

Volume 1
No. 1
April 2017

ISSN 2579-5821
e-ISSN 2579-5546

Jurnal

Geocelebes

Google
scholar



Diterbitkan oleh:
DEPT. GEOFISIKA
Universitas Hasanuddin
Makassar

JURNAL GEOCELEBES

Volume 1 Nomor 1, April 2017

P-ISSN: 2579-5821

E-ISSN: 2579-5546

**Diterbitkan oleh:
Departemen Geofisika, FMIPA
Universitas Hasanuddin**

JURNAL GEOCELEBES

Volume 1 Nomor 1, April 2017

ISSN: 2579-5821 (Cetak)

ISSN: 2579-5546 (Online)

Alamat URL : <http://journal.unhas.ac.id/index.php/geocelebes>

Diterbitkan berkala dua kali setahun oleh/ *Published periodically two times annually by*
Dept. Geofisika Universitas Hasanuddin/ **Geophysics Dept., Hasanuddin University**

Dewan Redaksi (Editorial Board)

Editor Kepala (Chief Editor) : Muh. Alfin Massinai

Dewan Editor (Editorial Board) : Paharuddin
Erfan Syamsuddin
Sakka
Saaduddin
Muh. Fawzy Ismullah
Akmal

Mitra Bestari (Reviewer) : Dadang A. Suriamihardja (UNHAS)
Andri Dian Nugraha (ITB)
Nana Sulaksana (UNPAD)
Syaeful Bachri (ITS)
Muh. Wahyudi Memet (Badan Geologi)

Sekretariat/Secretariat:

Departemen Geofisika, FMIPA Universitas Hasanuddin
Gedung TNR, Kampus Unhas Tamalanrea - Jalan Perintis Kemerdekaan, Makassar
Sulawesi Selatan, 90245
E-mail : geocelebes@sci.unhas.ac.id

Jurnal Geocelebes adalah jurnal ilmiah yang diterbitkan oleh Departemen Geofisika Universitas Hasanuddin. Jurnal ini diperuntukkan sebagai sarana publikasi ilmiah di bidang geofisika mulai topik teoritik hingga topik aplikasi geofisika di berbagai bidang. Makalah yang dimuat merupakan hasil penelitian yang orisinal, tinjauan (*review*) tentang kemajuan terkini dari suatu topic tertentu, studi kasus aplikasi geofisika ataupun resensi tentang perangkat lunak yang berkaitan dengan geofisika. Makalah dapat dikirimkan ke alamat email redaksi dalam bentuk *softcopy* dengan menggunakan *template* yang telah disediakan. Setiap makalah yang diterima akan ditinjau kelayakannya melalui proses *reviewing* yang ketat oleh Dewan Redaksi.

DAFTAR ISI

JURNAL GEOCELEBES

Volume 1 Nomor 1, April 2017

ISSN: 2579-5821 (Cetak)

ISSN: 2579-5546 (Online)

Alamat URL : <http://journal.unhas.ac.id/index.php/geocelebes>

Halaman Judul -----	i
Dewan Redaksi -----	ii
Daftar Isi -----	iii
Kata Pengantar -----	iv
Analisis Rawan Bencana Longsor Menggunakan Metode AHP (Analytical Hierarchy Process) Di Kabupaten Toraja Utara -----	1
<i>Azaliatul Hidayah, Paharuddin, Muh. Altin Massinai</i>	
Mikrozonasi Kawasan Rawan Bencana Gempabumi dengan Studi Peak Ground Acceleration Menggunakan Metode Boore Atkinson dan Data Mikrotremor di Daerah Kupang -----	5
<i>Rachmat Jariah Jamal, Lantu, Sabrianto Aswad, Cecep Sulaiman</i>	
Difraksi dan Efek <i>Smiling</i> pada Data Seismik -----	13
<i>Johanes Gedo Sea, Yusuf Surachman D., Muh. Altin Massinai, Sabrianto Aswad</i>	
Identifikasi Pola Sebaran Intrusi batuan bawah Permukaan Menggunakan Metode Geomagnet di Sungai Jene Lata Kabupaten Gowa -----	17
<i>Nur Hidayat Nurdin, Muh. Altin Massinai, Sabrianto Aswad</i>	
Identifikasi Zona Reservoir Cekungan Bula Maluku dengan Metode Elektromagnetotellurik -----	23
<i>Lantu, Syamsuddin. A. Hardianti Yunus</i>	
Kajian Kewaspadaan Daerah Rawan Kegempaan dan Tsunami di Bulukumba Sulawesi Selatan -----	30
<i>Muh. Altin Massinai, Saaduddin, Muh. Fawzy Ismullah</i>	

KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas penerbitan Volume 1 Nomor 1, April 2017 Jurnal Geoelebes baik dalam versi cetak maupun digital yang dikelola swadaya oleh Departemen Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Kedua jenis terbitan Jurnal Geoelebes (digital dan cetak) telah memiliki ISSN yang dikeluarkan oleh Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (PDII-LIPI); 2579-5821 untuk ISSN Jurnal Geoelebes versi cetak dan 2579-5546 untuk ISSN Jurnal Geoelebes versi online.

Jurnal Geoelebes merupakan sarana bagi para saintis untuk mempublikasikan hasil penelitian dan gagasan-gagasan di bidang geosains baik dalam perspective teoretik maupun terapan. Naskah yang diterima oleh dewan redaksi akan *direview* oleh mitra bestari dengan kepakaran yang sesuai dengan topik yang diangkat pada jurnal ini dan kemudian disunting oleh tim editor untuk disesuaikan dengan format penulisan yang telah ditentukan. Naskah yang masuk ke tim redaksi akan diproses mulai dari review, penyuntingan sampai penerbitan.

Penerbitan Jurnal Geoelebes dilakukan dua kali dalam setiap tahun (enam bulanan) yaitu setiap bulan April dan Oktober. Dalam setiap terbitan, akan dimuat sekurang-kurangnya 6 (enam) tulisan. Pada terbitan volume 1 (satu) Jurnal Geoelebes memuat 6 (enam) makalah yang berasal dari internal dan eksternal Departemen Geofisika, Universitas Hasanuddin.

Tim redaksi Jurnal Geoelebes mengucapkan terima kasih kepada seluruh penulis yang telah memasukkan naskah khususnya kepada Bapak Nur Hidayat Nurdin dari PT HADE Geosains Makassar dan Bapak Yusuf Surachman Djajadihardja dari Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) sebagai penulis eksternal. Rasa terima kasih juga tak luput tim redaksi ucapkan sebesar-besarnya kepada tim reviewer atas kesediaannya untuk mengoreksi dan memberikan masukan atas naskah yang diterima sehingga dapat diterbitkan; Bapak Dadang A. Suriamihardja (UNHAS), Bapak Andri Dian Nugraha (ITB), Bapak Nana Sulaksana (UNPAD), Bapak Syaeful Bachri (ITS) dan Bapak Muh. Wahyudi Memet (Badan Geologi).

Tim redaksi Jurnal Geoelebes membuka diri atas saran dan kritikan yang membangun demi perbaikan ke depan. Segala saran dan kritikan dapat dikirimkan melalui email geoelebes@sci.unhas.ac.id.

Makassar, April 2017

Tim redaksi Jurnal Geoelebes

ANALISIS RAWAN BENCANA LONGSOR MENGGUNAKAN METODE AHP (ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS) DI KABUPATEN TORAJA UTARA

Azaliatul Hidayah¹, Paharuddin^{1*}, Muh. Altin Massinai¹

¹ Program Studi Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin Makassar

*Penulis koresponden. Alamat email: fardin@sci.unhas.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menentukan faktor utama penyebab longsor di Kabupaten Toraja Utara. Parameter yang digunakan yaitu elevasi, kemiringan lereng, aspek lereng, geologi, tekstur tanah, kelurusan, jarak dari jalan, jarak dari sungai, curah hujan dan penutupan lahan. Penelitian ini menggunakan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*). Berdasarkan hasil penelitian faktor utama penyebab terjadinya longsor adalah parameter curah hujan dengan bobot 0.317, kemudian tekstur tanah, jarak dari jalan, jarak dari sungai, geologi, penutupan lahan, kelurusan, kemiringan lereng, aspek lereng dan parameter yang memperoleh bobot terkecil yaitu elevasi dengan bobot 0.027..

Kata Kunci : Faktor utama, longsor, *AHP (Analytical Hierarchy Process)*, Toraja Utara

Abstract

The purpose of this research is to determine the main factor that causing landslides in North Toraja District. They are several parameters used to adjust the landslides at that area i.e. elevation, slope, geology, soil texture, alignment, distance from the road, distance from the river, rainfall and land cover. This research uses the AHP (*Analytical Hierarchy Process*) method to show a factor dominated causing landslides. The results show that the main factors causing the landslide are rainfall with the weight factor is 0.317, following by soil texture, distance from the road, distance from the river, geology, and land cover is about 0.027.

Keywords: Main factor, landslide, *AHP (Analytical Hierarchy Process)*, North Toraja

Pendahuluan

Kabupaten Toraja Utara merupakan daerah yang rawan akan longsor dengan zona potensi gerakan tanah menengah hingga tinggi. Longsor yang terjadi mengakibatkan beberapa korban jiwa, kerusakan rumah, hingga putusnya jalur transportasi darat

antar kecamatan. Dalam penelitian ini metode AHP digunakan untuk menentukan faktor utama yang menyebabkan terjadinya longsor..

Longsor

Gerakan tanah ialah segala perubahan-perubahan yang dialami muka bumi akibat

pengaruh gaya Tarik bumi (gravitasi) disebabkan rayapan tanah dan longsor tanah. Pada lereng-lereng pegunungan sering terjadi gerak yang lambat menuju ke arah lembah. Gerak ini terjadi jika musim penghujan. Daerah-daerah yang ditumbuhi pohon-pohon akan miring ke arah lembah. Seperti yang terjadi di daerah Lengese di Sulawesi Selatan, dimana pohon terlihat miring di lembah Bawakaraeng. Contoh lain dapat dilihat di Maribaya Lembang Jawa Barat. Pohon-pohon yang tumbuh pada deretan bukit- bukit sebelah selatan (sesar Lembang) sebagian besar miring ke arah lembah karena rayapan tanah (Katili dan Marks, 1963 dalam Massinai, 2015).

Analytical Hierarchy Process (AHP) Metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) dikembangkan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 70-an di Warston school. Metode AHP merupakan salah satu metode yang digunakan dalam sistem pengambilan keputusan. Penyelesaian masalah dengan AHP terdapat beberapa prinsip dasar, yaitu penguraian (*decomposition*), perbandingan berpasangan (*comparative judgement*), sintesa prioritas (*synthesis of priority*) dan konsistensi logis (*logical consistency*).

AHP memanfaatkan persepsi pakar atau informan yang dianggap ahli sebagai input utamanya sehingga diperoleh bobot dari masing-masing parameter atau kriteria yang digunakan dalam penelitian.

Metode Penelitian

Secara geografis daerah penelitian dibatasi koordinat $02^{\circ} 05' - 03^{\circ} 05'$ LS dan $119^{\circ} 45' - 120^{\circ} 02'$ BT. Kabupaten Toraja Utara merupakan pemekaran dari Kabupaten Tanah Toraja, dimana merupakan dataran tinggi yang dikelilingi oleh pegunungan dengan keadaan lerengnya curam yakni

rata-rata kemiringannya diatas 25% (Cahyono dan Rustandi, 2015).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Pengumpulan data penelitian dilakukan dengan pemberian kuesioner kepada responden. Kuesioner yang digunakan mengandung beberapa parameter kerawanan longsor. Parameter kerawanan longsor yang digunakan yaitu; elevasi, kemiringan lereng, aspek lereng, geologi, tekstur tanah, kelurusan, jarak dari jalan, jarak dari sungai, curah hujan dan penutupan lahan. Parameter ini akan dibuat suatu klasifikasi berdasarkan referensi atau sesuai dengan atribut peta. Perbandingan berpasangan dibuat dengan membandingkan klasifikasi yang telah ditentukan, lalu penentuan bobot dilakukan oleh responden dengan kriteria yaitu pihak-pihak yang dianggap mengetahui dan memahami karakteristik wilayah penelitian, khususnya peneliti yang berhubungan dengan tanah longsor di Kabupaten Toraja Utara.

Hasil dan Pembahasan

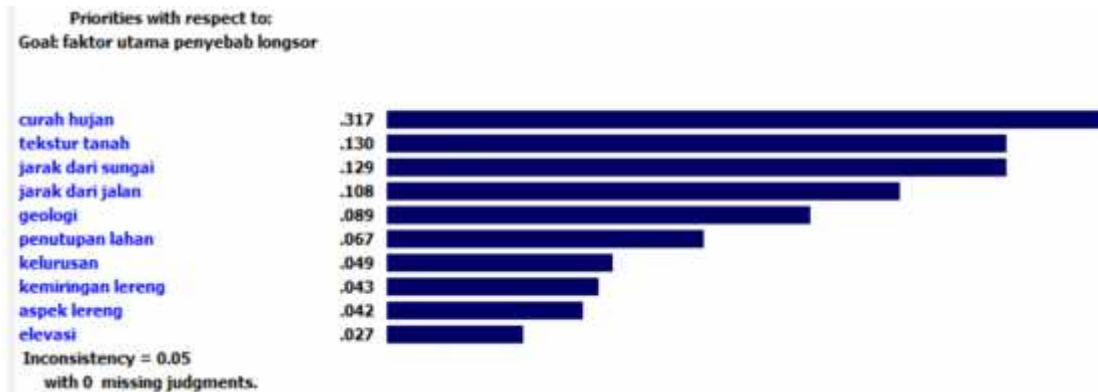
Parameter Penyebab Longsor

1. Curah hujan yang tinggi lebih banyak menghasilkan debit air, sehingga dapat menyebabkan tanah kedap air.
2. 2Tekstur tanah turut menentukan tata air dalam tanah, yaitu berupa kemampuan tanah untuk meloloskan

- air, kecepatan infiltrasi, penetrasi dan kemampuan pengikatan air oleh tanah.
3. Jarak dari sungai, semakin dekat lereng dengan sungai maka semakin besar peluang untuk terjadinya longsor hal ini disebabkan oleh tingkat kejenuhan air pada lereng secara langsung berpengaruh pada stabilitas lereng.
 4. Jarak dari jalan dapat menyebabkan terjadinya longsor hal ini disebabkan oleh lalu lintas kendaraan disekitar lereng. Longsor tidak langsung terjadi tetapi berproses awalnya jalan yang dilalui kendaraan mengalami retakan yang jika dibiarkan lama-lama akan longsor.
 5. Geologi adalah salah satu parameter yang digunakan dalam penelitian tanah longsor, hal ini disebabkan oleh perbedaan satuan unit litologi akan berbeda kerentanannya terhadap tanah longsor.
 6. Penutupan lahan dapat menyebabkan terjadinya longsor yaitu berupa tubuh air hal ini disebabkan oleh lahan yang berair kurang kuat mengikat butir tanah dan membuat tanah menjadi lembek dan jenuh air sehingga mudah terjadi longsor.
 7. Kelurusan merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya longsor, hal ini disebabkan oleh semakin tinggi kerapatan kelurusan, maka tingkat pelapukan batuan induk semakin intensif dan mengurangi kuat geser dari material penyusun lereng akibat diskontinuitas dan sekaligus menyebabkan infiltrasi air yang tinggi.
 8. Kemiringan lereng berpengaruh terhadap terjadinya longsor, jika hujan tinggi maka panjang lereng meningkat disertai dengan meningkatnya erosi
 9. Aspek lereng memiliki pengaruh terhadap terjadinya longso, hal ini disebabkan oleh penerimaan sinar matahari secara langsung yang mengakibatkan tanah pembentuk lereng menjadi kering, yang apabila musim hujan tiba maka air akan masuk kedalam rongga tanah yang terbuka bila sudah terisi penuh dapat mengakibatkan longsor dan erosi tanah.
 10. Elevasi berpengaruh terhadap terjadinya longsor, hal ini disebabkan oleh ketinggian lereng bergantung pada kemiringan lereng atau besarnya sudut lereng

Tabel 1. Matrik Berpasangan

Matriks Berpasangan										
Tujuan	E	KL	AL	G	TT	K	JDJ	JDS	CH	PL
E	1	2	2.289428	4.379519	5.593445	1.44225	3.556893	3.556893	6.804092	2.289428485
KL	0.5	1	1	3.914868	4.217163	1.817121	2.466212	2.466212	4.610436	0.843432665
AL	0.4368	1	1	3	4.217163	1.44225	2.620741	2.620741	6.257325	1
G	0.2283	0.25544	0.333333	1	3	0.584804	1.587401	1.587401	4.121285	0.693361274
TT	0.1788	0.23713	0.237126	0.333333	1	0.584804	1.44225	1.44225	2.466212	0.693361274
K	0.6934	0.55032	0.693361	1.709976	1.709976	1	3	3.979057	6.257325	1.44224957
JDJ	0.2811	0.40548	0.381571	0.629961	0.693361	0.333333	1	1.817121	6.082202	0.480749857
JDS	0.2811	0.40548	0.381571	0.629961	0.693361	0.251316	0.550321	1	4.326749	0.480749857
CH	0.147	0.2169	0.159833	0.242643	0.40548	0.159813	0.164414	0.23112	1	0.522757959
PL	0.4368	1.18563	1	1.44225	1.44225	0.693361	2.080084	2.080084	1.912931	1
JUMLAH	4.1833	7.25637	7.476205	17.28251	22.9722	8.30905	18.46832	20.78088	43.83856	9.446090942



Gambar 2. Grafik hasil pembobotan parameter penyebab longsor

Kesimpulan

Faktor utama penyebab terjadinya bencana longsor di Kabupaten Toraja Utara adalah curah hujan berdasarkan hasil dari ketiga responden, curah hujan memiliki bobot yang tertinggi yaitu 0,317. Hal ini disebabkan oleh curah hujan yang tinggi lebih banyak menghasilkan debit air sehingga tanah kedap air, dan parameter yang memperoleh skor terkecil adalah elevasi dengan bobot 0,027 hal ini disebabkan oleh ketinggian lereng bergantung pada kemiringan lereng atau besarnya sudut lereng..

