

SKRIPSI

**PERHITUNGAN *LATERAL SPREADING*
DISPLACEMENT AKIBAT LIKUIFAKSI DI DESA
LOLU MENGGUNAKAN METODE NEWMARK**



AHMAD KEMAL ARSYAD
NPM : 2016410114

PEMBIMBING: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D.

KO-PEMBIMBING: Aflizal Arafianto, S.T., M.T.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JULI 2020

SKRIPSI

**PERHITUNGAN *LATERAL SPREADING*
DISPLACEMENT AKIBAT LIKUIFAKSI DI DESA
LOLU MENGGUNAKAN METODE NEWMARK**



**AHMAD KEMAL ARSYAD
NPM : 2016410114**

PEMBIMBING: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D.

KO-PEMBIMBING: Aflizal Arafianto, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JULI 2020**

SKRIPSI

**PERHITUNGAN *LATERAL SPREADING*
DISPLACEMENT AKIBAT LIKUIFAKSI DI DESA
LOLU MENGGUNAKAN METODE NEWMARK**



**AHMAD KEMAL ARSYAD
NPM : 2016410114**

BANDUNG, 16 JULI 2020

PEMBIMBING:

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

KO-PEMBIMBING:

Aflizal Arafianto, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JULI 2020**

PERNYATAAN

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

Nama : *Ahmad Kemal Arsyad*

NPM : *2016410114*

Program Studi : *Teknik Sipil*

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

Perhitungan Lateral Spreading Displacement Akibat Likuifaksi Di Desa Lolu Menggunakan Metode Newmark

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: 08 Juli 2020



Ahmad Kemal Arsyad

PERHITUNGAN *LATERAL SPREADING DISPLACEMENT* AKIBAT LIKUIFAKSI DI DESA LOLU MENGGUNAKAN METODE NEWMARK

Ahmad Kemal Arsyad
NPM: 2016410114

Pembimbing: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D.
Ko-Pembimbing: Aflizal Arafianto, S.T., M.T.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JULI 2020

ABSTRAK

Peristiwa gempa bumi 28 September 2018 yang terjadi di Palu & sekitarnya menyebabkan terjadinya likuifaksi yang menginduksi terjadinya pergeseran lateral tanah. Likuifaksi merupakan sebuah peristiwa dimana tanah pasir jenuh dengan kepadatan lepas atau sedang kehilangan daya dukungnya akibat peningkatan tekanan air pori eksese saat gempa bumi. Fokus penelitian ini adalah peristiwa perpindahan lateral tanah akibat likuifaksi di Desa Lolu, Kecamatan Sigi Binomaru, Kabupaten Sigi. Penelitian ini menyajikan perkiraan besarnya nilai perpindahan lateral tanah yang dihitung menggunakan Metode Newmark (1965). Berdasarkan hasil perhitungan, kekuatan gempa bumi yang menyebabkan likuifaksi di Desa Lolu adalah gempa bumi 6.3 Mw yang berpusat di 8.8 kilometer dari Desa Lolu. Hasil evaluasi potensi likuifaksi menggunakan Metode Shibata & Teparaksa serta Metode Idriss & Boulanger berdasarkan data uji CPTu menunjukkan bahwa Desa Lolu merupakan daerah dengan kerentanan likuifaksi yang tinggi dengan LPI lebih besar dari 15. Akselerasi gempa bumi dengan nilai maksimum 333 gal yang berlangsung selama 24 detik menyebabkan terjadinya perpindahan lateral tanah sejauh 1.286 meter. Hasil perhitungan balik menunjukkan bahwa peningkatan tekanan air pori eksese dengan nilai perkiraan akselerasi maksimum 4.2 gal selama perkiraan waktu 270 detik menyebabkan massa tanah yang terlikuifaksi mengalir serta turut menggerakkan material di atasnya hingga sejauh 100 meter pada tanah dengan kemiringan 1.4 %.

Kata Kunci: likuifaksi, pergeseran lateral, Metode Newmark, tekanan air pori eksese, akselerasi.

CALCULATION OF LATERAL SPREADING DISPLACEMENT DUE TO LIQUEFACTION AT LOLU VILLAGE USING NEWMARK METHOD

Ahmad Kemal Arsyad
NPM: 2016410114

Advisor: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D.
Co-Advisor : Aflizal Arafianto, S.T., M.T.

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
JULY 2020

ABSTRACT

The 28 September 2018 Earthquake that occurred in Palu and surrounded area caused liquefaction which induced lateral spreading. Liquefaction condition occurs when saturated sand soils with loose or medium density lost its support because of increased excess pore water pressure during an earthquake. The focus of this study is the event of lateral displacement of liquefaction soils in Lolu Village, Sigi Binomaru District, Sigi Regency. This study calculates displacement of the soil using the Newmark Method. Based on the results of the analysis, the strength of the earthquake that caused liquefaction in Lolu Village was a 6.3 Mw earthquake centered at 8.8 kilometers from Lolu Village. The results of the evaluation of liquefaction potential using Shibata & Teparaksa Method and Idriss & Boulanger Method based on CPTu test data show that Lolu Village is an area with a high liquefaction potential with the LPI greater than 15. Earthquake acceleration with 333 gal for 24 seconds caused soils's lateral displacement of 1,286 meters. Backcalculation result shows increasing of excess pore water pressure with an estimated value of a maximum acceleration of 4.2 gal for an estimated time 270 seconds caused the liquefied soil flows and drives the material above to reach 100 meters on the ground with a maximum slope of 1.4%.

