

**SKRIPSI**

**ANALISIS DAMPAK LIKUIFAKSI TERHADAP DAYA  
DUKUNG AKSIAL PONDASI TIANG PANCANG  
PADA TANAH DATAR DENGAN PEMBEBANAN  
AKSIAL**



**DAFFA FATUROHMAN MARTA  
NPM : 6102001158**

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)  
BANDUNG  
JANUARI 2024**

**SKRIPSI**

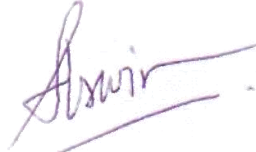
**ANALISIS DAMPAK LIKUIFAKSI TERHADAP DAYA  
DUKUNG AKSIAL PONDASI TIANG PANCANG  
PADA TANAH DATAR DENGAN PEMBEBANAN  
AKSIAL**



**DAFFA FATUROHMAN MARTA  
NPM : 6102001158**

**BANDUNG, 10 JANUARI 2024**

**PEMBIMBING**



**Aswin Lim, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)  
BANDUNG  
JANUARI 2024**

# SKRIPSI

## ANALISIS DAMPAK LIKUIFAKSI TERHADAP DAYA DUKUNG AKSIAL PONDASI TIANG PANCANG PADA TANAH DATAR DENGAN PEMBEBANAN AKSIAL



**Daffa Faturohman Marta**  
**NPM : 6102001158**

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

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Aswin', is written above a horizontal line.

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

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Budijanto', is written above a horizontal line.

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

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Siska', is written above a horizontal line.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL**  
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)  
**BANDUNG**  
**JANUARI 2024**

# LEMBAR PERNYATAAN

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

Nama : Daffa Faturohman Marta.....

NPM : 6102001158.....

Program Studi : Sarjana Teknik Sipil.....

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi /-tesis/-disertasi\*) dengan judul:

Analisis Dampak Likuifaksi Terhadap Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang Pancang  
Pada Tanah Datar Dengan Pembebanan Aksial.....

.....  
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 2024



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Daffa Faturohman Marta'.

Daffa Faturohman Marta

# **ANALISIS DAMPAK LIKUIFAKSI TERHADAP DAYA DUKUNG AKSIAL PONDASI TIANG PANCANG PADA TANAH DATAR DENGAN PEMBEBANAN AKSIAL**

**Daffa Faturhman Marta**  
**NPM: 6102001158**

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL**  
**(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)**  
**BANDUNG**  
**JANUARI 2024**

## **ABSTRAK**

Likuifaksi merupakan fenomena dimana tanah pasir jenuh air berubah sifat dari padat menjadi cair pada saat terjadinya gempa. Pondasi tiang pancang merupakan jenis pondasi yang sering digunakan untuk mendukung struktur atas. Likuifaksi berdampak terhadap daya dukung aksial dan penurunan pondasi tiang pancang. Analisis potensi likuifaksi bertujuan mendapatkan zona likuifaksi yang dapat dianalisa dengan persamaan Shibata dan Teparaksa (1987), Idriss dan Boulanger (2008), serta Youd et al. (2001). Metode analisis pada kondisi statik menggunakan metode Meyerhoff (1976) untuk daya dukung ujung tiang, Tomlinson (1986) untuk daya dukung selimut tiang, dan Vesic (1977) untuk penurunan pondasi tiang pancang yang berada di lapisan tanah pasir. Metode analisis pada kondisi likuifaksi menggunakan metode yang sama seperti kondisi statik dengan analisa beban gesekan selimut negatif metode Hannan dan Sharif (2006) untuk daya dukung aksial tiang pancang, dan penurunan pondasi tiang pancang memerlukan grafik transfer beban metode Fellenius dan Siegel (2008) untuk mendapatkan beban tambahan yang bekerja di ujung tiang dengan analisis penurunan menggunakan metode yang sama dengan kondisi statik. Studi kasus yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan hasil uji Cone Penetration Test (CPT) di daerah Rancaekek, Kabupaten Bandung, percepatan maksimum gempa bernilai 0,35g pada wilayah Kabupaten Bandung, asumsi magnitudo gempa sebesar 7 akibat aktivitas sesar Lembang, dan pondasi tiang pancang adalah *spun pile* beton tunggal. Analisis daya dukung aksial pondasi tiang pancang menunjukkan penurunan sebesar 45,97% dibandingkan kondisi statik. Hasil analisis penurunan aksial pondasi tiang pancang menunjukkan peningkatan sebesar 59,92% untuk beban ultimit 500 kN dan 95,99% untuk beban ijin 200 kN dibandingkan kondisi statik

# **ANALYSIS OF LIQUEFACTION IMPACT ON AXIAL BEARING CAPACITY OF DRIVEN PILE FOUNDATION ON FLAT GROUND UNDER AXIAL LOADING**

**Daffa Faturhman Marta**  
**NPM: 6102001158**

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

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY**  
**FACULTY OF ENGINEERING**  
**DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING**  
**BACHELOR PROGRAM**  
(Accredited by SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)  
**BANDUNG**  
**JANUARY 2024**

