

**SKRIPSI**

**ANALISIS DAYA DUKUNG LATERAL KELOMPOK  
TIANG BOR DENGAN METODE ELEMEN HINGGA  
PADA TANAH BERLAPIS**



**REZALDI ONGKY DWIPUTRA**

**NPM: 6101801045**

**PEMBIMBING: Budijanto Widjaja, 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 No. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)**

**BANDUNG**

**JANUARI 2022**

**SKRIPSI**  
**ANALISIS DAYA DUKUNG LATERAL KELOMPOK**  
**TIANG BOR DENGAN METODE ELEMEN HINGGA**  
**PADA TANAH BERLAPIS**



**REZALDI ONGKY DWIPUTRA**

**NPM: 6101801045**

**PEMBIMBING: Budijanto Widjaja, Ph.D.**

**KO- Pembimbing: Ignatius Tommy Pratama, S.T.,**

**PEMBIMBING: M.S.**

**PENGUJI 1: Aswin Lim, Ph.D.**

**PENGUJI 2: Ir. Siska Rustiani, MT.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
(Terakreditasi Berdasarkan SK-BAN-PT No. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)

**BANDUNG**  
**JANUARI 2022**

## PERNYATAAN

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

Nama : Rezaldi Ongky Dwiputra

NPM : 6101801045

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / tesis / disertasi<sup>\*)</sup> dengan judul:

**ANALISIS DAYA DUKUNG LATERAL KELOMPOK TIANG BOR DENGAN METODE ELEMEN HINGGA PADA TANAH BERLAPIS.**

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan: di Bandung

Tanggal: 5 Januari 2022



Rezaldi Ongky Dwiputra

6101801045

<sup>\*)</sup> coret yang tidak perlu

# ANALISIS DAYA DUKUNG LATERAL KELOMPOK TIANG BOR DENGAN METODE ELEMEN HINGGA PADA TANAH BERLAPIS

**Rezaldi Ongky Dwiputra**  
NPM: 6101801045

**Pembimbing: Budijanto Widjaja, 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 No. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)

**BANDUNG**  
**JANUARI 2022**

## ABSTRAK

Kelompok tiang bor dapat digunakan apabila kapasitas lateral tiang tunggal tidak memenuhi. Namun dalam penggunaan kelompok tiang kapasitas lateral kelompok tiang tidak akan sama dengan total kapasitas lateral tiang tunggal dikalikan dengan jumlah tiang dalam kelompok tiang. Hal ini dikarenakan dalam penggunaan kelompok tiang terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi diantaranya jumlah tiang, jarak antar tiang, dan arah pembebanan tiang. Pada penelitian ini tiang tunggal dan kelompok tiang dimodelkan menggunakan program elemen hingga tiga dimensi yaitu Plaxis 3D. Pada penelitian, kelompok tiang dimodelkan dengan tiga buah variasi yaitu variasi jumlah tiang, jarak antar tiang dan arah pembebanan. Untuk jumlah tiang akan dimodelkan kelompok tiang 2x1, 2x2, 3x1, 3x2, dan 3x3. Untuk spasi digunakan spasi 2,5D, 3D, dan 3,5D. Untuk arah pembebanan dibagi menjadi dua yaitu arah pembebanan sumbu X dan arah pembebanan sumbu Y. Dari hasil penelitian, didapatkan bahwa kapasitas lateral kelompok tiang akan semakin besar seiring dengan bertambahnya spasi antar tiang, jumlah tiang, dan juga kelompok tiang yang diberikan pembebanan arah beban sumbu Y akan menghasilkan kapasitas lateral kelompok tiang lebih besar dibandingkan dengan kelompok tiang yang diberikan pembebanan arah beban sumbu X. Selain itu efisiensi kelompok tiang akan semakin besar seiring dengan bertambahnya spasi antar tiang.

**Kata kunci:** tiang bor, kapasitas lateral, efisiensi kelompok tiang, Plaxis 3D, beban lateral.

# **ANALYSIS OF LATERAL BEARING CAPACITY ON GROUP BORED PILES FOUNDATION USING FINITE ELEMENT METHOD IN LAYERED SOILS**

**Rezaldi Ongky Dwiputra**  
**NPM: 6101801045**

**Advisor: Budijanto Widjaja, Ph.D.**  
**Co-Advisor: Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY**  
**DEPARTEMENT OF CIVIL ENGINEERING**  
(Accredited by SK-BAN PT No. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
**BANDUNG**  
**JANUARY 2022**

## **ABSTRACT**

Bored pile group could be used in the condition when lateral capacity of a single pile is not sufficient to bear the lateral load. However, in the use of pile groups, the lateral capacity of the pile group would not be equal to the total lateral capacity of a single pile multiplied by the number of piles in the pile group. This was caused by several factors of influence including the number of piles, the distance between piles, and the direction of pile loading. In this study, single piles and pile groups were carried out using a three-dimensional finite element program, Plaxis 3D. In this case, the pile group was modeled with three variables of variations, namely the variations in the number of piles, the distance between the piles, and the direction of lateral loading. For the number of piles variance, pile group of 2x1, 2x2, 3x1, 3x2, and 3x3 will be modeled. For the spacing between piles variance, the space used would be 2,5D, 3D, and 3,5D. The direction of loading was divided into two variances, namely the direction of X-axis loading and the direction of Y-axis loading. The results obtained from the study are the lateral capacity of the pile group would increase along with the spacing between the piles, the number of piles, and the pile group that was given the loading direction of Y-axis load would produce a larger lateral capacity of the pile group compared with the pile group that was given the loading direction of X-axis load. In addition, the efficiency of the pile group would be greater as the spacing between piles increases.

