

**SKRIPSI**

**ANALISIS DISTRIBUSI TRANSFER BEBAN  
FONDASI TIANG-RAKIT PADA TANAH LEMPUNG  
TEGUH (STUDI KASUS: PROYEK PEMBANGUNAN  
APARTEMEN DI FATMAWATI, JAKARTA  
SELATAN)**



**ANGELA DEWI MAHARANI  
NPM : 2017410109**

**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  
AGUSTUS 2021**

**SKRIPSI**

**ANALISIS DISTRIBUSI TRANSFER BEBAN  
FONDASI TIANG-RAKIT PADA TANAH LEMPUNG  
TEGUH (STUDI KASUS: PROYEK PEMBANGUNAN  
APARTEMEN DI FATMAWATI, JAKARTA  
SELATAN)**



**ANGELA DEWI MAHARANI  
NPM : 2017410109**

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

**KO-**

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

**PENGUJI 1:** Budijanto Widjaja, S.T., M.T., Ph.D.

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

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

Nama : Angela Dewi Maharani Susiyanti  
NPM : 2017410109  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

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

**Analisis Distribusi Transfer Beban Fondasi Tiang-Rakit pada Tanah Lempung Teguh (Studi Kasus:  
Proyek Pembangunan Apartemen Di Fatmawati, Jakarta Selatan)**

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: 25 Juli 2021



Angela Dewi M. S.

2017410109

**ANALISIS DISTRIBUSI TRANSFER BEBAN FONDASI  
TIANG-RAKIT PADA TANAH LEMPUNG TEGUH  
(STUDI KASUS: PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN DI  
FATMAWATI, JAKARTA SELATAN)**

**Angela Dewi Maharani  
NPM: 2017410109**

**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  
AGUSTUS 2021**

**ABSTRAK**

Fondasi tiang-rakit merupakan kombinasi antara fondasi tiang dengan fondasi rakit. Fondasi tiang dapat mengurangi besar penurunan yang terjadi akibat fondasi rakit dengan memanfaatkan friksi dan tahanan ujung pada tiang. Banyak studi yang menganalisis mekanisme fondasi tiang-rakit dalam memikul beban tetapi porsi beban yang dipikul oleh tiang dan rakit tidak memiliki nilai yang sama untuk semua kondisi. Maka, dilakukan analisis fondasi tiang-rakit pada proyek pembangunan apartemen yang terletak di Fatmawati, Jakarta Selatan. Dalam penelitian ini digunakan PLAXIS 3D untuk menganalisis beban yang dipikul oleh fondasi tiang-rakit. Studi parametrik pada fondasi tiang-rakit dengan memvariasikan beban yang diaplikasikan, jenis tanah, jumlah tiang yang digunakan, dan jarak antar tiang. Dari studi ini didapatkan bahwa semakin besar beban yang diberikan, semakin sedikit tiang yang digunakan dan semakin besar jarak antar tiang maka semakin kecil tiang memikul beban dan penurunan yang terjadi semakin besar. Pada tanah pasir tiang memikul lebih besar beban yang diberikan dibandingkan pada tanah lempung tetapi penurunan yang terjadi lebih besar di tanah lempung dibandingkan pada tanah pasir.

**Kata kunci:** fondasi tiang-rakit, mekanisme penyaluran beban, koefisien tiang-rakit, faktor rasio penurunan, distribusi beban, metode elemen hingga, PLAXIS 3D

**DISTRIBUTION ANALYSIS OF LOAD TRANSFER OF PILE-  
RAFT FOUNDATION ON STIFF CLAY SOIL  
(CASE STUDY: APARTMENT DEVELOPMENT PROJECT IN  
FATMAWATI, SOUTH JAKARTA)**

**Angela Dewi Maharani  
NPM: 2017410109**

**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 Number: 1788/SK/BAN PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
AUGUST 2021**

**ABSTRACT**

Pile-raft foundation is a combination of pile foundation and raft foundation. Pile foundations can reduce the amount of subsidence that occurs due to raft foundations by utilizing friction and end resistance on the piles. Many studies have analyzed the mechanism of pile-raft foundations in carrying loads but the portion of the load borne by the piles and rafts does not have the same value for all conditions. Therefore, an analysis of the pile-raft foundation was carried out in an apartment construction project located in Fatmawati, South Jakarta. In this study, PLAXIS 3D was used to analyze the load carried by the pile-raft foundation. Parametric studies on pile-raft foundations by varying the applied load, soil type, number of piles used, and distance between piles. From this study, it was found that the greater the load applied, the fewer piles used and the greater the distance between the piles, the smaller the pile carrying the load and the greater the settlement. In sandy soils, the piles carry a greater load given than in clay soils but the settlement is greater in clay soils than in sandy soils.