Keywords: liquefaction, lateral spreading, newmark method, excess pore water pressure, acceleration.

PRAKATA

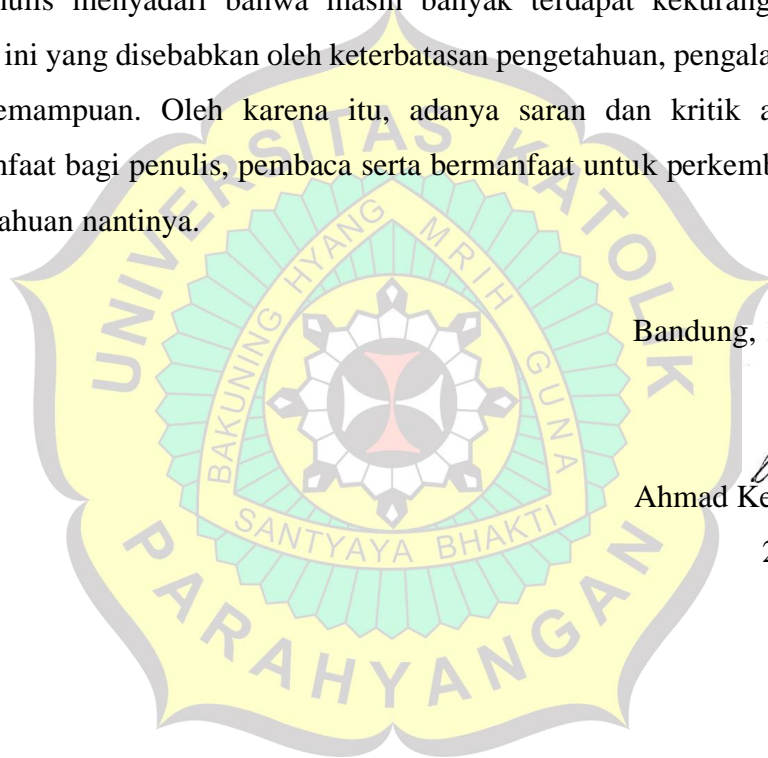
Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas segala rahmat dan anugerahNya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perhitungan *Lateral Spreading Displacement* Akibat Likuifaksi di Desa Lolu Menggunakan Metode Newmark” dengan baik guna memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan Bandung.

Dalam penulisan skripsi ini penulis banyak mendapat bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D., selaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dan ilmu pengetahuan serta perhatiannya dalam membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Merupakan sebuah pengalaman dan kesempatan berharga bagi penulis.
2. Para dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan, khususnya Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D., Bapak Aswin Lim, Ph.D., Ibu Dr. Ir. Rinda Karlinasari., M.T., Ibu Siska Rustiani Irawan, M.T., Ibu Anastasia Sri Lestari, M.T., atas segala masukan, saran, kritik yang membangun, dan jasanya selama penulis berkuliah di Universitas Katolik Parahyangan.
3. Bapak Aflizal Arafianto, S.T., M.T. selaku ko-pembimbing yang telah banyak membantu penulis dalam pengumpulan data skripsi dan memberikan ilmu kepada penulis dari awal hingga akhir penyusunan skripsi ini
4. Ayah Ahmad Darajat, Ibu Nurdiana Lubis, dan Kakak Meidina Nurfadhillah dan juga keluarga yang selalu memberikan doa, motivasi serta pengertiannya yang begitu besar kepada penulis.
5. Rekan-rekan seperjuangan Komunitas Bidang Ilmu Geoteknik, dan rekan-rekan satu pembimbing, serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, namun telah banyak membantu semasa perkuliahan.

6. Rekan-rekan terdekat selama 8 semester berkuliah di Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan sebagai teman diskusi, teman berbagi ilmu, teman belajar yang memberikan pengaruh positif dan menjadi motivasi bagi penulis untuk menyelesaikan kuliah tepat waktu.
7. Rekan-rekan Teknik Sipil UNPAR Angkatan 2016 yang sama-sama tengah berjuang untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Sipil. Terima kasih atas segala bantuan, kebersamaan dan perjuangan bersama selama masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan didalam skripsi ini yang disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan, pengalaman, waktu dan kemampuan. Oleh karena itu, adanya saran dan kritik akan sangat bermanfaat bagi penulis, pembaca serta bermanfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan nantinya.



