

SKRIPSI

**ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI LAPISAN TANAH
PASIR LEPAS ATAU MEDIUM SEBELUM
DAN SETELAH PEMANCANGAN TIANG
PADA PROYEK DI JAKARTA PUSAT**



REINALDO NATHANIEL

NPM: 2013410066

PEMBIMBING

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor : 227/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)

BANDUNG

JANUARI 2017

SKRIPSI

**ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI LAPISAN TANAH
PASIR LEPAS ATAU MEDIUM SEBELUM
DAN SETELAH PEMANCANGAN TIANG
PADA PROYEK DI JAKARTA PUSAT**



REINALDO NATHANIEL

NPM: 2013410066

BANDUNG, 13 JANUARI 2017

PEMBIMBING

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor : 227/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JANUARI 2017**

PERNYATAAN

Saya bertandatangan di bawah ini,

Nama Lengkap : Reinaldo Nathaniel

NPM : 2013 410 066

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya berjudul: **“ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI LAPISAN TANAH PASIR LEPAS ATAU MEDIUM SEBELUM DAN SETELAH PEMANCANGAN TIANG PADA PROYEK DI JAKARTA PUSAT”** adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika dikemudian hari terbukti terdapat pelagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 13 Januari 2017



Reinaldo Nathaniel

2013410066

**ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI LAPISAN TANAH PASIR
LEPAS ATAU MEDIUM SEBELUM DAN SETELAH
PEMANCANGAN TIANG PADA PROYEK DI JAKARTA
PUSAT**

Reinaldo Nathaniel
NPM: 2013410066

Pembimbing: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., 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 2017

ABSTRAK

Likuifaksi adalah peristiwa berubahnya kondisi tanah pasiran dari fase padat menjadi cair akibat adanya getaran yang ditimbulkan oleh gempa. Getaran yang ditimbulkan oleh gempa akan menimbulkan tenggangan geser siklik pada tanah yang kemudian menghasilkan tenggangan air pori ekses. Tenggangan air pori akan terus meningkat hingga pada suatu titik dimana tenggangan air pori (U) akan sama besar dengan tenggangan tanah (σ), yang akan membuat besarnya tenggangan efektif tanah menjadi nol dan membuat tanah kehilangan kekuatannya. Potensi likuifaksi pada suatu lapisan tanah dipengaruhi oleh sifat tanah, faktor lingkungan, dan karakteristik gempa.

Dalam skripsi ini dilakukan evaluasi potensi likuifaksi sebelum dan setelah pemancangan tiang berdasarkan data CPTU pada Proyek Jakarta Box Tower yang berada di Jalan Kebon Sirih No 49-50, Jakarta Pusat yang memiliki lapisan tanah pasiran cukup dominan dan berada pada daerah rawan gempa. Evaluasi potensi likuifaksi akan menggunakan metode Robertson dan Campanella (1983), Seed dan De Alba (1986), serta Shibata dan Teparaksa (1987 & 1988). Berdasarkan hasil analisis, didapatkan bahwa potensi likuifaksi masih ada baik sebelum dan setelah pemancangan tiang, namun pemancangan tiang membuat tanah pasir menjadi padat dan membuat terjadinya penurunan tanah dan indeks potensi likuifaksi berkurang.

Kata kunci: Likuifaksi, Penurunan tanah, Indeks potensi likuifaksi

ANALYSIS OF LIQUEFACTION POTENTIAL AT LOOSE OR MEDIUM SAND BEFORE AND AFTER PILING AT CENTRAL JAKARTA'S PROJECT

Reinaldo Nathaniel
NPM: 2013410066

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

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT No.: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JANUARY 2017

ABSTRACT

Liquefaction is a situation when sand soil is changing from solid to liquid state because of the vibration that caused by the earthquake. The earthquake's shaking creates cyclic shear stress on the soil and triggers the excess pore pressure to appear. In this circumstances, the pore pressure will continue to rise up until it has the same value as the overburden pressure. When it happened, the effective overburden pressure of the soil will be equal to zero and it means that the soil lose its strength. The potential of a soil to be liquified is determined by the characteristic of the soil, environment, and earthquake's characteristic.

The evaluation of the liquefaction potential will be done before and after piling, using the CPTU data from the construction of Jakarta Box Tower at Jalan Kebon Sirih No 49-50, Central Jakarta. The Analysis of the liquefaction potential is done by using Robertson & Campanella's Method (1983), Seed & De Alba's Method (1986), and Shibata & Teparaksa's Method (1987 & 1988). Based on the analysis outcome, it shows that the liquefaction will happen before and after the piling, but the piling on the sand soil cause the soil compacted and makes the settlement and the liquefaction potential index is reduced.

Keywords: Liquefaction, Liquefaction potential index, Settlement

PRAKATA

Puji syukur atas rahmat kasih Tuhan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI LAPISAN TANAH PASIR LEPAS ATAU MEDIUM SEBELUM DAN SETELAH PEMANCANGAN TIANG PADA PROYEK DI JAKARTA PUSAT**". Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat kelulusan dalam menempuh program strata-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam proses penyusunan dan penyelesaian skripsi ini penulis banyak menghadapi kendala dan hambatan, tetapi berkat saran, kritik serta dorongan semangat dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan. Untuk itu penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Kepada Tuhan yang Maha Esa sebagai penguat dan inspirator
2. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan saran serta mau meluangkan waktunya dalam penyusunan skripsi ini.
3. Keluarga penulis yang telah memberikan banyak perhatian, dukungan semangat, doa dan nasihat selama penyusunan skripsi.
4. Bu Nandya, Ko Hansen, dan seluruh *staff* GEC yang telah membantu dalam memberikan data dan saran-saran yang bermanfaat dalam pembuatan skripsi ini.
5. Hengky Mario dan Yugi Chen sebagai teman yang berjuang bersama, saling memberikan semangat, dan sebagai tempat bertukar pikiran selama proses pembuatan skripsi.
6. Jevon, Sasa, Vicky, dan Stella yang menemani untuk mengisi kejenuhan dan mengangkat semangat penulis dari awal perkuliahan hingga proses pengerjaan skripsi selesai.
7. Andre, James, Efan, Julian, Ivan, Nico, Bertus, Yoko, Monica, Adi, Martin, dan Anna sebagai teman kuliah dan teman belajar yang sangat membantu penulis dari awal perkuliahan.