Daftar Pustaka

- Badan Geologi. "Tanggapan Bencana Gerakan Tanah" diakses 19 Sep 2016. www.vsi.esdm.go.id.
- Bakosurtanal. 2012. *Peta Rupa Bumi Digital Indonesia Skala 1:25.000*. <http://www.bakosurtanal.go.id/peta-rupabumi>.
- Cahyono, E. B. dan Rustandi, U. 2015. *Penyelidikan Batubara Daerah Palangi Dan Sekitarnya Kabupaten Toraja Utara, Provinsi Sulawesi Selatan*. <http://psdg.geologi.esdm.go.id/kolokium/2015/efos/4.pdf>
- Heryani, R. 2014. *Analisis Kerawanan Banjir Berbasis Spasial Menggunakan Analytical Hierarchy Process (AHP) Kabupaten Maros*. Skripsi. Fakultas

Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin Makassar.

- Massinai, M. A. 2015. *Geomorfologi Tektonik*. Pustaka Ilmu Group. Yogyakarta.

MIKROZONASI KAWASAN RAWAN BENCANA GEMPABUMI DENGAN STUDI PEAK GROUND ACCELERATION MENGUNAKAN METODE BOORE ATKINSON DAN DATA MIKROTREMOR DI DAERAH KUPANG

Rachmat Jariah Jamal^{1*}, Lantu¹, Sabrianto Aswad¹, Cecep Sulaiman²

¹*Program Studi Geofisika, FMIPA Universitas Hasanuddin, Makassar*

²*Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi, Bandung*

* Penulis koresponden. Alamat email: jajarachm@gmail.com

Abstrak

Letak geografis Indonesia yang berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama; Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia dan Lempeng Pasifik, menjadikan Indonesia sebagai kawasan rawan gempabumi. Berdasarkan data yang dirilis oleh Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (DVMBG) terdapat 28 wilayah rawan gempa dan tsunami termasuk Kupang. Kupang terletak di zona busur sangat aktif dan tepian benua aktif. Kegiatan tektonik yang berlangsung saat ini dicirikan dengan kejadian gempa tektonik yang melanda daerah pedalaman, akibat dari aktifnya sesar-sesar yang terdapat di perbukitan sekitar Kota Kupang. Salah satu upaya mitigasi yang dilakukan adalah pengukuran mikrotremor menggunakan metode HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) untuk mengetahui nilai frekuensi dominan yang akan menjadi penentu tingkat kerawanan bencana gempabumi. Nilai frekuensi dominan akan menghitung nilai kecepatan gelombang S hingga kedalaman 30 meter (V_{s30}) yang selanjutnya digunakan untuk menentukan nilai PGA dan amplifikasi. Hasil analisis data menunjukkan bahwa nilai periode dominan berada pada rentang 0.1-0.97 sekon, nilai PGA antara 92.87-142.84 gal dan nilai amplifikasi adalah 0.99-4.38 dan 2.12-9.43 kali. Maka dapat disimpulkan bahwa daerah penelitian termasuk kategori rawan bencana gempabumi terutama pada bagian tenggara.

Kata Kunci : Amplifikasi, Mikrotremor, Periode Dominan, PGA

Abstract

Geographically, Indonesia located at the meeting of three major tectonic plates; Indo-Australian Plate, Eurasian Plate, and Pacific Plate, that make Indonesia as earthquake-prone area. Based on data released by the Directorate of Volcanology and Geological Hazard Mitigation (DVMBG), there are 28 earthquake and tsunami prone areas including Kupang that the area located in the very active arc zone and the edge of the active continent. The tectonic activity that is currently taking place is characterized by the tectonic earthquake that attacks to countryside areas, resulting from the active fault-faults found in the hills around the area. One of the mitigation efforts is microtremor measurement using HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) method to find out the dominant frequency for determination of the magnitude of the earthquake. The predominant frequency value will determine the Shear wave velocity up to 30 meters (V_{s30}) which are further used for the PGA and amplification values. The result of data analysis shows that the dominant period value is in the range 0.1-0.97 second, PGA value between 92.87-142.84 gal and the amplification value is 0.99-4.38 and 2.12-9.43 times. The conclusion, the area is categorized as earthquake-prone, especially in the southeast region.

Keywords: Amplification, Microtremor, Dominant Period, PGA

Pendahuluan

Kepulauan Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama, yaitu lempeng Indo-Australia di bagian Selatan, lempeng Eurasia di bagian Utara, dan lempeng Pasifik di bagian Timur. Letak geografis tersebut menyebabkan Indonesia menjadi kawasan yang rawan terhadap bencana besar, terutama bencana geologis. Catatan dari Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (DVMBG) Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral menunjukkan bahwa terdapat 28 wilayah yang dinyatakan rawan gempa dan tsunami. Kupang sebagai salah satu daerah yang berada di NTT juga dapat merasakan efek dari kejadian gempabumi yang terjadi di sekitarnya.

Secara garis besar tingkat kerusakan yang terjadi akibat gempabumi bergantung dari kekuatan dan kualitas bangunan, kondisi geologi dan geotektonik serta percepatan tanah maksimum daerah lokasi gempabumi terjadi (Edwisa & Novita, 2008 dalam Susanto, 2011). Oleh karena itu mikrozonasi daerah rawan bencana gempabumi dapat dimanfaatkan untuk meminimalisir terjadinya kerusakan di daerah tersebut.

Kondisi Geologi Daerah Penelitian

Menurut Rosidi, dan Tjokrosoepoetro (1979), proses tektonik akibat dari penunjaman yang terjadi dari pergerakan Lempeng Indo Australia, posisi Laut Timor adalah jalur subduksi ke arah utara, mengakibatkan Kepulauan Timor, sebagai lempeng benua, mengalami pengangkatan, perlipatan, dan pensesaran. Kegiatan tektonik yang berlangsung saat ini dicirikan dengan kejadian gempa tektonik yang melanda daerah pedalaman, akibat dari aktifnya sesar-sesar yang terdapat di perbukitan

sekitar Kota Kupang. Lastiadi, 2003 dalam Darmawan, 2010).

- a. Kompleks Bobonaro, terdiri atas dua bagian. Bagian pertama adalah batu lempung bersisik dan bongkah-bongkah rijang, dan yang kedua adalah batuan ultra basa dan batu gamping dengan berbagai ukuran yang tertanam pada masa batu lempung.
- b. Formasi Noele, terdiri dari napal berselingan dengan batu pasir, konglomerat, dan tufa.
- c. Satuan Batu Gamping Koral, berupa batu gamping koral yang bagian bawahnya terdapat batu gamping klastik
- d. Aluvium, berupa endapan sungai dan endapan pantai

Berdasarkan morfologi dan batuan penyusunnya, disusun Satuan Geologi Lingkungan (SGL), yaitu Pedataran aluvium, Pedataran berombak lempung hitam dan terarosa, Perbukitan rendah batu gamping, Perbukitan kars, dan Perbukitan napal dan batu lempung (Lastiadi, 2003 dalam Darmawan, 2010).

Mikrotremor

Mikrotremor diartikan sebagai getaran harmonik alami tanah yang terjadi secara terus menerus, terjebak dilapisan sedimen permukaan, terpantulkan oleh adanya bidang batas lapisan dengan frekuensi yang tetap, disebabkan oleh getaran mikro di bawah permukaan tanah dan kegiatan alam lainnya. Penelitian mikrotremor dapat mengetahui karakteristik lapisan tanah berdasarkan parameter periode dominannya dan faktor penguatan gelombangnya (amplifikasi).

Mikrozonasi

Mikrozonasi mikrotremor adalah suatu proses pembagian area berdasarkan parameter tertentu memiliki karakteristik yang dipertimbangkan antara lain adalah getaran tanah, faktor penguatan (amplifikasi) dan periode dominan.

Dalam mikrozonasi mikrotremor terdapat beberapa metode yang kerap digunakan, antara lain (Arifin, 2013):

- Analisis HVSr (Horizontal – Vertical Spectral Ratio). Metode membandingkan spektrum komponen horizontal terhadap komponen vertikal dari gelombang mikrotremor.
- Analisis Frekuensi Dominan dan Periode Dominan. Frekuensi dominan adalah nilai frekuensi yang kerap muncul sehingga diakui sebagai nilai frekuensi dari lapisan batuan di wilayah tersebut sehingga nilai frekuensi dapat menunjukkan jenis dan karakteristik batuan tersebut. Nilai periode dominan juga mengindikasikan karakter lapisan batuan.

Transformasi Fourier

Transformasi Fourier adalah metoda untuk mengubah data seismik dalam domain waktu menjadi domain frekuensi. Fourier didefinisikan sebagai (Riyanto, 2009):

$$\begin{aligned} X(f) &= \int_{-\infty}^{+\infty} x(t)e^{-j2\pi ft} dt \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \cos(2\pi ft) dt \\ &= -j \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \sin(2\pi ft) dt \end{aligned} \quad (1)$$

Dimana:

- $x(t)$ = sinyal dalam domain waktu,
 $e^{-j2\pi ft}$ = fungsi kernel,
 $X(f)$ = fungsi dalam domain frekuensi,
 f = frekuensi

Penghalusan Data

Penghalusan data bertujuan untuk memperhalus data untuk meminimalisasi keberadaan *noise* dengan cara dilakukan filterisasi menggunakan *fast fourier transformation*. Penghalusan data ini menggunakan prinsip Konno dan Ohmachi, yakni menggunakan bandwidth konstan pada skala logarithmic

Kecepatan Gelombang S Hingga Kedalaman 30 Meter (V_{S30})

Kecepatan gelombang S merupakan parameter penting untuk mengevaluasi perilaku dinamis dari tanah di bawah permukaan dangkal. Dengan demikian karakterisasi situs dalam menghitung bahaya seismik biasanya didasarkan pada nilai kecepatan gelombang S dekat dengan permukaan. Kecepatan rata-rata gelombang S dihitung dengan membagi 30 meter dengan waktu tempuh dari permukaan ke kedalaman 30 meter, seperti pada persamaan 2.14 (Wibowo, 2015) :

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_i}} \quad (2)$$

h_i adalah ketebalan lapisan dan V_i kecepatan gelombang S pada layer N. N adalah lapisan kesekian yang ada pada kedalaman 30 meter.

Inversi Kurva HVSr

Inversi kurva HVSr dilakukan dengan menggunakan *software* ModelHVSr yang dikembangkan oleh Herak (2008), dengan pendekatan kurva HVSr berbasis gelombang badan untuk mendapatkan parameter kecepatan gelombang S (V_s) di titik pengukuran mikrotremor (Mufida, 2013). Inversi HVSr adalah modul yang menginversi HVSr observasi untuk menentukan model tanah yang terbaik.

Algoritma ini didasarkan pada kombinasi sederhana dan panduan Monte Carlo pada pencarian model ruang yang meminimalkan fungsi ketidakcocokan.

Site class dan Amplifikasi

Batas-batas kecepatan dari klasifikasi situs NEHRP dimanfaatkan untuk memperkirakan kemampuan tanah dangkal dan batu, untuk menjelaskan lokal gerakan tanah yang kuat. Amplifikasi terjadi akibat adanya perbedaan yang signifikan antar lapisan, dengan kata lain gelombang seismik akan mengalami perbesaran, jika merambat pada suatu medium ke medium lain yang lebih lunak dibandingkan dengan medium awal yang dilaluinya.

Peak Ground Acceleration (Percepatan Tanah Maksimum)

PGA dinyatakan dalam satuan percepatan gravitasi (*Gravitational Acceleration* = gal) atau cm/s^2 . Nilai percepatan tanah maksimum yang dihasilkan menunjukkan tingkat resiko bencana yang terjadi. Pengukuran *Peak Ground Acceleration* pada penelitian ini menggunakan metode Boore-Atkinson berdasarkan hasil penelitiannya tentang *Ground-Motion Prediction Equation* (GMPEs).

Interpolasi Kriging

Secara umum, kriging merupakan suatu metode untuk menganalisis data geostatistik untuk menginterpolasi suatu nilai berdasarkan data. Metode kriging adalah metode interpolasi yang berbasis geostatistik (Widjajanti dan Sutanta, 2006).

Metode Skoring dan Pembobotan

Metode skoring adalah suatu metode pemberian skor atau nilai terhadap masing-masing *value* parameter untuk tingkat

keampuannya. Penilaian ini berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Sedangkan metode pembobotan atau disebut juga *weighting* adalah suatu metode yang digunakan apabila setiap karakter memiliki peranan berbeda atau jika memiliki beberapa parameter untuk menentukan kemampuan lahan atau sejenisnya (Sholahuddin, 2014).

Data dan Metode

Data pengukuran yang digunakan merupakan data sekunder dari Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi sejumlah 54 titik. Data diolah untuk mendapatkan kurva HVSR yang nantinya akan diinversi untuk mendapatkan nilai $vs30$.

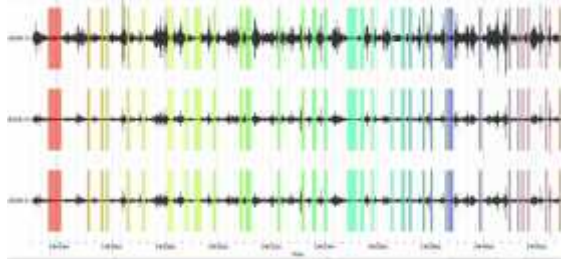


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

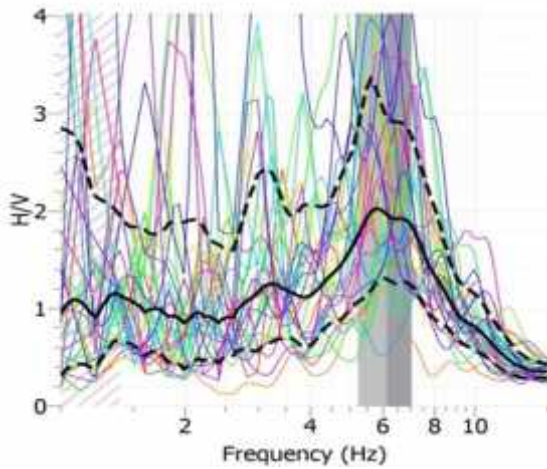
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sinyal mikrotremor yang diperoleh selanjutnya dilakukan *picking* untuk

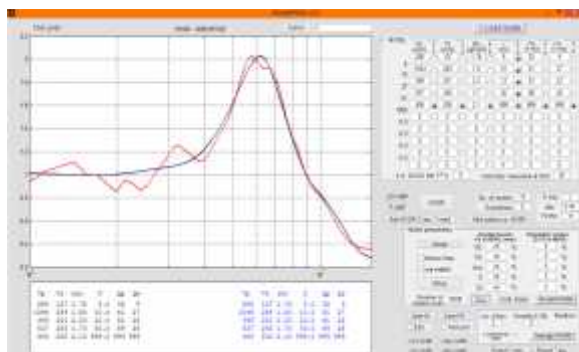
menemukan sinyal yang stationer berdasarkan fungsi waktu. Hasil *picking* akan terlihat seperti pada gambar 2. Hasil *picking* tersebut selanjutnya diolah dengan metode Nakamura atau HVSR untuk mengetahui nilai frekuensi dominan dan faktor amplifikasinya.



