

**STUDI NUMERIKAL MEKANISME
PENGEMBANGAN *NEGATIVE SKIN FRICTION* PADA
TIANG YANG DIBANGUN PADA TANAH LUNAK**

TESIS



Oleh:

**Annisa Raiza Fitriani
2015831019**

Pembimbing:

Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
JANUARI 2019**

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI NUMERIKAL MEKANISME PENGEMBANGAN *NEGATIVE SKIN FRICTION* PADA TIANG YANG DIBANGUN PADA TANAH LUNAK



Oleh:

**Annisa Raiza Fitriani
2015831019**

Disetujui Untuk Diajukan Ujian Sidang pada Hari/Tanggal:

8 Januari 2019

Pembimbing:

Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
JANUARI 2019**

LEMBAR PENGUJI

SIDANG UJIAN TESIS

Hari/Tanggal : Selasa, 8 Januari 2019

Oleh:

**Annisa Raiza Fitriani
2015831019**

PERSETUJUAN TESIS

1. **Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D**
Pembimbing
.....
2. **Budijanto Widjaja, Ph.D**
Penguji
.....
3. **Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT**
Penguji
.....

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
JANUARI 2019**

PERNYATAAN

Yang bertandatangan dibawah ini, saya denan data diri sebagai berikut :

Nama lengkap : Annisa Raiza Fitriani

Nomor Pokok Mahasiswa : 2015831019

Menyatakan bahwa Tesis dengan judul :

STUDI NUMERIKAL MEKANISME PENGEMBANGAN *NEGATIVE SKIN FRICTION* PADA TIANG YANG DIBANGUN PADA TANAH LUNAK

Adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan Pembimbing, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan denan 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 dan non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan : di Bandung

Tanggal : 8 Januari 2019

Annisa Raiza Fitriani

2015831019

STUDI NUMERIKAL MEKANISME PENGEMBANGAN *NEGATIVE SKIN FRICTION* PADA TIANG YANG DIBANGUN PADA TANAH LUNAK

Annisa Raiza Fitriani (NPM: 2015831019)
Pembimbing: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D
Magister Teknik Sipil
Bandung
Januari 2019

ABSTRAK

Kawasan Bandung Timur berada pada cekungan Bandung yang memiliki lapisan tanah lunak yang sangat dalam dan sangat kompresibel. Penggunaan pondasi tiang pancang di gunakan pada pelaksanaan konstruksi pada salah satu bangunan di daerah pengembangan Bandung Timur. Jika tanah lunak tersebut cukup dalam dan diperkirakan terjadi penurunan yang cukup besar akibat terjadinya konsolidasi, maka tiang akan mengalami *Negative Skin Friction* (NSF). Pada tesis ini akan dilakukan penelitian pada pondasi tiang pancang yang mengalami *negative skin friction* dengan menggunakan cara numerik yaitu dengan metode elemen hingga. Berdasarkan kurva hubungan antara B_q terhadap OCR tanah lempung lunak memiliki derajat konsolidasi 80%, hal ini menunjukkan bahwa pada lokasi tersebut masih berkonsolidasi. Titik netral NSF akan berubah terhadap waktu dan perubahan beban. NSF akan hilang apabila terdapat pemberian beban aksial pada tiang yang nilainya lebih besar daripada beban NSF yang terjadi.

Kata Kunci : *Negative Skin Friction*, Tanah Lunak, *Underconsolidated Soil*, Tiang Pancang

NUMERICAL STUDY OF THE MECHANISM OF NEGATIVE SKIN FRICTION DEVELOPMENT ON PILE CONSTRUCTED IN SOFT CLAYS

Annisa Raiza Fitriani (NPM: 2015831019)
Adviser: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D
Magister of Civil Engineering
Bandung
Januari 2019

ABSTRACT

East Bandung area is in the basin area of Bandung which has a soft soil layer that is very deep and very compressible. Pile is used in one of the buildings in the development area of East Bandung. If the soft soil is deep enough and considerable decline due to consolidation, Negative Skin Friction (NSF) will occur on the pile. This thesis will research on pile foundations that experience negative skin friction using numerical methods, namely the finite element method. Based on the curve of the relationship between B_q to OCR soft clay soil has degree of consolidation around 80%, this indicates that the location is underconsolidated. The neutral point will change with time and load changes. NSF will be lost if there is an axial load on the pile whose value is greater than the NSF load that occurs.