Bandung, 16 Juli 2020

Ahmad Kemal Arsyad

2016410114

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR NOTASI	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	1-2
1.4 Lingkup Penelitian	1-2
1.5 Metode Penelitian	1-3
1.6 Sistematika Penulisan	1-3
1.7 Diagram Alir	1-5
BAB 2 DASAR TEORI	2-1
2.1 Gempa Bumi	2-1
2.2 Interior Bumi & Sebab Terjadinya Gempa Bumi	2-1
2.3 Istilah Gempa Bumi	2-2
2.4 Patahan Atau Sesar	2-3
2.5 Gelombang Badan (<i>Body Wave</i>)	2-4
2.6 Gelombang Permukaan	2-4
2.7 Intensitas Gempa Bumi	2-5
2.8 Magnitudo Gempa	2-8
2.9 Atenuasi Gempa	2-11
2.10 Durasi gempa	2-12
2.11 Energi Gempa	2-13
2.12 Fenomena Likuifaksi	2-13
2.13 Kriteria dan Kerentanan Likuifaksi	2-14

2.14	Inisiasi Likuifaksi	2-19
2.15	Dampak Likuifaksi	2-20
2.16	Evaluasi Potensi Likuifaksi	2-22
2.17	Menentukan Potensi Likuifaksi Berdasarkan In-Situ Test	2-23
2.18	Cone Penetration Test (CPT).....	2-24
2.19	Estimasi Berat Isi Tanah Berdasarkan Data CPT	2-25
2.20	Standard Penetration Test (SPT)	2-27
2.21	Metode Shibata & Teparaksa	2-28
2.22	Metode Idriss & Boulanger	2-28
2.23	Indeks Potensi Likuifaksi	2-29
2.24	Lateral Spreading.....	2-29
2.25	Dampak Lateral Spreading Terhadap Infrastruktur.....	2-32
2.26	Newmark Sliding Block Analysis	2-33
2.27	Yield Acceleration.....	2-34
BAB 3 METODE ANALISIS		3-1
3.1	Evaluasi Potensi Likuifaksi	3-1
3.1.1	Cyclic Stress Ratio (CSR)	3-1
3.1.2	Cyclic Resistance Ratio (CRR).....	3-5
3.2	Faktor Keamanan (FK).....	3-8
3.3	Indeks Potensi Likuifaksi (LPI).....	3-9
3.4	Metode Newmark (1965).....	3-10
3.4.1	Gaya Pada Kondisi Keseimbangan.....	3-10
3.5	Perhitungan Displacement.....	3-11
3.5.1	Displacement Akibat Akselerasi Gempa.....	3-11
3.5.2	Displacement Akibat Peningkatan Tekanan Air Pori	3-12
BAB 4 ANALISIS DATA.....		4-1
4.1	Kegempaan Sulawesi.....	4-1
4.2	Geologi, Morfologi Palu & Sekitar	4-3
4.3	Sejarah Gempa Bumi Palu & Sekitarnya	4-5
4.4	Sesar Palu-Koro	4-6
4.5	Pergerakan Sesar Palu-Koro 28 September	4-7
4.6	Gempa 28 September 2018.....	4-7

4.7	Kegagalan Tanah Sebagai Dampak Gempa 28 September 2018.....	4-9
4.8	Deskripsi Lokasi Penelitian.....	4-10
4.9	Gempa Yang Menyebabkan Likuifaksi di Desa Lolu.....	4-13
4.10	Data Akselerasi Gempa Tercatat.....	4-17
4.11	Tracing Ulang Data Akselerasi Gempa.....	4-18
4.12	Kerentanan Likuifaksi.....	4-19
4.13	Menentukan akselerasi gempa di lokasi In-Situ Test.....	4-20
4.14	Interpretasi data CPTu.....	4-21
4.15	Evaluasi Potensi Likuifaksi.....	4-25
4.15.1	Metode Shibata & Teparaksa (1988)	4-25
4.15.2	Metode Idriss & Boulanger (2004)	4-27
4.16	Perbandingan Hasil Perhitungan Faktor Keamanan Kedua Metode.....	4-29
4.17	Indeks Potensi Likuifaksi	4-30
4.18	Perhitungan Displacement Lateral Spreading	4-31
4.18.1	Akibat Akselerasi Gempa	4-31
4.18.2	Akibat Peningkatan Tekanan Air Pori Ekses	4-33
4.19	Total Displacement	4-41
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		5-1
5.1	Kesimpulan	5-1
5.2	Saran.....	5-2
DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR NOTASI



<i>FK</i>	:	Faktor Keamanan
<i>a_{max}</i>	:	Percepatan gempa maksimum (m/s ²)
<i>CRR</i>	:	<i>Cyclic Resistance Ratio</i>
<i>CSR</i>	:	<i>Cyclic Stress Ratio</i>
<i>LPI</i>	:	<i>Liquefaction Potential Index</i> atau Indeks Potensi Likuifaksi
<i>Lat</i>	:	Latitude
<i>Long</i>	:	Longitude
<i>g</i>	:	Gravitasi (m/s ²)
<i>gals</i>	:	Satuan Percepatan (cm/s ²)
<i>M.A.T</i>	:	Muka Air Tanah
<i>z</i>	:	Kedalaman
<i>M_w</i>	:	<i>Moment Magnitude</i> atau Magnitudo Momen
<i>mb</i>	:	Gelombang Badan atau <i>Body Waves</i>
<i>rd</i>	:	Faktor reduksi kedalaman tanah
<i>wi</i>	:	Faktor beban (= 10 ^{-0.5 zi})
<i>qc</i>	:	Tahanan ujung (kg/cm ²)
<i>DMS</i>	:	<i>Degree Minute Second</i>
<i>DD</i>	:	<i>Decimal Degree</i>
<i>m</i>	:	Massa Benda (Kg atau Ton)
<i>β</i>	:	Sudut Kemiringan
<i>u</i>	:	Tekanan Air Pori
<i>F</i>	:	Gaya Dorong (kN atau N)
<i>a</i>	:	Akselerasi atau percepatan (m/s ² atau cm/s ²)

