

**SKRIPSI**

**ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI ALIR DI DESA  
LOLU, PALU**



**NATASHA HARTIENI  
NPM : 2015410017**

**PEMBIMBING: Prof. Paulus Pramono Rahardjo , Ir., MSCE., Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-  
PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
JUNI 2019**

**SKRIPSI**

**ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI ALIR DI DESA  
LOLU, PALU**



**NATASHA HARTIENI  
NPM : 2015410017**

**PEMBIMBING: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
((Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-  
PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
JUNI 2019**

**SKRIPSI**

**ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI ALIR DI DESA  
LOLU, PALU**



**NATASHA HARTIENI  
NPM : 2015410017**

**BANDUNG, 15 JUNI 2019  
PEMBIMBING:**



**Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-  
PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
JUNI 2019**

## PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Natasha Hartieni

NPM : 2015410017

Dengan ini menyatakan skripsi saya yang berjudul **ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI ALIR DI DESA LOLU, PALU** adalah karya ilmiah yang bebas dari plagiat. Jika kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang – undangan yang berlaku.

Bandung, 15 Juni 2019



Natasha Hartieni

2015410017

# **ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI ALIR DI DESA LOLU, PALU**

**Natasha Hartieni**  
**NPM: 2015410017**

**Pembimbing: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**((Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018))**  
**BANDUNG**  
**JUNI 2019**

## **ABSTRAK**

Likuifaksi dapat terjadi disebabkan oleh adanya gempa bumi. Peristiwa likuifaksi umumnya terjadi pada tanah pasiran, namun dapat juga terjadi pada tanah kelanauan. Metode yang digunakan untuk melakukan analisa potensi likuifaksi adalah metode Shibata dan Teparaksa dengan menggunakan data CPTu. Untuk analisis likuifaksi alir digunakan metode Newmark. Studi kasus yang digunakan adalah peristiwa likuifaksi alir di Desa Lolu, Palu. Hasilnya, daerah tersebut sangat berpotensi untuk mengalami likuifaksi dengan nilai LPI > 15. Untuk likuifaksi alir, pergerakan yang terjadi 0,142 meter dengan menggunakan data *ground acceleration* gempa Nihonkai Central, 1983.

Kata Kunci: Likuifaksi, Likuifaksi Alir, CPT, Metode Shibata dan Teparaksa, Metode Newmark



# **FLOW LIQUEFACTION POTENTIAL ANALYSIS IN LOLU VILLAGE, PALU**

**Natasha Hartieni**  
**NPM: 2015410017**

**Advisor: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D.**

**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**  
**JUNE 2019**

## **ABSTRACT**

Liquefaction occur due to an earthquake. Liquefaction phenomen mostly occur in loose and saturated sands, but it can also occur in silty soils. Based on CPTu data, Shibata and Teparaksa's method used to analyze the liquefaction potential. As for the flow liquefaction – Newmark's method. The case studies are based on case study of Lolu village, Palu. The results show that Lolu has very high susceptibility to liquefaction phenomen because the result of liquefaction potential index dominated bigger than 15. As the flow liquefaction, the occurred displacement 0,142 meters using Nihonkai Central's ground acceleration earthquake.

Keywords: Liquefaction, Flow Liquefaction, CPT, Shibata and Teparaksa's Method, Newmark's Method





## PRAKATA

Puji syukur atas berkat dan perlindungan Tuhan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI ALIR DI DESA LOLU, PALU. Penulisan skripsi ini dalam rangka memenuhi syarat akademik dalam menyelesaikan pendidikan tingkat sarjana di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam penyusunan skripsi ini banyak hambatan yang dihadapi penulis. Namun, berkat bimbingan, saran, kritik, dan dorongan semangat dari banyak pihak, skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Untuk itu penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada:

- Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis di tengah kesibukannya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
- Dosen penguji geoteknik yang telah memberikan saran dan kritik selama seminar proposal, seminar isi, dan sidang skripsi sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan lebih baik lagi.
- Seluruh staf GEC yang telah membantu pengumpulan data yang digunakan penulis.
- Papa, mama, dan adik-adik tercinta yang selalu memberikan dukungan moral maupun materi kepada penulis.
- Andrianto Muliawan yang selalu memberikan dukungan, membantu mengerjakan serta membantu merapikan *formatting* skripsi ini.
- Gabriella Laurencia, Melisa Christina, Devi Natasha yang telah menemani, membantu, dan memberi semangat kepada penulis.
- Dosen-dosen Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan banyak ilmu dan pengetahuan.
- Carlina, Ericka, Vincens, Kefas selaku teman-teman satu bimbingan.

Akhirnya dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari masih banyak kekurangan-kekurangan pada skripsi ini sehingga penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Bandung, 15 Juni 2019



Natasha Hartieni

2015410017

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
PRAKATA .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
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    Ruang Lingkup .....	1-2
1.5    Metode Penelitian .....	1-2
1.6    Sistematika Penulisan .....	1-3
1.7    Diagram Alir .....	1-4
BAB 2    Dasar Teori .....	2-1
2.1    Likuifaksi .....	2-1
2.2    Proses Terjadinya Likuifaksi .....	2-2
2.3    Dampak Likuifaksi .....	2-3
2.3.1. Sand Boil .....	2-3
2.3.2. Lateral Spread .....	2-5
2.3.3. Flow Liquefaction .....	2-6

2.3.4. Cyclic Mobility .....	2-7
2.4 Kerentanan Likuifaksi.....	2-8
2.4.1. Kriteria Historis.....	2-8
2.4.2. Kriteria Geologis .....	2-9
2.4.3. Kriteria Komposisi .....	2-10
2.5 Analisis Potensi Likuifaksi .....	2-11
2.5.1. Cyclic Stress Ratio (CSR).....	2-12
2.5.2. Cyclic Resistance Ratio (CRR).....	2-12
2.6 Cone Penetration Tests .....	2-12
2.7 Korelasi Data CPT dengan Soil Properties.....	2-14
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>	<b>3-1</b>
3.1 Umum .....	3-1
3.2 Pengumpulan Studi Pustaka.....	3-1
3.3 Uji Analisis Saringan .....	3-2
3.4 Metode Analisis Likuifaksi Berdasarkan Hasil CPT dengan Metode Shibata dan Teparaksa (1988).....	3-4
3.5 Indeks Potensi Likuifaksi.....	3-6
3.6 Metode Newmark .....	3-7
<b>BAB 4 ANALISIS DATA .....</b>	<b>4-1</b>
4.1 Deskripsi Kasus Likuifaksi Palu.....	4-1
4.2 Data Geologi .....	4-4
4.2.1. Struktur Geologi.....	4-4
4.2.2. Kondisi Geologi Regional.....	4-5
4.3 Data Tanah.....	4-7
4.3.1. Data Uji Gradasi.....	4-7
4.3.2. Data CPT-u.....	4-8

4.4 Evaluasi Likuifaksi .....	4-13
4.4.1. Berdasarkan Hasil Uji Gradasi .....	4-13
4.4.2. Metode Shibata dan Teparaksa .....	4-13
4.5 Mekanisme Likuifaksi Alir .....	4-16
4.5.1. Dari Data Gempa .....	4-18
4.6 Diskusi dan Analisa.....	4-20
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>5-1</b>
5.1 Kesimpulan.....	5-1
5.2 Saran .....	5-2
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>xviii</b>



