

**SKRIPSI**

**ANALISIS DEFLEKSI DINDING DCM UNTUK  
GALIAN DALAM DENGAN METODE ELEMEN  
HINGGA 1 DIMENSI. STUDI KASUS: TANAH  
LEMPUNG BANGKOK, THAILAND**



**FEBRYANTO DARMAWAN  
NPM : 2017410097**

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

**KO-PEMBIMBING: Ryan Alexander Lyman, S.T., M.T.**

**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**

## SKRIPSI

# ANALISIS DEFLEKSI DINDING DCM UNTUK GALIAN DALAM DENGAN METODE ELEMEN HINGGA 1 DIMENSI. STUDI KASUS: TANAH LEMPUNG BANGKOK, THAILAND



**FEBRYANTO DARMAWAN**  
NPM : 2017410097

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

**KO-  
PEMBIMBING:** Ryan Alexander Lyman, S.T., M.T.

**PENGUJI 1:** Budijanto Widjaja, Ph.D.

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

**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**

## PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini, dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Febryanto Darmawan

NPM : 2017410097

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

**“Analisis Defleksi Dinding DCM Untuk Galian Dalam Dengan Metode Elemen Hingga 1 Dimensi. Studi Kasus: Tanah Lempung Bangkok, Thailand”** adalah 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 risiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang telah saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Bandung, 25 Juli 2021



Febryanto Darmawan  
2017410097

**ANALISIS DEFLEKSI DINDING DCM UNTUK GALIAN  
DALAM DENGAN METODE ELEMEN HINGGA 1 DIMENSI.  
STUDI KASUS: TANAH LEMPUNG BANGKOK, THAILAND**

**Febryanto Darmawan  
NPM : 2017410097**

**Pembimbing: Aswin Lim, Ph.D.  
Ko-Pembimbing: Ryan Alexander Lyman, S.T., M.T.**

**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**

Peningkatan populasi manusia menyebabkan ketersediaan lahan untuk bangunan infrastruktur tidak tercukupi. Sehingga dibutuhkan solusi dengan membangun bangunan struktur di bawah tanah yang melibatkan pekerjaan galian dalam untuk menambah jumlah ketersediaan lahan. Tujuan dari penelitian ini adalah memodelkan galian dalam dengan dinding DCM sebagai dinding penahan tanah menggunakan metode elemen hingga satu dimensi TORS3 dan memprediksi besarnya defleksi dinding DCM dan besarnya penurunan muka tanah yang terjadi. Studi parametrik juga dilakukan dengan memvariasikan berbagai parameter untuk mengetahui pengaruhnya terhadap defleksi dinding DCM. Nilai defleksi dinding maksimum setelah kalibrasi nilai  $K_h$  dan  $S_u$  dari program TORS3 dapat dikatakan mendekati dengan hasil pembacaan inklinometer dan hasil output analisis PLAXIS 2D, sedangkan besar penurunan muka tanah maksimum pada TORS3 mirip dengan besar penurunan muka tanah maksimum pada PLAXIS 2D. Parameter-parameter yang mempengaruhi peningkatan nilai defleksi dinding maksimum adalah nilai kedalaman galian ( $H_e$ ) yang semakin besar, penurunan nilai kuat geser tanah tak teralir ( $S_u$ ), penurunan nilai koefisien reaksi tanah dasar ( $K_h$ ), dan penurunan nilai ketebalan dinding ( $t$ ). Sedangkan nilai faktor reduksi kekakuan ( $\alpha$ ) tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap defleksi dinding maksimum.

Kata Kunci: Tanah Lempung, Dinding DCM, Metode Elemen Hingga Satu Dimensi, Defleksi Dinding, Studi Parametrik

**DEFLECTION ANALYSIS DCM WALL FOR DEEP  
EXCAVATION WITH FINITE ELEMENT METHOD  
1 DIMENSION. CASE STUDY: CLAY SOIL  
BANGKOK, THAILAND**