8. Teman-teman teknik sipil angkatan 2013 yang telah memberikan dukungan, semangat, saran, dan untuk kebersamaannya selama perkuliahan.
9. Seluruh pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu dalam penyusunan skripsi ini

Penulis mohon maaf apabila ada kesalahan-kesalahan dan kata-kata yang kurang berkenan bagi pembaca. Penulis juga menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna sehingga saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan agar dapat lebih baik dalam menyusun laporan berikutnya. Akhir kata penulis berharap skripsi ini dapat berguna bagi orang yang membacanya.

Bandung, 13 Januari 2017



Reinaldo Nathaniel

2013410066

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1. Latar Belakang Masalah	1-1
1.2. Maksud dan Tujuan	1-3
1.3. Ruang Lingkup Pembahasan	1-3
1.4. Metode Penelitian	1-3
1.5. Sistematika Penulisan	1-4
1.6. Diagram Alir Penelitian	1-5
BAB 2 STUDI PUSTAKA	2-1
2.1. Gempa	2-1
2.1.1. Jenis-jenis Gempa Bumi	2-1
2.1.2. Istilah-istilah Gempa	2-2
2.1.3. Gelombang Gempa	2-3
2.1.4. Karakteristik Gempa	2-5
2.2. Likuifaksi	2-5
2.2.1. Proses Terjadinya Liquifaksi	2-6
2.2.2. Faktor Penyebab Likuifaksi	2-8
2.2.3. Kriteria Kerentanan Tanah Terhadap Likuifaksi	2-12
2.2.4. Kriteria Geologi	2-13

2.2.5. Dampak Likuifaksi	2-15
BAB 3 ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI	3-1
3.1. Cyclic Stress Ratio (CSR)	3-1
3.2. Cyclic Resistance Ratio (CRR)	3-2
3.2.1. Cone Penetration Test (CPT).....	3-2
3.2.2. Metode Evaluasi Potensi Likuifaksi Berdasarkan Uji CPT	3-5
3.3. Faktor Keamanan	3-9
3.4. Estimasi Penurunan Akibat Likuifaksi	3-10
3.5. Indeks Potensi Likuifaksi	3-11
BAB 4 STUDI KASUS PADA PROYEK DI JAKARTA PUSAT	4-1
4.1. Deskripsi Proyek	4-1
4.2. Kondisi Geologi	4-1
4.3. Kondisi Proyek	4-1
4.4. Perkiraan Profil Tanah Berdasarkan Data N-SPT	4-3
4.5. Data Tanah	4-4
4.5.1. Berat Isi Tanah (γ)	4-4
4.5.2. Grain Size	4-4
4.5.3. D_{50} dan % Fines (% Butir Halus)	4-4
4.5.4. Kepadatan Relatif Tanah (D_r).....	4-8
4.6. Potensi Likuifaksi Lokasi Studi Kasus.....	4-12
4.7. Data Gempa Pada Lokasi Studi Kasus	4-20
4.8. Analisis Potensi Likuifaksi.....	4-21
4.8.1. Analisis Potensi Likuifaksi Metode Robertson dan Campanella (1983)	4-21
4.8.2. Analisis Potensi Likuifaksi Metode Seed dan De Alba (1986)	4-22

4.8.3. Analisis Potensi Likuifaksi Metode Shibata dan Teparaksa (1987 & 1988).....	4-24
4.9. Penurunan Tanah Akibat Likuifaksi.....	4-29
4.10. Indeks Potensi Likuifaksi	4-34
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1. Kesimpulan.....	5-1
5.2. Saran.....	5-2
DAFTAR PUSTAKA	xx
Lampiran	xxi

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

a_{\max}	= percepatan maksimum permukaan
c	= kohesi tanah
dz	= diferensial dari penambahan kedalaman
CSR	= <i>cyclic stress ratio</i>
CRR	= <i>cyclic resistance ratio</i>
D_r	= kepadatan relatif
FK	= faktor keamanan
$F(z)$	= faktor keamanan
% FC	= <i>fine content</i>
LPI	= <i>liquefaction potential index</i>
r_d	= koefisien reduksi tegangan
S	= penurunan maksimum permukaan tanah
$w(z)$	= faktor beban
z	= kedalaman dari titik tengah lapisan tanah
Δh	= tebal sub-lapis
ϵ_v	= <i>post-liquefaction volumetric strain (%)</i>
σ	= tegangan normal
σ'	= tegangan normal efektif
ϕ	= sudut geser dalam
ϕ'	= sudut geser dalam efektif
γ'	= berat jenis tanah efektif
γ_{sat}	= berat jenis tanah jenuh air
γ_w	= berat jenis air

