

**ANALISIS ZONA RAWAN GEMPABUMI DAERAH  
LAMPUNG BERDASARKAN NILAI PERCEPATAN TANAH  
MAKSIMUM (PGA) DAN DATA *ACCELEROGRAPH* TAHUN  
2008-2017**

**(Skripsi)**

Oleh

**AGNES CAHYA WINDIYANTI**



**KEMENTRIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA  
2018**

## ABSTRACT

### ANALYSIS OF EARTHQUAKE PRONE ZONE LAMPUNG REGION BASED ON PEAK GROUND ACCELERATION (PGA) AND DATA ACCELEROGRAPH YEAR 2008-2017

By

AGNES CAHYA WINDIYANTI

The seismicity histories of Lampung between 1990 and 2017 recorded that Lampung District had been devastated by 2 earthquakes in 1933 and 1994 caused by the Sumatra Fault activity sourced in Liwa. This research uses Peak Ground Acceleration (PGA) approach as one of the indicators used to study the level of soil damage caused by earthquake vibration and aims to study the peak ground acceleration zone (PGA) and earthquake intensity based on earthquake historical data from 1990-2017, as well as data accelerograph year 2008-2017. The PGA calculations use the Lin and Wu Equations (2010) and the earthquake intensity based on the PGA value. The result of calculation resulted the acceleration attenuation of each Accelerograph Station in Lampung Region:

$$\text{LWLI} : \text{Log}_{10}(\text{PGA}) = -1,591 \times \text{log}_{10}(R) + 0,485 \times (M) + 1,283$$

$$\text{KASI} : \text{Log}_{10}(\text{PGA}) = -0,068 \times \text{log}_{10}(R) + 0,243 \times (M) + -1,699$$

$$\text{BLSI} : \text{Log}_{10}(\text{PGA}) = -1,040 \times \text{log}_{10}(R) + -0,005 \times (M) + 2,048$$

$$\text{KLI} : \text{Log}_{10}(\text{PGA}) = -0,048 \times \text{log}_{10}(R) + 0,348 \times (M) + -2,424.$$

In addition, the results showed that the value of PGA in Lampung Region varied from -9 - 270 gal. Peak ground acceleration zone in Lampung area is divided into 3 zones, the first zone with PGA -9-2,9 gal, second zone with PGA 2,9-88 gal, and third zone with PGA value 167-270 gal. While based on the intensity of the earthquake, Liwa Region has the greatest damage potential in the intensity of VII-VIII MMI. It is due the earthquake event is sourced in the western part of the sea (Indian Ocean)

Keywords: Accelerograph, Peak Ground Acceleration (PGA), Intensity of Earthquake,Lampung

## ABSTRAK

### ANALISIS ZONA RAWAN GEMPABUMI DAERAH LAMPUNG BERDASARKAN NILAI PERCEPATAN TANAH MAKSIMUM (PGA) DAN DATA ACCELEROGRAPH TAHUN 2008-2017

Oleh

AGNES CAHYA WINDIYANTI

Sejarah kegempaan Lampung antara tahun 1990 hingga 2017 mencatat bahwa Daerah Lampung telah dilanda gempabumi merusak sebanyak 2 kali pada tahun 1933 dan 1994 yang disebabkan oleh aktivitas Sesar Sumatra yang bersumber di Liwa. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Peak Ground Acceleration* (PGA) sebagai salah satu indikator yang digunakan untuk studi tingkat kerusakan tanah yang disebabkan oleh getaran gempabumi dan bertujuan untuk mengkaji zona percepatan tanah maksimum (PGA) dan intensitas gempabumi berdasarkan data historis gempabumi dari tahun 1990-2017, serta data *accelerograph* tahun 2008-2017. Perhitungan PGA menggunakan Persamaan Lin dan Wu (2010) dan intensitas gempabumi berdasarkan nilai PGA. Hasil perhitungan menghasilkan fungsi atenuasi percepatan tanah masing-masing Stasiun *Accelerograph* di Wilayah Lampung yaitu :

$$\text{LWLI} : \text{Log}_{10}(\text{PGA}) = -1,591 \times \text{log}_{10}(R) + 0,485 \times (M) + 1,283$$

$$\text{KASI} : \text{Log}_{10}(\text{PGA}) = -0,068 \times \text{log}_{10}(R) + 0,243 \times (M) + -1,699$$

$$\text{BLSI} : \text{Log}_{10}(\text{PGA}) = -1,040 \times \text{log}_{10}(R) + -0,005 \times (M) + 2,048$$

$$\text{KLI} : \text{Log}_{10}(\text{PGA}) = -0,048 \times \text{log}_{10}(R) + 0,348 \times (M) + -2,424.$$

Analisis hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai PGA di Wilayah Lampung bervariasi dari -9 – 270 gal. Zonasi percepatan tanah maksimum di wilayah Lampung dibagi menjadi 3 zona, yaitu zona pertama dengan nilai PGA -9-2,9 gal, zona kedua dengan nilai PGA 2,9-88 gal, dan zona ketiga dengan nilai PGA 167-270 gal. Sedangkan berdasarkan intensitas gempabumi, Wilayah Liwa memiliki potensi kerusakan terbesar dalam intensitas VII-VIII MMI. Hal tersebut dikarenakan *event* gempa bersumber di wilayah laut bagian barat (Samudra Hindia)

Kata kunci : *Accelerograph*, Percepatan Tanah Maksimum (PGA), Intensitas Gempabumi, Lampung

**ANALISIS ZONA RAWAN GEMPABUMI DAERAH  
LAMPUNG BERDASARKAN NILAI PERCEPATAN TANAH  
MAKSIMUM (PGA) DAN DATA *ACCELEROGRAPH* TAHUN  
2008-2017**

Oleh

**AGNES CAHYA WINDIYANTI**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar

**SARJANA TEKNIK**

Pada

Jurusan Teknik Geofisika

Fakultas Teknik Universitas Lampung



**KEMENTRIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA  
2018**



**Judul Skripsi : ANALISIS ZONA RAWAN GEMPABUMI  
DAERAH LAMPUNG BERDASARKAN  
NILAI PERCEPATAN TANAH MAKSIMUM  
(PGA) DAN DATA ACCELEROGRAPH  
TAHUN 2008-2017**

**Nama Mahasiswa : Agnes Cahya Windiyanti**

**Nomor Pokok Mahasiswa : 1415051001**

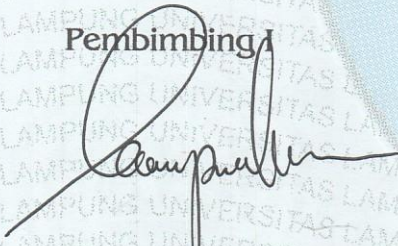
**Jurusan : Teknik Geofisika**

**Fakultas : Teknik**

**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**

**Pembimbing I**




**Karyanto, S.Si., M.T.  
NIP 19691230 199802 1 001**

**Pembimbing II**



**Rustadi, S.Si., M.T.  
NIP 19720511 199703 1 002**

**2. Ketua Jurusan Teknik Geofisika**



**Dr. Nandi Haerudin, S.Si., M.Si.  
NIP 19750911 200012 1 002**

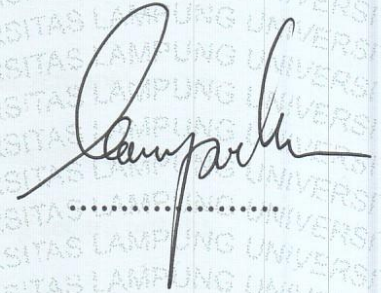


**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

**Ketua**

**: Karyanto, S.Si., M.T.**



**Sekretaris**

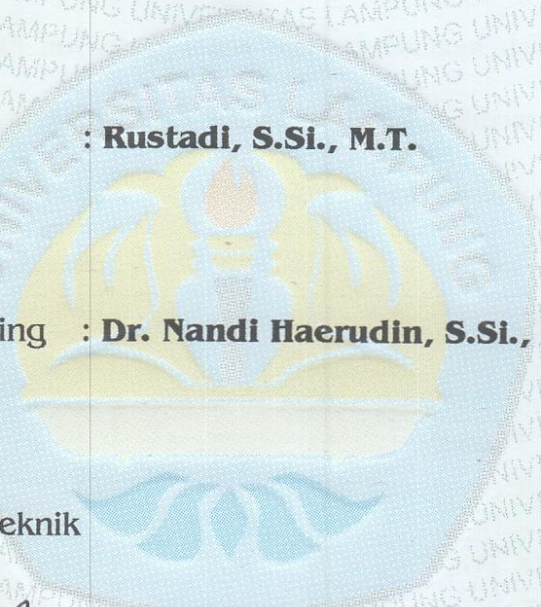
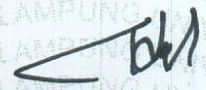
**: Rustadi, S.Si., M.T.**



**Penguji**

**Bukan Pembimbing**

**: Dr. Nandi Haerudin, S.Si., M.Si.** .....



**Dekan Fakultas Teknik**

**Prof. Drs. Suharno, B.Sc., M.S., M.Sc., Ph.D., IPU.**

**NIP 19620717 198703 1 002**

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 12 Juli 2018**



## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang dilakukan orang lain, dan sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana telah disebutkan dalam daftar pustaka, selain itu pula saya menyatakan bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri. Apabila pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, Juli 2018



Agnes Cahya Windiyanti  
NPM. 1415051001

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Jaya, Kecamatan Terbanggi Besar Kabupaten Lampung Tengah pada tanggal 19 April 1996, anak *kedua* dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Agus Kristiyono dan IbuSukaningsih.

Penulis menempuh pendidikan di Sekolah Dasar (SD) Negeri 10 Metro Pusat, Kec. Metro Pusat, Kota Metro diselesaikan pada tahun 2008, pendidikan di Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 10 Metro, Kota Metro diselesaikan pada tahun 2011, pendidikan di Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 5 Metro, Kota Metro diselesaikan pada tahun 2014.

Pada tahun 2014, penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung. Penulis terdaftar sebagai anggota bidang Kesekretariatan pada periode 2015/2016, 2016/2017. Pada bulan Januari tahun 2017 penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Buyut Iilir, Kecamatan Gunung Sugih, Kabupaten Lampung Tengah. Pada bulan Agustus tahun 2017 penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di BPPTKG Merapi, Yogyakarta. Pada bulan Februari tahun 2017 penulis melaksanakan penelitian Tugas Akhir di BMKG Kotabumi, Lampung.



## **PERSEMBAHAN**

***Bismillahirrohmanirrohim***

Atas ridho Allah SWT dan segala kerendahan hati, kan ku persembahkan  
skripsi ini kepada:

**Ayahanda tercinta, Bapak Agus Kristiyono**

**Ibunda tersayang, Ibu Sukaningsih**

**Kakakku terbaik, Intan Nova Aprella**

**Adikku terkasih, Winda Rani Erawati**

**Keluarga besarku**

**Teknik Geofisika Universitas Lampung 2014  
Keluarga Besar Teknik Geofisika Universitas Lampung  
Almamater ku tercinta Universitas Lampung  
Sahabat-sahabatku dan orang-orang terkasih**

## MOTTO

**Dan berbuat baiklah, karena  
sesungguhnya Allah menyukai  
orang-orang yang berbuat baik  
{QS Al-Baqarah : 195}**

**Belajar dari masa lalu, hidup  
untuk sekarang, dan berharap lah  
untuk masa depan**

**You can give up now,  
Nobody really cares.  
But you don't give up  
That's what makes you strong  
{Indra Sugiarto}**

**Memang tak semua  
Perjalanan hidupmu lurus,  
Terkadang manis atau pahit  
Tetapi percayalah bila tiba  
Waktunya semua pasti  
Indah pada waktunya**

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji bagi Allah S.W.T yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Tak lupa shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada baginda besar Nabi Muhammad S.A.W.

Skripsi yang berjudul “Analisis Zona Rawan Gempabumi Daerah Lampung Berdasarkan Nilai Percepatan Tanah Maksimum Dan Data *Accelerograph* Tahun 2008-2017” merupakan hasil dari Tugas Akhir yang penulis laksanakan di BMKG Kotabumi, Lampung. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan jauh dari kesempurnaan.

