

RESIKO GEMPA BUMI DI PROVINSI LAMPUNG

Oleh

Suharno

Teknik Geofisika, Universitas Lampung,

ABSTRACT

Research of the maximum horizontal acceleration of the ground motion was conducted within Lampung and surrounding, situated at between coordinate 101° and 108° longitude, 2° and 7° latitude. The earthquakes data were collected in 1990-2004 period. A Liwa earthquake in 1994 is as especial data. Gridding of the research area within interval $0,5^{\circ}$ due to calculate and distribute of the maximum ground motion acceleration. The calculation is using Fukushima and Tanaka Equation. The values of the maximum ground motion acceleration of the Liwa earthquake in 1994 are compared with their intensities due to determined the earth quakes risk. The comparison of the horizontal maximum of the ground acceleration with intensities for data 1994 should be formulated for the acceleration within Lampung and surrounding such as $I = 0,002a + 1,9828$. Four classifications, there are (1) the very high risk if the ground acceleration is more than $2300 \mu\text{m s}^{-2}$, (2) the high risk if the ground acceleration is between 2300 and $1300 \mu\text{m s}^{-2}$, (3) the common risk if the ground acceleration is between 1300 and $300 \mu\text{m s}^{-2}$, (4) the low risk if the ground acceleration is lower than $300 \mu\text{m s}^{-2}$.

Keyword: earthquake, ground motion acceleration, Lampung.

I. PENDAHULUAN

Lampung merupakan daerah yang laju pembangunannya cukup pesat. Lampung termasuk wilayah yang rawan gempa bumi. Jika terjadi gempa terjadi, maka yang berpengaruh langsung terhadap bangunan adalah percepatan getaran tanah permukaan yang ditimbulkan oleh gempa bumi tersebut. Sehingga, percepatan getaran tanah inilah yang merupakan titik tolak dari perhitungan bangunan tahan gempa.

Secara fisis percepatan tanah fungsi besarnya magnitudo dan periode getaran. Harga percepatan tanah dipengaruhi oleh magnitudo gempa, kedalaman sumber gempa, jarak episenter dan keadaan tanah. Beberapa cara untuk menentukan percepatan tanah akibat gempa bumi adalah: (1) pengukuran menggunakan alat Strong Motion Accelerograph, (2) pengamatan atau observasi berdasarkan hubungan antara percepatan dengan intensitas gempa, (3) perhitungan analitis berdasarkan data empiris.

Oleh karena itu dalam rangka melaksanakan pembangunan perlu memperhatikan resiko akibat gempa. Atas dasar tersebut penulis melakukan penelitian mengenai distribusi percepatan gerakan tanah yang ditimbulkan oleh getaran gempa. Dengan mengetahui distribusi nilai tersebut dapat digunakan untuk melakukan perencanaan pembangunan berdasarkan tingkat resiko akibat gempa bumi.

II. MATERI DAN METODOLOGI PENELITIAN

Geologi

Berdasarkan struktur geologinya, wilayah Lampung dikelompokkan menjadi 5 daerah:

Kota Agung

Di daerah ini banyak dijumpai Formasi Simpangaur (batu pasir, batu lanau, tuf, konglomerat), Lajur Barisan terdapat breksi gunungapi, lava, dan tuf bersusun andesit-basalt

disekitar Gunung Tanggamus yang berumur kuarter muda, di daerah Tangkit terdapat granit kapur, dan Formasi Kasai (perselingan batu pasir tufan dengan tuf berbatu apung). Pensesaran banyak terdapat hampir di semua wilayah Kota Agung dan sesar terpanjang adalah sesar Semangko (Amin, 1994).

Tanjung Karang

Di daerah ini terdapat batuan gunungapi kuarter, batuan sedimen, batu gamping, batu pasir, basalt, Formasi Surung Batang (tuf, batu lempung, breksi dan tuf pasiran) yang berumur Miosen Awal, dan batuan pejal. Pensesaran banyak terdapat di sekitar Teluk Lampung (Mangga, 1994).

Menggala

Pada daerah ini terdapat batuan sedimen (batu lempung, batu lanau, batu pasir, tuf batu apung) dan endapan permukaan (lumpur, lanau, pasir, lempung, dan pasir kuarsa halus) (Burhan dkk, 1993).

Daerah Baturaja

Di daerah Baturaja banyak dijumpai Formasi Kasai (konglomerat, batu pasir kuarsa, batu lempung), Formasi Kikim (breksi gunungapi, tuf, lava, batu pasir, batu lempung), Formasi Ranau (tuf, batu lempung berkarbonat), batuan gunungapi andesit-basalt, batuan breksi gunungapi tuf, dan terdapat batuan granit. Pensesaran banyak terdapat di sepanjang Pematang Kayu Beras sampai Umbulan Lenggung dengan rata-rata sesar melewati Danau Ranau, sedangkan sesar-sesar pendek banyak terdapat di daerah Pematang Ajan, Bukit Sebonang, Pematang Baru, Pematang Angkanangkanan dan Pematang Panjang (Gafoer dkk, 1994).

