

IDENTIFIKASI INDEKS KERENTANAN SEISMIK DI BENDUNGAN BILI-BILI KABUPATEN GOWA DENGAN METODE *HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO* (HVSr)

Chairuni Syah, Muh. Said L, dan Ayusari Wahyuni
Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar
Email: chairunisyahmaal@yahoo.com, muhammad.saidlanto@uin-alauddin.ac.id,
ai_geophysics@yahoo.com

Abstract: A research has been conducted to determine the value of seismic vulnerability index and vulnerability index mapping at Bili-Bili dam in Gowa district. This research uses seismometer to record seismic wave signal. Data were collected by 9 measurement points. The data obtained is then processed by software *Geopsy* using the method *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr). The result of data processing obtained by the dominant frequency value (f_0) and amplification (A_0), then calculated seismic susceptibility index value. Based on the result of research indicate that seismic susceptibility index value in Bili-bili Dam area is 0,358-3,884. This indicates that areas in the Bili-Bili Dam include small to medium vulnerability indexes and are still safe in case of an earthquake.

Keywords: Microtremor, seismic vulnerability index, earthquake

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Gempabumi merupakan suatu fenomena alam yang sering terjadi di permukaan bumi. Gempabumi menyebabkan guncangan atau getaran yang besarnya beragam dari yang ringan sampai yang sangat dahsyat sehingga mampu menelan banyak korban jiwa, harta, meruntuhkan bangunan-bangunan dan fasilitas umum lainnya. Gempabumi terjadi karena proses tektonik akibat pergerakan lempeng bumi, aktivitas sesar di permukaan bumi, pergerakan geomorfologi secara lokal, aktivitas gunung merapi, dan ledakan nuklir. Gempabumi yang disebabkan oleh pergerakan lempeng bumi sudah menjadi langganan wilayah Indonesia. Tektonika Indonesia menjelaskan bahwa negara ini merupakan titik pertemuan antara tiga lempeng besar yaitu lempeng India-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik. Ketiga lempeng itu bergerak relatif antara satu terhadap yang lain. Pergerakan relatif ketiga lempeng ini mengakibatkan terjadinya tumbukan antara lempeng-lempeng tersebut sehingga membentuk zona subduksi di beberapa tempat, seperti di pantai Barat Pulau Sumatera, pantai Selatan Jawa, dan beberapa daerah di Indonesia bagian Timur.

Bendungan merupakan bangunan yang cukup kompleks dan sangat beresiko jika terjadi keruntuhan yang disebabkan oleh gempabumi. Keruntuhan pada bendungan dapat menimbulkan bencana besar seperti banjir sehingga menyebabkan jatuhnya korban jiwa dan kerugian harta benda penduduk yang tinggal di sebelah hilir bendungan. Bendungan Bili-Bili di bangun pada 6 juli 1999

yang membendung sungai jeneberang di Desa Bili-bili Kecamatan Bontomarannu Kabupaten Gowa Provinsi Sulawesi Selatan.

Ada sebagian daerah yang aman terhadap bencana gempa bumi dan ada pula sebagian yang rawan terhadap bencana gempa bumi. Untuk mengetahui rawan bencana, bisa menggunakan perhitungan dari indeks kerentanan seismik yang bermanfaat untuk keperluan mitigasi di tempat ini, terutama untuk kesiapsiagaan dalam menghadapi gempa bumi. Informasi mengenai indeks kerentanan seismik pada kawasan bendungan Bili-bili masih belum ada, padahal hal tersebut penting untuk memperkirakan atau meminimalisir dampak yang disebabkan oleh gempa bumi.

Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah untuk menentukan nilai indeks kerentanan seismik dan membuat pemetaan hasil indeks kerentanan pada daerah bendungan Bili-Bili kabupaten Gowa.

2. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

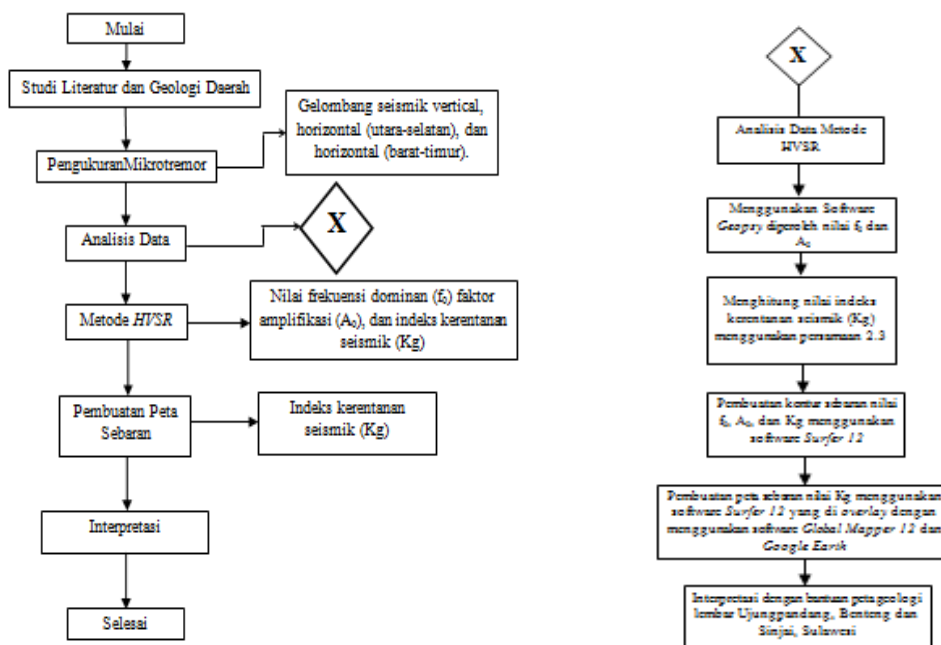
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan 5 Juli 2017 di Bendungan Bili-Bili Kecamatan Bontomarannu Kabupaten Gowa

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian: (a). Seismometer; (b). Antena GPS; (c). *Digital Portable Seismograph* tipe TDL-303S; (d). GPS merk Garmin; (e). Kabel data; (f). Laptop dan (g). Solar Cell

Diagram Alir Penelitian

Berikut proses bagan alir penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:



Gambar 1 Bagan alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Penelitian daerah Bendungan Bili-Bili di kecamatan Bontomarannu Kabupaten Gowa diperoleh data sebanyak 9 titik dengan rancangan 100 m – 500 m pertitik. Beberapa parameter terukur yang diperlukan pada alat mikrotremor yaitu faktor amplifikasi (A_0) dan frekuensi dominan (f_0). Sehingga untuk menentukan nilai indeks kerentanan seismik (kg) di Bendungan Bili-Bili, kedua parameter terukur tersebut diperlukan dalam perhitungan.



Gambar 2 Titik Pengukuran di Bendungan Bili-bili

Berikut hasil perhitungan dengan menggunakan analisis mikrotremor dengan menggunakan software *Geopsy* yaitu:

Tabel 1 Hasil perhitungan dengan menggunakan analisis mikrotremor

Titik Lokasi	koordinat		f_0 (Hz)	A_0	A_{02}	kg
	Latitude	Longitude				
N1	5°16'34,4"	119°34'39,4"	0,669	1,612	2,598	3,884
N2	5°16'37,0"	119°34'45,7"	11,384	2,020	4,080	0,358
N3	5°16'40,2"	119°34'47,6"	5,552	1,922	3,694	0,665
N4	5°16'42,6"	119°34'52,5"	3,657	1,853	3,433	0,938
N5	5°16'45,9"	119°34'57,0"	6,489	3,576	12,787	1,970
N6	5°16'38,9"	119°34'38,8"	0,681	1,454	2,114	3,104
N7	5°16'57,0"	119°34'35,9"	0,728	1,620	2,624	3,604
N8	5°16'57,5"	119°34'41,1"	7,721	2,717	7,382	0,956
N9	5°17'0,4"	119°34'45,1"	5,853	1,799	3,236	0,552

Pembahasan

Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan dengan beberapa parameter terukur dan parameter terhitung yang dihasilkan pada penelitian ini dapat di hasilkan nilai indeks kerentanan seismik dan juga di petakan dari hasil pengukuran, berikut ini:

a. Nilai indeks kerentanan seismik (Kg)

Saabuddin (2009) menyatakan bahwa jika suatu daerah memiliki indeks kerentanan seismik yang besar maka tingkat resiko gempabuminya juga akan tinggi. Tingkat indeks kerentanan seismik yang tinggi biasanya ditemukan pada daerah dengan frekuensi dominan yang rendah.

