SKRIPSI

ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI STUDI KASUS PADANG DAN JAKARTA

STEPHANIE NADYA ROESLI
NPM : 2014410128

PEMBIMBING: Budijanto Widjaja, Ph.D

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG

JANUARI 2018

SKRIPSI

ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI STUDI KASUS PADANG DAN JAKARTA

STEPHANIE NADYA ROESLI
NPM : 2014410128

PEMBIMBING: Budijanto Widjaja, Ph.D

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG

JANUARI 2018

SKRIPSI

ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI STUDI KASUS PADANG DAN JAKARTA

STEPHANIE NADYA ROESLI
NPM : 2014410128

BANDUNG, 4 JANUARI 2018
PEMBIMBING:

Budijanto Widjaja, Ph.D.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JANUARI 2018

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini,

Nama : Stephanie Nadya Roesli

NPM : 2014410128

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul, "**ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI STUDI KASUS PADANG DAN JAKARTA**", adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 4 Januari 2018

Stephanie Nadya Roesli

2014410128

ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI STUDI KASUS PADANG DAN JAKARTA

Stephanie Nadya Roesli
NPM: 2014410128

Pembimbing: Budijanto Widjaja Ph.D.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JANUARI 2018

ABSTRAK

Likuifaksi merupakan peristiwa yang disebabkan oleh gempa bumi. Peristiwa likuifaksi dapat mengakibatkan kerusakan yang fatal. Peristiwa likuifaksi umumnya terjadi pada pasiran, namun seiring dengan berkembangnya metode-metode mengenai evaluasi potensi likuifaksi. Potensi likuifaksi dapat dianalisis pada tanah kelanauan. Metode-metode yang dilakukan dibagi menjadi 3 sesuai dengan data yang dibutuhkan, yaitu berdasarkan data laboratorium – metode Bray, berdasarkan data CPT – metode Seed dan Alba dan metode Shibata dan Teparaksa, berdasarkan data SPT – metode Seed *et al.* dan metode Youd dan Idriss. Studi kasus yang digunakan adalah studi kasus Padang dan Jakarta. Melalui metode-metode diatas dicari nilai faktor keamanan setiap lapisan. Selanjutnya, nilai faktor keamanan diolah menjadi indeks potensi likuifaksi. Hasilnya menunjukan bahwa Kota Padang memiliki kerentanan yang tinggi terhadap peristiwa likuifaksi karena nilai indeks potensi likuifaksi yang dihasilkan didominasi antara rentang $5 < LPI < 15$, sedangkan kota Jakarta memiliki kerentanan yang rendah terhadap peristiwa likuifaksi karena semua nilai LPI berada pada rentang $0 < LPI < 5$.

Kata Kunci: Likuifaksi, Potensi Likuifaksi, CPT, SPT, Laboratorium, Metode Bray, Metode Seed dan Alba, Metode Shibata dan Teparaksa, Metode Seed *et al.*, Metode Youd dan Idriss, Indeks Potensi Likuifaksi, Faktor Keamanan.

LIQUEFACTION POTENTIAL ANALYSIS CASE STUDIES PADANG AND JAKARTA

Stephanie Nadya Roesli
NPM: 2014410128

Advisor: Budijanto Widjaja, Ph.D.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accreditated by SK BAN-PT Number: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JANUARY 2018

ABSTRACT

Liquefaction phenomenon caused by earthquakes. This phenomenon can result a fatal destruction . Liquefaction phenomenon mostly occur in loose and saturated sands, methods for evaluating liquefaction potential continues to be developed. As the development progresses, potential liquefaction can be analyzed for silt. Methods are divided into 3 according to the data needed. First, based on laboratory data – Bray's Method. Second, based on CPT data – Seed and Alba's method and Shibata and Teparaksa's method. Third, based on SPT data – Seed *et al*. method and Youd and Idriss's method. The case studies are based on case study of Padang and Jakarta. Through the above methods, the safety factor for every depth are determinded. Furthermore, the value of safety factor processed into Liquefaction Potential Index (LPI). The results show that Padang has a high susceptibility to liquefaction phenomenon because the result of liquefaction potential index dominated between 5 to 15. While Jakarta has a low susceptibility to liquefaction phenomenon because all of the value of liquefaction potential index are between 0 to 5

Keywords: Liquefaction, Liquefaction Potential, CPT, SPT, Laboratory, Bray's Method, Seed and Alba's Method, Shibata and Teparaksa's Method, Seed *et al*. Method, Youd and Idriss's Method, Liquefaction Potential Index, Safety Factor.