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Diagram Alir Penelitian	1-5
Gambar 2.1. Skema Jarak-jarak Gempa.....	2-2
Gambar 2.2. Gelombang-gelombang Badan (a) Gelombang Tekan; (b) Gelombang Geser (Kramer, 1996).....	2-3
Gambar 2.3. Gelombang-gelombang Permukaan (a) Gelombang Rayleigh; (b) Gelombang Love (Kramer, 1996)	2-4
Gambar 2.4. Kerusakan Bangunan Akibat Likuifaksi Pada Gempa Niigata 1964 (Sumber : Seed & Idriss, 1982).....	2-7
Gambar 2.5. Kondisi Pembebanan Ideal Tanah Di Lapangan Saat Gempa (Sumber : Seed & Idriss, 1982)	2-7
Gambar 2.6. Kurva Gradasi Yang Memiliki Potensi Likuifaksi Dan Yang Tidak (Sumber : Tsuchida, 1970).....	2-10
Gambar 2.7. Klasifikasi Tanah Untuk Identifikasi Potensi Likuifaksi Berdasarkan Uji Sondir (Sumber : Robertson & Campanella, 1985)	2-10
Gambar 2.8. Grafik Hubungan Antara Jarak Episentral dengan Magnitudo Gempa (Sumber : Ambraseys, 1988).....	2-13
Gambar 2.9. Flow Failure Pada Danau Merced Di San Fransisco (1957) (Sumber : USGS)	2-16
Gambar 2.10. Lateral Spreading Pada Sungai Motagua Setelah Gempa Guatemala (1976) (Sumber : USGS).....	2-16
Gambar 2.11. Lateral Spread Sebelum Dan Sesudah Likuifaksi (Sumber : Youd, 1984)	2-17
Gambar 2.12. Ground Oscillation Sebelum Dan Seudah Likuifaksi (Sumber : Youd, 1984)	2-18
Gambar 3.1. Grafik Untuk Menentukan Faktor Reduksi (r_d) Berdasarkan Kedalaman (Seed and Idriss, 1971)	3-2

Gambar 3.2. Grafik Hubungan Antara q_c Dan Tegangan Perlawanan Likuifaksi (Robertson & Campanella, 1983)	3-6
Gambar 3.3. Grafik Hubungan q_{cl} dengan Tegangan Perlawanan Likuifaksi (Seed & de Alba, 1986).....	3-7
Gambar 3.4. Potensi Likuifaksi Berdasarkan CPT Shibata & Teparaksa (1987 & 1988)	3-8
Gambar 3.5. Kurva hubungan Post-Liquefaction Strain Terhadap Penurunan (Sumber : Ishihara, 1996).....	3-11
Gambar 4.1. Penampang Melintang Galian Proyek Jakarta Box Tower	4-2
Gambar 4.2. Peta Geologi DKI Jakarta (Sumber : Peta Digital DKI Jakarta, 2009)	4-2
Gambar 4.3. Potongan Geoteknik DB2-DB1-DB3 (Sumber : PT. Tarumanegara Bumiayasa)	4-3
Gambar 4.4. Potongan Geoteknik DB1-DB3-DB4 (Sumber : PT. Tarumanegara Bumiayasa)	4-4
Gambar 4.5. Perkiraan D_{50} Terhadap Kedalaman.....	4-6
Gambar 4.6. Perkiraan Persen Butir Halus (% FC) Terhadap Kedalaman	4-7
Gambar 4.7. Kepadatan Relatif (D_r) Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang [CPTU-01]	4-9
Gambar 4.8. Kepadatan Relatif (D_r) Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang [CPTU-02]	4-9
Gambar 4.9. Kepadatan Relatif (D_r) Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang [CPTU-03]	4-10
Gambar 4.10. Kepadatan Relatif (D_r) Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang [CPTU-04]	4-10
Gambar 4.11. Kepadatan Relatif (D_r) Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang [CPTU-05]	4-11
Gambar 4.12. Kepadatan Relatif (D_r) Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang [CPTU-06]	4-11

Gambar 4.13. Kepadatan Relatif (Dr) Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang [CPTU-07]	4-12
Gambar 4.14. Identifikasi Potensi Likuifaksi Berdasarkan Hasil Uji CPTU-01 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang dengan Menggunakan Metode Robertson dan Campanella (1985)	4-13
Gambar 4.15. Identifikasi Potensi Likuifaksi Berdasarkan Hasil Uji CPTU-02 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang dengan Menggunakan Metode Robertson dan Campanella (1985)	4-14
Gambar 4.16. Identifikasi Potensi Likuifaksi Berdasarkan Hasil Uji CPTU-03 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang dengan Menggunakan Metode Robertson dan Campanella (1985)	4-14
Gambar 4.17. Identifikasi Potensi Likuifaksi Berdasarkan Hasil Uji CPTU-04 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang dengan Menggunakan Metode Robertson dan Campanella (1985)	4-15
Gambar 4.18. Identifikasi Potensi Likuifaksi Berdasarkan Hasil Uji CPTU-05 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang dengan Menggunakan Metode Robertson dan Campanella (1985)	4-15
Gambar 4.19. Identifikasi Potensi Likuifaksi Berdasarkan Hasil Uji CPTU-06 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang dengan Menggunakan Metode Robertson dan Campanella (1985)	4-16
Gambar 4.20. Identifikasi Potensi Likuifaksi Berdasarkan Hasil Uji CPTU-07 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang dengan Menggunakan Metode Robertson dan Campanella (1985)	4-16
Gambar 4.21. Identifikasi Potensi Likuifaksi Berdasarkan Hasil Uji BH-01 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang dengan Menggunakan Metode Kishida dan Koizumi (1966)	4-17
Gambar 4.22. Identifikasi Potensi Likuifaksi Berdasarkan Hasil Uji BH-02 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang dengan Menggunakan Metode Kishida dan Koizumi (1966)	4-17