**Febryanto Darmawan  
NPM : 2017410097**

**Advisor: Aswin Lim, Ph.D.  
Co-Advisor: Ryan Alexander Lyman, S.T., M.T.**

**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  
AGUSTUS 2021**

**ABSTRACT**

The increase in human population causes the availability of land for infrastructure buildings to be insufficient. So a solution is needed by building underground structures that involve deep excavation work to increase the amount of land availability. The purpose of this study is to model deep excavation with DCM walls as retaining walls using the one-dimensional finite element method TORS3 and predict the deflection of the DCM wall and the ground surface subsidence that occurs. Parametric studies were also carried out by varying various parameters to determine their effect on DCM wall deflection. The value of maximum wall deflection after calibrating the  $K_h$  and  $S_u$  values from the TORS3 program can be said to be close to the results of the inclinometer readings and the results of the PLAXIS 2D output analysis, while the maximum ground surface subsidence in TORS3 is similar to the maximum ground surface subsidence in PLAXIS 2D. The parameters that affect the increase of maximum wall deflection value are the greater the excavated depth ( $H_e$ ), the decrease in the shear strength of the undrained soil ( $S_u$ ), the decrease in the coefficient of subgrade reaction ( $K_h$ ), and the decrease in the value of the wall thickness ( $t$ ). While the value of the stiffness reduction factor ( $\alpha$ ) does not have a major influence on the maximum wall deflection.

Keywords: Clay Soil, DCM Walls, One Dimensional Finite Element Method, Wall Deflection, Parametric Studies

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sebab atas berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Defleksi Dinding DCM Untuk Galian Dalam Dengan Metode Elemen Hingga 1 Dimensi. Studi Kasus: Tanah Lempung Bangkok, Thailand” tepat pada waktunya. Skripsi ini dilakukan sebagai salah satu pemenuhan syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana di Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Penulis menyadari bahwa penyusunan dari skripsi ini tidak luput dari hambatan dan rintangan selama proses penyusunan berjalan. Berkat adanya dukungan dan motivasi dari beberapa pihak, penulisan skripsi ini akhirnya dapat diselesaikan. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Aswin Lim, Ph.D., selaku dosen pembimbing yang sudah meluangkan banyak waktu dan memberikan ilmu, masukan, kritik, dorongan, dan semangat selama proses penulisan skripsi hingga dapat terselesaikan dengan baik.
2. Bapak Ryan Alexander Lyman, S.T., M.T. selaku ko-pembimbing yang telah memberikan ilmu, masukan, kritik, dorongan, dan semangat selama proses penulisan skripsi hingga dapat terselesaikan dengan baik.
3. Kedua orang tua, Handi Darmawan dan Merriwati serta saudara-saudara kandung penulis yang selalu memberikan doa dan dukungan selama proses penulisan skripsi berlangsung.
4. Seluruh dosen maupun asisten dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah membantu dan membimbing penulis selama menjalani pendidikan di Universitas Katolik Parahyangan.
5. Kyrie Elisia, Rizqi Iskandar, Albert Wanandi, Oktavianus Arvin, Angela Dewi, Benedictus Ivan Gautama, Yonathan Wijaya Kristianto, selaku teman seperjuangan anak bimbingan Pak Aswin Lim, Ph.D.
6. Benedictus Ivan Gautama, Yonathan Wijaya Kristianto selaku teman seperjuangan anak bimbingan Pak Ryan Alexander Lyman, S.T., M.T.

7. Bryan Winata, Albertus Wanandi, Matthew Brian, Albert Susanto, dan Benedictus Ivan Gautama selaku sahabat dekat penulis yang senantiasa menemani, menghibur dan memberikan semangat selama penyusunan skripsi ini.
8. Seluruh teman-teman dari Angkatan 2017, kakak dan adik tingkat, serta pihak-pihak lain yang tidak dapat saya sebutkan yang telah membantu saya selama menekuni pendidikan di Universitas Katolik Parahyangan.
9. Pihak lainnya yang tidak dapat ditulis satu persatu atas dukungan dan semangat selama penulisan skripsi ini berlangsung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu penulis dengan senang hati menerima saran serta masukan yang dapat membangun dari berbagai pihak. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membaca dan menambah wawasan dalam perkembangan ilmu khususnya dalam bidang Teknik Sipil.