PRAKATA

Puji dan syukur saya haturkan kepada Allah yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang karena berkat kebaikan dan kemurahan-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Analisis Potensi Likuifaksi Studi Kasus Padang dan Jakarta. Penulisan skripsi ini dalam rangka memenuhi syarat akademik dalam menyelesaikan pendidikan tingkat sarjana di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Banyak hambatan dan rintangan yang dihadapi penulis selama proses penulisan skripsi ini. Namun, berkat bimbingan, saran, kritik, dan dorongan semangat dari banyak pihak, skripsi ini terselesaikan dengan baik. Oleh sebab itu, penulis ingin menyampaikan banyak terimakasih, kepada:

1. Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah mencurahkan perhatian di tengah kesibukannya untuk memberikan ilmu pengetahuan, saran, kritik, dan pengalaman yang berharga. Ditengah tekanan yang saya hadapi selama penulisan skripsi ini, Pak Budi selalu memberikan dorongan semangat.
2. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D., Ibu Ir. Siska Rustiani, M.T. dan Ibu Ir. Anastasia Sri Lestari, M.T. selaku dosen penguji KBI 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.
3. Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D. dan Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D. yang telah membantu saya dalam pengumpulan data sehingga data yang diperlukan untuk penulisan skripsi ini terlengkapi.
4. Seluruh dosen di lingungan Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah membagikan ilmu pengetahuan dan memberikan inspirasi kepada saya selama masa perkuliahan.
5. Papa, Mama dan Eric Anthony Roesli yang selalu mendoakan, memberikan dukungan yang luar biasa dan kasih sayang kepada saya secara terus menerus.

6. Yohan Adimas Wibisono dan Ruth Lois Sitorus yang telah memberikan semangat kepada saya selama penulisan skripsi, menghibur saya, dan membuat kuliah saya menjadi sangat menyenangkan.
7. Adrianti Mareta Hardiman, Jessica Lisa, Angelia Dharmady, Alyvia Jacinda, Prinka Audina, Devina Pascayulinda, Liyans Toisuta, David Hans Abel, Alexander Mario Kwa, Ragsy Supono, Danton P. D., Marco Adrianto, dan Kristian Hadi yang telah menjadi teman seperjuangan selama kuliah di Universitas Katolik Parahyangan.