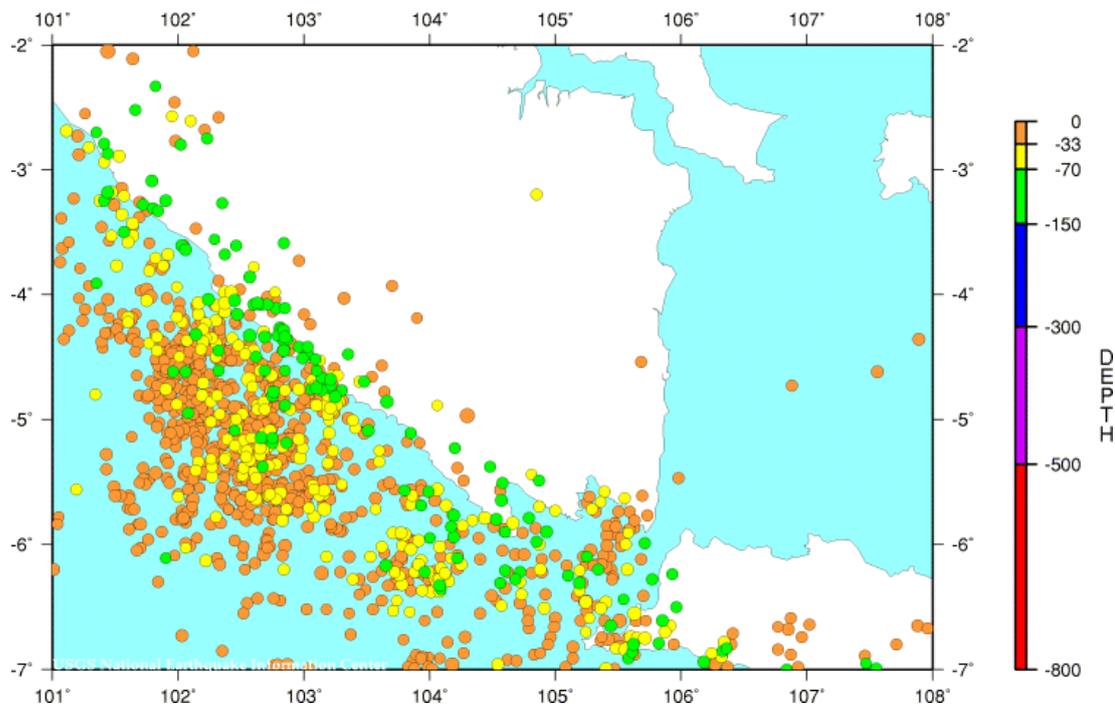
Daerah Manna dan Enggano

Batuan breksi gunungapi terletak pada daerah Tungku Tiga, Formasi Lemau (breksi, batu pasir, batu lempung dengan sisipan batu bara, batu gamping) terdapat di daerah Pematang Diwilan, Talang Kering sampai Talang Genting. Formasi Hulu Simpang (lava andesit-basalt, breksi, tuf, batu pasir) pada daerah sekitar bukit Bumbun yang menerobos sampai ke Ulukina. Batuan gunungapi lava andesit-basalt di daerah Mandiangin yang menerobos ke Pematang Ulunyuruk. Formasi Bintunan (batu pasir, tuf, konglomerat) yang tertindih oleh Formasi Simpangaur (batu pasir tufan, tuf, batu lempung, konglomerat). Pensesaran terdapat sepanjang Mandiangin hingga Tebing, dari Tanjung Betung hingga Talangrami, dan sepanjang pesisir Tanjungaur sampai Bintunan.

Pada daerah Enggano terdapat alluvium yang tertimbun oleh Formasi Malakoni (batu gamping, kalsirudit, kalkarenit), Formasi Kuwau (batu pasir, batu lanau, batu lempung, batu pasir), dan Formasi Kemiki (tuf, batu lanau tufan), dan sepanjang pesisir pantai terdapat batu gamping koral. Pensesaran banyak terdapat pada daerah Koho Manua dan Koho Buwabuwa (Amin dkk, 1994).

Sejarah Gempa

Daerah Lampung dan sekitarnya merupakan jalur patahan yang sangat kompleks sehingga daerah ini sering terjadi gempa. Gempa yang banyak terjadi rata-rata berada di laut sebelah barat Bengkulu dan Lampung, tetapi ada juga yang di darat. Gempa-gempa besar di daerah Lampung (darat) terletak di sekitar Lampung bagian barat seperti gempa pada tahun 1933 dan 1994 memiliki magnitudo sekitar 6 pada Skala Richter dan di Panjang Bandar Lampung 1913 memiliki magnitudo sekitar 7 pada Skala Richter, dengan kedalaman 20-40 km. Historis gempa bumi sekitar wilayah Lampung diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Data histories gempa dari tahun 1990 sampai tahun 2004.

