

ANALISIS TERHADAP PERCEPATAAN TANAH MAKSIMUM GEMPABUMI PROVINSI JAWA TIMUR DENGAN METODE MC. GUIRRE R.K

Rika Mayasyafa, Adi Susilo, Ph.D, Wasis, M.AB
Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65111
E-mail: mayasyafa@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian data gempabumi Provinsi Jawa Timur dengan judul “Analisis Terhadap Percepatan Tanah maksimum Gempabumi Provinsi Jawa Timur dengan Metode MC. Guirre R.K” yang bertujuan untuk mengetahui nilai percepatan tanah maksimum. Percepatan tanah maksimum merupakan salah satu parameter penting, karena menggambarkan kekuatan getaran gempa yang pernah terjadi. Dengan mengetahui nilai percepatan tanah maksimum serta persebarannya, maka dapat dijadikan sebagai acuan dalam dasar pembuatan bangunan tahan gempa dengan analisis daerah rawan gempabumi di Jawa Timur. Penelitian ini dilakukan secara bertahap, dimulai dari pengambilan data gempabumi tektonik periode 1985-2014 dengan magnitudo gempa ≥ 3 SR dan kedalaman ≤ 300 km, hingga pembuatan peta percepatan tanah maksimum berdasarkan pendekatan rumus empiris MC. Guirre R.K yang perhitungan dan pengolahannya menggunakan bantuan software Mc. Excel dan Arc-Gis 10.0. Berdasarkan peta tersebut diketahui bahwa nilai PGA rata-rata terendah berada di wilayah pulau Madura bagian Timur yakni Kabupaten Sumenep yang berada pada posisi $6^{\circ}50'LS$ dan $114^{\circ}BT$ sebesar 9,48 gal, sedangkan PGA tertinggi di Kabupaten Jember dengan posisi $8^{\circ}50'LS$ dan $113^{\circ}BT$ sebesar 40,05 gal.

Kata Kunci: Gempabumi, Peak Ground Acceleration (PGA), metode Mc. Guirre R.K

Pendahuluan

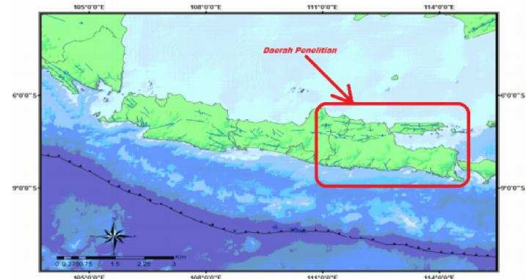
Provinsi Jawa Timur merupakan salah satu Provinsi di Indonesia yang terletak pada zona pertemuan dua lempeng tektonik besar, yaitu Lempeng Eurasia dan Lempeng Indo-Australia. Gerak aktif lempeng Indo-Australia ini senantiasa bergerak relatif ke utara dengan kelajuan kurang lebih 5-6 cm per tahun menunjani di bawah Lempeng Eurasia. Kedua lempeng inilah yang merupakan generator utama aktifitas gempa bumi di Jawa Timur, dengan jenis subduksi yang dimiliki adalah tegak lurus (*frontal*). Lempeng Eurasia bergerak dari arah utara ke selatan tenggara, sedangkan lempeng Indo-Australia bergerak dari arah selatan ke arah utara.

Besarnya guncangan bumi beragam mulai dari yang sangat kecil sehingga sulit dirasakan, sampai ke guncangan yang sangat dahsyat. Apabila terjadi gempa bumi, salah satu efek yang ditimbulkan pada suatu tempat adalah percepatan tanah pada permukaan sehingga mampu meruntuhkan bangunan yang kokoh. Persebaran PGA dapat dijadikan sebagai acuan dalam dasar pembuatan bangunan tahan gempa dengan mengetahui daerah mana yang rawan terhadap gempabumi. Adapun data yang diperoleh menggunakan alat yaitu *accelerograph*, dimana pada alat ini terdiri atas accelerometer dan accelerogram yang fungsinya sama dengan seismogram lainnya yaitu merekam gelombang seismik. Namun pada kenyataannya gerakan tanah yang

terjadi akibat gempabumi tidaklah sesuai dengan gerak harmonik sederhana, hal tersebut dikarenakan pada setiap kejadian gempabumi menunjukkan sifat getaran yang random dengan karakteristik yang berbeda. Mengingat dalam 10 tahun terakhir banyak terjadi gempa-gempa besar, sehingga dibutuhkan perhitungan nilai percepatan tanah maksimum (*Peak Ground Acceleration*, PGA) yang diolah melalui tahapan persamaan empiris Mc. Guirre.