**Keywords:** bored pile, lateral capacity, pile group efficiency, Plaxis 3D, lateral load.

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kasih karunia dan anugerah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Analisis Daya Dukung Lateral Kelompok Tiang Bor Dengan Metode Elemen Hingga Pada Tanah Berlapis ini dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan akademik sekaligus proses belajar yang perlu dilalui untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam proses penyusunan skripsi ini tentu penulis mendapat banyak bimbingan, arahan, serta dukungan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan seluruh anggota keluarga penulis yang sudah memberikan dukungan berupa moral, waktu, dan doa kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya dan memberikan penulis saran, kritik, dan semangat sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Bapak Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S., selaku ko-pembimbing yang telah meluangkan waktunya dan memberikan penulis saran, kritik, dan semangat sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. 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 Eric Ng Yin Kuan, Ir., M.T., Bapak Soerjadedi Sastraatmadja, Ir., Bapak Aflizal Arafianto, S.T., M.T., Bapak Stefanus Diaz, S.T., M.T., Bapak Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S., Bapak Martin Wijaya, Ph.D., Bapak Andra Andriana, S.T., Bapak Yudi selaku para dosen Pusat Studi Geoteknik Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan masukan serta saran dan membantu dan membimbing saya selama mengenyam Pendidikan di Universitas Katolik Parahyangan.



5. Dosen Program Studi Teknik Sipil yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis selama menjalani masa perkuliahan.
6. Lie Vernando, Eldo Harvianto, Janssen Tanjaya, Irfan Wiranata, Jonathan Tirtadjaja, Steven Kent, Kelvin Handoko, dan Samson Cheung yang telah banyak memberikan dukungan.
7. Kelvin Agustinus, Helena Yosa, Elvan Tiojaya, Antasya Lunaristri, Gilbert Christopher, Afina Fasya, dan Vina Clarita yang merupakan teman seperjuangan dalam satu bimbingan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan memiliki banyak kekurangan mengingat terbatasnya waktu maupun pengalaman penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak. Terima kasih

Bandung, 4 Januari 2022



Rezaldi Ongky Dwiputra

6101801045

# DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	ii
ABSTRACT .....	iii
PRAKATA .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1-1
1.1. Latar Belakang .....	1-1
1.2. Inti Permasalahan .....	1-1
1.3. Tujuan Penelitian .....	1-1
1.4. Lingkup Penelitian .....	1-2
1.5. Metode Penelitian .....	1-2
1.6. Sistematika Penulisan .....	1-3
1.7. Diagram Alir Penelitian .....	1-3
BAB 2 STUDI PUSTAKA .....	2-1
2.1 Karakteristik Lapisan <i>Cemented Soils</i> .....	2-1
2.2 Analisis Daya Dukung Lateral .....	2-1
2.2.1 Metode Reese & Matlock (1956) .....	2-2
2.2.2 Metode Broms (1964) .....	2-2
2.2.3 Metode Brinch Hansen (1956) .....	2-2
2.3 Efisiensi Kelompok Tiang Lateral .....	2-2
2.4 Uji Pembebanan Lateral .....	2-3
2.5 Teori Mohr-Coulomb pada Plaxis 3D .....	2-4



2.6	Teori <i>Hardening Soil</i> pada Plaxis 3D.....	2-6
3.	BAB 3 METODE PENELITIAN.....	3-1
3.1	Pengumpulan Data .....	3-1
3.2	<i>Back-Analysis</i> Parameter Tanah Menggunakan Plaxis 3D .....	3-2
3.3	Pemodelan Kelompok Tiang Menggunakan Plaxis 3D.....	3-9
3.4	Perhitungan Efisiensi Kelompok Tiang .....	3-9
3.5	Analisis Kapasitas Lateral .....	3-10
	BAB 4 DATA DAN ANALISIS .....	4-1
4.1	Data Tiang Bor .....	4-1
4.2	Data Tanah .....	4-1
4.3	Parameter Tanah Hasil <i>Back-Analysis</i> Mohr-Coulomb dan <i>Hardening Soil</i> .....	4-3
4.4	Hasil <i>Back-Analysis</i> .....	4-7
4.4.1	Material Model Mohr-Coulomb.....	4-7
4.4.2	Material Model <i>Hardening Soil</i> .....	4-12
4.5	Kapasitas Lateral Tiang Tunggal.....	4-16
4.6	Kapasitas Lateral Kelompok Tiang .....	4-16
4.7	Efisiensi Kelompok Tiang.....	4-20
4.8	Hasil Pemodelan Profil Tiang Tunggal dan Kelompok Tiang .....	4-23
4.8.1	Profil Defleksi terhadap Kedalaman .....	4-23
4.8.2	Profil Momen terhadap Kedalaman .....	4-25
4.8.3	Profil Beban terhadap Defleksi .....	4-26
4.8.4	Momen Maksimum terhadap Defleksi.....	4-29
4.8.5	Bidang Runtuh Tiang .....	4-30
	BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	5-1
5.1	Kesimpulan.....	5-1