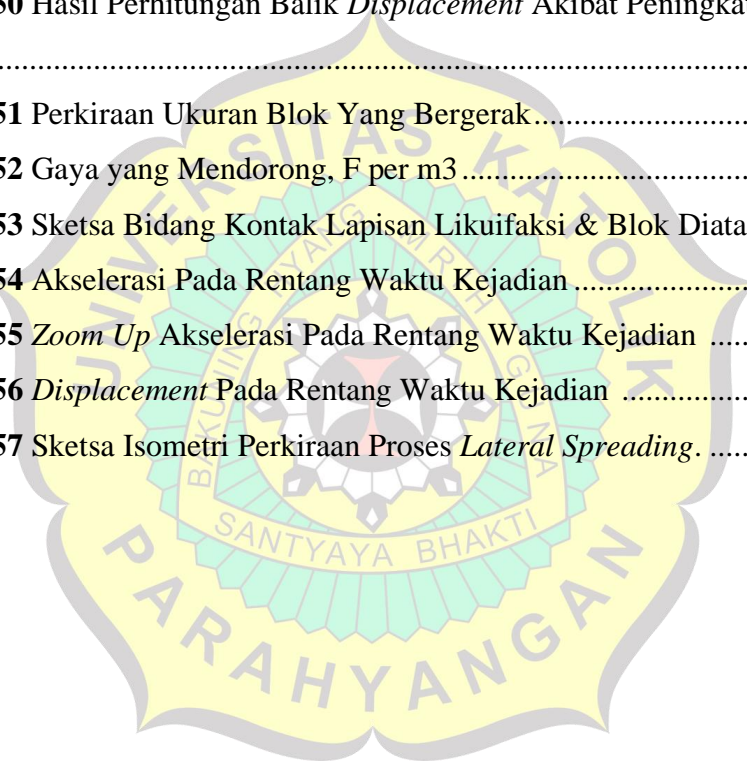
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Penulisan Skripsi	1-5
Gambar 2.1 Tipe Sesar Hasil Pengamatan di Lapangan	2-3
Gambar 2.2 Deformasi Akibat Gelombang Badan	2-4
Gambar 2.3 Deformasi Akibat Gelombang Permukaan	2-5
Gambar 2.4 Perbandingan Berbagai Intensitas Gempa Yang Digunakan	2-7
Gambar 2.5 Saturasi Dari Berbagai Skala Magnitudo	2-11
Gambar 2.6 Atenuasi Percepatan Gempa	2-12
Gambar 2.7 Hubungan <i>Predominant Period</i> Gempa dan <i>Fault Distance</i>	2-13
Gambar 2.8 Hubungan Antara <i>Epicentral Distance</i> & <i>Moment Magnitude</i>	2-15
Gambar 2.9 <i>Soils Angularity</i> (USDA)	2-18
Gambar 2.10 Chart Tsuchida Terkait Kerentanan Likuifaksi.....	2-18
Gambar 2.11 Efek <i>Subsurface Liquefaction</i>	2-21
Gambar 2.12 <i>Ground Oscillation</i>	2-21
Gambar 2.13 Perbandingan Berbagai metode <i>In-Situ Testing</i>	2-23
Gambar 2.14 Rincian Konus Ganda	2-25
Gambar 2.15 Rangkaian Alat Penetrasi Konus (Sondir Belanda)	2-25
Gambar 2.16 Korelasi Data Uji CPT dan Berat Isi Tanah.....	2-26
Gambar 2.17 Alat Pengambilan Contoh Tabung Belah.....	2-28
Gambar 2.18 <i>Lateral Spreading</i> di Daerah Saluran Sungai.....	2-30
Gambar 2.19 <i>Lateral Spreading</i>	2-31
Gambar 2.20 Likuifaksi Tanah dan <i>Lateral Spreading</i>	2-31
Gambar 2.21 <i>Lateral Displacement</i> Pada <i>Liquified Soil Deposit</i>	2-31
Gambar 2.22 <i>Marginal Slumping</i> Saat Likuifaksi	2-32
Gambar 2.23 Analogi Newmark <i>Sliding Block</i>	2-34
Gambar 2.24 Gaya Yang Bekerja Pada Blok Yang Terdapat di Bidang Miring (a) Kondisi Statis (b) Kondisi Dinamis (Kramer, 1996)	2-34
Gambar 2.25 Hubungan Akselerasi <i>Yield</i> dan Akselerasi Maksimum	2-35

