

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gempa Bumi

Gempa adalah salah satu peristiwa pergerakan bumi karna adanya proses pelepasan energi di kawasan bumi secara mendadak dengan ditandai terjadinya patahan lapisan bumi pada kerak bumi. Akumulasi energi akibat terjadinya gempa dihasilkan dari adanya pergerakan lempeng-lempeng tektonik. Sehingga energi tersebut memancar ke segala arah dengan berupa gelombang seismik dan efeknya dapat dirasakan sampai ke permukaan bumi.

Kejadian gempa tersebut berpengaruh pada gerakan lempeng-lempeng tektonik. Lempeng tektonik yang ada di dunia akan bergerak menurut arah dan kecepatannya masing-masing. Sehingga gerakan lempeng-lempeng tektonik ada yang saling menjauhi, saling mendekati atau saling bergeser.

Umumnya gerakan ini berlangsung dengan lambat, kadang gerakan lempeng ini macet dan saling mengunci, sehingga terjadinya pengumpulan energi yang berlangsung terus sampai pada suatu saat batuan pada lempeng tektonik tersebut tidak kuat menahan gerakan, sehingga terjadi pelepasan energi secara tiba-tiba yang di sebut gempa, gempa tidak lain yaitu manifestasi dari getaran lapisan batuan yang patahan energinya menjalar dari permukaan bumi dengan berupa gelombang seismik.

Adapun energi yang akan dilepaskan pada saat berlangsungnya patahan tersebut dengan berubah energy deformasi, serta energi gelombang lainnya ^[13]. Energi deformasi ini dapat terlihat pada perubahan bentuk sesudah terjadinya patahan, misalnya pergeseran. Sedangkan energy gelombang menjalar melalui medium elastic yang dilewatinya lapisan bumi dan dapat dirasakan di daerah yang terjadi gempa.

Menurut (Bolt, 1978), bahwa gempa dapat diketahui berdasarkan penyebabnya:

1. Gempa tektonik (tektonik gempa bumi). Gempa tektonik adalah pergerakan aktivitas lempeng tektonik. Ada 3 gerakan yang ada pada lempeng tektonik yaitu saling bertemu, saling meluncur, dan saling tarik-menarik, sehingga ketiganya menyatu.
2. Gempa vulkanik (*Vulcanic Earthquake*). Gempa vulkanik adalah pergerakan

aktivitas gunung berapi, akibat proses perubahan panas dan tekanan dari magma yang tidak lancar sehingga terjadi ledakan.

3. Gempa Runtuh (*Earthquake Collapse*). Gempa tersebut runtuh sebagai akibat dari runtuhnya lapisan tanah, runtuhnya baik goa maupun bagian yang menyebabkan getaran tanah. Puing-puing gempa memiliki intensitas yang relatif kecil.
4. Gempa Ledakan (*Earthquake Explosion*). Gempa berasal dari aktivitas manusia yang menghasilkan ledakan besar, misalnya percobaan bom nuklir sehingga ledakan tersebut memiliki energi dan tekanan tinggi yang menyebar ke segala arah.

Menurut (Fowler, 1990) gempa bumi diklasifikasikan berdasarkan jenis kedalaman fokusnya, yaitu:

1. Gempa dangkal dengan kedalaman kurang dari 70 km
2. Gempa sedang dengan kedalaman kurang dari 300 km
3. Gempa bumi dalam dengan kedalaman lebih dari 300 km (kadang >450 km)

Menurut (Ginanjari, 2008) gempa bumi diklasifikasikan berdasarkan waktu sebagai berikut:

1. Gempa Utama (*mainshock*). Gempa utama adalah gempa yang terjadi pada guncangan akibat deformasi yang disebabkan oleh interaksi antar lempeng.
2. Gempa susulan (*aftershock*). Gempa susulan adalah gempa yang terjadi setelah gempa utama tiba, dan terus bergerak di daerah yang sama [15].

2.2. Pemodelan Sumber Gempa

Zona sumber gempa adalah suatu wilayah yang memiliki derajat gempa yang sama, pada setiap titik pada zona tersebut terdapat kemungkinan terjadinya gempa yang sama di kemudian hari. Model sumber gempa yang diperlukan untuk hubungan antara data gempa dan model perhitungan digunakan untuk menentukan tingkat kerawanan gempa. Batasan pemodelan zona sumber gempa yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Kedalaman sumber gempa yang dibatasi hingga 500 km.

2. Jarak lokasi pada sumber gempa ke lokasi yang ditinjau dibatasi hingga 500 km.
3. Fungsi atenuasi yang digunakan untuk bentuk-bentuk model yaitu fungsi atenuasi yang dianggap cocok dengan karakteristik kegempaan dan pemodelan sumber-sumber gempa dilakukan dengan berdasarkan interpretasi terhadap kondisi seismotektonik yang diketahui dari data geologi, geofisika dan seismologi.