5.2	Saran.....	5-1
6.	DAFTAR PUSTAKA .....	6-3



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$\gamma$	: Berat isi tanah
$\gamma'$	: Berat isi tanah efektif
$\gamma_{\text{sat}}$	: Berat isi tanah jenuh air
$\gamma_{\text{unsat}}$	: Berat isi tanah kering
$\phi'$	: Sudut geser efektif
$\nu'$	: Angka Poisson efektif
$\psi$	: Sudut dilatasi
$\sigma_t$	: Kuat tarik tanah
ASTM	: <i>American Standard Testing and Material</i>
$c$	: Kohesi
$d$	: diameter tiang bor
$E$	: Modulus elastisitas tanah
$E'$	: Modulus elastisitas tanah efektif
$E_p$	: Modulus elastisitas tiang
$E_{50}^{\text{ref}}$	: Secant modulus
$E_{\text{oed}}^{\text{ref}}$	: Target modulus
$E_{\text{ur}}^{\text{ref}}$	: Kekakuan <i>Unloading/Reloading</i>
$f_c'$	: Kuat tekan beton
$I_p$	: Momen inersia tiang
$K_0$	: Koefisien tekanan tanah lateral diam
$m$	: <i>Power for stress-level dependency of stiffness</i>

N : Jumlah tiang dalam kelompok tiang

OCR : *Over Consolidated Ratio*

$Q_{u \text{ Group}}$  : Kapasitas lateral kelompok tiang

$Q_{u \text{ Single}}$  : Kapasitas lateral tiang tunggal



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Diagram Alir Penelitian.....	1-5
<b>Gambar 2.1</b> Ilustrasi dari <i>Shadow</i> dan <i>Edge Effects</i> pada Kelompok Tiang yang Dibebani secara Lateral (Walsh, 2005).....	2-3
<b>Gambar 2.2</b> Uji Pembebanan Lateral dengan <i>Hydraulic Jack</i> Konvensional (ASTM).....	2-4
<b>Gambar 2.3</b> Grafik Hubungan Tegangan-Regangan pada Pemodelan Mohr-Coulomb (Manual Plaxis, 2021) .....	2-5
<b>Gambar 2.1</b> Ilustrasi dari <i>Shadow</i> dan <i>Edge Effects</i> pada Kelompok Tiang yang Dibebani secara Lateral (Walsh, 2005).....	2-3
<b>Gambar 2.2</b> Uji Pembebanan Lateral dengan <i>Hydraulic Jack</i> Konvensional (ASTM).....	2-4
<b>Gambar 2.3</b> Grafik Hubungan Tegangan-Regangan pada Pemodelan Mohr-Coulomb (Manual Plaxis, 2021) .....	2-5
<b>Gambar 3.1</b> Lokasi Rencana Samara Suites Tower dan Denah Penyelidikan Lapangan.....	3-1
<b>Gambar 3.2</b> Denah Pemasangan Bore Pile pada Proyek Samara Suites .....	3-2
<b>Gambar 3.3</b> Tampilan Tab <i>Project</i> .....	3-3
<b>Gambar 3.4</b> Tampilan Tab <i>Model</i> .....	3-4
<b>Gambar 3.5</b> <i>Borehole</i> .....	3-4
<b>Gambar 3.6</b> Pembuatan Material Tanah .....	3-5
<b>Gambar 3.7</b> Material Tanah Tab <i>General</i> .....	3-5
<b>Gambar 3.8</b> Material Tanah Tab <i>Parameters</i> .....	3-6
<b>Gambar 3.9</b> Material Tanah Tab <i>Interface</i> .....	3-6
<b>Gambar 3.10</b> Material Tanah Tab <i>Initial</i> .....	3-6
<b>Gambar 3.11</b> Pemodelan Tiang Bor pada Plaxis 3D .....	3-7
<b>Gambar 3.12</b> <i>Meshing</i> .....	3-8
<b>Gambar 4.1</b> Profil Kedalaman vs. N-SPT .....	4-2
<b>Gambar 4.2</b> Hasil Uji Laboratorium dalam Profil Plastisitas Cassagrande.....	4-2
<b>Gambar 4.3</b> Profil Defleksi vs. Beban Hasil <i>Back-Analysis</i> Mohr Coulomb dan Hasil Lapangan.....	4-7