Gambar 4.23. Identifikasi Potensi Likuifaksi Berdasarkan Hasil Uji BH-03 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang dengan Menggunakan Metode Kishida dan Koizumi (1966)	4-18
Gambar 4.24. Identifikasi Potensi Likuifaksi Berdasarkan Hasil Uji BH-04 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang dengan Menggunakan Metode Kishida dan Koizumi (1966)	4-18
Gambar 4.25. Identifikasi Potensi Likuifaksi Berdasarkan Gradasi Tanah Data BH-02 dengan Menggunakan Metode Tsuchida (1970).....	4-19
Gambar 4.26. Identifikasi Potensi Likuifaksi Berdasarkan Gradasi Tanah Data BH-03 dengan Menggunakan Metode Tsuchida (1970).....	4-19
Gambar 4.27. Identifikasi Potensi Likuifaksi Berdasarkan Gradasi Tanah Data BH-04 dengan Menggunakan Metode Tsuchida (1970).....	4-20
Gambar 4.28. Zona Seismik untuk Perencanaan Bangunan Tahan Gempa (Sumber : SNI 03-1726-2012)	4-21
Gambar 4.29. Grafik Hubungan CSR dan CRR Terhadap Kedalaman Pada CPTU-01 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang.....	4-26
Gambar 4.30. Grafik Hubungan CSR dan CRR Terhadap Kedalaman Pada CPTU-02 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang.....	4-26
Gambar 4.31. Grafik Hubungan CSR dan CRR Terhadap Kedalaman Pada CPTU-03 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang.....	4-27
Gambar 4.32. Grafik Hubungan CSR dan CRR Terhadap Kedalaman Pada CPTU-04 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang.....	4-27
Gambar 4.33. Grafik Hubungan CSR dan CRR Terhadap Kedalaman Pada CPTU-05 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang.....	4-28
Gambar 4.34. Grafik Hubungan CSR dan CRR Terhadap Kedalaman Pada CPTU-06 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang.....	4-28
Gambar 4.35. Grafik Hubungan CSR dan CRR Terhadap Kedalaman Pada CPTU-07 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang.....	4-29

Gambar 4.36. Penurunan Tanah Terhadap Kedalaman (Sebelum Pemancangan Tiang) Berdasarkan data Metode Robertson dan Campanella.....	4-31
Gambar 4.37. Penurunan Tanah Terhadap Kedalaman (Sebelum Pemancangan Tiang) Berdasarkan data Metode Seed dan De Alba	4-31
Gambar 4.38. Penurunan Tanah Terhadap Kedalaman (Sebelum Pemancangan Tiang) Berdasarkan data Metode Shibata dan Teparaksa	4-32
Gambar 4.39. Penurunan Tanah Terhadap Kedalaman (Setelah Pemancangan Tiang) Berdasarkan data Metode Robertson dan Campanella.....	4-32
Gambar 4.40. Penurunan Tanah Terhadap Kedalaman (Setelah Pemancangan Tiang) Berdasarkan data Metode Seed dan De Alba	4-33
Gambar 4.41. Penurunan Tanah Terhadap Kedalaman (Setelah Pemancangan Tiang) Berdasarkan data Metode Shibata dan Teparaksa	4-33
Gambar 4.42. Indeks Potensi Likuifaksi Terhadap Kedalaman (Sebelum Pemancangan Tiang) Berdasarkan Data Metode Robertson dan Campanella..	4-35
Gambar 4.43. Indeks Potensi Likuifaksi Terhadap Kedalaman (Sebelum Pemancangan Tiang) Berdasarkan Data Metode Seed dan De Alba	4-36
Gambar 4.44. Indeks Potensi Likuifaksi Terhadap Kedalaman (Sebelum Pemancangan Tiang) Berdasarkan Data Metode Shibata dan Teparaksa	4-36
Gambar 4.45. Indeks Potensi Likuifaksi Terhadap Kedalaman (Setelah Pemancangan Tiang) Berdasarkan Data Metode Robertson dan Campanella...	4-37
Gambar 4.46. Indeks Potensi Likuifaksi Terhadap Kedalaman (Setelah Pemancangan Tiang) Berdasarkan Data Metode Seed dan De Alba	4-37
Gambar 4.47. Indeks Potensi Likuifaksi Terhadap Kedalaman (Setelah Pemancangan Tiang) Berdasarkan Data Metode Shibata dan Teparaksa	4-38
Gambar 4.48. Hubungan Antara LPI dan Penurunan Tanah	4-38
Gambar 4.49. Hubungan Antara LPI dan Penurunan Tanah	4-39