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$a_{max}$	:	Percepatan gempa maksimum ( $m/s^2$ )
$CRR$	:	<i>Cyclic Resistance Ratio</i>
$CSR$	:	<i>Cyclic Stress Ratio</i>
$F(z)$	:	Faktor keamanan
$FC$	:	Persen lolos saringan No. 200
$FK$	:	Faktor Keamanan
$g$	:	Gravitasi ( $m/s^2$ )
$LPI$	:	<i>Liquefaction Potential Index</i>
$M$	:	Magnitudo gempa (SR)
m.a.t.	:	Muka air tanah (m)
$MSF$	:	Faktor skala gempa
$Q_c$	:	Koreksi nilai terhadap $q_c$ ( $kg/cm^2$ )
$q_c$	:	Tahanan ujung ( $kg/cm^2$ )
$r_d$	:	Koefisien reduksi kedalaman
$w(z)$	:	Faktor beban
$Z$	:	Kedalaman (m)
$\gamma_{sat}$	:	<i>Gamma saturated</i> ( $t/m^2$ )
$\gamma_{wet}$	:	<i>Gamma wet</i> ( $t/m^2$ )
$\sigma_o$	:	Tegangan tanah total ( $t/m^2$ )
$\sigma_o'$	:	Tegangan tanah efektif ( $t/m^2$ )





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian .....	1-4
Gambar 2.1 Idealisasi Elemen Tanah di Lapangan Saat Gempa. (Sumber : Seed dan Idriss, 1966).....	2-2
Gambar 2.2 Variasi Tegangan Geser dari Respon Analisis. (Sumber : Seed dan Idriss, 1966) .....	2-2
Gambar 2.3 Mekanisme Sand Boil (Sims dan Garvin, 1995) .....	2-4
Gambar 2.4 <i>Sand Boil</i> (Dipense corso geoingegneria, Eros Aiello 2014).....	2-4
Gambar 2.5 Mekanisme Lateral Spread (US Geological Survey) .....	2-5
Gambar 2.6 Tipe Lateral Spread Pertama : Spreading Towards a Free Face (Seed, 2001) ..	2-5
Gambar 2.7 Tipe Lateral Spread Kedua : Spreading Downslope or Downgrade (Seed, 2001) .....	2-6
Gambar 2.8 Tipe Lateral Spread Ketiga : Localized, Non-directionally Preferential Differential Lateral Displacments (Seed, 2001) .....	2-6
Gambar 2.9 <i>Flow Failure</i> (University of Wisconsin-Madison, 2016) .....	2-7
Gambar 2.10 <i>Flow Failure</i> (Kramer, 1996) .....	2-7
Gambar 2.11 Hubungan antara Jarak <i>Epicentral Site</i> dan Momen <i>Magnitude</i> (Kramer, 1996) .....	2-9
Gambar 2.12 Ukuran butiran tanah yang rentan mengalami likuifaksi (Tsuchida, 1970) ..	2-11
Gambar 2.13 Alat Uji Sondir .....	2-13
Gambar 2.14 Klasifikasi jenis tanah berdasarkan data CPTu (after Robertson et. al.,1986)..	2-14
Gambar 2.15 Estimasi Berat Isi Tanah Berdasarkan Klasifikasi Jenis Tanah (after Robertson et. al.,1986).....	2-14
Gambar 3.1 Satu set <i>sieve</i> (ayakan) .....	3-2
Gambar 3.2 <i>Sieve Shaker</i> .....	3-3
Gambar 3.3 Grafik untuk Menentukan Nilai $\tau\sigma'1$ pada Pasir Bersih dengan $D_{50} \geq 0.25$ mm .....	3-5
Gambar 3.4 Grafik untuk Menentukan Nilai $\tau\sigma'1$ pada Pasir Halus dengan $D_{50} \leq 0.25$ mm .....	3-6
Gambar 3.5 Percepatan gempa dan $a_{yield}$ .....	3-8
Gambar 3.6 Kecepatan gempa .....	3-8
Gambar 3.7 Perpindahan yang terjadi.....	3-9
Gambar 4.1 Peta Gempa Area Palu Berdasarkan USGS .....	4-2
Gambar 4.2 Situasi Desa Lolu yang terkena likuifaksi alir .....	4-3
Gambar 4.3 Perpindahan kelompok rumah BTN terlihat melalui google earth image .....	4-3