<b>Gambar 4.4</b> Profil Defleksi vs. Kedalaman Hasil <i>Back-Analysis</i> (a) Beban 125 kN, (b) Beban 250 kN, (c) Beban 375 kN, dan (d) Beban 500 kN.....	4-9
<b>Gambar 4.5</b> Profil Gaya Geser vs. Kedalaman Hasil <i>Back-Analysis</i> (a) Beban 125 kN, (b) Beban 250 kN, (c) Beban 375 kN, dan (d) Beban 500 kN.....	4-10
<b>Gambar 4.6</b> Profil Momen vs. Kedalaman Hasil <i>Back-Analysis</i> (a) Beban 125 kN, (b) Beban 250 kN, (c) Beban 375 kN, dan (d) Beban 500 kN.....	4-11
<b>Gambar 4.7</b> Profil Defleksi vs. Beban Hasil <i>Back-Analysis Hardening Soil</i> dan Hasil Lapangan.....	4-12
<b>Gambar 4.8</b> Profil Defleksi vs. Kedalaman Hasil <i>Back-Analysis</i> (a) Beban 125 kN, (b) Beban 250 kN, (c) Beban 375 kN, dan (d) Beban 500 kN.....	4-13
<b>Gambar 4.9</b> Profil Gaya Geser vs. Kedalaman Hasil <i>Back-Analysis</i> (a) Beban 125 kN, (b) Beban 250 kN, (c) Beban 375 kN, dan (d) Beban 500 kN.....	4-14
<b>Gambar 4.10</b> Profil Momen vs. Kedalaman Hasil <i>Back-Analysis</i> (a) Beban 125 kN, (b) Beban 250 kN, (c) Beban 375 kN, dan (d) Beban 500 kN.....	4-15
<b>Gambar 4.11</b> Profil Defleksi vs. Kedalaman Tiang Tunggal untuk Model Perilaku Tanah dengan Material Model (a) Mohr-Coulomb dan (b) <i>Hardening Soil</i> .....	4-24
<b>Gambar 4.12</b> Profil Defleksi vs. Kedalaman Kelompok Tiang 2x1 Spasi 2.5D dengan Arah Pembebanan Sumbu X untuk Model Perilaku Tanah dengan Material Model (a) Mohr-Coulomb dan (b) <i>Hardening Soil</i> .....	4-24
<b>Gambar 4.13</b> Momen vs. Kedalaman Tiang Tunggal untuk Model Perilaku Tanah dengan Material Model (a) Metode Mohr-Coulomb dan (b) Metode <i>Hardening Soil</i> .....	4-25
<b>Gambar 4.14</b> Profil Momen vs. Kedalaman Kelompok Tiang 2x1 Spasi 2,5D dengan Arah Pembebanan Sumbu X untuk Model Perilaku Tanah dengan Material Model (a) Mohr-Coulomb dan (b) <i>Hardening Soil</i> .....	4-26
<b>Gambar 4.15</b> Beban vs. Defleksi Tiang Tunggal untuk Model Perilaku Tanah dengan Material Model (a) Mohr-Coulomb dan (b) <i>Hardening Soil</i> .....	4-27
<b>Gambar 4.16</b> Profil Beban vs. Defleksi Kelompok Tiang 2x1 Spasi 2,5D dengan Arah Pembebanan Sumbu X untuk Model Perilaku Tanah dengan Material Model (a) Mohr-Coulomb dan (b) <i>Hardening Soil</i> .....	4-28



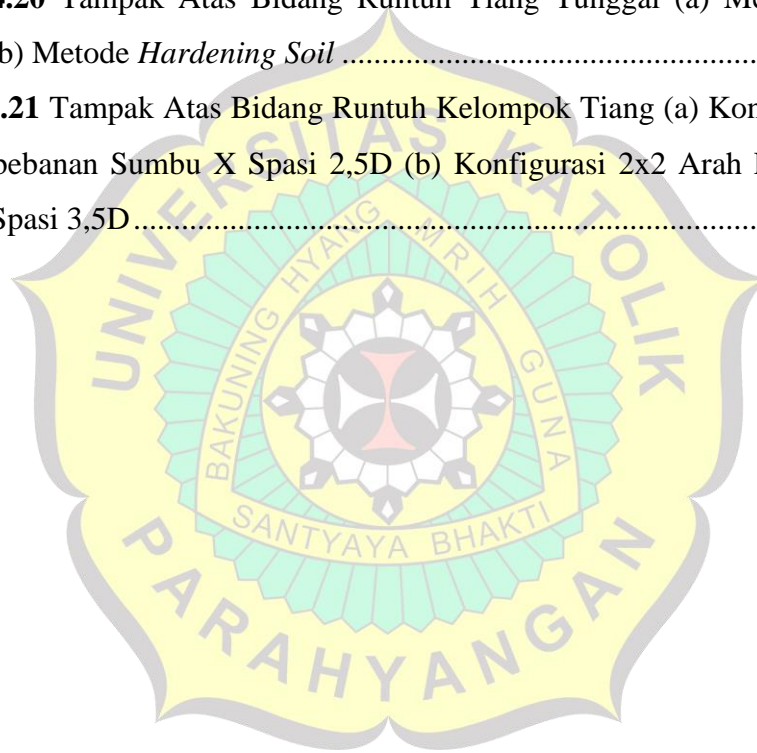
**Gambar 4.17** Profil Momen<sub>maks</sub> vs. Defleksi Kelompok Tiang 2x1 Spasi 2,5D dengan Arah Pembebanan Sumbu X untuk Model Perilaku Tanah dengan Material Model (a) Mohr-Coulomb dan (b) *Hardening Soil*..... 4-29