Model sumber gempa bisa digolongkan dengan tiga (3) macam meliputi :

- 1) Sumber gempa subduksi, gempa subduksi adalah proses pertemuan lempeng dimana lempeng samudera tenggelam ke dalam lempeng benua atau dua benua yang saling menopang sehingga menghasilkan gempa bumi yang besar.
- 2) Sumber gempa sesar, sumber gempa sesar adalah daerah gempa yang terdapat rekahan dangkal (*Shallow Crustal Fault*) dengan mekanisme strike-slip, reverse, atau normal yang terjadi pada sesar yang terdefinisi dengan jelas, termasuk sesar mekanisme, slip rate, dip, panjang kesalahan dan lokasi. Sumber gempa sesar dangkal dimodelkan pada kedalaman 15 km
- 3) Sumber gempa *background*, adalah sumber gempa yang belum bisa dipastikan secara jelas. Karena model sumber gempa ini sangat cocok untuk daerah yang sesar atau patahannya belum teridentifikasi dengan akurat namun kawasan tersebut memiliki sejarah kejadian gempa. Kejadian gempa pada zona *background* biasanya yaitu gempa-gempa kecil sampai sedang [16].

2.3 Geologi Lampung

Secara fisiografis, Provinsi Lampung merupakan provinsi bagian selatan di Pulau Sumatera, Provinsi ini mempunyai luas 35.367,50 km² serta kawasan provinsi Lampung berbatasan dengan kawasan Selat Sunda, di sebelah utara berbatasan dengan kawasan Sumatera Selatan dan Bengkulu, di bagian timur berbatasan dengan Laut Jawa dan di bagian barat berbatasan dengan Samudera Hindia.

Secara geografis, Provinsi Lampung terdiri atas daerah yang berbukit sampai daerah bergunung dengan kemiringan >500 m dpl, daerah berombak sampai bergelombang dengan kemiringan 8% - 15% dan ketinggian 25-27m dpl, daerah dataran rawa pasang

surut dengan ketinggian 0,1 – 1m dpl, dan daerah river basin. Meskipun demikian, sebagian besar topografinya berada pada kemiringan kurang dari 15% sehingga membuat daerah Lampung potensi alam yang tinggi. [17]

Pada peta geologi Provinsi Lampung, Sumatera, dengan skala 1 : 500.000, Stratigrafi regional Provinsi Lampung yaitu diurutkan dari tua ke muda, berikut jenis batuan berikut :

1. Quarter gunung api (Qhv)

Batuan gunung api dengan kode (Qhv), berumur perem hingga bagian kuartar. Satuan batuan gunung api terdiri dari tuf litik, lava bersusun andesitik-basaltik, breksi gunung api, tuf, lava, bersusun rio lit, dasit, dan andesit dan tuf Kristal.

2. Formasi Talang akar

Formasi penyusunan cekungan sumatera selatan yang berumur osilagen akhir hingga awal miosen awal. Formasi talang akar yang terdapat di daerah penelitian terdiri atas batu lempung dan batupasir [18].

3. Formasi Lampung

Merupakan formasi yang batuan berumur plesistone, terdiri dari batuan apung
Diantaranya batuan tuf rilitik, batuan tuf padat.

4. Formasi Terdiri dari berbagai jenis batuan yang ada, diantaranya : batu karang & formasi telisa.

5. Batuan tersier adalah kandungan komposisi batuan produk vulkanik serta batuan terobosan/intrusif.

6. Formasi Campang (Tpoc) merupakan bagian bawah yang terdiri dari interkalasi lempung, serpih dan tufa padat, bagian atas terdiri dari breksi berbagai material dengan sisipan pasir dan lanau.

7. Formasi Tarahan (Tpot) adalah adanya tuf padat, breksi dengan sisipan rijang

10. Batuan Granit tak terpisahkan (Tmgr) dari antara granit serta granodiorit.

9. Batuan metamorf Kompleks Gunung Kasih Tak Terpisahkan (Pzg) terdiri dari kumpulan batuan antara lain; Kuarsit Sidodadi (Pzgz) kuarsit dengan sisipan kuarsa sekis