Tinjauan Pustaka

Penelitian ini berada di kawasan Provinsi Jawa Timur yang dibatasi oleh garis lintang dan bujur antara $6^{\circ}50'LS$ – $9^{\circ}LS$ dan $111^{\circ}BT$ – $115^{\circ}BT$.



Gambar 2.1 Daerah penelitian

Daerah penelitian berada di daerah yang memiliki litologi penyusun yang didominasi oleh aluvial dan bentuk hasil gunung api kuarter muda, yang

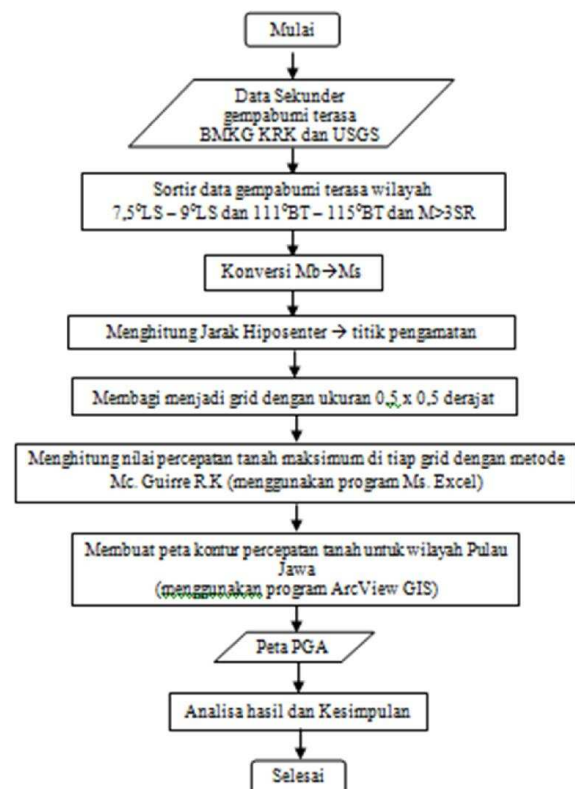
meliputi 44,5% dari luas wilayah darat, sedangkan batuan yang relatif juga agak luas persebarannya adalah miosen sekitar 12,23% dan hasil gunung api kwarter tua sekitar 9,78% dari luas total wilayah daratan. Sementara itu batuan lain hanya mempunyai proporsi antara 0-7% (Handewi, 2014). Batuan sedimen alluvial tersebar di sepanjang sungai Brantas dan Bengawan Solo yang merupakan daerah subur. Batuan hasil gunung api kwarter muda tersebar di bagian tengah wilayah Jawa Timur membujur ke arah timur yang merupakan daerah relatif subur seperti pada (gambar 2.2) Batuan miosen tersebar di sebelah setelah dan utara Jawa Timur membujur ke arah timur yang merupakan daerah kurang subur. Selain sangat dipengaruhi oleh mekanisme kejadian gempa (*source mechanism*), maka rekaman percepatan tanah akibat gempa juga sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah. Suatu energi yang datang dari tempat yang sama, jarak yang sama yang direkam di atas tanah batu dan tanah endapan akan mempunyai karakter rekaman percepatan tanah yang berbeda.

Gempabumi

Gempabumi merupakan fenomena alam yang berasal dari getaran lapisan batuan patah serta memiliki energi yang menjalar melalui badan dan permukaan bumi berupa gelombang seismik (Edwiza, 2008). Energi yang dilepaskan pada saat terjadinya patahan tersebut dapat berupa energi deformasi, energi gelombang dan lain-lain. Proses gempabumi terjadi ketika dua buah lempeng bertumbukan dan pada daerah batas antara dua lempeng terjadi tegangan, dimana salah satu lempeng akan menyusup ke bawah lempeng yang lain masuk ke bawah lapisan asthenosfer. Lempeng Benua mempunyai densitas yang lebih rendah jika dibandingkan dengan densitas Lempeng Samudra, maka yang terjadi yaitu lempeng Samudra akan menyusup ke bawah Lempeng Benua.