Bandung, 4 Januari 2017

Stephanie Nadya Roesli

2014410128

DAFTAR ISI

ABSTRAK i

ABSTRACT iii

PRAKATA ..... **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR ISI i

DAFTAR NOTASI v

DAFTAR GAMBAR vii

DAFTAR TABEL ix

DAFTAR LAMPIRAN xi

BAB 1 PENDAHULUAN 1-1

1.1 Latar Belakang 1-1

1.2 Inti Permasalahan 1-1

1.3 Maksud dan Tujuan 1-2

1.4 Ruang Lingkup 1-2

1.5 Metodologi Penelitian 1-3

1.6 Sistematika Penulisan 1-3

1.7 Diagram Alir 1-4

BAB 2 DASAR TEORI 2-1

2.1 Pengertian Likuifaksi 2-1

2.2 Proses Terjadinya Likuifaksi 2-3

2.3 Dampak Likuifaksi 2-5

2.3.1 Flow Failure 2-6

2.3.2 Lateral Spreading 2-7

2.3.3 Ground Oscillation 2-8
2.3.3 Loss of Bearing Strength 2-8
2.4 Analisis Potensi Likuifaksi 2-9
2.5 *Cyclic Stress Ratio* (CSR) 2-10
2.6 *Cyclic Resistance Ratio* (CRR) 2-10
BAB 3 Metode analisiS 3-1
3.1 Metode Evaluasi Likuifaksi 3-1
3.1.1 Evaluasi Likuifaksi Berdasarkan Data Laboratorium 3-2
3.1.1.1 Metode Bray (2004) 3-2
3.1.2 Evaluasi Likuifaksi Berdasarkan Data CPT 3-3
3.1.2.1 Metode Seed dan Alba (1986) 3-3
3.1.2.2 Metode Shibata dan Teparaksa (1988) 3-6
3.1.3 Evaluasi Likuifaksi Berdasarkan Data SPT 3-9
3.1.3.1 Metode Seed *et al*. (1985) 3-9
3.1.3.1 Metode Youd dan Idriss (1996, 1998) 3-11
3.2 Indeks Potensi Likuifaksi 3-14
BAB 4 ANALISIS DATA 4-1
4.1 Deskripsi Kasus 4-1
4.1.1 Deskripsi Kasus Likuifaksi pada Gempa Padang 4-1
4.1.2 Deskripsi Kasus Jakarta 4-2
4.2 Data Perhitungan 4-4
4.2.1 Data Perhitungan Jl. Veteran No. 8, Padang 4-4
4.2.2 Data Perhitungan pada Lokasi Menteng, Jakarta Pusat 4-6
4.3 Analisis Kasus berdasarkan Data Laboratorium 4-10

4.3.1 Metode Bray (2004) 4-10
4.4 Analisis Kasus berdasarkan Data CPT 4-11
4.4.1 Metode Seed dan Alba (1986) 4-11
4.4.2 Metode Shibata dan Teparaksa (1988) 4-13
4.5 Analisis Kasus berdasarkan Data SPT 4-14
4.5.1 Metode Seed *et al*. (1985) 4-14
4.5.2 Metode Youd dan Idriss (1996, 1998) 4-15
4.6 Indeks Potensi Likuifaksi 4-17
4.7 Hasil Perhitungan 4-18
4.7.1 Hasil Perhitungan Studi Kasus Padang 4-18
4.7.2 Hasil Perhitungan Studi Kasus Jakarta 4-21
4.7.3 Hasil Perhitungan Indeks Potensi Likuifaksi 4-23
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN 5-1
5.1 Kesimpulan 5-1
5.2 Saran 5-2
DAFTAR PUSTAKA 1

DAFTAR NOTASI

a_{max}	:	Percepatan gempa maksimum (m/s^2)
CRR	:	*Cyclic Resistance Ratio*
CSR	:	*Cyclic Stress Ratio*
e	:	angka pori
F(z)	:	Faktor keamanan
FC	:	Persen lolos saringan No. 200
FK	:	Faktor Keamanan
g	:	Gravitasi (m/s^2)
Gs	:	Specific gravity
$K\sigma$	:	Faktor koreksi *overburden*
LL	:	*Liquid Limit*
LPI	:	*Liquefaction Potential Index*
M	:	Magnitudo gempa (SR)
m.a.t.	:	Muka air tanah (m)
MSF	:	Faktor skala gempa
N	:	Jumlah pukulan sebesar N
PI	:	*Plasticity Index*
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
w_c	:	*water content*
Z	:	Kedalaman (m)
γ_{sat}	:	*Gamma saturated* (t/m^2)
γ_{wet}	:	*Gamma wet* (t/m^2)
σ_v	:	Tegangan tanah total (t/m^2)
σ_v'	:	Tegangan tanah efektif (t/m^2)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir 1-5
Gambar 2.1 Proses Terjadinya Likuifaksi pada Butiran Tanah dan Pori Tanah (Hsciblogs, 2010) 2-2
Gambar 2.2 Peristiwa Sand Fountains sebelum gempa bumi, selama gempa bumi, dan setelah gempa bumi (Hsciblogs, 2010) 2-2
Gambar 2.3 Hubungan Momen Magnitudo dan Jarak Episentral (Ambraseys, 1988) 2-5
Gambar 2.4 Flow Failure (Geological Engineering University of Wisconsin-Madison, 2016) 2-7
Gambar 2.5 Lateral Spreading (USGS, 2004) 2-7
Gambar 2.6 Ground Oscillation (Rowan.edu, 2009) 2-8
Gambar 2.7 Loss of Bearing Strength (NAP, 2003) 2-9
Gambar 2.8 Faktor Reduksi Kedalaman terhadap Kedalaman (Seed dan Idriss, 1971) 2-11
Gambar 3.1 Kriteria Evaluasi Likuifaksi (Bray, 2004) 3-3
Gambar 3.2 Grafik Hubungan Q_c dan CRR (Seed dan Alba, 1986) 3-5
Gambar 3.3 Grafik antara q_{c1}/c_2 terhadap CRR untuk $D_{50} < 0.25$ mm 3-8
Gambar 3.4 Grafik antara q_{c1}/c_2 terhadap CRR untuk $D_{50} \geq 0.25$ mm 3-8
Gambar 3.5 Grafik Hubungan $(N_1)_{60}$ dan CRR (Kramer, 1996) 3-10
Gambar 4.1 Intensitas Gempa Bumi Sumatera Barat 30 September 2009 (ESDM, 2017) 4-2
Gambar 4.2 Gempa Bumi Tahun 1900-2017 dengan Magnitudo Gempa Bumi diatas 5 SR (USGS, 2017) 4-3
Gambar 4.3 Percepatan Gempa Maksimum Indonesia (SNI, 2012) 4-3
Gambar 4.4 Kondisi Pelapisan Tanah di Jakarta (Laporan Desain Geoteknik , 2015) 4-5
Gambar 4.5 Grafik SPT terhadap Kedalaman 4-6

