAXIS 3D dan (b) TORSA 3 (Galian Jakarta Pusat, Indonesia) .....	36
Gambar 4.11 Tahap keenam: Galian Ketiga (a) PLAXIS 3D dan (b) TORSA 3 (Galian Jakarta Pusat, Indonesia) .....	36
Gambar 4.12 Tahap Ketujuh: Pemasangan <i>Middle Slab</i> (a) PLAXIS 3D dan (b) TORSA 3 (Galian Jakarta Pusat, Indonesia) .....	37
Gambar 4.13 Tahap kedelapan: Galian Keempat (a) PLAXIS 3D dan (b) TORSA 3 (Galian Jakarta Pusat, Indonesia) .....	37
Gambar 4.14 Tahap kesembilan: Galian Kelima (a) PLAXIS 3D dan (b) TORSA 3 (Galian Jakarta Pusat, Indonesia) .....	38
Gambar 4.15 Tahap kesepuluh: Pemasangan <i>Bottom Slab</i> (a) PLAXIS 3D dan (b) TORSA 3 .....	38
Gambar 4.16 Nilai Kh menurut Ou dan Akao-Gaoqiao.....	39
Gambar 4.17 Nilai Deformasi Ou dan Akao-Gaoqiao .....	40
Gambar 4.18 Defromasi Dinding Tahap 2 .....	41
Gambar 4.19 Deformasi Dinding a) Tahap 4 dan b) tahap 6 .....	42
Gambar 4.20 Deformasi Dinding a) Tahap 8 dan b) tahap 9 .....	43
Gambar 4.21 Nilai Kh <i>Back Analysis</i> .....	44
Gambar 4.22 Geometri Kasus Modifikasi Galian Dalam Di Jakarta Pusat.....	46
Gambar 4.23 Profil Galian Kasus Modifikasi Galian Dalam Di Jakarta Pusat.....	47

Gambar 4.24 Tahap pertama.....	50
Gambar 4.25 Tahap kedua: Galian Pertama (a) PLAXIS 3D dan (b) TORSA 3 .....	50
Gambar 4.26 Tahap Ketiga: Pemasangan <i>Deck Slab</i> (a) PLAXIS 3D dan (b) TORSA 3.....	51
Gambar 4.27 Tahap keempat: Galian Kedua (a) PLAXIS 3D dan (b) TORSA 3 .....	51
Gambar 4.28 Tahap Kelima: Pemasangan <i>Top Slab</i> (a) PLAXIS 3D dan (b) TORSA 3 .....	52
Gambar 4.29 Tahap keenam: Galian Ketiga (a) PLAXIS 3D dan (b) TORSA 3 .....	52
Gambar 4.30 Tahap Ketujuh: Pemasangan <i>Middle Slab</i> (a) PLAXIS 3D dan (b) TORSA 3 .....	53
Gambar 4.31 Tahap kedelapan: Galian Keempat (a) PLAXIS 3D dan (b) TORSA 3 .....	53
Gambar 4.32 Tahap kesembilan: Galian Kelima (a) PLAXIS 3D dan (b) TORSA 3 (Galian Jakarta Pusat, Indonesia).....	54
Gambar 4.33 Tahap kesepuluh: Pemasangan <i>Bottom Slab</i> (a) PLAXIS 3D dan (b) TORSA 3 .....	54
Gambar 4.34 Grafik Defromasi Dinding .....	55
Gambar 4.31 Nilai Kh <i>Back Analysis</i> .....	57
Gambar 4.36 Tahap pertama.....	61
Gambar 4.37 Tahap kedua: Galian Pertama (a) PLAXIS 3D dan (b) TORSA 3 .....	61
Gambar 4.38 Tahap Ketiga: Pemasangan <i>Deck Slab</i> (a) PLAXIS 3D dan (b) TORSA 3.....	62
Gambar 4.39 Tahap keempat: Galian Kedua (a) PLAXIS 3D dan (b) TORSA 3 .....	62
Gambar 4.40 Tahap Kelima: Pemasangan <i>Top Slab</i> (a) PLAXIS 3D dan (b) TORSA 3 .....	63
Gambar 4.41 Tahap keenam: Galian Ketiga (a) PLAXIS 3D dan (b) TORSA 3 .....	63
Gambar 4.42 Tahap Ketujuh: Pemasangan <i>Middle Slab</i> (a) PLAXIS 3D dan (b) TORSA 3 .....	64
Gambar 4.43 Tahap kedelapan: Galian Keempat (a) PLAXIS 3D dan (b) TORSA 3 .....	64
Gambar 4.44 Tahap kesembilan: Galian Kelima (a) PLAXIS 3D dan (b) TORSA 3 (Galian Jakarta Pusat, Indonesia).....	65