Gambar 4.4 Tampak Atas Liquifaksi Alir di Perumahan BTN .....	4-4
Gambar 4.5 Pergeseran sebagian Perumnas BTN di Desa Lolu .....	4-4
Gambar 4.6 Struktur utama di Sulawesi (Hamilton,1979) .....	4-5
Gambar 4.7 Peta Geologi Tinjau Lembar Palu, Sulawesi skala 1:250.000 (Rab Sukamto, dkk 1973) .....	4-6
Gambar 4.8 Klasifikasi sumber gempa dan magnitudo maksimalnya (Firmansyah, J., Irsyam, M, 1999) dalam Sriyati (2010) .....	4-7
Gambar 4.9 Gradasi butir sampel tanah pada Perumnas BTN .....	4-8
Gambar 4.10 Data CPTu Jono Oge titik CPTu-05 .....	4-9
Gambar 4.11 Data CPTu Jono Oge titik CPTu-06 .....	4-10
Gambar 4.12 Data CPTu Jono Oge titik CPTu-07 .....	4-11
Gambar 4.13 Data CPTu Jono Oge titik CPTu-07a .....	4-12
Gambar 4.14 Hasil Uji Gradasi Sampel Tanah Terhadap grafik Tsuchida (1970) .....	4-13
Gambar 4.15 Nilai CSR dan CRR terhadap Kedalaman pada titik CPTu-07 .....	4-15
Gambar 4.16 Korelasi Steady State (Residual) strength terhadap Nilai SPT (after Seed and Harder, 1990 dengan izin BiTech) .....	4-17
Gambar 4.17 Data <i>ground acceleration</i> Nihonkai Central, 1983 .....	4-18
Gambar 4.18 <i>Ground acceleration</i> setelah <i>scale down</i> terhadap waktu .....	4-19
Gambar 4.19 Grafik kecepatan terhadap waktu .....	4-19
Gambar 4.20 Grafik perpindahan terhadap waktu .....	4-20

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Ketentuan Ukuran Saringan sesuai ASTM.....	3-3
Tabel 3.2 Interpretasi nilai LPI berdasarkan Iwasaki et.al. (1982), Luna and Frost (1998) dan MERM (2003).....	3-7
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Pada Masing-Masing Kedalaman .....	4-14
Tabel 4.2 Interpretasi Nilai LPI pada Masing-Masing Lapisan .....	4-16
Tabel 4.3 Faktor Koreksi Fines Content terhadap Nilai SPT (after Seed, 1987).....	4-17



## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 CONTOH PERHITUNGAN POTENSI LIKUIFAKSI DENMAN METODE SHIBATA DAN TEPARAKSA .....	L-1
LAMPIRAN 2 CONTOH PERHITUNGAN LPI.....	L-5
LAMPIRAN 3 CONTOH PERHITUNGAN BESARNYA PERPINDAHAN LIKUIFAKSI ALIR MENGGUNAKAN <i>GROUND ACCELERATION</i> GEMPA NIHONKAI CENTRAL DENGAN METODE NEWMARK .....	L-7

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Peristiwa gempa bumi yang terjadi di Palu pada September 2018 yang lalu termasuk dalam salah satu gempa bumi berskala besar dengan kekuatan 6,0 Skala Magnitudo Momen. Gempa berikutnya terjadi dengan kekuatan 7,4 Skala Magnitudo Momen yang kemudian disusul dengan munculnya gejala likuifaksi.

Likuifaksi dapat terjadi karena tanah kehilangan kekuatannya akibat adanya gempa bumi sehingga tanah yang awalnya padat berubah menjadi cair. Likuifaksi umumnya terjadi pada tanah jenis pasir karena memiliki kepadatan yang rendah atau dalam kondisi jenuh air dan lepas. Pada saat tanah yang lepas mengalami getaran mendadak maka kekuatan geser efektifnya akan menjadi nol sehingga tanah kehilangan kekuatannya.