**Gambar 4.18** Tampak Samping Bidang Runtuh Tiang Tunggal untuk Model Perilaku Tanah dengan Material Model (a) Mohr-Coulomb dan (b) *Hardening Soil* ..... 4-30

**Gambar 4.19** Tampak Samping Bidang Runtuh Kelompok Tiang Material Model Mohr-Coulomb (a) Konfigurasi 2x1 Pembebanan Sumbu X Spasi 2,5D dan (b) Konfigurasi 2x1 Pembebanan Sumbu X Spasi 3D ..... 4-31

**Gambar 4.20** Tampak Atas Bidang Runtuh Tiang Tunggal (a) Metode Mohr-Coulomb (b) Metode *Hardening Soil* ..... 4-32

**Gambar 4.21** Tampak Atas Bidang Runtuh Kelompok Tiang (a) Konfigurasi 2x2 Arah Pembebanan Sumbu X Spasi 2,5D (b) Konfigurasi 2x2 Arah Pembebanan Sumbu X Spasi 3,5D..... 4-32



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Parameter Utama dalam Pemodelan Mohr-Coulomb pada Plaxis 3D	2-5
<b>Tabel 2.2</b> Perbedaan Tipe Drainase dalam Pemodelan Mohr-Coulomb pada Plaxis 3D	2-6
<b>Tabel 2.3</b> Parameter Utama dalam Pemodelan <i>Hardening Soil</i> pada Plaxis 3D	2-7
<b>Tabel 4.1</b> Korelasi $S_u$ berdasarkan Terzaghi & Peck (1967)	4-3
<b>Tabel 4.2</b> Korelasi $\phi'$ untuk Tanah Sand dan Silt berdasarkan Terzaghi & Peck (1967)	4-4
<b>Tabel 4.3</b> Korelasi Nilai E pada Tanah Kohesif berdasarkan Kulhawy & Mayne (1990)	4-4
<b>Tabel 4.4</b> Estimasi Nilai $\nu'$ berdasarkan Budhu (2011)	4-5
<b>Tabel 4.5</b> Parameter Tanah Hasil <i>Back-Analysis</i> Metode Mohr-Coulomb	4-6
<b>Tabel 4.6</b> Parameter Tanah Hasil <i>Back-Analysis</i> Metode <i>Hardening Soil</i>	4-7
<b>Tabel 4.7</b> Kapasitas Lateral Tiang Tunggal	4-16
<b>Tabel 4.8</b> Kapasitas Lateral Kelompok Tiang Konfigurasi 2x1 Material Model Mohr-Coulomb	4-17
<b>Tabel 4.9</b> Kapasitas Lateral Kelompok Tiang Konfigurasi 2x2 Material Model Mohr-Coulomb	4-17
<b>Tabel 4.10</b> Kapasitas Lateral Kelompok Tiang Konfigurasi 3x1 Material Model Mohr-Coulomb	4-17
<b>Tabel 4.11</b> Kapasitas Lateral Kelompok Tiang Konfigurasi 3x2 Material Model Mohr-Coulomb	4-17
<b>Tabel 4.12</b> Kapasitas Lateral Kelompok Tiang Konfigurasi 3x3 Material Model Mohr-Coulomb	4-18
<b>Tabel 4.13</b> Kapasitas Lateral Kelompok Tiang Konfigurasi 2x1 Material Model <i>Hardening Soil</i>	4-18
<b>Tabel 4.14</b> Kapasitas Lateral Kelompok Tiang Konfigurasi 2x2 Material Model <i>Hardening Soil</i>	4-19
<b>Tabel 4.15</b> Kapasitas Lateral Kelompok Tiang Konfigurasi 3x1 Material Model <i>Hardening Soil</i>	4-19