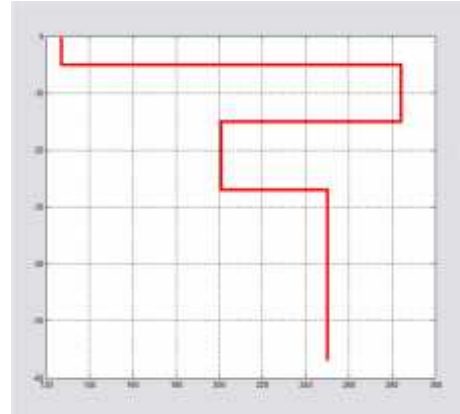
Gambar 2. Picking data mikrotremor titik k006.



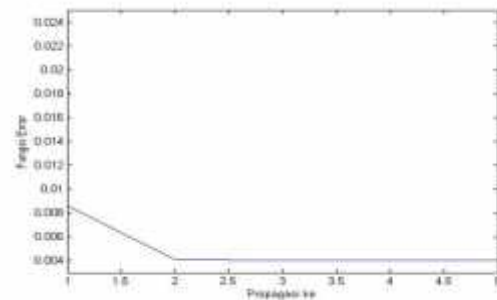
Gambar 3. Hasil olahan HVSR setelah dilakukan fft dan *smoothing* pada software Geopsy di titik k006.



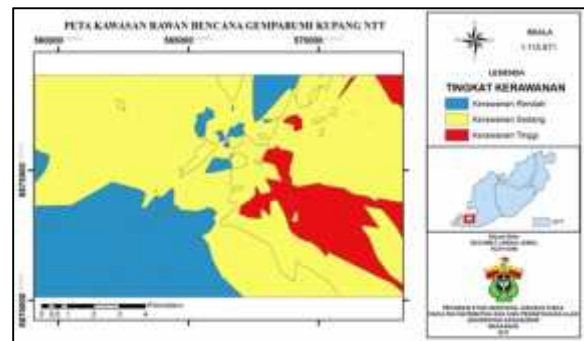
Gambar 4. Pemodelan kurva HVSR menggunakan *software* modelHVSR Herak pada titik k006.



Gambar 5. Kurva nilai kecepatan gelombang s terhadap kedalaman hasil proses inversi kurva HVSR titik k006.



Gambar 6. Nilai Error dari hasil Inversi di titik k006.



Gambar 7. Peta kawasan rawan gempa bumi daerah Kupang.

Data hasil pengukuran diolah menggunakan *software* Geopsy untuk mendapatkan spektrum HVSR seperti pada Gambar 3. Terlebih dahulu dilakukan *windowing* secara manual seperti yang terlihat pada Gambar 2. Kemudian dilakukan proses *smoothing* type Konno dan Ohmachi sesuai dengan ketentuan di SESAME.

Hasil analisis nilai frekuensi dominan di daerah penelitian menghasilkan nilai dengan rentang 1,02353 – 9,95166 Hz. Nilai frekuensi dominan tersebut kemudian digunakan untuk menghitung nilai periode dominan. Besarnya nilai periode dominan tanah menunjukkan tingkat kerentanan masing-masing pengukuran. Semakin besar nilai periode dominan tanah disuatu lokasi maka semakin rentan lokasi tersebut dari guncangan gempabumi. Nilai periode dominan yang tersebar di daerah kupang seperti yang terlihat pada gambar 4.7 berada pada rentang 0,100485748 – 0,977010933.

Tahap selanjutnya adalah penentuan nilai Vs30. Untuk melakukan inversi HVSr, terlebih dahulu dilakukan input model awal yang terdiri atas 6 parameter (Vp, VS, ρ , h, Qp dan Qs) dan selanjutnya dimasukkan nilai HVSr observasi. *Software* akan melakukan inversi sehingga model yang dimasukkan akan mendekati nilai dari data hasil pengukuran seperti yang terlihat pada Gambar 4. Parameter Vs30 seringkali digunakan dalam perhitungan GMPEs sebagai indikasi bahaya gempabumi. Nilai ini mewakili kecepatan rata-rata gelombang s sampai kedalaman 30 meter. Dalam penelitian ini nilai Vs ditentukan dengan menginversi kurva HVSr menggunakan *software* ModelHVSr yang kemudian dapat dihitung nilai Vs30 nya. Nilai vs30 daerah kupang berada pada rentang 67,46111 – 387,4147 m/s.

Selanjutnya adalah penghitungan nilai *Peak Ground Acceleration* (PGA) yang merupakan salah satu parameter penentu dalam pembuatan peta rawan bencana. PGA adalah nilai percepatan gelombang pada lapisan batuan yang timbul akibat adanya gempabumi. Setiap parameter masukan gempabumi yang digunakan akan menghasilkan nilai PGA yang berbeda,

bahkan nilai PGA akan berbeda pada lokasi titik yang berbeda meskipun parameter masukannya berupa gempa yang sama. Pada gambar 4.9 menunjukkan persebaran nilai PGA di daerah penelitian dengan rentang nilai 92,8783037 – 142,841944 gal.

Nilai lainnya yang dihitung adalah nilai amplifikasi yang merupakan parameter terjadinya penguatan gelombang pada lapisan sedimen dengan frekuensi resonansi tertentu. Persebaran amplifikasi pada daerah penelitian yaitu: nilai amplifikasi terendah dengan nilai 2.12 kali (+0.166) dan 0.99 kali (-0.166), sedangkan nilai amplifikasi tertinggi dengan nilai 9.43 kali (+0.166) dan 4.39 kali (-0.166).

Dengan mengacu pada tiga parameter tersebut diatas yaitu nilai periode dominan, PGA dan amplifikasi dapat dibuat peta kawasan rawan bencana gempabumi di daerah penelitian dengan menggunakan metode skoring dan pembobotan berdasarkan pengaruhnya terhadap gempabumi. kemudian dari hasil skoring dan pembobotan tersebut dibuat peta kawasan rawan bencana gempabumi seperti yang terlihat pada gambar 7. Pada gambar tersebut terlihat bahwa daerah yang lebih rawan bencana gempabumi berada dibagian tengah mengarah mengarah ke tenggara di wilayah kec. Maulafa dan sebelah barat laut di wilayah kec. Kelapa Lima dibandingkan daerah di sebelah barat daya dan utara.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai frekuensi dominan untuk daerah penelitian berada pada rentang 1,02353–9,95166 Hz. Hal tersebut menunjukkan

bahwa daerah penelitian memiliki nilai frekuensi dominan yang rendah. Adapun nilai kecepatan gelombang S pada kedalaman 30 meter berkisar 67,46111 – 387,4147 m/s.

2. Nilai PGA dan periode dominan di daerah penelitian berada pada rentang yang termasuk dalam kategori rawan terhadap bencana gempabumi. Berdasarkan nilai PGA, daerah penelitian terdapat wilayah dengan kategori resiko sedang II, Resiko Sedang III, dan Resiko Besar I atau dengan skala intensitas MMI VII sampai IX. Berdasarkan nilai periode dominan, daerah penelitian terdapat wilayah dengan karakter sedang, lunak, dan sangat lunak yang akan berpengaruh jika terjadi gempabumi.

Nilai amplifikasi daerah penelitian berada pada rentang 0,99 – 4,38 dan 2,12 – 9,42, yang berarti jika terjadi gempabumi maka gelombang gempa akan mengalami perbesaran sebanyak 0,99 sampai 9,42 kali.

3. Berdasarkan peta tingkat kerawanan bencana gempabumi daerah penelitian dari hasil gabungan tiga nilai parameter, daerah yang paling rawan terkena bencana adalah wilayah kecamatan Maulafa dan yang paling rendah di wilayah kecamatan Alak. Meskipun hampir secara keseluruhan termasuk dalam kategori rentan terjadi bencana gempabumi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Bapak Cecep Sulaiman selaku pembimbing penulis serta pihak-pihak yang membantu penulis selama Tugas

Akhir di Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Gempabumi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, S.S., Mulyatno, B.S., Marjiyono, & Setianegara, R. 2013. *Penentuan Zona Rawan Guncangan Bencana Gempa Bumi Berdasarkan Analisis Nilai Amplifikasi Hvsr Mikrotremor dan Analisis Periode Dominan Daerah Liwa dan Sekitarnya*. Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol2/No.1
- Darmawan, A., & Lastiadi, H.A. 2010. *Geologi Lingkungan dan Fenomena Kars Sebagai Arah Pengembangan Wilayah Perkotaan Kupang, Nusa Tenggara Timur*. Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi, Vol 1 No. 1
- Riyanto, S., Purwanto, A., & Supardi. 2009. *Algoritma Fast Fourier Transform (FFT) Decimation In Time (DIT) Dengan Resolusi 1/10 Hertz*. Prosiding seminar nasional penelitian, pendidikan, dan penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Rosidi H.M.D, dan Tjokrosoepetro, S. 1996. *Peta Geologi Lembar Kupang-Atambua, Timor, skala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Mufida, A., Santosa, B.J. , & Warnana, D.D. 2013. *Profiling Kecepatan gelombang Geser (Vs) Surabaya Berdasarkan Pengolahan Data Mikrotremor*. Jurnal Sains dan Seni POMITS Vol. 2, No. 2, (2013) 2337-3520 (2301-928X Print).
- Sholahuddin D. S, M. 2014. *SIG untuk Memetakan Daerah Banjir dengan Metode Skoring dan Pembobotan (Studi Kasus Kabupaten Jepara)*. Jurnal. Sistem informasi. Fasilkom, Udinus.
- Susanto, A. 2011. *Perhitungan Percepatan Tanah Maksimum Berdasarkan Data*

Gempa Bumi Di Daerah Istimewa Yogyakarta (hlm.1&2). Semarang: Universitas Negeri Semarang.

Wibowo, B.A., Rudiyanto, A., Ibrahim, G., Ali, Y.H., Perreira, A.T.F., & Trismahargyono. 2015. *Studi Pendahuluan Mikrozonasi Kota Tangerang Selatan Melalui Analisa Nilai Vs-30 dan Periode Dominan*. Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (Edisi Wisuda STMKG), Vol. 2, No. 3, Oktober 2015.

DIFRAKSI DAN EFEK *SMILING* PADA DATA SEISMIK

Johanes Gedo Sea, Yusuf Surachman Djajadihardja^(1*), Muh. Altin Massinai⁽²⁾,
Sabrianto Aswad⁽²⁾

⁽¹⁾*Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)*

⁽²⁾*Program Studi Geofisika, Universitas Hasanuddin, Makassar*

* Penulis koresponden. Alamat email: iyung24@gmail.com

Abstrak

Difraksi dan efek *smiling* merupakan artefak yang sering terdapat pada data seismik. Difraksi timbul pada data sebelum dilakukan proses migrasi sedangkan efek *smiling* timbul setelah dilakukan proses migrasi. Dalam penelitian ini akan dibahas efek *smiling* pada penampang hasil migrasi yang pada wilayah tersebut merupakan tempat terjadinya difraksi sebelumnya.

Kata Kunci: Difraksi, Efek *Smiling*, Migrasi

Abstract

Diffraction and smiling are the two effects that often present in a seismic data. Diffraction occurs before the migration process, while the smiling occurs after the migration process. This research will discuss the effect of smiling on a cross section of the result of migration, which is the diffraction happened in an area of investigation

Keywords: Diffraction, Smiling Effect, Migration

Pendahuluan

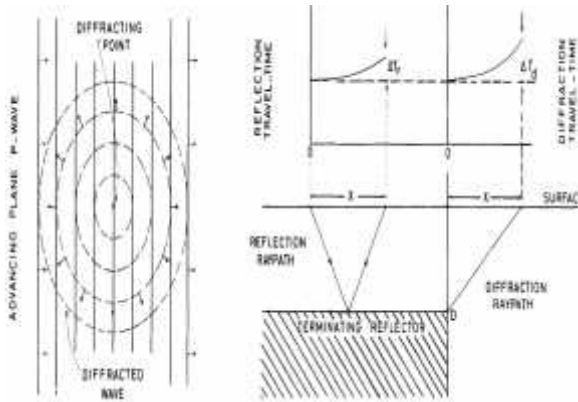
Difraksi Gelombang Seismik

Ketika bidang reflektor memiliki kelengkungan yang besar dibandingkan dengan kelengkungan muka gelombang seismik, maka perubahan kearah propagasi tidak dapat dijelaskan dengan hukum refleksi dan refraksi yang sederhana. Fenomena *ray bending* yang disebabkan oleh pengaruh bidang reflektor disebut difraksi, dan gelombang yang meninggalkan bidang reflektor setelah kejadian disebut

gelombang difraksi. Jika bidang reflektor sangat kecil (lebih kecil dari panjang gelombang seismik), gelombang difraksi memancar ke segala arah di sekitar bidang reflektor (Al-Sadi, 1980).

Prinsip Huygens dapat digunakan untuk membangun muka gelombang difraksi. Semua titik point dari bidang reflektor dianggap sebagai titik sumber untuk *wavelet* sekunder. Muka gelombang difraksi pada waktu perekaman didefinisikan oleh *envelope* dari semua wavelet ini. Ketika gelombang bergerak, semua tipe gelombang

seismik adalah *diffractable*. Contoh umum difraksi adalah kasus dimana gelombang bidang (gelombang langsung, refleksi, dan transmisi) memenuhi batas permukaan reflektor. Dalam hal ini gelombang difraksi akan bergerak jauh dari diskontinuitas ke berbagai arah sehingga menyebabkan pola interferensi dengan semua gelombang berjalan yang lain (Al-Sadi, 1980; Sheriff dkk, 1995).



Gambar 1 Contoh difraksi. (a) Sebuah difraksi gelombang bidang dari titik, (b) Ray-diagram difraksi gelombang bidang dari ujung akhir reflektor (Al-Sadi, 1980)

Pada rekaman seismik, pemisahan difraksi dari fasa gelombang lainnya atas dasar karakter gelombang sulit untuk dilakukan. Namun, waktu tempuh yang berbeda dari jenis lain pada gelombang dianggap sebagai kriteria yang baik digunakan untuk mengidentifikasi difraksi. Waktu tempuh difraksi ditentukan dengan persamaan

$$T_x = \frac{1}{v} \left(z + \sqrt{x^2 + z^2} \right) \quad (1)$$

Dimana sumber difraksi (titik D pada gambar II.8b) terletak secara vertikal di bawah sumber seismik. T_0 merupakan dua kali waktu penjarangan gelombang secara vertikal dan T_x dapat dinyatakan kembali sebagai

$$T_x = \sqrt{\left(\frac{x}{v}\right)^2 + \left(\frac{T_0}{2}\right)^2} + \frac{T_0}{2} \quad (2)$$

Untuk kejadian yang sama, waktu penjarangan gelombang refleksi diberikan oleh:

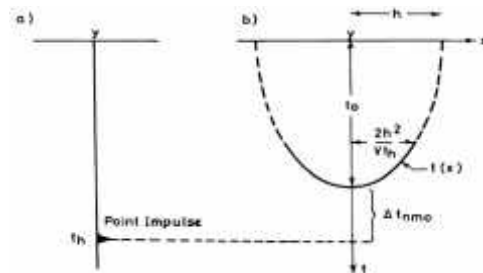
$$T_x = \sqrt{\left(\frac{x}{v}\right)^2 + T_0^2} \quad (3)$$

Dengan membandingkan persamaan (II.30) dan (II.31), dapat terlihat bahwa gelombang difraksi selalu tiba pada waktu gelombang refleksi. Pengecualian untuk aturan ini adalah titik yang bertepatan dengan sumber seismik yaitu pada saat $x = 0$. Pada titik ini kedua gelombang tiba pada waktu yang sama.