Keywords : Negative Skin Friction, Soft Soil, Underconsolidated Soil, Pile

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul *STUDI NUMERIKAL MEKANISME NEGATIVE SKIN FRICTION PADA TIANG YANG DIBANGUN PADA TANAH LUNAK*. Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan akademik dalam menyelesaikan studi S-2 di Program Magister Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam penyusunan tesis ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, tetapi berkat kritik, saran, bimbingan, serta doa dari berbagai pihak, tesis ini dapat diselesaikan. Untuk itu penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, ilmu, nasihat, kritik, saran dan semangat selama proses bimbingan yang sangat berguna bagi penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
2. Ibu Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT dan Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D., selaku dosen penguji yang telah memberikan dorongan, kritik, dan saran dalam menyelesaikan tesis ini.
3. Donny Zahruridjal dan Neneng Rusyanti selaku kedua orang tua yang selalu memberikan doa, nasihat, bantuan, dukungan dan kasih sayang yang tulus kepada penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
4. Amrullah Fathurrahman dan Hasna Salma Indallah selaku adik penulis yang selalu memberikan dukungan dan doa selama pengerjaan tesis.
5. Deigi Abdiarrafi Fauzy Munsyarif yang telah banyak membantu, memberikan

semangat, pengertian, dan doa selama pengerjaan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna, tetapi penulis berharap tesis ini dapat berguna bagi orang yang membacanya. Penulis sangat mengharapkan masukan dan saran agar dapat menambah wawasan.

Bandung, 8 Januari 2019

Annisa Raiza Fitriani

2015831019

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	I
DAFTAR ISI.....	III
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	VI
DAFTAR GAMBAR.....	IX
DAFTAR TABEL.....	XI
DAFTAR LAMPIRAN	XII
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Inti Permasalahan.....	3
1.3 Tujuan Penulisan.....	3
1.4 Pembatasan Masalah	3
1.5 Metode Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 STUDI PUSTAKA	5
2.1 Tanah Lunak.....	5
2.2 Sifat Fisis.....	5
2.2.1 Berat Isi (γ).....	6
2.2.2 Koefisien Permeabilitas (k)	7
2.2.3 <i>Void Ratio</i> (e).....	7
2.2.4 Plastisitas	8
2.3 Sifat Kimia	9
2.4 Sifat Mekanis	10
2.4.1 Kuat Geser Tak Terdrainase (S_u)	10

2.4.2	Sudut Geser (ϕ)	12
2.5	Pondasi Tiang Pancang	13
2.6	<i>Negative Skin Friction</i>	13
2.6.1	Distribusi Beban pada Tiang dan Titik Netral	15
2.6.2	Penurunan pada Tiang dan Tanah.....	16
2.7	Analisa Empirik <i>Negative Skin Friction</i>	16
2.7.1	Metode Beta (β)	16
2.7.2	Metode Poulos and Davis	18
BAB 3	METODE ANALISIS	23
3.1	Metode Elemen Hingga.....	23
3.1.1	Program Software PLAXIS Versi 8.6.....	25
3.1.2	Pemodelan <i>Axisymmetry</i>	25
3.1.3	Pemodelan Interaksi Tanah dan Struktur dengan <i>Interface</i>	26
3.2	Interpretasi Data	27
3.2.1	Identifikasi Karakter Tanah Dasar	27
3.2.2	Menentukan Parameter Tanah	27
3.2.3	Menentukan Derajat Konsolidasi.....	28
3.3	Hukum Konstitutif	28
3.3.1	<i>Mohr Coloumb (MC)</i>	28
3.3.2	<i>Soft Soil Model (SS)</i>	29
3.4	Pemodelan dengan Metode Elemen Hingga	31
3.4.1	Pemodelan Diskritisasi	32
3.4.2	Pemodelan <i>Interface</i>	33
3.4.3	Tahapan Analisis.....	34
BAB 4	ANALISIS	39
4.1	Karakteristik Tanah Kawasan Gedebage	39
4.1.1	Over Consolidated Ratio (OCR).....	39
4.2	Parameter Tanah dan Propertis Tiang	41
4.3	Settlement.....	41