Atas segala kekurangan dan ketidaksempurnaan skripsi ini, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun kearah perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dan memberikan wawasan bagi para pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Bandar Lampung, Juli 2018  
Penulis

Agnes Cahya Windiyanti



## SAN WACANA

Dalam pelaksanaan dan penyelesaian skripsi ini tentunya tidak lepas dari bimbingan dan dukungan berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada pihak-pihak yang bersangkutan yaitu:

1. **Allah S.W.T** yang telah memberikan rahmat dan hidayah nya atas kelancaran dalam penyusunan skripsi ini.
2. **Bapak Agus Kristiyono dan Ibu Sukaningsih** ku tercinta, atas segalanya yang telah diberikan, engkau adalah inspirasi dan motivasi terbesarku untuk dapat menyelesaikan pendidikan. Terimakasih Bapak dan Ibu, anakmu sangat bangga dan bahagia memiliki sosok sepertimu didunia ini. Semoga Allah memberikan kita umur yang panjang dalam kesehatan dan kebahagiaan agar bersama-sama kita dapat menikmati keberhasilanku.
3. **Kakak ku Intan Nova Aprella dan Adik ku Winda Rani Erawati** Kebersamaan yang pernah kita ukir takkan pernah berakhir masanya, kasih sayang yang kita rasakan takkan pernah sirna hingga akhir dunia. Tingkah laku kalian selalu jadi penyemangat disela-sela kejenuhan.
4. **Bapak Karyanto, S.Si., M.T.** selaku dosen pembimbing I di Kampus terimakasih atas semua ilmu, bimbingan, kesabaran, saran dan kritik untuk meluangkan waktu nya dalam memberikan bimbingan penyelesaian skripsi ini.

5. **Bapak Rustadi, S.Si., M.T.** selaku dosen pembimbing II dan dosen praktik kerja lapangan yang sangat baik terimakasih atas semua ilmu, bimbingan, kesabaran, ketelitian, saran dan kritik yang banyak membantu penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. **Bapak Dr. Nandi Haerudin, S.Si., M.Si.** selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan kritik terhadap skripsi ini.
7. **Bapak Prof. Drs. Suharno, B.Sc., M.S., M.Sc., Ph.D., IPU.** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
8. **Bapak Dr. Nandi Haerudin, S.Si., M.Si.** selaku Ketua Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung.
9. Seluruh dosen pengajar Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung yang telah berbagi ilmu dan pengalaman selama perkuliahan.
10. Seluruh Staf Tata Usaha Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung, **Pak Marsuno** dan **Mbak Dhea** yang telah memberi banyak bantuan dalam proses administrasi.
11. **Bapak Joharman, S.H** selaku pimpinan BMKG Kotabumi yang telah mengizinkan dan membantu penulis dalam melaksanakan Tugas Akhir.
12. **Bapak Rudianto, S.T., M.Sc.** selaku pembimbing Tugas Akhir di BMKG Kotabumi yang telah banyak memberi ilmu, membimbing, dan memotivasi penulis selama melaksanakan tugas akhir di BMKG Kotabumi.
13. **Mba Ferina, Mba Vibri, Mas David, Mba Ayu, Pak Heru, Pak Teguh** serta seluruh pegawai BMKG Kotabumi yang telah banyak membantu penulis saat melaksanakan Tugas Akhir.
14. **BMKG pusat** yang telah memberikan data untuk Tugas Akhir.

15. Teman seperjuangan selama melaksanakan tugas akhir di BMKG Kotabumi yaitu **Fhera, Arie, Bovi, dan Abdul** yang telah berbagi ilmu dan memotivasi penulis.
16. Teman-teman **Teknik Geofisika 2014 (Nupit, dicky, Isti, Agung, Alfian, Ida, Aul, Aldi, Alfa, Amir, Aziz, Azri, Delpia, Desta, Dharta, Diana, Evi, Farizi, Filza, Fitria, Ghat, Ideng, Ipeh, Kiki, Malik, Morales, Gaffar, Nabila, Nana, Niko, Rita, Sofyan, Helbrat, Tiwi, Umi Diana, Witta, Yuda, Agra, Ino, Fajar, Indra, Martin, Budi, Norman, Ikhwan, Pungky, Cinthia, Dimas, Ewin, Asrin, Andi, Rhaka, Viska, Galang, Arief, Iqbal, Pakde, Faqih, Romi, Ilham, Jefri, Ridho, Zaki)** yang telah memberi dukungan, motivasi, kesedihan dan keceriaan setiap harinya.
17. Keluarga Besar Teknik Geofisika Universitas Lampung.
18. Seluruh **keluarga besarku ( Embah, Pakde Buyung, Bude, Bule, dan semuanya)** yang telah membantu dalam berbagai hal dan selalu memberi do'a dan dukungan agar menjadi orang yang selalu semangat dan sukses.
19. **Kak Pipit** yang selalu memberikan bimbingan, motivasi, dan semangat untuk penulis.
20. Teman sekamar **Dwi, Ari, dan Yati** yang banyak memberi semangat penulis.
21. Terimakasih banyak atas semua pihak yang telah terlibat, semoga apa yang telah kalian berikan akan mendapatkan balasan dari Allah S.W.T.

Bandar Lampung, Juli 2018  
Penulis

Agnes Cahya Windiyanti



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRACT</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	vi
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	vii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	viii
<b>MOTTO</b> .....	ix
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	x
<b>SANWACANA</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xix
 <b>I. PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan.....	3
C. Batasan Masalah.....	3

D. Manfaat Penelitian .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Letak Geografis Daerah Penelitian .....	5
B. Geologi Regional Daerah Penelitian.....	6
C. Tektonik Regional Daerah Penelitian .....	9
D. Letak Sensor <i>Accelerometer</i> BMKG Wilayah Lampung .....	12
E. Sejarah Gempabumi Wilayah Lampung.....	13
<b>III. DASAR TEORI</b>	
A. Gempabumi.....	15
B. Percepatan Tanah Maksimum (PGA) .....	17
C. <i>Accelerograph</i> .....	20
D. Magnitudo Gempabumi .....	23
E. Rumus Empiris Percepatan Tanah .....	24
F. Analisis Regresi .....	27
G. Analisis Korelasi.....	30
H. Intensitas Seismik .....	30
<b>IV. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
A. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	32
B. Alat dan Bahan Penelitian.....	32
C. Data dan Sumber Data .....	32
D. Metodologi Penelitian.....	33
1. Menentukan Fungsi Atenuasi Percepatan Tanah (PGA) .....	33
2. Menentukan Nilai Percepatan Tanah Maksimum dan Skala Intensitas Gempabumi.....	35
E. Diagram Alir Penelitian .....	37
1. Penyelesaian Fungsi Atenuasi Percepatan Tanah serta Membandingkannya dengan Hasil Observasi <i>Accelerograph</i> dan Metode Fungsi Atenuasi Percepatan Tanah lainnya .....	37
2. Diagram Alir Pembuatan Peta Percepatan Tanah Berdasarkan Nilai Skala Intensitas Gempabumi.....	39
F. Jadwal Penelitian .....	40
<b>V. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Hasil Penelitian .....	41
B. Pembahasan.....	42
1. Penentuan Fungsi Atenuasi Percepatan Gerak Tanah Maksimum.....	42
2. Uji Korelasi Data Hasil Observasi <i>Accelerograph</i> dan Nilai PGA Hasil Perhitungan Persamaan Empiris Modifikasi.....	43
3. Perbandingan Antara Nilai PGA Hasil Perhitungan Persamaan Empiris Modifikasi dan Persamaan Empiris PGA lain serta Data	

Hasil Perekaman <i>Accelerograph</i> .....	46
4. Grafik Hubungan Antara Jarak, Nilai PGA Hasil Perhitungan Empiris Modifikasi dan Persamaan Empiris PGA lain serta Data Hasil Perekaman <i>Accelerograph</i> dan Magnitudo 5 Mb dan 5,5 Mb ...	53
5. Peta Percepatan Gerak Tanah Maksimum (PGA).....	55

## **VI. KESIMPULAN DAN SARAN**

A. Kesimpulan .....	59
B. Saran .....	60

## **DAFTAR PUSTAKA**



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 1.</b> Peta Daerah Penelitian.....	5
<b>Gambar 2.</b> Peta Geologi Daerah Penelitian.....	6
<b>Gambar 3.</b> Peta Tektonik Kepulauan Indonesia dan sekitarnya.....	9
<b>Gambar 4.</b> Peta Letak Sebaran <i>Accelerometer</i> Daerah Penelitian.....	12
<b>Gambar 5.</b> Jenis-jenis <i>Accelerograph</i> .....	21
<b>Gambar 6.</b> Alur Peralatan <i>Accelerograph</i> .....	22
<b>Gambar 7.</b> Peta Titik Grid Daerah Penelitian.....	36
<b>Gambar 8.</b> Diagram Alir Fungsi Atenuasi Percepatan Tanah, Perbandingan dengan Hasil Observasi <i>Accelerograph</i> dan Fungsi Atenuasi Percepatan Tanah lainnya.....	38
<b>Gambar 9.</b> Diagram Alir Peta Percepatan Tanah (PGA).....	39
<b>Gambar 10.</b> Korelasi PGA Observasi dan PGA Model Stasiun LWLI.....	43
<b>Gambar 11.</b> Korelasi PGA Observasi dan PGA Model Stasiun KASI .....	44
<b>Gambar 12.</b> Korelasi PGA Observasi dan PGA Model Stasiun LWLI.....	44
<b>Gambar 13.</b> Korelasi PGA Observasi dan PGA Model Stasiun KLI.....	45
<b>Gambar 14.</b> Grafik Verifikasi PGA Observasi, PGA Fungsi Empiris, dan PGA Model Stasiun Liwa (LWLI) .....	47
<b>Gambar 15.</b> Grafik Verifikasi PGA Observasi, PGA Fungsi Empiris, dan PGA Model Stasiun Kota Agung (KASI).....	48
<b>Gambar 16.</b> Grafik Verifikasi PGA Observasi, PGA Fungsi Empiris, dan PGA	

Model Stasiun Bandar Lampung (BLSI) .....	49
<b>Gambar 17.</b> Grafik Verifikasi PGA Observasi, PGA Fungsi Empiris, dan PGA Model Stasiun Kota Bumi (KLI) .....	50
<b>Gambar 18.</b> Grafik Hasil Model Atenuasi PGA dan Fungsi Atenuasi lainnya terhadap Jarak <i>Accelerograph</i> dengan Magnitudo 5 Mb.....	53
<b>Gambar 19.</b> Grafik Hasil Model Atenuasi PGA dan Fungsi Atenuasi lainnya terhadap Jarak <i>Accelerograph</i> dengan Magnitudo 5,5 Mb.....	54
<b>Gambar 20.</b> Peta Percepatan Gerak Tanah Maksimum (PGA) .....	55

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 1.</b> Jaringan <i>Seismometer</i> di Wilayah Lampung dan Sumatra Selatan .....	13
<b>Tabel 2.</b> Interpretasi Koefisien Korelasi .....	30
<b>Tabel 3.</b> Skala Intensitas Gempabumi .....	31
<b>Tabel 4.</b> Jadwal Penelitian .....	40
<b>Tabel 5.</b> Hasil Perhitungan Analisis Regresi Percepatan Gerak Tanah Maksimum pada Stasiun <i>Accelerograph</i> di Wilayah Lampung .....	41
<b>Tabel 6.</b> Hasil Perhitungan Koefisien Korelasi dan Tingkat Hubungan pada Stasiun <i>Accelerograph</i> .....	46

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Daerah penelitian yang berdekatan dengan jalur tumbukan dua lempeng tektonik, yaitu Lempeng Indo-Australia yang bergerak dan menunjam ke bawah Lempeng Eurasia menimbulkan Zona Subduksi yang memiliki banyak sumber gempa bumi. Selain bersumber dari Zona Subduksi, adanya Patahan Besar Sumatra juga menyebabkan Wilayah Lampung rawan terhadap gempa bumi. Padatnya penduduk dan banyaknya daerah yang masih berkembang di Wilayah Lampung, sehingga diperlukan suatu penanggulangan resiko gempa bumi yang dapat mengurangi dan mengatasi dampak akibat bencana gempa bumi.

