

VOLUME 1

NO. 2

OKTOBER 2017

ISSN 2579-5821

e-ISSN 2579-5546

Jurnal Geocelebes

Google
scholar



Diterbitkan oleh:
DEPT. GEOFISIKA
Universitas Hasanuddin
Makassar

JURNAL GEOCELEBES

Volume 1 Nomor 2, Oktober 2017

P-ISSN: 2579-5821

E-ISSN: 2579-5546

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

JURNAL GEOCELEBES

Volume 1 Nomor 2, Oktober 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. Altin Massinai

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

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 Geocelbes 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 topik 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 2, Oktober 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
Relation between Sequence Stratigraphy and Relative Sea-Level Changes	38
<i>Jamaluddin, K.K. Romuald Sohores, Muhammad Fawzy Ismullah M.</i>	
Perubahan Penggunaan Lahan di Kecamatan Sirimau Kota Ambon	43
<i>Beatus M. Laka, Uca Sideng, Amal</i>	
Analisis Seismisitas pada Daerah Sulawesi Utara	53
<i>Bambang Hari Mei S., Muh. Altin Massinai, Mustakin</i>	
Karakteristik Fisik dan Kimia Mataair Panas Daerah Barasanga Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Selatan	62
<i>Jamaluddin, Emi Prasetyawati Umar</i>	
Penentuan Potensi Sumber Daya Hipotetik Timah Primer di Daerah Air Inas Kepulauan Bangka Belitung	66
<i>Andi Darmawangsyah, Makhrani, Syamsuddin</i>	
Identifikasi Bijih Besi (Fe) Menggunakan Metoda Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner-Schlumberger di Kabupaten Luwu	72
<i>Wira Sunarya, Hasanuddin, Syamsuddin, Maria, Erfan</i>	

KATA PENGANTAR

Dewan redaksi memanjatkan puja dan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas konsistensi tim untuk mengelola penerbitan Volume 1 Nomor 2, Oktober 2017 Jurnal Geoelebes. Edisi kali ini merupakan terbitan kedua dari awal penerbitan pada April 2017.

Penerbitan Volume 1 Nomor 2, Oktober 2017 Jurnal Geoelebes tetap dalam dua versi yaitu versi cetak dan digital yang masing-masing 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 digital.

Sebagai salah satu media untuk menyebarkan hasil-hasil penelitian dan uraian gagasan pada bidang kebumih, Jurnal Geoelebes senantiasa memberi kesempatan kepada seluruh tenaga pendidik (dosen), peneliti dan praktisi untuk memasukkan naskah yang layak untuk diterbitkan, baik dari internal Universitas Hasanuddin lebih khusus lagi dari pihak eksternal.

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.

Tim redaksi Jurnal Geoelebes mengucapkan terima kasih kepada seluruh penulis yang telah memasukkan naskah. 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, Oktober 2017

Tim redaksi Jurnal Geoelebes

RELATIONSHIP BETWEEN SEQUENCE STRATIGRAPHY AND RELATIVE SEA-LEVEL CHANGES

Jamaluddin¹, K. K. Romuald Sohores¹, Muhammad Fawzy Ismullah M.^{2*}

¹Geological Engineering Department, School of Geosciences, China University of Petroleum, Qingdao, China

²Geophysics Department, Science and Mathematics Faculty, Hasanuddin University, Makassar, Indonesia

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

Abstract

The continuous sea-level rise will result in conditions where the level of accommodation space is greater than that of sediment supply produced under transgression conditions. When the sea level reaches its maximum point, the sedimentation rate will exceed the sea level rise and aggrades becomes more dominant progradation will result in new High-Stand System Tract (HST) condition.

Keywords: *Accommodation, Sea level changes, Sedimentation, Sequence, Stratigraphy*

Introduction

A concept introduced in the mid 70's by a pioneer like Peter Vail, Sequence Stratigraphy appears to be a recent methodology in geology domain for stratigraphic interpretations. It can also be defined as a study of stratigraphic sequences in time and space which consist of repetitively organized facies assemblages and strata, bounded by unconformable or/ and conformable surfaces. The sequence of stratigraphy is the study of the relationship between rocks in a recurrent chronostratigraphic framework and composed by units of rock stratigraphy associated with a genetic scarp limited by a plane of erosion or a non-deposition or a correlative whole plane. The basic unit of the stratigraphic sequence is the sequence, which is limited by its unrelatedness and correlative alignment.

The rationale for this research is accommodation space and relative sea

level change. Accommodation space is the space or volume available and allows for the accumulation of sediment (Jervey, 1988). The accommodation space of the marine environment lies between sea level and the seafloor where the formation and change of space is a direct function of relative sea level change. Relative sea level change is a function of sea level changes due to eustatic and tectonic. Changes in sea level occur over a broad range of temporal and spatial scales, with the many contributing factors making it an integral measure of climate change (Milne et al., 2009).

The primary contributors to contemporary sea level change are the expansion of the ocean as it warms and the transfer of water currently stored on land to the ocean, particularly from land ice (glaciers and ice sheets) (Church et al., 2011).

The relative sea-level is measured from the sea level to a local datum that can vary its position, e.g. the upper limit of the

basement or a plane in the seabed sediment pile (Posamentier et al. 1988). Sea level change is the influence of a combination of eustasy, a decrease of the basin (tectonic, charge, and compaction) and sediment supply. Typically, a relative change occurs on a local or regional scale, but never in a global scale. Subsidence, removal of bedrock, sedimentary compaction involving the relative sea level reference plane, and tectonic changes, all may cause relative sea level change. Sea water levels can relatively rise due to subsidence, compaction and/ or decreased frustration; Sea level can be relatively decreased due to the lifting and/ or raising of eustation.

Therefore, for a better understanding, ideas like systems tracts, para-sequence and sequence boundaries were developed. However, sequence stratigraphy is sometimes associated with some Earth phenomena like global sea level changes (eustasy) and global tectonic process (subsidence) allowing to explain the filling up of the sedimentary basin (accommodation space) by sediments.

Data collection method

We started our data collection on April 1st, 2017 at 2.50 pm and it took us one month to gather all our data. Therefore, during that period, at the same time, every day, we were supposed to be at the seashore to measure the sea level and collect also other data like sea temperature, the ambient temperature, wind speed, wind direction and the humidity.

We have some stairs built at the seashore. We took our initial point at the bottom of the stairs cause the first day all the stairs were visible. The tide was so low that we can even see the sediment deposited at the bottom of the stairs. There were 26 stairs: 25 stairs of 14 cm each and the last one at the bottom was 9.5cm as shown in **Figure 2**. So in total, our maximal height at the sea shore corresponding to the maximal value that the sea can reach when it rises was 359.5 cm or about 3.60 m ((25x14) +9.5).