Gambar 4.6 Grafik γ_{design} terhadap Kedalaman 4-7
Gambar 4.7 Denah Titik Bor 4-7
Gambar 4.8 Grafik N-SPT terhadap Kedalaman..... 4-8
Gambar 4.9 Grafik γ_{design} terhadap Kedalaman 4-10
Gambar 4.10 Plot Data DB-1 dan DB-2 Metode Bray..... 4-19
Gambar 4.11 Hasil Evaluasi Likuifaksi DB-1 dan DB-2 dengan Metode Bray .....
..... 4-20
Gambar 4.12 Hasil Evaluasi Likuifaksi DB-1 dengan Berbagai Metode 4-21
Gambar 4.13 Hasil Evaluasi Likuifaksi DB-2 dengan Berbagai Metode 4-21
Gambar 4.14 Plot Data BH-1, BH-2, dan BH-3 Metode Bray..... 4-22
Gambar 4.15 Hasil Evaluasi Likuifaksi BH-1, BH-2, dan BH-3 dengan Metode Bray 4-23
Gambar 4.16 Hasil Evaluasi Likuifaksi BH-1 dengan Berbagai Metode 24

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kategori Tingkat Kekuaran Likuifaksi 3-15
Tabel 4.1 Rinkasan Hasil Uji Laboratorium DB-1 4-4
Tabel 4.2 Rinkasan Hasil Uji Laboratorium DB-2 4-4
Tabel 4.3 Ringkasan Hasil Uji Laboratorium BH-1 4-9
Tabel 4.4 Ringkasan Hasil Uji Laboratorium BH-2 4-9
Tabel 4.5 Ringkasan Hasil Uji Laboratorium BH-3 4-9
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan FK untuk DB-1.....4-18
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan FK untuk DB-2.....4-18
Tabel 4.8 Hasil Plot Data DB-1 dan DB-2 Metode Bray.....4-19
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan FK untuk BH-1.....4-22
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan FK untuk BH-1.....4-22
Tabel 4.11 Tingkat Kekuatan Likuifaksi DB-1 untuk Padang.....4-24
Tabel 4.12 Tingkat Kekuatan Likuifaksi DB-2 untuk Padang.....4-25
Tabel 4.13 Tingkat Kekuatan Likuifaksi BH-1 untuk Jakarta 4-25

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Borlog Padang

Lampiran 2 Ringkasan Hasil Uji Lab Padang

Lampiran 3 *Grain Size Analysis* Padang

Lampiran 4 *Atterberg Limit* Padang

Lampiran 5 Data CPT Jakarta

Lampiran 6 Data Borlog Jakarta

Lampiran 7 Ringkasan Hasil Uji Lab Jakarta

Lampiran 8 *Grain Size Analysis* Jakarta

Lampiran 9 *Atterberg Limit* Jakarta

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kepekaan masyarakat terhadap peristiwa likuifaksi masih rendah. Padahal, peristiwa ini merupakan salah satu penyebab kerusakan infrastruktur yang cukup fatal. Hal yang dapat mengakibatkan terjadinya peristiwa likuifaksi adalah gempa bumi sedangkan kondisi Indonesia yang dikelilingi oleh beberapa lempeng bumi membuat gempa bumi berpotensi besar terjadi di Indonesia.