## **ABSTRACT**

Liquefaction is a phenomenon where saturated sandy soil transforms from a solid to a liquid state during an earthquake. Pile foundation is a type commonly employed to support superstructures. Liquefaction impacts axial load capacity and settlement of pile foundations. Potential liquefaction analysis aims to identify liquefaction zones, employing equations by Shibata and Teeparaksa (1987), Idriss and Boulanger (2008), and Youd et al. (2001). Static condition analyses use Meyerhoff's method (1976) for end-bearing capacity, Tomlinson's (1986) for shaft-bearing capacity, and Vesic's (1977) for settlement of pile foundations in sandy layers. Analysis in liquefaction use the same method as in static conditions, incorporating negative skin friction analysis using Hannan and Sharif's method (2006) for axial load capacity, and settlement of pile foundations requires load transfer curve using Fellenius and Siegel's method (2008) to ascertain additional loads at the pile tip with settlement analysis using the same method as in static conditions. A case study conducted in Rancaekek, Bandung, using Cone Penetration Test (CPT) results, assumes a maximum earthquake acceleration of 0.35g in the Bandung region, with a magnitude of 7 due to Lembang fault activity, and employs single spun pile concrete foundations. The axial load capacity analysis shows a decrease of 45.97% compared to static conditions. Settlement analysis results indicate an increase of 59.92% for ultimate load of 500 kN and 95.99% for allowable load of 200 kN compared to static conditions.



# PRAKATA

Bismillahirrahmanirrahim

Puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT. karena rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Dampak Likuifaksi Terhadap Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang Pada Tanah Datar Dengan Pembebanan Aksial”. Shalawat serta salam semoga tercurah kepada Rasulullah SAW. yang senantiasa menjadi inspirasi dan suri tauladan bagi umat manusia.

Skripsi ini diajukan guna memenuhi syarat kelulusan mata kuliah Skripsi di Fakultas Teknik Program Studi Sarjana Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan. Penulis menyadari banyak pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama menyelesaikan studi dan skripsi ini. Oleh karena itu, sudah sepantasnya penulis dengan penuh hormat mengucapkan terimakasih kepada:

1. Papi Darmawan, Bunda Indah, Adik Dafinah, Almarhum Yai Rusdi, Ninin Wati dan seluruh keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan moral dan materil, motivasi, nasehat, doa, serta kasih sayang yang tiada tara.
2. Bapak Prof. Tri Basuki Joewono, Ph.D. selaku Rektor Universitas Katolik Parahyangan.
3. Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan.
4. Bapak Herry Suryadi, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan.
5. Bapak Martin Wijaya, Ph.D. selaku Kepala Program Studi Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan
6. Bapak Aswin Lim, Ph.D. selaku dosen pembimbing dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Ibu Buen Sian, Ir., M.T., Bapak Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S., dan Almarhum Bapak Zulkifli Bachtiar Sitompul, S.T., MSIE. selaku dosen wali selama penulis menjalani perkuliahan.
8. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Bapak Aswin Lim, Ph.D., Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D., Bapak Martin Wijaya, Ph.D., Bapak Ignatius

Tommy Pratama, S.T., M.S., Bapak Ir. Stefanus Diaz Alvi S.T., M.T., Ibu Anastasia Sri Lestar, Ir., M.T., Ibu Siska Rustiani, Ir., M.T., dan Almarhum Bapak Ng Yin Kuan, Ir., M.T. selaku dosen konsentrasi bidang ilmu geoteknik selama penulis menjalani perkuliahan.

9. Segenap Dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama perkuliahan dan seluruh staf yang selalu sabar melayani segala administrasi selama proses pembelajaran penulis.
10. Rekan-rekan Ring 1 Himpunan Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan Periode 2023 antara lain Raul, Gandhi, Gavriel, Gabriella, Anastasia, Bryant, Jonathan, Kendra, Demirel, Thariq, Fahreza, Ferdine, Tio, Imam, Matthew, Rafi, dan Ferdinand yang senantiasa memberikan semangat, menemani, serta membantu penulis selama berproses dalam himpunan dan perkuliahan.
11. Ketua Angkatan Albert dan rekan-rekan angkatan 2020 “Kaktus” Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang senantiasa menemani dan membantu penulis selama proses perkuliahan.

Akhir kata, penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kesalahan dalam penyusunan skripsi. Oleh karena itu, penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya atas kekurangan dan kesalahan yang ada pada penulisan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat dijadikan referensi demi pengembangan ilmu Teknik Sipil yang terkhusus pada bidang keilmuan Geoteknik.

Bandung, 10 Januari 2024



Daffa Faturohman Marta

6102001158



# DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN .....	i
ABSTRAK .....	ii
ABSTRACT .....	iii
PRAKATA .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Inti Permasalahan .....	2
1.3 Rumusan Masalah .....	3
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Lingkup Penelitian .....	4
1.6 Metodologi Penelitian .....	4
1.6.1 Pengumpulan Data Tanah dan Data Gempa .....	5
1.6.2 Interpretasi Data Hasil Uji CPT .....	5
1.6.3 Analisis Potensi Likuifaksi .....	5
1.6.4 Penentuan Desain Pondasi Tiang Pancang .....	5
1.6.5 Analisis Daya Dukung Aksial dan Penurunan Pondasi Tiang Pancang .....	5
1.7 Sistematika Penulisan .....	5
1.8 Diagram Alir Penelitian .....	6
BAB 2 LANDASAN TEORI .....	8
2.1 Uji <i>Cone Penetration Test</i> (CPT) .....	8