Dari Gambar 1 dapat dilihat ribuan data gempa bumi di daerah sekitar Lampung yang terjadi pada periode tahun 1990 s.d. 2004. Gempa bervariasi dari gempa kecil sampai gempa besar dengan kedalaman yang bervariasi pula. Warna pada data gempa bumi menunjukkan rang kedalaman hiposenter: (1) warna coklat mengindikasikan kedalaman hiposenter berada pada rang 0 s.d. 33 km, (2) warna kuning mengindikasikan kedalaman hiposenter berada pada rang 33 s.d. 70 km, (3) warna hijau mengindikasikan kedalaman hiposenter berada pada rang 70 s.d. 150 km, (4) warna biru mengindikasikan kedalaman hiposenter berada pada rang 150 s.d. 300 km, (5) warna ungu mengindikasikan kedalaman hiposenter berada pada rang 300 s.d. 500 km, dan (6) warna merah mengindikasikan kedalaman hiposenter berada pada rang 500 s.d. 800 km.

Parameter Gempa

Parameter gempa yang penting antara lain: (1) Episenter adalah pusat gempa di permukaan bumi, biasanya dinyatakan dengan lintang dan bujur. (2) Kedalaman fokus (pusat gempa). Fokus gempa bumi disebut hiposenter, dinyatakan dalam kilometer dari permukaan bumi atau dinyatakan dengan jari-jari bumi. (3) Magnitudo adalah besarnya kekuatan energi gempa di pusa kejadiannya. Energi gempa tersebut dipancarkan oleh sumber gempa ke segala penjuru, merambat sebagai gelombang seismik dan dapat dirasakan sebagai getaran di permukaan bumi yang dilalui. Rambatan gelombang seismic dapat ditangkap (direkam) oleh stasion seismic yang dipasang dipermukaan bumi. (4) Magnitudo *surface wave* (M_s) adalah magnitudo yang dihitung berdasarkan pada gelombang-gelombang permukaan. (5) Intensitas adalah kalsifikasi berdasarkan pengamatan langsung terhadap kerusakan yang ditimbulkan oleh gempa bumi di lokasi (di permukaan bumi). Secara historis, magnitudo *surface wave* pertama kali dihitung oleh Gutenberg dan Richter (1936). Gutenberg (1945) memberikan persamaan yang didasarkan atas amplitudo gerakan tanah maksimum, dan dari tahun 1949 sampai 1959 para pengikutnya menghitung amplitudo empiris yang serupa untuk berbagai stasion (Wibowo, 1997).

Magnitudo gempa dihitung dari catatan alat, sedangkan intensitas ditentukan berdasarkan data kerusakan di setiap lokasi, sehingga nilai intensitas dari satu kejadian gempa bumi akan memiliki intensitas yang berbeda di setiap lokasi di permukaan bumi. Magnitudo mempunyai satu harga untuk sebuah peristiwa gempa bumi, tetapi intensitas memiliki nilai yang berbeda di setiap permukaan bumi untuk sebuah peristiwa gempa bumi. Intensitas terbesar pada umumnya terdapat di daerah episenter. Nilai intensitas gempa biasanya menurun fungsi jarak ke semua jurusan. Untuk dapat menentukan secara tepat besarnya intensitas diperlukan tenaga ahli yang berpengalaman. Di Indonesia, Intensitas biasanya dinyatakan dalam skala MMI (Modified Mercally Intensity).

Perhitungan

Untuk mengetahui kekuatan guncangan suatu daerah diperlukan alat Accelerograph. Di Indonesia, jumlah alat yang terpasang masih terlalu sedikit, sehingga data yang diperoleh kurang memadai. Padahal data percepatan tanah sangat dibutuhkan bagi rancang bangun infrastruktur tahan gempa. Oleh karena itu para ahli merumuskan secara empiris untuk menghitung nilai percepatan gerakan tanah, seperti Fukushima dan Tanaka (1990) yang digunakan kembali oleh Murjaya (2003). Rumusan tersebut merupakan penyempurnaan dan pengembangan rumus-rumus sebelumnya,

$$\text{Log } a = 0,41 M_s - \log (R + C(M_s)) - 0,0034 R - 1,69$$

$$a = \{e^{0,41M_s - 0,0034R - 1,69}\} / \{R + C(M_s)\} \dots \dots \dots (1)$$

dengan $C(M_s) = 0,032 \times 10^{0,41 M_s}$; $R = \sqrt{\Delta^2 + h^2}$
 dimana a adalah percepatan tanah ($\mu\text{m s}^{-2}$), M_s adalah magnitudo *surface wave* (Skala Richter), C adalah Konstanta magnitudo surface wave, R adalah jarak hiposenter (km), Δ adalah jarak episenter (km) dan h adalah kedalaman hiposenter (km).