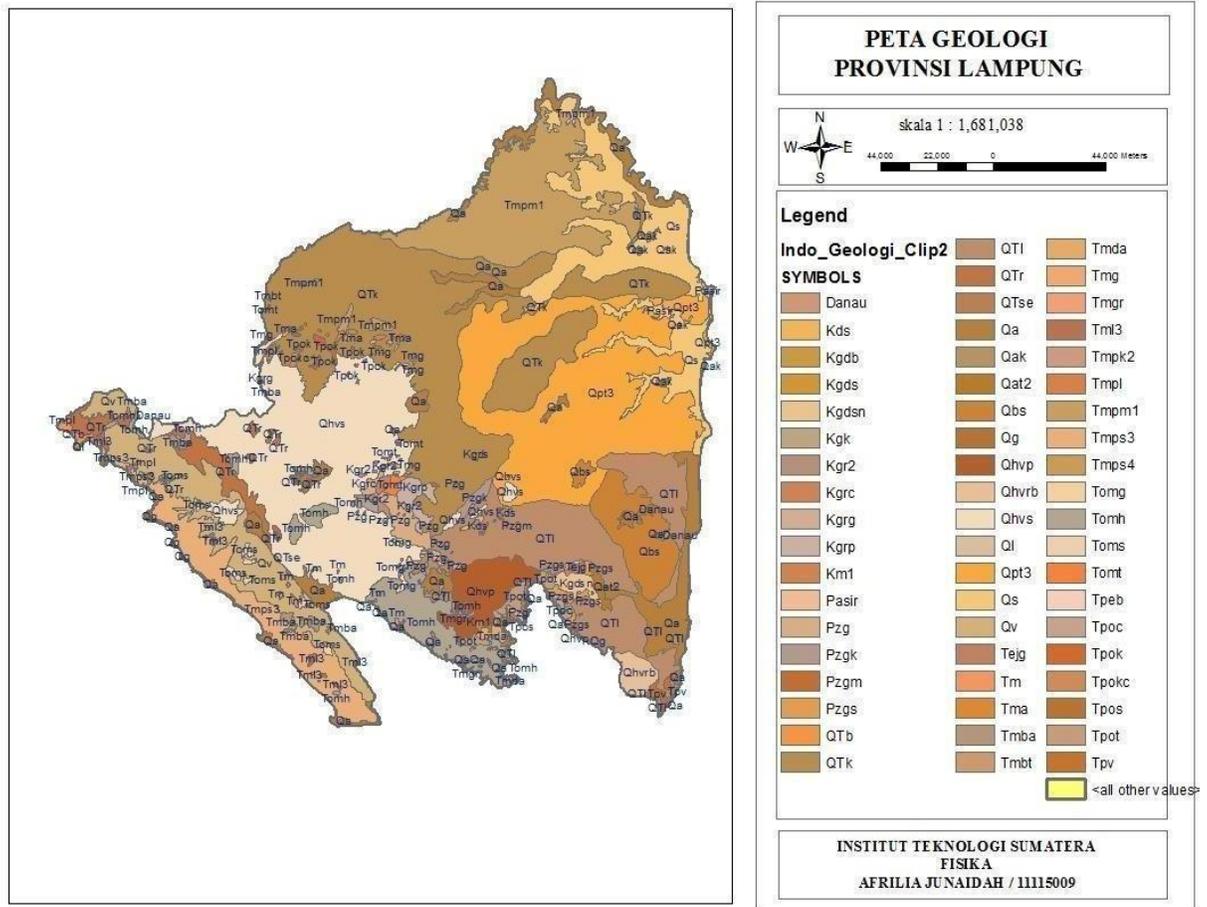
10. Formasi Hulusimpang merupakan satuan batuan tertua dengan Cekungan Bengkulu yang terbentuk pada Oligosen-Miosen Awal. Dengan penyusun utama formasi berupa endapan vulkanik andesit berubah yang telah mengalami vitrifikasi alterasi dan mineralisasi

11. Gunung Rajabasa tersusun atas kerucut gunung api di Selat Sunda di wilayah tenggara Sumatera, terletak di Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung.

12. Batu andesit merupakan jenis batuan beku ekstrusif yang berasal dari proses lelehan magma diorit.

13. batuan beku intrusif dengan tekstur fanerit yang mirip dengan granit, tetapi berbeda karena mengandung lebih banyak plagioklas feldspar daripada feldspar ortoklas

16. Diorit merupakan jenis batuan beku dalam (*Plutonic Rock*), yang memiliki tekstur feneris, mineralnya berbutir kasar sampai sedang, dan warnanya agak gelap. [20]



Gambar 3.1 Peta geologi

24 Gelombang seismic

Gelombang seismik adalah gelombang yang merambat melalui bumi. Perambatan gelombang ini tergantung pada elastisitas batuan. Gelombang seismik dapat menimbulkan dua metode, yaitu metode aktif dan metode pasif. Metode aktif adalah penggunaan aktif dan disengaja dari gangguan buatan manusia, misalnya untuk eksplorasi. Metode pasif adalah gangguan yang terjadi secara alami, seperti gempa bumi. Gelombang seismik termasuk dalam gelombang elastik karena memiliki medium elastik yaitu bumi. Oleh karena itu, sifat perambatan gelombang seismik bergantung pada elastisitas batuan yang dilaluinya.

Pada dasarnya ada dua jenis gelombang yang dikeluarkan pada saat proses terjadinya gempa bumi, yaitu gelombang badan dan gelombang permukaan, gelombang badan memiliki dua jenis yaitu gelombang P (*Primary*) dan

gelombang S (*Scunder*), ada dua jenis gelombang permukaan yaitu gelombang R (Rayleigh) dan L (*Love*).^[21]

241 Gelombang P

Gelombang P adalah gelombang badan atau gelombang bergerak yang merambat di badan bumi yang mempunyai kecepatan paling tinggi. Gelombang ini disebut gelombang longitudinal (gelombang longitudinal bergerak dengan cara memampatkan dan memuai searah dengan arah rambatnya. Sehingga kecepatan rambat gelombang P antara 1,4 – 6,4 km/detik.

242 Gelombang Sekunder

Gelombang sekunder (gelombang S) Gelombang badan yang lebih lambat adalah gelombang geser atau gelombang S. Gelombang ini dikenal sebagai gelombang transversal. karena arah gerak partikel akan tegak lurus dengan arah rambat gelombang.

Gelombang ini memiliki bentuk seperti gelombang air. Perambatan gelombang S juga disertai dengan gerakan berputar sehingga bisa lebih berbahaya dari pada gelombang P. Kecepatan rambat gelombang S adalah sekitar $\frac{2}{3}$ kali kecepatan gelombang P. Karena perbedaan kecepatan rambat kedua gelombang ini, hasil rekaman gempa, jarak dari sumber gempa dapat diperkirakan berdasarkan perbedaan waktu tiba antara kedua gelombang pada seismograf. Gelombang R dan gelombang L hanya merambat di permukaan tanah.[22]

243 Gelombang R

Gerak gelombang Rayleigh adalah perambatan gelombang yang menyerupai gelombang laut yang menggelinding) dan mempunyai pengaruh gerak baik vertikal maupun horizontal.