2.2 Interpretasi Lapisan dan Parameter Tanah.....	9
2.2.1 Interpretasi Lapisan Tanah Metode Schmertmann (1978).....	9
2.2.2 Interpretasi Berat Isi Tanah Metode Robertson dan Cabal (2010) .....	10
2.2.3 Interpretasi Kuat Geser Tak Teralir Tanah Kohesif Metode Anagnostopoulos (1974) .....	11
2.2.4 Interpretasi Kuat Geser Tanah Non-Kohesif Metode Kumar R. (2016) .....	11
2.2.5 Interpretasi Kuat Geser Tanah Tak Teralir Kondisi Likuifaksi Metode Olson dan Stark (2002) .....	12
2.2.6 Interpretasi Modulus Elastisitas Tanah Metode Bowles (1995) .....	13
2.3 Likuifaksi .....	14
2.3.1 Definisi.....	14
2.3.2 Analisis Potensi Likuifaksi Metode Shibata dan Teparaksa (1987) ....	16
2.3.3 Analisis Potensi Likuifaksi Metode Idriss dan Boulanger (2008) .....	18
2.3.4 Analisis Potensi Likuifaksi Metode Youd et al. (2001).....	19
2.4 Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang Pancang Pada Kondisi Statik.....	22
2.4.1 Daya Dukung Ujung Tiang Pada Tanah Pasir Metode Meyerhoff (1976) .....	22
2.4.2 Daya Dukung Selimut Tiang Pada Tanah Pasir Metode Tomlinson (1986).....	23
2.4.3 Daya Dukung Ultimit dan Daya Dukung Izin Pondasi Tiang Pancang Pada Kondisi Statik.....	24
2.5 Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang Pancang Pada Kondisi Likuifaksi.....	25
2.5.1 Gesekan Selimut Negatif (PNSF) .....	25
2.5.2 Daya Dukung Ultimit dan Daya Dukung Izin Pondasi Tiang Pancang Pada Kondisi Likuifaksi.....	26
2.6 Penurunan Tiang Pancang Pada Kondisi Statik Metode Vesic (1977) .....	27

2.7 Penurunan Tiang Pancang Pada Kondisi Likuifaksi .....	29
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN.....</b>	<b>30</b>
3.1 Pengumpulan Data Tanah dan Data Gempa .....	30
3.2 Interpretasi Data Hasil Uji CPT .....	32
3.3 Analisis Potensi Likuifaksi .....	33
3.4 Penentuan Desain Pondasi Tiang Pancang .....	33
3.5 Analisis Daya Dukung Aksial dan Penurunan Pondasi Tiang Pancang .....	34
<b>BAB 4 ANALISIS DATA .....</b>	<b>36</b>
4.1 Data Hasil Uji CPT dan Stratifikasi Lapisan Tanah .....	36
4.2 Interpretasi Parameter Tanah .....	37
4.3 Analisis Potensi Likuifaksi .....	39
4.3.1 Analisis Potensi Likuifaksi Metode Shibata dan Teparaksa (1987) ....	39
4.3.2 Analisis Potensi Likuifaksi Metode Idriss dan Boulanger (2008) .....	40
4.3.3 Analisis Potensi Likuifaksi Metode Youd et al. (2001) .....	41
4.3.4 Perbandingan Hasil Analisis Potensi Likuifaksi .....	42
4.4 Analisis Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang Pancang Pada Kondisi Statik .....	43
4.5 Analisis Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang Pancang Pada Kondisi Likuifaksi .....	45
4.6 Perbandingan Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang Pancang Sebelum dan Setelah Likuifaksi.....	49
4.7 Penurunan Pondasi Tiang Pancang Pada Kondisi Statik .....	50
4.8 Analisis Penurunan Pondasi Tiang Pancang Pada Kondisi Likuifaksi .....	52
4.8.1 Analisis Penurunan Pondasi Tiang Pancang Pada Kondisi Likuifaksi Dengan Pembebanan Ultimit .....	53
4.8.2 Analisis Penurunan Pondasi Tiang Pancang Pada Kondisi Likuifaksi Dengan Pembebanan Ijin .....	54

4.9 Perbandingan Penurunan Pondasi Tiang Pancang Sebelum dan Setelah Likuifaksi .....	56
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	59
5.1 Kesimpulan .....	59
5.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA .....	61



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$(qc1N)_{cs}$	:	Tahanan ujung ternormalisasi ekuivalen pasir bersih
$a_{max}$	:	Akselerasi maksimum tanah ( $m/s^2$ )
$A_p$	:	Luas ujung tiang ( $m^2$ )
$A_s$	:	Luas selimut tiang ( $m^2$ )
$C_p$	:	Koefisien empiris
CPT	:	<i>Cone Penetration Test</i>
CRR	:	<i>Cyclic Resistance Ratio</i>
CSR	:	<i>Cyclic Stress Ratio</i>
$c_u$	:	Kuat geser tak teralir tanah kohesif ( $kN/m^2$ )
D	:	Diameter tiang (m)
$E_p$	:	Modulus elastisitas tiang ( $kN/m^2$ )
$E_s$	:	Modulus elastisitas tanah ( $kN/m^2$ )
$f'_c$	:	Mutu beton (MPa)
FK	:	Faktor Keamanan
$f_s$	:	Tahanan selimut tiang per satuan luas ( $kN/m^2$ )
g	:	Percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )
$I_c$	:	Indeks perilaku tanah
Iws	:	Faktor pengaruh
kN	:	Kilo Newton
kPa	:	Kilo Pascal
L	:	Panjang tiang (m)
M	:	Magnitudo gempa
m	:	Meter
$m^2$	:	Meter persegi
$m^3$	:	Meter kubik
MPa	:	Mega Pascal
MSF	:	Faktor skala magnitudo
P	:	Beban (kN)
Pa	:	Tekanan atmosfer ( $kN/m^2$ )
PGA	:	<i>Peak Ground Acceleration</i> ( $m/s^2$ )