Gambar 3.1 Faktor Reduksi Tegangan	3-2
Gambar 3.2 MSF Menurut Beberapa Peneliti	3-3
Gambar 3.3 Hubungan q_{cIN} dengan CRR dan CSR	3-6
Gambar 3.4 Korelasi Antara CSR & Nilai Tahanan Ujung Ternormalisasi	3-8
Gambar 3.5 Grafik Evaluasi Potensi Likuifaksi	3-9
Gambar 3.6 Gaya Pada Kondisi Keseimbangan Statik dan Pseudo-statik	3-10
Gambar 3.7 Hubungan Akselerasi <i>Yield</i> dan Akselerasi Maksimum	3-10
Gambar 3.8 Ilustrasi Peningkatan Waktu Saat Gempa Bumi	3-11
Gambar 4.1 Segmentasi Sesar di Indonesia	4-2
Gambar 4.2 Sesar Di Sulawesi	4-3
Gambar 4.3 Peta Geologi Palu & Sekitarnya	4-4
Gambar 4.4 Peta Geologi Teknik Palu & Sekitarnya	4-4
Gambar 4.5 Peta Morfologi Palu & Sekitarnya	4-5
Gambar 4.6 Sejarah Gempa Hebat Di Palu Dan Sekitarnya	4-5
Gambar 4.7 Peristiwa Gempa Bumi Kota Palu Sejak 1927-2020	4-6
Gambar 4.8 Aktivitas Sesar Palu-Koro pada 28 September 2018	4-8
Gambar 4.9 Lokasi Gempa ≥ 5 M Yang Terjadi Di Palu dan Sekitarnya	4-9
Gambar 4.10 Hubungan Beberapa Skala Magnitudo	4-9
Gambar 4.11 Perkiraan Daerah Terdampak Likuifaksi 28 September 2018	4-10
Gambar 4.12 Lokasi Desa Lolu dan Desa Jono Oge	4-10
Gambar 4.13 Lokasi Perumahan BTN, SPBU, Desa Lolu	4-11
Gambar 4.14 Lokasi Perumahan BTN dan SPBU Jono Oge, Kecamatan Sigi Biromaru, Kabupaten Sigi	4-11
Gambar 4.15 Lateral Spreading di Lokasi Perumahan BTN	4-11
Gambar 4.16 Lateral Spreading di Lokasi Perumahan BTN	4-12
Gambar 4.17 Lateral Spreading di Lokasi SPBU Jono Oge	4-12
Gambar 4.18 Kemiringan Tanah di Lokasi Likuifaksi Desa Lolu	4-12
Gambar 4.19 Kemiringan Tanah di Perumahan BTN Jono Oge	4-13
Gambar 4.20 Kemiringan Tanah di SPBU Jono Oge	4-13
Gambar 4.21 Jarak Episenter Gempa Ke Lokasi Tinjau Perumnas BTN	4-14

Gambar 4.22	Gempa 28 September 2018 Pada Kurva Ambraseys (1988).....	4-16
Gambar 4.23	Jarak Episenter Antara Pusat Gempa 6.3 Mw dan Desa Lolu	4-17
Gambar 4.24	Jarak Stasiun Pengamatan PCI-Palu	4-17
Gambar 4.25	Akselerasi Gempa 7.5 Mw	4-18
Gambar 4.26	Akselerasi Gempa 7.5 Mw Hasil <i>Tracing</i> Ulang	4-18
Gambar 4.27	Akselerasi Gempa 7.5 Mw Hasil <i>Tracing</i> Ulang	4-19
Gambar 4.28	Akselerasi Gempa 7.5 Mw Hasil <i>Tracing</i> Ulang	4-19
Gambar 4.29	Kurva Gradasi Tanah Berpotensi Likuifaksi Dengan Kriteria Komposisi Tsuchida (LPPM UNPAR, 2018).....	4-19
Gambar 4.30	Klasifikasi Tanah Berpotensi Likuifaksi Berdasarkan Uji CPTu Berdasarkan Kriteria Komposisi Robertson & Campanella (1985).....	4-20
Gambar 4.31	Hasil Uji CPTu-06 Jono Oge (SPBU).....	4-21
Gambar 4.32	Hasil Uji CPTu-07 Jono Oge (BTN).....	4-22
Gambar 4.33	Hasil Perhitungan Estimasi Berat Jenis Tanah.....	4-23
Gambar 4.34	Hasil Perhitungan Estimasi Berat Jenis Tanah.....	4-24
Gambar 4.35	Hasil Perhitungan FK Metode Shibata & Teparaksa Untuk CPTu-06, Desa Lolu (SPBU).....	4-26
Gambar 4.36	Hasil Perhitungan FK Metode Shibata & Teparaksa Untuk CPTu-07, Desa Lolu (Perumahan BTN).....	4-26
Gambar 4.37	Hasil Perhitungan FK Metode Idriss & Boulanger Untuk Uji CPTu-06, Desa Lolu (SPBU).....	4-28
Gambar 4.38	Hasil Perhitungan FK Metode Idriss & Boulanger Untuk Uji CPTu-07, Desa Lolu (Perumahan BTN).....	4-28
Gambar 4.39	Perbandingan FK Metode Idriss & Boulanger dan Metode Shibata & Teparaksa Untuk Uji CPTu-06, Desa Lolu (SPBU).....	4-29
Gambar 4.40	Perbandingan FK Metode Idriss & Boulanger dan Metode Shibata & Teparaksa Untuk Uji CPTu-07, Desa Lolu (Perumahan BTN).....	4-29
Gambar 4.41	Hasil Analisis Perhitungan <i>Displacement Lateral Spreading</i> pada pemodelan 1 Akibat Akselerasi Gempa Menggunakan Metode Newmark	4-32
Gambar 4.42	Hasil Analisis Perhitungan <i>Displacement Lateral Spreading</i> pada Kondisi 2 Akibat Akselerasi Gempa Menggunakan Metode Newmark	4-32