Gambar 4.45 Tahap kesepuluh: Pemasangan *Bottom Slab* (a) PLAXIS 3D dan (b) TORSA 3 ..... 65

Gambar 4.46 Grafik Deformasi Dinding ..... 66

Gambar 4.47 Nilai  $K_h^*$  *Back Analysis* ..... 68





## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jarak Spasi Noda Maksimum (m).....	19
Tabel 4.1 Parameter Tanah Dalam Program PLAXIS 3D (Hsiung et al. 2018).....	32
Tabel 4.2 Parameter Tanah Yang Digunakan Dalam Program TORS3 ..... 32	32
Tabel 4.3 Parameter Input Dinding Diafragma (Hsiung et al. 2018).....	33
Tabel 4.4 Parameter Input <i>Slab</i> .....	33
Tabel 4.5 Nilai $K_h$ <i>back analysis</i> beserta keterangan .....	45
Tabel 4.6 Persamaan $K_h$ <i>back analysis</i> berdasarkan konsistensi tanah .....	45
Tabel 4.7 Parameter Tanah Dalam Program PLAXIS 3D .....	48
Tabel 4.8 Parameter Tanah Yang Digunakan Dalam Program TORS3 .....	48
Tabel 4.9 Parameter Input Dinding Diafragma.....	49
Tabel 4.10 Parameter Input <i>Slab</i> .....	49
Tabel 4.11 Nilai $K_h$ <i>back analysis</i> beserta keterangan .....	56
Tabel 4.12 Persamaan $K_h$ <i>back analysis</i> berdasarkan konsistensi tanah .....	57
Tabel 4.13 Parameter Tanah Dalam Program PLAXIS 3D .....	58
Tabel 4.14 Parameter Tanah Yang Digunakan Dalam Program TORS3.....	59
Tabel 4.15 Parameter Input Dinding Diafragma.....	59
Tabel 4.16 Parameter Input <i>Buttress wall</i> .....	60
Tabel 4.17 Parameter Input <i>Slab</i> .....	60
Tabel 4.18 Nilai $K_h^*$ <i>back analysis</i> beserta keterangan .....	67
Tabel 4.19 Persamaan $K_h^*$ <i>back analysis</i> berdasarkan konsistensi tanah .....	68
Tabel 4.20 Perbandingan nilai $K_h$ penelitian dengan persamaan yang ada.....	69



## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 GRAFIK AKAI-GAOQIAO.....	L1-1
LAMPIRAN 2 PERHITUNGAN $\overline{K\sigma}$ .....	L2-1





# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Deformasi merupakan salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam desain dinding penahan tanah seperti *diaphragm wall*. Deformasi dinding berlebih dapat menyebabkan kegagalan pada galian dalam dan runtuhnya dinding penahan tanah. Metode yang digunakan untuk menurunkan nilai deformasi dinding secara berlebih yaitu dilakukannya perbaikan tanah, pemasangan dinding penopang (*buttress wall*), dan pemasangan *cross wall* (Hsieh *et al.* 2017).