Geologi regional daerah Palu dan sekitarnya didominasi oleh endapan kuarter yang terdiri atas endapan fluvial dan alluvium. Kondisi tersebut yang menyebabkan Palu memiliki potensi likuifaksi. Likuifaksi yang terjadi di Palu, khususnya Desa Lolu merupakan flow liquefaction atau likuifaksi aliran akibat likuifaksi yang menyebabkan bergesernya tanah serta seluruh infrastruktur di atasnya hingga ratusan meter.

### **1.2 Inti Permasalahan**

Gempa yang terjadi di Palu menyebabkan terjadinya likuifaksi terutama di Desa Lolu. Likuifaksi yang terjadi merupakan likuifaksi alir yang menyebabkan tanah bergeser hingga ratusan meter dengan membawa seluruh infrastruktur di atasnya

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai referensi untuk menganalisa potensi likuifaksi alir yang terjadi di Desa Lolu. Penelitian ini diharapkan pula dapat menjadi sumber pengetahuan bagi masyarakat mengenai bahaya likuifaksi alir.

Maksud dari penelitian ini untuk :

1. Menganalisa potensi terjadinya likuifkasi dari data CPT pada kondisi tanah di Desa Lolu dengan metode Shibata dan Teparaksa.
2. Menganalisis potensi likuifaksi pada kondisi tanah di Desa Lolu dengan melakukan uji gradasi.
3. Menganalisis potensi likuifaksi alir pada kondisi tanah di Desa Lolu dengan metode Newmark.

Tujuan penelitian :

1. Untuk mendapatkan mekanisme likuifaksi alir agar dapat mengurangi risiko pada saat mendatang.

#### **1.4 Ruang Lingkup**

Pembahasan skripsi ini menggunakan studi kasus likuifaksi alir pada gempa yang terjadi di Desa Lolu, Kota Palu pada tanggal 28 September 2018. Data tanah yang digunakan berupa data CPT dan sampel tanah yang diambil dari Desa Lolu untuk uji gradasi di laboratorium.

Analisis potensi likuifaksi yang dilakukan pada kasus ini menggunakan metode Shibata dan Teparaksa dan dengan uji laboratorium. Analisis likuifaksi alir pada kasus ini menggunakan metode Newmark.

#### **1.5 Metode Penelitian**

Metode-metode yang digunakan untuk penelitian ini adalah :

1. Studi pustaka berdasarkan buku, jurnal, dan karya ilmiah mengenai likuifaksi.
2. Pengumpulan data yang telah diolah di laboratorium sehingga data yang diperoleh merupakan data sekunder berupa data CPT.
3. Melakukan perhitungan analisis potensi likuifaksi pada tanah di Desa Lolu dengan menggunakan metode Shibata dan Teparaksa.
4. Menganalisa potensi likuifaksi dengan uji gradasi pada sampel tanah dari Desa Lolu.
5. Menganalisa potensi likuifaksi alir dengan metode Newmark.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini dibagi menjadi lima bab, yaitu :

- Bab 1 Pendahuluan

Bab ini berisi penguraian mengenai latar belakang penelitian, inti penelitian, tujuan penelitian, ruang lingkup pembahasan, metode penelitian, sistematika penulisan, dan diagram alir yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian skripsi ini.

- Bab 2 Studi literatur

Bab ini berisi penguraian mengenai teori dan konsep yang berhubungan dengan likuifaksi.

- Bab 3 Metode Analisis

Bab ini akan membahas mengenai metode yang digunakan penyusun dalam menganalisa potensi likuifaksi alir di Desa Lolu, Palu.