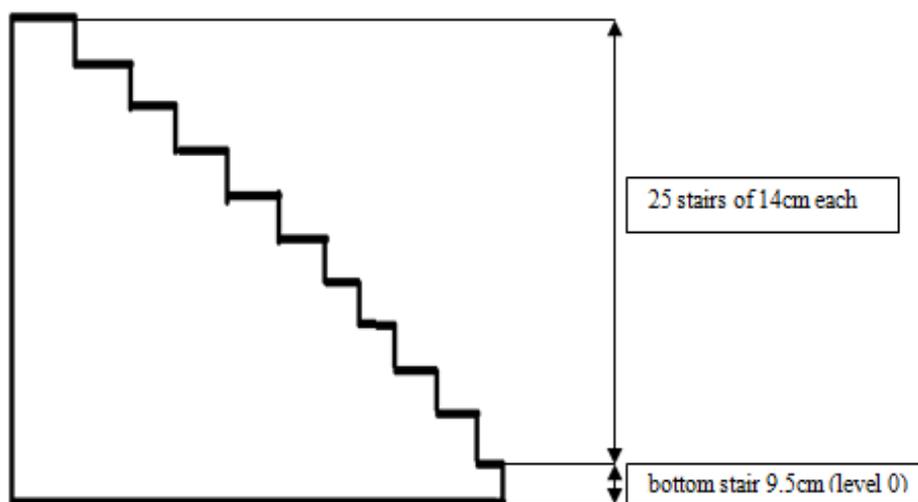


Figure 1. Stairs at the sea shore

Results and discussions

Sea Level Curve

As we can see on the sea level curve, the first day the level of the sea was at his lowest level. It started a rise up from day 2 to day 8 where it reached the highest level registered during our measurement campaign (276 cm). From that day, the sea level started dropping again until day 16 and reached (36.5 cm). From day 16 to day 25 it went up again until 270.5 cm before going down until the day 30 where the water level registered was 18 cm.

According to that result, we can easily divide the sea level curve into 3 parts corresponding to 3 sequences.

From day 1 to day 8

We have the end of the first low stand system tract (LST 1), the first transgressive system tract (TST 1) and the first high-stand system tract (HST 1). In general, we can say that this first part shows us the complete transgressive and high-stand system tract where the sea level was rising rapidly until the highest level (276 cm).

From day 8 to day 16

We registered a fast drop of the sea level which can show the end of the first high-stand system tract because, at day 8, the sea level was at its highest level and started dropping rapidly until day 16 at 36.5 cm which is the second low-stand system tract (LST 2).

From day 16 to day 25

The sea level restarted to rise again until 270.5 cm. That part contains the end of LST 2 and the second transgressive system tract (TST 2) followed by the second high-stand system tract (HST 2).

From day 25 to day 30

As the sea level is dropping again that part can be seen as a start of the third sequence, starting with the third low-stand system tract (LST3).

Low-stand systems tract forms a regression arrangement containing sediment deposits during the relative sea level decline, continuous still stand, and up to relatively slow sea level rise during regression on the shoreline can still be maintained. Low-stand systems tract is located above the sequence boundary, which is the visible unevenness of the surface of the shelf and correlative conformity toward the sea. Low-stand System Tract (LST) is formed when the sea level rises rapidly and steadily at the maximum sea level decrease and when the sea water begins to rise slowly. This system will produce precipitated deposits on the beach and delta and river deposits that fill the incised valley.

High-stand systems tract is a sequence of sediment when sea level improvement is relatively reduced to less than settling rate. The high-stand systems tract is limited by the maximum flooding surface below and the upper limit of the elbow. During the initial high-stand systems, tract accommodation increased rapidly and the deposition was more gradational, while at the end of high-stand systems tract the acceleration of accommodation decreased as relative sea level decline and more progradation deposition, so that at the end of high-stand systems tract is more sand than in the early high-stand systems tract. In seismic, the beginning of high stand systems tract is recognized by the form of progradation off-lap, while at the end of high-stand systems tract is recognized by oblique.

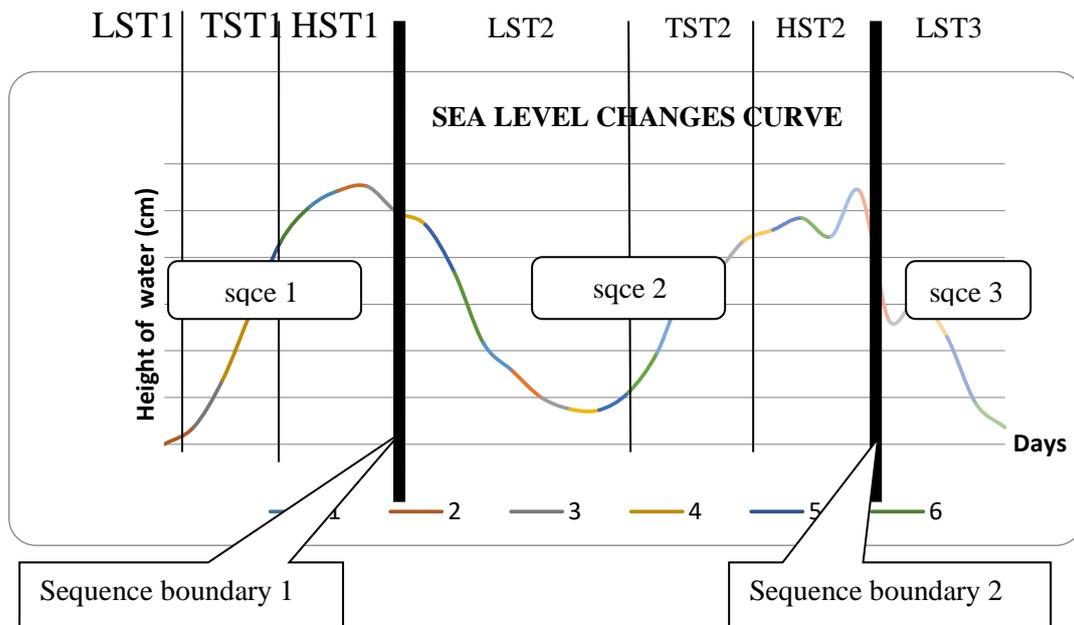


Figure 2 Below show us the different sequence divisions.

The continuous sea level rise results in a condition where the level of accommodation space is greater than the sediment supply produced under transgression conditions. The deposition area of the sedimentation change towards the terrain results in retro-gradation para-sequence. Transgressive surface will be characterized by more marine sediments compared with non-marine sediment. Sediments deposited under these conditions result in a transgressive system tract. The transgressive system tract will consist of alluvial and coastal deposits, shallow marine deposits, offshore marine deposits, but excluding submarine-fan sediments. When sea level reaches its maximum point, sedimentation rate will exceed sea level rise and aggradation becomes more dominant progradation will result in new high-stand system tract condition.