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Tingkatan Kekuatan Likuifaksi (Sumber : Paper Nat. Hazard Earth Syst. Sci.,12,2759-2768, 2012)	3-12
Tabel 4.1. Berat Isi Tanah Hasil Uji Bor	4-5
Tabel 4.2. Distribusi Butir Tanah Hasil Uji Bor	4-5
Tabel 4.3. D ₅₀ dan % Fines Hasil Uji Bor.....	4-6
Tabel 4.4. Perkiraan Nilai D ₅₀ Terhadap Kedalaman	4-7
Tabel 4.5. Perkiraan Nilai % Butir Halus Terhadap Kedalaman	4-7
Tabel 4.6. Penurunan Tanah Akibat Likuifaksi Sebelum Pemancangan	4-30
Tabel 4.7. Penurunan Tanah Akibat Likuifaksi Setelah Pemancangan Tiang ...	4-30
Tabel 4.8. Indeks Potensi Likuifaksi Sebelum Pemancangan Tiang	4-35
Tabel 4.9. Indeks Potensi Likuifaksi Setelah Pemancangan Tiang	4-35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I A	[N-SPT BHB-01 00.00-20.00].....	LA-1
Lampiran II A	[N-SPT BHB-01 20.00-40.00].....	LA-2
Lampiran III A	[N-SPT BHB-01 40.00-60.00].....	LA-3
Lampiran IV A	[N-SPT BHB-01 60.00-75.00].....	LA-4
Lampiran V A	[N-SPT BHB-02 00.00-20.00].....	LA-5
Lampiran VI A	[N-SPT BHB-02 20.00-40.00].....	LA-6
Lampiran VII A	[N-SPT BHB-02 40.00-60.00]	LA-7
Lampiran VIII A	[N-SPT BHB-03 00.00-20.00]	LA-8
Lampiran IX A	[N-SPT BHB-03 20.00-40.00].....	LA-9
Lampiran X A	[N-SPT BHB-03 40.00-60.00].....	LA-10
Lampiran XI A	[N-SPT BHB-03 40.00-60.00].....	LA-11
Lampiran XII A	[N-SPT BHB-04 00.00-20.00].....	LA-12
Lampiran XIII A	[N-SPT BHB-04 20.00-40.00]	LA-13
Lampiran XIX A	[N-SPT BHB-04 40.00-60.00]	LA-14
Lampiran I B	[Grain Size BHB-01 30.50-38.50]	LB-1
Lampiran II B	[Grain Size BHB-01 40.00-47.50].....	LB-2
Lampiran III B	[Grain Size BHB-01 50.00-53.50 & BHB-02 8.50-8.95]....	LB-3
Lampiran IV B	[Grain Size BHB-02 11.50-14.95].....	LB-4
Lampiran V B	[Grain Size BHB-02 16.00-35.50].....	LB-5
Lampiran VI B	[Grain Size BHB-02 38.00-44.50].....	LB-6
Lampiran VII B	[Grain Size BHB-02 47.00-47.50 & BHB-03 4.00-7.45]....	LB-7
Lampiran VIII B	[Grain Size BHB-03 8.50-11.45]	LB-8
Lampiran IX B	[Grain Size BHB-03 13.00-16.45].....	LB-9
Lampiran X B	[Grain Size BHB-03 23.50-25.45].....	LB-10
Lampiran XI - B	[Grain Size BHB-03 28.00-31.45]	LB-11
Lampiran XII B	[Grain Size BHB-03 32.50-35.95].....	LB-12
Lampiran XIII B	[Grain Size BHB-03 36.50-38.95]	LB-13
Lampiran XIV B	[Grain Size BHB-03 40.00-41.95]	LB-14
Lampiran XV B	[Grain Size BHB-03 43.00-44.95]	LB-15
Lampiran XVI B	[Grain Size BHB-03 46.00-47.50]	LB-16

Lampiran XVII B	[Grain Size BHB-04 4.00-7.45].....	LB-17
Lampiran XVIII B	[Grain Size BHB-04 8.50-11.95].....	LB-18
Lampiran XIX B	[Grain Size BHB-04 16.00-19.45].....	LB-19
Lampiran XX B	[Grain Size BHB-04 20.50-23.95]	LB-20
Lampiran XXI B	[Grain Size BHB-04 25.00-28.45].....	LB-21
Lampiran XXII B	[Grain Size BHB-04 29.50-32.95]	LB-22
Lampiran I C	[CPTU-01 Sebelum Pemancangan]	LC-1
Lampiran II C	[CPTU-01 Setelah Pemancangan].....	LC-1
Lampiran III C	[CPTU-02 Sebelum Pemancangan].....	LC-2
Lampiran IV C	[CPTU-02 Setelah Pemancangan].....	LC-2
Lampiran V C	[CPTU-03 Sebelum Pemancangan].....	LC-3
Lampiran VI C	[CPTU-03 Setelah Pemancangan].....	LC-3
Lampiran VII C	[CPTU-04 Sebelum Pemancangan]	LC-4
Lampiran VIII C	[CPTU-04 Setelah Pemancangan]	LC-4
Lampiran IX C	[CPTU-05 Sebelum Pemancangan]	LC-5
Lampiran X C	[CPTU-05 Setelah Pemancangan].....	LC-5
Lampiran XI C	[CPTU-06 Sebelum Pemancangan]	LC-6
Lampiran XII C	[CPTU-06 Setelah Pemancangan].....	LC-6
Lampiran XIII C	[CPTU-07 Sebelum Pemancangan].....	LC-7
Lampiran XIV C	[CPTU-07 Setelah Pemancangan].....	LC-7
Lampiran I D	[Kepadatan Relatif CPTU-01 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang].....	LD-1
Lampiran II D	[Kepadatan Relatif CPTU-02 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang].....	LD-1
Lampiran III D	[Kepadatan Relatif CPTU-03 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang].....	LD-2
Lampiran IV D	[Kepadatan Relatif CPTU-04 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang].....	LD-3
Lampiran V D	[Kepadatan Relatif CPTU-05 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang]	LD-3
Lampiran VI D	[Kepadatan Relatif CPTU-06 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang]	LD-4