Bandung, 25 Juli 2021



Febryanto Darmawan

2017410097

## 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 Bagian Pendahuluan .....	1-1
1.2 Inti Permasalahan .....	1-2
1.3 Tujuan Penelitian .....	1-2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian .....	1-3
1.5 Metode Penelitian .....	1-3
1.6 Sistematika Penulisan .....	1-3
BAB 2 DASAR TEORI .....	2-1
2.1 Galian Dalam .....	2-1
2.2 <i>Full Open Cut Methods</i> .....	2-1
2.3 <i>Deep Cement Mixing (DCM)</i> .....	2-2
2.3.1 Kekakuan Lentur (EI) <i>Deep Cement Mixing (DCM)</i> .....	2-3
2.4 Metode Elemen Hingga Satu Dimensi dan Pendekatan Balok Pegas ...	2-3
2.5 Modulus Subgrade Reaction (kh) .....	2-7
2.6 Penentuan Parameter Tanah .....	2-8
2.6.1 Kuat Geser Tanah Tak Teralir .....	2-8
2.6.2 Jenis Konsistensi Tanah .....	2-9



2.6.3	Sudut Geser Dalam Tanah .....	2-9
2.6.4	Berat Isi Tanah Tersaturasi .....	2-10
2.7	Tekanan Tanah lateral .....	2-10
2.7.1	Tekanan Tanah Aktif dan Pasif pada Tanah Lempung .....	2-11
2.7.2	Tekanan Tanah <i>at-rest</i> pada Tanah Lempung.....	2-11
2.8	Analisis Undrained Total Stress .....	2-11
2.9	Penurunan Muka Tanah.....	2-13
2.10	Plane Strain Ratio (PSR) .....	2-14
BAB 3 Metodologi Penelitian.....		3-1
3.1	Pengenalan Program TORSA3.....	3-1
3.1.1	Pemasukan ( <i>Input</i> ) .....	3-1
3.1.2	Bagian Perhitungan.....	3-6
3.1.3	Bagian <i>Output</i> .....	3-7
BAB 4 ANALISIS DATA .....		4-1
4.1	Proyek Galian Dalam di Bangkok.....	4-1
4.1.1	Analisis Defleksi Dinding DCM Menggunakan TORSA3 .....	4-2
4.1.2	Penentuan Parameter Struktur.....	4-3
4.1.3	Penentuan Parameter Tanah Desain.....	4-3
4.1.4	Tahapan Konstruksi .....	4-5
4.1.5	Hasil Analisis Defleksi Dinding DCM dan Penurunan Muka Tanah . .....	4-5
4.2	Studi Parametrik .....	4-14
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....		5-1
5.1	Kesimpulan.....	5-1
5.2	Saran.....	5-2
DAFTAR PUSTAKA .....		xvii

## DAFTAR NOTASI

$P_a$	:	Tekanan tanah lateral aktif ( $t/m^2$ )
$P_p$	:	Tekanan tanah lateral pasif ( $t/m^2$ )
$K_a$	:	Koefisien tekanan lateral aktif
$K_p$	:	Koefisien tekanan lateral pasif
$K_0$	:	Koefisien tekanan lateral at-rest
$\bar{K}_0$	:	Modifikasi koefisien tekanan lateral at-rest
$\sigma'_v$	:	Tegangan tanah efektif ( $t/m^2$ )
$\sigma_v$	:	Tegangan tanah total ( $t/m^2$ )
$u_w$	:	Tekanan hidrostatik ( $t/m^2$ )
$\delta$	:	Gesekan antara tanah dan dinding ( $^\circ$ )
$\phi$	:	Sudut geser tanah total ( $^\circ$ )
$\phi'$	:	Sudut geser tanah efektif ( $^\circ$ )
$c$	:	Kekuatan geser tanah ( $t/m^2$ )
$S_u$	:	Kuat geser tanah tak teralir ( $t/m^2$ )
$S_{uw}$	:	Adhesi antara dinding dengan tanah ( $t/m^2$ )
$K_h$	:	Modulus reaksi tanah dasar ( $t/m^3$ )
$[K]$	:	Matriks kekakuan global
$[K^e]$	:	Matriks kekakuan elemen
$\{q\}$	:	Matriks perpindahan nodal
$\{p\}$	:	Matriks beban
$E_{DCM}$	:	Modulus elastisitas DCM ( $t/m^2$ )
$EI_{DCM}$	:	Kekakuan lentur DCM ( $t/m^2 \cdot m$ )
DCM	:	<i>Deep cement mixing</i>
$q_u$	:	<i>Unconfined compressive strength</i> (kPa)
$Q_i$	:	Beban pada noda di i
$Q_j$	:	Beban pada noda di j
$U_{x\max}$	:	Perpindahan lateral maksimum dinding penahan tanah (cm)
$U_{y\max}$	:	Penurunan muka tanah maksimum (cm)
$I$	:	Momen inersia ( $m^4$ )
$\gamma$	:	Berat isi tanah ( $t/m^3$ )