Analisis galian dalam dengan perkuatan *buttress wall* merupakan permasalahan 3D. Namun, Pemodelan secara 3D, seperti menggunakan PLAXIS 3D relatif sulit dilakukan bagi kebanyakan orang dan membutuhkan banyak waktu. TORSA 3 memberikan solusi alternatif dapat analisis galian dalam dengan dalam pengaku *buttress wall*. TORSA 3 merupakan program komputer berbasis metode elemen hingga satu dimensi, sehingga analisis dapat dilakukan dengan lebih mudah dan cepat. Belum banyak penelitian yang memverifikasi penerapan pendekatan satu dimensi dalam mensimulasikan perilaku tiga dimensi *buttress wall*. Maka, penulis akan melakukan kalibrasi pada nilai  $K_h$ , agar hasil analisis deformasi menggunakan pendekatan satu dimensi dapat serupa dengan pendekatan tiga dimensi.

Berdasarkan studi terdahulu, Dilakukan perbandingan antara analisis program berbasis metode elemen hingga tiga dimensi dengan hasil lapangan. Didapatkan bahwa nilai deformasi pada lapangan sebesar 26 mm sedangkan, hasil analisis PLAXIS 3D dengan pemodelan *rigid connection* sebesar 22 mm (Lim *et al.*2017). Penelitian ini berfokus pada proyek DPB yang terletak di Taipei. Proyek DPB ini memiliki luas 1658 m<sup>2</sup> dengan kedalaman galian 19 m. Galian yang dilakukan dalam proyek ini menggunakan dinding diafragma dengan sistem penguat *buttress wall*. Pelapisan tanah pada lokasi ini didominasi oleh lapisan tanah lempung lunak.

## 1.2 Inti Permasalahan

Analisis dinding diafragma dengan perkuatan *buttress wall* merupakan permasalahan dari metode elemen hingga tiga dimensi. Pemodelan secara tiga dimensi membutuhkan banyak waktu yang lama dan susah dilakukan bagi kebanyakan orang. TORS3 merupakan program komputer yang dapat menganalisis dinding diafragma dengan perkuatan *buttress wall*. Program ini berbasis metode elemen hingga satu dimensi, sehingga dapat menjadi solusi untuk mempermudah dan mempercepat analisis. Belum banyak penelitian yang memverifikasi penerapan analisis satu dimensi dalam mensimulasikan perilaku tiga dimensi, terutama pada penggunaan *buttress wall*.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian skripsi ini adalah melakukan kalibrasi terhadap nilai  $K_h$  pada program TORS3. Kalibrasi ini bertujuan agar, deformasi dinding diafragma dengan analisis satu dimensi dapat menghasilkan nilai yang serupa dengan hasil analisis tiga dimensi.

## 1.4 Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian studi ini adalah:

1. □ Desain dan acuan didapatkan melalui data sekunder.
2. □ Analisis deformasi dinding diafragma dengan sistem pengaku *buttress wall* dengan metode elemen hingga tiga dimensi menggunakan program PLAXIS 3D
3. □ Analisis deformasi dinding diafragma dengan sistem pengaku *buttress wall* dengan metode elemen hingga satu dimensi menggunakan program TORS3.

## 1.5 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. □ Studi Pustaka. Tahapan ini bertujuan untuk memperoleh informasi dari berbagai sumber yang berkaitan dengan penelitian ini. Sumber yang digunakan berasal dari literatur, jurnal, artikel, manual, dan desain.
2. □ Pengumpulan Data. Pengumpulan data yang diambil dari data sekunder.
3. □ Pengolahan Data. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan teori-teori yang telah dikumpulkan yang digunakan untuk menganalisis data.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Susunan dari penulisan ini dibagi menjadi 5 bab. Berikut 5 susunan penulisan tersebut:

### 1. □ BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini diuraikan menjadi latar belakang masalah, maksud dan tujuan penulisan, lingkup penelitian, sistematika penulisan yang dilakukan, metodologi dan diagram alir pengerjaan skripsi.