Lampiran VII D [Kepadatan Relatif CPTU-07 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang]	LD-5
Lampiran I E [Tabel Hasil Analisis Potensi Likui-faksi CPTU-01 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang Metode Robertson dan Campanella].....	LD-1
Lampiran II E [Tabel Hasil Analisis Potensi Likui-faksi CPTU-02 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang Metode Robertson dan Campanella].....	LD-2
Lampiran III E [Tabel Hasil Analisis Potensi Likui-faksi CPTU-03 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang Metode Robertson dan Campanella].....	LD-3
Lampiran IV E [Tabel Hasil Analisis Potensi Likui-faksi CPTU-04 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang Metode Robertson dan Campanella].....	LD-4
Lampiran V E [Tabel Hasil Analisis Potensi Likui-faksi CPTU-05 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang Metode Robertson dan Campanella].....	LD-5
Lampiran VI E [Tabel Hasil Analisis Potensi Likui-faksi CPTU-06 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang Metode Robertson dan Campanella].....	LD-6
Lampiran VII E [Tabel Hasil Analisis Potensi Likui-faksi CPTU-07 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang Metode Robertson dan Campanella].....	LD-7
Lampiran VIII E [Tabel Hasil Analisis Potensi Likui-faksi CPTU-01 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang Metode Seed dan De Alba]	LD-8
Lampiran IX E [Tabel Hasil Analisis Potensi Likui-faksi CPTU-02 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang Metode Seed dan De Alba]	LD-9
Lampiran X E [Tabel Hasil Analisis Potensi Likui-faksi CPTU-03 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang Metode Seed dan De Alba]	LD-10
Lampiran XI E [Tabel Hasil Analisis Potensi Likui-faksi CPTU-04 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang Metode Seed dan De Alba]	LD-11
Lampiran XII E [Tabel Hasil Analisis Potensi Likui-faksi CPTU-05 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang Metode Seed dan De Alba]	LD-12
Lampiran XIII E [Tabel Hasil Analisis Potensi Likui-faksi CPTU-06 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang Metode Seed dan De Alba]	LD-13
Lampiran XIV E [Tabel Hasil Analisis Potensi Likui-faksi CPTU-07 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang Metode Seed dan De Alba]	LD-14
Lampiran XV E [Tabel Hasil Analisis Potensi Likui-faksi CPTU-01 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang Metode Shibata dan Teparaksa].....	LD-15

Lampiran XVI E	[Tabel Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPTU-02 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang Metode Shibata dan Teparaksa]	LD-16
Lampiran XVII E	[Tabel Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPTU-03 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang Metode Shibata dan Teparaksa]	LD-17
Lampiran XVIII E	[Tabel Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPTU-04 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang Metode Shibata dan Teparaksa]	LD-18
Lampiran XIX E	[Tabel Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPTU-05 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang Metode Shibata dan Teparaksa]	LD-19
Lampiran XX E	[Tabel Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPTU-06 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang Metode Shibata dan Teparaksa]	LD-20
Lampiran XXI E	[Tabel Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPTU-07 Sebelum dan Setelah Pemancangan Tiang Metode Shibata dan Teparaksa]	LD-21
Lampiran I F	[Tabel Penurunan dan LPI CPTU-01 Berdasarkan Metode Robertson dan Campanella]	LE-1
Lampiran II F	[Tabel Penurunan dan LPI CPTU-02 Berdasarkan Metode Robertson dan Campanella]	LE-1
Lampiran III F	[Tabel Penurunan dan LPI CPTU-03 Berdasarkan Metode Robertson dan Campanella]	LE-2
Lampiran IV F	[Tabel Penurunan dan LPI CPTU-04 Berdasarkan Metode Robertson dan Campanella]	LE-2
Lampiran V F	[Tabel Penurunan dan LPI CPTU-05 Berdasarkan Metode Robertson dan Campanella]	LE-3
Lampiran VI F	[Tabel Penurunan dan LPI CPTU-06 Berdasarkan Metode Robertson dan Campanella]	LE-3
Lampiran VII F	[Tabel Penurunan dan LPI CPTU-07 Berdasarkan Metode Robertson dan Campanella]	LE-4
Lampiran VIII F	[Tabel Penurunan dan LPI CPTU-01 Berdasarkan Metode Seed dan De Alba]	LE-4
Lampiran IX F	[Tabel Penurunan dan LPI CPTU-02 Berdasarkan Metode Seed dan De Alba]	LE-5
Lampiran X F	[Tabel Penurunan dan LPI CPTU-03 Berdasarkan Metode Seed dan De Alba]	LE-5

Lampiran XI F [Tabel Penurunan dan LPI CPTU-04 Berdasarkan Metode Seed dan De Alba]	LE-6
Lampiran XII F [Tabel Penurunan dan LPI CPTU-05 Berdasarkan Metode Seed dan De Alba]	LE-6
Lampiran XIII F [Tabel Penurunan dan LPI CPTU-06 Berdasarkan Metode Seed dan De Alba]	LE-7
Lampiran XIV F [Tabel Penurunan dan LPI CPTU-07 Berdasarkan Metode Seed dan De Alba]	LE-7
Lampiran XV F [Tabel Penurunan dan LPI CPTU-01 Berdasarkan Metode Shibata dan Teparaksa]	LE-8
Lampiran XVI F [Tabel Penurunan dan LPI CPTU-02 Berdasarkan Metode Shibata dan Teparaksa]	LE-8
Lampiran XVII F [Tabel Penurunan dan LPI CPTU-03 Berdasarkan Metode Shibata dan Teparaksa]	LE-9
Lampiran VIII F [Tabel Penurunan dan LPI CPTU-04 Berdasarkan Metode Shibata dan Teparaksa]	LE-9
Lampiran XIX F [Tabel Penurunan dan LPI CPTU-05 Berdasarkan Metode Shibata dan Teparaksa]	LE-10
Lampiran XX F [Tabel Penurunan dan LPI CPTU-06 Berdasarkan Metode Shibata dan Teparaksa]	LE-10
Lampiran XXI F [Tabel Penurunan dan LPI CPTU-07 Berdasarkan Metode Shibata dan Teparaksa]	LE-11

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Likuifaksi adalah suatu fenomena perubahan kondisi tanah dari keadaan padat menjadi cair yang umumnya terjadi pada tanah pasiran dalam kondisi jenuh dan lepas (*Saturated loose sand*). Perubahan fase padat menjadi fase cair terjadi karena adanya gaya geser yang sangat besar dan membuat tekanan air pori eksese meningkat sampai sama besar dengan kekuatan tanah tersebut. Ketika keadaan tersebut terjadi, kekuatan geser efektif tanah akan menjadi nol dan tanah akan kehilangan kekuatannya.