Salah satu upaya untuk mengatasi bencana tersebut yaitu dengan membuat bangunan tahan gempa. Untuk mendukung hal tersebut, maka perlunya informasi mengenai nilai percepatan gerak tanah maksimum dan pola sebarannya untuk perencanaan serta pembangunan infrastruktur yang sesuai dengan *building code* yang tahan terhadap PGA maksimum di Wilayah Lampung, sehingga diperlukan mitigasi sebelum, sesaat, dan setelah gempa terjadi di wilayah tersebut (Edwiza, 2008).

Dengan menggunakan pendekatan *Peak Ground Acceleration* (PGA) dapat diketahui nilai percepatan gerak tanah maksimum sebagai salah satu indikator

yang digunakan untuk studi tingkat kerusakan tanah yang disebabkan oleh getaran gempabumi yang terjadi di muka bumi. Percepatan gerak tanah maksimum dapat diketahui dengan dua cara, yaitu pengukuran menggunakan alat *accelerograph* dan melalui pendekatan empiris (Irwansyah dan Winarko, 2012).

Pengukuran menggunakan alat *accelerograph* berfungsi untuk merekam percepatan getaran tanah, menghitung gempa berkekuatan besar, serta sebagai *backup* seismometer untuk merekam getaran kuat. Alat *accelerograph* yang terpasang di 4 stasiun Wilayah Lampung perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui fungsi atenuasi percepatan gerak tanah maksimum. Penelitian dilakukan menggunakan data yang dihasilkan dari pembacaan alat *accelerograph* untuk dihasilkan formula atenuasi yang sesuai di Wilayah Lampung, sedangkan pendekatan empiris digunakan untuk menghasilkan rumusan PGA. Dari rumusan tersebut digunakan untuk mengestimasi nilai percepatan gerak tanah maksimum (PGA) yang sesuai dengan Wilayah Lampung (Setiawan, 2012).

Dengan menghitung besarnya percepatan gerak tanah maksimum di Daerah Lampung maka dapat diketahui wilayah yang rawan mengalami kerusakan saat terjadi gempabumi.

## **B. Tujuan**

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Mencari rumusan empiris percepatan tanah maksimum Wilayah Lampung yang sesuai dengan data hasil pencatatan *accelerograph*.
2. Mengidentifikasi sumber gempa yang berpengaruh pada daerah penelitian.
3. Membuat peta percepatan tanah maksimum berdasarkan skala intensitas gempabumi dengan fungsi atenuasi percepatan tanah maksimum yang diperoleh.

## **C. Batasan Masalah**

Batasan masalah dari penelitian ini yaitu dengan mencari formula atenuasi percepatan gerak tanah maksimum dari data *accelerograph* tahun 2008-2017 yang sesuai untuk Wilayah Lampung dengan pendekatan rumus yang digunakan yaitu rumusan Lin dan Wu, Esteva, Mc. Guire, Setiawan dan Widiatmoko, mengidentifikasi sumber gempa yang berpengaruh, menghitung jarak terdekat sumber gempa terhadap daerah penelitian, serta membuat peta percepatan tanah maksimum berdasarkan skala intensitas gempabumi pada suatu *event* gempabumi di Wilayah Lampung.



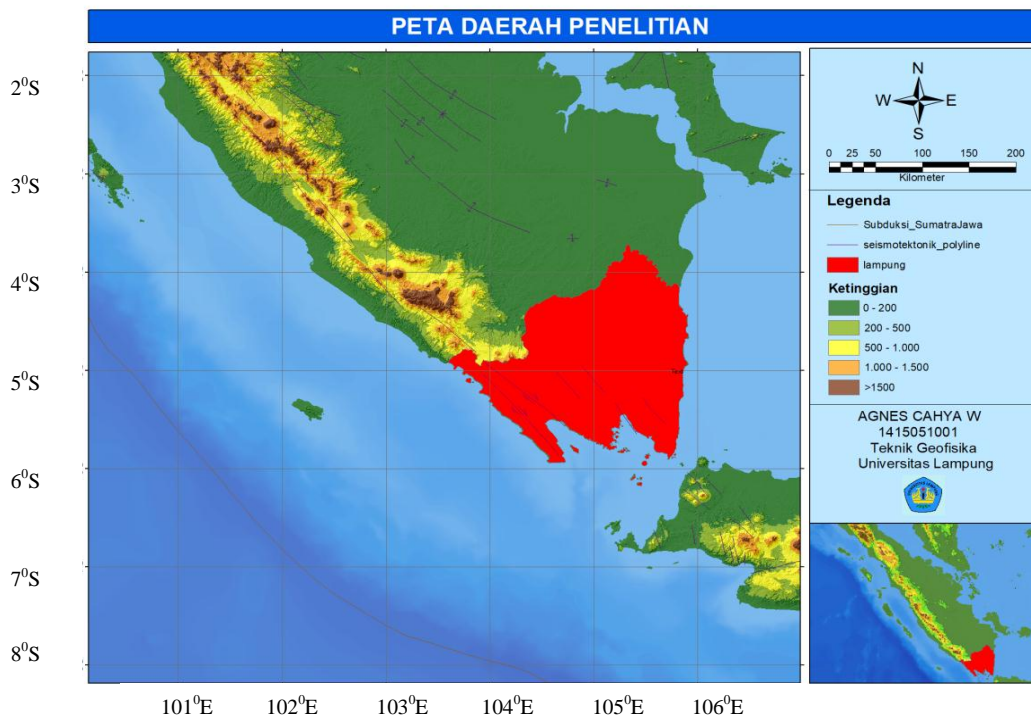
#### **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini yaitu dihasilkannya zona rawan gempa bumi di Daerah Lampung berdasarkan fungsi atenuasi dan nilai percepatan gerak tanah maksimum (PGA), sehingga diketahui daerah yang rawan mengalami kerusakan saat terjadi gempa bumi.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Letak Geografis Daerah Penelitian

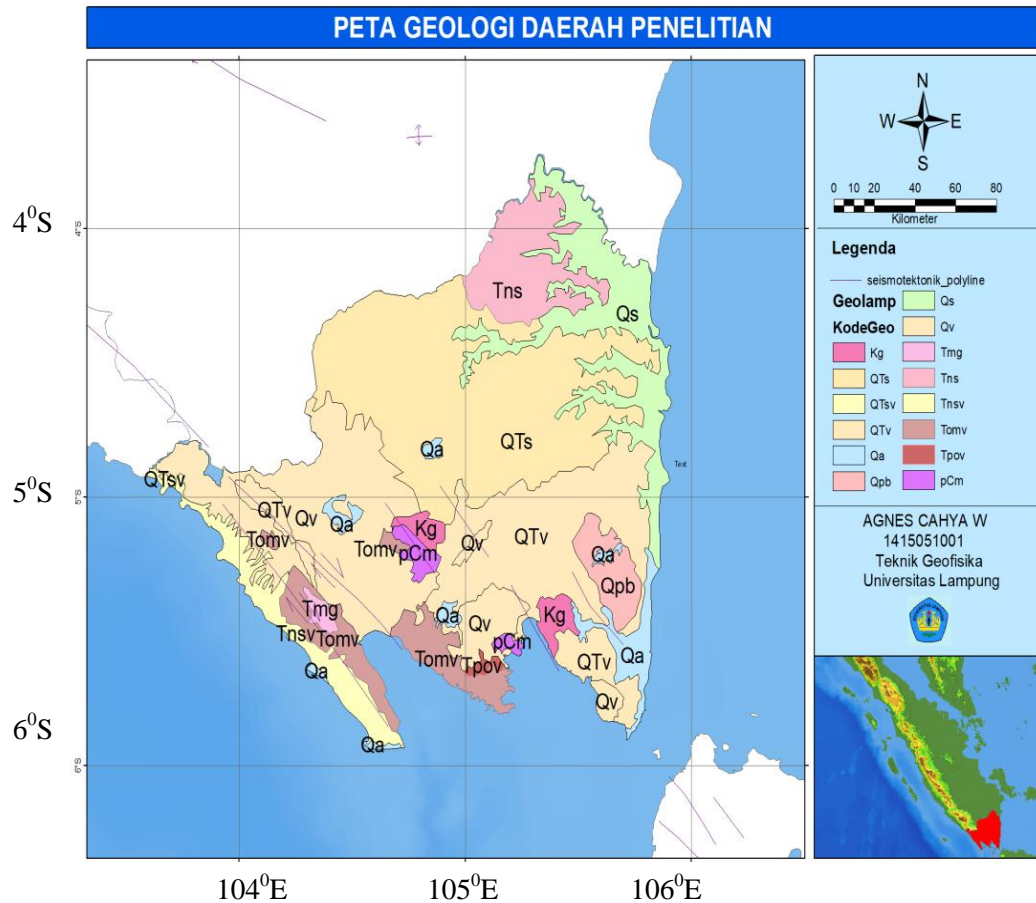
Luas Provinsi Lampung sekitar 35.376,50 km<sup>2</sup> yang terletak pada koordinat 105°45'-103°48' BT dan 3°45'-6°45' LS dan terdiri dari dari 12 Kabupaten dan 2 Kota Madya. Di sebelah utara Provinsi Lampung yaitu Provinsi Bengkulu dan Sumatra Selatan, sebelah selatan Selat Sunda, sebelah barat Samudra Hindia dan sebelah timur Laut Jawa. Letak geografis Provinsi Lampung dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Peta daerah penelitian (Modifikasi dari Badan Geologi, 2015).

## B. Geologi Regional Daerah Penelitian

Geologi regional daerah penelitian dapat dilihat pada **Gambar 2** berikut ;



**Gambar 2.** Peta geologi daerah penelitian (Modifikasi dari Badan Geologi, 2015).

Geologi Provinsi Lampung secara keseluruhan berada pada empat lembar peta geologi skala 250.000, yaitu Lembar Tanjung Karang, Lembar Kota Agung, Lembar Baturaja, dan Lembar Menggala. Tiga kali proses orogenesis Wilayah Lampung, yaitu pada:

1. Mesozoikum Tengah
2. Kapur Akhir sampai Tersier Awal
3. Plio-Plistosen sampai pada saat ini.

Berdasarkan peta geologi daerah penelitian (**Gambar 2**) maka dapat diketahui geologi penyusun Provinsi Lampung yaitu **Kg** merupakan batuan terobosan kapur berupa *granit* dan *granodiorit*, **QTs** merupakan sedimen darat plio pliososen berupa sedimen epiklastika berbatu apung, tuf, tuf pasiran dan batupasir tufan, **QTsv** merupakan sedimen tufan plio pliososen berupa konglomerat aneka bahan (batupasir dan batulempung tufaan, tufa pasiran berbatu apung), **QTV** merupakan batuan gunungapi plio pliososen (tuf, breksi gunungapi dan lava bersusunan riolit, dasit, dan andesit), **Qa** merupakan alluvium, **Qpb** merupakan lava basal yang berongga mengandung olivine dan tridmit, **Qs** merupakan endapan rawa, **Qv** merupakan batuan gunungapi kuartar (breksi gunungapi, lava, dan tuf bersusun andesit-basal), **Tmg** merupakan terobosan miosen (*granit*, *diorite granodiorit*, dan *andesit*), **Tns** merupakan sedimen peralihan mio pliosen (batulumpur, batulanau, dan batupasir tufaan setempat sisipan batubara, serpih tufan dan tuf), **Tnsv** merupakan sedimen tufan mio pliosen (batupasir, batulumpur tufaan, tufa, konglomerat, dan banyak moluska), **Tomv** merupakan batuan gunungapi oligo miosen (lava, breksi gunungapi dan tuf yang terdiri dari andesit basal, bersisipan batupasir) pada umumnya terpropilitkan, termineralkan dan berwarna hijau atau abu-abu kehijauan, **Tpov** merupakan batuan gunungapi paleosen oligosen (breksi gunungapi, lava, tuf dan tuf padu bersusunan andesit basal, sisipan tuf, batupasir dan batu lanau) pada umumnya terubah dan berwarna ungu kehijauan, dan **pCm** merupakan batuan malihan pra karbon (sekis mika, sekis klorit, sekis kuarsa, dan sekis grafit dengan genes, filit, kuarsit, pualam, dan batusabak).