Pengolahan Data

Pada penelitian ini data gempa bumi diambil dari USGS yang terjadi pada tahun 1990-2004, pada daerah lampung dan sekitarnya yang dibatasi pada luasan 101° - 108° LS dan 2° - 7° BT. Dari data yang diperoleh kemudian diambil data yang mempunyai magnitudo >5 pada Skala Richter dan kedalaman ≤ 100 km. Jika magnitudo gelombang permukaan (M_s) tidak diketahui, maka dapat dihitung dengan persamaan:

$$M_s = \frac{M_b - 2,5}{0,63} \dots \dots \dots (2)$$

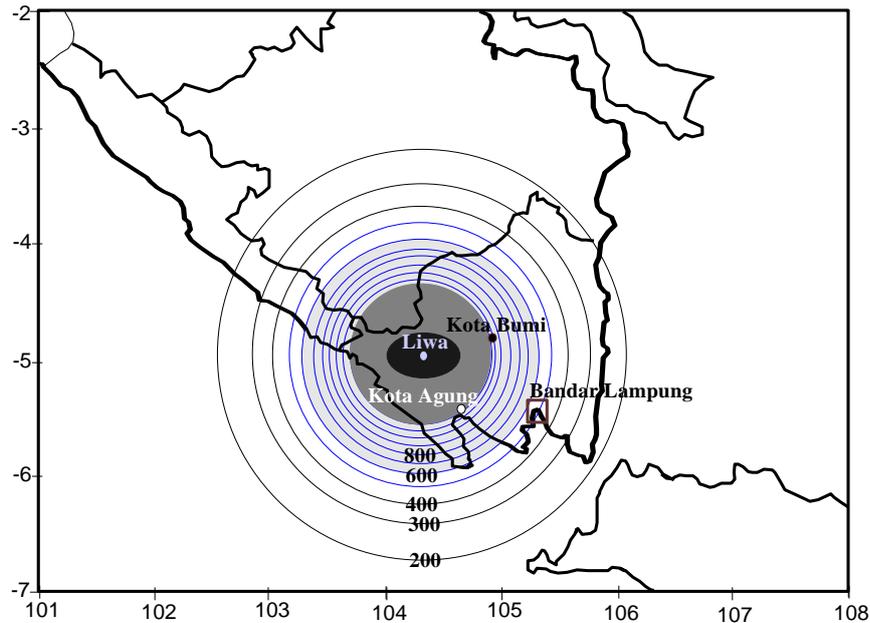
Jika magnitudo gelombang permukaan dan gelombang badan tidak diketahui, maka magnitudo yang digunakan adalah magnitudo standar yang berskala Richter. Magnitudo gempa bumi yang diambil adalah data yang besarnya >5 Skala Richter dengan kedalaman <100 km, karena gempa dengan parameter ini dapat menimbulkan dampak yang signifikan terhadap infrastruktur di permukaan bumi. Daerah penelitian dibuat grid $0,5^\circ$, yang kemudian setiap titik grid dihitung percepatan vertikal horizontal gerakan tanah dengan Persamaan (1) dan nilai percepatan horizontal gerakan tanah diperoleh dari persamaan (3), Santoso dan Murjaya (2003) dan Dewi (2004).

$$a_h = \frac{a_v}{0,72} \dots \dots \dots (3)$$

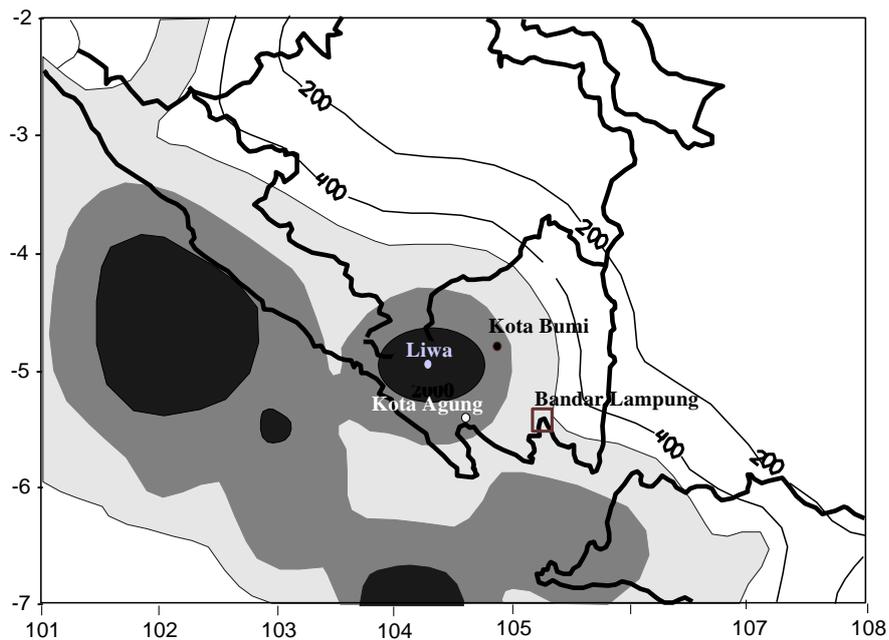
Setelah nilai percepatan horizontal maksimum, diperoleh, maka daerah-daerah rawan gempa dapat digambarkan menggunakan kontur nilai percepatan horizontal maksimum.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil



Gambar 2. Kontur percepatan horizontal gerakan tanah yang ditimbulkan oleh gempa tahun 1994. Interval kontur $100 \mu\text{m s}^{-2}$. Warna putih sampai hitam menunjukkan tingkat resiko gempa dari rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Skala horisontal dan vertikal dalam derajat Bujur Timur dan Lintang Selatan.