Gelombang ini dinamakan gelombang *Rayleigh* karena gelombang ini ditemukan oleh kerja keras Jon William Stuy Lord Rayleigh melalui pemodelan matematika pada tahun 1885. Bolt (1975) juga mengatakan bahwa umumnya gelombang L

memiliki kecepatan gelombang yang lebih besar daripada gelombang R. Kecepatan gelombang R akan tergantung pada rasio poisson. Untuk nilai rasio Poisson lama 0,25 - 0,5, kecepatan gelombang ini kira-kira bergerak antara 0,92 - 0,96 V.

Gelombang ini merupakan gelombang yang merambat di permukaan sebenarnya lebih kompleks karena di tempat ini gelombang permukaan dan pantulan gelombang primer dan gelombang sekunder bercampur. Mengingat bahwa gerak partikel-partikel tersebut merupakan kombinasi horizontal dan vertikal, gelombang ini dapat merambat dalam medium cair. Dengan kondisi seperti itu, sering terjadi amplifikasi gelombang sehingga hal ini akan semakin meningkatkan kerusakan bangunan akibat gempa. Richart et al (1970) mengatakan bahwa pengaruh gelombang-gelombang tersebut menurun drastis seiring dengan kedalaman lapisan tanah. [23]

244 Gelombang L

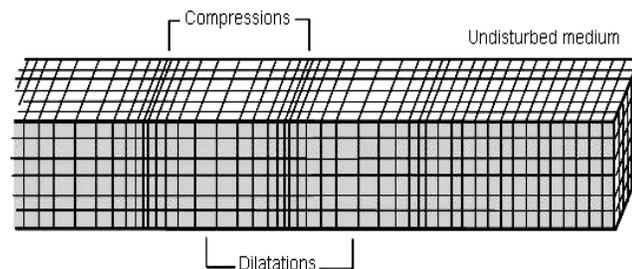
Gelombang ini disebut gelombang *Love* karena gelombang ini ditemukan oleh matematikawan Inggris A.E.H Love melalui pemodelan matematika pada tahun 1911. Gelombang ini merupakan gelombang tercepat untuk jenis gelombang permukaan (lebih cepat dari gelombang Rayleigh). Efek gelombang ini semakin kecil pada titik yang lebih dalam dari permukaan tanah.

Gelombang ini memiliki efek geser dalam arah horizontal tegak lurus terhadap rambat gelombang di permukaan tanah, dan tidak memiliki gerakan vertikal. Gelombang ini menyebabkan bangunan seperti diggo pada dasarnya terguncang secara horizontal, sehingga gelombang ini sangat potensial sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada bangunan dan bangunan. Efek gelombang mencapai maksimum di permukaan tanah dan semakin dalam dari permukaan semakin kecil efeknya. Sebagaimana sifat gelombang geser, dan gelombang ini juga tidak dapat merambat / merambat dalam zat cair. bergerak melintang pada bidang horizontal.

Gelombang P adalah gelombang gempa tercepat. Gelombang P ini dapat merambat melalui media padat dan cair, seperti lapisan batuan, air atau lapisan

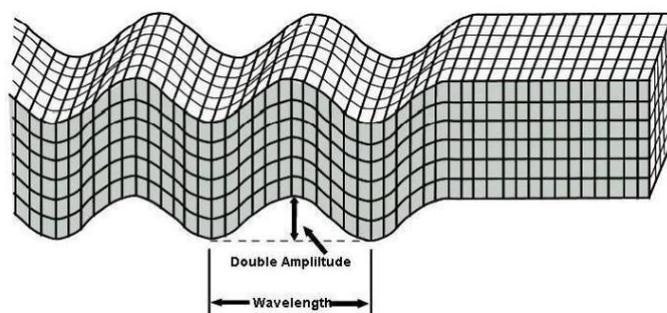
cair bumi. Pada saat merambat, gelombang ini akan menekan media batuan yang dilaluinya. Mekanisme rambatan gelombang P yang menekan lapisan batuan, identik dengan mekanisme getaran pada kaca jendela ketika ada suara petir yang keras.

Jendela bergetar karena tekanan gelombang suara pada kaca jendela. Saat terjadi gempa, pengaruh gelombang P dapat dirasakan dalam bentuk getaran [24].



Gambar 2.2 Gelombang P

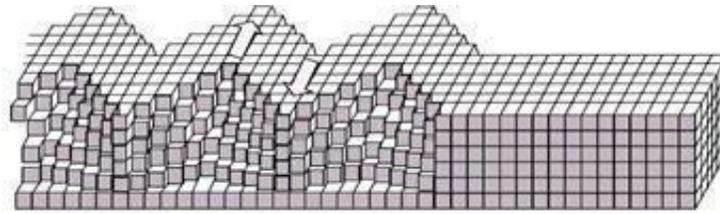
Jenis keberadaan kedua gelombang badan tersebut adalah gelombang S, yaitu gelombang kedua yang dapat dirasakan pada saat gempa. Jadi gelombang S lebih lambat dari gelombang P, dan hanya dapat merambat melalui batuan padat. Arah pergerakan gelombang ini adalah naik turun atau menyamping