- $\gamma_{\text{sat}}$  : Berat isi tanah tersaturasi ( $\text{t/m}^3$ )  
 $f_c'$  : Mutu kuat tekan beton (kPa)  
N : Nilai N-SPT  
PSR : *Plane strain ratio*  
 $\delta_{\text{hm, d}}$  : Defleksi maksimum dinding sejarak d dari sudut galian (cm)  
 $\delta_{\text{hm, ps}}$  : Defleksi maksimum dinding dalam kondisi *plane strain* (cm)



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian .....	1-5
Gambar 2.1 Pola Pemasangan <i>Deep Soil Mixing</i> (Pourakbara, 2015).....	2-3
Gambar 2.2 Pendekatan Balok Pegas (TORSAS3 <i>Theoretical Background</i> ) .....	2-4
Gambar 2.3 Hubungan Perpindahan Struktur Penahan Tanah dan Pegas Tanah (TORSAS3 <i>Theoretical Background</i> ).....	2-4
Gambar 2.4 Elemen Balok Pegas Dengan 2 nodas dan 2 derajat kebebasan (TORSAS3 <i>Theoretical Background</i> ) .....	2-5
Gambar 2.5 Distribusi Gaya Pada Balok Dengan 2 Derajat Kebebasan (TORSAS3 <i>Theoretical Background</i> ) .....	2-6
Gambar 2.6 Diagram Skematik Model Elasto-plastik (TORSAS3 <i>Theoretical Background</i> ).....	2-7
Gambar 2.7 Hubungan $N_{SPT}$ Terhadap $K_h$ .....	2-8
Gambar 2.8 Perkiraan Hubungan $N_{SPT}$ Terhadap $S_u$ (Terzaghi & Peck, 1967; Sowers, 1979).....	2-9
Gambar 2.9 Asumsi Muka Air Tanah Berada Pada kedalaman yang Sangat Dalam (Ou, 2006) .....	2-12
Gambar 2.10 Perhitungan Nilai Koefisien Tekanan Tanah <i>at-rest</i> (Ou, 2006) .	2-12
Gambar 2.11 Tipikal Bentuk Penurunan Muka Tanah (Hsieh & Ou, 1998) .....	2-13
Gambar 2.12 Metode Clough & O'Rourke's (1990) untuk mengestimasi penurunan muka tanah pada tanah <i>soft</i> hingga <i>medium clay</i> .....	2-14
Gambar 2.13 Grafik PSR dan Definisi Rasio Lebar-panjang Galian (Ou, 2006) .....	2-15
Gambar 3.1 Input Basic Data .....	3-2
Gambar 3.2 <i>Input Soil Layer Parameters</i> .....	3-2
Gambar 3.3 <i>Input Subsidence Parameters</i> .....	3-3
Gambar 3.4 <i>Input Construction Instructions</i> .....	3-6
Gambar 3.5 Menu Perhitungan pada TORSAS3.....	3-6
Gambar 3.6 Hasil <i>Output Diagram DMS</i> dari TORSAS3 .....	3-7
Gambar 3.7 Hasil <i>Calculation Sheet</i> .....	3-7
Gambar 4.1 Tampak Atas Galian Dalam di Bangkok, Thailand (Waichita, Jongpradist, & Jamsawang, 2019) .....	4-1

Gambar 4.2 Potongan A-A Dinding DCM (Jamsawang et al. 2019) .....	4-2
Gambar 4.3 <i>Index Properties</i> Tanah .....	4-2
Gambar 4.4 $S_u$ Tanah Lempung Hasil Bacaan <i>Webplotdigitizer</i> .....	4-4
Gambar 4.5 Tahap Pertama: Galian Sedalam 5 m .....	4-5
Gambar 4.6 Input $K_h$ Menurut Akai-Gaoqiao .....	4-5
Gambar 4.7 Defleksi Dinding Dengan $K_h$ Akai-Gaoqiao .....	4-6
Gambar 4.8 Penurunan Muka Tanah Tahap Akhir Galian .....	4-7
Gambar 4.9 Interpretasi Ulang Lapisan Tanah .....	4-8
Gambar 4.10 Profil Penurunan Muka Tanah Hasil <i>Back Analysis</i> .....	4-13
Gambar 4.11 Skematik Pemodelan .....	4-15
Gambar 4.12 Grafik $K_h$ Terhadap Normalisasi Defleksi Lateral Maksimum ( $S_u=5 \text{ t/m}^2$ ; $\alpha=0.5$ ) .....	4-16
Gambar 4.13 Grafik $K_h$ Terhadap Normalisasi Defleksi Lateral Maksimum ( $S_u=5 \text{ t/m}^2$ ; $\alpha=0.7$ ) .....	4-16
Gambar 4.14 Grafik $K_h$ Terhadap Normalisasi Defleksi Lateral Maksimum ( $S_u=10 \text{ t/m}^2$ ; $\alpha=0.5$ ) .....	4-17
Gambar 4.15 Grafik $K_h$ Terhadap Normalisasi Defleksi Lateral Maksimum ( $S_u=10 \text{ t/m}^2$ ; $\alpha=0.7$ ) .....	4-17