PNSF	:	Beban gesekan selimut negatif (kN)
Qall	:	Daya dukung aksial ijin tiang (kN)
Qall liq	:	Daya dukung aksial ijin tiang likuifaksi (kN)
qc	:	Tahanan ujung konus (kPa)
qc1	:	Tahanan ujung konus terkoreksi tegangan vertikal efektif
qc1cs	:	Tahanan ujung CPT yang dinormalkan dan diperbaiki
qc1N	:	Tahanan ujung konus terkoreksi
Qp	:	Daya dukung ujung tiang (kN)
Qp ult	:	Daya dukung ujung tiang ultimit (kN)
qp	:	Daya dukung ujung tiang persatuan luas (kN/m <sup>2</sup> )
Qs	:	Daya dukung selimut tiang (kN)
Qs ult	:	Daya dukung selimut tiang ultimit (kN)
Qult	:	Daya dukung ultimit tiang (kN)
Qwp	:	Beban yang bekerja pada ujung tiang (kN)
Qws	:	Beban yang bekerja pada selimut tiang (kN)
rd	:	Koefisien reduksi tegangan
Rf	:	Rasio tahanan selimut tiang (%)
Se	:	Penurunan elastis tiang (m)
SNI	:	Standar Nasional Indonesia
Sp	:	Penurunan ujung tiang (m)
Sps	:	Penurunan akibar beban yang dialihkan sepanjang tiang (m)
Ss	:	Penurunan akibat deformasi aksial tiang (m)
Sur	:	Kuat geser tanah likuifaksi tanah non-kohefif (kN/m <sup>2</sup> )
u	:	Tekanan air pori (kN/m <sup>2</sup> )
z	:	Kedalaman (m)
$\alpha$	:	Konstanta
$\gamma$	:	Berat isi tanah (kN/m <sup>2</sup> )
$\gamma_w$	:	Berat isi air (kN/m <sup>2</sup> )
$\delta$	:	Sudut geser antara tiang dan tanah (°)
$\nu$	:	Angka poisson tanah
$\sigma_v$	:	Tegangan vertikal total tanah (kN/m <sup>2</sup> )
$\sigma'_v$	:	Tegangan vertikal efektif tanah (kN/m <sup>2</sup> )

$\varphi$  : Kuat geser tanah non-kohefif ( $^{\circ}$ )



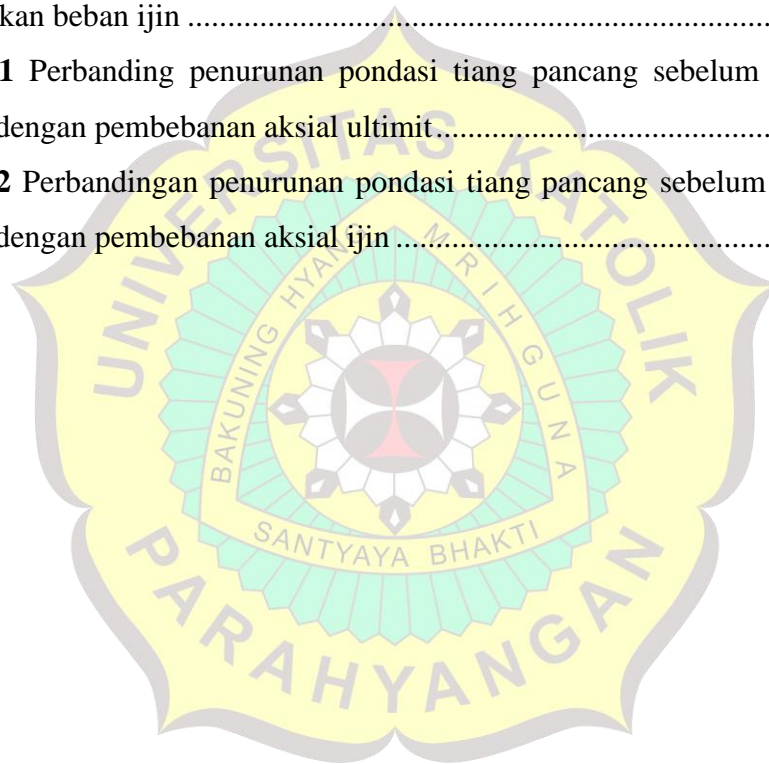
## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Diagram Alir Penelitian.....	7
<b>Gambar 2.1</b> Alat Uji <i>Cone Penetration Test</i> (CPT) .....	8
<b>Gambar 2.2</b> Klasifikasi tanah berdasarkan hasil uji CPT (Schmertmann, 1978) 10	
<b>Gambar 2.3</b> Penentuan rasio kuat geser tanah likuifaksi berdasarkan qc1 (Olson dan Stark, 2002) .....	13
<b>Gambar 2.4</b> Likuifaksi yang terjadi di Prefektur Niigata Jepang tahun 1964 .....	15
<b>Gambar 2.5</b> Faktor daya dukung Nc dan Nq (Meyerhoff, 1976) .....	23
<b>Gambar 2.6</b> Skema gesekan selimut negatif (Hannan dan Sharif, 2006) .....	26
<b>Gambar 2.7</b> Distribusi transfer beban pada saat kondisi likuifaksi (Fellenius dan Siegel, 2008) .....	29
<b>Gambar 3.1</b> Data uji CPT di daerah Rancaekek, Kabupaten Bandung, Jawa Barat (Abarwati, Feranie dan Tohari, 2020).....	31
<b>Gambar 3.2</b> Besar akselerasi maksimum tanah berdasarkan halaman web OpenQuake Map Viewer.....	32
<b>Gambar 3.3</b> (a) Gambar tampak samping pondasi tiang pancang tunggal, ukuran dalam cm. (b) Gambar tampak atas pondasi tiang pancang tunggal, ukuran dalam mm. ....	34
<b>Gambar 4.1</b> Distribusi transfer beban pada kondisi beban ultimit menggunakan metode Fellenius dan Siegel (2008).....	53
<b>Gambar 4.2</b> Distribusi transfer beban pada kondisi beban ijin menggunakan metode Fellenius dan Siegel (2008).....	55