Gambar 2.3 Gelombang S

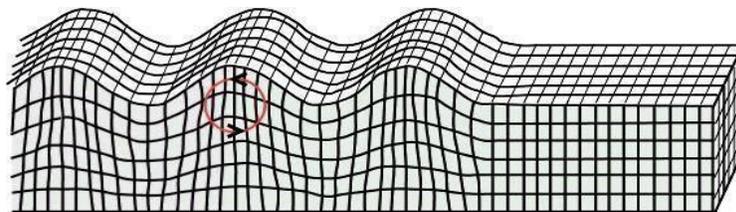
Jenis pertama dari Gelombang Permukaan disebut gelombang L. Gelombang ini awalnya dinamai menurut penemunya, A.E.H. Love adalah seorang matematikawan dari

Inggris yang mengerjakan model matematika untuk jenis gelombang ini pada tahun 1911. Gelombang adalah gelombang tercepat dan menggerakkan tanah dari sisi ke sisi.



Gambar 2.4 Gelombang L

Jenis lain dari gelombang permukaan adalah gelombang R. Keberadaan gelombang ini secara matematis diperkirakan oleh W.S. Rayleigh pada tahun 1885. Saat merambat, gelombang R akan bergerak menggulung medium yang dilaluinya, dimana pergerakan gelombang ini hampir sama dengan pergerakan gelombang air di laut. Karena gerakan mengguling ini maka lapisan tanah atau batuan akan naik turun, dan juga



Gambar 2.5 Gelombang R

akan bergerak searah dengan gerakan gelombang. Sebagian besar guncangan akibat gempa bumi terkait erat dengan gelombang R ini. Efek kerusakan yang ditimbulkan oleh gelombang R bisa lebih besar dibandingkan dengan gelombang gempa lainnya.

Teori tektonik lempeng adalah pergerakan lempeng bumi. Pergerakan lempeng bumi menyebabkan batuan mengalami deformasi akibat pergerakan antar lempeng. Deformasi akibat pergerakan pelat tersebut berupa tegangan (stress) dan regangan

(strain). Tegangan didefinisikan sebagai gaya per satuan luas. Gaya adalah perbandingan besar gaya dengan luas daerah dimana gaya tersebut diberikan. Jika gaya yang diberikan tegak lurus pada benda, maka tegangannya normal, jika gaya tersebut tangensial terhadap luas maka tegangan tersebut adalah tegangan geser, dan jika tidak tegak lurus atau sejajar maka gaya tersebut dapat diuraikan menjadi komponen-komponen yaitu : sejajar dan tegak lurus terhadap elemen luas. Persamaan matematika tegangan (σ) = F / a

Ketika sebuah benda elastis ditekan, benda itu akan berubah bentuk atau berubah bentuk dan dimensinya. Perubahan ini disebut regangan atau regangan. Regangan adalah jumlah deformasi material per satuan luas. Hukum Hooke menyatakan bahwa tegangan akan sebanding dengan regangan pada batuan (antara gaya yang diberikan dan besarnya deformasi).

$$\sigma = C \cdot e \quad (2.1)$$

Regangan (e) dan Tegangan (σ) merupakan besaran tensor, sedangkan merupakan konstanta C berupa matriks (tensor) yang menentukan elastisitas dasar batuan. [23]

2.5 Magnitudo Gempa Bumi

Magnitudo gempa adalah sebuah besaran yang menyatakan besarnya energi seismik yang dipancarkan oleh sumber gempa. Besaran ini akan berharga sama, jadi meskipun dihitung dari tempat yang berbeda. Skala yang kerap digunakan untuk menyatakan magnitudo gempa ini adalah Skala Richter (Richter Scale). Secara umum, magnitudo dapat dihitung menggunakan formula $M=(\log a/T) +f(\Delta, h)+C_s+C_R$ (2.2)

Dimana : M adalah magnitudo, adalah amplitudo gerakan tanah (dalam mikro meter), T adalah periode gelombang, delta adalah jarak pusat gempa atau episenter, h adalah kedalaman gempa, CR adalah faktor koreksi yang bergantung pada kondisi lokal & regional daerahnya.

Selain dari adanya Skala Richter ada empat jenis Magnitude yang umum digunakan (Lay. T and Wallace. T.C,1995) yaitu : Magnitude lokal, Magnitude bodi, Magnitude permukaan dan Magnitude momen

251 Magnitude Lokal

Magnitude lokal (ML) yaitu menggunakan data kejadian gempa bumi di daerah California yang direkam oleh Seismograf Woods-Anderson. dengan mengetahui jarak episenter ke seismograf dan mengukur amplitude maksimum dari sinyal yang tercatat di seismograf maka dapat dilakukan pendekatan untuk mengetahui besarnya gempa bumi yang terjadi. (USGS, 2002)

Magnitude lokal mempunyai rumus empiris sebagai berikut :

Dengan: $a = ML = \log a + 3 \log D - 2.92$ amplitude getaran tanah (mm). (2.3)

252 Magnitudo Body

Terbatasnya penggunaan magnitude lokal untuk jarak tertentu membuat dikembangkannya tipe magnitude yang bisa digunakan secara luas. Salah satunya adalah mb atau magnitude bodi (Body-Wave Magnitude). Magnitude ini didefinisikan berdasarkan catatan amplitude dari gelombang P yang menjalar melalui bagian dalam bumi (Lay. T and Wallace. T.C.