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hubungan Antara Jenis Konsistensi Tanah Kohesif dan Kuat Geser Tanah Tak Teralir (Terzaghi & Peck, 1967).....	2-9
Tabel 2.2 Nilai Sudut Geser dalam Berbagai Jenis Tanah (Buku Mekanika Tanah, Braja M. Das Jilid 1).....	2-10
Tabel 2.3 Korelasi Berat Isi Tanah Tersaturasi (Soil Mechanics, Lambe & Whitman, dari Terzaghi & Peck 1948, Edisi Internasional 1969).....	2-10
Tabel 3.1 Jarak Spasi Nodal Maksimum.....	3-2
Tabel 4.1 Parameter Input Dinding DCM (Briaud et al. 2000) .....	4-3
Tabel 4.2 Parameter Tanah yang Digunakan dalam TORSA3 .....	4-4
Tabel 4.3 Input Nilai Kh Hasil <i>Back Analysis</i> dan Selisih Beda Dalam Persentase .....	4-11
Tabel 4.4 Persamaan Kh <i>Back Analysis</i> Berdasarkan Jenis Konsistensi Tanah .....	4-11
Tabel 4.5 Input Nilai Su Hasil <i>Back Analysis</i> dan Selisih Beda Dalam Persentase .....	4-12
Tabel 4.6 Variasi Parameter.....	4-14
Tabel 4.7 Parameter Input Tetap.....	4-15



## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 PERHITUNGAN $\bar{K}_0$ .....	L1-1
LAMPIRAN 2 STUDI PARAMETRIK .....	L2-1
LAMPIRAN 3 NILAI PSR .....	L3-1





# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Bagian Pendahuluan

Meningkatnya populasi manusia di dunia menyebabkan kebutuhan akan infrastruktur bangunan semakin bertambah, akan tetapi seiring dengan kebutuhan infrastruktur yang tinggi, ketersediaan lahan untuk membangun infrastruktur bangunan tidak dapat mencukupi. Maka dari itu dibutuhkan solusi untuk mengatasi permasalahan ini, yaitu dengan membangun bangunan struktur di bawah tanah yang melibatkan pekerjaan galian dalam seperti stasiun MRT (*Mass Rapid Transit*), lapangan parkir *basement*, dll.

Pada pekerjaan galian dalam untuk kedalaman tertentu, umumnya diperlukan konstruksi dinding penahan tanah yang berfungsi untuk menahan tekanan tanah. Suatu konstruksi dinding penahan tanah harus direncanakan dengan sebaik-baiknya agar tidak menimbulkan kegagalan selama proses konstruksi. Jenis-jenis dinding penahan tanah pun bermacam-macam, sebagai contoh dinding diagframa, *sheet pile*, dinding kantilever, dll.

Defleksi dinding dan penurunan muka tanah dari sebuah galian dalam diakibatkan dari ketidakseimbangan gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah (Ou, 2006). Oleh sebab itu diperlukan analisis numerik untuk dapat memperhitungkan besarnya defleksi dinding dan penurunan muka tanah yang terjadi akibat galian dalam. Metode elemen hingga dua dimensi dan metode elemen hingga satu dimensi menjadi metode yang paling sering digunakan dalam permasalahan ini. Di antara kedua metode tersebut, metode elemen hingga dua dimensi seperti PLAXIS 2D memerlukan proses perhitungan komputasi yang cukup lama dikarenakan data yang diproses sebelum ataupun sesudah analisis sangat banyak (Ou, 2006), sedangkan metode elemen hingga satu dimensi seperti TORS3 lebih mudah dalam penginputan parameter sehingga tidak memerlukan waktu banyak dalam proses perhitungan komputasi sehingga disukai oleh para insiyur (Ou, 2006). Pada studi kasus yang pernah dilakukan sebelumnya, metode elemen hingga satu dimensi dengan program RIDO mempunyai hasil lebih sesuai

dalam memprediksi defleksi dinding diafragma dibandingkan dengan metode elemen hingga dua dimensi dengan program PLAXIS 2D (Stefanus & Widjaja, 2015).