**Keywords:** piled-raft foundation, load transfer mechanism, pile-raft coefficient, settlement factor ratio, load sharing, finite element method, PLAXIS 3D

## PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat serta karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ‘Analisis Distribusi Transfer Beban Fondasi Tiang-Rakit pada Tanah Lempung Teguh (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Apartemen di Fatmawati, Jakarta Selatan)’ tepat pada waktunya. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Penulis menyadari betapa banyak hambatan dan rintangan yang dihadapi dalam proses penyusunan dan penyelesaian skripsi ini. Berkat saran, kritik, bantuan dan dorongan semangat dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Aswin Lim, Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya dan memberikan masukan, kritik, dorongan, dan semangat sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Bapak Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S., selaku ko-pembimbing yang telah memberikan masukan, kritik, dorongan, dan semangat sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D., Ibu Anastasia Sri Lestari, Ir., M.T., Ibu Siska Rustiani, Ir., M.T., Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D., Bapak 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.
4. Seluruh dosen maupun asisten dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah membantu dan membimbing saya selama menjalani pendidikan di Universitas Katolik Parahyangan.

5. Oktavianus Susilo, Rita Widjajanti dan keluarga besar yang telah memberikan dukungan moral, waktu, dan semangat terutama doa kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Kyrie Eleisia, Rizqi Iskandar, Albert Wanandi, Oktavianus Arvin, Febryanto Darmawan, Ivan, Yonathan Wijaya, selaku teman seperjuangan anak bimbingan Pak Aswin Lim, Ph.D.
7. Bernadeta Laras, Ratu Sima, Ruth Evelyne selaku teman seperjuangan anak bimbingan Pak Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.
8. Rosdina Ningrum Dobson, Yovita Fabriska Laras, Rifqi Khalis, Kijati M. Gabian, Mohammad Firli, Evan Justine, Muhammad Hanif, Charles Augustinus, Natasa Manurung, Stevani Karyani selaku sahabat di Bandung yang senantiasa menemani, membantu, dan memberikan dukungan moral dalam penyusunan skripsi ini.
9. Holy Felicia, Bevin Melinda, Natasyafa, Ribka Asih, Heronimus Alfredo, Daniel Indra, Feodora Errina, Antonius Barnabas, Leony, Samuel Deandra, Poppy H. Iswara, Monica Febriana, selaku sahabat yang telah menemani, menghibur dan memberikan semangat dalam penyusunan skripsi ini.
10. Seluruh teman-teman dari Angkatan 2017, kakak dan adik tingkat, serta pihak-pihak lain yang tak saya sebutkan yang telah membantu saya selama menekuni pendidikan di Universitas Katolik Parahyangan.
11. 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 ini penulis mengharapkan saran serta masukan yang dapat membangun dari berbagai pihak. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membaca.

Bandung, 25 Juli 2021



Angela Dewi Maharani  
2017410109

# DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	ii
PRAKATA .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
BAB 1    PENDAHULUAN .....	1-1
1.1    Latar Belakang .....	1-1
1.2    Inti Permasalahan .....	1-2
1.3    Tujuan Penelitian .....	1-2
1.4    Lingkup Penelitian .....	1-3
1.5    Metode Penelitian .....	1-3
1.6    Sistematika Penulisan .....	1-4
1.7    Diagram Alir .....	1-4
BAB 2    STUDI PUSTAKA .....	2-1
2.1    Fondasi Tiang-Rakit .....	2-1
2.2    Penggunaan Fondasi Tiang-Rakit .....	2-3
2.3    Konsep Desain Fondasi Tiang-Rakit .....	2-5
2.3.1    Koefisien Tiang-Rakit ( $\alpha_{pr}$ ) .....	2-7
2.3.2    Faktor Rasio Penurunan ( $\beta$ ) .....	2-8
2.3.3    Korelasi Koefisien Tiang-Rakit ( $\alpha_{pr}$ ) dan Faktor Rasio Penurunan ( $\beta$ ) .....	2-8
2.4    Metode Analisis Fondasi Tiang-Rakit .....	2-9
2.5    Teori Metode Elemen Hingga .....	2-9
2.6 <i>Mohr-Coulomb</i> pada PLAXIS 3D .....	2-9