1995). Secara umum dirumuskan dengan persamaan

$$mb = \log (a / T) + Q (h, D) \quad (2.4)$$

Dengan: a = amplitudo getaran (mm), T = periode getaran (detik)

$Q (h, D)$ = koreksi jarak D dan kedalaman h yang didapatkan dari pendekatan empiris. [25B]

253 Magnitudo Permukaan

Selain Magnitude bodi dikembangkan pula Ms, Magnitude permukaan (Surface-wave Magnitude). Magnitude tipe ini didapatkan sebagai hasil pengukuran terhadap gelombang permukaan (surface waves). Untuk jarak $D > 600$ km seismogram periode panjang (long-period seismogram) dari gempa bumi dangkal didominasi oleh gelombang permukaan. Gelombang ini biasanya mempunyai periode sekitar 20 detik. Magnitudo ini juga akan mengalami saturasi pada gempa yang mempunyai kekuatan di atas 8 skala richter. Amplitude gelombang permukaan sangat tergantung pada jarak D dan kedalaman sumber gempa h. Gempa bumi dalam tidak menghasilkan gelombang permukaan, karena itu persamaan Ms tidak memerlukan koreksi kedalaman. Magnitude permukaan mempunyai

bentuk rumus sebagai berikut

$$M_s = \log a + a \log D + b : \quad (2.4)$$

Dengan : a = amplitude maksimum dari pergeseran tanah horisontal pada periode 20 detik, D= Jarak (km),

(a dan b adalah koefisien dan konstanta yang didapatkan dengan pendekatan empiris.

Persamaan ini digunakan hanya untuk gempa dengan kedalaman sekitar 60 km).

Hubungan antara M_s dan m_b dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$m_b = 2.5 + 0.63 M_s \text{ atau } M_s = 1.59 m_b - 3.97 \quad (2.5)$$

254 Magnitudo Momen

Kekuatan gempabumi sangat berhubungan dengan energi yang dilepaskan oleh sumbernya. Pada pelepasan energi ini berbentuk gelombang yang menjalar ke permukaan dan bagian dalam bumi. Dalam penjarannya energi ini mengalami pelemahan karena absorpsi dari batuan yang dilaluinya, sehingga energi yang sampai ke stasiun pencatat kurang dapat menggambarkan energi gempabumi di hiposenter. Berdasarkan Teori Elastik Rebound diperkenalkan istilah momen seismik (seismic moment). Momen seismik merupakan dapat diestimasi dari dimensi pergeseran bidang sesar atau dari analisis karakteristik gelombang gempabumi yang direkam di stasiun pencatat khususnya dengan seismograf periode bebas (broadband seismograph).

$$M_o = \mu D A$$

Dengan: M_o = momen seismik, μ = rigiditas,

D = pergeseran rata-rata bidang sesar, A = area sesar.

Secara empiris hubungan antara momen seismik dan magnitude permukaan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\log M_o = 1.5 M_s \log + 16.1 M_s = \text{magnitude permukaan (Skala Richter)}$$

Kanamori (1997) dan Lay, T and Wallace, T. C, (1995) memperkenalkan Magnitude momen (moment magnitude) yaitu adalah tipe magnitude yang berkaitan dengan momen seismik namun tidak bergantung dari besarnya magnitude permukaan

$$M_w = (\log M_0 / 1.5) - 10.73 \quad (2.6)$$

Dengan: M_w = magnitude m_0 men, M_0 = momen seismik. [26]

2.6 Percepatan Tanah Maksimum

Peak Ground Acceleration adalah percepatan tanah maksimum yang terjadi pada saat gempa diguncang di suatu lokasi. percepatan tanah maksimum sama dengan amplitudo percepatan absolute terbesar yang tercatat pada akselerogram di suatu lokasi selama gempa tertentu. getaran gempa umumnya terjadi di ketiga arah. percepatan tanah maksimum sering kali dipecah menjadi komponen horizontal dan vertikal percepatan tanah horizontal umumnya lebih besar daripada percepatan tanah dalam arah vertikal tetapi ini tidak selalu benar, terutama di dekat gempa bumi besar. adalah parameter penting (juga dikenal sebagai ukuran intensitas) untuk rekayasa gempa. Gerakan dasar gempa bumi (DBEGM) sering didefinisikan dalam istilah PGA.

Setiap adanya gempa yang terjadi nilai percepatan tanah yang akan diperhitungkan pada perencanaan bangunan adalah nilai percepatan tanah maksimum. Percepatan tanah maksimum adalah nilai terbesar percepatan tanah pada suatu tempat akibat getaran. Semakin besar nilai percepatan tanah maksimum yang pernah terjadi di suatu tempat, semakin besar resiko gempabumi yang terjadi. Efek primer kejadian gempabumi yaitu kerusakan struktur bangunan, fasilitas umum, dan infrastruktur lainnya.

Dengan rumus formula percepatan tanah maksimum adalah :

$$\log_{10} (PGA) = a \log_{10} (R) + bM + c \quad (2.7)$$

Umumnya percepatan tanah bisa diketahui melalui dua cara yaitu pengukuran dengan menggunakan alat *accelograph* dan melalui pendekatan empiris, salah satunya adalah pendekatan empiris fukusima tanaka. Nilai percepatan tanah maksimum dan po la sebarannya merupakan sesuatu yang begitu penting.