Keadaan alam daerah penelitian di bagian selatan dan barat merupakan

daerah pantai yang berbukit-bukit sebagai gabungan dari bukit barisan di Pulau Sumatra. Bagian tengah merupakan dataran rendah. Sedangkan tepian pantai di sebelah timur di sepanjang tepi Laut Jawa terus ke utara merupakan perairan yang luas, dan di sisi tenggara (Mangga, dkk, 1994) dapat dijumpai batuan gunungapi kuarter, batuan sedimen, batugamping, batupasir, basalt, Formasi Surung Batang (tuf, batulempung, breksi, dan tuf pasiran) yang berumur Miosen Awal, dan batuan pejal. Menurut (Gafuer, dkk, 1994) pada sisi utara Lampung terdapat Formasi Kasai (konglomerat, batupasir kuarsa, dan batulempung), Formasi Kikim (breksi gunungapi, tuf, lava, batupasir, dan batulempung), Formasi Ranau (tuf, dan batulempung berkarbonat), batuan gunungapi andesit-basalt, batuan breksi gunungapi tuf, dan batuan granit.

Sesar banyak terdapat di sekitar Teluk Lampung, di sepanjang Pematang Kayu Beras sampai Umbulan Lengging dengan rata-rata sesar melewati Danau Ranau, sedangkan sesar-sesar pendek banyak terdapat di daerah Pematang Ajan, Bukit Sebonang, Pematang Baru, Pematang Angkanangkan dan Pematang Panjang, juga terdapat hampir di semua Wilayah Kota Agung dan sesar terpanjang adalah Sesar Semangko (Mangga, dkk, 1994).

Secara umum stratigrafi daerah penelitian diklasifikasikan dalam 3 bagian, yaitu :

- Kelompok Batuan Pra Tersier, terdiri dari Gunung Kasih, Formasi Menanga, dan Komplek Sulan.
- Kelompok Batuan Tersier, meliputi Formasi Kantur.
- Kelompok Batuan Kuarter, terdiri dari Basal Sukadana, Endapan Gunungapi Muda, Formasi Kasai, dan Formasi Lampung (Mangga, dkk, 1986).

### C. Tektonika Regional Daerah Penelitian



**Gambar 3.** Peta tektonik Kepulauan Indonesia dan sekitarnya (Irsyam, dkk, 2010)

Sumatra terletak di Paparan Sunda tepatnya di tepi barat daya, yang merupakan bagian dari Busur Sunda sebagai sambungan dari Lempeng Eurasia ke daratan Asia Tenggara. Lampung sebagai wilayah yang ada di Indonesia dengan aktivitas kegempaan yang tinggi, karena di sepanjang Laut Barat Sumatra terdapat Zona Subduksi Lempeng Indo-Australia yang bergerak dan menunjam ke bawah Lempeng Eurasia dengan kecepatan rata-rata 60 mm/tahun. Zona Subduksi Lempeng tersebut yang menjadi pusat gempa bumi tektonik yang terjadi setiap tahunnya.



Provinsi Lampung juga di lewati oleh sesar tektonik aktif yang membentang dari Aceh hingga Perairan Selat Sunda yang disebut dengan Sesar Sumatra atau Sesar Semangko. Panjang sesar aktif tersebut sekitar 1.900 km yang terbagi menjadi 19 segmen-segmen utama. Segmen Kumering, Segmen Semangko dan Segmen Sunda merupakan 3 segmen yang melewati daratan Provinsi Lampung. Aktivitas sesar tektonik tersebut yang menyebabkan kejadian gempa bumi Liwa 15 Februari 1994 tepatnya di Segmen Kumering dan gempa bumi tersebut kembali terjadi pada 2 Mei dan 18 Juni 2016 yang diakibatkan oleh aktivitas Segmen Kumering dan Segmen Semangko (Sieh dan Natawidjaja, 2000).

Zona Subduksi merupakan zona tumbukan yang terjadi antara Lempeng Tektonik Asia dengan Lempeng Tektonik Australia. Jika zona gempa bersumber di laut dengan kedalaman yang dangkal akan mengakibatkan tsunami seperti tsunami Aceh tahun 2004. Zona gempa ini bergerak menjam ke bawah hingga kedalaman lebih dari 70 km. Zona tumbukan ini juga mengakibatkan sumber magma gunung-gunung api sebagai akibat dari melelehnya batuan di sepanjang Sumatra yang memanjang hingga ke Pulau Jawa.

Zona Sesar Semangko, patahan ini menerus hingga di bagian barat Pulau Sumatra yang menghasilkan beberapa danau di Sumatra termasuk Danau Singkarak yang berupa amblesan akibat pergeseran sesar ini dan terbentuknya Lembah Suoh di Lampung Barat.

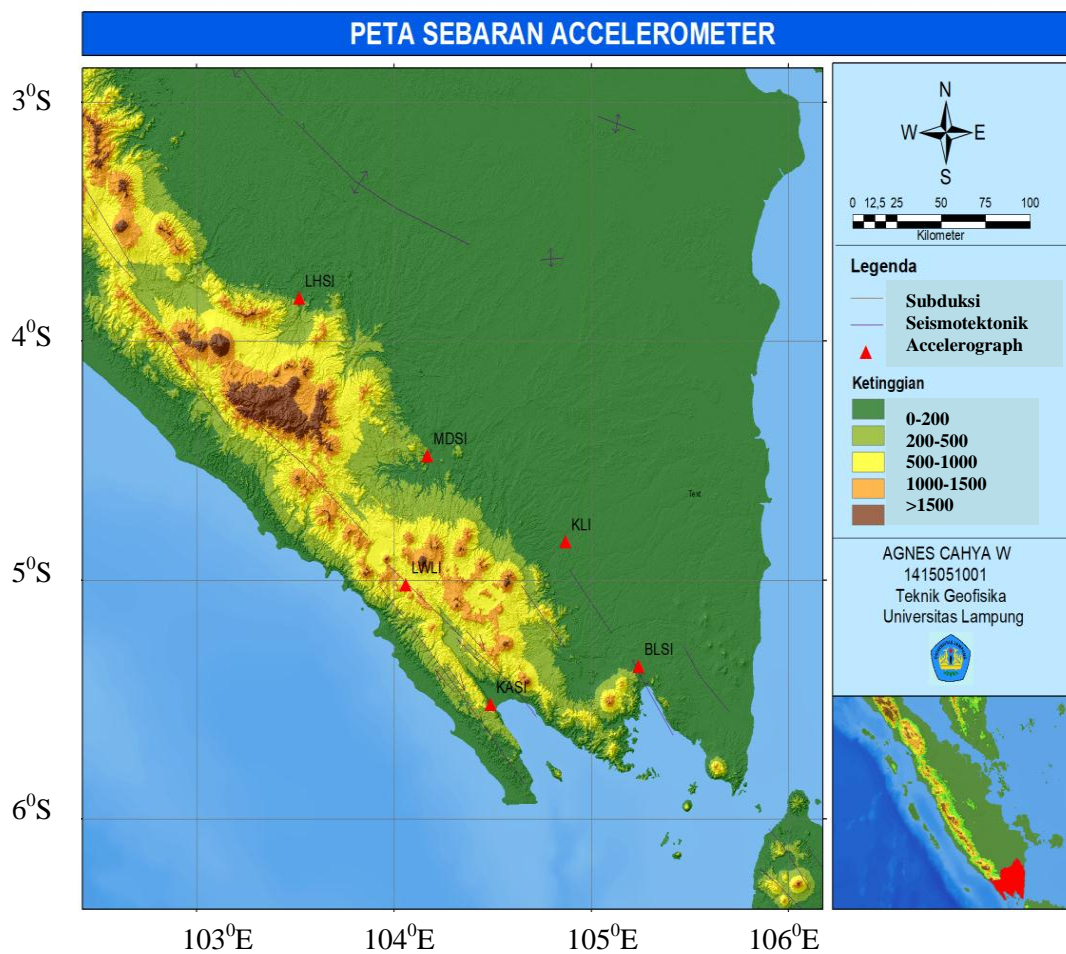
Zona Sesar Kumering, Segmen Kumering memiliki panjang 150 km. Segmen melewati Danau Ranau yang berada di perbatasan antara Provinsi Lampung dan Provinsi Sumatra Selatan. Histori kegempaan yang terjadi adalah gempa bumi Liwa pada tanggal 24 Juni 1933 dengan kekuatan 7,5 Ms. Selain itu gempa bumi

Liwa tanggal 15 Februari 1994 dengan 6,9 Mw juga terjadi pada segmen ini.

Selain 3 zona tersebut, Wilayah Lampung juga terdapat sesar patahan aktif yang disebut sebagai Sesar Tarahan. Sesar Tarahan berada di sepanjang pantai bagian timur Teluk Lampung. Sesar ini menerus ke daratan melalui daerah Tarahan, Panjang dan lereng timur Gunung Rajabasa sampai ke perairan Selat Sunda. Struktur sesar diduga sebagai jenis sesar mendatar yang bergerak relatif menganan yang dipengaruhi akibat adanya gerak vertikal (Irsyam, dkk, 2010).

#### D. Letak Sensor Accelerometer BMKG Wilayah Lampung

Untuk mendukung monitoring gempa bumi di Wilayah Lampung telah dipasang *seismometer* dan *accelerometer*. Fungsi nya alat ini sebagai penerima penjalaran gelombang yang terjadi akibat aktivitas lempeng tektonik. Dari data yang di peroleh *seismograph* dapat digunakan untuk menentukan parameter gempa bumi seperti waktu, episenter, magnitudo dan kedalaman. Sedangkan *accelerograph* mempunyai tingkat kemampuan yang lebih baik karena sudah dapat mengukur percepatan gerakan tanah (*strong motion*).



**Gambar 4.** Letak sensor *accelerometer* daerah penelitian (Modifikasi dari Badan Geologi, 2015).

Jaringan *seismograph* yang dipasang di Wilayah Lampung dan Sumatra Selatan terdapat dua jenis jaringan, yaitu Jaringan LIBRA (Indonesia) dan Jaringan CEA (China).

**Tabel 1.** Jaringan seismometer di Wilayah Lampung dan Sumatra Selatan (BMKG, 2017).

<b>Kode</b>	<b>Stasiun</b>	<b>Koordinat</b>	<b>Elevasi</b>	<b>Jaringan</b>
KLI	Kotabumi (Lampung Utara)	-04.84, 104.87	60 m	LIBRA
LWLI	Liwa (Lampung Barat)	-05.02, 104.06	934 m	LIBRA
BLSI	Bandar Lampung	-05.36, 105.24	138 m	LIBRA
KASI	Kota Agung (Tanggamus)	-05.52, 104.49	45 m	LIBRA
MDSI	Muaradua (Sumsel)	-04.48, 104.17	135 m	LIBRA
LHSI	Lahat (Sumsel)	-03.82, 103.52	180 m	LIBRA

#### **E. Sejarah Gempabumi Wilayah Lampung**

Berdasarkan kajian geologi dan geofisika, Wilayah Lampung memiliki intensitas kegempaan (seismisitas) yang aktif yang bersumber pada aktivitas penunjaman Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia di Perairan Barat Lampung. Sumber gempa yang terjadi di Lampung berasal dari zona tumbukan Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia yang terletak di bagian barat Lampung, Zona Patahan Semangka yang merupakan segmen paling selatan dari Patahan Besar Sumatra serta berasal dari patahan-patahan aktif lainnya. Di sepanjang daratan Sumatra, Patahan Sumatra terbentang sepanjang Pegunungan Bukit Barisan dari Teluk Semangka di Selat Sunda hingga Wilayah Aceh bagian utara. Dalam 100 tahun terakhir sudah terjadi 20 gempa besar dan merusak yang terjadi di Patahan Sumatra. Dapat dikatakan gempa besar di Patahan Sumatra terjadi dalam lima tahun sekali, berbeda dengan di Zona Subduksi

Sumatra yang berpotensi mengeluarkan gempa besar dengan magnitudo  $>8$  SR dalam rentan waktu 2-3 kali dalam 100 tahun, sedangkan gempa di Patahan Sumatra magnitudo nya  $<7,7$  SR dan sering terjadi dengan sumber gempa yang padat penduduk.