### 2. □ BAB II : DASAR TEORI

Bab ini akan membahas mengenai teori-teori dasar yang berhubungan dengan deformasi pada dinding penahan tanah, pemasangan *buttress wall*.

### 3. □ BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan ini akan menyajikan dan membahas data-data yang digunakan untuk analisis beserta proses analisis untuk mendapatkan data.

### 4. □ BAB IV : ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

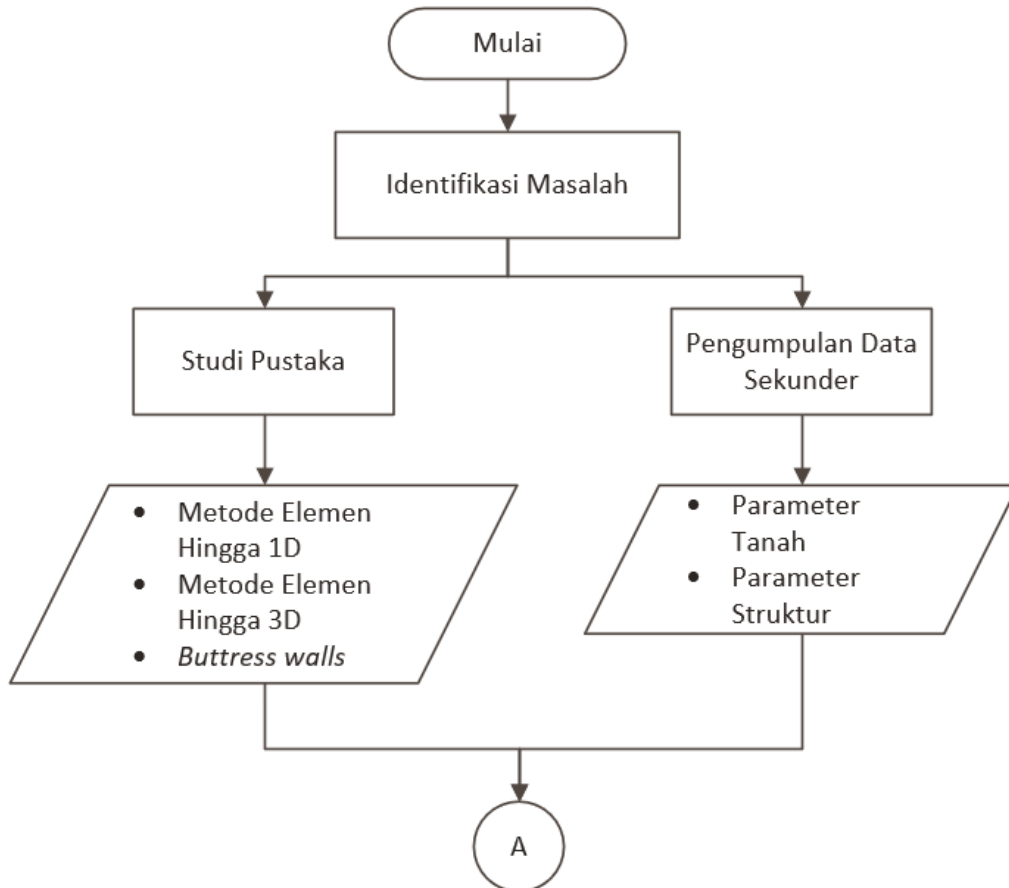
Bab ini akan memuat pemaparan mengenai dinding penahan tanah yang menjadi objek analisis, dasar parameter yang digunakan dalam analisis TORSIA 3

### 5. □ BAB V : PENUTUP

Bagian penutup memuat kesimpulan dan saran yang dilakukan oleh penulis.