Efek Smiling

Efek *smiling* adalah efek gelombang yang membentuk kurva di sepanjang penampang dimana energi pada setiap titik penampang *non-zero offset* menjadi *smeared* ketika dipetakan kedalam *zero offset*. Pada Gambar 2, operator *smear* memetakan impuls dititik (y, t_h) pada penampang *finite-offset* diatas *smiling* di bidang (x,t) pada penampang *zero offset*, dan *smiling* membentuk segmen bawah elips. Dari gambar II.10 diperoleh (Upadhyay, 2004)

$$\frac{(x - y)^2}{h^2} + \frac{t^2}{t_0^2} = 1 \quad (4)$$



Gambar 2 Titik tunggal pada penampang *finite-offset* yang memetakan efek *smiling* pada penampang *zero-offset*. (a) Trace untuk *finite-offset* $2h$, (b) hasil pemetaan *zero-offset* (Upadhyay, 2004)

Lokasi terjadinya *smear* di bidang (x,t) diperoleh dengan memecahkan persamaan elips untuk $t(x)$ yaitu

$$t(x) = t_u \left[1 - \frac{(x-y)^2}{h^2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

Dimana

$$|x-y| < \frac{2h^2}{Vt_u} \quad (6)$$

Dari persamaan diatas, terlihat bahwa efek *smiling* dipengaruhi oleh kecepatan dan posisi reflektor. Penampang migrasi yang mengalami efek *smiling* terjadi karena data seismik yang telah berada pada kondisi *zero offset*, setelah dimigrasi berada pada kondisi *non-zero offset* karena pengaruh kecepatan yang digunakan lebih besar dari kecepatan yang sebenarnya.

Difraksi Pada Data Seismik Sebelum Migrasi

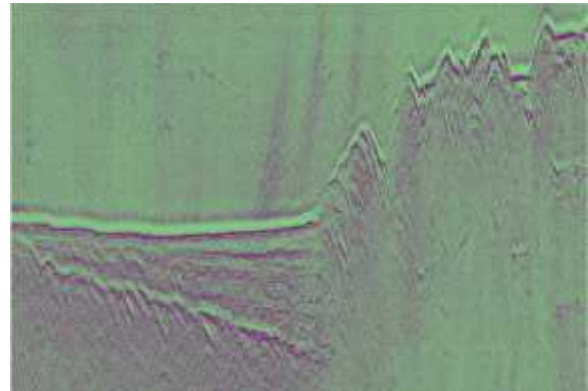
Penampang seismik pada Gambar 3 memperlihatkan efek difraksi dominan pada reflektor bagian atas data. Reflektor bagian atas ini merupakan dasar laut dari lokasi akuisisi data seismik yang memiliki struktur kompleks sehingga menghasilkan efek difraksi tersebut. Gelombang difraksi yang terakan dipermukaan laut hanya sebagian diterima oleh *receiver* dan sebagiannya lagi terhalangi oleh struktur disekitarnya sehingga difraksi pada penampang ini sebagian besar berbentuk setengah parabola. Waktu tempuh gelombang difraksi sangat bergantung pada medan kecepatan struktur yang dilewati serta jarak tempuhnya sehingga atenuasi difraksi dengan migrasi bergantung pada model kecepatan yang digunakan.

Efek Smiling Pada Data Seismik Setelah Migrasi

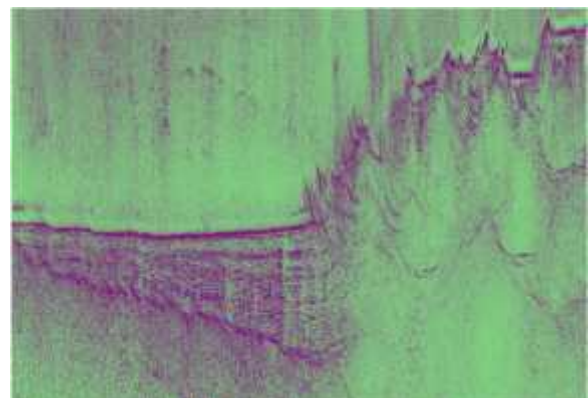
Migrasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Steep Dip Explicit FD Time Migration* dan *Fast Explicit FD Time*

Migration. Migrasi ini memanfaatkan prinsip *downward continuation* untuk mendefinisikan setiap aproksimasi gelombang *upcoming* yang digunakan untuk menentukan titik reflektor yang sebenarnya. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa algoritma kedua migrasi ini menghasilkan efek *smiling* pada lokasi yang sama dengan lokasi terjadinya difraksi.

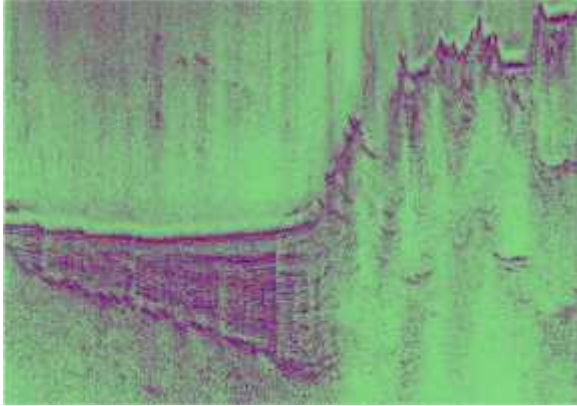
Efek *smiling* yang muncul sebagian besar pada reflektor yang mengalami difraksi sehingga penampang seismik yang dihasilkan setelah proses migrasi memiliki *artefak*. Efek *smiling* dalam kasus ini terjadi akibat kecepatan yang digunakan lebih besar dari kecepatan yang sebenarnya sehingga data yang berada pada kondisi *zero offset* menjadi kondisi *non-zero offset*. Perubahan kondisi inilah yang menyebabkan terjadi *overmigrasi*.



Gambar 3 Penampang sebelum migrasi



Gambar 4 Penampang hasil dari *Steep Dip Explicit FD Time Migration*



Gambar 5 Penampang hasil dari *Fast Explicit FD Time Migration*

Pembahasan

Difraksi dan efek *smiling* adalah dua hal yang berbeda. *Smiling* tidak ditimbulkan oleh gelombang difraksi akibat overmigrasi tetapi akibat berubahnya posisi reflektor utama dari *zero offset* menjadi *non-zero offset* akibat overmigrasi, sedangkan difraksi merupakan efek penghamburan gelombang utama pada kondisi *zero offset*. Meskipun penampang hasil migrasi menunjukkan adanya *smile* pada lokasi difraksi penampang sebelum migrasi namun *smile* akibat penentuan model kecepatan yang tidak sesuai pada lokasi difraksi berbeda *envelope* gelombang dengan difraksi baik sebelum maupun setelah migrasi. Migrasi dengan algoritma *Steep Dip Explicit FD Time Migration* tidak maksimal menangani difraksi dari penampang sebelumnya. Namun berbeda dengan proses migrasi *Fast Explicit FD Time Migration*, dimana algoritma migrasi ini berhasil mengkolapskan beberapa difraksi pada penampang yang dihasilkan dan tidak menimbulkan *smiling* pada beberapa reflektor.

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah

1. Difraksi merupakan artefak yang muncul pada struktur geologi yang kompleks.
2. Efek *smiling* timbul pada data hasil migrasi akibat penentuan model kecepatan yang tidak maksimal

Daftar Pustaka

- Al-Sadi, H. N.. 1980. *Seismic Exploration Technique and Processing*. Springer Basel AG: Swiss.
- Claerbout, J. F. 1985. *Fundamentals of Geophysical Data Processing*. Blackwell Scientific Publications.
- Claerbout, J. F. 1996. *Imaging The Earth's Interior*. Cecil and Ida Green Professor of Geophysics: Stanford University.
- Nejati, M. dan Hosein H.. 2012. *Migrated Exploding Reflectors In Evaluation of Finite Difference Solution For Inhomogeneous Seismic Models*. Scientific Research, Engineering, 2012, 4, 950-957. Published Online December 2012.
- Plessix, R.E., W.A. Mulder, Shell Int'l E&P, R.G. Pratt. 2001. *Frequency-Domain Finite Difference Migration With Only Few Frequencies?*. SEG Int'l Exposition and Annual Meeting: San Antonio, Texas
- Sheriff, R. E. dan Lloyd P. G.. 1995. *Exploration Seismology*. Boston: Cambridge University Press.
- Soubaras, R.. 1992. *Explicit 3-D Migration Using Equiripple Polynomial Expansion and Laplacian Synthesis*. Society of Exploration Geophysics (SEG).
- Upadhyay, S.K.. 2004. *Seismic Reflection Processing*. Springer: Berlin.
- Yilmaz, Ö. 2001. *Seismic Data Analysis, Volume I*. United States: Society of Exploration Geophysicist.

IDENTIFIKASI POLA SEBARAN INTRUSI BATUAN BAWAH PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE GEOMAGNET DI SUNGAI JENELATA KABUPATEN GOWA

Nur Hidayat Nurdin^{1*}, Muh. Altin Massinai², Sabrianto Aswad²

¹*PT HADE GEOSAINS, Makassar*

²*Program Studi Geofisika, FMIPA Universitas Hasanuddin, Makassar*

*Penulis koresponden. Alamat email: yaboblack8@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilakukan di Sungai Jenelata, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan menggunakan metode geomagnet. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengidentifikasi struktur geologi bawah permukaan pada daerah penelitian. Jumlah titik pengukuran sebanyak 248 dengan area seluas 70×300 meter. Akuisisi data dilakukan dengan menggunakan satu alat magnetometer. Sementara pengolahan data menggunakan koreksi harian dan koreksi IGRF serta *filter upward continuation*. Pemodelan dilakukan dengan metode *forward modeling* dengan menggunakan perangkat lunak *Mag2DC*. Medan magnetik total berkisar antara 42.456 sampai 43.111,6 nT. Berdasarkan interpretasi kualitatif pada kontur anomali magnetik lokal didapatkan variasi nilai anomali antara -320 sampai 240 nT. Sedangkan interpretasi kuantitatif menunjukkan adanya batuan basalt dengan nilai suseptibilitas $-0,02 \times 10^{-5}$ sampai $0,02 \times 10^{-5}$ SI, yang menerobos batuan *pyroclastic* dengan nilai suseptibilitas $-0,001 \times 10^{-5}$ hingga $-0,01 \times 10^{-5}$ SI dalam bentuk *dyke*.

Kata Kunci: Geomagnet, *dyke*, Suseptibilitas, Sungai Jenelata.

Abstract

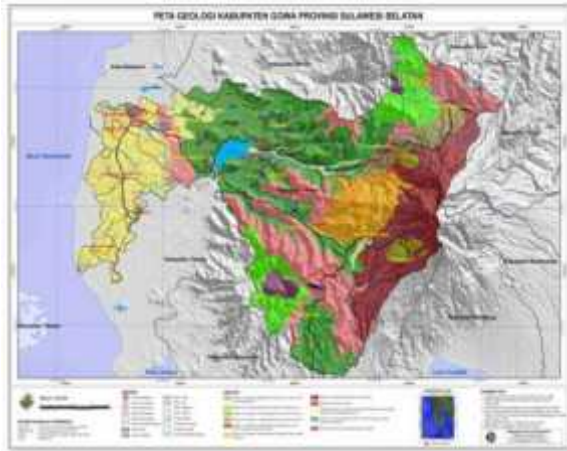
This research has been conducted using geomagnetic method at Jenelata River, Gowa regency, South Sulawesi. The purpose of this study is to identify subsurface geological structure of the study area. The number of measurement points as much as 248 points with area 70×300 meters. The process of data acquisition using a magnetometer. Data processing was carried out with the diurnal correction and IGRF correction and using filter upward continuation. Modelling conducted using forward modeling using the software *Mag2DC*. The total magnetic field ranges from 42,456 to 43,111.6 nT. Based on a qualitative interpretation obtain local magnetic anomaly contour variations values between -320 to 240 nT. While the quantitative interpretation indicates basalt rocks with susceptibility values $-0,02 \times 10^{-5}$ to $0,02 \times 10^{-5}$ SI, which breached pyroclastic rocks with susceptibility values $-0,001 \times 10^{-5}$ to $-0,01 \times 10^{-5}$ SI, in the form of *dyke*.

Keywords: Geomagnetic, *dyke*, Susceptibility, Jenelata River.

Pendahuluan

Geologi Regional

Pada peta geologi sistematik Indonesia skala 1:250.000, daerah penelitian termasuk dalam Peta Geologi Lembar Ujungpandang, Benteng, dan Sinjai. Batuan tertua yang tersingkap adalah batuan malihan yang berumur kapur. Batuan malihan ini ditindih secara tidak selaras oleh formasi Marada yang merupakan sedimen *flysch* dan berumur kapur atas. Batuan gunung api *propilit*-kan yang berumur Paleogen menindih secara tidak selaras sedimen *flysch* tersebut (Sukanto, 1982).



Gambar 1 peta geologi kabupaten gowa

Bentang alam Gunungapi Sapaya

Bentang alam Gunungapi Sapaya memperlihatkan relief kasar (perbukitan – pegunungan) yang disusun oleh breksi aliran piroklastik (satuan breksi) dan tuf (satuan tuf). Bentang alam ini membentuk lengkungan berdiameter lebih besar dari 2 km yang diduga sebagai kaldera. Adanya kaldera ini menunjukkan gunungapi ini pernah mengalami erupsi cukup dahsyat. Bentuk bentang alamnya sekarang ini tidak kerucut lagi, diduga disebabkan oleh suatu letusan dan kemudian diikuti oleh proses erosi cukup intensif (Sidarto, 2009).

Metode Geomagnet

Gaya Magnet yang ditimbulkan oleh dua kutub yang terpisah dengan jarak r dan muatannya masing-masing m_1 dan m_2 diberikan oleh :

$$F = \frac{1}{\mu} \frac{m_1 m_2}{r^2} \hat{r} \quad (1)$$

Dimana :

μ = permeabilitas magnetik yang menunjukkan sifat suatu medium

F = gaya magnetik

\hat{r} = vektor satuan berarah dari m_1 ke m_2

m = muatan kutub magnetik

r = jarak

kuat medan magnet dapat dinyatakan sebagai :

$$H = \frac{1}{\mu} \frac{m_1}{r^2} \hat{r} \quad (2)$$

m_1 dianggap sebagai kutub intrumen pengukuran yang digunakan.

m_2 = kutub magnet yang diukur.

Kerapatan arus magnet yaitu jumlah arus dalam satu satuan daerah yang juga disebut induksi magnet dinyatakan dengan

$$B = \mu H \quad (3)$$

Medan magnet yang terukur oleh alat magnetometer adalah medan magnet induksi, termasuk efek magnetisasi yang diberikan oleh persamaan (Darwis, 2001) :

$$B = \mu_0 (H + M) \quad (4)$$

Dimana :

M = momen dipol magnetik dalam satuan skalar

μ_0 = permeabilitas dalam ruang vakum ($\mu_0 = 1$ (Telford, dkk,1990)).