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Penentuan nilai $K$ dan $\delta$ (Tomlinson, 1986).....	24
<b>Tabel 2.2</b> Nilai koefisien $C_p$ (Vesic, 1977).....	28
<b>Tabel 4.1</b> Pembagian lapisan tanah berdasarkan $q_c$ dan $f_s$ . ....	36
<b>Tabel 4.2</b> Hasil stratifikasi pelapis tanah menggunakan metode Schmertmann (1978).....	36
<b>Tabel 4.3</b> Hasil interpretasi berat isi tanah ( $\gamma$ ) metode Robertson dan Cabal (2010) beserta tegangan vertikal total ( $\sigma_v$ ), tekanan air pori ( $u$ ), dan tegangan vertikal efektif ( $\sigma'_v$ ).....	37
<b>Tabel 4.4</b> Hasil interpretasi kuat geser tak teralir tanah kohesif ( $c_u$ ) metode Anagnostopoulos (1974) dan kuat geser tanah non-kohesif ( $\phi$ ) metode Kumar R. (2016).....	38
<b>Tabel 4.5</b> Hasil interpretasi kuat geser tak teralir tanah non-kohesif kondisi likuifaksi (Sur) metode Olson dan Stark (2002) dan modulus elastisitas tanah ( $E_s$ ) metode Bowles (1995).....	38
<b>Tabel 4.6</b> Hasil analisis potensi likuifaksi metode Shibata dan Teparaksa (1987).....	39
<b>Tabel 4.7</b> Hasil analisis potensi likuifaksi metode Idriss dan Boulanger (2008) .	40
<b>Tabel 4.8</b> Hasil analisis potensi likuifaksi metode Youd et al. (2001).....	41
<b>Tabel 4.9</b> Hasil analisis daya dukung aksial ujung tiang ( $Q_p$ ) kondisi statik .....	43
<b>Tabel 4.10</b> Hasil analisis daya dukung aksial selimut tiang ( $Q_s$ ) kondisi statik ..	44
<b>Tabel 4.11</b> Hasil analisis daya dukung ultimit ( $Q_{ult}$ ) dan daya dukung ijin ( $Q_{all}$ ) pada kondisi statik.....	45
<b>Tabel 4.12</b> Hasil analisis daya dukung ujung tiang ( $Q_p$ ) pada kondisi likuifaksi	46
<b>Tabel 4.13</b> Hasil analisis daya dukung selimut tiang ( $Q_s$ ) pada kondisi likuifaksi .....	47
<b>Tabel 4.14</b> Hasil analisis beban gesekan selimut negatif (PNSF) pada kondisi likuifaksi.....	48
<b>Tabel 4.15</b> Hasil analisis daya dukung ultimit ( $Q_{ult}$ ) dan daya dukung ijin ( $Q_{all}$ ) pada kondisi likuifaksi .....	48

<b>Tabel 4.16</b> Perbandingan daya dukung ijin aksial tiang pancang pada kondisi statik dan kondisi likuifaksi .....	49
<b>Tabel 4.17</b> Hasil analisis penurunan tiang pancang pada kondisi aksial menggunakan beban ultimit .....	51
<b>Tabel 4.18</b> Hasil analisis penurunan tiang pancang pada kondisi statik menggunakan beban ijin .....	51
<b>Tabel 4.19</b> Hasil analisis penurunan tiang pancang pada kondisi likuifaksi dengan menggunakan beban ultimit .....	54
<b>Tabel 4.20</b> Hasil analisis penurunan tiang pancang pada kondisi likuifaksi dengan menggunakan beban ijin .....	56
<b>Tabel 4.21</b> Perbanding penurunan pondasi tiang pancang sebelum dan setelah likuifaksi dengan pembebanan aksial ultimit.....	57
<b>Tabel 4.22</b> Perbandingan penurunan pondasi tiang pancang sebelum dan setelah likuifaksi dengan pembebanan aksial ijin .....	57





# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia berada pada daerah yang disebut dengan cincin api Pasifik atau *Pacific ring of fire* (Chrismonica & Eldia, 2022). Keberadaan Indonesia di daerah tersebut disebabkan karena Indonesia merupakan tempat pertemuan tiga lempeng tektonik aktif, yaitu lempeng Eurasia, lempeng Pasifik, dan lempeng Indo-Australia. Lempengan tektonik aktif bergerak antara satu sama lain, baik saling menjauhi, saling mendekati, ataupun bergesekan. Akibat dari aktivitas lempengan tektonik ini, maka terjadilah pelepasan energi yang sangat besar hingga terasa sampai ke permukaan bumi atau yang dapat disebut juga dengan gempa. Dengan lokasi Indonesia yang berada pada cincin api pasifik, maka Indonesia termasuk salah satu negara dengan tingkat kerawanan akan gempa yang tinggi. Indonesia merupakan negara kedua dengan tingkat kerawanan akan gempa bumi yang tinggi dan hanya selisih satu peringkat saja dari negara Jepang yang berada pada posisi pertama (Zulfikar, 2022).