Metodologi dan Penelitian

Data yang merupakan data historis gempabumi di Stasiun Geofisika Klas III Karangates Malang dan USGS periode tahun 1985 sampai dengan tahun 2014 dengan batasan wilayah $6^{\circ}50'LS - 9^{\circ}LS$ dan $111^{\circ}BT - 115^{\circ}BT$. Magnitude yang diambil adalah $>3SR$, serta kedalamannya $<300km$. Software yang digunakan di dalam pengolahan data Microsoft Excel, Note Pad dan ArcGIS 10.0



Gambar 1. Skema Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Adapun Hasil dari penelitian ini adalah berupa peta persebaran seismisitas dan persebaran percepatan tanah maksimum Jawa Timur.

A. Sebaran Seismisitas Jawa Timur



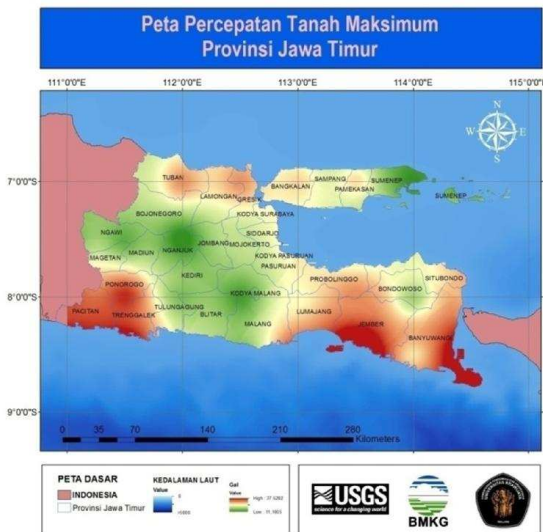
Gambar 4.1 Peta sebaran seismisitas data USGS

Gambar 4.1 menjelaskan tentang sebaran seismisitas yang terdapat di Provinsi Jawa Timur pada periode 1985-2014 yang bersumber dari data USGS. Sebaran seismisitas sendiri menjelaskan tentang sebaran

gempa yang terasa di permukaan yang secara matematis merupakan gempa yang memiliki kekuatan gempa $> 3,5$ SR. Gambar diatas menjelaskan sebaran warna kuning menandakan gempa yang pernah terekam dengan kedalaman episenter gempa terletak di $60 < h < 300$ km yang ini termasuk dalam gempa sedang. Sedangkan untuk warna merah sendiri merupakan gempa yang terekam dengan kedalaman pusat episenternya < 60 km dikategorikan sebagai gempa dangkal.

B. Sebaran Percepatan Tanah Maksimum di Jawa Timur

Gambar 4.3 menjelaskan sebaran percepatan tanah maksimum yang terjadi di daerah Jawa Timur. Nilai percepatan tanah ini didapatkan dari data gempa yang terekam pada daerah tersebut diolah sehingga diperoleh nilai percepatan tanah puncak atau *Peak Ground Acceleration* (PGA) untuk mengetahui pola pergerakan tanah pada daerah penelitian dan juga dijadikan acuan potensi bahaya di daerah penelitian dikarenakan PGA merupakan ukuran percepatan gempa di permukaan tanah.



Gambar 4.3 Peta Sebaran Percepatan Tanah Maksimum Jawa Timur

Pada gambar diatas terlihat adanya sebaran warna hijau dan merah pada peta propinsi Jawa Timur. Data percepatan tanah maksimum terletak pada posisi $6^{\circ}50'LS - 9^{\circ}LS$ dan $111^{\circ}BT - 115^{\circ}BT$. Penjelasan dari warna hijau adalah daerah yang memiliki nilai percepatan tanah maksimum atau *Peak Ground Acceleration* (PGA) yang kecil dengan nilai sebesar 11.185, sedangkan warna merah menjelaskan tentang nilai pergerakan tanah maksimum besar dengan nilai 37.5282 dan juga terdapat warna krem yang merupakan

daerah dengan nilai percepatan tanah maksimumnya sedang berkisar diantara 11.185-37.5282.