Dalam kemagnetan dikenal suatu sifat dasar yaitu kerentanan magnet (suseptibilitas magnet) yang disimbolkan χ . dalam ruang hampa $\chi = 0$. Intensitas magnetisasinya dapat ditulis sebagai berikut (Untung, 2001) :

$$M = k H \quad (5)$$

Dengan demikian, jika dihubungkan dengan persamaan (2.5), persamaannya (2.4) menjadi :

$$B = \mu_0 (1 + k). H \quad (6)$$

Forward Modeling

Forward modeling disebut juga permodelan tidak langsung. Permodelan ini bertujuan untuk memberi gambaran secara matematik geometri benda penyebab anomali. Pada umumnya berupa suatu poligon yaitu suatu benda dengan sudut banyak. Pengukuran geomagnet mengukur medan magnet total, yaitu besaran medan magnet bumi ditambah dengan medan yang beranomali. Kemagnetan imbasan selalu sejajar dengan medan magnet bumi.

Upward Continuation

Kontinuitas ke atas dilakukan dengan mentransformasikan medan potensial yang diukur di permukaan tertentu ke medan potensial pada permukaan lainnya yang jauh dari sumber. Transformasi ini memperlemah anomali-anomali sebagai fungsi panjang gelombang.

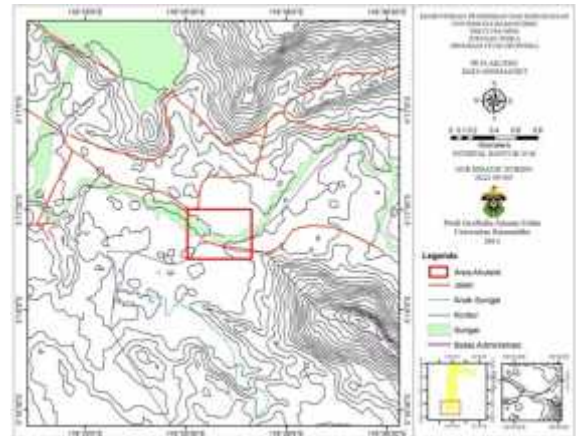
Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di sungai Jenelata, perbatasan antara Desa Tanakaraeng dengan Desa Moncongloe Kecamatan Manuju Kabupaten Gowa. Luas daerah penelitian berukuran 70 x 300 m. Daerah ini dibagi dalam 8 lintasan dengan jarak antar titik ukur 10 m.

Penelitian menggunakan satu alat proton magnetometer dengan metode looping.

Prosedur penelitian meliputi tahap akuisisi, pengolahan data dan interpretasi. Pengolahan data dilakukan dengan koreksi harian dan

koreksi IGRF serta menggunakan filter *upward continuation*. Permodelan dilakukan dengan metode *forward modeling* dengan menggunakan perangkat lunak *Mag2DC*. Interpretasi data dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif.



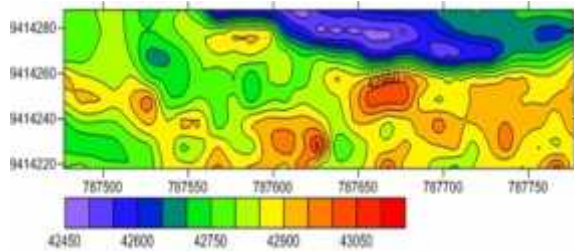
Gambar 2 lokasi penelitian



Gambar 3 Bagan Alir Penelitian

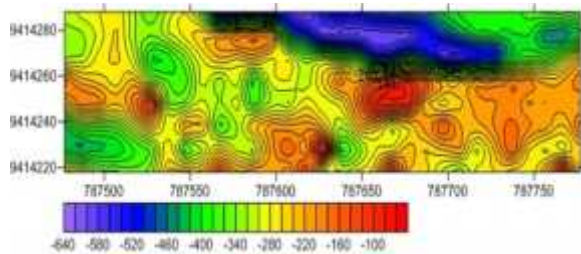
Hasil dan Pembahasan

Pengukuran medan magnet total yang telah dilakukan di lokasi penelitian diperoleh data intensitas magnetik total berkisar antara 42.456 sampai 43.111,6 nT.



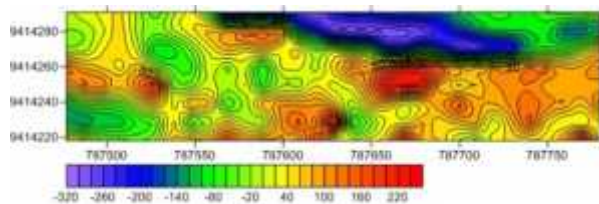
Gambar 4 anomali total

Setelah dilakukan koreksi harian dan koreksi IGRF, intensitas anomali magnetik regional berkisar -640 sampai -180 nT.



Gambar 5 anomali regional

Hasil dari filter *upward continuitas* menunjukkan anomali lokal daerah penelitian.

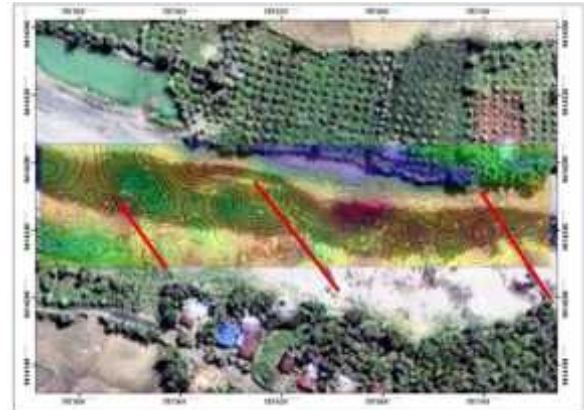


Gambar 6 anomali lokal

Interpretasi Kualitatif

Interpretasi kualitatif dilakukan dengan menganalisa kontur anomali medan magnetik lokal. Berdasarkan pola kontur anomali dapat dilihat posisi dari dyke yang menjadi sumber anomali. Adapun perbedaan

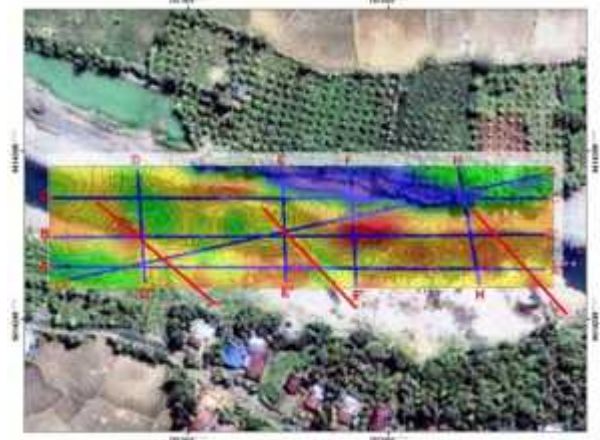
anomali yang mencolok pada bagian kanan atas peta kontur anomali residual timbul akibat perbedaan ketinggian dan jumlah sedimen yang menutupi batuan dasar (sumber anomali) yang tersingkap di dasar sungai. Perbedaan ketinggian antara tepi sungai dan dasar sungai bervariasi antara 1-5 meter di sisi selatan sungai dan 2-11 meter di sisi bagian utara sungai.



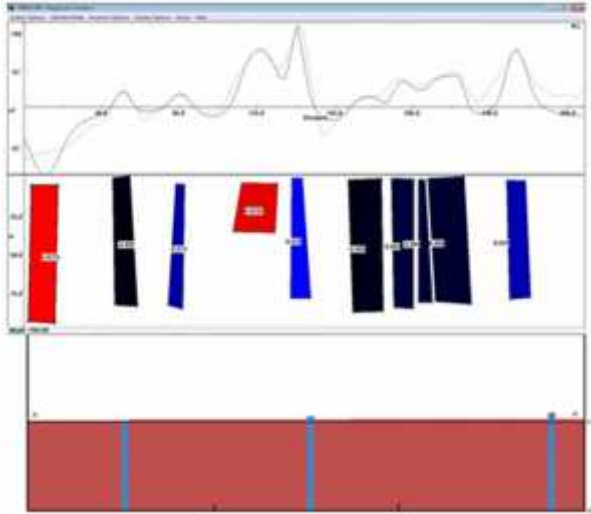
Gambar 7 posisi dyke

Interpretasi Kuantitatif

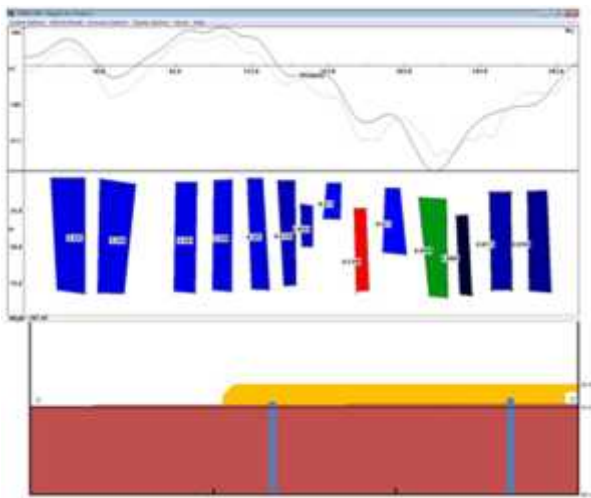
Interpretasi kuantitatif dilakukan berdasarkan profil batuan hasil forward modeling dari mag2dc dan informasi geologi dari lokasi penelitian.



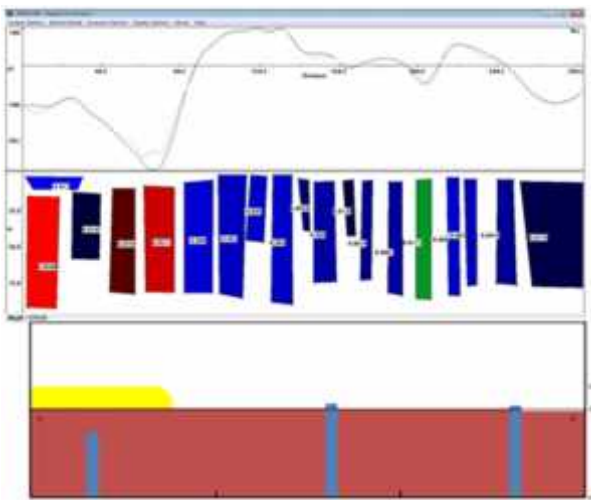
Gambar 8 sayatan pada kontur anomali



Gambar 9 sayatan AA'



Gambar 10 sayatn CC'



Gambar 11 sayatan GG'

Berdasarkan nilai suseptibilitas yang diperoleh dari *forward modeling* dapat diketahui posisi batuan bawah permukaan. Dengan menggabungkan hasil dari model dan informasi geologi yang diperoleh dari lokasi penelitian, diketahui terdapat 3 batuan utama yang memberikan pengaruh medan magnet pada lokaasi penelitian, yakni basal dengan nilai suseptibilitas -0.02×10^{-3} sampai $0.02 \times 10^{-3} S$, *pyroclastic* dengan nilai suseptibilitas -0.001×10^{-3} hingga $-0.01 \times 10^{-3} S$, dan shale/aluvium dengan nilai suseptibilitas $0.01 \times 10^{-3} S$.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan hasil interpretasi struktur bawah permukaan di lokasi peneitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai suseptibilitas batuan di lokasi penelitian -0.02×10^{-3} sampai $0.02 \times 10^{-3} SI$ untuk batuan basal, -0.001×10^{-3} hingga $-0.01 \times 10^{-3} SI$ untuk batuan *pyroclastic*, dan $0.01 \times 10^{-3} S$ untuk shale.
2. Batuan dasar yang tersingkap di dasar sungai berupa dyke basal yang menerobos batuan *pyroclastic*.
3. Perbedaan anomali yang mencolok pada daerah penelitian disebabkan oleh adanya dyke yang tersingkap di dasar sungai, tutupan sedimen di atas batuan dasar yang tersingkap dan perbedaan ketinggian antara dasar sungai dan tepi sungai yang berupa tebing.

Saran

1. Untuk pendugaan kondisi geologi bawah permukaan yang lebih detail dapat dikombinasikan dengan metode geofisika yang lain, seperti geolistrik, seismik, dan GPR

2. Untuk memudahkan pengukuran sebaiknya menggunakan 2 alat magnetometer.

Daftar Pustaka

- Sidarto, dan U. Hartono. 2009. *Identifikasi Gunungapi Purba Di Daerah Sapaya, Sulawesi Selatan Pada Data Inderaan Jauh*. Pusat Survei Geologi : Bandung.
- Sukamto, R.. dan Supriatna. 1982. *Geologi Lembar Ujungpandang, Benteng, dan Sinjai, Sulawesi Selatan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi : Bandung.
- Telford, W. M., dkk. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. Cambridge University. New York, USA.
- Untung, M.. 2001. *Dasar-dasar Magnet dan Gaya Berat Serta Beberapa Penerapannya*. HAGI. Jakarta.

KARAKTERISASI ZONA RESERVOAR CEKUNGAN BULA MALUKU DENGAN METODE ELEKTROMAGNETIK MAGNETOTELLURIK

Lantu*, Syamsuddin, A. Hardianti Yunus

Program Studi Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin Makassar

*Penulis koresponden. Alamat email: geolantu@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian dengan metode elektromagnetik tellurik untuk karakterisasi zona reservoir hidrokarbon di daerah Bula Kabupaten Seram bagian timur, propinsi Maluku. Ditinjau dari tektonik lempeng, daerah ini merupakan cekungan sedimen yang kaya akan hidrokarbon. Metode yang digunakan untuk identifikasi potensi cekungan sedimen tersebut digunakan metode elektromagnetik magnetotellurik untuk karakterisasi sifat listrik sedimen yang terdapat pada cekungan tersebut. Tujuan utama penelitian adalah identifikasi zona reservoir potensial di daerah ini. Analisis dan interpretasi pengolahan data berupa model 1D yang menampilkan jumlah lapisan tiap titik pengukuran dan model 2D yang menampilkan struktur resistivitas bawah permukaan. Dari hasil analisa dan interpretasi model diperoleh bahwa zona reservoir berada pada kedalaman 2500 – 4000 meter pada rentang nilai resistivitas 32-1024 Ohmmeter didukung dengan adanya manifestasi minyak bumi di permukaan, informasi geologi daerah penelitian dan informasi dari penelitian sebelumnya.

Kata Kunci : Cekungan Sedimen, Hidrokarbon, Magnetotellurik, Reservoir

Abstract

The research have been realize with using the electromagnetic telluric for reservoir characterization of hydrocarbon. The Research area is located in Bula Seram which is the eastern part of Maluku Province. Base on map of the tectonic plate Seram island, area is sedimentary basins that is potential of hydrocarbons. The method used to predict the potential of sedimentary basins that magnetotelluric method to identificate of reservoir zone. This study uses secondary data of MT with two line, each line consisting of seven measurement points. The processed data shows 1D model that display the number of layers for each measurement points and 2D model that display the structure of subsurface resistivity. Analysis and interpretation model showed that the reservoir zone is located in a depth of 2500 - 4000 meter with resistivity values is about 32-1024 Ohmmeter supported by manifestation of oil on the surface, the geological information area of research and information from previous studies.

Key word : Sedimentary Basin, Hydrocarbon, Magnetotelluric, Reservoir

Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki potensi sumberdaya migas yang cukup besar. Salah satu daerah di Indonesia bagian timur yang merupakan cekungan sedimen dengan indikasi mengandung hidrokarbon adalah daerah Maluku yang memiliki cekungan sedimen tersier terdapat di Pulau Seram bagian timur dengan salah satu pusatnya berada di Bula.

Metode geofisika yang umum digunakan untuk pencarian cadangan migas adalah metode seismik. Namun tidak jarang yang menggunakan metode magnetotellurik (MT). Metode MT memanfaatkan medan elektromagnetik (EM) alam untuk mendefinisikan struktur di bawah permukaan bumi berdasarkan sifat kelistrikan batuan. Penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Pusat Survei Geologi tahun 2014 pada lokasi dan lintasan pengukuran yang sama namun menggunakan penggabungan metode MT dan AMT (*Audio Magnetotelluric*), penelitian sebelumnya berfokus pada pemodelan 3D dengan lintasan pengukuran yang relatif lebih banyak. Sedangkan penelitian ini bertujuan untuk pemodelan resistivitas bawah permukaan 1D dan 2D serta identifikasi zona reservoir daerah penelitian.