Tanah di Indonesia sangat bervariasi, mulai dari tanah lempung, pasir, lanau, dan lain sebagainya. Salah satu tanah yang banyak tersebar di Indonesia adalah tanah pasir. Tanah pasir biasanya terbentuk dari pengikisan batuan dan terjadinya aktivitas vulkanik. Tanah pasir merupakan tanah tak berkohesi atau tidak memiliki daya rekat antar partikel tanah yang menyebabkan dapat terlikuifaksi jika fenomena gempa terjadi.

Likuifaksi merupakan fenomena dimana tanah pasir jenuh air berubah sifat dari padat menjadi cair pada saat terjadinya gempa. Menurut kaidah Geoteknik dengan konsep *critical state*, likuifaksi merupakan fenomena dimana tanah tak berkohesi kuat gesernya menurun secara signifikan, mengalir dengan volume konstan, tegangan efektifnya konstan, dan tegangan gesernya konstan akibat dari timbulnya tekanan air pori berlebih akibat gempa. Konsep *critical state* adalah konsep perubahan volume yang diperoleh dari kombinasi kepadatan dan tegangan

efektif yang terjadi pada material tersebut. Faktor lain yang menentukan likuifaksi selain gempa adalah muka air tanah pada lokasi yang ditinjau.

Dengan berkembangnya infrastruktur di Indonesia, pondasi tiang pancang menjadi salah satu pilihan yang sering digunakan dalam mendukung struktur bangunan di atasnya. Pondasi tiang pancang sendiri merupakan salah satu dari jenis pondasi dalam. Pondasi tiang pancang memiliki 2 daya dukung, yaitu daya dukung ujung tiang dan daya dukung selimut tiang. Hal tersebut menyebabkan daya dukung pondasi tiang pancang sangat bergantung pada tanah dimana pondasi tersebut diletakkan. Apabila pondasi tiang pancang diletakkan pada tanah pasir yang berpotensi likuifaksi dan tidak dirancang dengan benar, maka dapat menyebabkan kegagalan daya dukung pondasi tiang pancang yang bisa berakibat fatal. Pondasi tiang pancang dapat menahan dua jenis beban, yaitu beban aksial dan beban lateral. Beban aksial merupakan beban yang bekerja di atas tiang tegak lurus dengan permukaan tanah. Pada kasus pondasi, beban aksial biasanya merupakan beban dari struktur bangunan di atas pondasi.

Salah satu contoh kasus kegagalan daya dukung pondasi tiang pancang akibat fenomena likuifaksi pernah terjadi di Prefektur Niigata, Jepang. Pada tahun 1964 Prefektur Niigata mengalami gempa dengan magnitudo sebesar 7,5 (Guo, 2000). Prefektur Niigata merupakan prefektur yang terletak di pesisir timur pantai Jepang sehingga banyak dijumpai tanah pasir. Akibat dari gempa tersebut terjadi fenomena likuifaksi karena tanah pasir jenuh air tergetarkan dan kekuatannya menurun. Likuifaksi tersebut menyebabkan kegagalan daya dukung dan kegagalan penurunan pada bangunan-bangunan di daerah tersebut. Salah satu contohnya adalah apartemen Kawagishi-cho yang berada di tepian sungai Shinano. Bangunan apartemen tersebut mengalami kegagalan daya dukung pondasi tiang pancang yang parah sehingga apartemen tersebut mengalami kemiringan yang parah dan akhirnya mengalami kegagalan bangunan (Guo, 2000).

## **1.2 Inti Permasalahan**

Inti permasalahan dalam penelitian ini adalah diperlukannya pengecekan terhadap zona likuifaksi menggunakan tiga metode yaitu metode Shibata dan Teparaksa (1987), metode Idriss dan Boulanger (2008), dan metode Youd et al.

(2001). Kedua, dampak fenomena likuifaksi terhadap daya dukung aksial pondasi tiang pancang pada tanah datar dengan pembebanan aksial akan dianalisis pada penelitian ini. Lalu analisis penurunan tiang pancang menggunakan perhitungan manual.

Permasalahan pada penelitian ini dibatasi dengan data tanah yang berada di daerah Rancaekek, Kabupaten Bandung, Jawa Barat. Dengan gempa yang digunakan berupa gempa jika sesar Lembang bergerak. Dan desain rancangan bangunan atas hanya berupa pemodelan beban aksial saja.

