

STUDI SEBARAN INDEK KERENTANAN TANAH AKIBAT GEMPA BUMI WILAYAH PANTAI PUGER JEMBER

Arief Alihudien*, Suhartinah*, Dwa Desa Warnana**

*Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

ABSTRAK

Wilayah Indonesia termasuk daerah yang rawan terjadi gempa bumi, karena terletak pada pertemuan tiga jalur aktivitas seismik (lempeng bumi) dengan kategori yang sangat aktif. Gempa bumi dapat merusak bangunan. Terdapat empat faktor penyebab kerusakan bangunan yang diakibatkan gempa bumi, antara lain: magnitude gempa, jarak bangunan terhadap sumber gempa, kualitas bangunan dan karakteristik tanah dimana bangunan tersebut berdiri. Dari keempat penyebab tingkat kerusakan bangunan tersebut, ada dua hal yang bisa diupayakan untuk mengurangi jumlah korban akibat gempa bumi yaitu meningkatkan kualitas bangunan dan mengetahui atau memetakan karakteristik atau watak respon tanah terhadap getaran gempa bumi. Dalam makalah ini akan disampaikan hasil penelitian tentang karakteristik tanah akibat gempa bumi di wilayah dekat pantai puger. Dalam rangka mendapatkan karakteristik tanah digunakan hasil pengukuran mikrotremor. Adapun hasil pengukuran menggunakan mikrotremor di wilayah puger didapat nilai rata rata dari frekwensi natural tanah adalah 1,19 dan Amplifikasi rata rata adalah 5,358, sedang indeks kerentanan rata rata adalah 62,290.

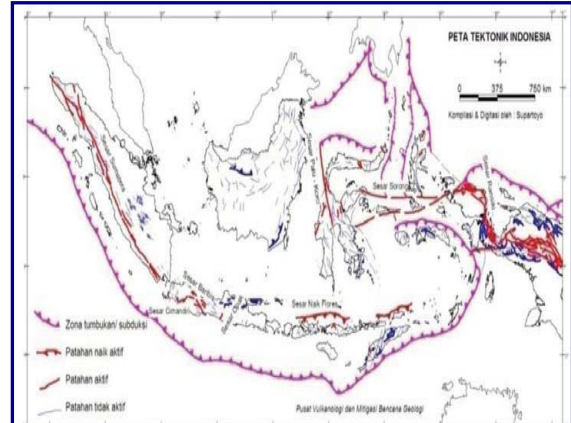
Kata kunci : *Indek Kerentanan, gempa, Puger*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Wilayah Indonesia termasuk daerah yang rawan terjadi gempa bumi, karena terletak pada pertemuan tiga jalur aktivitas seismik (lempeng bumi) dengan kategori yang sangat aktif. Pergerakan lempeng besar dalam bentuk penumpuan dan papasan menimbulkan beberapa zona subduksi dan patahan permukaan (gambar 1.1), yang akhirnya menimbulkan getaran gempa bumi. Hal ini menyebabkan wilayah Indonesia rawan akan bahaya gempa bumi. Propinsi Jawa Timur (khususnya bagian selatan) merupakan daerah yang rawan gempa.

Gempa bumi dapat merusak bangunan. Terdapat empat faktor penyebab kerusakan bangunan yang diakibatkan gempa bumi, antara lain: magnitude gempa, jarak bangunan terhadap sumber gempa, kualitas bangunan dan karakteristik tanah dimana bangunan tersebut berdiri. Dari keempat penyebab tingkat kerusakan bangunan tersebut, ada dua hal yang bisa diupayakan untuk mengurangi jumlah korban akibat gempa bumi yaitu meningkatkan kualitas bangunan dan mengetahui atau memetakan karakteristik atau watak respon tanah terhadap getaran gempa bumi.