BAB 3	METODE PENELITIAN .....	3-1
3.1	Korelasi Nilai Parameter Tanah .....	3-1
3.1.1	Korelasi Nilai N-SPT ( $N_{SPT}$ ) dengan Konsistensi Tanah.....	3-1
3.1.2	Klasifikasi Jenis Tanah .....	3-2
3.1.3	Korelasi $N_{SPT}$ dengan Berat Isi Tanah ( $\gamma$ ) dan Berat Isi Tanah Jenuh ( $\gamma_{sat}$ ) .....	3-2
3.1.4	Korelasi $N_{SPT}$ dengan Kuat Geser Tanah Kohesif Tak Teralir ( $s_u$ )	3-3
3.1.5	Korelasi $N_{SPT}$ dengan Sudut Geser Efektif dalam Tanah ( $\phi'$ ).....	3-4
3.1.6	Korelasi $N_{SPT}$ dengan Modulus Elastisitas Tanah ( $E_s$ ).....	3-5
3.1.7	Korelasi Modulus Elastisitas Tanah Efektif ( $E'$ ) dengan $E_s$ .....	3-6
3.1.8	Korelasi <i>Poisson's Ratio</i> Efektif ( $\mu'$ ) dengan Jenis Tanah .....	3-6
3.1.9	Korelasi Jenis Tanah dengan Interface ( $R_{inter}$ ) .....	3-6
3.1.10	Koefisien Tekanan Tanah dalam Keadaan Diam ( $K_0$ ).....	3-7
3.2	Analisis Daya Dukung Aksial Fondasi Tiang .....	3-7
3.2.1	Daya Dukung Ujung Tiang.....	3-8
3.2.2	Daya Dukung Selimut Tiang.....	3-8
3.3	Analisis menggunakan Program PLAXIS 3D.....	3-10
3.3.1	<i>Project Properties</i> .....	3-10
3.3.2	<i>Input Material</i> .....	3-12
3.3.3	<i>Input Geometri</i> .....	3-15
3.3.4	Beban ( <i>Load</i> ).....	3-17
3.3.5	Tahap <i>Meshing</i> .....	3-17
3.3.6	Tahap <i>Staged Construction</i> .....	3-18
3.3.7	<i>Output</i> .....	3-19
BAB 4	ANALISIS DATA .....	4-1
4.1	Deskripsi Proyek .....	4-1
4.1.1	Data Parameter Tanah pada Proyek.....	4-3
4.2	Parameter Desain.....	4-3
4.2.1	Data Parameter Desain Tanah.....	4-3
4.2.2	Data Parameter Desain Struktur .....	4-6
4.3	Verifikasi Desain .....	4-7
4.4	Model Fondasi Tiang-Rakit.....	4-8

4.4.1	Beban yang Diaplikasikan .....	4-8
4.4.2	Tahapan Perhitungan .....	4-10
4.5	Hasil Analisis dan Pembahasan.....	4-11
4.5.1	Penurunan .....	4-11
4.5.2	Gaya Normal pada Tiang .....	4-12
4.5.3	Distribusi Beban .....	4-12
4.6	Studi Parametrik .....	4-12
4.7	Hasil dan Pembahasan Studi Parametrik.....	4-16
4.7.1	Analisis Koefisien Tiang-Rakit ( $\alpha_{pr}$ ).....	4-16
4.7.2	Analisis Faktor Rasio Penurunan ( $\beta$ ).....	4-21
4.8	Resume Hasil Studi Parametrik secara Keseluruhan dengan Hasil pada Proyek Pembangunan Apartemen .....	4-27
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN .....	5-1
5.1	Kesimpulan.....	5-1
5.2	Saran.....	5-2
DAFTAR PUSTAKA	.....	xii
LAMPIRAN	.....	1



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$\nu$	:	<i>Rasio Poisson's</i>
$\phi$	:	Sudut Geser Dalam
$\alpha$	:	Faktor Adhesi
$\gamma$	:	Berat Isi Tanah
$\beta$	:	Faktor Rasio Penurunan
$\phi'$	:	Sudut Geser Dalam Efektif
$\beta_p$	:	Proporsi Beban yang Ditahan oleh Komponen Tiang
$\alpha_{pr}$	:	Koefisien Tiang-Rakit
$\gamma_{sat}$	:	Berat Isi Tanah Jenuh
A	:	Luas Penampang Tiang
BH	:	<i>Borehole</i>
c	:	Kohesi Tanah
D	:	Diameter
E'	:	Modulus Elastisitas Efektif Tanah
EA	:	<i>Normal Stiffness</i>
EI	:	<i>Flexural Rigidity</i>
E <sub>s</sub>	:	Modulus Elastisitas Tanah
$f_c'$	:	Mutu Beton
f <sub>s</sub>	:	Gesekan Selimut
f <sub>s</sub>	:	<i>Skin Friction</i>
f <sub>si</sub>	:	Gesekan Selimut Tiang per satuan Luas pada Segmen ke-i
I	:	Momen <i>Inertia</i>
K <sub>o</sub>	:	Koefisien Tanah Lateral
L	:	Panjang Tiang