Factor influencing the sea level changes

The goal of this data collection was to figure out, what was the other factor influencing the changes noticed in sea

level height. Until now, we know that the main causes of rising and dropping of the tide are:

1. Change of the volume of ocean water,
2. Change of the volume of ocean basin,
3. Attraction forces by the moon and the sun on the Earth.

Therefore, we will correlate the data of the other collected with the sea level data.

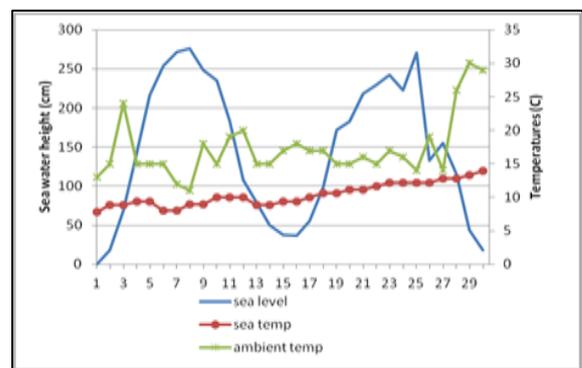


Figure 3 Sea level and temperatures (ambient & water)

According to sea level and temperatures graph, we can see that the falling and rising of sea level do not depend on sea water temperature neither to the ambient temperature.

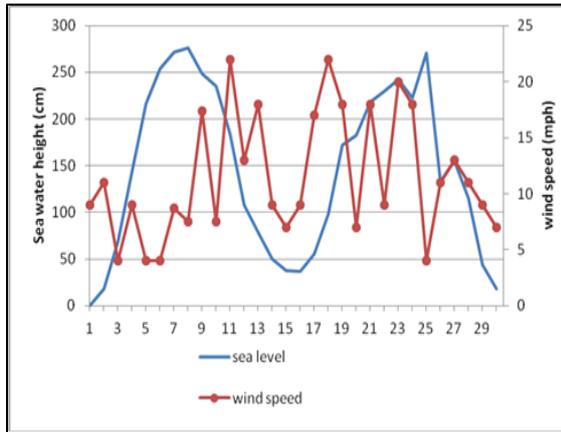


Figure 4 Sea level and wind speed

The wind speed does not follow a constant evolution. It was not predictable. On contrary, for the sea level, the evolution follows a path which can allow us to predict the following value. They are both independent.

The evolution of humidity is different from the sea level. Here, it also difficult to predict the following value of humidity.

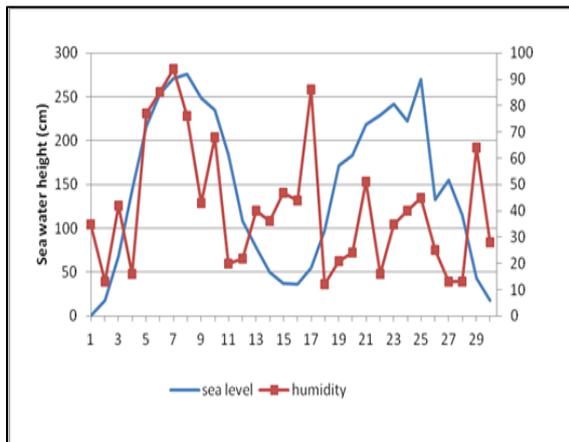


Figure 5 Sea level and Humidity.

Conclusions

By understanding this new concept in geology, which is “Sequence Stratigraphy”, Geologist were able to

explain or bring answers to some geological issues which were difficult to explain in the past. Sequence stratigraphy appears to be a modern approach to analyzing sedimentary rock record by knowing the way, the time and how that sediment were deposited.

It is true that its applications today in petroleum research are multiple and vary from the resolving detail of petroleum reservoir to the connectivity between depositional system but we must say that it took many years for a lot of scientists to adopt this concept.

References

- Church, J.A., and White, N. J. 2011. *Sea-Level Rise from The Late 19th to The Early 21st Century. Surveys in Geophysics* 32 585-602.
- Jervey, M.T. 1988. *Quantitative Geological Modeling of Siliciclastic Rock Sequence and Their Seismic Expression.* 47-69.
- Milne, G.A. 2009. *Identifying the Causes of Sea-Level Change. Nature Geoscience* 2.
- Posamentier, H. W., Jervey, M.T., Vail, P. R. 1988. *Eustatic Controls on Clastic Deposition Sea Level Changes (An Integrated Approach). SEPM Special Publication Vol. 42* 110-124.

PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN DI KECAMATAN SIRIMAU KOTA AMBON

Beatus M. Laka, Uca Sideng, Amal

Program Pascasarjana Pendidikan Geografi Universitas Negeri Makassar

Penulis koresponden. Alamat email: lakamendelson@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui luasan masing-masing perubahan penggunaan lahan Kecamatan Sirimau dilihat dari citra satelit tahun 2006-2016, mengetahui agihan perubahan penggunaan lahan Kecamatan Sirimau dilihat dari citra satelit tahun 2006-2016, dan untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi terjadinya perubahan penggunaan lahan di Kecamatan Sirimau.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret-April 2016 di Kecamatan Sirimau Kota Ambon. Penelitian ini adalah penelitian survey karena sebagian besar data secara langsung diolah dengan menggunakan metode pengamatan dan pengukuran lapangan. Subjek penelitian ini adalah perubahan penggunaan lahan di Kecamatan Sirimau Kota Ambon. Pengambilan data dalam penelitian ini adalah menggunakan sistem informasi geografi (SIG). Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis menggunakan SIG dan deskriptif, data yang diperoleh dari hasil analisis SIG di sajikan dalam bentuk peta overlay yaitu peta penggunaan lahan tahun 2006-2016 Kecamatan Sirimau Kota Ambon. Peta ini kemudian ditumpang tindih, kemudian menghasilkan peta baru dan tabel perubahan penggunaan lahan kemudian dijelaskan secara deskriptif. Selanjutnya data yang diperoleh dianalisis kembali dengan menggunakan teknik analisis spasial keruangan untuk memaparkan perubahan penggunaan lahan yang terjadi di Kecamatan Sirimau dalam kurun waktu sepuluh tahun dengan menggunakan *software arcgis versi 10.3*. Setelah itu data yang berupa peta perubahan penggunaan lahan tahun 2006 dan 2016 dianalisis untuk mengetahui berapa besar agihan perubahannya.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perubahan luasan penggunaan lahan Kecamatan Sirimau Kota Ambon 10 tahun terakhir sangat besar untuk permukiman sebesar 1036,1 Ha dari tahun sebelumnya sebesar 966,9 Ha. Agihan perubahan penggunaan lahan Kecamatan Sirimau Kota Ambon 10 tahun terakhir mengarah ke selatan dan timur yaitu ke daerah pesisir pantai dan pegunungan, adapun perubahan penggunaan lahan ke arah timur di dominasi oleh perubahan dari lahan hutan dan lahan pertanian kering berubah ke lahan permukiman. Faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan adalah tingginya tingkat laju pertumbuhan penduduk Kecamatan Sirimau yaitu sebesar 5,54% dengan kepadatan penduduk kurang lebih 1.925 orang/Km².