Gambar 4.43 Data <i>Ground Movement</i> saat Gempa Bumi Palu 28 September 2018 (Ishihara, 2019)	4-33
Gambar 4.44 Asumsi Peningkatan Tekanan Air Pori Ekses Terhadap Waktu Akibat Gempa Bumi.	4-34
Gambar 4.45 Konsep ($u = \sigma$) Dalam Analisis	4-35
Gambar 4.46 Konsep ($F = U = \sigma$).....	4-35
Gambar 4.47 Parameter Tanah Dalam Perhitungan	4-36
Gambar 4.48 Kemiringan Tanah	4-36
Gambar 4.49 <i>Overburden Pressure</i>	4-37
Gambar 4.50 Hasil Perhitungan Balik <i>Displacement</i> Akibat Peningkatan Tekanan Air Pori.....	4-39
Gambar 4.51 Perkiraan Ukuran Blok Yang Bergerak.....	4-40
Gambar 4.52 Gaya yang Mendorong, F per m ³	4-40
Gambar 4.53 Sketsa Bidang Kontak Lapisan Likuifaksi & Blok Diatasnya....	4-41
Gambar 4.54 Akselerasi Pada Rentang Waktu Kejadian	4-42
Gambar 4.55 <i>Zoom Up</i> Akselerasi Pada Rentang Waktu Kejadian	4-42
Gambar 4.56 <i>Displacement</i> Pada Rentang Waktu Kejadian	4-42
Gambar 4.57 Sketsa Isometri Perkiraan Proses <i>Lateral Spreading</i>	4-43



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Indeks Potensi Likuifaksi.....	2-29
Tabel 4.1 Mekanisme Sesar Palu Koro	4-7
Tabel 4.2 Rekapitulasi Kejadian Gempa 28 September 2018.....	4-8
Tabel 4.3 Perhitungan Jarak Episenter dan Jarak Hiposenter	4-15
Tabel 4.4 Perhitungan Jarak Episenter dan Jarak Hiposenter	4-15
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Akselerasi Gempa.....	4-20
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Indeks Potensi Likuifaksi (LPI).....	4-30
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan <i>Displacement</i> Akibat Akselerasi Gempa.....	4-33
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan <i>Displacement</i>	4-42



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data CPTu-06 & CPTu-07.....	L1-1
Lampiran 2 Evaluasi Potensi Likuifaksi & LPI.....	L2-1
Lampiran 3 <i>Tracing</i> Akselerasi Gempa.....	L3-1
Lampiran 4 Perhitungan Displacement	L4-1
Lampiran 5 Grafik FK Evaluasi Potensi Likuifaksi	L5-1
Lampiran 6 Data Gempa Bumi 28 September & Analisis	L6-1



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki resiko tinggi dalam mengalami bencana alam gempa bumi. Salah satu daerah di Indonesia dengan aktivitas seismik yang tinggi adalah Sulawesi Tengah. Aktivitas sesar aktif pada zona Sesar Palu-Koro menyebabkan terjadinya beberapa peristiwa gempa bumi pada September 2018 lalu dengan *mainshock* gempa lebih dari 7 M. Peristiwa tersebut menimbulkan dampak kerusakan infrastruktur dan korban jiwa yang cukup parah di beberapa daerah terdampak diantaranya Palu, Sigi, dan Donggala.

Salah satu dampak yang terjadi akibat peristiwa gempa bumi tersebut adalah likuifaksi. Likuifaksi merupakan suatu peristiwa dimana tanah berubah dari fase padat menjadi fase cair. Peristiwa ini terutama terjadi pada tanah pasir jenuh air yang memiliki kepadatan lepas. Ketika tanah pasir jenuh air mengalami getaran, ada kecenderungan tanah tersebut akan memadat dan mengalami penyusutan volume. Ketika tekanan air pori terus meningkat hingga sampai pada sebuah kondisi dimana tegangan air pori sama besar dengan tegangan tanah, tegangan efektif tanah tersebut akan menjadi nol dan membuat tanah tersebut kehilangan kekuatannya. (Seed dan Idriss, 1982).

Likuifaksi akibat gempa bumi dapat menyebabkan empat jenis kegagalan yaitu hilangnya daya dukung tanah, pergerakan osilasi permukaan tanah, *lateral spreading*, dan *flow slide* (Youd, 1978;1984). Pada peristiwa gempa bumi 28 September 2018 di Palu & Sekitarnya likuifaksi mengiduksi terjadinya *lateral spreading* di beberapa daerah seperti Petobo, Balaroa dan Lolu. *Lateral spreading* terjadi pada daerah dengan kemiringan landai atau cenderung datar. Ketika material yang koheren baik batuan maupun tanah berada diatas material yang mengalami likuifaksi, bagian atas tersebut akan merekah kemudian bertranslasi dan terpisahkan dari bagian bawahnya (Varnes, 1978).