MC	:	<i>Mohr-Coulomb</i>
N	:	Gaya Aksial/Normal Tiang
N <sub>SPT</sub>	:	Nilai SPT
OCR	:	<i>Overconsolidation Ratio</i>
P	:	Beban yang Bekerja pada Sistem Fondasi Tiang-Rakit
p	:	Keliling Penampang Tiang
PI	:	<i>Plasticity Index</i>
PL	:	<i>Plastic Limit</i>
P <sub>p</sub>	:	Beban yang Ditanggung Tiang
P <sub>r</sub>	:	Beban yang Ditanggung Pada Rakit
P <sub>up</sub>	:	Kapasitas Beban Ultimit Kelompok Tiang
Q <sub>p</sub>	:	Daya Dukung Ultimit Ujung Tiang
q <sub>p</sub>	:	Tahanan Ujung per satuan Luas
Q <sub>s</sub>	:	Daya Dukung Ultimit Selimut Tiang
Q <sub>u</sub>	:	Daya Dukung Ultimit Tiang
R <sub>inter</sub>	:	<i>Interface</i>
R <sub>rakit</sub>	:	Resistensi Fondasi Rakit
R <sub>tiang</sub>	:	Resistensi Fondasi Tiang
R <sub>total</sub>	:	Resistensi Fondasi Tiang-Rakit
S <sub>pr</sub>	:	Penurunan Fondasi Tiang-Rakit
SPT	:	<i>Standard Penetration Test</i>
S <sub>sf</sub>	:	Penurunan Fondasi Rakit
S <sub>u</sub>	:	Kuat Geser Tanah Kohesif Tak Teralir
ε	:	Regangan
σ	:	Tegangan Normal
σ' <sub>v</sub>	:	Tegangan Efektif Vertikal

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Diagram Alir.....	1-5
<b>Gambar 2.1</b> Prinsip <i>Settlement Reducing Piles</i> (a) <i>Rigid Raft</i> dan (b) <i>Flexible Raft</i> (Horikoshi, K. & Randolph, M. F., 1998).....	2-1
<b>Gambar 2.2</b> Interaksi Fondasi Tiang-Rakit (Katzenbach, 2001).....	2-3
<b>Gambar 2.3</b> Kurva Beban-Penurunan untuk Fondasi Tiang-Rakit dengan Berbagai Kondisi (Poulos, 2001) .....	2-4
<b>Gambar 2.4</b> Kurva Beban-Penurunan Tri-Linier untuk Fondasi Tiang-Rakit (Poulos, 2001) .....	2-6
<b>Gambar 2.5</b> Kurva Faktor Rasio Penurunan ( $\beta$ ) terhadap Koefisien Tiang-Rakit ( $\alpha_{pr}$ ) (Katzenbach, 2013).....	2-8
<b>Gambar 2.6</b> Hubungan Tegangan-Regangan dari Pemodelan <i>Mohr-Coulomb</i> (Gouw, 2014) .....	2-10
<b>Gambar 2.7</b> Kurva Kriteria Keruntuhan <i>Mohr-Coulomb</i> (Das, 1983) .....	2-10
<b>Gambar 3.1</b> Korelasi antara $N_{SPT}$ dengan Kuat Geser Tanah Kohesif Tak Teralir ( $s_u$ ) (Terzaghi dan Peck, 1967).....	3-4
<b>Gambar 3.2</b> Perkiraan Nilai $\phi'$ dari Nilai $N_{SPT}$ (Peck, 1974).....	3-4
<b>Gambar 3.3</b> Kurva $E_u/s_u$ dengan OCR dan PI (Duncan & Buchignani, 1976)...	3-5
<b>Gambar 3.4</b> Sistem Koordinat PLAXIS 3D .....	3-10
<b>Gambar 3.5</b> <i>Project Properties (Project Tab)</i> .....	3-11
<b>Gambar 3.6</b> <i>Project Properties (Model Tab)</i> .....	3-11
<b>Gambar 3.7</b> <i>Boreholes</i> .....	3-12
<b>Gambar 3.8</b> <i>Material Tanah (General Tab)</i> .....	3-13
<b>Gambar 3.9</b> <i>Material Tanah (Parameter Tab)</i> .....	3-13
<b>Gambar 3.10</b> <i>Material Tanah (Groundwater Tab)</i> .....	3-14
<b>Gambar 3.11</b> <i>Material Tanah (Interface Tab)</i> .....	3-14
<b>Gambar 3.12</b> <i>Material Tanah (Initial Tab)</i> .....	3-15
<b>Gambar 3.13</b> <i>Parameter Rakit</i> .....	3-16
<b>Gambar 3.14</b> <i>Parameter Tiang</i> .....	3-16
<b>Gambar 3.15</b> <i>Input Surface Load</i> .....	3-17
<b>Gambar 3.16</b> <i>Meshing</i> .....	3-17