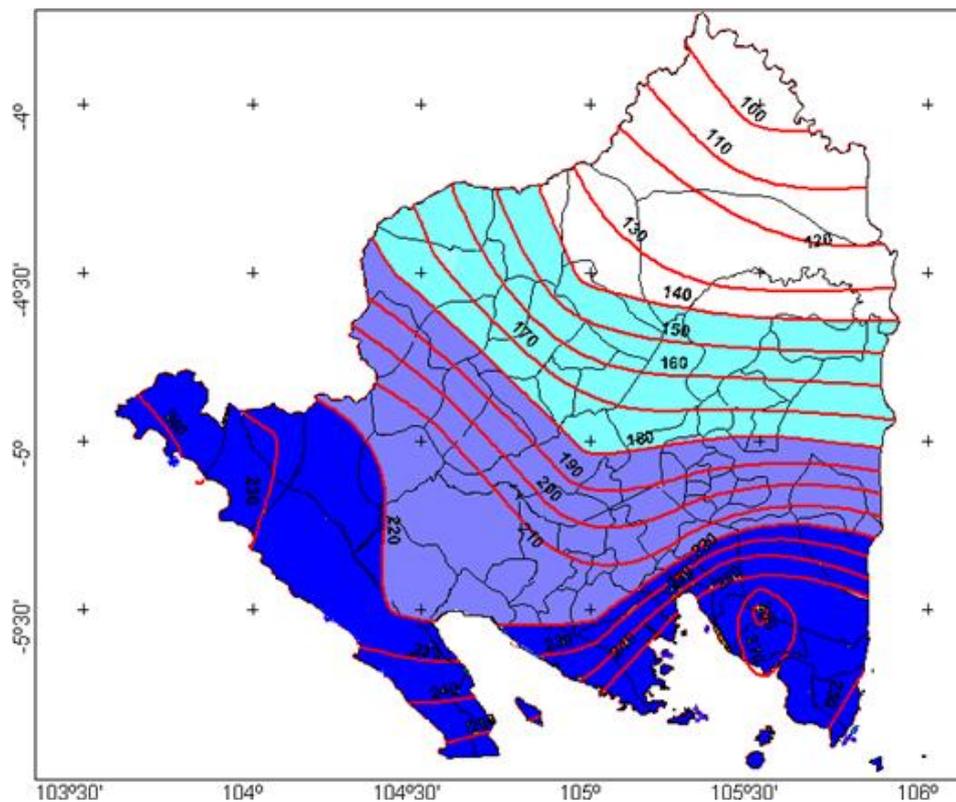
Gambar 3. Tingkat resiko gempa di wilayah sekitar Lampung berdasarkan perhitungan percepatan getaran tanah dari gempa periode 1990 s.d. 2004. Warna putih sampai hitam menunjukkan tingkat resiko gempa dari rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi.

Kontur percepatan gerakan tanah merupakan hasil dari data (1) gempa Liwa tahun 1994 dan (2) gempa tahun 1990-2004. Setelah melakukan perhitungan harga percepatan horizontal maksimum gerakan tanah dengan menggunakan rumus Fukushima dan Tanaka, maka

diperoleh hasil berupa peta kontur percepatan horizontal maksimum gerakan tanah. Berdasarkan data gempa Liwa tahun 1994 diperoleh peta kontur Gambar 2. Berdasarkan data Intensitas dalam MMI dan hasil pada Gambar 2 dapat ditarik hubungan percepatan getaran tanah dan Intensitas seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Korelasi percepatan dan intensitas berdasarkan data gempa Liwa 1994

No.	Tahun	Lokasi	Percepatan (μms^{-2})	Intensitas
1.	1994	Liwa	2500-2926	VIII-IX
2.	1994	Kota Bumi	900-1500	IV-V
3.	1994	Branti	400-775	III



Gambar 4. Percepatan maksimum gerakan tanah berdasarkan data gempa periode 100 tahun (Suharno, 2007; 2009).

Pembahasan

Pada penelitian ini telah di dapat kontur-kontur percepatan getaran tanah akibat data gempa Liwa tahun 1994 dan percepatan getaran tanah akibat data gempa 1990 s.d. 2004, yang kemudian di analisis.