Kata kunci: perubahan penggunaan lahan, Sirimau

Abstract

This study aimed to find out the extent of each transformation of the land use at Sirimau Sub-district seen from the satellite images in 2006-2016, to find the land use transformation at Sirimau Sub-district seen from satellite images in 2006-2016, and to find out what factors affect the occurrence land use transformation at Sirimau Sub-district.

The research was conducted in March-April 2016 at Sirimau Sub-district, Ambon City. This research is survey research because most of the data directly processed by using the observation method and the field measurement. The subject of this research is the land use transformation at Sirimau Sub-district, Ambon City. The data collection in this research is using geographic information system (GIS). The technique of data analysis used is analysis using GIS and descriptive, the data obtained from the result of GIS analysis presented in the form of overlay map that is the land use map of the year 2006-2016 Sirimau Sub-district, Ambon City. This map is then overlapped, then generates the new maps and tables of land use transformation then described descriptively. Furthermore, the data obtained were re-analyzed by using the spatial analysis techniques to describe the transformation of land use that occurred in Sirimau Sub-district within a period of ten years using Arcgis software version 10.3. After that, the data in the form of the land use transformation maps in 2006 and 2016 were analyzed to find out how big the change was.

Based on the results of the research can be concluded that the change of land area of Sirimau Sub-district of Ambon City at the last 10 years is very big for settlements of 1036.1 Ha from the previous year amounted to 966.9 Ha. The direction of the land use transformation at Sirimau Sub-district of Ambon City for the last 10 years has led to the south and the east to the coastal and mountainous areas, while the transformation of land use to the east is dominated by the transformation from the forest land and the dry farm land to settlements. The factors that influence the land use transformation are the high rates of the population growth of Sirimau Sub-district which is 5.54% with the population density of approximately 1,925 people / Km².

Keywords: land use transformation, Sirimau

Pendahuluan

Perubahan penggunaan lahan merupakan suatu proses perubahan dari penggunaan lahan sebelumnya ke penggunaan lahan lain yang bersifat permanen maupun sementara dan merupakan konsekuensi dari adanya pertumbuhan dan transformasi perubahan struktur sosial ekonomi masyarakat yang sedang berkembang baik untuk tujuan komersial maupun industri (Muiz A. 2009). Perubahan penggunaan lahan terjadi karena adanya keperluan untuk memenuhi kebutuhan penduduk untuk yang terus meningkat.

Sejalan dengan itu Siahhan, 1987 dalam Suhendy, 2009 mengatakan bahwa, peningkatan kualitas dan kualitas hidup itu akhirnya akan berdampak pada perubahan penggunaan lahan yang menjadi sulit dikendalikan sehingga menyebabkan kondisi sumberdaya alam terganggu, aliran air permukaan menjadi cepat dan lebih banyak sumur-sumur menjadi kering. Dengan adanya peningkatan jumlah penduduk dapat menyebabkan semakin meningkatnya pembangunan, khususnya pembangunan di bidang permukiman.

Pembangunan tersebut tentunya membutuhkan alokasi lahan tersendiri dan jika tidak terpenuhi akibat keterbatasan lahan dengan peningkatan jumlah penduduk.

Ditinjau dari ilmu geografi, maka yang menjadi titik berat dari tanah dan lahan adalah melihat tanah dan lahan sebagai suatu lokasi atau tempat sebagai suatu ruang yang didalamnya terjadi interaksi antara komponen fisis dan komponen sosial dimana keduanya saling berpengaruh. Artinya segenap unsur yang terdapat dalam ruang merupakan suatu sistem saling terkait (Ismail, 1999).

Badan Pertanahan Nasional BPN, 1997 dalam Suhendy, 2009 menyatakan bahwa dari hasil evaluasi terhadap penggunaan lahan yang ada di kota Ambon selama tahun 1980-1995, pergeseran penggunaan lahan yang terjadi cukup signifikan, dimana untuk pemukiman terjadi sebesar +16,45%, tegalan -2,43%, perkebunan -0,21% kebun campran -7,30%, hutan -0,12% dan alang-alang -6,59%. Itu berarti bahwa perubahan penggunaan lahan yang ada, adalah terjadinya konversi lahan dari

kawasan bervegetasi menjadi kawasan terbangun. Ini semua diakibatkan karena laju pertumbuhan penduduk yang meningkat sejalan dengan perubahan waktu akibat dari peningkatan penduduk maka dapat menyebabkan perubahan alih fungsi lahan.

Kenyataan tersebut diatas terus terjadi sepanjang sejarah kehidupan manusia tak terkecuali di Indonesia. Indonesia yang termasuk dalam Negara dengan jumlah dan pertumbuhan penduduk yang sangat besar dan berpenduduk banyak terus mengalami perubahan penggunaan lahan setiap tahunnya. Diperkirakan jumlah penduduk di Indonesia pada tahun 2016 adalah 273 juta jiwa dengan persentase pertumbuhan penduduk 1,49 persen pertahun. Jumlah penduduk di setiap wilayah/propinsi dan kabupaten maupun pulau juga berbeda-beda, demikian juga dengan angka pertumbuhan penduduknya berbeda pula. Seperti di Kota Ambon Provinsi Maluku yang mengalami pertumbuhan penduduk sangat pesat setiap tahunnya dengan laju pertumbuhan penduduk 2,33 %. Hal ini mengakibatkan terjadinya konversi penggunaan lahan di daerah tersebut.

Kota Ambon secara geografis terletak antara $127^{\circ} 53' 47''$ BT - $128^{\circ} 11' 19''$ BT dan $3^{\circ} 29' 18''$ dan mempunyai luas wilayah sekitar $359,45 \text{ km}^2$. Secara umum daerah ini terbagi menjadi lima kecamatan yaitu bagian timur (meliputi Kecamatan Leitimur Selatan), bagian tengah (Kecamatan Sirimau atau ibukota dan kecamatan Nusaniwe), bagian barat (meliputi Kecamatan Teluk Ambon dan Kecamatan Baguala).