4.4	Penentuan Titik Netral Berdasarkan Settlement	42
4.4.1	Titik Netral Tanpa Tambahan Beban Aksial Pada Tiang	43
4.4.2	Titik Netral dengan Tambahan Beban Aksial Pada Tiang	45
4.5	<i>Shear Stress</i>	47
4.4.3	<i>Shear Stress</i> Tanpa Tambahan Beban Aksial Pada Tiang	48
4.4.4	<i>Shear Stress</i> dengan Tambahan Beban Aksial Pada Tiang	49
4.6	<i>Dragload</i> akibat adanya <i>Negative Skin Friction</i>	50
4.4.5	<i>Dragload</i> akibat NSF Tanpa Tambahan Beban Aksial Pada Tiang ...	51
4.4.6	<i>Dragload</i> akibat NSF dengan Tambahan Beban Aksial Pada Tiang..	52
4.7	Kurva <i>Load Transfer</i>	53
4.4.7	<i>Load Transfer</i> Tanpa Tambahan Beban Aksial Pada Tiang	53
4.4.8	<i>Load Transfer</i> dengan Tambahan Beban Aksial Pada Tiang	54
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1	Kesimpulan	55
5.2	Saran	56
	DAFTAR PUSTAKA	57

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Daftar Notasi

C_v	= koefisien konsolidasi
D	= diameter tiang
e	= void ratio
E	= modulus elastisitas tanah
f	= garis runtuh
g	= <i>plastic potential</i>
I_p	= indeks platisitas
h	= tebal lapisan
k	= permeabilitas
K	= <i>stiffness matrix</i>
K_s	= koefisien tekanan lateral tanah
L	= panjang tiang
ML	= lanau anorganik dengan plastisitas rendah
MH	= lanau anorganik dengan plastisitas tinggi
N_R	= factor koreksi jika gelinciran penuh tidak terjadi
N_T	= factor koreksi jika pengaruh instalasi tiang yang tertunda
OH	= lempung organik dengan plastisitas tinggi
OL	= lanau organik dengan plastisitas rendah
P_A	= gaya aksial pada tiang yang terjadi pada permukaan lapisan tanah yang berkonsolidasi
P_N	= besar <i>negative skin friction</i>

P_{NFS}	= <i>downdrag maximum</i>
Q_u	= nilai kuat tekan bebas tanah
p	= keliling tiang pancang
P	= nodal beban
q	= tegangan overburden
t	= waktu
U	= nodal deformasi
t_0	= waktu instalasi tiang
S_u	= kuat geser tak terdrainase
γ	= berat isi tanah
γ_d	= berat isi tanah kering
c'	= kohesi
$c'a$	= adhesi efektif yang terjadi antara tiang dan tanah
σ'	= tegangan vertikal efektif
θ'	= sudut geser efektif
$\theta'a$	= sudut geser efektif yang terjadi antara tiang dan tanah
q_c	= tahanan ujung sondir
σ_{vo}	= tegangan total tanah
σ_r	= tegangan radial
σ_z	= tegangan arah z
σ_θ	= tegangan arah circumferential