Berdasarkan Gambar 2, daerah-daerah percepatan horizontal maksimum gerakan tanah menunjukkan harga percepatan horizontal maksimum gerakan tanah paling besar pada koordinat 102° BT – 4,5° LS yang terletak pada daerah laut sebelah barat Bengkulu yaitu 3804 μms^{-2} , 2498 μms^{-2} di daerah laut sebelah barat Lampung pada koordinat 103° BT – 5,5° LS dan 2081 μms^{-2} di daerah Selat Sunda pada koordinat 105,5° BT – 6,5° LS. Harga percepatan horizontal maksimum gerakan tanah yang paling besar di darat berada di

Lampung Barat, koordinat $104,5^{\circ}$ BT – 5° LS yaitu $2926 \mu\text{ms}^{-2}$. Harga percepatan horizontal maksimum gerakan tanah di sekitar kota bumi mencapai $1063 \mu\text{ms}^{-2}$. Daerah Krui dan Liwa harga percepatan horizontal maksimum gerakan tanah sekitar $1128\text{-}2378 \mu\text{ms}^{-2}$, pada daerah ini harga percepatan horizontal maksimum gerakan tanah cukup besar karena daerah ini dekat dengan daerah pusat gempa terjadi. Daerah-daerah aktif gempa, berdasarkan harga percepatan horizontal maksimum gerakan tanah meliputi daerah laut sebelah barat Bengkulu, laut sebelah barat Lampung dan di daerah Lampung Barat.

Berdasarkan Gambar 3, daerah-daerah percepatan horizontal maksimum gerakan tanah menunjukkan harga percepatan horizontal maksimum gerakan tanah yang relatif besar berada di daerah laut sebelah barat Lampung dan Bengkulu, juga disekitar Selat Sunda. Harga percepatan horizontal maksimum gerakan tanah paling besar $3804 \mu\text{ms}^{-2}$ pada koordinat 102° BT – $4,5^{\circ}$ LS sekitar 111 km dari pantai Bengkulu. Di daerah laut sebelah barat Lampung sekitar 130 km dari pantai Lampung pada koordinat 103° BT – $5,5^{\circ}$ LS menunjukkan harga percepatan horizontal maksimum gerakan tanah yang cukup besar yaitu $2497 \mu\text{ms}^{-2}$. Sumber gempa bumi di laut tidak begitu berpengaruh dengan keadaan di darat karena jaraknya yang cukup jauh. Di daerah darat Lampung, harga percepatan horizontal maksimum gerakan tanah menunjukkan nilai yang relatif kecil yaitu sekitar $200\text{-}800 \mu\text{ms}^{-2}$. Pada daerah sekitar selat Sunda, harga percepatan horizontal maksimum gerakan tanah yang relatif besar sekitar $2081 \mu\text{ms}^{-2}$ pada koordinat $105,5^{\circ}$ BT – $6,5^{\circ}$ LS dan di darat harga percepatan horizontal maksimum gerakan tanahnya sekitar $200\text{-}1000 \mu\text{ms}^{-2}$.

Bila dilihat dari kontur percepatan horizontal maksimum gerakan tanah ini tampak bahwa daerah Lampung cukup aman dari bahaya gempa bumi, karena gempa bumi yang terjadi di darat memiliki magnitudo kecil dan harga percepatan horizontal maksimum gerakan tanah yang relatif kecil.

Berdasarkan Gambar 4, data pada tahun 1994 yang diambil adalah data istimewa dengan magnitudo 7 Skala Richter dengan hiposenter yang dangkal yaitu 23 km. Harga percepatan horizontal gerakan tanah yang paling besar yaitu $2926 \mu\text{ms}^{-2}$ pada koordinat $104,5^{\circ}$ BT – 5° LS di daerah sekitar Kabupaten Lampung Barat dengan MMI IX yang mengakibatkan bangunan yang tidak kuat mengalami kerusakan yang cukup serius. Episenter dari gempa bumi ini terletak pada sesar Semangko.

Harga percepatan horizontal gerakan tanah di daerah Liwa dari pusat gempa bumi tersebut sekitar $2378 \mu\text{ms}^{-2}$ dengan MMI IX. Daerah Kota Bumi harga percepatan horizontal gerakan tanah besarnya sekitar $1000\text{-}1500 \mu\text{ms}^{-2}$ dengan MMI IV. Daerah Branti dan Tanjung Karang harga percepatan horizontal gerakan tanah sekitar $400\text{-}775 \mu\text{ms}^{-2}$ dengan MMI III. Daerah Bengkulu, harga percepatan horizontal gerakan tanah sekitar $1100\text{-}1400 \mu\text{ms}^{-2}$ dengan MMI V.

Berdasarkan Gambar 2, data yang diambil pada tahun 1933 adalah data istimewa dengan magnitudo 7,5 Skala Richter dengan kedalaman 23 km. Harga percepatan horizontal gerakan tanah yang paling besar yaitu $3835 \mu\text{ms}^{-2}$ pada koordinat $104,5^{\circ}$ BT – 5° LS di daerah sekitar Kabupaten Lampung Barat dengan MMI VIII-IX yang juga mengakibatkan bangunan yang tidak kuat mengalami kerusakan tekuk.