Salah satu wilayah di Kota Ambon yang mengalami perkembangan sangat pesat adalah Kecamatan Sirimau yang terletak di bagian Tengah Kota Ambon dengan kepadatan penduduk 1.658 per km^2 . Hal ini disebabkan oleh tingginya tingkat kelahiran per tahun yang mengakibatkan

terjadinya pertumbuhan penduduk cukup pesat dan kebutuhan akan pemukiman pun meningkat. Oleh sebab itu, terjadilah pembangunan pemukiman hampir diseluruh wilayah yang mengakibatkan terjadinya perubahan penggunaan lahan dari tahun ke tahun.

Penerapan Sistem Informasi Geografis (SIG) pada saat ini berkembang pesat dan melebur ke dalam aspek penataan dan pembangunan lingkungan hidup, tidak terkecuali dalam pengolahan data perubahan penggunaan lahan. Sistem yang berbasis informasi geografis ini adalah seperangkat sistem terdiri dari perangkat keras dan lunak serta pengguna (*user*) yang bekerja bersama-sama dalam menganalisis data geografis dengan hasil data yang lebih akurat dibandingkan menggunakan sistem konvensional. Dengan menggunakan hasil interpretasi foto udara selanjutnya diolah dengan komputer yang dilengkapi perangkat lunak Sistem Informasi Geografi (SIG). Data yang besar dapat diolah lebih cepat efisien dan dapat ditayangkan kembali karena data tersimpan dalam bentuk digital.

Berdasarkan pertimbangan tersebut diatas maka perlu dilakukan penelitian mengenai perubahan penggunaan lahan di Kecamatan Sirimau Kota Ambon. Penelitian ini bertujuan untuk melihat kenyataan yang ada dilapangan dan hasil klasifikasi dari citra satelit. Hasil penelitian ini kemudian bisa digunakan sebagai landasan pertimbangan dalam melakukan pembangunan pemukiman di Kecamatan Sirimau Kota Ambon sekaligus bisa dijadikan data rujukan untuk membuat peraturan daerah dan tata ruang wilayah Kota Ambon.

Berdasarkan fokus penelitian diatas, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah: (1) untuk mengetahui agihan perubahan penggunaan lahan di Kecamatan Sirimau Kota Ambon dilihat dari citra satelit tahun 2006 dan 2016,

(2) untuk mengetahui luasan masing-masing perubahan penggunaan lahan Kecamatan Sirimau Kota Ambon dari tahun 2006 dan 2016, dan (3) untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya perubahan penggunaan lahan di Kecamatan Sirimau Kota Ambon.

Penggunaan Lahan (land use)

Penggunaan lahan (*land use*) diartikan sebagai setiap bentuk intervensi (campur tangan) manusia terhadap lahan dalam rangka memenuhi kebutuhan hidupnya baik material maupun spiritual. Penggunaan lahan dapat dikelompokkan ke dalam dua golongan besar yaitu penggunaan lahan pertanian. Penggunaan lahan pertanian dibedakan berdasarkan atas penyediaan air dan komoditi yang diusahakan dan di manfaatkan atau atas jenis tumbuhan atau tanaman yang terdapat diatas lahan tersebut. Berdasarkan hal ini dikenal macam penggunaan lahan seperti tegalan (pertanian lahan kering atau pertanian pada lahan tidak beririgasi), sawah, kebun kopi, kebun karet, padang rumput, hutan produksi, hutan lindung, padang alang-alang, dan sebagainya (Arsyad, 2010).

Perubahan tutupan lahan, di banyak bagian belahan dunia telah menjadi isu global, sebagai sebagai hasil kontribusi terdapat transformasi lengkap hadir dari jenis tutupan lahan. Bencana alam seperti kekeringan, banjir yang disebabkan oleh perubahan iklim, seperti di sarankan dalam banyak literatur bukanlah fenomena umum yang terjadi, intervensi manusia namun menyebabkan perubahan dramatis dalam masyarakat. FAO (1976) mengemukakan bahwa, seperti proses yang disebabkan manusia yang maju pada tingkat yang lebih cepat. Kekuatan yang paling ampuh mempengaruhi alam vegetasi muncul dari efek langsung pada populasi manusia berkembang (Grime, 1997 dalam Tahir et al, 2013).

Perubahan Penggunaan Lahan

Perubahan penggunaan lahan secara langsung menyebabkan terjadinya perubahan tutupan lahan. Pengertian tentang penggunaan lahan dan penutupan lahan penting untuk berbagai kegiatan perencanaan dan pengelolaan yang berhubungan dengan permukaan bumi. Penutupan lahan berkaitan dengan jenis kenampakan yang ada dipermukaan bumi, sedangkan penggunaan lahan berkaitan dengan kegiatan manusia pada bidang lahan tertentu (Lillesand dkk, 1993). Penggunaan lahan (*land use*) juga diartikan sebagai setiap bentuk intervensi (campur tangan) manusia terhadap lahan dalam rangka memenuhi kebutuhan hidupnya baik material maupun spiritual, sedangkan perubahan tutupan lahan lebih kepada adanya perubahan vegetasi (Arsyad, 2006 dalam Nilda, 2014).

Selanjutnya Arsyad (2006) menyatakan bahwa, perubahan penggunaan lahan memiliki dampak potensial besar terhadap lingkungan bio-fisik dan sosial ekonomi. Secara umum penggunaan lahan digolongkan ke dalam dua golongan yaitu:

1. Penggunaan lahan pedesaan, secara umum dititikberatkan pada produksi pertanian, termasuk pengelolaan sumberdaya alam dan kehutanan.
2. Penggunaan lahan perkotaan secara umum dititikberatkan untuk tempat tinggal, pemusatan ekonomi, layanan jasa dan pemerintahan.

Kejadian perubahan penggunaan lahan akan mempengaruhi keseluruhan sistem ekologi termasuk hidrologi pada wilayah DAS tersebut. Pada skala besar dampak perubahan tersebut adalah terjadinya gangguan perilaku air sungai, pada musim hujan debit air akan meningkat tajam sementara pada musim kemarau debit air sangat rendah (Asdak, 2007).

Faktor Terjadinya Perubahan Penggunaan Lahan

Menurut Darmawan (2002) salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya perubahan penggunaan lahan adalah factor sosial ekonomi masyarakat yang berhubungan dengan kebutuhan hidup manusia utamanya masyarakat sekitar kawasan. Tingginya tingkat kepadatan penduduk di suatu wilayah mendorong penduduk untuk membuka lahan baru untuk digunakan sebagai permukiman ataupun lahan-lahan budidaya. Tingginya kepadatan penduduk akan meningkatkan tekanan terhadap hutan. Mata pencaharian penduduk di suatu wilayah berkaitan erat dengan kegiatan usaha yang dilakukan penduduk di wilayah tersebut.