<b>Tabel 4.16</b> Kapasitas Lateral Kelompok Tiang Konfigurasi 3x2 Material Model <i>Hardening Soil</i> .....	4-19
<b>Tabel 4.17</b> Kapasitas Lateral Kelompok Tiang Konfigurasi 3x3 Material Model <i>Hardening Soil</i> .....	4-19
<b>Tabel 4.18</b> Efisiensi Kelompok Tiang Konfigurasi 2x1 Material Model Mohr-Coulomb.....	4-20
<b>Tabel 4.19</b> Efisiensi Kelompok Tiang Konfigurasi 2x2 Material Model Mohr-Coulomb.....	4-21
<b>Tabel 4.20</b> Efisiensi Kelompok Tiang Konfigurasi 3x1 Material Model Mohr-Coulomb.....	4-21
<b>Tabel 4.21</b> Efisiensi Kelompok Tiang Konfigurasi 3x2 Material Model Mohr-Coulomb.....	4-21
<b>Tabel 4.22</b> Efisiensi Kelompok Tiang Konfigurasi 3x3 Material Model Mohr-Coulomb.....	4-21
<b>Tabel 4.23</b> Efisiensi Kelompok Tiang Konfigurasi 2x1 Material Model <i>Hardening Soil</i> .....	4-22
<b>Tabel 4.24</b> Efisiensi Kelompok Tiang Konfigurasi 2x2 Material Model <i>Hardening Soil</i> .....	4-22
<b>Tabel 4.25</b> Efisiensi Kelompok Tiang Konfigurasi 3x1 Material Model <i>Hardening Soil</i> .....	4-22
<b>Tabel 4.26</b> Efisiensi Kelompok Tiang Konfigurasi 3x2 Material Model <i>Hardening Soil</i> .....	4-22
<b>Tabel 4.27</b> Efisiensi Kelompok Tiang Konfigurasi 3x3 Material Model <i>Hardening Soil</i> .....	4-23

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Fondasi dalam adalah fondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batu yang terletak relatif jauh dari permukaan (Hardiyatmo, 2010). Tiang bor merupakan salah satu contoh fondasi yang tergolong dalam fondasi dalam. Salah satu keunggulan penggunaan tiang bor adalah ketahanannya untuk menahan beban terutama beban lateral. Dalam pengujian daya dukung lateral fondasi tiang bor, apabila daya dukung yang dimiliki tidak mencukupi dapat digunakan kelompok tiang untuk menambah daya dukung lateral. Namun, penambahan daya dukung lateral akibat penambahan tiang tidak akan sama dengan penjumlahan kapasitas lateral tiang tunggal dalam kelompok tiang (Fayyazi, 2014). Hal ini dikarenakan adanya faktor reduksi yang dipengaruhi oleh jumlah tiang, jarak antar tiang, dan jenis tiang itu sendiri.

Pada penelitian ini, tiang bor akan dipasang pada tanah berlapis serta dilakukan simulasi pembebanan lateral dengan menggunakan program elemen hingga yaitu Plaxis 3D. Dari hasil uji ini akan didapatkan parameter tanah yang sesuai dengan kondisi lapangan yang selanjutnya akan dilakukan uji pembebanan lateral pada kelompok tiang. Dalam penelitian ini tiang fondasi akan dimodelkan dengan *Soil Volume* dengan material model berupa *Mohr-Coulomb* dan *Hardening Soil*. Selain itu untuk tiang tunggal pada kondisi kepala tiang akan dimodelkan sebagai *free-head* dan *fixed-head* untuk kelompok tiang.

### 1.2. Inti Permasalahan

Inti permasalahan dalam penelitian ini adalah menentukan nilai kapasitas lateral kelompok tiang dengan mengubah arah pembebanan, jumlah tiang, dan jarak antar tiang.

### 1.3. Tujuan Penelitian

Berikut adalah tujuan dari penelitian ini:

1. Melakukan analisis balik untuk mendapatkan parameter tanah yang sesuai dengan kondisi lapangan dengan menggunakan aplikasi Plaxis 3D.
2. Melakukan simulasi pembebanan lateral tiang tunggal menggunakan Plaxis 3D.
3. Melakukan simulasi pembebanan lateral kelompok tiang menggunakan Plaxis 3D
4. Memperoleh kapasitas lateral tiang tunggal serta kapasitas lateral kelompok tiang.
5. Memperoleh perilaku dari tiang tunggal dan kelompok tiang terhadap pembebanan lateral.

#### **1.4. Lingkup Penelitian**

Berikut beberapa hal yang menjadi ruang lingkup dalam penelitian ini:

1. Parameter tanah digunakan berdasarkan data lapangan berupa SPT dan hasil uji laboratorium yang kemudian akan dihitung berdasarkan korelasi-korelasi yang disesuaikan dengan kondisi pembebanan di lapangan.
2. Simulasi pembebanan tiang dilakukan dengan menggunakan program Plaxis 3D.
3. Material model tanah akan menggunakan *Mohr-Coulomb Model* dan *Hardening Soil Model*.
4. Tiang akan dimodelkan dengan *Soil Volume*.
5. Kelompok tiang yang akan digunakan adalah kelompok tiang 2x1, 2x2, 3x1, 3x2, dan 3x3.
6. Spasi antar tiang yang digunakan adalah spasi 2,5D, 3D, dan 3,5D.
7. Arah pembebanan yang digunakan adalah pembebanan arah sumbu X, dan pembebanan arah sumbu Y.