Harga percepatan horizontal gerakan tanah di daerah Krui dan Liwa dari gempa bumi tersebut sekitar $893\text{-}1853 \mu\text{ms}^{-2}$. Daerah Kota Bumi harga percepatan horizontal gerakan tanah besarnya sekitar $1800\text{-}2000 \mu\text{ms}^{-2}$. Daerah Tanjung Karang harga percepatan horizontal gerakan tanah sekitar $1200\text{-}1600 \mu\text{ms}^{-2}$. Daerah Bengkulu, harga percepatan

horizontal maksimum gerakan tanah sekitar 600-1200 μms^{-2} . Daerah menunjukkan harga percepatan horizontal gerakan tanah relatif kecil yaitu sekitar 200-400 μms^{-2} .

Harga percepatan horizontal gerakan tanah dengan data tahun 1933 lebih besar ke arah timur dari pada ke arah barat, sedangkan harga percepatan horizontal gerakan tanah dengan data pada tahun 1994 lebih besar ke arah barat dari pada ke arah timur. Ini disebabkan karena episenter yang berbeda.

Berdasarkan data empiris gempa Liwa tahun 1994 dan 1933 pada Tabel 1 dapat dirumuskan hubungan antara harga percepatan horizontal gerakan tanah dengan harga intensitas gempanya, yaitu sebagai berikut:

$$\text{Log } a = 0,12 I + 2,5 \dots\dots\dots (4)$$

dimana a adalah percepatan gerakan tanah (μms^{-2}) dan I adalah Intensitas gempa.

Dari rumus di atas, dapat dihitung besarnya intensitas atau percepatan di daerah tertentu. Data perhitungan berdasarkan data gempa Liwa tahun 1933 dan tahun 1994, dihasilkan hubungan percepatan horisontal maksimum dengan intensitas yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kondisi besarnya percepatan dan intensitas berdasarkan perhitungan data empiris gempa liwa tahun 1994 dan 1933

No.	Daerah	Percepatan (μms^{-2})	Intensitas	Rata-rata Intensitas
1	Liwa	2372-3834	Tinggi	VIII-IX
2	Krui	2000-2200	Tinggi	VII
3	Kota Bumi	900-1500	Sedang	IV-V
4	Kota Agung	1000-1300	Sedang	IV-V
5	Branti	550-800	Rendah	III
6	Bandar Lampung	550-775	Rendah	III
7	Menggala	200-500	Rendah	II

Tabel 3. Kondisi besarnya percepatan dan intensitas berdasarkan perhitungan data empiris gempa 100 tahun terutama gempa Panjang tahun 1913

No.	Daerah	Percepatan (μms^{-2})	Intensitas	Rata-rata Intensitas
1	Liwa	2200-2300	Tinggi	VII-VIII
2	Krui	2200-2300	Tinggi	VII-VIII
3	Kota Bumi	1700-1900	Sedang	IV-V
4	Kota Agung	2100-2200	Tinggi	VII
5	Branti	2100-2200	Tinggi	VII
6	Bandar Lampung	2100-2500	Tinggi	VIII
7	Menggala	1200-1800	Sedang	V
8	Tarahan	2700-2900	Tinggi	VIII

Potensi Bahaya Gempa Bumi di Propinsi Lampung

Pada penelitian ini telah diketahui harga percepatan horizontal maksimum gerakan tanah yang terjadi di daerah Lampung dan sekitarnya cukup besar dengan harga intensitas yang cukup tinggi yang mengakibatkan kerusakan dan korban jiwa. Untuk melihat tinggi rendahnya intensitas dari data percepatan horizontal gerakan tanah dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Dari tabel 2 dan 3 dapat dilihat hubungan antara percepatan horizontal gerakan tanah dengan intensitasnya menghasilkan intensitas tinggi, sedang dan rendah, meskipun dari kedua table tersebut memberikan kemungkinan yang berbeda untuk suatu wilayah tertentu. Intensitas tinggi adalah dimana bangunan yang tidak kuat akan mengalami kerusakan, kerusakan tekuk, jembatan dan tangga rusak. Intensitas sedang adalah dimana getaran dirasakan seperti ada benda berat yang menabrak dinding rumah, benda bergantung bergoyang, dapat dirasakan di luar rumah, hiasan dinding bergerak, benda kecil diatas rak jatuh. Sedangkan intensitas rendah terasa oleh orang yang berada di bangunan tinggi dan getaran dirasakan seperti ada kereta yang berat melintas.

Dari Tabel 2 menunjukkan percepatan horizontal gerakan tanah dengan intensitas tinggi, kemungkinan terjadi di Liwa dan Krui dengan intensitas tertinggi di Liwa. Intensitas sedang kemungkinan terjadi di Kota Bumi dan Kota Agung. Intensitas rendah kemungkinan terjadi di Menggala, Branti dan Bandar Lampung. Namun, berdasarkan pada Tabel 3 (hasil perhitungan untuk data gempa pada periode 100 tahun) menghasilkan nilai intensitas tinggi kemungkinan terjadi di Liwa, Krui, Kota Agung, Branti, Bandar Lampung dan Tarahan, dengan intensitas tertinggi di Tarahan. Intensitas sedang kemungkinan terjadi di Kota Bumi dan Menggala.