Kementerian pekerjaan umum dan penyusunan program penanganan bencana alam bidang penataan ruang dalam Muta'ali, (2012) mengelompokkan bencana berdasarkan penyebabnya menjadi tiga jenis:

1. Bencana alam (*natural disaster*) bencana alam merupakan fenomena atau gejala alam yang disebabkan oleh keadaan geologi, biologis, seismis, hidrologis atau disebabkan oleh suatu proses dalam lingkungan alam mengancam kehidupan, struktur dan perekonomian masyarakat serta menimbulkan malapetaka.
2. Bencana akibat ulah manusia (*man-made disaster*) bencana karena ulah manusia merupakan peristiwa yang terjadi karena proses teknologi, interaksi manusia terhadap lingkungannya serta interaksi antara manusia itu sendiri yang dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kehidupan dan penghidupan masyarakat.
3. Bencana kombinasi: bencana ini dapat disebabkan oleh ulah manusia maupun oleh alam itu sendiri. Bencana ini dapat disebabkan oleh keadaan geologi, biologis, seismis, hidrologis atau disebabkan oleh suatu proses dalam lingkungan alam maupun teknologi,

interaksi manusia terhadap lingkungannya serta interaksi antara manusia itu sendiri.

SIG (Sistem Informasi Geografi)

SIG merupakan suatu system yang mengorganisir perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), dan data serta dapat mendayagunakan sistem penyimpanan, pengolahan, maupun analisis data secara simultan, sehingga dapat diperoleh informasi yang berkaitan dengan aspek keruangan (Aronoff, 1989). Keterkaitan citra satelit dan system informasi geografi (SIG) dengan sumber daya air khususnya untuk pengelolaan dan pengembangan DAS antara lain meliputi: perbatasan daerah, pengukuran kedalaman air, studi tentang drainase, masalah erosi, pengendalian banjir, survey tanah, geografi, geologi, hidrologi, rencana pengairan, klasifikasi lahan, inventarisasi sumber daya lahan, kapasitas penampung air, air sungai dan pasang surut pengelolaan DAS, dan lain-lain (Sutanto, 1994).

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Sirimau Kota Ambon yang terletak antara $3^{\circ} - 4^{\circ}$ Lintang Selatan dan $128^{\circ} - 129^{\circ}$ Bujur Timur.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat tulis, camera, GPS dan Peta.

Sumber data Penelitian

Bappeda Kota Ambon, BPS Kota Ambon, Peta Topografi lembar Ambon skala 1:25.000 dan citra satelit.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang penulis gunakan adalah studi pustaka yaitu untuk mencari, mengumpulkan dan mempelajari literatur

yang memuat topic-topik yang berkaitan dengan penelitian, menghubungi instansi-instansi terkait seperti BAPPEDA, BPS untuk menambah dokumentasi data serta mempersiapkan data peta Topografi lembar Ambon skala 1:25.000 dan citra satelit yang akan digunakan dalam penelitian.

Teknik Pengolahan Data

Setelah data-data yang dibutuhkan terkumpul maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengolahan citra yang telah ada tahap pengolahan ini sebagai berikut: kegiatan pertama yang dilakukan adalah melakukan import data citra satelit menggunakan aplikasi SIG. aplikasi yang biasa digunakan adalah *ArcGis versi 10.3*, aplikasi ini memiliki banyak fasilitas import yang dapat digunakan untuk mengimport data raster dan vektor dalam berbagai format.

Selanjutnya koreksi radiometrik dan geometrik. Koreksi radiometrik bertujuan untuk memperbaiki nilai pixel agar sesuai dengan warna asli. Koreksi geometrik ini dilakukan pada software *ArcGis*. Dalam melakukan koreksi geometrik terlebih dahulu dilakukan tipe proyeksi dan sistem koordinasi dan proyeksi yang sama perlu dilakukan untuk mempermudah proses pengintegrasian data-data selama penelitian.

Tahap selanjutnya pemotongan citra. Dilakukan dengan memotong wilayah yang menjadi lokasi penelitian. Klasifikasi terpantau/terbimbing hal ini digunakan untuk memisahkan/mengglongkan penutup suatu lahan diatas citra berdasarkan keseragaman atau kemiripan antara nilai piksel citra lokasi. Validasi data untuk mengetahui akurasi citra dalam mengelompokkan objek yang teridentifikasi sebagai jenis-jenis penutupan lahan yang sesuai fungsinya.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini adalah analisis menggunakan SIG dan deskriptif, data yang diperoleh dari hasil analisis SIG disajikan dalam bentuk peta overlay yaitu peta penggunaan lahan tahun 2006 dan 2016. Peta ini kemudian di tumpang tindih, kemudian menghasilkan peta baru dan table perubahan penggunaan lahan kemudian dijelaskan secara deskriptif. Selanjutnya data yang diperoleh dianalisis kembali dengan teknik analisis spasial keruangan untuk memaparkan perubahan penggunaan lahan dan agihan penggunaan lahan yang terjadi di Kecamatan Sirimau Kota Ambon dalam kurun waktu 10 tahun dengan menggunakan *Software ArcGis versi 10.3*.

Hasil dan Pembahasan

Analisis Perubahan Penggunaan Lahan

Citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra landsat 8 ETM tahun 2006 dan 2016. Interpretasi citra landsat 8 ETM dilakukan dengan melihat karakteristik dasar kenampakan masing-masing penggunaan lahan pada citra yang dibantu dengan unsur-unsur interpretasi. Penggunaan lahan di Kecamatan Sirimau Kota Ambon Tahun 2006 berupa hutan, kebun campuran, lahan kosong, pelabuhan, pemukiman, pertanian lahan kering, dan rawa. Hal itu tercermin dalam **Tabel 1** berikut ini:

Tabel 1. Penggunaan Lahan Kecamatan Sirimau Tahun 2006

No	Penggunaan Lahan 2006	Luas (ha)	Presentase %
1	Hutan	61.2	1.7
2	Kebun campuran	2028.6	55.1
3	Lahan kosong	60.3	1.6
4	Pelabuhan	15.4	0.4
5	Permukiman	966.9	26.3
6	Pertanian Lahan Kering	91.8	2.5

7	Rawa	454.4	12.4
Luas Lahan		3678.6	100.0

Sumber: Data Sekunder Hasil Pengolahan

Berdasarkan **Tabel 1** diatas menunjukkan bahwa penggunaan lahan terluas di Kecamatan Sirimau berupa penggunaan lahan kebun campuran memiliki luas 2028.6 Ha dengan presentase 55.1 % dari keseluruhan luas wilayah Kecamatan Sirimau. Kedua terbesar penggunaan lahan permukiman seluas 966.9 Ha dengan persentase 26,3% dari keseluruhan luas wilayah Kecamatan Sirimau. Ketiga terbesar rawa dengan luas 454.4 Ha dengan presentase 12.4%, pertanian lahan kering 91,8 Ha dengan presentase 2,5%, hutan dengan luas 61.2 Ha dengan presentase 1,7%, penggunaan lahan kosong seluas 60.3 Ha dengan presentase 1,6%, dan pelabuhan dengan luas 15.4 Ha dengan persentase 0,4 %.