Gempa besar merusak pada tahun 1933 dan 1994 terjadi di Lampung bagian barat yang disebabkan oleh Sesar Sumatra yang bersumber di Liwa. Gempabumi merusak tahun 1933 berkekuatan sekitar 7.5 SR yang berpengaruh dari utara lembah Suoh sampai ke perbatasan Bengkulu sepanjang kurang lebih 100 km. Hasil analisa lokal sementara menunjukkan periode ulang gempa sekitar 200-250 tahun. Sistem patahan secara regional menunjukkan perpindahan gempabumi (energi gempabumi) dari daerah selatan ke utara periode selang waktu kejadian sekitar 20-30 tahun.

Gempabumi Liwa kembali terjadi pada 15 Februari 1994 dengan kekuatan 7,2 Ms yang mengakibatkan kerusakan parah di Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung dengan pusat gempa di Sesar Semangko, Samudera Hindia. Sekitar 75 ribu penduduk kehilangan tempat tinggal, 2000 orang mengalami luka-luka, dan kurang lebih 196 orang meninggal baik dari desa maupun kecamatan yang ada di Lampung Barat.

Gempabumi tanggal 16 Juni 2006 dengan magnitudo 3,4 SR merupakan gempa terakhir di Lampung bagian barat. Gempa yang terjadi pada 16 Juni 2006 tersebut tidak terlalu berpengaruh terhadap kerusakan yang terjadi di bagian barat Lampung (Irsyam, dkk, 2010).

### III. DASAR TEORI

#### A. Gempabumi

Gempabumi adalah pergerakan yang cepat pada bagian terluar bumi yang diakibatkan oleh guncangan yang ada di permukaan bumi. Saat energi yang tersimpan di dalam bumi biasanya berbentuk tegangan pada batuan yang secara tiba-tiba terlepas yang disebut dengan proses gempabumi. Energi tersebut diteruskan ke bagian muka bumi melalui gelombang seismik. Gempabumi juga dapat dikatakan sebagai gerakan tanah secara tiba-tiba dari satu titik hingga ke segala arah. Setiap kejadian gempabumi direkam dan dicatat oleh *seismograf* berupa rangkaian gelombang seismik. Setelah melalui proses pengumpulan, pengolahan, dan analisis maka diperoleh parameter gempabumi seperti waktu kejadian gempabumi (*origin time*), lokasi episenter, kedalaman gempabumi, dan magnitudo (Subardjo, 2008).

*Origin time* atau waktu terjadinya gempabumi yang berbentuk penjalaran gelombang gempabumi yang dinyatakan dalam satuan detik, menit, jam, tanggal, hari, bulan, dan tahun sebagai bentuk dari akumulasi tegangan (*stress*).

Refleksi tegak lurus dari fokus gempabumi atau hiposenter disebut dengan episenter. Lokasi episenter dinyatakan dalam derajat lintang dan bujur dalam sistem koordinat geografis atau sistem koordinat kartesian bola bumi. Kedalaman sumber gempa yang dihitung tegak lurus dari permukaan bumi disebut dengan



jarak hiposenter yang dinyatakan dalam satuan kilometer (Km), sedangkan parameter gempabumi yang menggambarkan besarnya kekuatan gempabumi disebut dengan magnitudo. Jadi dapat disimpulkan bahwa magnitudo yang diukur harus menghasilkan harga yang sama walaupun dirasakan di tempat yang berbeda (Supartoyo, dkk, 2014).

Besar kekuatan gempabumi diukur menggunakan 3 skala, yaitu bersumber pada energi yang dilepaskan di pusat gempa, bersumber pada tingkat kerusakan yang disebabkan oleh gempa, dan bersumber pada percepatan batuan dasar maksimum nya (Katili dan Marks, 1963). Gempabumi berdasarkan magnitudonya dibedakan menjadi (Subardjo, 2004):

- a. Gempabumi sangat besar dengan magnitudo 8 SR
- b. Gempabumi besar dengan magnitudo 7-8 SR
- c. Gempabumi merusak dengan magnitudo 5-6 SR
- d. Gempabumi sedang dengan magnitudo 4-5 SR
- e. Gempabumi kecil dengan magnitudo 3-4 SR
- f. Gempabumi mikro dengan magnitudo 1-3 SR
- g. Gempabumi ultramikro dengan magnitudo  $\pm 1$  SR

Menurut Mogi (1967), pola umum terjadinya gempabumi dapat dibedakan menjadi 3, yaitu:

- a. Tipe I

Pada tipe ini gempabumi terjadi tanpa didahului gempa permulaan, tetapi diikuti dengan banyaknya gempa susulan.

- b. Tipe II

Gempabumi yang didahului gempa pendahuluan kemudian dilanjutkan

dengan gempa susulan yang cukup banyak.

c. Tipe III

Tidak terdapat gempa utama pada tipe gempa ini. Pada gempabumi tipe ini frekuensi akan naik ketika terjadi gempa dan distribusi magnitudo gempa-gempanya relatif seragam.

## B. Percepatan Tanah Maksimum (PGA)

Percepatan gerak tanah maksimum menggambarkan besarnya pergerakan tanah maksimum akibat guncangan gempabumi. Nilai percepatan (*acceleration*) pada suatu titik tertentu dapat diketahui dengan *accelerometer* saat gelombang seismik akibat gempabumi melintas di titik tersebut. Dibutuhkan suatu metode untuk memperkirakan besar percepatan tanah yang diperoleh akibat gempabumi sebagai usaha mitigasi terhadap gempabumi. Getaran gempabumi akibat pergerakan lempeng tektonik menyebabkan bangunan akan mengalami gerak yaitu gerak vertikal (tegak) dan horisontal (mendatar). Gaya gempa tersebut secara horisontal dan vertikal akan terlihat di titik-titik massa pada bidang struktur. Dari gaya horisontal dan vertikal tersebut, yang sedikit mengubah gaya gravitasi yang bekerja pada struktur yaitu gaya vertikal. Biasanya pengaruh gaya vertikal tersebut telah diperhitungkan pada saat perencanaan bangunan. Oleh karena itu struktur umumnya jarang runtuh akibat gaya vertikal. Sebaliknya gaya horisontal menyebabkan keruntuhan pada struktur yang kekuatannya minimum.

Percepatan dinyatakan dalam  $g$  (*Gravitational Acceleration* =  $g$ ) atau  $m/s^2$  ( $1 g = 9,81 m/s^2$ ) atau dalam gal dimana  $1 gal$  sama dengan  $0,01 m/s^2$   $1 G = 981 gal$ ).

Nilai percepatan tanah maksimum yang dihasilkan menunjukkan tingkat resiko bencana yang terjadi. Nilai dari percepatan tanah maksimum dapat digunakan sebagai rencana tata ruang, desain struktur bangunan, dan bahan pertimbangan mitigasi bencana. Karena kondisi kompleks yang mempengaruhi PGA gempa bumi berkekuatan sama dapat memberikan hasil yang berbeda dengan gempa bumi berkekuatan moderat yang menghasilkan nilai PGA signifikan lebih besar dari gempa berkekuatan besar (Irwansyah dan Winarko, 2012).

Beberapa hal yang berkaitan dengan getaran akibat gempa bumi yaitu :

1. Semakin besar magnitudo gempa, maka getaran tanah di permukaan juga semakin besar.
2. Getaran tanah akan menurun seiring dengan jarak yang ditempuh (atenuasi).
3. Kecepatan atenuasi getaran di berbagai tempat akan berbeda-beda akibat kondisi regional yang berbeda pula.
4. Geologi permukaan suatu tempat akan berdampak signifikan terhadap getaran tanahnya.

Nilai percepatan tanah maksimum adalah nilai percepatan yang diperhitungkan pada tahap perencanaan bangunan. Nilai percepatan tanah terbagi menjadi dua jenis, yaitu percepatan tanah sesaat dan percepatan tanah maksimum. Nilai terbesar yang dihitung di titik penelitian atau titik amat pada permukaan bumi berdasarkan riwayat gempa bumi disebut dengan percepatan tanah maksimum, sedangkan untuk nilai percepatan tanah pada saat terjadinya gempa bumi disebut dengan percepatan tanah sesaat

Percepatan tanah berbanding terbalik dengan periode getaran tanah dan berbanding lurus dengan amplitudo getaran tanah di permukaan bumi. Harga percepatan tanah tersebut tidak dapat dihitung secara langsung dari persamaan-persamaan kecepatan karena banyak faktor yang mempengaruhi.

Adapun faktor-faktor yang berpengaruh terhadap nilai percepatan tanah, yaitu:

a. Besarnya kekuatan gempa bumi (Magnitudo)

Magnitudo adalah besarnya energi yang dilepaskan yang dihasilkan dari pengamatan seismograf pada saat terjadinya gempa bumi.

b. Kedalaman

Kedalaman sumber gempa bervariasi, yaitu gempa kedalaman dangkal, gempa kedalaman menengah dan gempa dalam yang batasannya tergantung dari kekuatan tektonik setempat. Keadaan tektonik Daerah Sumatra dan sekitarnya dipengaruhi oleh subduksi Lempeng Indo-Australia terhadap Lempeng Eurasia. Klasifikasi kedalaman sumber gempa yang umum digunakan, yaitu:

1. Gempa dangkal ( $h = 0 - 60\text{km}$ )
2. Gempa menengah ( $h = 61-300\text{km}$ )
3. Gempa dalam ( $h = > 300\text{km}$ )

c. Jarak episenter

Titik di permukaan bumi yang merupakan refleksi tegak lurus dari fokus gempa bumi atau hiposenter disebut dengan episenter. Lokasi Episenter dinyatakan dalam derajat lintang dan bujur dalam sistem koordinat geografis atau sistem koordinat kartesian bola bumi.

d. Sifat fisis batuan

Sifat fisis batuan dan tanah tempat terjadinya gempa adalah hal penting, karena dengan melakukan penelitian sifat fisis batuan dan tanah dapat diketahui akibat pergerakan dari lempeng yang berpengaruh terhadap batuan yang ada di muka bumi. Sifat fisik dari batuan breksi vulkanik dengan sementasi lemah sehingga mudah lepas.

Nilai percepatan tanah dapat dihitung langsung dengan *accelerograph*. Mengingat jaringan *accelerograph* di Indonesia belum seanggih negara lain seperti Jepang, oleh karena itu dilakukan pengukuran percepatan tanah secara empiris, yaitu dengan pendekatan dari persamaan yang diturunkan dari magnitudo gempa atau data intensitas. Perumusan tersebut belum dipastikan benar, karena perbedaan dari satu metode ke metode lainnya, namun dapat menggambarkan mengenai *PGA* (Ibrahim dan Subardjo, 2005).

### **C. *Accelerograph***

Instrumen yang digunakan untuk merekam guncangan permukaan tanah untuk mengukur percepatan getaran permukaan tanah yang sangat akurat disebut dengan *accelerograph* atau *strong motion seismograph*. Dari hasil rekaman tersebut dapat digunakan untuk mendesain bangunan tahan gempa. Pada umumnya peralatan *accelerograph* ditempatkan di daerah perkotaan penduduknya lebih padat untuk survey variasi terhadap respon guncangan karena struktur geologi setempat.



**Gambar 5.** Jenis-jenis *accelerograph* (Sativa, 2015).

Sistem peralatan *accelerograph* didukung oleh *digitizer*, sensor *accelerograph*, modem, data *logger*, sistem daya, sistem komunikasi, komputer tampilan akuisisi dan analisis.



**Gambar 6.** Alur peralatan *accelerograph* (Sativa, 2015).

Sebaran jaringan *accelerograph* BMKG mencapai 231 lokasi hingga tahun 2015 dan akan terus bertambah, guna mendukung dan menyempurnakan data percepatan getaran tanah di Indonesia.