Mengetahui potensi terjadinya peristiwa likuifaksi disuatu daerah menjadi penting. Metode-metode analisis potensi terjadinya peristiwa likuifaksi pun bermunculan sehingga pencegahan pembangunan disuatu daerah yang rawan terhadap likuifaksi dapat dilakukan. Walaupun peristiwa likuifaksi diidentifikasi terjadi pada tanah pasiran, namun pengembangan mengenai potensi likuifaksi pada tanah lanau dilakukan sehingga metode analisis potensi likuifaksi terhadap tanah lanau dapat dilakukan.

1.2 Inti Permasalahan

Potensi peristiwa likuifaksi umumnya dapat diidentifikasi pada tanah jenis pasir, namun banyak penelitian yang mengembangkan pengetahuan potensi peristiwa likuifaksi pada tanah berlanau.

Kota Padang didominasi oleh pasir lepas, lanau lepas, hingga lempung lunak. Kondisi tanah pada lokasi studi di Menteng, Jakarta Pusat didominasi oleh lanau dan lempung. Analisis mengenai potensi peristiwa likuifaksi pada skripsi ini menggunakan data dari hasil pengujian kedua daerah tersebut untuk mengetahui

apakah metode-metode tersebut dapat mendeteksi potensi likuifaksi pada tanah lanau dan pasiran.

1.3 Maksud dan Tujuan

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan, penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk menganalisis potensi terjadinya peristiwa likuifaksi. Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah:

1. Menentukan potensi terjadinya likuifaksi secara analitis.
2. Menganalisa potensi likuifaksi dengan metode Bray untuk tanah lanau.
3. Membandingkan hasil analisis dari data CPT dengan metode Seed dan Alba dan metode Shibata dan Teparaksa.
4. Membandingkan hasil analisis dari data SPT dengan metode Seed *et al*. dan metode Youd dan Idriss.

1.4 Ruang Lingkup

Pembahasan skripsi ini menggunakan studi kasus likuifaksi pada gempa yang terletak di Kota Padang pada tanggal 30 September 2009 dan data tanah pada lokasi studi di Menteng, Jakarta Pusat, sehingga data yang diperoleh adalah data sekunder berupa data SPT, CPT, dan data laboratorium.

Analisis potensi likuifaksi dari kasus ini menggunakan metode Bray, metode Seed dan Alba, metode Shibata dan Teparaksa, metode Seed *et al*., dan metode Youd dan Idriss yang dibandingkan satu sama lainnya sesuai dengan data yang dibutuhkan dalam menentukan faktor keaman.

1.5 Metodologi Penelitian

Metode-metode yang digunakan untuk mencapai tujuan dari skripsi ini antara lain, adalah:

1. Pengumpulan data yang telah diolah di laboratiorium, sehingga data yang diperoleh merupakan data sekunder yaitu data SPT, CPT, dan data laboratorium.

2. Tinjauan pustaka, peninjauan atas teori likuifaksi, kriteria dalam analisis likuifaksi, dan indeks potensi dari peristiwa likuifaksi.

3. Analisis dan perbandingan, teori-teori yang telah dikumpulkan menjadi dasar untuk menghitung potensi likuifaksi dengan menggunakan metode Bray, metode Seed dan Alba, metode Shibata dan Teparaksa, metode Seed *et al*, metode Youd dan Idriss.

1.6 Sistematika Penulisan

Susunan dari penulisan skripsi ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Terdiri dari latar belakang masalah, inti permasalahan, maksud dan tujuan, lingkup penelitian, metode, sistematika penulisan, dan diagram alir.

BAB II DASAR TEORI

Terdiri dari teori-teori yang berhubungan dengan likuifaksi, yaitu definisi singkat, proses terjadinya likuifaksi dan dampak likuifaksi.

BAB III METODE ANALISIS

Terdiri dari metode-metode yang digunakan oleh penyusun dalam menyelesaikan masalah pada skripsi ini.