#### **1.5. Metode Penelitian**

Berikut adalah metode penelitian yang digunakan:

1. Melakukan studi literatur dengan mengumpulkan informasi maupun data-data dari jurnal, *paper*, serta skripsi sesuai dengan tema yang diangkat.
2. Melakukan studi parameter tanah untuk menentukan parameter yang sesuai dengan keadaan lapangan pada saat uji pembebanan tiang.
3. Melakukan analisis balik dengan menggunakan program Plaxis 3D.



4. Melakukan interpretasi hasil berdasarkan analisis yang diperoleh.

### **1.6. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan skripsi ini disusun sebagai berikut:

#### **1. BAB 1 PENDAHULUAN**

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

#### **2. BAB 2 STUDI PUSTAKA**

Pada bab ini dibahas mengenai karakteristik tanah *cemented soils*, metode analisis dengan beban lateral, efisiensi kelompok tiang lateral, dan uji pembebanan lateral.

#### **3. BAB 3 METODE PENELITIAN**

Pada bab ini dibahas mengenai metode dan tahapan penelitian yang dilakukan.

#### **4. BAB 4 DATA DAN ANALISIS**

Pada bab ini dibahas mengenai hasil uji pembebanan lateral tiang tunggal dengan Plaxis 3D, serta hasil uji pembebanan lateral tiang kelompok dengan Plaxis 3D, kemudian membandingkan hasil uji yang diperoleh di lapangan dan menentukan nilai efisiensi untuk memperoleh kapasitas lateral kelompok tiang.

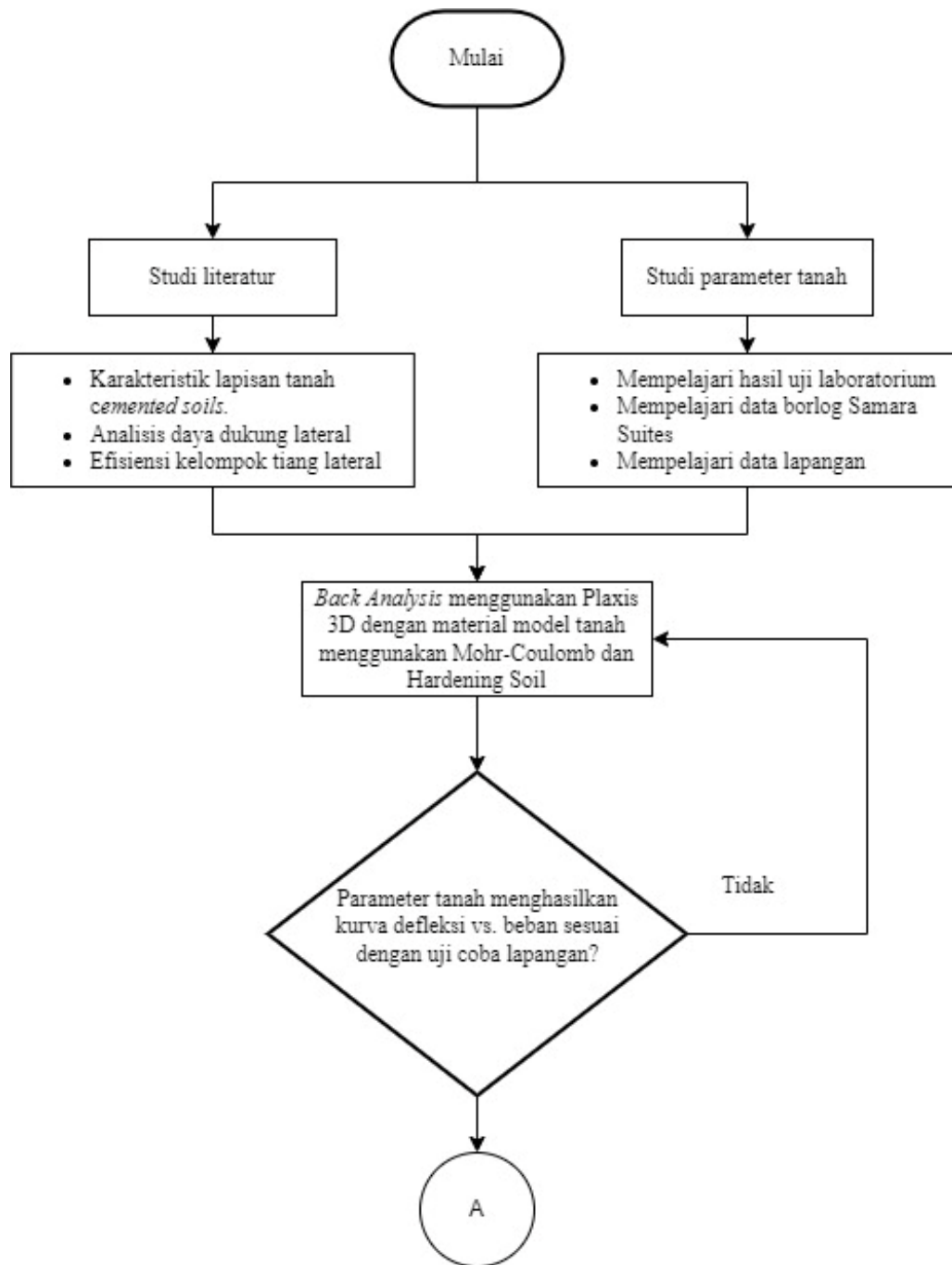
#### **5. BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