<b>Gambar 3.17</b> <i>Stage Construction</i> .....	3-18
<b>Gambar 3.18</b> <i>Output Total Displacement</i> ( $u_z$ ) pada Fondasi Tiang-Rakit.....	3-19
<b>Gambar 3.19</b> <i>Output Gaya Normal</i> pada Fondasi Tiang .....	3-19
<b>Gambar 4.1</b> Denah Fondasi dan Lokasi Titik Bor dan Sondir .....	4-2
<b>Gambar 4.2</b> Denah Fondasi Tiang-Rakit Tower 1 .....	4-2
<b>Gambar 4.3</b> Potongan Profil Tanah .....	4-4
<b>Gambar 4.4</b> Kurva Beban terhadap Penurunan dari Hasil Analisis Numerik dan Hasil Lapangan.....	4-7
<b>Gambar 4.5</b> <i>Boundary Area</i> untuk Analisis Fondasi Tiang-Rakit pada PLAXIS 3D .....	4-9
<b>Gambar 4.6</b> Pemodelan Fondasi Tiang-Rakit pada PLAXIS 3D .....	4-9
<b>Gambar 4.7</b> Tahapan Perhitungan .....	4-10
<b>Gambar 4.8</b> Kontur Penurunan 3D .....	4-11
<b>Gambar 4.9</b> Potongan A – A' .....	4-11
<b>Gambar 4.10</b> Gaya Normal pada Tiang.....	4-12
<b>Gambar 4.11</b> Pemodelan Jarak Antar Tiang pada Model A.....	4-13
<b>Gambar 4.12</b> Pemodelan Jarak Antar Tiang pada Model B.....	4-14
<b>Gambar 4.13</b> Pemodelan Jarak Antar Tiang pada Model C.....	4-14
<b>Gambar 4.14</b> Pemodelan Jarak Antar Tiang pada Model D.....	4-15
<b>Gambar 4.15</b> Grafik $\alpha_{pr}$ terhadap Resistensi Tiang-Rakit ( $R_{total}$ ) pada Tanah Lempung .....	4-17
<b>Gambar 4.16</b> Grafik $\alpha_{pr}$ terhadap Resistensi Tiang-Rakit ( $R_{total}$ ) pada Tanah Pasir .....	4-19
<b>Gambar 4.17</b> Kurva Beban-Penurunan Fondasi Tiang dan Tiang-Rakit pada Tanah Lempung .....	4-21
<b>Gambar 4.18</b> Grafik $\beta$ terhadap Resistensi Tiang-Rakit ( $R_{total}$ ) pada Tanah Lempung .....	4-22
<b>Gambar 4.19</b> Kurva Beban-Penurunan Fondasi Tiang dan Tiang-Rakit pada Tanah Pasir.....	4-24
<b>Gambar 4.20</b> Grafik $\beta$ terhadap Resistensi Tiang-Rakit ( $R_{total}$ ) pada Tanah Pasir .....	4-25