Metode Magnetotellurik

Metode magneto telluric pertama kali diperkenalkan oleh Cagniard (1953). Ia menunjukkan bahwa terjadinya interaksi antara solar wind dengan magnetosfer bumi menyebabkan terbentuk medan listrik dan medan magnet dan menyebabkan terbentuknya medan elektromagnetik yang merambat dipermukaan bumi. Medan elektromagnetik tersebut kemudian diidentifikasi lebih lanjut untuk mendapatkan

sifat kelistrikan batuan bawah permukaan yang meliputi nilai impedansi karakteristik dan resistivitas. Metode magnetotellurik merupakan metode geofisika passif dengan sumber natural yang mengukur variasi medan listrik dan magnet batuan bawah permukaan. Kedalaman investigasinya bisa mencapai puluhan kilometer di bawah permukaan. (Vozoff, 1991). Metode magnetotelluric merupakan metode elektromagnetik sounding untuk mengetahui struktur resistivitas batuan bawah permukaan. Frekuensi operasional gelombang elektromagnetik yang digunakan berkisar antar 10^{-5} Hz – 10^4 Hz.

Prinsip dasar metode MT yaitu persamaan gelombang EM yang diturunkan dari persamaan Maxwell yang dinyatakan dalam bentuk persamaan berikut:

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (1)$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_c \vec{J} + \mu_c \epsilon_c \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \quad (2)$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\vec{P}}{\epsilon_0} \quad (3)$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0 \quad (4)$$

Kemudian dengan menggunakan operasi kurl pada persamaan (1) dan (2) dapat diturunkan persamaan gelombang medan listrik dan medan magnet yang diperoleh sebagai berikut.,

$$\nabla^2 \vec{E} = \mu_c \sigma \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} + \mu_c \epsilon_c \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} \quad (5)$$

$$\nabla^2 \vec{B} = \mu_c \sigma \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} + \mu_c \epsilon_c \frac{\partial^2 \vec{B}}{\partial t^2} \quad (6)$$

Solusi dari persamaan di atas diperoleh sebagai :

$$E_x(z, t) = A^{-i(kz - \omega t)} \quad (7)$$

Karena gelombang elektromagnetik yang menjalar kedalam lapisan bumi mengalami

redaman, bilangan gelombangnya merupakan bilangan kompleks yang diberikan oleh:

$$k = -\sqrt{\frac{\mu_0 \omega}{2}} + i \sqrt{\frac{\mu_0 \omega}{2}} \quad (8)$$

Dengan demikian persamaan gelombang medan listrik dan magnet diberikan oleh :

$$E_x(z, t) = E_0 e^{kz + i\omega t} \quad (9)$$

dengan $k = \alpha + i\beta$ $\alpha = \beta = \sqrt{\frac{\mu_0 \omega}{2}}$:

hal yang sama diperoleh untuk gelombang medan magnet yang diberikan oleh :

$$B_y(z, t) = B_0 e^{kz + i\omega t} \quad (10)$$

Resistivitas semu diperoleh sebagai :

$$\rho_u = \frac{1}{\mu_0 \omega} \left| \frac{E_x}{H_y} \right|^2 \quad (11)$$

Karena adanya factor disipasi, maka kedalaman penetrasi gelombang akan terbatas sampai kedalaman tertentu. Kedalaman penetrasi didefinisikan sebagai kedalaman suatu homogeny sedemikian hingga gelombang EM telah tereduksi menjadi 1/e dari amplitudo dipermukaan bumi. Bila kedalaman penetrasi dinyatakan d_p maka kedalaman penetrasi diberikan oleh :

$$d_p = \left(\frac{2\rho}{\mu_0 \omega} \right)^{0.5} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{10\rho} k \quad (12)$$

Dengan kedalaman penetrasi yang dapat mencapai puluhan kilometer tersebut, metode MT memiliki potensi untuk eksplorasi hydrocarbon

Impedansi Karakteristik

Impedansi adalah hubungan antara medan listrik dan medan magnet melalui persamaan,

$$\vec{E} = \vec{Z} \cdot \vec{H} \quad (13)$$

Impedansi dari suatu lapisan sebagai medium homogen setengah ruang (*half space*) disebut sebagai impedansi intrinsik,

$$Z_I = \frac{E_x}{H_y} \quad (14)$$

Resistivitas dan fasa impedansi intrinsik dirumuskan sebagai :

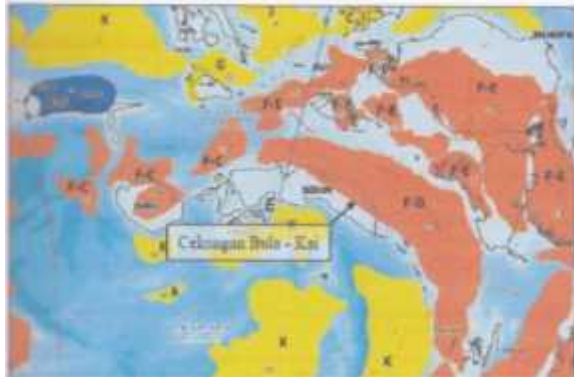
$$\rho = \frac{1}{\sigma} = \frac{1}{\omega} |Z_I|^2 \quad (15)$$

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{I}{R} \right) \quad (16)$$

Geologi Regional

Secara geografi lokasi penelitian berada dalam wilayah administratif Kabupaten Seram bagian Timur provinsi Maluku. Bagian utara dan timurnya di batasi oleh laut seram di bagian barat dan laut banda di bagian selatan. Pulau seram termasuk dalam mandala kepulauan maluku. Daerah ini merupakan pegunungan bergelombang kuat yang terbentuk oleh aktivitas tektonik. Proses pengangkatan yang terjadi menyebabkan terbentuknya pegunungan yang mengarah timur-barat, terjadi pula pelipatan yang diiringi dengan proses pembentukan sesar naik dan sesar geser. Sebagian besar batuan lembah Bula, berumur berkisar antara pra tersier sampai miosen telah terlipat kuat. Bagian ini meliputi batuan malihan. Tektonik regional yang terjadi di lembah Bula ditafsirkan mulai terjadi sebelum pengendapan batuan trias-jura. Tektonik pada waktu itu menghasilkan ketidak selarasan antara batuan malihan dengan formasi Kanikeh dan formasi manusela. Van der Sluis (1950) menyatakan adanya perubahan secara perlahan dari batuan filit ke batupasir atau batu lempung (formasi Kanikeh. Cekungan merupakan depresi yang memiliki kapabilitas sebagai tempat terakumulasinya endapan sedimen. Pola dan urutan stratigrafi seram menunjukkan bahwa pembentukan

cekungan Bula berkaitan dengan tumbukan benua Australia dan busur laut Banda dan terletak di busur luar no vulkanik dari busur banda, ke sebelah timur laut daerah cekungan membuka ke laut Seram yang dalam.

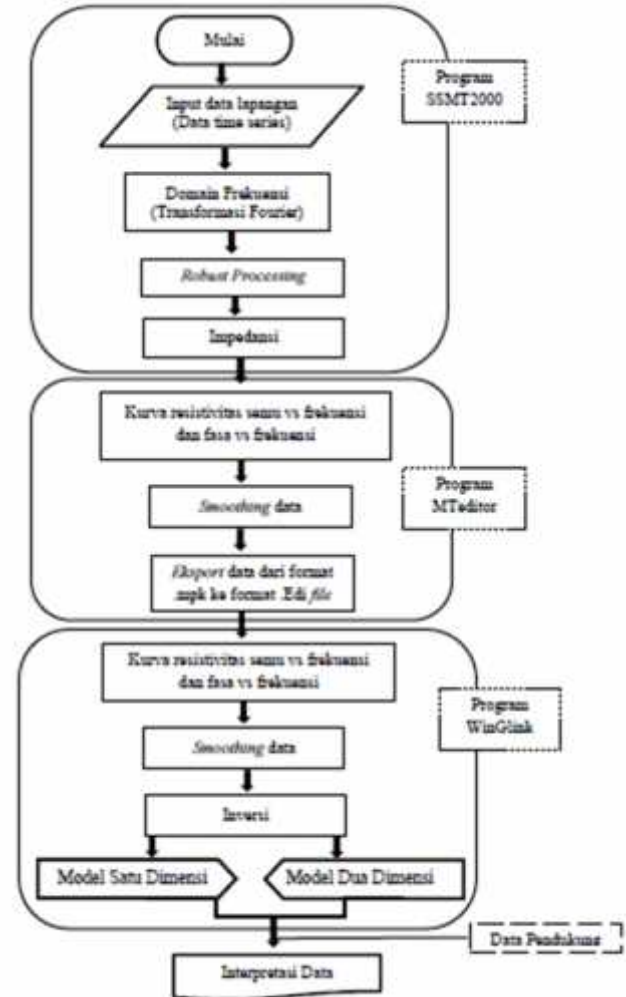


Gambar 1. Batasa cekunganBula (Badan Geologi 2009)

Metodologi Penelitian

Data yang di olah merupakan data skunder hasil urvey pusat geologi bandun. Data terdiri dari MT dalam bentuk domain waktu yang terdiri dari variasi data medan listrik dan variasi. Data dari domain frekuensi daengan menggunakan Fast Fourier Tansformation (FFT). Proses selanjutnya dalah filterisasi data dengan metode least squater menghilangkan bising (nois) yang timbul pada saat pengambilan data. Dari data medan listrik dan medan magnet yang diminimsasi noisnya kemdian dihitung nilai impedansi, resistivitas, fasa dan kedalaman penetrasi gelombang EM. Untuk lebih melicinkan nilai resistivitas dan frekuensi domain hasil perhitung dilakukan dengan power spectrum dari kedua kurva tersebut. Tahapan selanjutnya melakukan proses inversi untuk mendapatkan model 1 dimensi dan dua dimensi dari setiap titik pengukuran. Untuk mendapatkan model yang sesuai dengan hasil pengukuran dilakukan moetode iterasi berulang sampai diperoleh eror terkecil. Berdasar pada

dataresistivitas hasil inversi kemudian di identifikasi zona-zona reservoir yang berpotensi sebagai reservoir hidrokarbon. Adapun alur pengolahan data MT seperti digambarka berikut



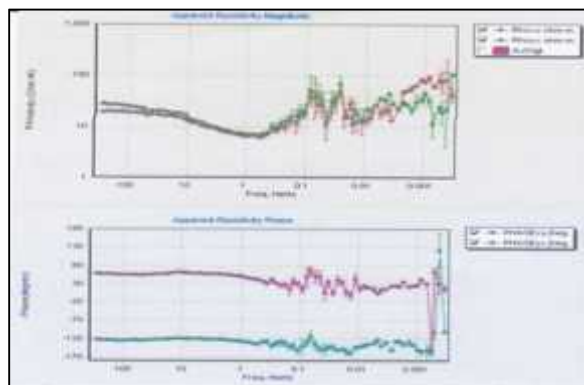
Gambar 2. Skema alur pengolahan dan interpretasi data Magnetotellurik

Hasil Dan Pembahasan

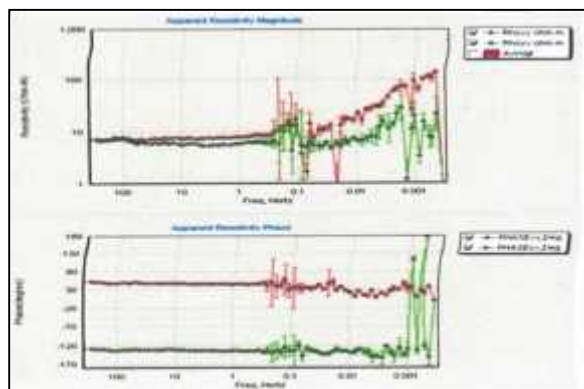
Pengambilan data terdiri atas 2 lintasan, masing-masing lintasan terdiri dari 7 titik sounding dengan jarak antara titik bervariasi dari 2000 m – 3000 m. Jarak antar lintasan pertama dan kedua berkisar 32 km.

Sebelum inversi 1D dan 2D dilakukan dan yang bentuk kurva. Kurva domain frekuensi

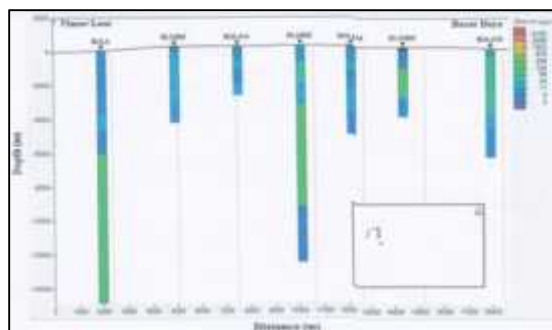
terlebih dilakukan filterisasi dengan cross power (analisis power spectrum). Ini dilakukan dengan menampilkan kurva resistivitas vs frekuensi dan curva phase vs frekuensi. Tampilan beberap hasil analisis cross plot pada beberapa titik pengukuran pada lintasan 1 dan 2. Hasil pengolahan ID pada lintasan pertama menampilkan resistivitas antara 2 – 3566 m dengan jumlah lapisan teridentifikasi antara 3 – 6 lapisan dan kedalam penetrasi gelombang sampai dengan 5000 m. pada lintasan teridentifikasi sampai 6 lapisan dengan resistivitas antara 2- 3566 mdengan ketebalan penetrasi sampai 5000 m. Hasil inversi dari data setiap titik pengukuran menampilkan kurva resistivitas vs frekuensi dan kurva fasa vs frekuensi.



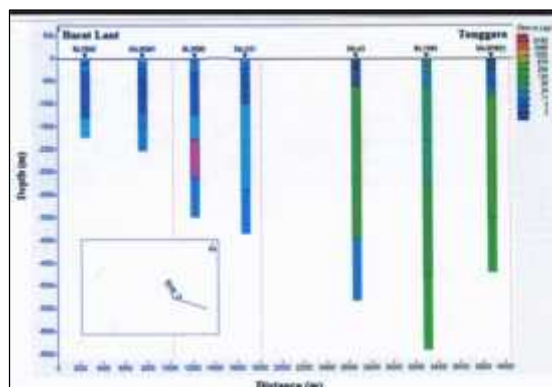
Gambar 3.a Kurva resistas semu dan pahsa semu pada titik pengukuran BL04m2 lintasan 1



Gambar 3.b Kurva resistas semu dan pahsa semu pada titik pengukuran Salm5m1 lintasan 2



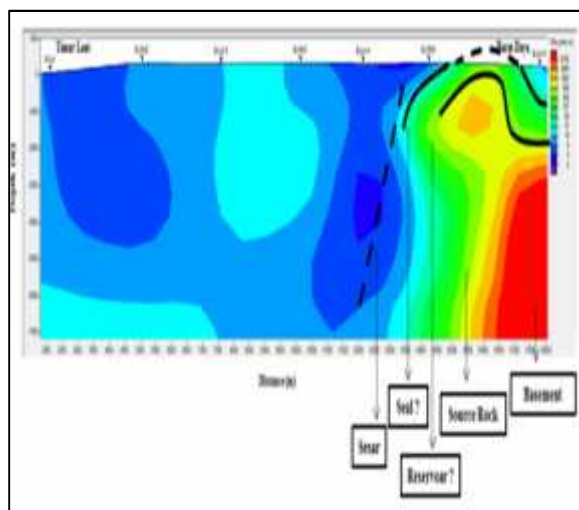
Gambar. 4.a Hasil inversi resistivitas 1D lintasan 1



Gambar. 4.b Hasil inversi resistivitas 1D lintasan 2

Lintasan 1

Hasil inversi 2D pada lintasan pertama dan lintasan kedua memperlihatkan zona reservoir dan lapisan-lapisan pendukung seperti ditampilkan pda gambar



Gambar 5.a. Penampang resistivitas 2D lintasan 1

Dari hasil interpretasi model, diperoleh :

1. Pada titik BL05M2 dan BULA15, terdapat zona dengan nilai resistivitas berkisar antara 2 – 41 m pada kedalaman sekitar 1500-2000 m di bawah permukaan, diduga batuan penutup (*caprock*) yang bersifat *impermeable*.
2. Pada kedalaman sekitar 3000 – 4000 m di bawah permukaan, terdapat zona dengan nilai resistivitas berkisar antara 41 – 848 m diduga merupakan batupasir (*sandstone*) dari Formasi Kanikeh yang berperan sebagai batuan reservoir.
3. Zona dengan nilai resistivitas berkisar antara 848 – 3846 m pada kedalaman sekitar 6500 m di bawah permukaan, diduga merupakan *source rock*.
4. Sedangkan zona dengan nilai resistivitas berkisar antara 3846 - 8192 m pada kedalaman sekitar 6500 – 7000 m diduga merupakan *basement*.