Gambar 4.4 Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah Pulau Jawa

(Badan Geologi,2015)

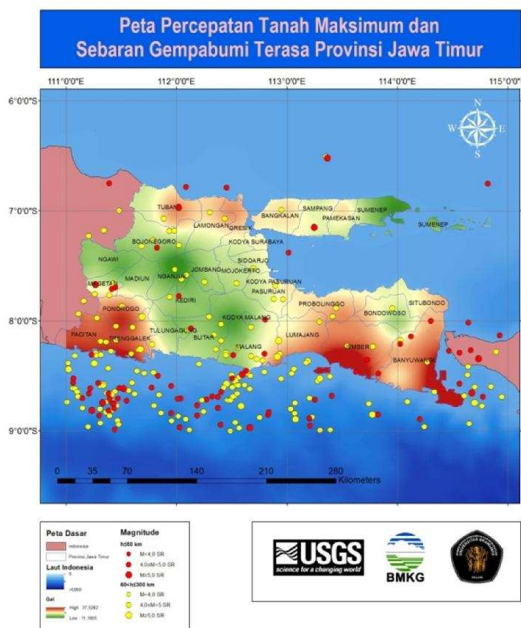
Berdasarkan gambar 4.4 yang merupakan peta zona kerentanan gerakan tanah pulau Jawa yang dikeluarkan oleh badan Geologi Indonesia. Lingkaran yang terdapat pada peta menunjukkan daerah di Jawa Timur yang memiliki kerentanan menengah yang ditandai dengan warna kuning sedangkan tingkat yang tinggi ditandai dengan adanya warna ungu. Pada daerah yang memiliki tingkat kerentanan menengah terjadinya gerakan tanah terutama pada daerah yang berbatasan dengan lembah sungai, gawir, tebing jalan, atau jika lereng mengalami gangguan. Gerakan tanah yang lama dapat aktif kembali jika terjadi curah hujan yang tinggi dan erosi yang sangat kuat. Sedangkan untuk kawasan yang memiliki tingkat kerentanan yang tinggi dikarenakan gerakan tanah sering terjadi disini dikarenakan tingkat curah hujan yang sangat tinggi dan erosi yang sangat kuat sehingga gerakan tanah yang lama maupun yang baru pada kawasan ini selalu aktif bergerak seperti pada daerah yang di lingkari berwarna hitam, daerah yang termasuk kedalam lingkaran tersebut yakni Pacitan, Trenggalek, dan Ponorogo. Sebaran yang terjadi pada gambar diatas menyebar diseluruh wilayah Jawa Timur dengan dominasi sebaran terdapat di daerah selatan Jawa Timur. Di wilayah utara Jawa Timur juga pernah terekam gempa bumi dengan kriteria gempa dangkal yang memiliki kekuatan gempa > 5 SR di daerah pesisir pantai. Kombinasi gempa sedang dan dangkal dengan berbagai kekuatan terdapat pada daerah laut selatan.

C. Korelasi Sebaran Seismisitas dan Pergerakan Tanah

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode Mc. Guierre R.K dapat dibandingkan peta intensitas dan kontur percepatan tanah yang diperoleh dari data selama 29 tahun hasilnya berbeda dengan peta intensitas dan kontur percepatan tanah selama 40 tahun dengan menggunakan metode Donovan seperti yang telah dilakukan oleh Istiqorini

(2014). Hal tersebut dimungkinkan karena penggunaan metode perhitungan percepatan tanah maksimum yang berbeda, serta pengambilan batasan daerah, periode dan magnitude pada USGS yang berbeda pula.

Gambar 4.5 merupakan gabungan gambar yang menjelaskan tentang sebaran seismisitas yang terjadi dengan zona pergerakan tanah. Sebaran seismisitas ditandai dengan bulatan-bulatan yang berwarna sesuai dengan tingkatan kekuatan dan jenis gempa yang terjadi sedangkan zona pergerakan tanah ditandai dengan warna-warna pada dasar peta Jawa Timur yang menjelaskan juga tingkat kerentanan pergerakan tanah di masing-masing daerah di Jawa Timur.