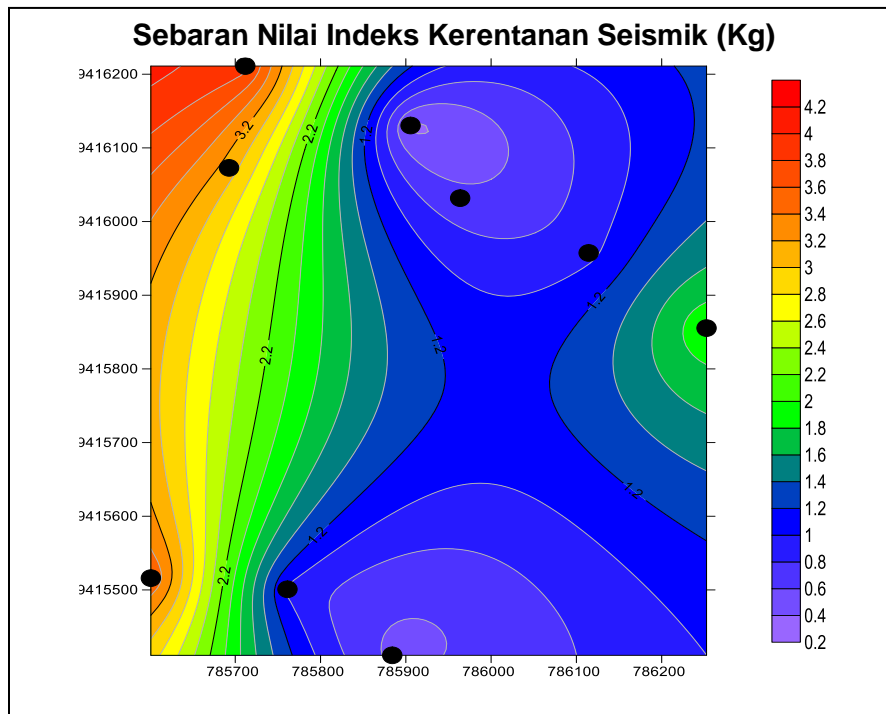
Dari hasil penelitian yang diperoleh, berikut ini merupakan kategori kerentanan dari hasil indeks kerentanan seismik di bendungan Bili-Bili adalah:

Tabel 2 Kategori kerentanan dari hasil indeks kerentanan seismik di Bendungan Bili-Bili

Titik Lokasi	Kg	Kategori Kerentanan
N2	0,358433	Kecil (< 3)
N9	0,552947	
N3	0,665361	
N4	0,938914	
N8	0,956105	
N5	1,970685	
N1	3,884221	Sedang (3-6)
N6	3,104429	
N7	3,604945	

Berdasarkan hasil penelitian Refrizon (2013), indeks kerentanan seismik (Kg) merupakan indeks yang menunjukkan tingkat kerentanan suatu lapisan tanah yang mengalami deformasi. Nilai indeks kerentanan seismik yang lebih kecil dari 3 (< 3) merupakan indeks kerentanan seismik yang berkategori kecil, indeks kerentanan seismik sedang 3-6 dan indeks kerentanan seismik yang tinggi yaitu lebih besar dari 6 (> 6).

Berikut hasil sebaran nilai indeks kerentanan dapat diperoleh dalam bentuk kontur secara dua dimensi yaitu:

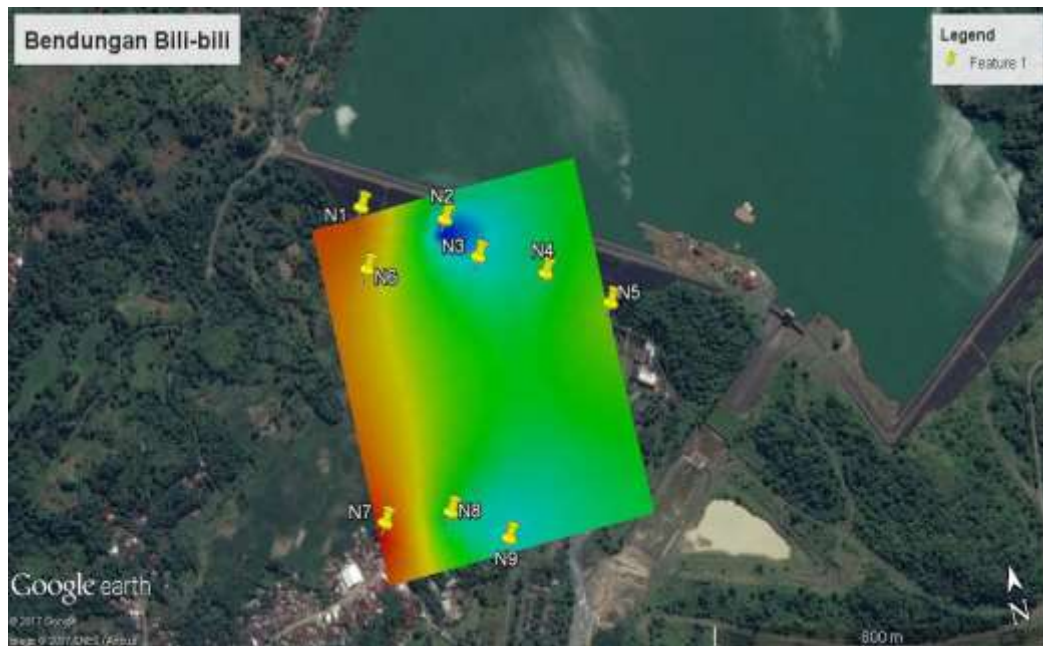


Gambar 3 Pemodelan Sebaran Nilai Indeks Kerentanan Seismik (Kg)

Gambar di atas menunjukkan hubungan antara indeks kerentanan seismik dengan frekuensi dominan dan faktor amplifikasinya. Hubungan parameter-parameter tersebut memperjelas bahwa material penyusun tanah mempengaruhi tingkat kerentanan seismik suatu daerah, dimana daerah dengan nilai indeks kerentanan seismik tinggi adalah daerah yang memiliki nilai frekuensi dominan kecil, sehingga saat terjadi gempa bumi atau pergerakan tanah daerah tersebut akan mengalami penguatan amplifikasi. Dari pemodelan mikrotremor yang ditunjukkan pada gambar tersebut diketahui bahwa kawasan titik penelitian didominasi oleh nilai indeks kerentanan seismik yang rendah dan sedang. Pada gambar juga menjelaskan bahwa pada titik yang skalanya berwarna hijau hingga biru menunjukkan bahwa indeks kerentanannya kecil, sedangkan pada titik yang skalanya berwarna kuning hingga merah menunjukkan bahwa indeks kerentanannya sedang. Penyebab adanya perbedaan kecil hingga sedangnya indeks kerentanan tersebut diantaranya karena daerah bendungan Bili-Bili memiliki nilai frekuensi dominan cukup kecil, daerah tersebut yang tersusun dari material yang cukup keras hingga cukup lunak, serta memiliki nilai faktor amplifikasi cukup tinggi.

b. Hasil pemetaan indeks kerentanan seismik di Bendungan Bili-Bili

Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan dengan beberapa parameter terukur dan parameter terhitung yang dihasilkan pada penelitian ini dapat juga dipetakan dari hasil pengukuran yang menunjukkan bahwa pada kawasan bendungan yang memiliki indeks kerentanan adalah yang kecil hingga yang sedang. Bendungan ini juga masih keadaan aman apabila terjadi gempa bumi. Berikut ini hasil pemetaan dari indeks kerentanan seismik yang diolah menggunakan software *Global Mapper* dan dioverlay ke software *Google Earth* pada titik pengukuran.



Gambar 4 Hasil Pemetaan Indeks Kerentanan (Kg) yang dioverlay ke Google Earth.

Pada gambar di atas menjelaskan bahwa di titik N2, N3, N4, N5, N8 dan N9 termasuk nilai indeks kerentanannya kecil dan di titik N1, N6 dan N7 merupakan nilai indeks kerentanannya sedang. Berdasarkan pengukuran di bendungan Bili-Bili ini merupakan indeks kerentanan yang diperoleh termasuk dalam kategori rendah dan sedang sehingga di bendungan Bili-Bili kabupaten Gowa masih keadaan aman apabila terjadi gempa. Jika daerah tersebut sering terjadi menggoncang, maka di daerah tersebut dan sekitarnya bisa merusak bangunan.

4. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan nilai indeks kerentanan seismik di bendungan Bili-bili adalah $N1= 3,884$, $N2= 0,358$, $N3= 0,665$, $N4= 0,938$, $N5= 1,970$, $N6= 3,104$, $N7= 3,604$, $N8= 0,956$ dan $N9= 0,552$. Semakin memiliki indeks kerentanan seismik yang besar maka tingkat resiko gempabuminya juga akan tinggi sebaliknya Semakin memiliki indeks kerentanan seismik yang kecil maka tingkat resiko gempabuminya juga kecil. Selanjutnya hasil penelitian di bendungan Bili-Bili dengan nilai indeks kerentanan seismik yang lebih kecil dari 3 (< 3) yaitu di titik N2, N3, N4, N5, N8 dan N9 sedangkan indeks kerentanan seismik sedang 3-6 yaitu di titik N1, N6 dan N7 sehingga di bendungan Bili-Bili kabupaten Gowa masih keadaan aman apabila terjadi gempa. Akan tetapi jika daerah tersebut sering menggoncang, maka di daerah tersebut dan sekitarnya bisa merusak bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

Arifin, S.S, dkk. 2013. *Penentuan Zona Rawan Guncangan Bencana Gempabumi Berdasarkan Analisis Nilai Amplifikasi HVSR Mikrotremor*

- Dan Analisis Periode Dominan Daerah Liwa dan Sekitarnya. *Jurnal Geofisika Eksplorasi* Vol. 2/No. 1. Lampung: Universitas Lampung.
- Ayi, dkk. *Analisis Mikrotremor untuk Evaluasi Kekuatan Bangunan Studi Kasus Gedung Perpustakaan ITS*. Sains dan Seni ITS 1, No. 1, September 2012 (B52-B56) ISSN: 2301-928X.
- Barorah, Atik. "Dampak Gempa Bumi Tektonik Bagi Kehidupan Masyarakat Kepuh Wetan Wirokerten Banguntapan Bantul". *Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Dakwah UIN SunanKalijaga, 2008. BMKG. 2015.
- Bard, P.Y., *Microtremor measurement: a tool for site estimates. States of the art paper, second Internasional Symposium on the Effect Surface Geology on seismic Motion*, Yokohama, Desember 1-3, 1998, pp. 1252-1279, 1999.
- BMKG Wilayah IV Makassar. *Data Gempa di Takalar Sulawesi Selatan*. 2015.
- Buranda, J. P. 2009. *Geologi Umum*. Universitas Negeri Malang.
- Daryono, Sutikno. *Data Mikrotremor dan Pemanfaatannya untuk Pengkajian Bahaya Gempabumi*. Yogyakarta: BMKG. 2009.
- Harahap, dkk. *Analisa Mikrotremor Dengan Metode HVSR (Horizontal To Vertical Spectral Ratio) Untuk Pemetaan Mikrozonasi Di Kelurahan Kejawan Putih Tambak Surabaya*. Vol. 1, No. 1, (2013) 1-4.
- Herak, M. (2008). "Model HVSR: a Matlab tool to model horizontal-to-vertical spectral ratio of ambient noise". *Computers and Geosciences* 34, 1514–1526.
- Irjan dan Bukhori Ahmad. "Pemetaan Wilayah Rawan Bencana Berdasarkan Data Mikroseismik Menggunakan TDS (time Digital Seismograph) Tipe 303 S". *Jurnal Neutrino* 3, no.2 (2011): t.h.
- Kanai, K. 1983. *Engineering Seismology*. University of Tokyo. Japan.
- Kementerian Agama Republik Indonesia. "Al Qur'an dan Terjemahannya edisi tahun 2013," dalam *Yayasan Penyelenggara Penerjemah Al-Qur'an*. Semarang: Indonesia, 2013.
- Kurniawati, Ika. 2016. *Analisis Mikrotremor Untuk Mikrozonasi Indeks Kerentanan Seismik Di Kawasan Jalur Sesar Sungai Oyo Yogyakarta*. Skripsi. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Lachet, C, dan Brad, P.Y. *Numerical and Theoretical Investigation On The Possibilities and Limitations of Nakamura's Technique*. *J. Phys. Earth.* 42, 377 – 397. 1994.
- Munadi, S. 2000. *Aspek Fisis Seismology Eksplorasi*. Depok: Program Studi Geofisika Jurusan Fisika FMIPA UI.
- Mustafa, Badrul. 2010. *Analisis Gempa Nias Dan Gempa Sumatera Barat Dan Kesamannya Yang Tidak Menimbulkan Tsunami*. *Jurnal Ilmu Fisika*, Vol. 2, No.1. Padang: Universitas Andalas
- Najoan, Th.F., Soeroso, D., dan Rukhijat, S. 1996. *Peta Zona Gempa Dan Cara penggunaannya sebagai Usulan dalam Perencanaan Bangunan Pengairan Tahan Gempa*. *Jurnal Litbang Air*, No. 36
- Nakamura, Y. *A Method For Dynamic Characteristics Estimation Of Subsurface Using Microtremor On The Ground Surface*. Japan: Quarterly Report Of Railway Technical Research Institute (RTRI), Vol.30, No 1. 1989.
- *Clear Identification of Fundamental Idea of Nakamura's Technique and its Applications*. In: *Proceedings of 12th World Conference on Earthquake Engineering*, New Zealand. 2000.
- Okada, H. 2004. *The Microtremor Survey Method*. Society of Exploration Geophysicist United State of America.