Pada penelitian ini, pekerjaan galian yang dibahas yaitu pekerjaan galian pada bangunan bertingkat tinggi yang berada di Bangkok, Thailand. Jenis tanah pada lokasi pekerjaan galian dalam merupakan jenis tanah lempung. Terlebih, sistem struktur penahan tanah yang digunakan merupakan dinding DCM (*Deep Cement Mixing*). DCM merupakan salah satu metode perbaikan tanah yang dikonstruksi dengan menginjeksi semen sebagai agen stabilisator dengan sistem pemompa dan *nozzle* dengan tekanan hingga 280 bar kedalam lubang yang sudah digali terlebih dahulu (Pourakbara, 2015).

## 1.2 Inti Permasalahan

Pekerjaan galian dalam bangunan bertingkat tinggi di tanah lempung Bangkok, Thailand menggunakan DCM (*Deep Cement Mixing*) sebagai dinding penahan tanah. Maka dari itu, penulis akan memodelkan galian dalam dengan metode elemen hingga satu dimensi TORS3 dan memprediksi besarnya defleksi dinding DCM dan besarnya penurunan muka tanah yang terjadi.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian penulis adalah:

1. Memodelkan galian dalam dengan dinding DCM sebagai dinding penahan tanah menggunakan metode elemen hingga satu dimensi TORS3 dan memprediksi besarnya defleksi dinding DCM dan besarnya penurunan muka tanah yang terjadi.
2. Mengetahui efek kedalaman galian terhadap defleksi dinding DCM.
3. Mengetahui efek nilai kuat geser tanah tak teralir ( $S_u$ ) terhadap defleksi dinding DCM.
4. Mengetahui efek nilai  $k_h$  terhadap defleksi dinding DCM.
5. Mengetahui efek faktor reduksi kekakuan terhadap defleksi dinding DCM.
6. Mengetahui efek diameter dinding terhadap defleksi dinding DCM.

#### 1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian ini terdiri dari:

1. Parameter tanah diambil berdasarkan hasil uji laboratorium pada lokasi proyek bangunan bertingkat tinggi di Bangkok, Thailand.
2. Analisis defleksi dinding DCM menggunakan program metode elemen hingga satu dimensi TORS3.

#### 1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan terdiri dari:

1. Studi Literatur  
Studi ini dilakukan untuk mempelajari teori - teori yang berkaitan tentang metode elemen hingga satu dimesi, galian dalam, defleksi dinding DCM (*Deep Cement Mixing*), dan teori - teori yang berkaitan dalam penelitian ini. Di mana referensi studi literatur dapat diambil dari text book, e-book, jurnal penelitian, tulisan/makalah ilmiah, ataupun materi pelajaran yang ditempuh saat kuliah.
2. Pengumpulan Data  
Data yang digunakan untuk analisis adalah data parameter tanah, profil tanah, dimensi galian, dimesi dinding DCM, mutu beton, site plan proyek potongan melintang galian.
3. Analisa Data  
Pada penelitian ini dilakukan analisis menggunakan program TORS3 berdasarkan data yang di dapat untuk mengetahui defleksi dinding DCM yang kemudian akan dibandingkan dengan output hasil analisis penelitian yang menggunakan metode elemen hingga dua dimensi PLAXIS 2D dan data inklinometer lapangan.

#### 1.6 Sistematika Penulisan

1. BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, lingkup penelitian, metode penelitian, sistematika penulisan, serta diagram alir penelitian.

2. BAB 2 STUDI PUSTAKA

Bab ini menjelaskan teori-teori elemen hingga satu dimesi, galian dalam, defleksi dinding DCM (*Deep Cement Mixing*) dan konsep yang akan digunakan pada penelitian ini.

3. BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini penulis akan mengolah tinjauan pustaka serta cara pengoperasian program TORS3

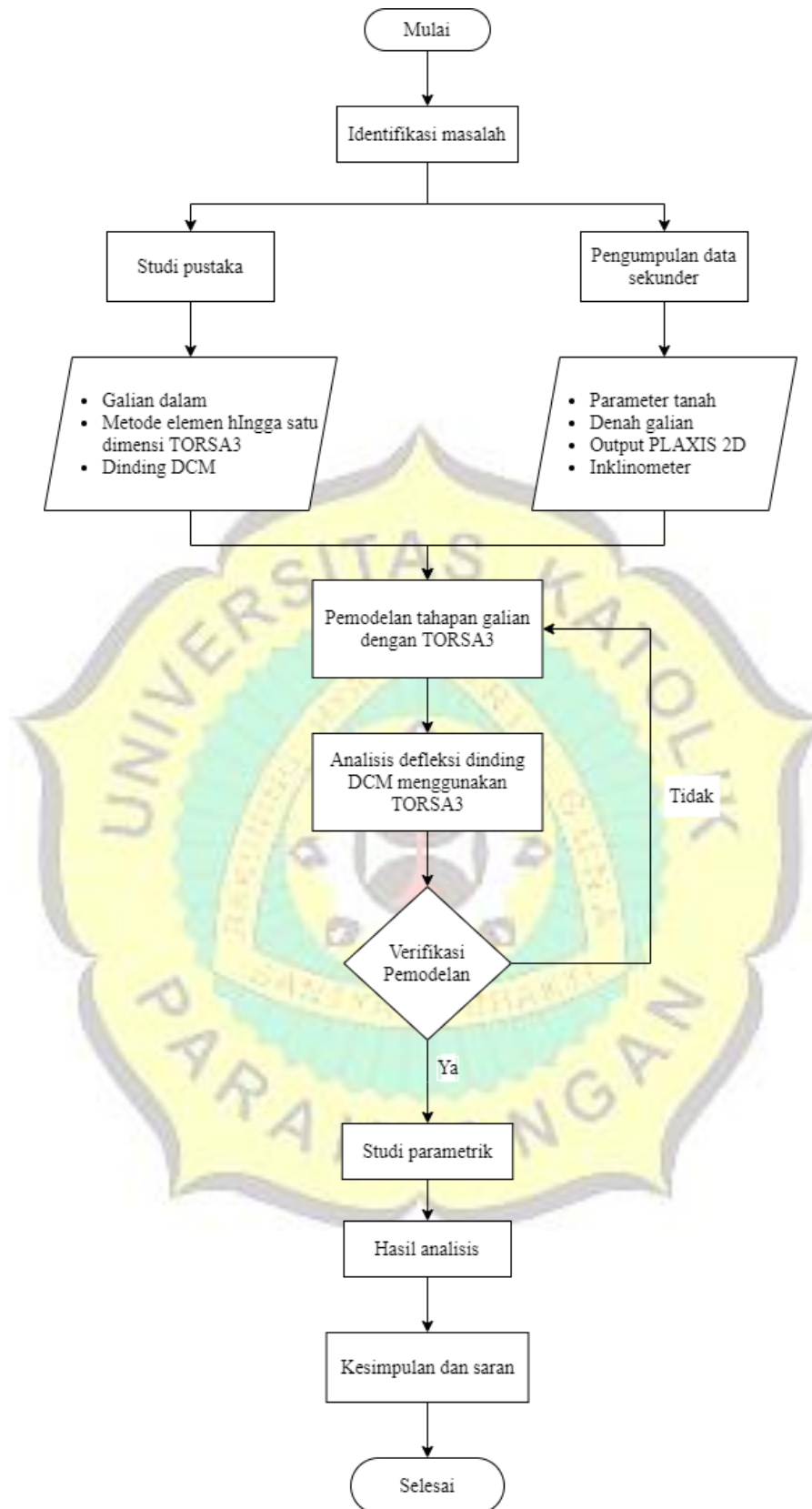
4. BAB 4 DATA DAN ANALISIS

Bab ini membahas tentang hasil output program TORS3 yang kemudian dibandingkan dengan data hasil analisis dengan program PLAXIS 2D dan data inklinometer lapangan.

5. BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang dilakukan, serta saran yang bisa diberikan untuk membantu penelitian yang akan dilakukan secara lebih lanjut.





**Gambar 1.1** Diagram Alir Penelitian