**Gambar 4.21** Kurva Koefisien Tiang-Rakit Terhadap Faktor Rasio Penurunan pada Tanah Lempung ..... 4-27

**Gambar 4.22** Kurva Koefisien Tiang-Rakit Terhadap Faktor Rasio Penurunan pada Tanah Pasir ..... 4-28



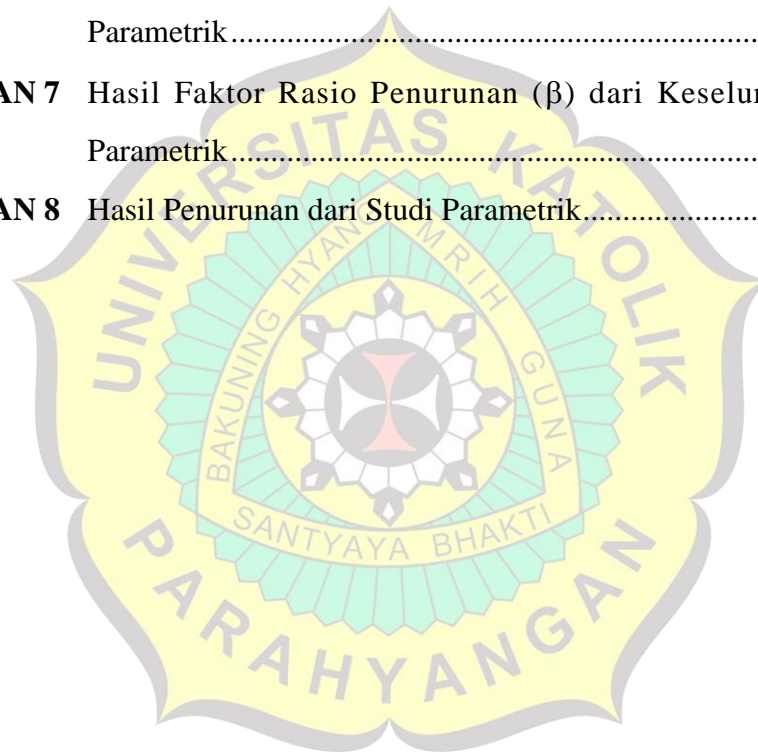
## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Parameter Tanah untuk model <i>Mohr-Coulomb</i> pada PLAXIS 3D ...	2-11
<b>Tabel 3.1</b> Korelasi nilai $N_{SPT}$ dengan Konsistensi Tanah dan Berat Isi Tanah Jenuh ( $\gamma_{sat}$ ) untuk Tanah Kohesif (Terzaghi & Peck, 1948).....	3-1
<b>Tabel 3.2</b> Korelasi Nilai $N_{SPT}$ dengan Kepadatan Relatif ( $D_r$ ) untuk Tanah Non-Kohesif (Terzaghi & Peck, 1948) .....	3-1
<b>Tabel 3.3</b> Klasifikasi Jenis Tanah menurut <i>Unified Soil Classification</i> (Look, 2007) .....	3-2
<b>Tabel 3.4</b> Korelasi $N_{SPT}$ terhadap Berat Isi Tanah untuk Tanah Non-Kohesif dan Tanah Kohesif ( <i>Soil Mechanics</i> , Whilliam T., Whitman, Robert V., 1962).....	3-3
<b>Tabel 3.5</b> Korelasi $N_{SPT}$ terhadap Berat Isi Tanah Jenuh ( $\gamma_{sat}$ ) untuk Tanah Non-Kohesif ( <i>Soil Mechanics</i> , Whilliam T., Whitman, Robert V., 1962).....	3-3
<b>Tabel 3.6</b> Korelasi Jenis Tanah dengan <i>Poisson's Ratio</i> ( $\mu'$ ) (Das, 1995) .....	3-6
<b>Tabel 3.7</b> Nilai <i>Interface</i> ( $R_{inter}$ ) (Brinkgreeve dan Shen, 2011) .....	3-7
<b>Tabel 3.8</b> Korelasi Kuat Geser Tanah Kohesif Tak Teralir dengan Faktor Adhesi (Reese dan O'Neill, 1988).....	3-9
<b>Tabel 4.1</b> Parameter Tanah untuk Pemodelan pada PLAXIS 3D .....	4-5
<b>Tabel 4.2</b> Parameter Rakit .....	4-6
<b>Tabel 4.3</b> Parameter Tiang .....	4-6
<b>Tabel 4.4</b> Parameter Tanah untuk Analisis pada Tanah Homogen .....	4-16



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>LAMPIRAN 1</b>	Hasil Oedometer Test pada beberapa Titik Bor .....	L1-1
<b>LAMPIRAN 2</b>	Hasil Laboratorium pada Titik BH-2 dan BH-3 .....	L2-1
<b>LAMPIRAN 3</b>	Data Back Analysis dari Hasil Lapangan dan Hasil Analisis Numerik .....	L3-1
<b>LAMPIRAN 4</b>	<i>Joint Reaction</i> Suite Tower 1 (Kondisi Statik) .....	L4-1
<b>LAMPIRAN 5</b>	Gaya Normal pada Tiang .....	L5-1
<b>LAMPIRAN 6</b>	Hasil Koefisien Tiang-Rakit ( $\alpha_{pr}$ ) dari Keseluruhan Studi Parametrik .....	L6-1
<b>LAMPIRAN 7</b>	Hasil Faktor Rasio Penurunan ( $\beta$ ) dari Keseluruhan Studi Parametrik .....	L7-1
<b>LAMPIRAN 8</b>	Hasil Penurunan dari Studi Parametrik .....	L8-1



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada perencanaan pembangunan bangunan bertingkat tinggi umumnya didukung oleh fondasi dangkal seperti fondasi rakit (*raft foundation* atau *mat foundation*). Fondasi rakit mampu memberikan daya dukung yang mencukupi namun beda penurunan antar kolom pada fondasi rakit dapat melampaui batas yang diizinkan oleh SNI 8460:2017. Permasalahan ini dapat diatasi dengan menambahkan fondasi tiang pada fondasi rakit sehingga mengurangi besar penurunan tanah. Dengan memanfaatkan tahanan friksi dan tahanan ujung pada tiang, penurunan yang terjadi pada tanah akibat rakit dapat diminimalisir. Sistem fondasi ini disebut dengan fondasi tiang-rakit (*raft-pile foundation*).