### **1.3 Rumusan Masalah**

Dari inti permasalahan, dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana pengecekan zona likuifaksi menggunakan metode Shibata dan Teparaksa (1987)?
- b. Bagaimana pengecekan zona likuifaksi menggunakan metode Idriss dan Boulanger (2008)?
- c. Bagaimana pengecekan zona likuifaksi menggunakan metode Youd et al. (2001)?
- d. Apakah terdapat perbedaan hasil dari tiga metode pengecekan likuifaksi di atas?
- e. Berapa daya dukung aksial pondasi tiang setelah likuifaksi?
- f. Berapa perubahan daya dukung aksial pondasi tiang pancang pada kondisi sebelum dan sesudah likuifaksi?
- g. Berapa penurunan pondasi tiang pancang setelah likuifaksi?
- h. Berapa perubahan penurunan pondasi tiang pancang pada kondisi sebelum dan sesudah likuifaksi?

### **1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian**

Maksud dari penelitian ini adalah mengidentifikasi lapisan tanah agar mendapatkan zona likuifaksi dengan tiga metode analisis yang berbeda. Kedua, menganalisis menggunakan perhitungan manual untuk daya dukung aksial pondasi tiang pancang sebelum dan setelah terjadi likuifaksi pada tanah datar dengan pembebanan aksial yang nantinya dapat menghasilkan perbandingan dari kedua

kondisi. Ketiga, menganalisis penurunan tiang pancang sebelum dan sesudah terjadi likuifaksi pada tanah datar dengan pembebanan aksial dengan perhitungan manual.

Tujuan dari penelitian ini adalah guna mengetahui dampak yang ditimbulkan oleh fenomena likuifaksi terhadap daya dukung aksial pondasi tiang pancang pada tanah datar dengan pembebanan aksial.

### **1.5 Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan parameter tanah dari hasil uji CPT.
- b. Menentukan gempa yang akan dipakai untuk analisis, gempa yang dimaksud adalah gempa di sekitaran Kota Bandung dan Kabupaten Bandung.
- c. Menentukan lapisan tanah yang berpotensi likuifaksi menggunakan 3 metode, yaitu Idriss dan Boulanger (2008), Youd et al. (2001) serta Shibata dan Teparaksa (1987).
- d. Menghitung daya dukung aksial pondasi tiang pancang pada tanah datar dengan pembebanan aksial sebelum likuifaksi menggunakan metode Meyerhof (1976) untuk daya dukung ujung tiang yang berada di lapisan tanah pasir dan metode Tomlinson (1986) untuk daya dukung selimut tiang pada tanah pasir.
- e. Menghitung daya dukung aksial pondasi tiang pancang pada tanah datar dengan pembebanan aksial setelah fenomena likuifaksi terjadi.
- f. Menghitung penurunan pondasi tiang pancang pada kondisi sebelum likuifaksi menggunakan metode Vesic (1977).
- g. Menghitung penurunan pondasi tiang pancang pada kondisi setelah likuifaksi menggunakan metode Vesic (1977) serta metode Fellenius dan Siegel (2008) untuk pembuatan grafik transfer beban.

### **1.6 Metodologi Penelitian**

Metode penelitian yang akan dilakukan penulis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



### **1.6.1 Pengumpulan Data Tanah dan Data Gempa**

Pada tahap ini, akan dilakukan pengumpulan data hasil uji CPT pada lokasi Rancaekek, Kabupaten Bandung dari literatur yang ada dan data gempa yang berada disekitaran Kota Bandung dan Kabupaten Bandung Jawa Barat. Data-data yang dikumpulkan tersebut selanjutnya akan digunakan untuk interpretasi data tanah dan analisis.

### **1.6.2 Interpretasi Data Hasil Uji CPT**

Pada tahap ini, akan dilakukan interpretasi data hasil uji CPT berdasarkan korelasi empiris yang sudah ada guna mendapatkan parameter tanah yang dibutuhkan.

### **1.6.3 Analisis Potensi Likuifaksi**

Pada tahap ini akan dilaksanakan analisis potensi likuifaksi menggunakan tiga metode. Ketiga metode tersebut adalah metode Shibata dan Teparaksa (1987), metode Idriss dan Boulanger (2008), serta metode Youd et al. (2001).

### **1.6.4 Penentuan Desain Pondasi Tiang Pancang**

Pada tahap ini akan dilaksanakan penentuan terhadap desain pondasi tiang pancang yang akan dianalisis. Penentuan desain berupa penentuan jenis tiang pancang, diameter tiang, panjang tiang, dan mutu beton pada tiang.

### **1.6.5 Analisis Daya Dukung Aksial dan Penurunan Pondasi Tiang Pancang**

Pada tahap ini akan dilakukan analisis daya dukung aksial pondasi tiang pancang pada kondisi sebelum dan setelah likuifaksi. Dilanjutkan dengan analisis penurunan pondasi tiang pancang pada kondisi sebelum dan setelah likuifaksi terjadi.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Sistematika dalam penulisan karya ini dibagi menjadi 5 bab, yaitu:

### **a. BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini akan membahas tentang latar belakang, inti permasalahan, rumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, lingkup penelitian, metode penelitian, sistematika penulisan, dan diagram alir penelitian.



b. **BAB II LANDASAN TEORI**

Bab ini akan membahas tentang dasar teori yang dipelajari dari berbagai jurnal, buku, dan karya ilmiah lainnya. Teori yang dipelajari berupa teori interpretasi data berdasarkan hasil uji CPT, likuifaksi, daya dukung pondasi tiang pancang, dampak likuifaksi terhadap daya dukung pondasi tiang pancang, penurunan pondasi tiang pancang, dan penurunan pondasi tiang pancang akibat fenomena likuifaksi.