Daftar Singkatan

ASTM = *American Society for Testing and Materials*

CPT = *Cone Penetration Test*

MC = *Mohr Coloumb*

NSF = *Negative Skin Friction*

SNI = *Standar Nasional Indonesia*

SSM = *Soft Soil Model*

OCR = *Over Consolidated Ratio*

USCS = *Unified Classification System*

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Distribusi Tanah Lunak (Panduan Geoteknik 4, 2002).....	1
Gambar 2.1 <i>Casagrande's Plasticity Chart</i> (Das, 2006).....	9
Gambar 2.2 Ilustrasi Struktural pada Mineral Kaolinite (a), Illite (b), dan Montmorillonite (c) (Budhu, 2000)	10
Gambar 2.3 Grafik Hubungan N_{spt} terhadap S_u (After Terzaghi & Peck, 1967 dan Sowers, 1979)	12
Gambar 2.4 Grafik Hubungan N_{spt} terhadap ϕ	12
Gambar 2.5 Ilustrasi dari (a) Titik Netral, (b) Hubungan antara Beban dan Daya Dukung (Siegel et al, 2014)	15
Gambar 2.6 Ilustrasi Settlement pada Tiang dan Tanah (Siegel et al, 2014).....	16
Gambar 2.7 Nilai Faktor Reduksi <i>Downdrag NR</i> ($K_{stan}\phi'_{a}=0.05$)	19
Gambar 2.8 Nilai Faktor Reduksi <i>Downdrag NR</i> ($K_{stan}\phi'_{a}=0.20$)	20
Gambar 2.9 Nilai Faktor Reduksi <i>Downdrag NR</i> ($K_{stan}\phi'_{a}=0.40$)	20
Gambar 2.10 Nilai Faktor Reduksi <i>Downdrag NT</i> (Drainase Tunggal).....	21
Gambar 2.11 Nilai Faktor Reduksi <i>Downdrag NT</i> (Drainase Ganda)	21
Gambar 3.1 Ilustrasi Pemodelan dengan <i>Axisymmetry</i> (PLAXIS V8 Reference Manual, 2002).....	26
Gambar 3.2 Pemodelan dengan <i>Plastic</i> (Brinkgreve et al., 2014).....	29
Gambar 3.3 Hubungan antara <i>Volumetric Strain</i> pada Tanah Lunak (Brinkgreve et al., 2014)	30
Gambar 3.4 Pemodelan <i>Axisymmetry</i>	31
Gambar 3.5 Asumsi Beban Timbunan.....	32

Gambar 3.6 Distribusi Elemen.....	33
Gambar 3.7 Pemodelan <i>Interface</i>	34
Gambar 3.8 Kondisi Inisial	35
Gambar 3.9 Instalasi Timbunan	35
Gambar 3.10 Kondisi Galian Pile Cap.....	36
Gambar 3.11 Instalasi Tiang Pancang.....	36
Gambar 3.12 Instalasi Pile Cap.....	37
Gambar 3.13 Pemberian Beban.....	37
Gambar 4.1 Data CPTu.....	39
Gambar 4.2 Kurva Hubungan Bq terhadap OCR.....	40
Gambar 4.3 Settlement vs Kedalaman pada Panjang Tiang 20 meter	42
Gambar 4.4 Potongan untuk Meninjau Penurunan pada Tiang	43
Gambar 4.5 Settlement vs Kedalaman dari Akhir Konstruksi hingga 3 Tahun....	44
Gambar 4.6 Settlement vs Kedalaman dari 5 Tahun hingga 20 Tahun	45
Gambar 4.7 Settlement vs Kedalaman dengan Tambahan Beban Hingga 20 ton	46
Gambar 4.8 Settlement vs Kedalaman dengan Tambahan Beban Hingga 140 ton	47
Gambar 4.9 <i>Shear Stress</i> vs Kedalaman	48
Gambar 4.10 <i>Shear Stress</i> vs Kedalaman	50
Gambar 4.11 <i>Dragload</i> terhadap Kedalaman Tanpa Tambahan Beban Aksial....	51
Gambar 4.12 <i>Dragload</i> terhadap Kedalaman Dengan Tambahan Beban Aksial	52
Gambar 4.13 Kurva <i>Load Transfer</i>	53
Gambar 4.14 Kurva <i>Load Transfer</i>	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Kepadatan Tanah Lempung berdasarkan Nilai N-SPT dan Q_u (Terzaghi & Peck, 1967).....	5
Tabel 2.2 Klasifikasi Berat Isi Tanah (Das, 2006).....	6
Tabel 2.3 Berat Isi Tanah Berdasarkan Kepadatan (ASCE, 1996).....	6
Tabel 2.4 Nilai Koefisien Permeabilitas (Das, 1983)	7
Tabel 2.5 <i>Void Ratio</i> , <i>Moisture Content</i> , dan <i>Dry Unit Weight</i> pada Beberapa Tipikal Tanah (Das, 2006).....	7
Tabel 2.6 Nilai β berdasarkan Jenis Tanah (Manual Pondasi Tiang Edisi 5, 2017)	17
Tabel 3.1 Menentukan Parameter Tanah	27
Tabel 4.1 Parameter Tanah	41
Tabel 4.2 Propertis Tiang Pancang	41
Tabel 4.3 Kedalaman Titik Netral berdasarkan <i>Settlement</i> Tanpa Tambahan Beban Aksial.....	45
Tabel 4.4 Kedalaman Titik Netral berdasarkan <i>Settlement</i> Dengan Tambahan Beban Aksial.....	47
Tabel 4.5 Kedalaman Titik Netral berdasarkan <i>Shear Stress</i> Tanpa Tamahan Beban Aksial.....	49
Tabel 4.6 Kedalaman Titik Netral berdasarkan <i>Shear Stress</i> Tanpa Tamahan Beban Aksial.....	49