Lintasan 2

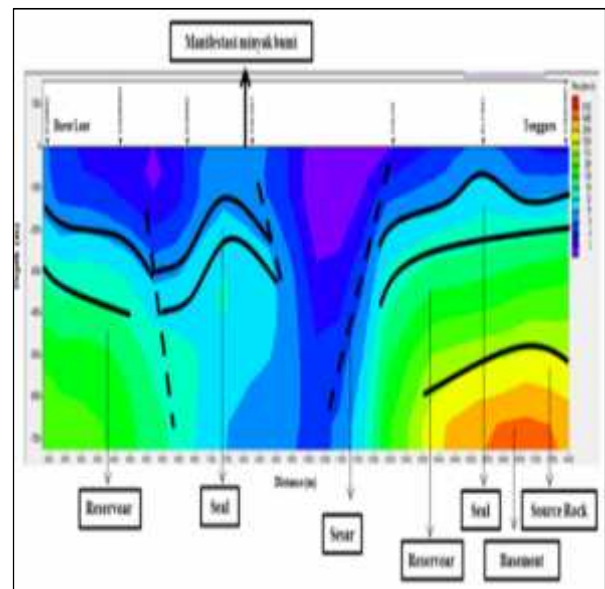
Lintasan 2 terdiri dari 7 titik stasiun pengukuran MT dengan arah lintasan timurlaut – baratdaya. Gambar 2 merupakan hasil pemodelan inversi 2D dengan *RMS error* 3.8 %.

Dari hasil interpretasi model, diperoleh :

1. Zona dengan nilai resistivitas berkisar antara 2 – 32 m pada kedalaman sekitar 700 – 2500 m di bawah permukaan, diduga merupakan batuan penutup (*caprock*).
2. Zona dengan nilai resistivitas berkisar antara 32 – 1024 m pada kedalaman sekitar 2500 – 4000 m di bawah

permukaan, diduga merupakan batupasir (*sandstone*) dari Formasi Kanikeh yang berperan sebagai batuan reservoir.

3. Zona dengan nilai resistivitas berkisar antara 1024 – 4096 m pada kedalaman sekitar 6000 m di bawah permukaan, diduga merupakan *source rock*.
4. Sedangkan zona dengan nilai resistivitas berkisar antara 4096 - 8192 m pada kedalaman sekitar 6800 – 7000 m diduga merupakan *basement*.



Gambar 5.b. Penampang resistivitas 2D lintasan 2

Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil pemodelan inversi satu dimensi memberikan informasi jumlah lapisan tiap titik pengukuran berdasarkan nilai resistivitas secara vertikal, Sedangkan hasil pemodelan inversi dua dimensi memberikan informasi nilai resistivitas secara lateral dan vertikal.
2. Pada lintasan satu diidentifikasi zona reservoir berada pada kedalaman sekitar

3000- 4000 m di bawah permukaan dengan rentan nilai resistivitas 41 - 848 m yang diduga merupakan batupasir dari Formasi Kanikeh. Sedangkan pada lintasan dua diidentifikasi zona reservoir berada pada kedalaman sekitar 2500 – 4000 m di bawah permukaan dengan rentan nilai resistivitas 32 - 1024 m yang diduga merupakan batupasir (*sandstone*) dari Formasi Kanikeh.

Referensi

- Grandis, H.. 2007. *Magnetotelluric (MT) Method*. Diktat Workshop. Program Studi Geofisika. ITB Bandung
- Indragiri, M.. 2014. *Laporan Akhir Kegiatan Survei Magnetotellurik Cekungan Bula – Kai, Provinsi Maluku*. Pusat Survei Geologi Bandung
- Jones, G.A.. 2005. *on the equivalent of the Niblett and Bastick Trans-formation in the Magnetotelluric Method*. University of Toronto Canada.
- Kusworo. 2014. *Stratigrafi dan sedimentology Cekungan BulaSeram Propinsi Maluku*. Pusat Penelitian Geology Bandung
- Lantu. 2014. *Metode Geolistrik dan Geoelektromagnetik*. Lembaga Kajian dan Pengembangan Pendidikan Unhas Makassar
- Setyanta, B. dan Setiadi. 2010. *Pola Struktur dan Geodinamika Cekungan Bula Berdasarkan anomaly Gaya Berat*. Pusat Survey Geologi Bandung.
- Simpson, F. and K. Bahr. 2005. *Practical Magnetotellurics*. Cambridge University Press
- Zbinden and Dominic. 2015. *Inversion of 2D Magnetotelluric and Radio magnetotelluric data with nonlinier conjugate Gradien Techniques*. University Swedia

KAJIAN DAERAH RAWAN GEMPA DI BULUKUMBA SULAWESI SELATAN

Muh. Altin Massinai, Saaduddin, Muh. Fawzy Ismullah

Program Studi Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin Makassar

*Penulis koresponden. Alamat email: altin@science.unhas.ac.id

Abstrak

Kajian terhadap daerah rawan bencana kegempaan dan tsunami di Kabupaten Bulukumba dilatarbelakangi oleh kondisi struktur geologi dan geomorfologi di daerah tersebut. Keberadaan satuan batuan yang menyusun geomorfologi Bulukumba mempunyai dimensi yang berbeda-beda. Batuan tertua berumur Miosen tengah (Bedrock) berada pada pemekaran dasar laut Teluk Bone sementara batuan termuda berumur Plistosen berada pada sesar Walanae di daratan Bulukumba (Formasi Lompobattang). Hal ini menandakan sistem tektonik yang bekerja tidak selalu sama. Struktur geologi di daerah ini menyebabkan kondisi yang tidak stabil. Ketidakstabilan ini mengancam keberadaan daerah dan masyarakat Bulukumba. Metoda analisis data yang digunakan dalam penelitian adalah deduksi probabilistik dengan pendekatan dedukto-hipotetiko-verifikatif. Data primer diperoleh melalui survei lapangan, sedangkan data sekunder dikumpulkan melalui penelusuran literatur kepustakaan. Analisis data menggunakan analisis statistik sederhana. Berdasarkan perhitungan parameter kewaspadaan diperoleh tingkat pengetahuan kegempaan dan tsunami masyarakat di Kecamatan Rilau Ale, Bulukumba rata-rata bernilai 5,44 berkategori sedang. Tingkat sikap rata-rata bernilai 71,19 berkategori tinggi, sedang tingkat kesiapsiagaan bernilai 49,17 berkategori kurang siap.

Kata Kunci: Kegempaan, tsunami, struktur geologi, geomorfologi, analisis statistik.

Abstract

This study at tsunami and earthquake of the Bulukumba region by considering the geological and geomorphological condition of the area as the background. The geomorphology of Bulukumba region is formed by various lithologies. The oldest rock of Middle Miocene is found at Teluk Bone Sea floor spreading while the newest one of the Pliocene (Lompobattang Formation) is found at Walanae fault (Bulukumba terrain). This fact indicates the existence of different tectonic system in the area. Inevitably, the geological structure causes instability at its region. The instability becomes a serious threat to the peoples of Bulukumba region. The method used for data analysis in this study is the deductive-probabilistic method with a hypothetic-verificational approach. Two method of data retrieval have been used ie, the field survey of the area (questionnaire method), and the literatures collection. The standard statistical analysis is used to test the data. The calculation of the vigilance parameter has shown that the average tsunami and earthquake level of students knowled in the Rilau Ale district is average 54,4 (moderate category). The level of attitude is average 71,19 (high category), while the level of preparedness is worth 49,17 (poorly prepared category).

Keywords : Earthquake, Tsunami, geological structure, geomorphology, statistical

Pendahuluan

Sejak perkembangan peradaban budaya, manusia telah mengenal apa yang disebut dengan bencana alam. Dilihat dari kacamata ilmu kebumihan, bencana alam merupakan proses alam kebumihan yang berjalan relatif sangat cepat dengan ukuran manusia. Semua ini menyangkut gejala alam yang pada hakekatnya merupakan proses alam yang wajar. Proses alam akan menjadi sebuah bencana alam bilamana proses alam tersebut mengenai semua aktivitas budaya manusia. Apakah aktivitas itu di kota, di desa, di kawasan pegunungan, kawasan pantai, daerah kantong-kantong kemiskinan atau daerah dengan akses ekonomi yang tinggi atau wilayah yang mempunyai aset nasional (Soepaheluwakan, 2006).

Dalam dua dasawarsa terakhir hingga memasuki abad 21 ini, tanpa disadari jumlah manusia, harta benda/aset nasional yang menjadi korban bencana alam kebumihan ternyata meningkat, meskipun dari disiplin ilmu geofisika maupun klimatologi, lingkungan geologi dimasa kini (Kwartir, kurang dari 1.8 juta tahun yang lalu hingga sekarang ini) tidak menunjukkan suatu perubahan yang mendasar. Contoh-contoh di beberapa negara adalah: gempa bumi di Peru, gempa bumi di Kobe, gempa bumi di Meksiko, gempa bumi di Iran dan gempa bumi di Nepal tahun 2015 (Surono, 2016).

Di dalam negeri beberapa bencana kebumihan diantaranya: tsunami di Flores, tsunami di Banyuwangi, Gempabumi di Liwa, gempa bumi dan tsunami di Pangandaran dan Cilacap Juli 2006, gempa bumi di Nabire, tsunami di Biak, gempa bumi di Alor, gempa bumi dan tsunami di Aceh dan Sumut; gempa bumi Bantul dan Klaten Mei 2006, gempa bumi di Mandailing Natal, Sumatera Utara, dan

tsunami Mentawai serta awan panas Merapi 2006 dan Oktober-November 2010 (BRG, 2011). Beberapa longsor dan banjir bandang meraimaikan bencana dalam negeri seperti: longsor Gunung Bawakaraeng (Massinai, 2015), banjir Pantai Utara Jawa, banjir di Jakarta, banjir di Aceh dan Sumatera Utara, tanah longsor/banjir bandang di Garut, tanah longsor dan banjir bandang di Bohorok dan di Pacet Jawa Timur, tanah longsor di Banjarnegara, banjir di berbagai tempat di Sumatera, Kalimantan, dan Jawa, banjir bandang Waisor, longsor di Solok. Hal ini merupakan peningkatan yang nyata dari peristiwa bencana kebumihan baik ditinjau dari segi kejadiannya maupun jumlah korban manusia yang ditimbulkannya (BRG, 2011).

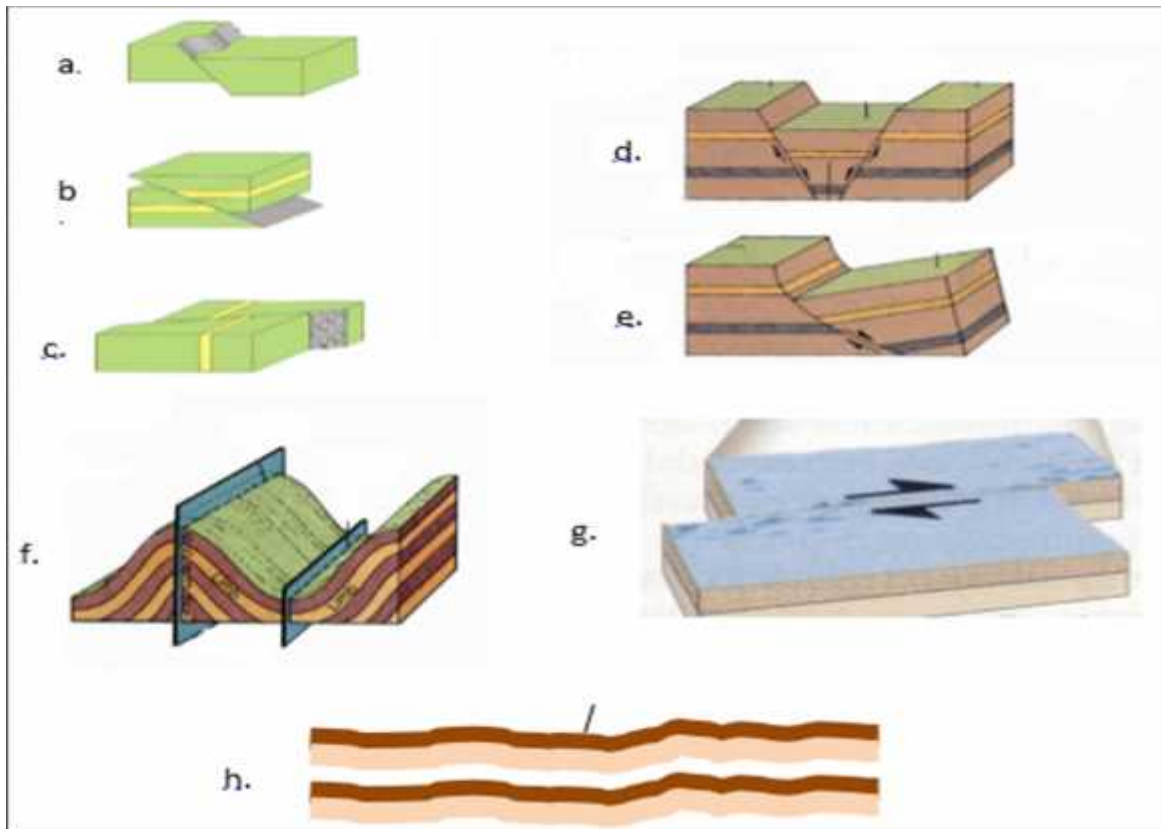
Kabupaten Bulukumba merupakan daerah yang potensial mengalami bencana kegempaan dan tsunami. Sebelah Timur Bulukumba terdapat zona pemekaran dasar laut Teluk Bone yang berpotensi menimbulkan tsunami. Sedang di daratan Kabupaten Bulukumba terdapat sesar Walenae yang berpotensi menggerakkan daratan berupa gempabumi. Hal ini melatarbelakangi penulis untuk melakukan pengabdian masyarakat di Kecamatan Rilau Ale Kabupaten Bulukumba (Massinai, 2015). Model-model struktur geologi di daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Struktur geologi ini merupakan pepadanan yang ada di atas ataupun di bawah permukaan bumi. Struktur yang ada di permukaan bumi ini merupakan miniatur sesar. Sesar-sesar di permukaan ataupun di bawah permukaan bumi bila bergerak akan menimbulkan gempa bumi. Apabila terjadi di laut akan menimbulkan tsunami jika magnitudonya sampai 6, 8 SR atau lebih. Model-model struktur inilah yang akan berguna bagi masyarakat di daerah

Bulukumba dalam hal memahami fenomena gempa bumi dan tsunami.

Penelitian ini bertujuan mengetahui gejala lokasi yang berpotensi besar terjadinya gempa berpotensi tsunami dan menghindarkan masyarakat dari bencana merupakan kebutuhan hidup setiap mahluk

karena kedamaian hidup merupakan naluri setiap mahluk. Tujuan lain adalah mengetahui tentang mekanisme terjadinya gempa bumi dan tsunami, peranan masyarakat, dalam membentuk kelompok masyarakat yang siaga bencana.



Gambar 1 Model struktur Geologi di Bulukumba, (Barry and Grady, 1987; Massinai, 2015)
Keterangan : a). sesar normal b). sesar naik c). sesar miring d). graben e). setengah graben
f). lipatan g). sesar geser h). stratigrafi

Metode Penelitian

Adapun bahan yang dibutuhkan

1. Peta Geologi Lembar Bulukumba
2. Peta RBI Lembar Bulukumba
3. Miniatur Struktur Geologi
4. Materi kuesiner.

Analisis data yang diperoleh diolah dengan pendekatan probabilistik yang dilakukan

melalui beragam uji statistik. Maksud penggunaan statistik dalam penelitian ini adalah untuk mendapatkan hasil penelitian dengan tingkat kepercayaan tertentu yang berlaku pada disiplin ilmu kebumihuman. Massinai (2015) menyatakan bahwa pendekatan probabilistik dilakukan dengan cara verifikasi, yaitu pengujian statistik terhadap fenomena sebagai objek penelitian

untuk memperoleh taraf nyata (alfa) sebagai ukuran kepercayaan.