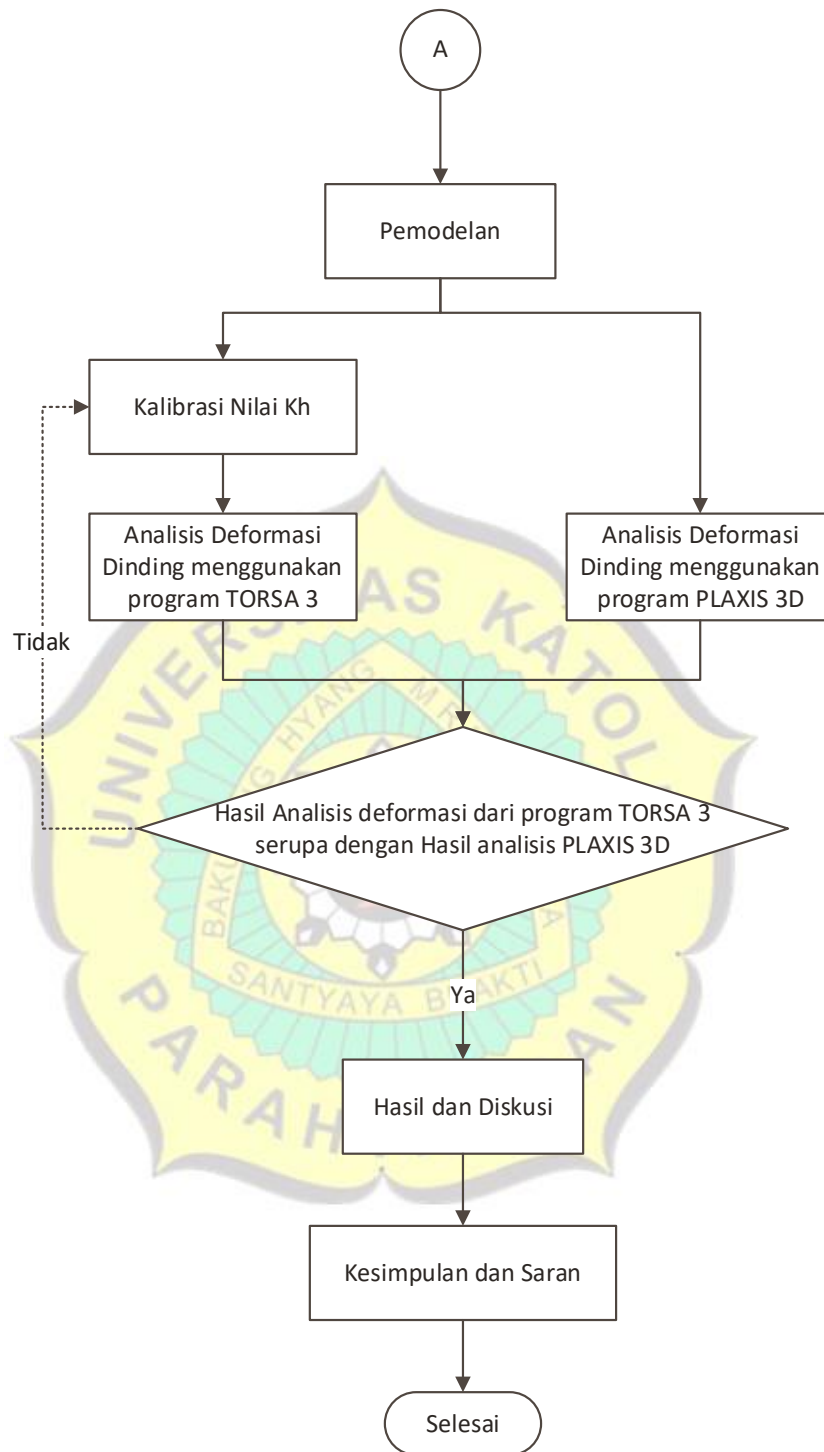
## 1.7 Diagram Alir

Diagram alir penelitian ini digambarkan oleh Gambar 1.1 dan Gambar 1.2.



**Gambar 1.1** Diagram Alir Penelitian





**Gambar 1.2** Diagram Alir Lanjutan