Dengan mengetahui variasi nilai percepatan tanah maksimum suatu wilayah, maka dapat dipetakan lokasi- lokasi yang rawan mengalami kerusakan ketika terjadi gempa bumi. Parameter getaran gelombang gempa dicatat dengan seismograf umumnya

merupakan simpangan kecepatan atau *velocity* dalam satuan kine (cm/dt). selain velocity ada parameter lain seperti displacement (simpangan dalam satuan micro meter) dan percepatan (acceleration dalam satuan gal atau cm/dt²) juga dapat ditentukan. Parameter percepatan gelombang seismik atau sering disebut percepatan tanah adalah salah satu parameter yang penting dalam seismo logi teknik atau earthquakes engineering^[28].

Nilai percepatan tanah dapat dihitung langsung dengan seismograf khusus strong motion seismograph atau accelograph. namun karena begitu pentingnya nilai percepatan tanah dalam menghitung koefisien seismik untuk bangunan tahan gempa, sedangkan jaringan accelograph tidak lengkap baik dari segi periode waktu maupun tempatnya, maka dari itu perhitungan empiris sangat perlu dibuat. Salah satu pendekatan empiris yang digunakan adalah fukushima tanaka (1990) yang berasal dari wilayah Jepang, dengan 1372 komponen percepatan tanah maksimum dari 28 gempa yang terjadi di jepang dan 15 gempa yang terjadi di Amerika serta negara lain. Menurut beberapa penelitian pendekatan rumus empiris fukushima tanaka (1990) baik digunakan untuk patahan (fault) permukaan yang ada di sumatera.

Persamaan empiris fukushima-tanaka 1990 dengan bentuk rumusnya adalah :

$$\log_{10} (PGA) = 0.41M_s - \log_{10} (R + 0.032 * 10^{0.51 M_s}) - 0.0034R + 1.30 \quad (2.8)$$

dimana PGA= Percepatan Tanah, 0.5M

R = Jarak hiposenter ^[29]

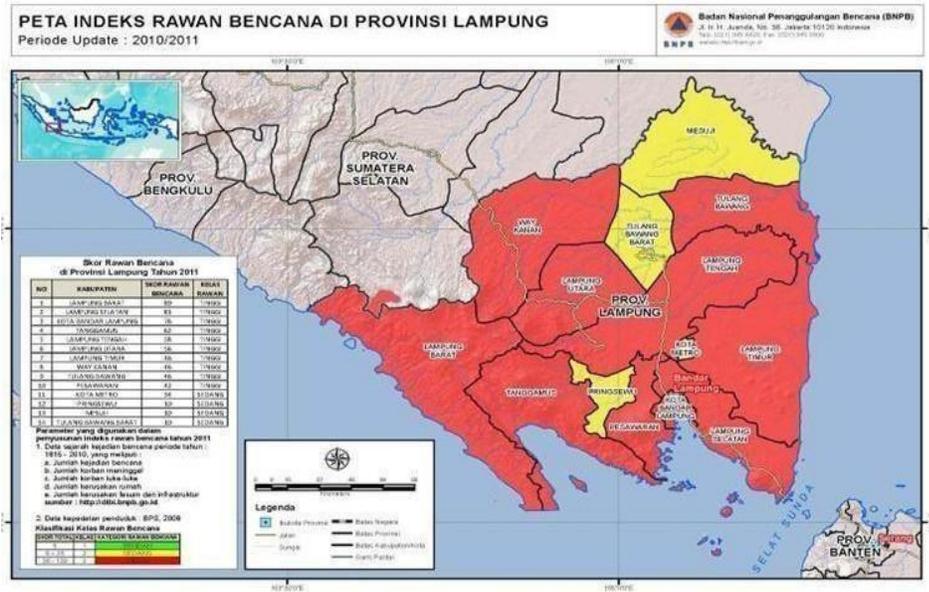
2.7 Penelitian - penelitian terdahulu

Adapun beberapa penelitian-penelitian terdahulu terkait dengan penelitian di atas

1. Indeks rawan bencana di lampung

Menurut BNPB Provinsi Lampung, Provinsi Lampung memiliki luas 35.376,50 km² dan tingkat kepadatan penduduk mencapai 211 jiwa per km persegi¹⁰. Daerah ini di sebelah barat berbatasan dengan Selat Sunda dan di sebelah timur dengan Laut Jawa. Keadaan alam Lampung, di sebelah barat dan selatan, di sepanjang pantai

merupakan daerah yang berbukit-bukit sebagai sambungan dari jalur Bukit Barisan di Pulau Sumatera. Di tengah-tengah merupakan dataran rendah. Sedangkan ke dekat pantai di sebelah timur, di sepanjang tepi Laut Jawa terus ke utara, merupakan perairan yang luas. Di wilayah provinsi ini juga terdapat beberapa gunung yaitu Gunung Tanggamas dan Gunung Krakatau



Gambar 2.7 Peta indeks rawan bencana daerah

Dari informasi indeks rawan bencana lampung menurut BNPB, dapat di ketahui bahwa salah satu daerah tingkat potensi bencana tinggi, merupakan wilayah kabupaten lampung selatan dengan menempati urutan ke 2 tertinggi di provinsi lampung.