DAFTAR LAMPIRAN

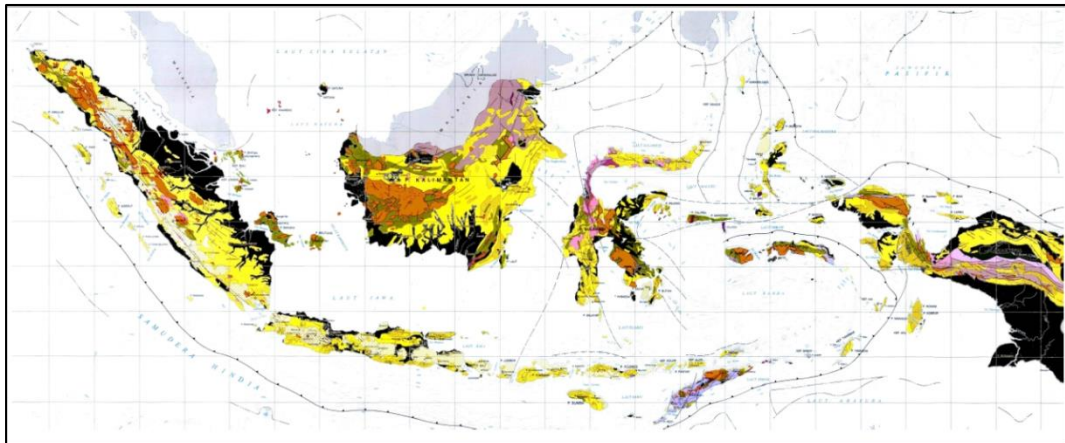
Lampiran 1. Data CPTu	59
Lampiran 2. Kurva CPTu	75
Lampiran 3. Parameter <i>Total Stress Analysis</i>	76
Lampiran 4. Parameter <i>Effective Stress Analysis</i>	77
Lampiran 5. <i>Axial Loading Test</i>	78

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini, pengembangan infrastruktur di Indonesia berkembang pesat. Dimana distribusi tanah lunak di Indonesia menurut Panduan Geoteknik 4 dapat dilihat pada Gambar 1.1 yang ditunjukkan dengan warna hitam. Sehingga pengembangan infrastruktur di Indonesia tidak dapat di hindari untuk membangun struktur di atas tanah lunak.