Distribusi beban pada fondasi tiang-rakit umumnya selalu diasumsikan bahwa seluruh beban dipikul oleh tiang saja. Tetapi pada kenyataannya rakit juga ikut dalam memikul beban. Distribusi beban pada fondasi tiang-rakit dipengaruhi dari kekakuan tanah, kekakuan fondasi rakit, kekakuan fondasi tiang, jumlah fondasi tiang, ukuran fondasi tiang, jarak antar fondasi tiang, beban yang bekerja dan penurunan yang terjadi.

Studi terdahulu dari Katzenbach (2017) terkait dengan distribusi beban tiang dan rakit menunjukkan bahwa fondasi tiang memikul 80% dari keseluruhan total berat bangunan, sedangkan fondasi rakit adalah 20% dari total berat bangunan yang ditopang pada fondasi tiang-rakit. Pada kasus lain yang terjadi dari Liang et al. (2003), Lee et al. (2010), dan Long et al. (2010) didapatkan hasil dari *full scale pile group test* bahwa rakit dapat menahan 15% sampai 70% beban total struktur. SNI 8460:2017 memberikan rekomendasi di dalam perancangan sebuah fondasi tiang-rakit, bahwa beban yang diizinkan untuk dipikul oleh fondasi rakit adalah 25%, sedangkan 75% dipikul oleh fondasi tiang.

Pada kenyataannya rasio pembagian beban yang dipikul oleh fondasi tiang dan rakit tersebut tidak berlaku untuk semua kondisi sehingga masih perlu dilakukan studi. Oleh karena itu, analisis menggunakan metode elemen hingga pada fondasi tiang-rakit di proyek pembangunan apartemen yang terletak di Fatmawati Jakarta Selatan. Analisis dilakukan untuk mengetahui rasio pembagian beban yang dipikul oleh fondasi tiang dan rakit, dan penurunan yang terjadi. Bangunan apartemen terdiri dari 36 lapis lantai, 1 lapis lantai semi *basement*, dan 3 lapis lantai *basement*. Bangunan apartemen berada pada tanah lempung teguh dan fondasi yang digunakan adalah kombinasi antara fondasi rakit dengan fondasi *bored pile*.

## 1.2 Inti Permasalahan

Dalam perancangan fondasi tiang-rakit di proyek pembangunan apartemen, tidak terdapat rasio pembagian beban yang dipikul oleh fondasi tiang dan rakit. Sehingga perlu dilakukan analisis yang memperhitungkan porsi beban yang dipikul oleh fondasi tiang-rakit.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui mekanisme penyaluran beban yang diterima pada tiang dan rakit pada fondasi tiang-rakit
2. Memperoleh besarnya *settlement* yang terjadi pada fondasi rakit dan fondasi tiang-rakit
3. Mendapatkan distribusi beban yang dipikul oleh tiang dan rakit
4. Melakukan evaluasi hasil perhitungan fondasi tiang-rakit yang digunakan pada proyek pembangunan apartemen terhadap ketentuan dan batas yang diizinkan.

#### 1.4 Lingkup Penelitian

Batasan-batasan masalah pada penelitian ini terdiri dari:

1. Penelitian dilakukan pada proyek pembangunan apartemen yang berlokasi di Fatmawati, Jakarta Selatan.
2. Data penyelidikan tanah yang digunakan berupa data pengeboran teknis, uji penetrasi standar (SPT), uji sondir dan uji laboratorium.
3. Pemodelan material tanah menggunakan Mohr-Coulomb.
4. Pemodelan fondasi rakit menggunakan *plate* dan fondasi tiang menggunakan *embedded beam*.
5. Analisis dilakukan dengan Metode Elemen Hingga menggunakan bantuan Program Komputer PLAXIS 3D.

#### 1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur  
Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan informasi melalui makalah jurnal, buku teks, dan beberapa skripsi terdahulu yang relevan untuk memahami konsep dasar dan acuan untuk melakukan analisis, pemodelan, dan interpretasi hasil.
2. Pengumpulan Data  
Data dimensi fondasi tiang-rakit dan data hasil uji penyelidikan tanah akan digunakan sebagai dasar dalam melakukan analisis pada fondasi tiang-rakit.
3. Pengolahan dan Analisis Data  
Data yang sudah didapatkan akan diolah dan dianalisis menggunakan metode elemen hingga, yaitu Program PLAXIS 3D.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi dibagi kedalam 5 bab yaitu:

### 1. BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini akan membahas mengenai latar belakang masalah, inti permasalahan, tujuan penelitian, ruang lingkup, metode penelitian, sistematika penulisan, dan diagram alir penelitian yang akan digunakan.