Ketika tanah kehilangan kekuatan geser, tanah tidak akan dapat menahan beban yang berada di atasnya dan hal ini berujung pada kerusakan pada struktur yang berada di atasnya. Selain itu, komponen-komponen struktur tanah seperti dinding penahan tanah, turap, fondasi, dll akan mengalami kegagalan (*failure*). Dapat dikatakan bahwa fenomena likuifaksi bukan merupakan peristiwa sepele karena dapat bersifat sangat merusak.

Likuifaksi umumnya disebabkan oleh adanya bencana alam, seperti gempa bumi, tsunami, dan letusan gunung. Dapat dikatakan bahwa likuifaksi merupakan fenomena lanjutan atau tambahan setelah terjadi suatu gempa dalam bentuk pelepasan energi geser yang besar atau biasa disebut sebagai *collateral hazard*. Seperti yang diketahui, Indonesia merupakan negara yang dikelilingi oleh lempeng-lempeng tektonik yang masih aktif (*ring of fire*) dan Jakarta merupakan salah satu kota yang tidak lepas dari resiko gempa tersebut. Beberapa contoh gempa yang telah mengakibatkan terjadinya fenomena likuifaksi adalah gempa aceh 2004, gempa yogyakarta 2006, dll.

Seperti yang telah diketahui, likuifaksi umumnya terjadi pada tanah pasiran yaitu tanah-tanah yang berada disekitar pantai dan pelabuhan. Jakarta merupakan kota yang paling padat penduduknya di Indonesia yang posisinya berada di pinggir pulau. Oleh karena itu, Jakarta memiliki beberapa daerah yang berada di tepi pantai.

Hal ini membuat Jakarta memiliki potensi untuk mengalami likuifaksi ketika terjadi suatu gempa, terutama pada tanah yang berada di Jakarta Pusat dan Jakarta Utara.

Pada salah satu proyek di Jakarta Pusat, terjadi pelunakan tanah yang dikarenakan oleh perembesan air ke dalam area proyek. Hal ini bermula dengan adanya rencana pembuatan basement sedalam 7 m yang membuat diperlukannya sebuah dinding penahan tanah untuk mencegah pergerakan lateral pada tanah. Dinding penahan tanah yang direncanakan berupa *secant pile* dan *bore pile*. Setelah proses identifikasi tanah di proyek, ditemukan bahwa posisi muka air tanah berada pada kedalaman 1.5 - 2 m. Oleh karena itu, agar penggalian dapat dilakukan perlu adanya pekerjaan dewatering terlebih dahulu. Dewatering adalah proses pengeluaran air tanah dari area proyek yang bertujuan untuk menurunkan posisi muka air tanah.

Tanpa disadari setelah pekerjaan dewatering telah selesai, hal tersebut telah membuat keadaan muka air tanah diluar proyek juga mengalami perubahan. Hal ini dikarenakan adanya kesalahan desain pada desain dinding penahan tanah yaitu tidak digunakannya *secant pile* yang kedap dan menerus, melainkan pada salah satu sisi digunakan *bore pile* yang membuat dewatering berpengaruh ke luar are proyek. Air yang dikeluarkan dari dalam tanah membuat adanya rongga di dalam tanah dan mengakibatkan terjadinya settlement pada bangunan-bangunan disekitar proyek tersebut. Secara visual, hal ini dapat terlihat dari adanya keretakan pada bangunan-bangunan di sekitar proyek tersebut.

Berdasarkan tes bor yang dilakukan, ditemukan bahwa tanah pada proyek tersebut bersifat heterogen yang terutama didominasi oleh tanah berpasir halus. Lapisan pertama yaitu dari kedalaman awal hingga kedalaman 4 m merupakan tanah lempung lunak. Lapisan berikutnya yaitu pasir lepas hingga medium dense dengan kedalaman 4 - 18 m. Lapisan ketiga merupakan tanah lanau kepasiran dan lanau kelembungan dengan konsistensi sangat lunak hingga medium. Material pasir pada lapisan tersebut juga merupakan pasir lepas hingga kedalaman 31 m. Kemudian antara kedalaman 31 - 39 m terdapat lensa pasir dan lapisan berikutnya dijumpai tanah lempung kelanauan. Hal ini dapat dilihat seperti pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4.

Pada proyek tersebut akan digunakan tiang pancang sebagai fondasinya, namun dengan melihat stratifikasi tanah yang didominasi oleh tanah pasir membuat adanya kekhawatiran adanya potensi likuifaksi ketika gempa terjadi. Secara teknis, dengan dilakukannya pemancangan tiang pada tanah pasir akan membuat tanah pasir tersebut memadat. Oleh karena itu, perlu adanya analisis mengenai apakah pemancangan tiang tersebut dapat berpengaruh terhadap potensi likuifaksi pada lokasi proyek Jakarta Pusat.

1.2. Maksud dan Tujuan

Maksud dari studi ini yaitu melakukan analisis potensi likuifaksi untuk mengetahui perbandingan potensi likuifaksi tanah pada proyek di Jakarta Pusat sebelum dan setelah pemancangan tiang dengan menggunakan Metode Robertson dan Campanella (1983), Metode Seed dan De Alba (1986), dan Metode Shibata dan Teparaksa (1987 & 1988).

Tujuan dari studi ini adalah untuk mengetahui apakah pemancangan tiang dapat mengurangi potensi likuifaksi, besarnya indeks potensi likuifaksi, dan besarnya penurunan tanah akibat likuifaksi.

1.3. Ruang Lingkup Pembahasan

Skripsi ini akan membahas mengenai potensi likuifaksi sebelum dan setelah pemancangan tiang pada proyek di Jakarta Pusat. Pembahasan ini dilakukan dengan mencari data gempa yang berada disekitar wilayah jakarta, menginterpretasikan data uji CPT dan membandingkan potensi likuifaksi sebelum dan setelah pemancangan.