Gambar 1.1 Distribusi Tanah Lunak (Panduan Geoteknik 4, 2002)

Salah satu contoh pembangunan di Indonesia yang sedang dilakukan adalah pengembangan kawasan Bandung Timur di Jawa Barat. Dimana pengembangan kawasan tersebut akan di jadikan sebagai kawasan pariwisata, edukasi, dan pengendali banjir.

Kawasan Bandung Timur berada pada cekungan Bandung yang terjadi akibat pengendapan dari batuan gunung api dan sedimen danau. Sehingga kawasan

tersebut memiliki lapisan tanah lunak yang sangat dalam dan sangat kompresibel. Oleh sebab itu, pengembangan kawasan Bandung Timur menjadi latar belakang penelitian ini.

Penggunaan pondasi tiang pancang di gunakan pada pelaksaan konstruksi pada salah satu bangunan di daerah pengembangan Bandung Timur. Namun, perlu di perhatikan mengenai permasalahan dalam perencanaan dan pelaksanaan pondasi tiang yang sering mengakibatkan kegagalan pondasi tiang pada lapisan tanah lunak. Jika tanah lunak tersebut cukup dalam dan diperkirakan mengalami penurunan yang cukup besar akibat terjadinya konsolidasi, maka tiang akan mengalami seretan ke arah bawah yang bekerja pada selimut tiang atau disebut dengan *Negative Skin Friction* (NSF).

Negative skin friction mengakibatkan adanya beban tambahan pada tiang. Kegagalan konstruksi yang sering di temui akibat tidak dipertimbangkannya pengaruh dari *negative skin friction* salah satunya adalah terlepasnya pondasi dari pile cap. Sehingga, perhitungan *negative skin friction* perlu dipertimbangan dalam desain pondasi tiang.

Perhitungan *negative skin friction* dapat dilakukan dengan cara empirik maupun cara numerik. Pada tesis ini akan dilakukan penelitian pada pondasi tiang pancang yang mengalami *negative skin friction* dengan menggunakan cara numerik yaitu dengan metode elemen hingga, sehingga dapat dilakukan simulasi yang lebih realistis antara interaksi tanah dengan struktur.

1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan dari penulisan penelitian ini adalah:

1. Tiang yang mengalami *negative skin friction* di daerah Bandung Timur.

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui perilaku tiang yang mengalami *negative skin friction* di daerah Bandung Timur dengan menggunakan metode elemen hingga.

1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah pada tesis ini yaitu:

1. Lingkup penelitian adalah daerah pengembangan Bandung Timur.
2. Analisis berdasarkan data sekunder.
3. Analisis menggunakan program Plaxis 2D *axisymmetry*.
4. Analisis pondasi tiang menggunakan tiang pancang.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan digunakan dalam penulisan tesis ini adalah:

1. Studi Pustaka

Studi pustaka berupa mempelajari jurnal, buku, tesis, dan diktat kuliah yang berhubungan dengan pondasi, *negative skin friction*, dan tanah lunak..

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data sekunder berupa data CPTu.

3. Pengolahan Data dan Analisis

Metode ini berupa pengolahan data dan analisis mengenai perilaku pada tiang dengan beban aksial yang mengalami *negative skin friction*.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tesis ini akan dipaparkan secara garis besar sebanyak lima bagian.

Lima bagian tersebut yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini akan diuraikan mengenai latar belakang, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 STUDI PUSTAKA

Pada bab ini akan diuraikan mengenai metodologi yang digunakan sebagai referensi penulisan tesis. Referensi berupa bahasan mengenai pondasi tiang, tanah lunak, dan *negative skin friction*.

BAB 3 METODOLOGI ANALISA

Pada bab ini akan diuraikan mengenai langkah-langkah pengerjaan dengan analisa *software* metode elemen hingga.

BAB 4 ANALISIS

Pada bab ini akan menyajikan data dari hasil penelitian yang telah di lakukan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan diuraikan mengenai kesimpulan dan saran dari hasil analisa yang dilakukan.