2. Analisis percepatan tanah maksimum dengan menggunakan rumus empiris esteva dan Donovan, Dengan studi kasus di semenanjung utara pulau sulawesi pada tahun 2008-2014 Di wilayah semenanjung utara pulau Sulawesi dengan bentuk rumus formula :

1. Rumus Esteva

$$\alpha = \frac{5600 \exp^{0.5M}}{(r + 40)^2}$$

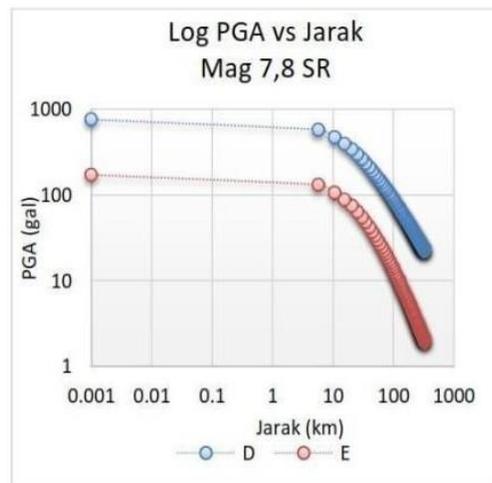
dimana a = percepatan tanah pada tempat yang akan dicari, m = magnitudo r = jarak hiposenter

2. Rumus Donovan

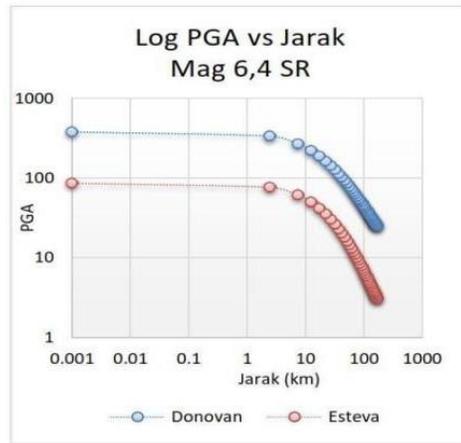
$$\alpha = \frac{1800 \exp^{0.5M}}{(R + 25)^{1.32}}$$

dimana a = percepatan tanah, m = magnitudo, r = jarak hiposenter dalam satuan km

Nilai percepatan tanah maksimum berdasarkan rumusan Donovan terlihat relatif lebih tinggi dibandingkan dengan rumusan Esteva. Grafik dari kedua rumusan tersebut membentuk pola yang semakin menurun seiring bertambahnya jarak. Pada perbedaan magnitudo gempa 7,8 SR dan 6,4 SR, nilai percepatan tanah maksimum berdasarkan rumusan Esteva maupun Donovan mengalami penurunan yang sangat signifikan yaitu masing-masing 50.24 % pada rumusan Esteva dan 50.23% pada rumusan Donovan

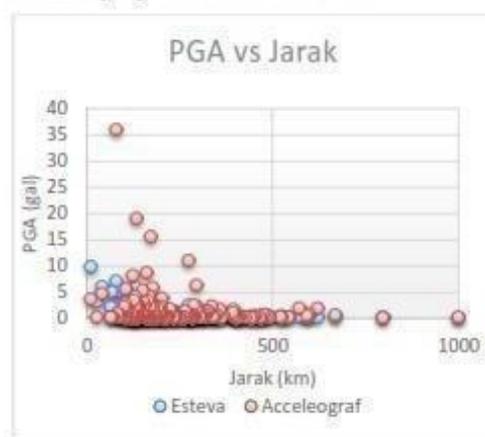


Gambar 2.8 Grafik Percepatan tanah maksimum terhadap jarak episenter yang dihitung menggunakan rumusan empiris pada kasus gempa 7,8 SR

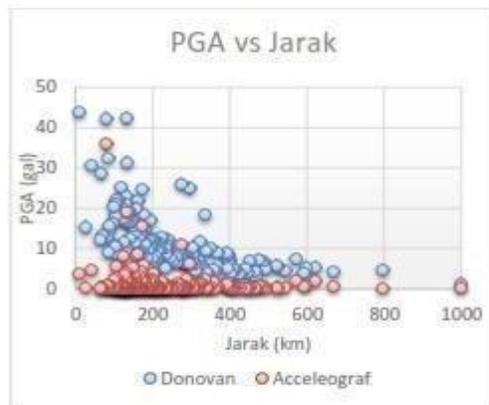


Gambar 2.9 Grafik percepatan tanah maksimum terhadap jarak yang dihitung menggunakan rumusan empiris pada kasus gempa 6,4 SR

Posisi acuan dalam proses perhitungan dengan rumusan empiris adalah posisi stasiun tempat alat akselerograf berada yaitu di Kota Manado. Berdasarkan grafik pada gambar 3 dan 4 terlihat bahwa hasil perhitungan percepatan tanah menggunakan rumusan Esteva relatif lebih mendekati nilai hasil pengukuran alat ukur akselerograf jika dibandingkan dengan hasil perhitungan dengan rumusan Donovan. Hal ini mengindikasikan bahwa rumusan empiris Esteva lebih cocok digunakan dalam mengestimasi percepatan tanah maksimum di semenanjung utara Pulau Sulawesi.



Gambar 2.10. Grafik PGA hasil perhitungan dengan menggunakan rumusan esteva dan PGA dari alat akselerograf terhadap jarak.



Gambar 2.11 Grafik PGA hasil perhitungan dengan menggunakan rumusan Donovan dan PGA dari alat akselerograf terhadap jarak