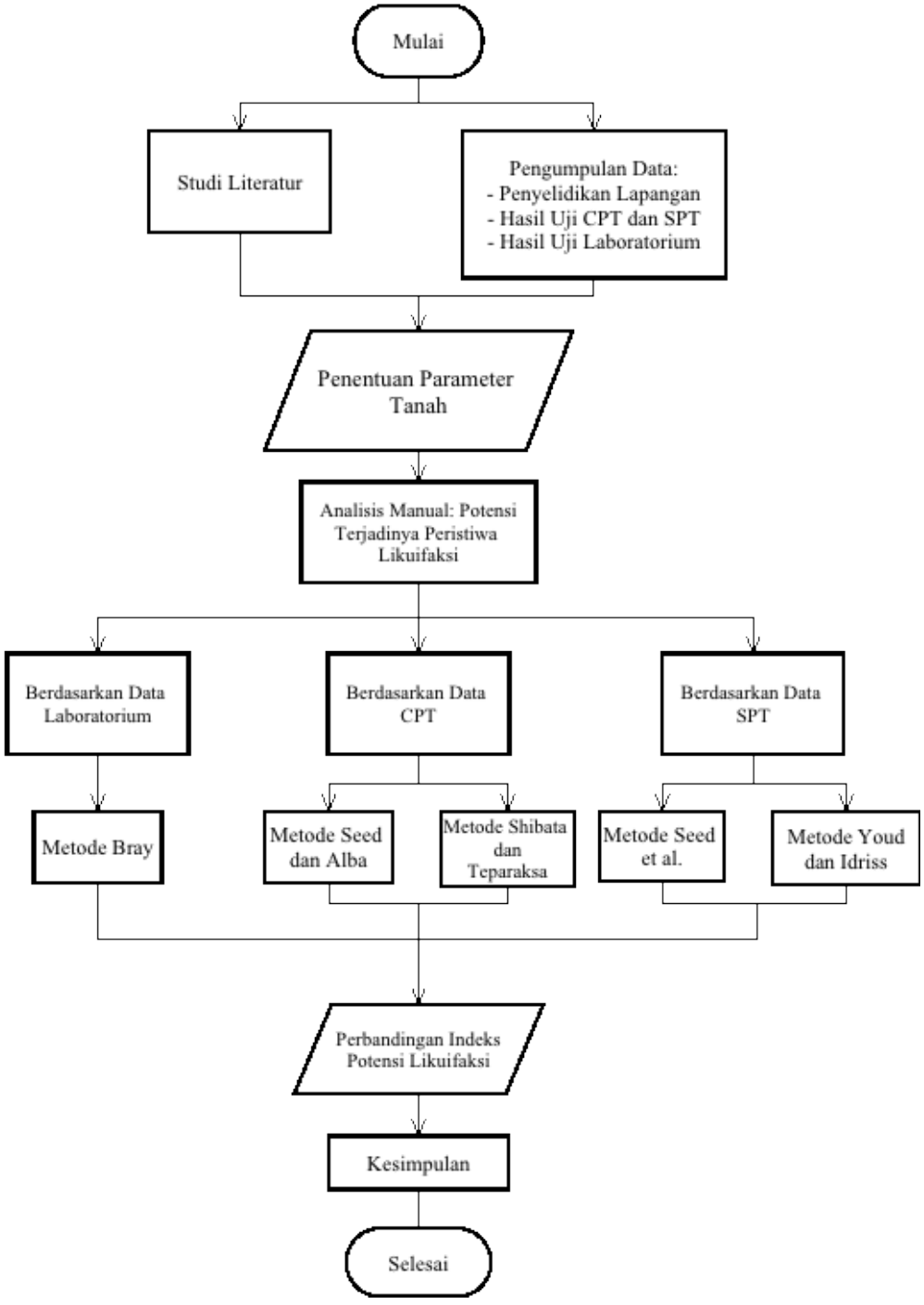
BAB IV ANALISA DATA

Terdiri dari data sekunder yang diberikan dan perhitungan analisa potensi terjadinya peristiwa likuifaksi dengan berbagai metode, dan perbandingan dari setiap hasil metode.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

1.7 Diagram Alir

Diagram alir dari skripsi ini dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Diagram Alir