1.2 Inti Permasalahan

Pada peristiwa gempa bumi di Palu & Sekitarnya, likuifaksi terjadi di beberapa daerah termasuk daerah pemukiman penduduk di Desa Lolu, Kecamatan Sigi Biromaru, Kabupaten Sigi. Peristiwa likuifaksi tersebut menginduksi terjadinya *lateral spreading* menyebabkan terseretnya beberapa infrastruktur dan fasilitas umum. Oleh sebab itu, diperlukan suatu metode perhitungan untuk memprediksi seberapa besar atau seberapa jauh perpindahan tanah atau *displacement* yang mungkin akan terjadi dari *lateral spreading* akibat likuifaksi.

Perhitungan *displacement* dari *lateral spreading* akan dilakukan dengan menggunakan Metode Newmark (1965). Metode ini memodelkan longsoran sebagai blok yang bergerak pada bidang miring. Metode ini menghasilkan *output* yang lebih baik dibandingkan metode Analisa *Pseudostatic* dan lebih praktis untuk dilakukan dibandingkan Metode Elemen Hingga. *Lateral spreading* terjadi di Lolu terjadi di lahan dengan kontur yang landai diatas tanah yang mengalami likuifaksi, oleh karena itu Metode Newmark merupakan salah satu metode yang dapat diterapkan dalam kasus *lateral spreading* di Desa Lolu karena kesesuaian asumsi model metode ini dengan kondisi lapangan dilokasi tersebut.

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk menghitung perpindahan tanah (*displacement*) dari *lateral spreading* akibat peristiwa likuifaksi di Desa Lolu. Tujuan penulisan skripsi ini adalah:

1. Evaluasi potensi likuifaksi berdasarkan data CPT menggunakan Metode Shibata & Teparaksa (1988) dan Metode Idriss & Boulanger (2004)
2. Menghitung secara kuantitatif *displacement* dari *lateral spreading* akibat peristiwa likuifaksi di Desa Lolu menggunakan Metode Newmark (1965).

1.4 Lingkup Penelitian

Lingkup pembahasan skripsi ini menggunakan studi kasus peristiwa likuifaksi yang terjadi di Desa Lolu pada 28 September 2018. Data tanah yang digunakan

merupakan data sekunder seperti data *Cone Penetration Test* (CPT), data akselerasi gempa, data topografi, geologi regional dan data lain yang terkait.

Evaluasi potensi likuifaksi dilakukan menggunakan Metode Shibata & Teparaksa (1988) dan Metode Idriss & Boulanger (2004). Perhitungan *displacement* dari *lateral spreading* dilakukan menggunakan Metode Newmark (1965).

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam skripsi ini adalah:

a. Studi Pustaka

Pengumpulan dasar teori dari *textbook*, penelitian, karya ilmiah dan jurnal yang digunakan mengenai gempa bumi, likuifaksi, *lateral spreading*, dan Metode Newmark (1965).

b. Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang diperlukan untuk perhitungan evaluasi potensi likuifaksi dan juga data untuk perhitungan *displacement* dari *lateral spreading* akibat likuifaksi diantaranya data CPTu, geologi regional Palu dan sekitarnya, dan data terkait lainnya.

c. Analisis Data

Perhitungan evaluasi potensi likuifaksi di Desa Lolu menggunakan metode Shibata & Teparaksa (1988) dan Metode Idriss & Boulanger (2004) serta perhitungan *displacement* dari *lateral spreading* menggunakan Metode Newmark (1965).

1.6 Sistematika Penulisan

Susunan penulisan skripsi ini dibagi menjadi 5 bab, yaitu :

BAB 1 Pendahuluan

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

BAB 2 Studi Literatur

Berisi teori-teori yang digunakan dalam penelitian terkait gempa bumi, likuifaksi, *lateral spreading*, dan Metode Newmark (1965).

BAB 3 Metode Analisis

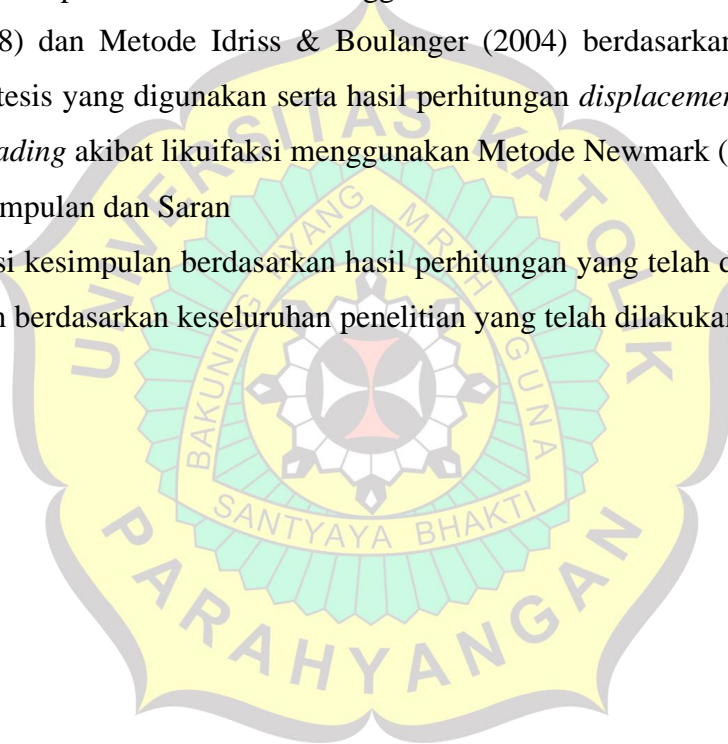
Berisi tentang metode-metode yang digunakan dalam melakukan perhitungan evaluasi potensi likuifaksi dan perhitungan *displacement* dari *lateral spreading* akibat likuifaksi.