- Prastowo, D.A. 2015. *Klasifikasi Tapak Lokal Berdasarkan Data Mikrotremor Menggunakan Metode HVSR Di Daerah Epitermal Borobudur Kabupaten Magelang*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Putra, Desta Mayor Andika. *Indeks Kerentanan Seismik Kabupaten Kulon Progo Berdasarkan Data Mikrotremor*. Yogyakarta: Pusat Pengembangan Instruktusional, 2014.
- Refrizon, dkk. *Analisis Percepatan Getaran Tanah Maksimum dan Tingkat Kerentanan Seismik Daerah Ratu Agung Kota Bengkulu*. Lampung: Universitas Lampung, 2013.
- Rine, Hartuti Evi. *Buku Pintar Gempa*. Yogyakarta: Diva Press (Anggota IKAPI). 2009.
- Saaduddin, dkk. 2009. *Pemetaan Indeks Kerentanan Seismik Kota Padang Sumatera Barat Dan Korelasinya Dengan Titik Kerusakan Gempabumi 30 September 2009*. Academia-Industry Linkage 15-16 Oktober 2015 (459-466).
- Sears WF dan Zemansky WM. *Fisika Untuk Universitas*. Jakarta: Binacipta, 1994.
- Seht, M.Ibs-von., dan Wohlenberg. J., 1999. *Microtremor Measurement Used To Map Thickness Of Soft Sediment*. Bulletin of Seimological Society of America, Vol. 89, No. 1
- Subardjo. *Parameter Gempabumi*. Jakarta: Materi Diklat Teknis, BMG, 2008.
- Siswawidjoyo, S., U. Sudarsono F., dan Wirakusumah, A. D. 1997. *The Threat Of Hazards In The Semeru Volcano Region In East Java, Indonesia*. *Jurnal Of Asian Earth Sciences*, Vol.15 No 2 -3, pp. 185 – 194.
- Sukamto, Rab dan Sam Supriatna. *Peta Geologi Lembar Ujungpandang, Benteng dan Sinjai Sulawesi*. 1982.
- Syahrudin, M.H, dkk. 2014. *Penentuan Profil Ketebalan Sedimen Lintasan Kota Makassar Dengan Mikrotremor*. *Jurnal Fisika* Vol. 4 No. 1. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E., dan Keys, D. A. 1976. *Applied Geophysics*. London: Cambridge University Press.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E. 1990. *Applied Gheophysics Second Edition*. New York: Cambrigde.
- Tenri Andi, Lantu, Sabrianto. "Mikrozonasi Kawasan Rawan Gempabumi Daerah Singaraja Menggunakan Metode Mikroseismik". *Jurnal Program Studi Geofisika FMIPA Unhas.t.th*.
- Ventura, C.E., Onur, T., and Hao, X.S. 2004. *Site Period Estimation in the Fraser River Delta Using Microtremor Measurment Experimnetal and Analytical Studies*. 13th World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, B.C., Canada. Paper No. 1075.
- Wahyuni, Ayusari. 2011. *Kajian Potensi Resonansi Getaran Lantai Gedung Jurusan Fisika FMIPA UGM Yogyakarta*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Wang, Zhenming. 2008. *A Technical Note on Seismic Microzonation in the Central United State*. USA: Kentucky Geological survey, University of Kentucky