### 2. BAB 2 STUDI PUSTAKA

Bab ini akan membahas mengenai teori dasar yang digunakan untuk pedoman dalam menunjang dalam penelitian.

### 3. BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan membahas mengenai metode penelitian yang digunakan untuk melakukan analisis distribusi transfer beban pada fondasi tiang-rakit.

### 4. BAB 4 DATA DAN ANALISA DATA

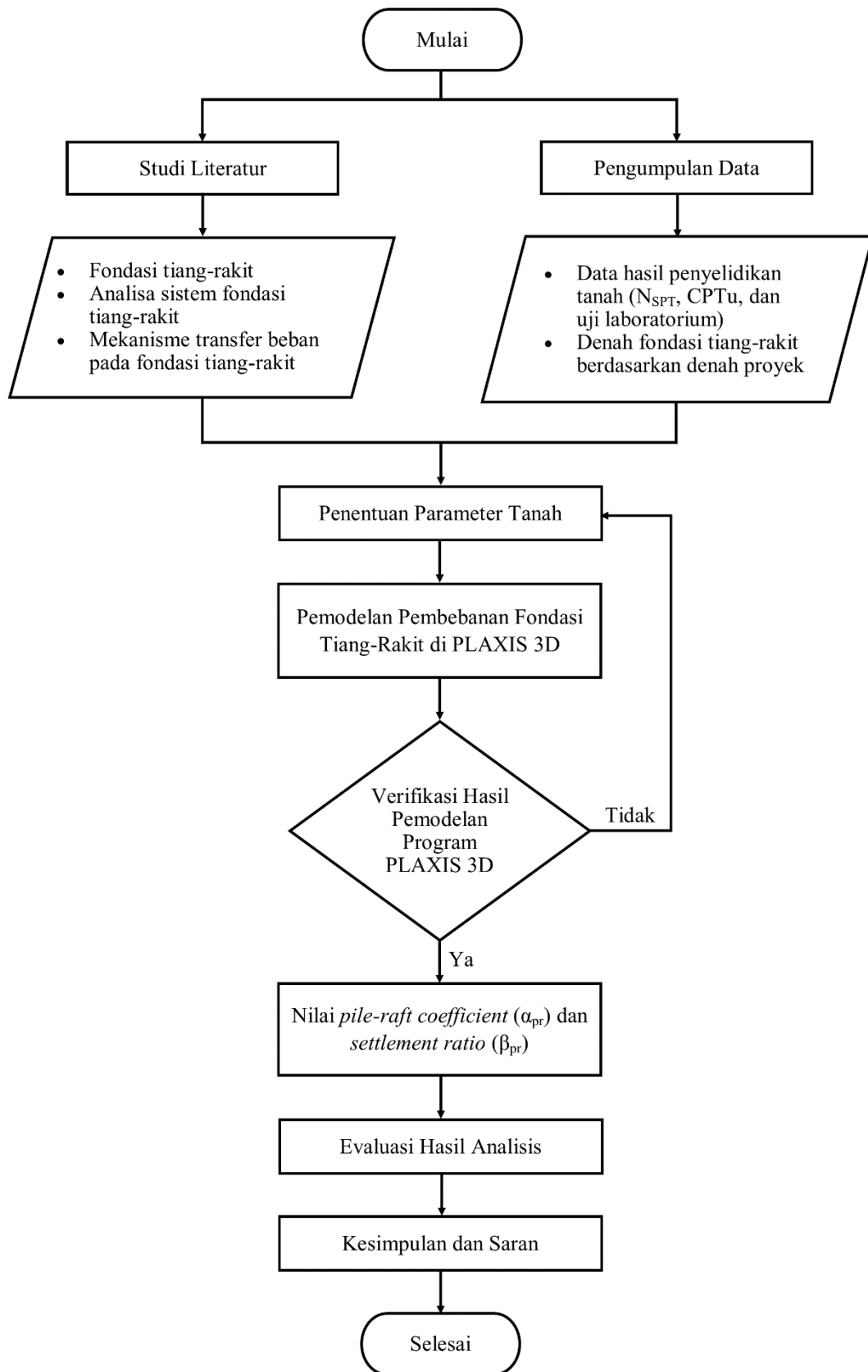
Bab ini akan membahas mengenai pengolahan data dari hasil penggunaan program PLAXIS 3D.

### 5. BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan membahas mengenai kesimpulan hasil analisis yang telah dilakukan serta saran untuk penelitian selanjutnya.

## 1.7 Diagram Alir

Diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 1.1**.



**Gambar 1.1** Diagram Alir