Gambar 1. Peta Lempeng utama yang berperan sebagai pembangkit aktivitas kegempaan di Indonesia, yaitu lempeng Eurasian, Australia, Pasifik dan lempeng laut Philippina. Sumber: PVMBG, 2008)

Tingkat kerusakan dan bahaya gempa bumi ternyata juga sangat dipengaruhi oleh kondisi geologi lokal atau pengaruh lokasi setempat (*local site effect*). Untuk mengetahui potensi bahaya pengaruh lokasi setempat (*local site effect*) saat terjadi gempa bumi maka perlu dilakukan penelitian, salah satu penelitiannya dengan pengamatan mikrotremor untuk mengetahui karakteristik dinamis kondisi

geologi lokal seperti frekuensi natural (f_0) dan Puncak HVSR/amplifikasi (A_m), selanjutnya akan dihitung indeks kerentanan (K_g) dan *shear strain* (γ) tanah, seperti yang telah diteliti oleh Daryono (2006).

1.2. Rumusan Masalah

Pengkajian zona rentan atau resiko kerusakan akibat gempa pada wilayah permukiman dekat Pantai Puger Jember harus dilakukan secara cermat dan sistematis, agar estimasi zona bangunan rentan kerusakan dapat diketahui dan dipelajari dengan baik. Kajian ini diharapkan dapat menjawab permasalahan-permasalahan di bawah ini:

1. Bagaimana sebaran nilai frekuensi natural tanah ?
2. Bagaimana sebaran nilai Amplifikasi tanah?
3. Bagaimana sebaran indeks kerentanan tanah ?

1.3. Tujuan Penelitian

Kajian ini diharapkan dapat memperoleh tercapainya tujuan-tujuan di bawah ini:

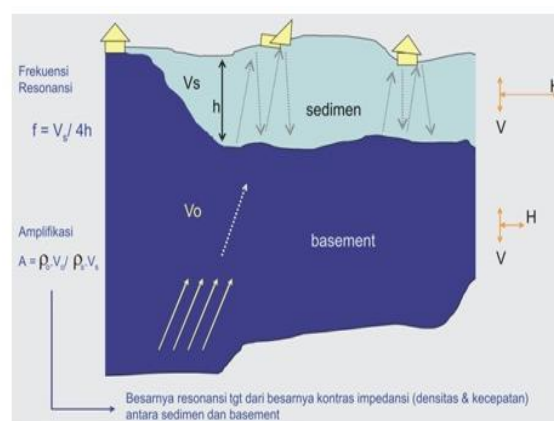
1. Mengetahui Bagaimana sebaran nilai frekuensi natural tanah ?
2. Mengetahui Bagaimana sebaran nilai Amplifikasi tanah?
3. Mengetahui Bagaimana sebaran indeks kerentanan tanah ?

2. TINJAUAN PUSTAKA

Seed dan Schnabel (1972) menunjukkan bahwa kerusakan struktur bangunan akibat gempa dan intensitas guncangan tanah selama gempa secara signifikan dipengaruhi oleh kondisi geologi dan kondisi tanah setempat. Batuan sedimen yang lunak diketahui memperkuat gerakan tanah selama gempa dan karena itu rata-rata kerusakan yang diakibatkan lebih parah dari pada lapisan keras (Tuladhar, 2002). Artinya, batuan sedimen merupakan faktor amplifikasi amplitudo gelombang gempa. Kota modern yang dibangun di atas sedimen lunak akan mudah mengalami kerusakan akibat amplifikasi gelombang gempa.

Terdapat dua sebab terjadinya amplifikasi gelombang gempa yang dapat mengakibatkan kerusakan bangunan. Pertama, adanya gelombang yang terjebak di lapisan lunak (Nakamura, 2000; Sato *et al.*, 2004), sehingga gelombang tersebut terjadi superposisi antar

gelombang, jika gelombang tersebut mempunyai frekuensi yang relatif sama, maka terjadi proses resonansi gelombang gempa. Akibat proses resonansi ini, gelombang tersebut saling menguatkan. Kedua, adanya kesamaan frekuensi natural antara geologi setempat dengan bangunan (Gosar, 2007). Ini akan mengakibatkan resonansi antara bangunan dan tanah setempat. Akibatnya, getaran tanah pada bangunan lebih kuat.