Penggunaan lahan di Kecamatan Sirimau tahun 2006 sama dengan penggunaan lahan pada tahun 2016 hanya luasnya yang berubah. Penggunaan lahan di Kecamatan Sirimau tahun 2016 dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Penggunaan Lahan Kecamatan Sirimau Tahun 2016

No	Penggunaan Lahan 2016	Luas (ha)	Presentase %
1	Hutan	49.8	1.4
2	Kebun Campuran	1873.5	50.9
3	Lahan Kosong	169.8	4.6
4	Pelabuhan	15.4	0.4
5	Pemukiman	1036.1	28.2
6	Pertanian Lahan Kering	160.7	4.4
7	Rawa	373.2	10.1
Penggunaan Lahan		3678.6	100.0

Sumber: Data Sekunder Hasil Pengolahan

Tabel 2 di atas menunjukkan bahwa penggunaan lahan di Kecamatan Sirimau tahun 2016 sama dengan penggunaan lahan pada tahun 2006 hanya luas dan persentasenya yang berbeda. Penggunaan lahan berupa permukiman pada tahun 2006 adalah 966,9 Ha pada tahun 2016 menjadi seluas 1036,1 Ha, artinya terjadi penambahan permukiman selama 10 tahun terakhir sebesar 69,5 Ha. Sedangkan perubahan penggunaan lahan pertanian lahan kering tahun 2006 adalah 91,8 Ha pada tahun 2016 menjadi 160,7 Ha artinya terjadi peningkatan sebanyak 68,9 Ha, dan lahan kosong pada tahun 2006 adalah 60,3 Ha pada tahun 2016 bertambah menjadi 169,8 Ha, sedangkan untuk kebun campuran pada tahun 2006 menjadi 2028,6 Ha pada tahun 2016 berkurang menjadi 1873,5 Ha.

Untuk melihat lebih jelas bagaimana penggunaan lahan di Kecamatan Sirimau Kota Ambon tahun 2006 dan 2016 setelah di tumpang tindih atau overlay peta tersebut dapat dilihat pada **Gambar 1**.

Berdasarkan hasil interpretasi, penggunaan lahan terbanyak berturut-turut di Kecamatan Sirimau Kota Ambon tahun 2016 adalah permukiman, pertanian lahan kering, kebun campur, lahan kosong, hutan, pelabuhan dan rawa. Berdasarkan **Tabel 3**, perubahan penggunaan lahan berupa kebun campur di Kecamatan Sirimau Kota Ambon 2028,6 Ha dengan presentase sebesar 55,1% berkurang menjadi 1873,5 Ha dengan persentase sebesar 50,9 %. Lahan kebun campur ini berubah menjadi permukiman sebesar 155,1 Ha, lahan kosong 160,7 Ha, pertanian lahan kering 91,8 Ha, rawa 20,5 Ha dan hutan 13,2 Ha.

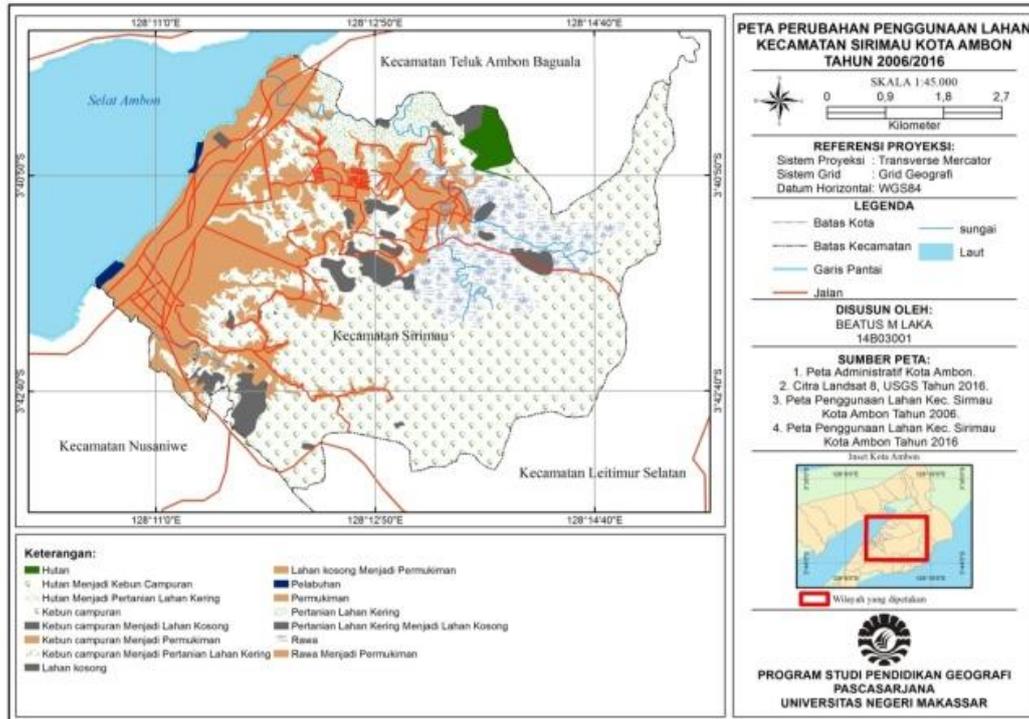
Faktor Perubahan Penggunaan Lahan

Faktor yang mempengaruhi yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan adalah petambahan penduduk yang sangat signifikan, berdasarkan data BPS Kota Ambon jumlah penduduk Kecamatan

Perubahan Penggunaan Lahan di Kecamatan Sirimau Kota Ambon

Sirimau tahun 2016 adalah 167.197 jiwa (42,28%) dengan kepadatan 1.925 jiwa/km². Artinya setiap 1 kilometer wilayah kecamatan Sirimau di huni oleh 1.925 jiwa dengan jumlah penduduk yang

relative banyak dan luas wilayah dengan pertumbuhan penduduk pesat membuat kebutuhan penduduk di Kecamatan Sirimau pun ikut bertambah, terutama kebutuhan akan permukiman.