BAB 4 Analisis Data

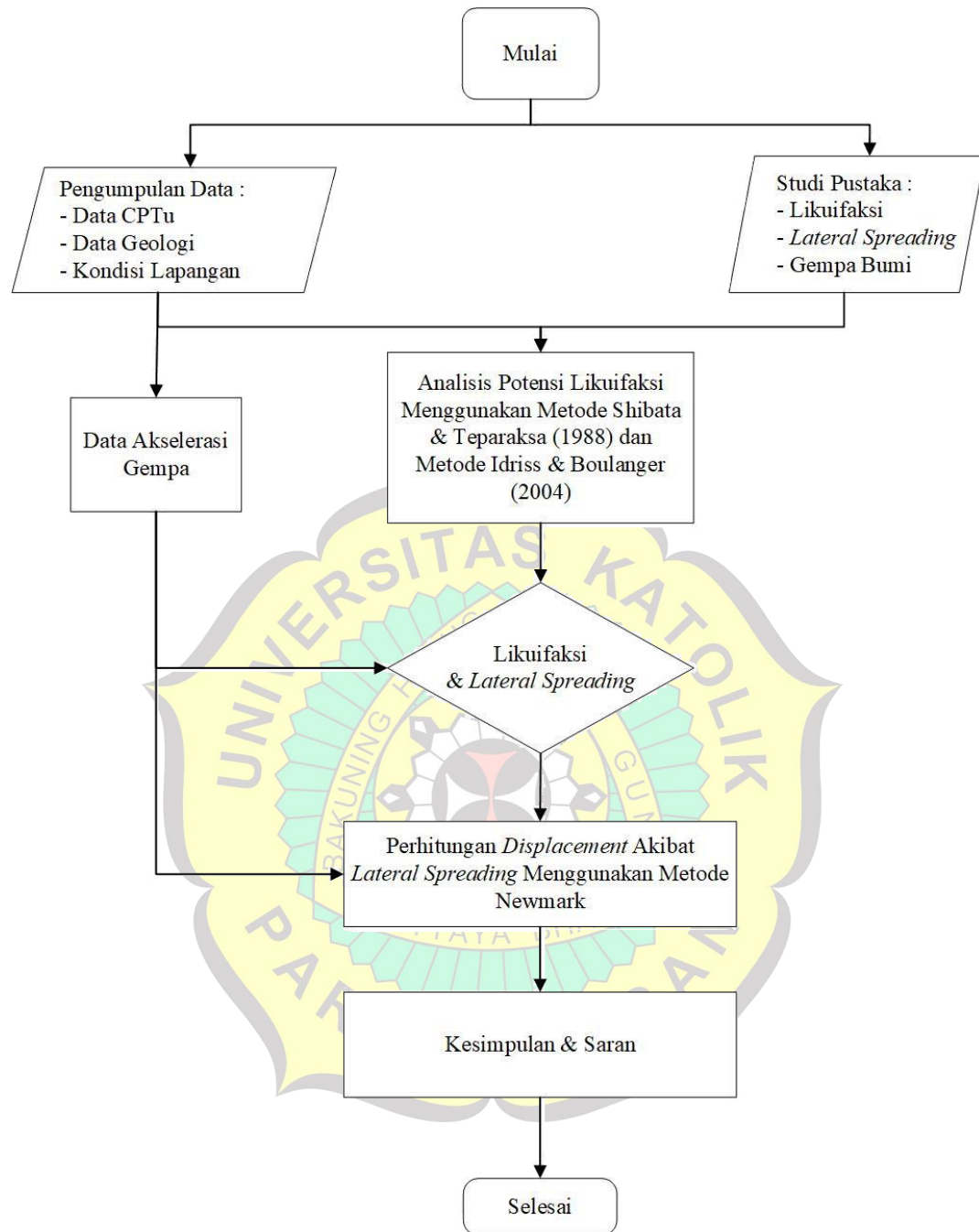
Berisi data-data yang digunakan sebagai parameter perhitungan, hasil evaluasi potensi likuifaksi menggunakan metode Shibata & Teparaksa (1988) dan Metode Idriss & Boulanger (2004) berdasarkan data CPTu, hipotesis yang digunakan serta hasil perhitungan *displacement* dari *lateral spreading* akibat likuifaksi menggunakan Metode Newmark (1965).

BAB 5 Kesimpulan dan Saran

Berisi kesimpulan berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan dan saran berdasarkan keseluruhan penelitian yang telah dilakukan.



1.7 Diagram Alir



Gambar 1.1 Diagram Alir Penulisan Skripsi