Gambar 2. Konsep dasar fenomena amplifikasi gelombang seismik oleh adanya batuan sedimen yang berada di atas basement dengan perbedaan Densitas ρ dan Kecepatan V_s dengan V_o yang mencolok. Frekuensi Resonansi banyak ditentukan oleh Sifat fisik lapisan sedimen yaitu ketebalan h dan kecepatan gelombang $S(V_s)$ (sumber: poetrafic.wordpress.com).

Besaran amplifikasi dapat diestimasi dari kontras impedansi antara bedrock dan sedimen permukaan (Gosar, 2007). Dengan kata lain, kontras parameter perambatan gelombang (densitas dan kecepatan) pada bedrock dan sedimen permukaan. Semakin besar perbedaan parameter tersebut, semakin besar pula nilai amplifikasi perambatan gelombangnya. Lebih lanjut, Oliveira *et al.* (2006) berpendapat bahwa nilai amplifikasi dipengaruhi oleh variasi formasi geologi, ketebalan dan sifat-sifat fisika lapisan tanah dan batuan, kedalaman bedrock dan permukaan air bawah tanah dan permukaan struktur bawah permukaan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

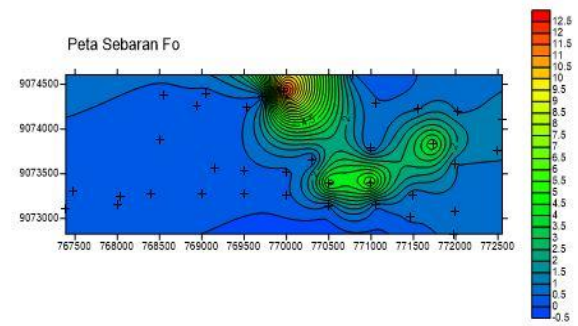
Penelitian tentang sebaran indeks kerentanan tanah akibat gempa bumi dilakukan dalam beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Survei awal : untuk memperoleh gambaran kondisi geologi aktual. Alat yang digunakan adalah peta geologi, kompas geologi, kamera dan GPS (Global Positioning System).
2. Desain pengukuran data lapangan: penentuan titik-titik pengukuran microtremor. Alat yang digunakan adalah peta topografi dan peta geologi.
3. Akuisisi data microtremor dilapangan di setiap titik yang dihasilkan dari desain pengukuran. Alat yang digunakan adalah microtremor tiga sensor, GPS dan kompas geologi.
4. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *Software* Sesame dan Matlab 7.03. Hasil kedua analisis ini dibandingkan dan hasilnya dipilih sesuai dengan geologi yang ada.
5. Interpretasi hasil pengolahan data. Hasil interpretasi ini berupa tingkat kerusakan jika terjadi gempa.
6. Pembuatan peta zonasi ini berisi peta topografi yang di overlay dengan tingkat kerusakan bangunan akibat gempa.

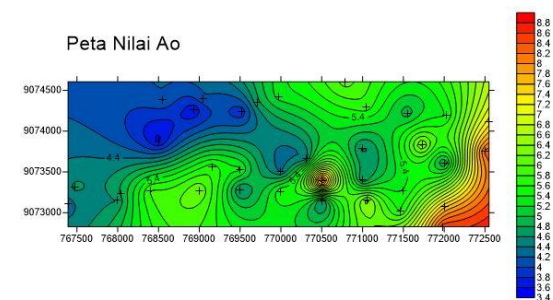
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran mikrotremor akan menghasilkan nilai fo (frekwensi natural tanah) dan Ao (amplifikasi Tanah). Sedangkan dari nilai Ao dan fo akan mendapatkan nilai indeks kerentanan kerentanan seismik. Indeks kerentanan seismik atau nilai Kg merupakan suatu parameter untuk mengidentifikasi tingkat kerentanan suatu wilayah terhadap gerakan tanah yang kuat (Nakamura, 1997). Jika suatu daerah memiliki indeks kerentanan seismik yang besar maka tingkat resiko gempa buminya juga akan tinggi.