c. **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini akan membahas tentang metode peneliti dalam interpretasi data hasil uji CPT yang dibutuhkan dalam penelitian ini, penentuan desain pondasi tiang pancang yang akan digunakan, serta metode-metode analisis yang digunakan dalam mencari solusi atas permasalahan yang ada pada penelitian ini.

d. **BAB IV DATA DAN ANALISIS**

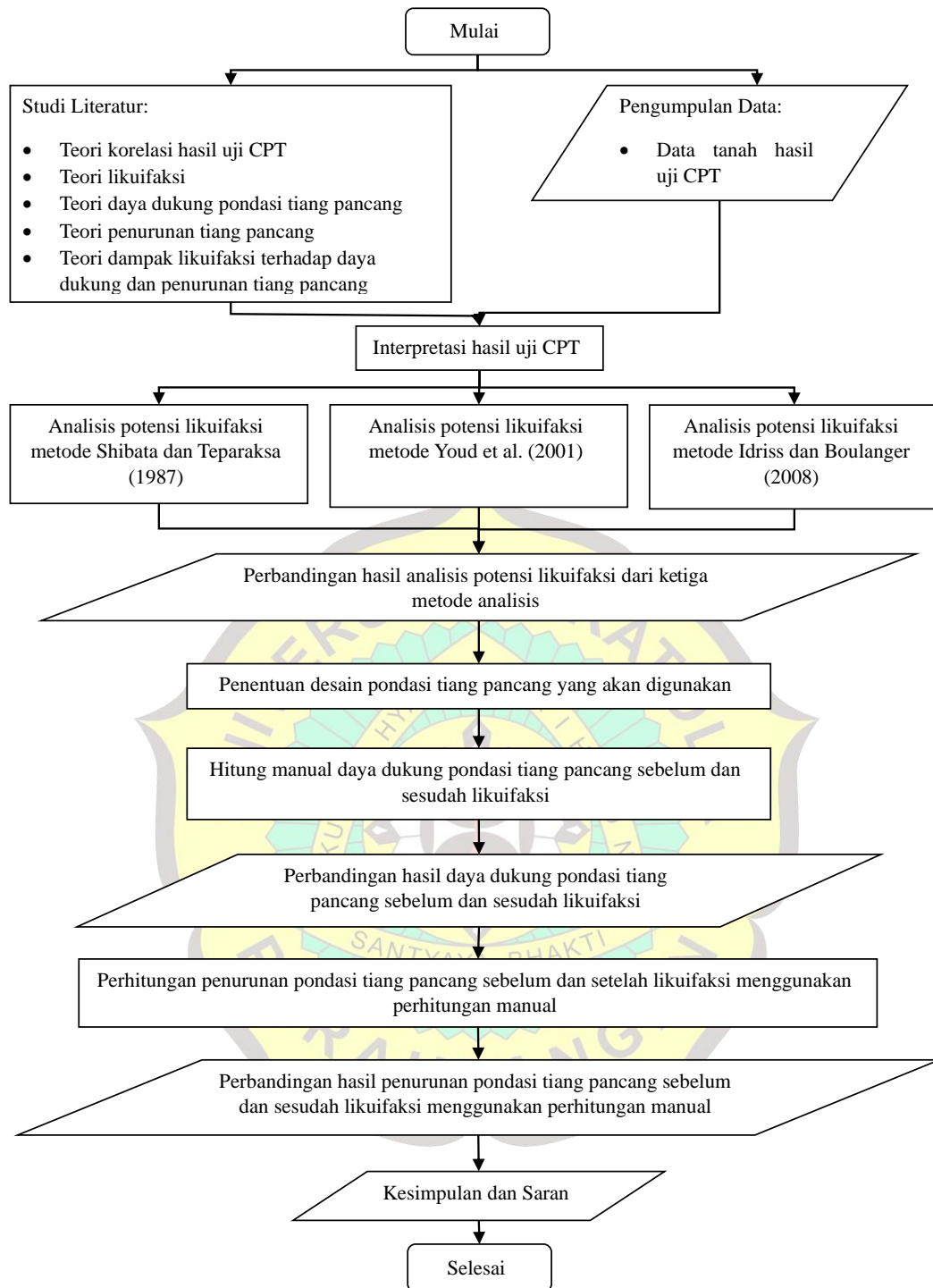
Bab ini akan membahas tentang pengolahan data uji CPT agar mendapatkan parameter tanah yang dibutuhkan. Kedua, menganalisa zona likuifaksi dengan tiga metode analisis berbeda. Ketiga, menganalisis daya dukung pondasi tiang pancang dengan pembebanan aksial pada tanah datar dengan kondisi tidak likuifaksi dan likuifaksi. Keempat, meninjau penurunan pondasi tiang pancang yang terjadi dengan pembebanan aksial pada tanah datar akibat pada kondisi tidak likuifaksi dan likuifaksi. Dan perbandingan daya dukung aksial serta penurunan sebelum dan setelah likuifaksi terjadi.

e. **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini akan menyajikan kesimpulan dari analisis yang telah dilakukan di dalam Bab IV. Dan juga penulis akan memberikan saran dari pembahasan skripsi ini.

### **1.8 Diagram Alir Penelitian**

Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.1 dibawah ini.



**Gambar 1.1** Diagram Alir Penelitian