#### D. Magnitudo Gempabumi

Magnitudo gempabumi adalah ledakan berdasarkan pengukuran instrumental atau skala logaritmik kekuatan gempabumi (Bormann, 2002). Konsep magnitudo pertama kali diusulkan oleh Richter (1935). Magnitudo diturunkan dari periode gerakan tanah atau amplitudo berdasarkan durasi sinyal pada perekaman instrumental. Kejadian dua atau lebih gempabumi yang terekam untuk geometri sumber penerima yang sama dan kekuatan yang berbeda, maka gempabumi dengan magnitudo terbesar yang akan menghasilkan gelombang datang dengan amplitudo yang terbesar. Berikut jenis-jenis dari magnitudo, yaitu :

##### 1. Magnitudo Gelombang Permukaan ( $M_s$ )

Magnitudo gelombang permukaan didapat berdasarkan amplitudo perpindahan tanah maksimum akibat gelombang permukaan dengan periode 20 detik. Pada jarak episenter besar, gelombang badan mengalami pelemahan dan menyebar, sehingga menghasilkan gerakan gelombang permukaan yang lebih dominan. Magnitudo gelombang permukaan lebih sering digunakan untuk menggambarkan besarnya kedalaman gempa dangkal dengan kedalaman  $< 70$  km. Amplitudo gelombang permukaan sangat bergantung pada kedalaman sumber gempabumi  $h$  dan jarak  $\Delta$ . Gempabumi dalam tidak memerlukan koreksi kedalaman karena tidak menghasilkan gelombang permukaan.

##### 2. Magnitudo Gelombang Badan ( $M_b$ )

Untuk gempa dengan kedalaman yang dalam, gelombang badan memberikan hasil yang lebih kecil dari gelombang permukaan. Magnitudo gelombang badan didasarkan pada amplitudo gelombang P yang tidak diakibatkan oleh kedalaman sumber gempa.



### 3. Magnitudo Momen ( $M_w$ )

Magnitudo momen yang dihasilkan pada momen gempa dengan pengukuran langsung di sepanjang patahan yang menyebabkan terjadinya keruntuhan.

Berikut akan dijelaskan hubungan antara beberapa magnitudo (Sulaiman, 1989).

- Hubungan antara magnitudo gelombang permukaan ( $M_s$ ) dengan magnitudo gelombang badan ( $M_b$ )

$$M_s = 1,59 M_b - 3,97 \quad (1)$$

- Hubungan antara magnitudo permukaan ( $M_s$ ) dengan momen seismik ( $M_o$ )

$$\text{Log } M_o = 1,5 M_s + 16,1 \quad (2)$$

- Hubungan antara magnitudo permukaan dengan momen seismik seperti pada rumus di atas (2), maka dapat diturunkan hubungan antara magnitudo permukaan ( $M_s$ ) dengan magnitudo momen ( $M_w$ ) adalah :

$$M_w = \frac{(1,5 M_s + 16,1)}{1,5} - 10,73 \quad (3)$$

### E. Rumus Empiris Percepatan Tanah

Sejumlah metode empiris telah banyak digunakan dalam penelitian percepatan tanah maksimum untuk menentukan nilai percepatan tanah maksimum. Beberapa metode biasanya menggunakan *input* data berupa kedalaman, magnitudo, dan jarak episenter gempabumi. Penentuan fungsi empiris percepatan tanah sebagian besar diturunkan di luar Indonesia, karena belum ada fungsi khusus atenuasi percepatan tanah di Indonesia. Studi mengenai tingkat risiko

gempabumi di Indonesia sebagian besar menggunakan fungsi atenuasi yang diperoleh dari luar Indonesia dengan dugaan terdapat kesamaan geologi dengan Wilayah di Indonesia. Hingga saat ini, sudah banyak *accereolograph* terpasang di beberapa titik Wilayah Indonesia. Perlu adanya penelitian untuk menentukan formula atenuasi percepatan tanah maksimum khusus di Indonesia dengan data yang diperoleh dari pembacaan *accelerograph* (Diyanti, 2010).

Pada penelitian skripsi ini, penulis akan terfokus pada persamaan empiris Lin dan Wu (2010). Lin dan Wu membuat dan menghasilkan rumusan fungsi atenuasi percepatan tanah di Taiwan. Data 161 rekaman *accelerogrph PGA* lebih dari 80 gal digunakan pada penelitiannya. Lin dan Wu menyempurnakan fungsi atenuasi percepatan dari rumusan umum :

$$\log_{10} (PGA) = a \log_{10} (R) + bM + c \quad (4)$$

*PGA* merupakan nilai dari percepatan getaran tanah, *R* merupakan jarak, *M* merupakan magnitudo, nilai *a* adalah koefisien empiris dari jarak gempabumi, nilai *b* adalah koefisien empiris dari magnitudo gempa, dan *c* adalah konstanta. Persamaan fungsi atenuasi percepatan getaran tanah berdasarkan (Lin dan Wu, 2010) adalah sebagai berikut :

$$\log_{10} (PGA) = -0,395 x \log_{10}(R) + 0,125 x (M) + 1,979 \quad (5)$$

### 1. Rumus Mc Guire (1977)

Mc. Guire merumuskan hasil penelitian di Wilayah California Selatan, dengan bentuk persamaan sebagai berikut :

$$\alpha = \frac{472,3 * 10^{0,278 Ms}}{(R + 25)^{1,301}} \quad (6)$$

Dimana :

$\alpha$  : Nilai percepatan tanah maksimum (gals)

$Ms$  : Magnitudo gelombang permukaan

$R$  : Jarak hiposenter (km)

### 2. Rumus Fukushima dan Tanaka (1990)

Fukushima dan Tanaka merumuskan hasil penelitian di Wilayah Jepang, dengan bentuk persamaan sebagai berikut :

$$\log_{10} \alpha = 0,41 Ms - \log_{10} (R + 0,032 * Ms) - 0,0034 R + 1,30 \quad (7)$$

Dimana :

$\alpha$  : Nilai percepatan tanah maksimum (gals)

$Ms$  : Magnitudo gelombang permukaan

$R$  : Jarak hiposenter (km)

### 3. Rumus Esteva (1970)

Persamaan esteva menurut (Edwiza, 2008) yaitu sebagai berikut :

$$\alpha = \frac{5600 (\exp^{0,5Mw})}{(r + 40)^2} \quad (8)$$

Dimana :

$\alpha$  : Nilai percepatan tanah maksimum (gals)

$Mw$  : Magnitudo momen

$R$  : Jarak hiposenter (km)

#### 4. Rumus Setiawan (2012)

Pada persamaan ini, Setiawan melakukan adaptasi dari rumusan Lin dan Wu (2010) sebagai berikut:

$$\log_{10} (PGA) = a \log_{10} (R) + bM + c \quad (9)$$

Sehingga dihasilkan bentuk persamaan Setiawan menjadi :

$$\log_{10} (PGA) = (-2,0663)\log_{10} (R) + (Mb + 0,1091) \quad (10)$$

Dimana :

$PGA$  : Nilai percepatan tanah maksimum (gals)

$Mb$  : Magnitudo gelombang badan

$R$  : Jarak hiposenter (km)

#### F. Analisis Regresi

Untuk mengetahui pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat dan untuk memprediksikan nilai variabel terikat dengan menggunakan variabel bebas digunakan analisis regresi. Regresi linier pada dasarnya merupakan masalah inversi (Grandis, 2009).

Hubungan antara variabel terikat dan variabel bebas adalah linier, maka disebut sebagai inversi linier. Secara umum permasalahan inversi dapat diformulasikan dengan melibatkan variabel atau parameter yang ada untuk dinyatakan sebagai notasi matriks atau vektor yang menghasilkan variabel dengan banyak elemen atau komponen. Jika model ( $m$ ) dan data ( $d$ ) masing-masing dinyatakan oleh vektor :

$$d = [d_1, d_2, d_3, \dots, d_N]^T \quad (11)$$

$$m = [m_1, m_2, m_3, \dots, m_M]^T \quad (12)$$

Hubungan antara data dan model menjadi

$$Gm = d \quad (13)$$

Fungsi umum pemodelan ke depan yang memetakan model menjadi besaran dalam domain data disebut dengan G. Fungsi G memungkinkan kita memprediksikan data suatu model m.

$$\begin{array}{ccc} G_1(m_1, m_2, \dots, m_M) & & d_1 \\ G_2(m_1, m_2, \dots, m_M) & & d_2 \\ & : & = & : \\ & : & & : \\ G_N(m_1, m_2, \dots, m_M) & & d_N \end{array} \quad (14)$$

Dimana G menyatakan fungsi prediksi dari data elemen ke i yang merupakan hasil perhitungan fungsi pemodelan kedepan G sebagai fungsi model dari m. Fungsi G pada dasarnya adalah fungsi yang sama untuk semua  $i = 1, 2, 3, \dots, N$ . Fungsi tersebut dihitung untuk memperoleh variabel bebas tertentu, sehingga berasosiasi dengan komponen data tertentu.

1. Dalam metode inversi linier, akan dicari model parameter dari data yang didapat. Untuk menghubungkan data dengan model parameter adalah dengan menjadikan persamaan matriks menjadi lebih sederhana.

$$Gm = d \quad (15)$$

Dinyatakan dalam matriks menjadi :

$$\begin{pmatrix} G_{11} & G_{12} & \dots & G_{1M} \\ G_{21} & G_{22} & \dots & G_{2M} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ G_{N1} & G_{N2} & \dots & G_{NM} \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} m_1 \\ m_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ m_N \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ d_N \end{pmatrix} \quad (16)$$

Matriks kernel atau matriks ( $N \times M$ ) disebut dengan  $G$ . Kolinieran pada dasarnya menunjukkan bahwa hubungan linier antara operasi dengan model parameter.

2. Langkah selanjutnya masing-masing ruas dikali  $G^T$ .

$$G^T G m = G^T d \quad (17)$$

Dimana  $T$  adalah transpose matriks  $G$ . Apabila sebelumnya ( $N \times M$ ), maka menjadi matriks ( $M \times N$ ). Masing-masing ruas dikalikan dengan  $[G^T G]^{-1}$ , sehingga tidak merubah nilai persamaan menjadi :

$$[G^T G]^{-1} G^T G m = [G^T G]^{-1} G^T d \quad (18)$$

Ingat bahwa dalam matriks, nilai inversi matriks jika dikalikan dengan matriks sebelum inversi bernilai 1, sehingga :

$$[G^T G]^{-1} G^T G = 1 \quad (19)$$

3. Persamaan untuk mendapat model parameter menjadi :

$$m = [G^T G]^{-1} G^T d \quad (20)$$

### G. Analisis Korelasi

Koefisien korelasi merupakan pengukuran statistik kovarian atau asosiasi antara dua variabel. Besarnya koefisien korelasi berkisar antara +1 s/d -1. Koefisien korelasi menunjukkan kekuatan (*strength*) hubungan dua variabel acak dan hubungan linier. Kedua variabel mempunyai hubungan searah jika koefisien korelasi nya positif. Dengan asumsi nilai variabel  $X$  tinggi, maka nilai variabel  $Y$  akan tinggi pula. Sebaliknya, kedua variabel mempunyai hubungan terbalik jika koefisien korelasi nya negatif. Dengan asumsi nilai variabel  $X$  tinggi, maka nilai variabel  $Y$  akan menjadi rendah dan berlaku sebaliknya. Untuk memudahkan melakukan interpretasi tentang korelasi antara dua variabel, maka dibuat kriteria seperti pada (**Tabel 2**) berikut :

**Tabel 2.** Interpretasi koefisien korelasi (Sarwono, 2006)

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0.00 – 0.199	Sangat Rendah
0.20 – 0.399	Rendah
0.40 – 0.599	Sedang
0.60 – 0.799	Kuat
0.80 – 1.000	Sangat Kuat

### H. Intensitas Seismik

Intensitas seismik adalah skala yang dihitung berdasarkan kerusakan Wilayah atau bangunan di dekat terjadinya gempa bumi. Skala intensitas yang digunakan di Indonesia adalah skala *Modified Mercalli Intensity (MMI)*. Berikut hubungan dari nilai percepatan tanah dan skala intensitas gempa bumi pada (**Tabel 3**).