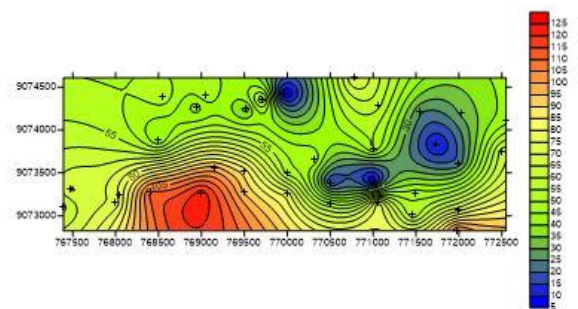
Penelitian Huang dan Tseng (2002) memetakan nilai indeks kerentanan seismik untuk daerah alluvial fan di Yuan Lin yang menunjukkan bahwa nilai Kg yang tinggi akan berpotensi mengalami likuifaksi. Nilai Kg dihitung menggunakan persamaan $Kg = \frac{Ao^2}{fo}$ yang diberikan oleh Nakamura (2000). Berdasarkan peta persebaran nilai Indeks Kerentanan Seismik (Gambar 6) dapat diketahui bahwa nilai Kg di daerah penelitian memiliki nilai rata yang berkisar 62,290



Gambar 3. Peta Sebaran frekwensi natural tanah



Gambar 4. Peta Sebaran amplifikasi tanah



Gambar 5. Peta Sebaran indeks Kerentanan Seismik

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapat dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Hasil pengukuran menggunakan mikrotremor wilayah puger memiliki nilai frekwensi natural tanah rata rata adalah 1,19.
2. Hasil pengukuran menggunakan mikrotremor wilayah puger memiliki nilai Amplifikasi rata rata adalah 5,358.
3. Hasil pengukuran menggunakan mikrotremor wilayah puger memiliki nilai indeks kerentanan tanah rata rata adalah 62,290

5.2. Saran

Hasil pengukuran menggunakan mikrotremor terhadap frekwensi natural tanah dan amplifikasi tanah pada lokasi penelitian perlu dikembangkan untuk mendapatkan informasi geologi yang lebih detail seperti kedalaman bedrock, sebaran nilai Vs didalam tanah melalui inversi kurva HVSR dan lain sebagainya, untuk mendapatkan informasi tentang efek lokal akibat gempa yang lebih jelas.

DAFTAR PUSTAKA

1. Tuladhar et.al. 2004. Seismic microzonation of the greater Bangkok area using microtremor observations. *Earthquake Engng Struct. Dyn.* 2004; 33:211–225 (DOI: 10.1002/eqe.345)
2. Bauer, B.A., Kiefer, J, Hester, N. 2001. Soil amplification maps for estimating earthquake ground motions in central US. Elsevier. *Engineering Geology*. Vol.62, pp. 7-17.
3. Nakamura Y. 1989. A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. Quarterly report Railway Technical Research Institute. Vol 30(1). Pp 25-33
4. Lu L, Yamazaki F, Katamaya T. 1992. Soil amplification based on seismometer array and microtremor observations in Chiba, Japan. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, Vol.21, pp. 95-108.
5. Karnawati, D., S. Pramumijoyo, S. Hussein, R. Anderson and A. Ratdompurbo. (2007). “The Influence of Geology on Site Response in the Bantul District, Yogyakarta Earthquake, INDONESIA”. AGU 2007 Joint Assembly. Acapulco.