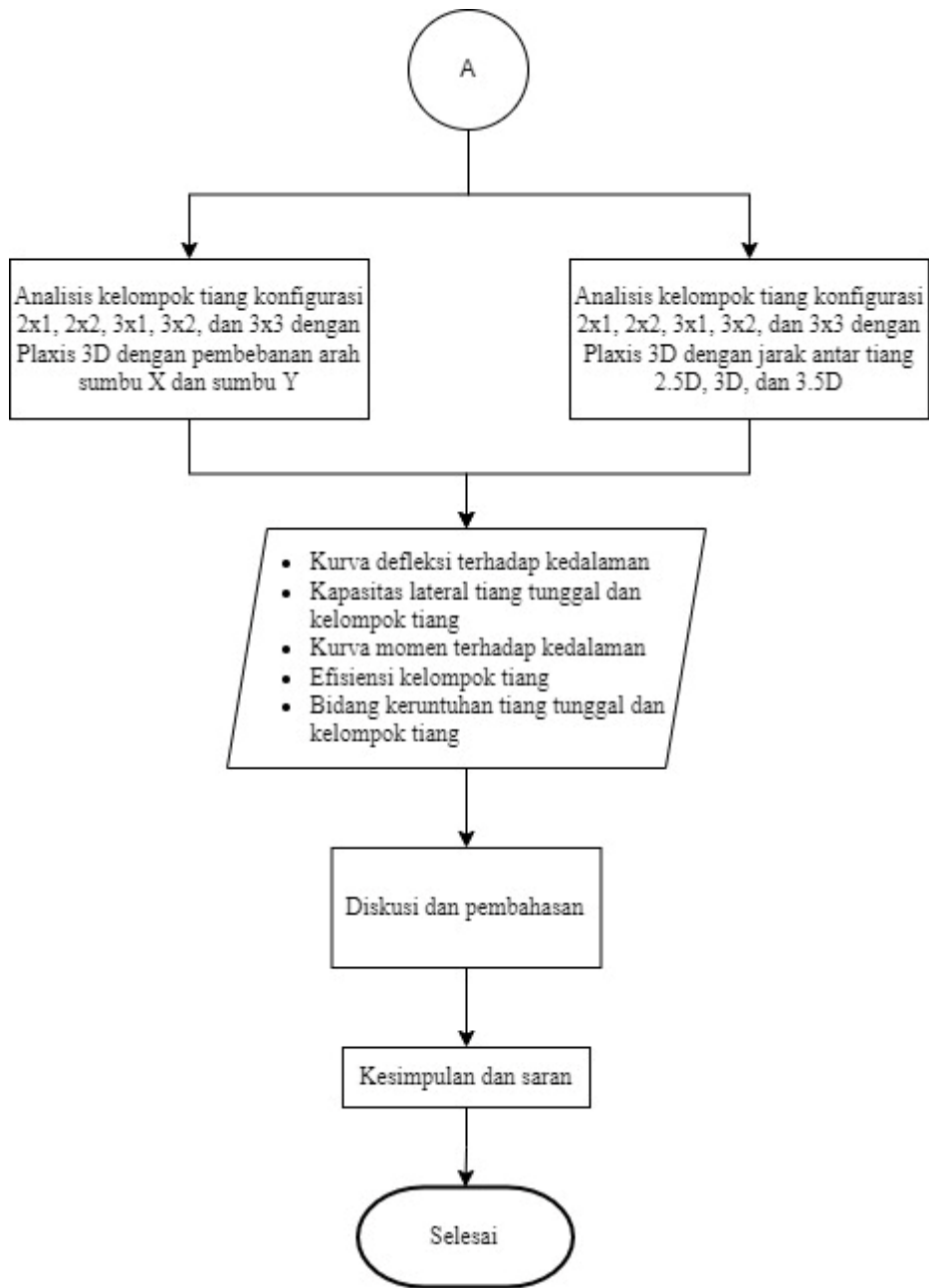
Pada bab ini dibahas mengenai kesimpulan dari hasil analisis pada Bab 4 dan saran untuk penelitian selanjutnya.

### **1.7. Diagram Alir Penelitian**

Untuk menunjukkan proses penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian ini, maka akan dibuat diagram alir penelitian. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1.1**.







**Gambar 1.1** Diagram Alir Penelitian