- Bab 4 Data dan analisis data

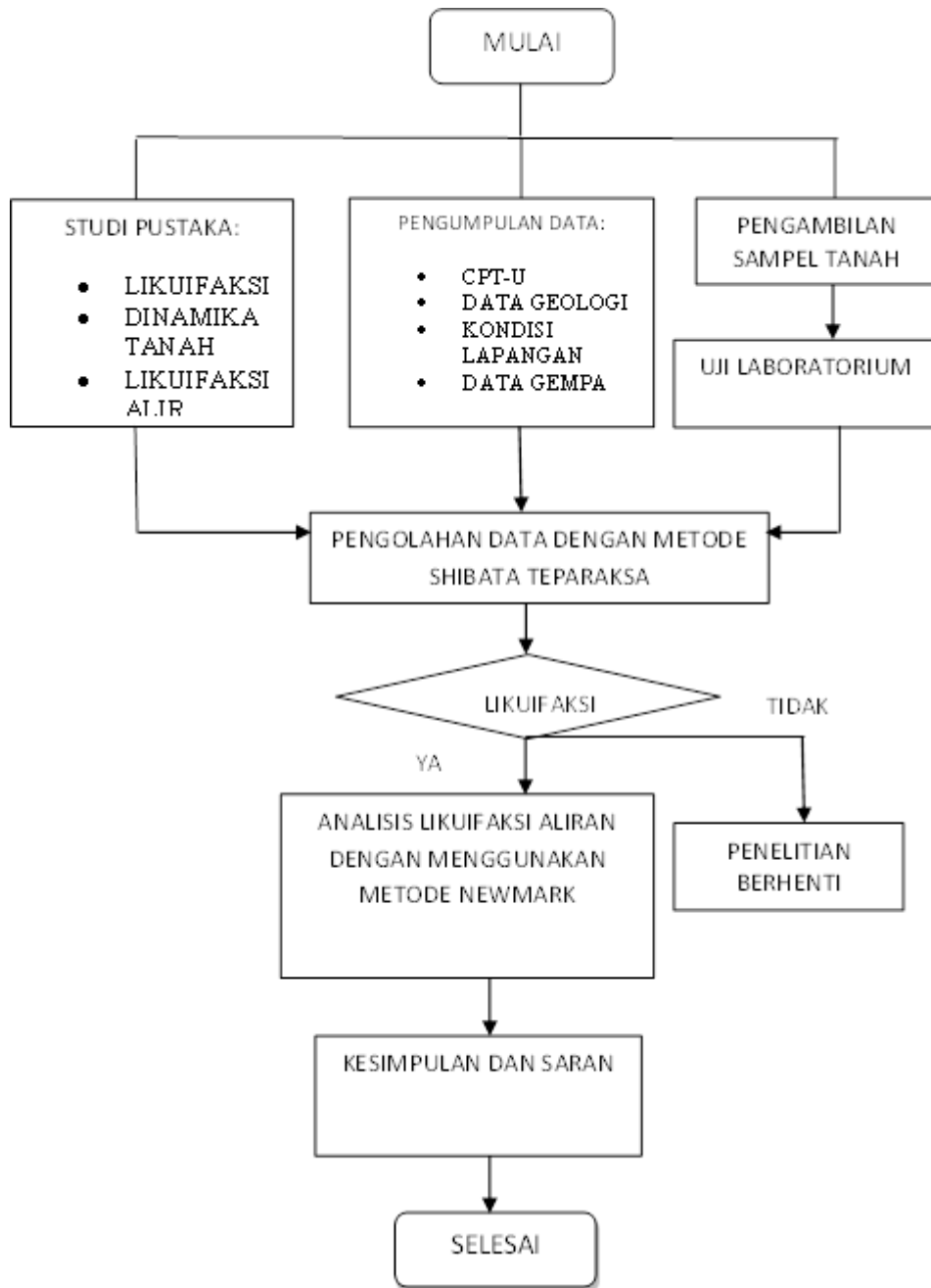
Bab ini terdiri dari kondisi lapangan, data tanah, data geologi, data CPT-U, mekanisme likuifaksi alir, diskusi dan analisa.

- Bab 5 Kesimpulan dan saran

Bab ini berisi penguraian mengenai rangkuman dari penelitian secara keseluruhan serta saran berdasarkan rangkuman dari penelitian ini



### 1.7 Diagram Alir



Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian