

Analisis Mikrozonasi Seismik pada Kecamatan Galesong Kabupaten Takalar Sulawesi Selatan

Seismic Microzonation Analysis in Galesong Subdistrict, Takalar District, South Sulawesi

Sulistiawaty^{1)*}, Zulfikar²⁾, Jeszy Wan Irfandy²⁾, Vistarani Arini Tiwow¹⁾, dan Pariabti Palloan¹⁾

¹⁾ Jurusan Fisika, Program Studi Fisika, Universitas Negeri Makassar

²⁾ BMKG Wilayah IV Makassar

Received 05th December 2016 / Accepted 08th February 2017

ABSTRAK

Wilayah Kecamatan Galesong merupakan daerah dataran dan wilayah pesisir dengan ketinggian 0-100 mdpl. Hal ini memacu penggunaan lahan untuk kawasan fungsional terbangun. Berdasarkan hal ini maka perlu diadakan penelitian tentang sebaran kerentanan seismik di Kecamatan Galesong Kabupaten Takalar. Data primer yang diambil langsung di sekitar pesisir pantai Galesong sebelah utara dengan menggunakan TDL 303S. Data yang diambil sebanyak 5 titik pengukuran dengan jarak setiap titik sekitar 500 meter. Selanjutnya data pengukuran tersebut kemudian diolah dengan software Geopsy. Nilai frekuensi 0,416-0,509 Hz maka lokasi penelitian dominan batuan alluvial, dimana pada titik MG02 merupakan daerah yang paling rentan dengan nilai 105,9918. Sedangkan berdasarkan nilai PGA yaitu 8,4-9,4 Gal, maka lokasi penelitian termasuk sangat kecil tingkat resiko gempanya.

Kata kunci: kerentanan seismik, software Geopsy, frekuensi, PGA.

ABSTRACT

Subdistrict Galesong is lying areas and coastal areas with an altitude of 0-100 meters above sea level. This spurred the use of land for the functional area awakened. Based on this case, it is necessary to conduct research on seismic vulnerability distribution in Kecamatan Galesong of Takalar Regency. Primary data are taken directly around the north coast Galesong using 303S TDL. The data taken as much as 5 points of measurement with the distance of each point about 500 meters. Further data measurement is then processed with Geopsy software. The frequency value is 0,416-0,509 Hz hence the dominant alluvial rock study location, where at point MG02 is the most vulnerable area with value 105,9918. While based on the value of PGA is 8.4-9.4 Gal, then the location of research including very small level of risk of earthquake.

*Korespondensi:
email: sulistiawatym@gmail.com

*Analisis Mikrozonasi Seismik pada Kecamatan Galesong
Kabupaten Takalar Sulawesi Selatan*

Keywords: seismic vulnerability, Geopsy software, frequency, PGA.

PENDAHULUAN

Sulawesi merupakan salah satu pulau yang memiliki sistem tektonik yang kompleks. Terdapat sedikitnya 9 unsur tektonik dan struktur yang dapat memicu terjadinya gempa dan tsunami yaitu patahan Walanae, patahan Palu-Koro, patahan Matano-Lawanoppo, patahan Kolaka, patahan Paternoster, patahan Gorontalo, patahan naik Batui-Balantak, subduksi lempeng Laut Sulawesi dan subduksi lempeng Maluku (Kaharuddin, 2011). Peristiwa *rifting* dan pemekaran lantai samudera di Selat Makassar, serta kompresional fragmen-fragmen busur kepulauan di arah timur dipercaya menjadi penyebab terjadinya peristiwa tektonik di seluruh bagian Sulawesi (Calvert & Hall, 2003).

Goncangan terjadi dari beberapa detik hingga beberapa menit ketika gelombang ini tiba di permukaan tanah. Selama proses ini, perbedaan sedimen di permukaan memberikan respon yang berbeda. Tercatat tidak kurang dari 35 gempa merusak di Pulau Sulawesi, dan 7 diantaranya berada di Sulawesi Selatan, yaitu pada tahun 1828, 1967, 1969, 1972, 1984, 1993 dan 1997 (Katalog Gempabumi Merusak BMKG, 2015). Tingkat kerusakan akibat gempa bumi di suatu tempat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu mekanisme kejadian gempa bumi, magnitudo gempa bumi, kedalaman gempabumi, jarak episenter serta kondisi geologi setempat (*local site effect*) (Widodo, 2012).

Beberapa kasus gempa bumi merusak yang telah terjadi menunjukkan kerusakan tidak regular seperti yang diperkirakan, seperti kerusakan lebih parah terjadi pada dataran alluvial dibandingkan dengan daerah perbukitan. Fenomena ini biasanya disebut *site effect* atau *site amplification*. Fenomena *local site effect* terjadi akibat adanya peningkatan amplifikasi gelombang karena perbedaan lapisan sedimen di atas batuan dasar, sehingga sangat berpengaruh terhadap gerakan tanah akibat gempabumi atau ledakan. Pemetaan kerawanan seismik pada skala lokal yang berhubungan dengan efek kondisi geologi setempat (*local site effect*) disebut *seismic microzonation* (Finn *et al.*, 2004; Mihalic *et al.*, 2011).

Sampai dengan saat ini, belum ada metode yang dapat memprediksi kekuatan, tempat dan waktu kejadian gempabumi secara tepat, sehingga diperlukan upaya untuk mengurangi atau memperkecil dampak kerugian atau kerusakan yang dapat ditimbulkannya. Pengurangan tingkat resiko dari suatu ancaman bencana yang dilakukan secara fisik maupun non-fisik disebut sebagai mitigasi. Ada tiga langkah upaya yang dapat dilakukan dalam mitigasi, yaitu: memahami kerawanan (ancaman) bencana suatu wilayah, memahami kerentanan wilayah dan melakukan upaya tindak lanjut misalnya dengan membangun sistem peringatan dini (*early warning system*), peta kerawanan bencana gempabumi dan lain-lain.

Wilayah Kecamatan Galesong merupakan daerah dataran dan wilayah pesisir dengan ketinggian 0-100 mdpl. Hal ini memacu penggunaan lahan untuk kawasan fungsional terbangun. Secara geologi, kondisi tanah dipengaruhi formasi dari

*Analisis Mikrozonasi Seismik pada Kecamatan Galesong
Kabupaten Takalar Sulawesi Selatan*

- a) Karakteristik geologi lokal, yang diwakili amplitudo, frekuensi, periode dominan, dan ketebalan lapisan sedimen terhadap indeks kerentanan seismik.
- b) Indeks kerentanan seismik (K_g) yang merupakan respon dari suatu wilayah terhadap gempabumi, dan percepatan tanah maksimum (PGA) Kanai yang merupakan efek dari suatu kejadian gempabumi. Selain itu, analisis statistik juga digunakan untuk mengetahui nilai korelasi hasil perhitungan percepatan tanah maksimum (PGA) Kanai (persamaan 9) dan hasil wawancara masyarakat di titik pengamatan, untuk mengukur tingkat kebenaran metode Kanai. Jika nilai korelasi memenuhi syarat maka hasil perhitungan PGA dapat digunakan untuk menghitung potensi deformasi pada tanah (*ground shear-strain*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Getaran Tanah

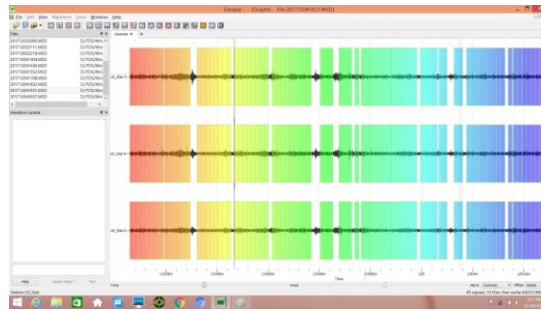
Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data primer yang diambil langsung di sekitar pesisir pantai Galesong sebelah utara dengan menggunakan TDL 303S. Data yang diambil sebanyak 5 titik pengukuran dengan jarak setiap titik sekitar 500 meter. Selanjutnya data pengukuran tersebut kemudian diolah dengan *software* Geopsy. Hasil pengukuran mendapatkan data getaran tanah sebagai fungsi waktu yang tercatat dalam tiga komponen, yaitu komponen vertikal, horizontal *North-South* dan komponen horizontal *East-West* seperti terlihat pada gambar.



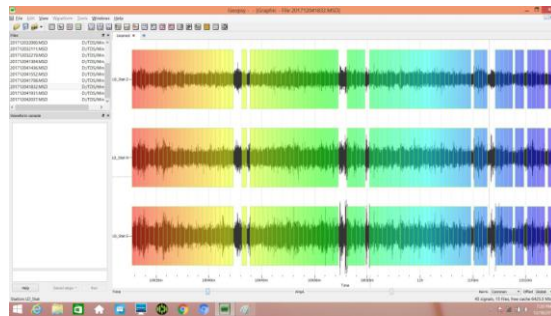
Gambar 2. Hasil pemilahan *window* dan *anti-triggering* pada titik MG 01



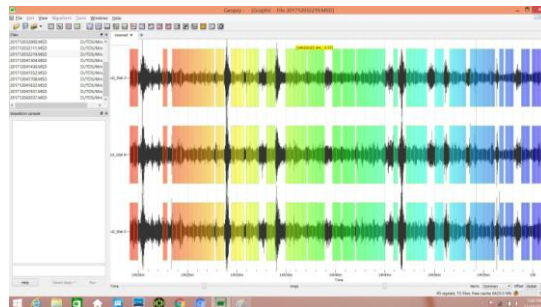
Gambar 3. Hasil pemilahan *window* dan *anti-triggering* pada titik MG 02



Gambar 4. Hasil pemilahan *window* dan *anti-triggering* pada titik MG 03



Gambar 5. Hasil pemilahan *window* dan *anti-triggering* pada titik MG 04

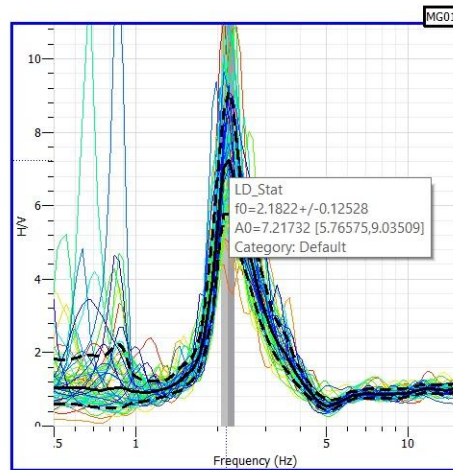


Gambar 6. Hasil pemilahan *window* dan *anti-triggering* pada titik MG 05

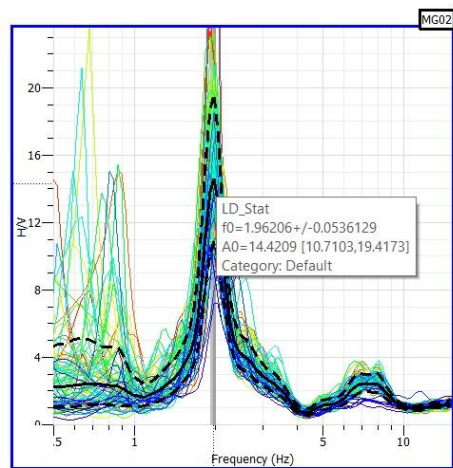
Data mikrotremor tanah pada *software* Geopsy dilakukan pemilihan *window*. Untuk data ini masing – masing data diambil selama 40 menit, dilakukan pemilahan *window* secara otomatis dengan panjang masing-masing *window* yang digunakan yaitu 25 detik. Panjang *window* dipilih *exactly* untuk menghindari *overlapping* antar *window*. Untuk mendapatkan data yang paling stasioner digunakan *anti-triggering*.

Anti-triggering dilakukan dengan membandingkan parameter STA (*short term average*) dengan LTA (*long term average*). STA merupakan nilai rata-rata amplitudo terpendek dengan nilai yang digunakan yaitu 1 detik dan LTA merupakan nilai amplitudo terpanjang dengan nilai yang digunakan yaitu 20 detik. Sehingga diperoleh hasil Spektrum HVSR dari hasil analisis rekaman sinyal mikrotremor dengan menggunakan *software* Geopsy. Dari pengolahan data yang dilakukan didapatkan nilai A_0 dan f_0 untuk masing-masing titik pengukuran.

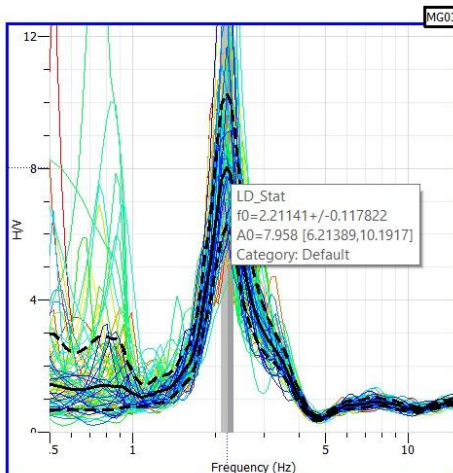
*Analisis Mikrozonasi Seismik pada Kecamatan Galesong
Kabupaten Takalar Sulawesi Selatan*



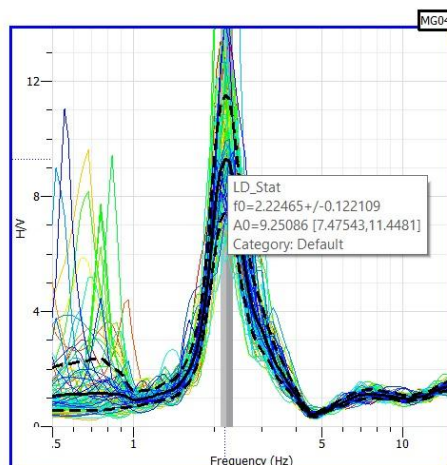
Gambar 7. Spektrum HVSr untuk titik pengukuran MG 01



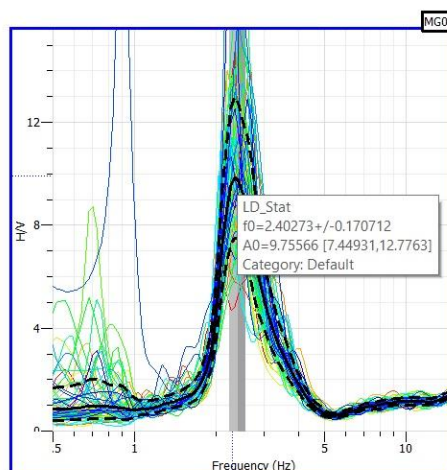
Gambar 8. Spektrum HVSr untuk titik pengukuran MG 02



Gambar 9. Spektrum HVSr untuk titik pengukuran MG 03



Gambar 10. Spektrum HVSr untuk titik pengukuran MG 04



Gambar 11. Spektrum HVSr untuk titik pengukuran MG 05

Dari hasil pengolahan data yang sudah dilakukan maka dihasilkan data berupa tabel yang berisi titik penelitian, latitude dan longitude titik penelitian, nilai A_0 dan f_0 , nilai T_0 (Tabel 1). Untuk memperoleh nilai PGA maka diambil satu parameter gempa bumi yang pernah terjadi di daerah Kabupaten Takalar Pada tanggal 22 Desember 2015 dengan magnitudo: 4.7 SR, latitude: 5,33 LS , longitude: 118,95 BT dan kedalaman : 10 Km.

Tabel 1. Hasil pengolahan data frekuensi natural dan amplifikasi natural

Titik Penelitian	Latitude	Longitude	M	H	Latitude	Longitude	f_0 (Hz)	A_0	T_0	Kg	PGA (Gal)
MG01	-5,30347	119,37283	4,7	10	-5,33	118,95	2,1822	7,21732	0,458253	23,87027	8,80539512
MG02	-5,30547	119,36951	4,7	10	-5,33	118,95	1,96206	14,4209	0,509668	105,9918	8,438151058
MG03	-5,31036	119,36967	4,7	10	-5,33	118,95	2,21141	7,958	0,4522	28,63773	8,960992956
MG04	-5,31285	119,36686	4,7	10	-5,33	118,95	2,22465	9,25086	0,449509	38,46826	9,069270268
MG05	-5,31760	119,36624	4,7	10	-5,33	118,95	2,40273	9,75566	0,416193	39,61032	9,448362319

*Analisis Mikrozonasi Seismik pada Kecamatan Galesong
Kabupaten Takalar Sulawesi Selatan*

2. Frekuensi dan Periode Dominan

Frekuensi dominan daerah penelitian berkisar dalam rentang antara 1,9 Hz - 2,4 Hz. Menurut tabel klasifikasi tanah berdasarkan nilai frekuensi dominan mikrotremor oleh Kanai (Dikutip dari Buletin Meteorologi dan Geofisika No.4, 1998) dibawah ini :

Dari Tabel 2 didapatkan hasil pengukuran frekuensi dominan mengindikasikan seluruh daerah penelitian terdiri dari batuan alluvial yang terbentuk dari sedimentasi delta, dengan ketebalan lebih dari 30 m. Hal ini dianggap sesuai dengan lokasi penelitian yang berada didaerah pesisir pantai.

Tabel 2. Klasifikasi tanah berdasarkan nilai frekuensi dominan

No.	Klasifikasi		Frekuensi (Hz)	Klasifikasi Kanai	Deskripsi
	Tipe	Jenis			
1	Tipe IV	Jenis I	6,667-20	Batuan tersier atau lebih tua terdiri dari batuan <i>hard sandy, gravel</i> dll	Ketebalan sedimen permukaannya sangat tipis, didominasi oleh batuan keras
2	Tipe IV	Jenis II	10-4	Batuan <i>alluvial</i> , dengan kedalaman 5 m. terdiri dari <i>sandy - gravel, sandy hard clay, loam</i> dll	Ketebalan sedimen permukaannya masuk dalam kategori menengah 5-10 meter
3	Tipe III	Jenis III	2,5-4	Batuan <i>alluvial</i> , dengan ketebalan >5m. Terdiri dari <i>sandy-gravel, sandy hard clay, loam</i> , dll	Ketebalan sedimen permukaan masuk dalam kategori tebal, sekitar 10-30 meter
4	Tipe II dan Tipe I	Jenis IV	<2,5	Batuan <i>alluvial</i> , yang terbentuk dari sedimentasi delta, top soil, lumpur dengan kedalaman 30 m atau lebih	Ketebalan sedimen permukaannya sangatlah tebal

Tabel 3. Tingkat Resiko Gempa

No	Tingkat Resiko	Nilai Resiko (Gal)	Intensitas (MMI)
1	Resiko Sangat Kecil	< 25	VI
2	Resiko Kecil	25 - 50	VI - VII
3	Resiko Sedang 1	50 - 75	VII - VIII
4	Resiko Sedang 2	75 - 100	VII - VIII
5	Resiko Sedang 3	100 - 125	VII - VIII
6	Resiko Besar 1	125 - 150	VIII - IX
7	Resiko Besar 2	150 - 200	VIII - IX
8	Resiko Besar 3	200 - 300	VIII - IX
9	Resiko Sangat Besar 1	300 - 600	IX - X
10	Resiko Sangat Besar 2	> 600	X

Sumber: Fauzi *et al.*, 2005

Jika ditinjau berdasarkan periode dominan yang didapatkan dari hasil perhitungan dari frekuensi itu sendiri, hasil yang didapatkan dalam rentang 0,416 – 0,509 Hz. Menurut klasifikasi yang menunjukkan hubungan antara periode dominan (T_0) dengan jenis tanah. Kanai dan Omote-Nakajima mengusulkan dua metoda untuk mengklasifikasi profil tanah. Usulan pertama Kanai berdasarkan jenis I, II, III, IV dan jenis A, B dan C oleh Omote-Nakajima yang memberikan indikasi jenis tanah (Ibrahim dan Subarjo, 2005).

3. Indeks Kerentanan Seismik

Menurut Nakamura (2008), indeks kerentanan seismik merupakan indeks yang menggambarkan tingkat kerentanan lapisan tanah permukaan terhadap deformasi saat terjadi gempa bumi. Indeks kerentanan seismik dapat digunakan untuk menentukan zona lemah yang rawan saat terjadi gempa bumi. Dari persamaan K_g itu sendiri terlihat jika indeks kerentanan berbanding terbalik dengan frekuensi dominan, dan berbanding lurus dengan amplifikasi. Daerah yang indeks kerentanan seismiknya lebih tinggi maka daerah tersebut lebih rawan terhadap gempa. Sedangkan daerah yang indeks kerentanan seismiknya lebih kecil, maka daerah tersebut lebih tahan terhadap bahaya gempa bumi.

Berdasarkan tabel 1, titik penelitian MG02 merupakan daerah yang dianggap paling rentan dengan nilai kerentanan 105,9918 dan titik penelitian MG01 dianggap relatif lebih tahan terhadap gempa bumi dengan nilai kerentanan 23,8702. Oleh karena itu, perlu diperhatikan kekuatan struktur bangunan yang akan dibangun di daerah MG02 agar tidak terjadi kerusakan dan korban saat terjadi gempa bumi.

4. Percepatan Tanah Maksimum (PGA)

Berdasarkan hasil perhitungan di daerah penelitian (Tabel 1) didominasi dengan nilai PGA yang relatif kecil, dimana nilai yang didapatkan dalam rentang 8,4 – 9,4 Gal. Nilai PGA tersebut masuk dalam kategori resiko sangat kecil berdasarkan klasifikasi tingkat resiko gempa (Tabel 2).

Kerusakan akibat gempa bumi, utamanya karena konstruksi bangunan yang dibangun tidak memperhatikan kondisi geologi dan seismisitas. Tingkat resiko yang direpresentasikan oleh besar kecilnya nilai PGA suatu daerah perlu dipertimbangkan dalam mendesain bangunan yang tahan gempa demi mengurangi kerugian yang terjadi. PGA adalah salah satu faktor kunci untuk menganalisis potensi kerusakan akibat gempa, dan merupakan salah satu parameter bahaya gempa yang dapat diandalkan untuk perencanaan bangunan tahan gempa dan mitigasi bencana, terutama untuk daerah yang rawan gempa.

KESIMPULAN

Berdasarkan nilai frekuensi 0,416-0,509 Hz maka lokasi penelitian dominan batuan alluvial, dimana pada titik MG02 merupakan daerah yang paling rentan dengan nilai 105,9918. Sedangkan berdasarkan nilai PGA yaitu 8,4-9,4 Gal, maka lokasi penelitian termasuk sangat kecil tingkat resiko gempanya.

*Analisis Mikrozonasi Seismik pada Kecamatan Galesong
Kabupaten Takalar Sulawesi Selatan*

DAFTAR PUSTAKA

- BMKG. 1998. *Sumber Daya Geologi*. Buletin Meteorologi dan Geofisika No.4. BMKG. Jakarta.
- BMKG. 2015. *Katalog Gempa Bumi Merusak 1821-2014*. Pusat Gempa Bumi dan Tsunami, BMKG.
- Calvert, S. J., Hall, R. 2003. *The Cenozoic Geology of the Lariang and Karama Regions, Western Sulawesi: New Insight into the Evolution of the Makassar Straits Region*. Indonesian Petroleum Association, Proceedings 29th Annual Convention, Jakarta: 501-517.
- Brotopuspito, K. S. 2012. *Presentasi Mitigasi Bencana Gempa Bumi*. Pusat Studi Bencana, Universitas Gadjah Mada.
- Choobbasti, A. J., Rezaei, S., Farrokhzad, F. 2013. *Evaluation of Site Response Characteristics Using Microtremors*. Gradevinar No.8, UDK 534.64.699.84.
- DRM Word Institute for Disaster Risk Management. 2004. *Seismic Microzonation for Municipalities Manual*. General Directorate of Disaster Affairs, Ministry of Public Works and Settlement, Republic of Turkey.
- Douglas, J. 2011. *Gound-motion Prediction Equations 1964-2010*. BRGM/RP-59356-FR, Geoscience for a sustainable Earth.
- Febriani, Y., Daruwati, I. dan Hatika, R. G. 2013. *Analisis Nilai Peak Ground Acceleration dan Indeks Kerentanan Seismik Berdasarkan Data Mikroseismik pada Daerah Rawan Gempa Bumi di Kota Bengkulu*. Jurnal Ilmiah Edu Research Vol.2, Desember 2013: 85-90.
- Holzer, T. L., Padovani, A. C., Bennet, M. J., Noce, T. E., and Tinsley, J. C. 2005. *Mapping NEHRP V_{s30} Site Classes*. Earthquake Spectra Vol.12 No.2; 1-18, Earthquake Engineering Research Institute.
- Huang, H. C. and Tseng, Y. S. 2002. *Characteristics of Soil Liquefaction Using H/V of Microtremors in Yuan-Lin Area, Taiwan*. TAO Vol.13 No.3; 325-338.
- Kaharuddin MS., Hutagalung, R., dan Nurhamdan. 2011. *Perkembangan Tektonik dan Implikasinya Terhadap Potensi Gempa dan Tsunami di Kawasan Pulau Sulawesi*. Proceedings JSM Makassar 2011, the 36th HAGI and 40th IAGI Annual Convention and Exhibition.
- Lacave, C., Bard, P. and Koller, M. G., *Microzonation: Technique and Examples*.
- Mala, H. U., Susilo, A. dan Sunaryo. 2015. *Kajian Mikrotremor dan Geolistrik Resistivitas di Sekitar Jalan Arteri Primer Trans Timor untuk Mitigasi Bencana*. Jurnal NATURAL B Vol.3, No.1 April 2015: 24-34.
- Mihalic, S., Ostric, M., and Krkac, M. 2011. *Seismic Microzonation: A review of principles and practice*, Geofizika-Journal Vol.28. Review paper UDC 550.340.

- Mirzaoglu, M. and Dykmen, U. 2003. *Application of Microtremors to Seismic Microzoning Procedure*. Journal of the Balkan Geophysical Society Vol.6 No.3: 143-156.
- Nakamura, Y. 1989. *A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface Using Microtremor on the Ground Surface*. Quarterly report of Railway Technical Research Institute (RTRI), Vol.30 No.1: 25-33.
- Nakamura, Y. 1996. *Real-Time Information System for Hazard Mitigation*. Eleventh World Conference on Earthquake Engineering, Elsevier Science Ltd.
- Nakamura, Y. 1997. *Seismic Vulnerability Indices for Ground and Structures Using Microtremors*. World Congress on Railway Research, Florence.
- Nakamura, Y., Sato, T. and Nishinaga, M. *Local Site Effect of Kobe Based on Microtremor Measurements*. Proceedings of the Sixth Conference on Seismic Zonation, EERI.
- Nurwihastuti, D. W., Sartohadi, J., Mardiatno, D., Nehren, U. and Restu. *Understanding of Earthquake Damage Pattern through Geomorphological Approach: A Case Study of 2006*.