1.4. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penulisan skripsi ini adalah :

1. Studi pustaka berdasarkan buku, jurnal, dan karya ilmiah mengenai likuifaksi dan gempa.
2. Mengumpulkan data-data penyelidikan tanah untuk digunakan dalam analisis.

3. Menentukan percepatan gempa dan magnitudo gempa berdasarkan data gempa disekitar wilayah Jakarta.
4. Melakukan perhitungan potensi likuifaksi pada tanah di Jakarta Pusat dengan Metode Robertson dan Campanella (1983), Metode Seed dan De Alba (1986), dan Metode Shibata dan Teparaksa (1987 & 1988).

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini adalah :

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini akan membahas mengenai latar belakang masalah, maksud dan tujuan penulisan skripsi, ruang lingkup pembahasan, metode penelitian, sistematika penelitian dan diagram alir penelitian.

BAB 2 STUDI PUSTAKA

membahas mengenai dasar-dasar teori seperti likuifaksi dan gempa yang didapatkan dari buku, jurnal, dan karya ilmiah yang berguna dalam melakukan analisis.

BAB 3 ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI

membahas mengenai metode yang digunakan digunakan dalam analisis potensi likuifaksi.

BAB 4 STUDI KASUS PADA PROYEK DI JAKARTA PUSAT

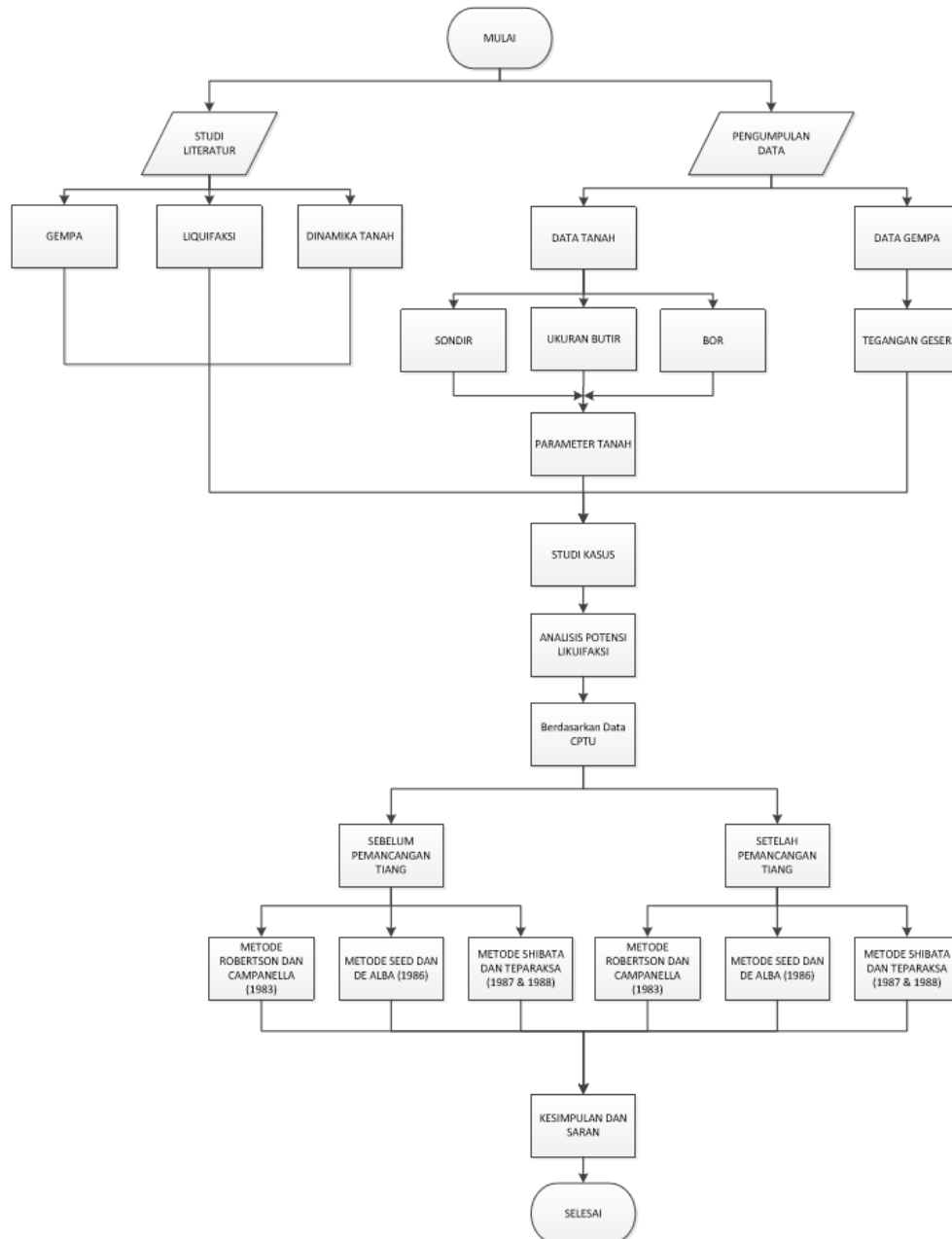
membahas mengenai deskripsi proyek dan geologi Jakarta Pusat secara umum, penentuan besar percepatan gempa, menentukan besarnya magnitudo gempa yang kemudian dikaitkan dengan analisis potensi likuifaksi.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

membahas kesimpulan yang didapatkan setelah hasil analisis secara keseluruhan dan saran yang diperlukan untuk keperluan penelitian selanjutnya.

1.6. Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah diagram alir penelitian skripsi ini, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.1



Gambar 1.1. Diagram Alir Penelitian