Teknik pengumpulan data menggunakan instrumen kuesiner. Kuesiner digunakan untuk mengetahui tingkat pengetahuan masyarakat dengan menggunakan 3 indikator kebencanaan, yaitu: pengetahuan tentang gempabumi dan tsunami, sikap masyarakat/masyarakat terhadap gempabumi dan tsunami, dan kesiapsiagaan jika terjadi gempabumi dan tsunami.

Ketiga indikator tersebut mengacu pada indeks tingkat pengetahuan tentang gempabumi, seperti pada tabel berikut ,

Tabel 1. Indek Tingkat Pengetahuan Bencana Gempabumi (Sopaheluwakan, 2006)

No	Nilai indeks tingkat pengetahuan	Kategori
1	> 66,67	Tinggi
2	33,34 – 66,66	Sedang
3	< 33,33	Rendah

Tabel indeks tingkat pengetahuan digunakan untuk menentukan kategori tingkat pengetahuan masyarakat terhadap bencana gempabumi dengan cara mengacu pada indeks yang diperoleh dari hasil kuesioner responden ke dalam tabel indeks tingkat pengetahuan bencana gempabumi. Sikap dan kesiapsiagaan masyarakat mengacu pada Tabel 2. Tabel indeks ini digunakan untuk menentukan kategori sikap dan kesiapsiagaan masyarakat menghadapi bencana kegempaan dan tsunami.

Tabel 2. Indeks Tingkat Sikap Kesiapsiagaan Bencana (Sopaheluwakan, 2006)

No	Nilai Indeks	Kategori
1	80 – 100	Sangat siap
2	65 – 79	Siap
3	55 – 64	Hampir Siap
4	40 – 54	Kurang siap
5	< 40	Belum Siap

Pengukuran-pengukuran tingkat pengetahuan, sikap dan kesiapsiagaan terhadap bencana kegempaan dan tsunami berdasarkan perhitungan indeks menggunakan formula, berikut.

$$I = \frac{\text{skor riil parameter}}{\text{skor maksimum parameter}} \times 100 \quad (1)$$

Hasil dan Pembahasan

Kecamatan Rilau Ale, Bulukumba merupakan daerah yang dilalui sesar Walanae yang berpotensi terjadinya gempabumi. Begitu juga dengan Teluk Bone yang berda di sebelah timur Kecamatan Rilau Ale berpotensi menimbulkan tsunami. Dasar laut Teluk Bone merupakan zona pemekaran yang sangat rentang terhadap tsunami. Di wilayah ini terdapat palung sebagai indikasi pemekaran dasar laut tersebut Massinai (2015).

Hasil kuesiner yang diisi masyarakat diperoleh hasil tingkat pengetahuan, sikap, dan kesiapsiagaan masyarakat terhadap kegempaan dan tsunami. Data yang diolah secara faktual dapat dilihat pada Tabel 3, 4 dan 5, berikut.

Tabel 3 memperlihatkan rata-rata pengetahuan Masyarakat di Kecamatan Rialu Ale, Bulukumba bernilai sedang. Tingkat pengetahuan tinggi pada indikator pengertian gempabumi, gempa kuat, fenomena terjadinya gempa dan pengalaman pada saat gempa. Pengalaman pada saat gempa mempunyai arti yang mendalam bagi masyarakat di Kecamatan Rilau Ale, Bulukumba. Kecamatan ini berada pada jalur sesar aktif Walenna. Pada tahun 2015 terjadi gempa di daerah ini dengan kekuatan 4,5 SR. Hal ini menyebabkan indikator pengalaman berkategori tinggi. Tingkat pengetahuan rendah pada prediksi terjadinya

gempa, ciri bangunan tahan gempa dan rumah tingkat tahan terhadap tsunami. Hal ini terjadi karena daerah ini memang belum pernah terjadi tsunami. Begitu juga prediksi kegempaan, masyarakat belum mengetahui istilah ini.

Tabel 4 memperlihatkan indikator tingkat sikap masyarakat terhadap kegempaan dan tsunami rata-tinggi tinggi, namun indikator tentang tsunami di daerah ini bernilai rendah. Hal ini dapat dimengerti bahwa sejak 2 abad yang lalu belum ada sejarah terjadinya tsunami di daerah ini. Namun demikian perlu diwaspadai, karena di sebelah timur terdapat Teluk Bone. Pemekaran lantai samudera (*spreading*) terdapat di dasar laut Teluk Bone. Apabila tektonik di sekitar Pulau Sulawesi bagian selatan bergerak, maka dapat menimbulkan gempa di dasar laut Teluk Bone. Hal ini dapat menimbulkan tsunami.

Tabel 5 memperlihatkan tingkat kesiapsiagaan masyarakat terhadap kegempaan dan tsunami rata-rata kurang siap. Indikator kalau di dalam rumah terjadi gempabumi atau tsunami ini saja yang

sangat siap. Masyarakat perempuan yang secara naluri selalu siap menyelamatkan barang-barangnya menjadi faktor sangat siapnya indikator ini. Begitu juga dengan indikator membagi pengetahuan kepada keluarga yang lain bernilai siap.

Objek penelitian pada masyarakat merupakan potensi yang paling baik untuk sosialisasi kewaspadaan terhadap kegempaan dan tsunami. Masyarakat dapat menginformasikan kepada keluarga, tetangga di kampung masing-masing. Suatu gejala di Rilau Ale tahun 2013 lalu terjadi gempabumi yang mengakibatkan banyak masyarakat yang mengalami pusing-pusing dan rumah berantakan.

Kecamatan Rilau Ale Bulukumba kebanyakan penduduknya berpencaharian petani dan perkebunan karet, kelapa sawit, merica dll. Hal ini merupakan objek yang harus disosialisasikan tentang kegempaan dan tsunami. Beberapa lahan perkebunan dan persawahan berada pada gawir-gawir sesar Walanae.

Tabel 3. Tingkat pengetahuan masyarakat terhadap kegempaan dan tsunami

No	Indikator Pengetahuan	Indeks Pengetahuan	Tingkat Pengetahuan
1	Pengertian Bencanaalam	73,8	Tinggi
2	Fenomena penyebab bencana	99,7	Tinggi
3	Penyebab gempabumi dan tsunami	49	Sedang
4	Prediksi terjadinya gempabumi	0	Rendah
5	Pengertian gempa kuat	69,9	Tinggi
6	Ciri-ciri bangunan tahan gempa	28,9	Rendah
7	Pengalaman pada saat gempa	92,7	Tinggi
8	Gempa dapat mengakibatkan tsunami	54,9	Sedang
9	Tanda-tanda tsunami	64,2	Sedang
10	Ciri-ciri bangunan tahan tsunami	38	Sedang
11	Rumah bertingkat dengan tsunami	1,9	Rendah
12	Asal pengetahuan gempa dan tsunami	66,4	Sedang
13	Pernakah menularkan pengetahuan	42,3	Sedang

Tabel 4 Tingkat sikap Masyarakat terhadap kegempaan dan tsunami

No	Indikator Sikap	Indeks Sikap	Tingkat Sikap
1	Apakah perlu adanya antisipasi bencana Tsunami dari keluarga	96,7	Tinggi
2	Apakah daerah ini rawan bencana Tsunami	4,8	Rendah
3	Apakah perlu menyimpan nomor telephone PLN, PDAM dan petugas kesehatan terdekat	72,0	Tinggi
4	Apakah perlu Pemantauan perkembangan cuaca oleh pemerintah	93,1	Tinggi
5	Perlu penyimpanan surat surat penting agar tidak terkena bencana tsunami	69,8	Tinggi
6	Apakah perlu menyimpan beras, minyak dan makanan instans sebagai persiapan bila terjadi bencana Tsunami	60,5	Sedang
7	Apakah perlu tentang pentingnya kesiapsiagaan keluarga dalam menghadapi bencana Tsunami	84,1	Tinggi
8	Apakah perlu kesepakatan keluarga mengenai tempat evakuasi dalam situasi darurat	55,8	Sedang
9	Apakah perlu kesepakatan keluarga berpartisipasi dalam simulasi evakuasi	64,9	Sedang
10	Apakah perlu listrik dipadamkan saat pembersihan rumah pasca bencana Tsunami	68,9	Tinggi
11	Apakah perlu pelatihan pertolongan pertama untuk anggota keluarga	88,5	Tinggi
12	Apakah perlu pengolahan air bersih setelah terjadinya bencana Tsunami	78,7	Tinggi
13	Apakah perlu menyiapkan peta evakuasi dan tempat mengungsi	41,8	Sedang
14	Apakah perlu tentang anakanak sebaiknya tidak boleh bermain didaerah bencana Tsunami	88,9	Tinggi
15	Apakah perlu membawa kotak P3K dan obat pribadi ketika mengungsi	93,7	Tinggi
16	Apakah perlu mengungsi bila ada terdengar peringatan tanda bahaya bencana Tsunami (tsunami drill)	76,8	Tinggi

Tabel 5. Tingkat Kesiapsiagaan masyarakat terhadap kegempaan dan tsunami

No	Indikator Kesiapsiagaan	Indeks Kesiapsiagaan	Tingkat Kesiapsiagaan
1	Dalam mengantisipasi tsunami, sebagai seorang Masyarakat apakah yang anda lakukan?	50	Kurang siap
2	Seandainya gempa terjadi pada saat dirumah atau ruangan, apa yang anda lakukan?	80,5	Sangat siap

3	Apakah di wilayah tempat anda tinggal terdapat sistem peringatan bencana tsunami?	45,6	Kurang siap
4	Jika mendengar peringatan tsunami pada saat diluar, apakah yang anda lakukan?	55	Hampir siap
5	Darimanakah anda memperoleh pengetahuan terkait kesiapsiagaan bencana terutama di kalangan masyarakat?	51	Kurang siap
6	Jika pernah mendapatkan pelatihan, workshop atau seminar tentang pengetahuan bencana, apakah anda menginformasikan pengetahuan kesiapsiagaan tersebut kepada anggota keluarga?	73	Siap

Kesimpulan

1. Wilayah Kecamatan Rilau Ale berada di jalur sesar Walanae sangat berpotensi terjadinya gempa bumi 3 – 5 SR.
2. Potensi tsunami di pantai lokasi penelitian sangat besar, dan pengetahuan masyarakat tentang hal ini tidak memadai.
3. Tingkat pengetahuan kegempaan dan tsunami masyarakat di Kecamatan Rilau Ale rata-rata bernilai sedang. Tingkat sikap rata-rata bernilai tinggi, sedang tingkat kesiapsiagaan bernilai kurang siap.

Saran

1. Dimasa mendatang perlunya ada peta jalur penyelamatan jika terjadi gempa bumi dan tsunami di Bulukumba.
2. Masyarakat Rialu Ale, Bulukumba perlu diberi sosialisasi kebencanaan yang serius guna penanggulangan bencana gempa bumi dan tsunami kalau seketika terjadi.

Daftar Pustaka

Berry, R.F. and Grady, A.E. 1987. *Mesosopic structures produced by*

Plio-Pleistocene wrench faulting in South-Sulawesi, Indonesia. Jour. Struct. Geol. ,V.9, p 563-571.

Billing, M.P., 1972. *Structural Geology.* New Jersey: Practice-Hall, Englewood Cliff, 606p.

Ismullah, M. F., Lantu, Aswad, S., Massinai, M.A.. 2015. Tectonics earthquake distribution pattern analysis based focal mechanisms (Case study Sulawesi Island, 1993–2012). AIP Confrence Proceedings, 12p.

Joe, B. and Mark S.. 2006. Independent Appraisal of Ceramic Water Filtration Interventions in Cambodia. University of North Carolina School of Public Health Department of Environmental Sciences and Engineering

Lantu. 2001. *Potensi Filter Keramik Gerabah Untuk Penjernihan Air Keruh.* Jurnal FUSI Vol.5 No.6 Desember 2001

Massinai, M A., Sudradjat, A., Hirnawan, F., Syafri, I., Hasanuddin., Tahir, M.. I. 2010. *Gerakan Tanah Pada Daerah Rawan Longsor di Das Jeneberang, Bagian Barat Lembah Gunung Bawakaraeng Sulawesi Selatan.* Bandung: Jurnal Geologi

- Tata Lingkungan.V 20. No 2. p 93 - 102.
- Massinai, M. A., Sudradjat, dan Lantu. 2013. *The Influence of Seismic Activity in South Sulawesi Area to the Geomorphology Of Jeneberang Watershed*. International Journal of Engineering and Technology Volume 3 No. 10, p 945 – 948, October, 2013
- Massinai, Muh. Altin. 2015. *Geomorfologi Tektonik*, Jogjakarta: Pustaka Ilmu, 356p.
- Paripurno, E.. 2006. *Vulkanisme dan Evolusi Tektonik*. Melalui: [http://bog.com/Geohazard zone files/ad_files/oasis.html](http://bog.com/Geohazard_zone_files/ad_files/oasis.html). [12/11/2008]
- Soepaheluwakan, J. 2006. *Kajian Kesiapsiagaan Masyarakat Dalam Mengantisipasi Bencana Gempabumi & Tsunami*. LIPI Jakarta

PETUNJUK PENULISAN

1. Jurnal Geoelebes memuat tulisan berupa hasil penelitian, kajian teoretik dan aplikasi, dan gagasan yang berhubungan dengan ilmu kebumihan.
2. Naskah yang diterima merupakan naskah asli yang belum pernah diterbitkan di media yang lain baik secara online maupun cetak.
3. Proses penerbitan jurnal melalui tahapan pemasukan naskah (*submission*) ke sekretariat tim redaksi, selanjutnya akan direview oleh mitra bestari yang ahli dalam bidang kebumihan. Hasil review akan diedit oleh tim redaksi mengikuti layout yang telah ditentukan dan kemudian diterbitkan secara online dan cetak.
4. Penulis diharapkan mendaftar ke Sistem Jurnal Online (*Online Journal System – OJS*) Jurnal Geoelebes dengan tautan journal.unhas.ac.id/index.php/geoelebes/ untuk memudahkan tahapan-tahapan penerbitan.
5. Naskah ditulis mengikuti kaidah tata bahasa Indonesia.
6. Naskah diketik dalam bentuk 2 (dua) kolom dengan spasi tunggal menggunakan huruf *Times New Roman 12 pt*. Naskah memuat maksimal 10 halaman dan diserahkan paling lambat 1 (satu) bulan sebelum bulan penerbitan ke tim redaksi dalam bentuk *soft file*. Naskah juga dapat dikirimkan melalui email geoelebes@sci.unhas.ac.id.
7. Setiap naskah harus disertai (a) abstrak dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris (50 – 200 kata) yang dilengkapi dengan kata kunci (3 – 5 kata), (b) identitas penulis (tanpa gelar akademik), afiliasi dan alamat e-mail penulis koreponden, (c) pendahuluan yang berisikan tentang latar belakang, tujuan atau ruang lingkup tulisan, dan pembahasan kepustakaan (d) metode penelitian yang menjelaskan tentang sumber data, alat dan bahan penelitian, prosedur penelitian, pengolahan dan analisis data, (e) hasil penelitian dan pembahasan, (f) kesimpulan dan saran, (g) ucapan terima kasih, dan (h) daftar pustaka yang disajikan mengikuti tatacara seperti contoh berikut dan diurutkan alfabetis.
Kim, J. J. and J.M. Lee. 1999. *Wave Induced Currents in the Coastal Zone*. Proc. Oceanography International 99 Pacific Rim. Pp: 293 - 303
8. Kepastian pemuatan atau penolakan naskah akan diberitahukan secara tertulis yang dikirimkan ke alamat e-mail penulis. Artikel yang tidak dimuat tidak akan dikembalikan kecuali atas permintaan penulis.



ISSN 2579-5546



97700