Probabilitas gempa bumi darat di Propinsi Lampung akan terjadi pada periode ulang 60 tahun sekali dengan ralat yang belum diketahui. Probabilitas ini berdasarkan gempa bumi Liwa pada koordinat $104,7^{\circ}$ BT – 5° LS pada tahun 1933 dan $104,3^{\circ}$ BT – $4,97^{\circ}$ LS pada tahun 1994. Sedangkan, berdasarkan gempa Panjang Lampung tahun 1013 ada kemungkinan gempa darat di Bandar Lampung dengan periode yang belum dapat diperkirakan. Namun, pengulangan mesti akan terjadi meskipun belum dapat ditentukan kapan akan terjadi. Pada kondisi ini kita harus waspada dan siap untuk menghadapinya secara mental, teknis dan teknologi.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisis kuantitatif dan kualitatif pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa di propinsi Lampung dan sekitarnya: (1) Gempa bumi besar bisa terjadi di laut sekitar 200 km sebelah barat Liwa atau tenggara Bengkulu dan sekitar 200 km sebelah selatan Liwa atau sebelah barat Ujung Kulon. (2) Gempa bumi besar darat bisa terjadi di sekitar Liwa, Krui, Kota Agung dan Bandar Lampung. (3) Gempa bumi dilaut tidak menimbulkan getaran besar di darat, namun akan beresiko tinggi jika terjadi tsunami. (4) Gempa besar darat akan menimbulkan resiko dengan terjadinya longsor, likuifikasi dan robohnya bangunan.

Saran

Perlu dilakukan penelitian gempa bumi secara intensif di wilayah Lampung dan sekitarnya mengantisipasi resiko kerusakan infrastruktur akibat gempa bumi.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada manajemen Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisik (BMKG) pusat dan yang berada di Provinsi Lampung yang telah memberikan dukungan data dan kerja sama.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Adi, J. S., 2000. Analisis AVO Pada Lintasan L-280 EXT di Daerah Tandes. Cekungan Jawa Timur. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Amin, T. C., E. Kusnama, Rustandi, dan S. Gafoer, 1994. Geologi Lembar Manna & Enggano, Sumatera. Bandung. Pusat penelitian & Pengembangan Geologi.
- Amin, T. C., Sidarto, S. Santosa, dan W. Gunawan, 1994. Geologi Lembar Kotaagung, Sumatera. Bandung. Pusat penelitian & Pengembangan Geologi.
- Anonymous, 2005. Wikipedia. Magnitudo Gempa. (<http://id.wikipedia.org>).
- Anonymous, 2005. Wikipedia. Tektonik Lempeng. (<http://id.wikipedia.org>).
- Bahtiar, 1998. Pola Tektonik Zona Subduksi Sumatra Bagian Selatan. Jakarta. Universitas Indonesia.
- Burhan, G., W. Gunawan, dan Y. Yayan, 1993. Geologi Lembar Menggala, Sumatera. Bandung. Pusat penelitian & Pengembangan Geologi.
- Dewi, R.M. 2004. Penentuan Percepatan Horizontal Maksimum Gerakan Tanah di Daerah Jawa Barat Berdasarkan Rumus Fukhusima dan Tanaka. Sekripsi S1 Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung.
- Gafoer, S., T. C. Amin, dan R. Pardede, 1994. Geologi Lembar Batu Raja, Sumatera. Bandung. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Ismail, S., 1980. Pendahuluan Seismologi Jilid I dan Jilid II. Jakarta. Akademi Meteorologi dan Geofisika.
- Mangga, S.A., 1994. Geologi Lembar Tanjung Karang, Sumatera. Bandung. Pusat penelitian & Pengembangan Geologi.
- Nugraha, H.A., 1993. Penentuan Karakteristik Tanah Menggunakan Metode Microtemer. Jakarta. Akademi Meteorologi dan Geofisika.
- Santoso, B. S. dan J. Murjaya, 2003. Pola Percepatan Tanah Maksimum di Daerah Sulawesi. Jurnal Meteorologi dan Geofisika.
- Setyawan, L. H., 2004. Kamus Fisika Bergambar. Bandung, Pakar Raya.
- Shearer, P. M., 1999. Intruduction to Seismology. Australia. Cambridge University Press.
- Suharno, 2009. Mencermati Resiko Gempa Bumi di Sekitar Provinsi Lampung. Seminar Nasional di Selenggarakan oleh FMIPA 16 -17 November 2009.
- Suharno, 2007. Distribusi dan resiko gempa Daerah Lampung dan Sekitarnya. Jurnal Sain dan Teknologi Mitigasi Bencana.
- Telford, W.M, L. P. Gerald dan R. E. Sherif, 1990. Applied Geophysics Second Edition. University of Cambridge.
- Timoshenko, S.P., 1984. Teori Elastisitas. Edisi Ketiga. Jakarta. Erlangga.
- Zen, M. T., 1985. Mitigasi Bencana Alam. Bandung. Himpunan Ahli Geofisika Indonesia.