**Tabel 3.** Skala Intensitas Gempabumi (BMKG, 2017).

Skala BMKG	Percepatan Tanah (gal)	Skala MMI	Deskripsi
I	< 2.9	I-II	dirasakan oleh beberapa orang tetapi terekam oleh alat
II	2.9- 88	III-V	dirasakan oleh orang banyak tetapi tidak menimbulkan kerusakan
III	89 - 167	VI	mengalami kerusakan ringan seperti genteng bergeser kebawah dsb.
IV	168 - 564	VII-VIII	terjadi kerusakan sedang seperti retakan yang terjadi pada dinding bangunan dsb.
V	>564	IX-XII	struktur bangunan mengalami kerusakan berat

Intensitas berbeda dengan magnitudo, karena intensitas adalah hasil pengamatan secara langsung (visual) pada suatu daerah tertentu, sedangkan magnitudo adalah hasil pengamatan secara instrumental menggunakan alat seismograf. Pada *event* gempabumi besarnya intensitas pada tempat yang berbeda dapat berlainan atau sama, sedangkan besarnya magnitudo selalu sama walaupun dirasakan atau dicatat di tempat yang berbeda. Hubungan percepatan getaran tanah dengan intensitas gempabumi dapat diketahui dengan pendekatan secara empiris menggunakan beberapa metode, salah satunya adalah metode Murphy dan O'Brien (1977), yaitu:

$$\log(PGA) = 0,25 IMM + 0,25 \quad (21)$$



## IV. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian bertempat di Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kotabumi, Lampung pada tanggal 7 Februari sampai dengan 26 Maret 2018 dengan judul Analisis Zona Rawan Gempabumi Berdasarkan Nilai Percepatan Tanah Maksimum (PGA) dan Data *Accelerograph* Tahun 2008-2017.

### B. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Laptop
2. *Software Ms. Excel 2010*
3. *Software Arc Map 10.1*

### C. Data dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Data parameter gempa di Wilayah Lampung dan sekitarnya ( $101.5^{\circ}$ - $106.5^{\circ}$ BT dan  $3^{\circ}$ - $6.5^{\circ}$ LS) dengan  $M \geq 5$   $m_b$ , meliputi lokasi gempa (koordinat episenter), *original time*, kekuatan gempa, jenis magnitudo dan kedalaman pusat gempa, dengan menggunakan data katalog USGS 1990-2017.

2. Data observasi *accelerograph* di Wilayah Lampung dan sekitarnya dengan menggunakan data dari BMKG tahun 2008 – 2017.

#### D. Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa tahapan pengolahan data yang dilakukan yaitu sebagai berikut :

##### 1. Menentukan Fungsi Atenuasi Percepatan Tanah

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah menentukan fungsi percepatan tanah, yaitu dengan melakukan langkah-langkah sebagai berikut;

- a. Memilih data katalog gempa di Wilayah Lampung dan sekitarnya dengan  $M \geq 5M_b$  tahun 2008 - 2017
- b. Memilih data percepatan tanah hasil analisis observasi *accelerograph* yang sesuai dengan kejadian gempa tersebut antara tahun 2008 – 2017
- c. Menghitung nilai jarak hiposenter terhadap sensor *accelerograph* dengan menggunakan rumus segitiga bola.

$$R = \sqrt{(X_h - X_s)^2 + (Y_h - Y_s)^2 + (Z_h - Z_s)^2} \quad (22)$$

Dimana :

$$X_s : r * \cos \theta_s * \cos \Theta_s$$

$$Y_s : r * \cos \theta_s * \sin \Theta_s$$

$$Z_s : r * \sin \theta_s$$

$$Z_h : (r-h) * \sin \theta_h$$

$$X_h : (r-h) * \cos \theta_h * \cos \Theta_h$$

$$Y_h : (r-h) * \cos \theta_h * \sin \Theta_h$$

$$\theta_s : \text{lintang stasiun}$$

$$\theta_h : \text{lintang hiposenter}$$

- $\theta_s$  : bujur stasiun  
 $\theta_h$  : bujur hiposenter  
 $r$  : jari-jari bumi (6371 km)

- d. Menentukan  $\log_{10} (PGA)_{obs}$ ,  $\log_{10}(R)$  dan magnitudo untuk tiap *event* pencatatan *accelerograph*. Kemudian melakukan penyelesaian analisis regresi untuk mendapatkan nilai koefisien  $a$ ,  $b$  dan  $c$ . Dari nilai  $a, b$ , dan  $c$  dapat diperoleh fungsi atau formula atenuasi percepatan tanah (Metode Lin dan Wu, 2010) dengan rumusan sebagai berikut :

$$\log_{10} (PGA) = a \log_{10} (R) + bM + c \quad (23)$$

Keterangan :

- $a$ : koefisien empiris dari jarak gempabumi  
 $b$ : koefisien empiris dari magnitudo gempa  
 $c$ : konstanta

Setelah didapatkan fungsi atenuasi atau formula percepatan tanah, selanjutnya membandingkan hasil observasi *accelerograph* terhadap hasil fungsi atau formula atenuasi percepatan tanah yang diperoleh dan metode fungsi atenuasi percepatan tanah lainnya untuk melihat tingkat ketepatannya melalui langkah-langkah berikut.

- e. Pemilihan data katalog gempa di Wilayah Lampung dan sekitarnya dengan  $M \geq 5M_b$  tahun 1990-2017  
f. Konversi nilai magnitudo sesuai dengan perumusan metode fungsi atenuasi yang akan digunakan.  
g. Pemilihan data percepatan tanah hasil analisis observasi *accelerograph* yang

sesuai dengan kejadian gempa tersebut.

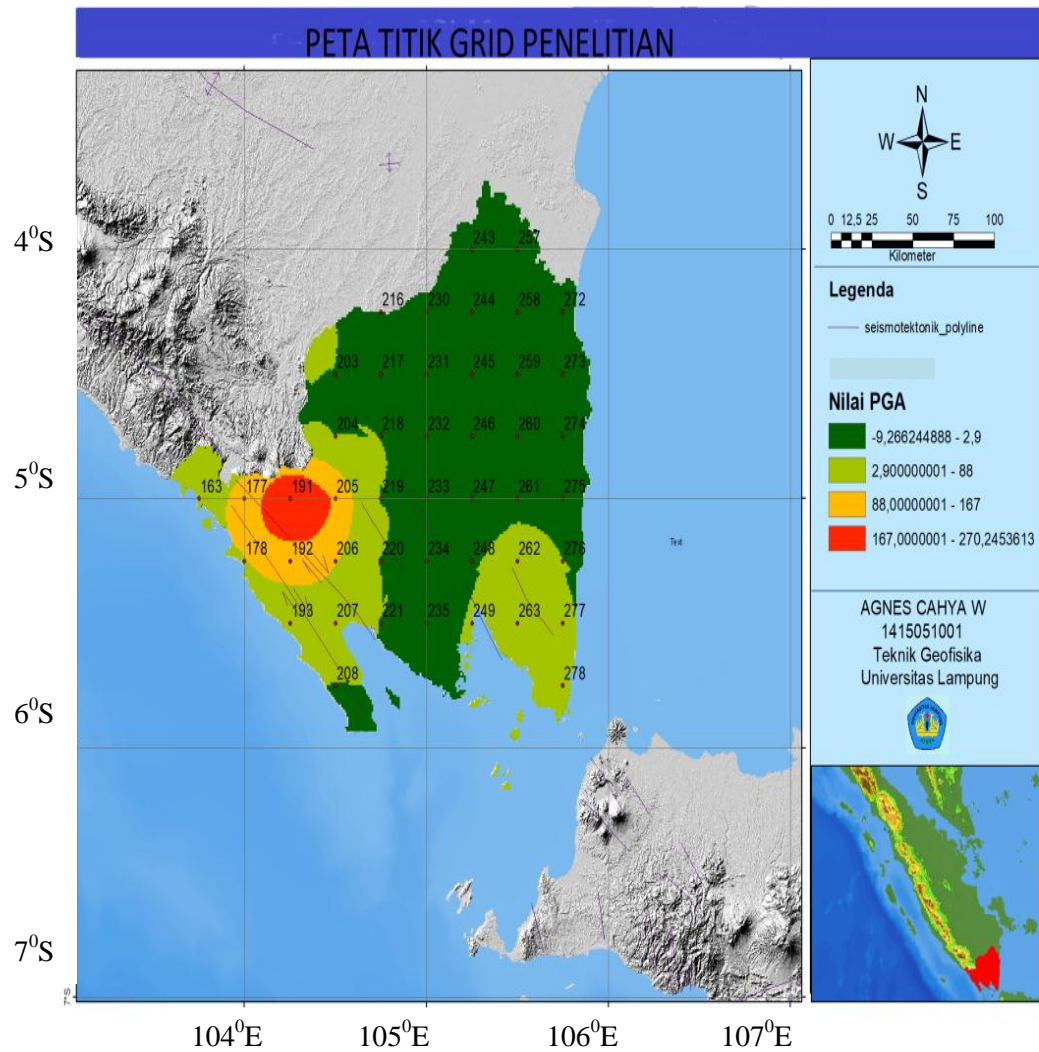
- h. Menghitung nilai  $\log_{10}(PGA)$  observasi *accelerograph* dan nilai  $\log_{10}(PGA)$  tiap fungsi atenuasi berdasarkan data parameter gempa, kemudian dibuat grafik untuk membandingkannya.

## 2. Membuat Peta Percepatan Tanah Maksimum Berdasarkan Skala

### Intensitas Gempabumi

Setelah diketahui fungsi atenuasi percepatan tanah, langkah selanjutnya mengidentifikasi nilai percepatan tanah dan nilai skala intensitas gempabumi untuk suatu kasus *event* gempa. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- a. Mengumpulkan data histori gempa di Wilayah Lampung dan sekitarnya.
- b. Menentukan titik grid penelitian di Wilayah Lampung dengan luas grid ( $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ ) dapat dilihat pada (**Gambar 7**).



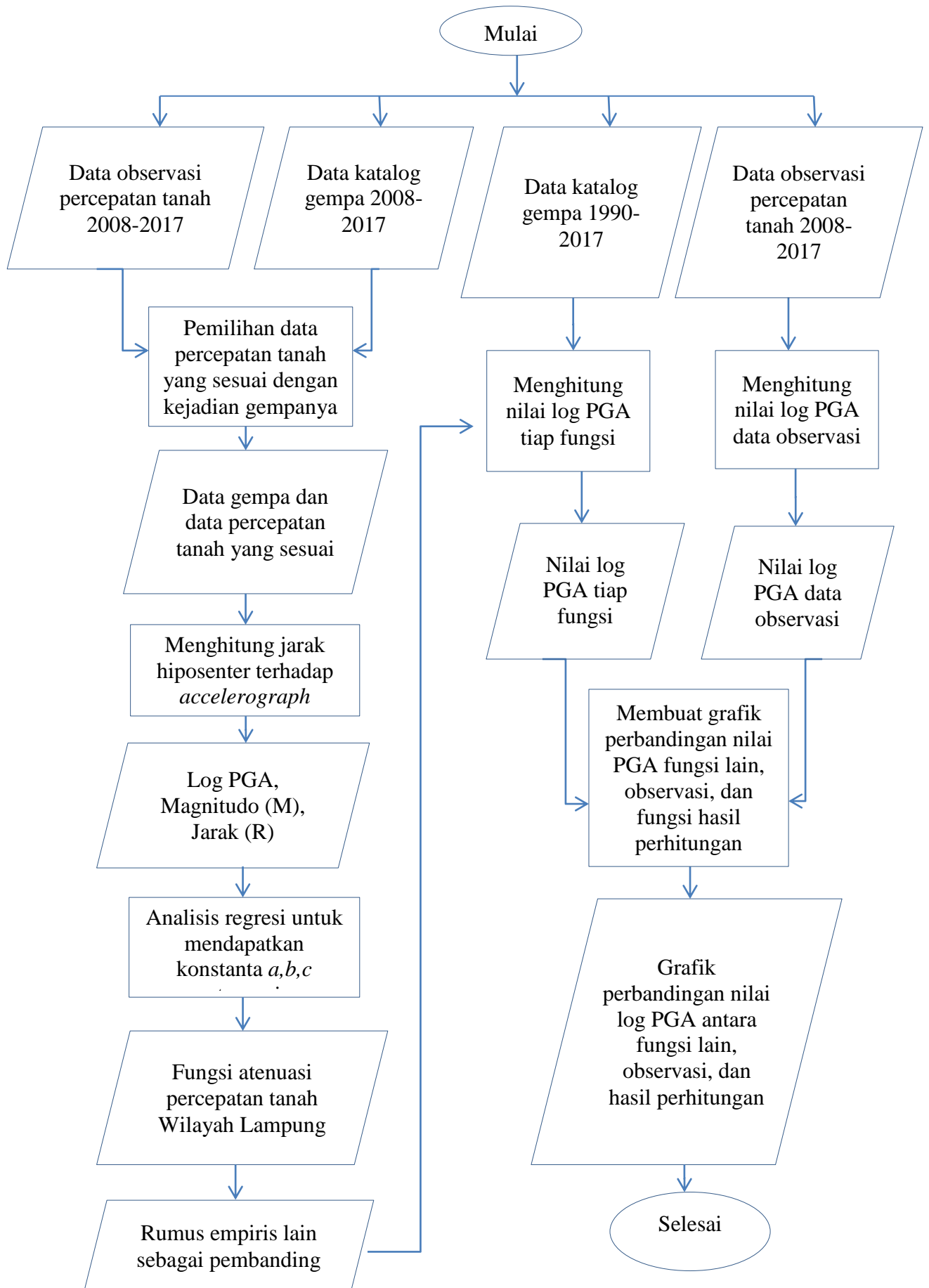
**Gambar 7.** Peta Titik Grid Penelitian

- c. Menentukan jarak hiposenter
- d. Menghitung nilai percepatan tanah di tiap titik grid dengan menggunakan fungsi atau formula atenuasi percepatan tanah berdasarkan data parameter gempa (magnitudo dan jarak hiposenter)
- e. Menentukan nilai skala intensitas gempabumi
- f. Pembuatan peta skala intensitas gempabumi berdasarkan nilai percepatan tanah maksimum (PGA)

### **E. Diagram Alir Penelitian**

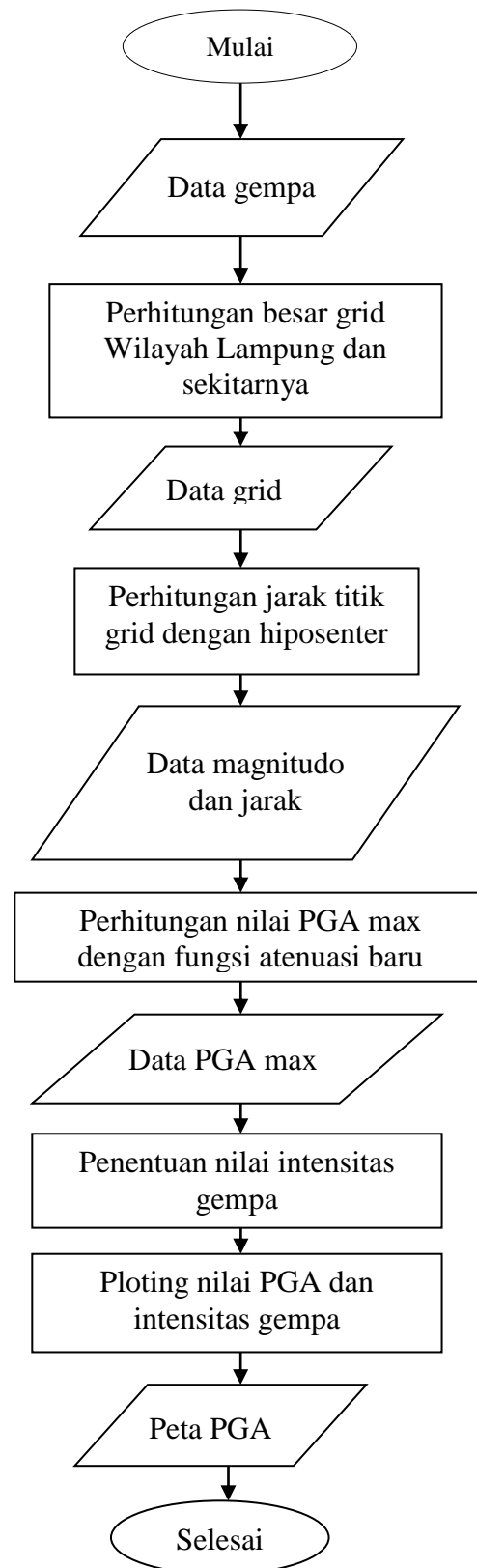
Adapun diagram alir dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Penyelesaian fungsi atau formula atenuasi percepatan tanah serta membandingkannya dengan hasil observasi *accelerograph* dan metode fungsi atenuasi percepatan tanah lainnya yaitu terdapat pada **Gambar 8**.



**Gambar 8.** Diagram alir fungsi atenuasi percepatan tanah, perbandingan dengan hasil observasi *accelerograph* dan fungsi atenuasi percepatan tanah lainnya

2. Diagram alir pembuatan peta percepatan tanah berdasarkan nilai skala intensitas gempabumi pada **(Gambar 9)**.



**Gambar 9.**Diagram alir peta percepatan tanah (PGA).



## F. Jadwal Penelitian

Adapun jadwal penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada (**Tabel 4**).

**Tabel 4.** Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan/ Tahun					
		Feb	Maret	April	Mei	Juni	Juli
1	Studi Literatur						
2	Permohonan Permintaan data						
3	Seminar Proposal						
4	Pengolahan Data						
5	Seminar Hasil						
6	Sidang Akhir Skripsi						

## VI. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Fungsi atenuasi PGA pada Stasiun *Accelerograph* di Wilayah Lampung, yaitu sebagai berikut:

- a. Stasiun *Accelerograph* Liwa (LWLI)

$$\text{Log}_{10}(PGA) = -1,591 \times \text{log}_{10}(R) + 0,485 \times (M) + 1,283$$

- b. Stasiun *Accelerograph* Kota Agung (KASI)

$$\text{Log}_{10}(PGA) = -0,068 \times \text{log}_{10}(R) + 0,243 \times (M) + -1,699$$

- c. Stasiun *Accelerograph* Bandar Lampung (BLSI)

$$\text{Log}_{10}(PGA) = -1,040 \times \text{log}_{10}(R) + -0,005 \times (M) + 2,048$$

- d. Stasiun *Accelerograph* Kotabumi (KLI)

$$\text{Log}_{10}(PGA) = -0,048 \times \text{log}_{10}(R) + 0,348 \times (M) + -2,424$$

2. Berdasarkan grafik perbandingan dengan hasil observasi dan metode fungsi atenuasi lainnya, dapat disimpulkan bahwa fungsi atenuasi dari penelitian ini relatif baik.
3. Nilai percepatan tanah maksimum di Wilayah Lampung berdasarkan kejadian gempabumi tahun 1990-2017 bervariasi dari nilai -9 – 270 gal. Zonasi percepatan tanah maksimum di Wilayah Lampung dibagi menjadi 3 zona,

yaitu zona pertama dengan nilai PGA  $0,2-0,9$  gal pada intensitas I-II MMI untuk Wilayah Kota Bumi dan Bandar Lampung, zona kedua dengan nilai PGA  $2,9-8,8$  gal pada intensitas III-V MMI untuk Wilayah Kota Agung, dan zona ketiga dengan nilai PGA  $167-270$  gal pada intensitas VII-VIII MMI untuk Wilayah Liwa.

4. Berdasarkan peta percepatan gerak tanah maksimum (PGA) pada suatu *event* gempa Liwa tanggal 15 Februari 1994, Wilayah Liwa menghasilkan nilai PGA terbesar dengan nilai  $167-270$  gal. Hal tersebut dikarenakan *event* gempa bersumber di Wilayah laut bagian barat (Samudra Hindia) dengan skala intensitas gempabumi VII-VIII MMI.

## **B. Saran**

Adapun saran dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Diperlukan data observasi yang lebih banyak serta peningkatan jaringan *accelerometer* untuk meningkatkan akurasi model percepatan tanah.
2. Diperlukan perhitungan kondisi geologi setempat untuk meningkatkan hasil perhitungan PGA.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Geologi., 2015. *Wilayah Potensi Gerakan Tanah Di Provinsi Sumatra Barat Bulan Agustus 2015*. Laporan Penelitian PVMBG. Bandung.
- Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, 2017. *Indeks Seismisitas Wilayah Lampung*. BMKG
- Borman, P., 2002. *IASPEI New Manual of Seismological Observatory Practice (NMSOP)*. Geo Forschungs Zentrum Postdam (GFZ). Germany.
- Diyanti, M. F., 2010. Penentuan Formula Empiris Percepatan Tanah di Zona Gempa Tasikmalaya Tanggal 2 September 2009. Skripsi Jurusan Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Edwiza, D., 2008. *Analisis Terhadap Intensitas dan Percepatan Tanah Maksimum Gempa Sumbar*. Laboratorium Geofisika Jurusan Teknik Sipil Unad, No.29, Vol. 1.
- Fukushima, Y., dan Tanaka, T., 1990. A New Attenuation Relation For Peak Horizontal Acceleration Of Strong Earthquake Ground Motion In Japan. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 80 (4), 757–783.
- Gafoer, S., Simandjuntak, T.O., Budhitrisona, T., dan Amin, T.C., 1994, *Peta Geologi Lembar Muarabungo, Sumatera, Skala 1: 250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Grandis, H., 2009. *Pengantar Pemodelan Inversi Geofisika*. Himpunan Ahli Geofisika Indonesia (HAGI).
- Ibrahim, G., dan Subardjo, 2005. *Pengetahuan Seismologi*. Badan Meteorologi dan Geofisika. Jakarta.
- Irsyam, M.D., Sengara, W., Aldiamar, F., Widiyantoro, S., Triyoso, W., Natawidjaja, D.H., Kertapati, E., Meilano, I., Suhardjono., Asrurifak, M.

- dan Ridwan, M., 2010. *Ringkasan Hasil Studi Tim Revisi Peta Gempabumi Indonesia 2010*. Kementerian Pekerjaan Umum.
- Irwansyah, E. dan Winarko, E., 2012. Zonasi Daerah Bahaya Kegempaan Dengan Pendekatan Peak Ground Acceleration (PGA). *Prosiding Seminar Nasional Informatika 2012 (semnasIF 2012)*. UPN Veteran Yogyakarta.
- Katili, J.A. dan Marks, P., 1963. *Geologi*. Departemen Urusan Research Nasional. Jakarta.
- Lin dan Wu, 2010. Magnitudo Determination Using Strong Ground Motion Attenuation in Earthquake Early Warning. *Journal Geophysical Research Letters, Vol.37,L07304*.
- Mangga, S.A., Hadiwijoyo, P., Gafoer, S., dan Katili, J.A., 1986. *Pemetaan Geologi Lembar Tanjung Karang*. Bidang Pemetaan Geologi Puslitbang Geologi. Bandung.
- Mangga, S.A., Amirudin, T., Suwarti, S., dan Sidarto, 1994. *Peta Geologi Lampung, Sumatra*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Mc Guire, R. K., 1977. Seismic Design Spectra And Mapping Procedures Using Hazard Analysis Based Directly On Oscillator Response. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 5, 211–234*.
- Mogi, K., 1967. Earthquake and Fracture, *Tectonophysics* Volume 5, Issue 1, December 1967, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, Netherlands, Pages 35-55.
- Sativa, O., 2015. *Accelerograph BMKG*. Bahan diklat seismotek BMKG. Jakarta.
- Sarwono, 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Sieh, K. dan Natawidjaja, D., 2000. Neotectonics of Sumatra Fault, Indonesia. *Journal of Geophysical Research Vol. 105, 28, 295-28, 326*.
- Setiawan, A. Y., 2012. Kajian Rumus empiris Percepatan Tanah Di Daerah Bali dan Sekitarnya, Skripsi Program Studi Meteorologi Institut Teknologi Bandung
- Subardjo, 2008. *Parameter Gempabumi*. Materi diklat teknis peningkatan kemampuan observasi Geofisika tahun 2008. Badan Meteorologi dan Geofisika. Jakarta.

Sulaiman, I., 1989. *Pendahuluan Seismologi I*. Badan Diklat Meteorologi dan Geofisika. Jakarta.

Supartoyo., Putranto. E.T., dan Surono., 2014. *Katalog Gempa Bumi Merusak di Indonesia Tahun 1962-2014*. Pusat Vulkanologi Mitigasi Bencana Geologi. Bandung.