Gambar 4.5 Peta Korelasi Seismisitas dan Percepatan Tanah Maksimum

Gambar 4.5 menjelaskan zona pergerakan tanah yang di padukan dengan sebaran seismisitas yang diperoleh dari USGS. Pada gambar terlihat jelas bahwa sebaran gempa berpusat di daerah selatan dan banyak terjadi diselatan Malang dan Pacitan. Terlihat bahwa simbol berbentuk bola merah pada gambar yang menggambarkan gempa dangkal berhubungan dengan pergerakan tanah. Daerah yang termasuk ke zona pergerakan tanah aktif atau memiliki nilai pergerakan yang tinggi terdapat banyak bulatan merah. Jadi gempa dangkal menimbulkan gerakan tanah yang aktif pada daerah tersebut.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan 305 data historis gempa bumi yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Karangates Malang serta U.S. Geological Survey dengan panjang periode 1985

sampai 2014 dihasilkan PGA rata-rata terendah berada di pulau Madura bagian timur dengan posisi posisi $6^{\circ}50'LS$ dan $114^{\circ}BT$ sebesar 9,48 gal. Nilai PGA tinggi berada di Kabupaten Ponorogo, Trenggalek, Malang, Jember dan Banyuwangi dengan PGA tertinggi adalah Kabupaten Jember pada posisi $8^{\circ}50'LS$ dan $113^{\circ}BT$ sebesar 40,05 gal.

PUSTAKA

- [1] Afnimar. (2009). *Seismologi*. Bandung : ITB.
- [2] Brotopuspito, K.S., Tiar dan Ferry, M.W. 2006. *Percepatan Getaran Tanah Maksimum Daerah Istimewa Yogyakarta 1943-2006*, Jurnal Geofisika 2006, Vol 1 p 19-22.
- [3] Budiman, A., Dayanto, T., Lantik.2012. *Pengembangan Aplikasi Mobile Pembelajaran Mitigasi Bencana Gempa Bumi Berbasis Multimedia.Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi 2012 (SENTIKA 2012)*, Yogyakarta.
- [4] Edwiza, D. (2008). *Analisis Terhadap Intensitas Dan Percepatan*. Sumatra: Teknik Sipil Unand.
- [5] Fauzi, d. (2001). *Peluncuran Peta Gempabumi dan Seminar Sehari: Earthquake a Predictable Event*. Jakarta.
- [6] Fukushima, T. (1990). *A New Attenuation Relation of Peak Horizontal Acceleration of Strong Motion in Japan 80 (4): 757-783*. Japan: Seismological Society of America Bulletin.
- [7] Handewi, I. (2014). *Analisis Percepatan Tanan Maksimum Gempabumi Tektonik*. Malang: Jurusan Fisika UM.
- [8] Lay, Thorne and Wallace, Terry. (1995). *Modern Global Seismology*. New York: Academic Press.
- [9] Lee, W., dan Stewart S. (1981). *Principles and Applications of Microearthquake Networks*. New York: Academic Press.
- [10] Nur, A, M. 2010. *Gempa Bumi, Tsunami dan Mitigasinya*. Balai Informasi dan Konservasi Kebumian Karangasambung – LIPI Volume 7 No. 1, Kebumen.
- [11] Pribadi, Erwin. (2010). *Delineasi Zona Rekahan Pada Reservoir Geothermal Melalui Pengamatan Mikroseismik*. Depok: Universitas Indonesia.
- [12] Rahmawati, T. (2008). *Perhitungan Percepatan Tanah Maksimum*. Jakarta: AMG.
- [13] Sehad, d. (2012). *Pemanfaatan Data Seismisitas Untuk Memetakan Tingkat*. Purwokerto: Prosiding Seminar Nasional Unsoed.
- [14] Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007
- [15] Susilawati. (2008). *Penerapan Penjalaran Gelombang Seismik Gempa Pada Penelaahan Struktur Bagian dalam Bumi*. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- [16] Telford, W.M. (1990). *Applied Geophysics*. New York: Cambridge University