Gambar 1. Peta perubahan penggunaan lahan tahun 2006/2016

Tabel 3. Matriks perubahan penggunaan lahan (Ha) tahun 2006 dan 2016

No	Perubahan Penggunaan lahan tahun 2006-2016	Hutan	Kebun Campuran	Lahan Kosong	Pelabuhan	Pemukiman	Pertanian Lahan kering	Rawa	Jumlah tahun 2006
1	Hutan	49.8 ha	11 ha				0.4 ha		61.2 ha
2	Kebun campuran		1862.5 ha	66.6 ha		43.8 ha	61.9 ha		20128.6 ha
3	Lahan Kosong			99.6 ha		7.7 ha			60.3 ha
4	Pelabuhan				15.4 ha				15.4 ha
5	Pemukiman					972.5 ha			966.9 ha
6	Pertanian Lahan Kering			3.6 ha			98.4 ha		91.8 ha
7	Rawa					12.2 ha		373.2 ha	454.4 ha
	Jumlah tahun 2016	49.8 ha	1873.5 ha	169.8 ha	14.5 ha	1036.2 ha	160.7 ha	373.2 ha	3678.6 ha

Sumber: Data hasil pengolahan tahun 2016

Berdasarkan hasil interpretasi penggunaan lahan di Kecamatan Sirimau Kota Ambon terbagi atas enam yaitu: permukiman, kebun campuran, lahan kosong, pertanian lahan kering, rawa dan hutan. Penggunaan lahan (*land use*) juga diartikan sebagai setiap bentuk intervensi (campur tangan) manusia terhadap lahan dalam rangka memenuhi kebutuhan hidupnya baik material maupun spiritual, sedangkan perubahan tutupan lahan lebih kepada adanya perubahan vegetasi (Arsyad, 2006 dalam Nilda, 2014). Perubahan Penggunaan lahan di Kecamatan Sirimau Kota Ambon 10 tahun terakhir mengalami perubahan yang signifikan diakibatkan oleh penambahan penduduk sehingga terjadinya perubahan penggunaan lahan akibat campur tangan manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Hal ini disebabkan karena masyarakat yang bermukim di wilayah Kecamatan Sirimau ini menggunakan lahan untuk bercocok tanam dan permukiman.

Adapun perubahan penggunaan lahan di bagian timur Kecamatan Sirimau didominasi oleh perubahan kebun campuran, lahan kosong, dan rawa menjadi lahan permukiman. Perubahan yang paling jelas terjadi di bagian barat dan timur Kecamatan Sirimau karena terpusat pada satu titik, tidak tersebar di seluruh wilayah tersebut.

Kesimpulan

1. Perubahan luasan penggunaan lahan Kecamatan Sirimau Kota Ambon 10 tahun terakhir adalah penggunaan lahan untuk permukiman yang bertambah menjadi 1036,1 Ha dari tahun sebelumnya sebesar 966,9 Ha.
2. Arah perubahan penggunaan lahan mengarah ke selatan dan timur. Perubahannya berupa perubahan lahan kosong, lahan pertanian kering, kebun campuran dan hutan berubah menjadi lahan permukiman.
3. Faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan adalah lajunya tingkat pertumbuhan penduduk yaitu sebesar 5,54% dengan kepadatan penduduk kurang lebih 1.925 jiwa/km².

Daftar Pustaka

- Aronoff, S. (1989). *Geographic Information System A Management Perspective*. Ottawa - Canada: WDL Publication.
- Arsyad, S. (2006). *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB Press.
- Arsyad, S. (2010). *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB Press.
- Asdak, C. (2007). *Hidrologi dan Pengelolaan daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Darmawan, A. (2002). *Perubahan Penutupan Lahan di Cagar Alam Rawa Danau Bogor*. Bogor: Jurusan Konservasi Sumber Daya Hutan, Fakultas Kehutanan, IPB.
- FAO. (1976, No. 22). A Framework for Land Evaluation. *FAO Soils Bulletin No. 32/ILRI*.
- Ismail. (1999). *Alih Fungsi Lahan di Kawasan Industri Makassar*. Makassar: Program Studi Geografi, UNM.
- Muiz, A. (2009). *Analisis Perubahan Penggunaan Lahan di Kabupaten Sukabumi*. Bogor: Sekolah Pascasarjana IPB.
- Muta'ali. (2012). *Daya Dukung Lingkungan untuk Perencanaan Pengembangan Wilayah*. Yogyakarta: Badan Penerbit Fakultas Geografi UGM.
- Nilda. (2014). *Analisis Perubahan Penggunaan Lahan dan Dampaknya Terhadap Hasil Air di DAS Cisadane Hulu*. Bali: Universitas Udayana.
- Suhendy, C. (2009). *Kajian Spasial Kebutuhan Hutan Kota Berbasis Hidrologi di Kota Ambon*. Ambon: Universitas Pattimura.

Sutanto. (1994). *Penginderaan Jauh*. Yogyakarta: UGM Press.

Tahir. (2013). Evaluation of Land Use/Land Cover Changes in Mekelle City, Ethiopia Using Remote Sensing and GIS

Computational Ecology and Software. *IAEES*, 9-16.

TM. Lillesand, d. K. (1993). *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Yogyakarta: UGM Press.

ANALISIS SEISMISITAS PADA DAERAH SULAWESI UTARA

Bambang Harimei S. *, Muh. Altin Massinai, Mustakim

Laboratorium Geofisika Padat, Program Studi Geofisika, FMIPA Universitas Hasanuddin, Makassar

Penulis koresponden. Alamat email: bambang_harimei2004@yahoo.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang seismisitas daerah Sulawesi Utara. Penelitian bertujuan untuk menentukan nilai-a (seismisitas) dan nilai-b (kerapuan batuan) Data yang digunakan berasal dari aktivitas lempeng Sulawesi Utara dimulai dari tahun 1980 berakhir 2015. Metode yang digunakan dalam mencapai tujuan adalah *maximum Likelihood* dengan variabel nilai kerentanan batuan yang diberi lambang huruf b, nilai seismisitas yang diberi lambang a dan periode ulang (T) dari magnitudo momen yang besarnya 6 SR ke atas dengan lambang (M_w). Adapun hasilnya nilai-a berkisar antara 5.5 – 9.5, nilai-b berkisar antara 0.75 – 1.5 dan periode ulang ($M_w = 6$) berkisar 2 - 10 Tahun, ($M_w = 7$) berkisar 10 – 60 Tahun, ($M_w = 7.5$) berkisar 35 – 150 Tahun, ($M_w = 8$) berkisar 95 – 360 tahun.

Kata kunci: Nilai b, nilai a *Maximum Likelihood*, Periode ulang, Seismisitas

Abstract

A research on seismicity of North Sulawesi. The study aims to determine the value-a (seismicity) and b value (fragility rock) data used comes from the activity of the plate to North Sulawesi began in 1980 ended 2015. The method used to achieve the goal is maximum likelihood rocks with variable susceptibility values by emblem letter b, the value of which was given the symbol of a seismicity and return period (T) of the magnitude of moment magnitude 6 SR upwards with the symbol (M_w). The result-a value ranging between 5.5 and 9.5, b values ranged between 0.75 and 1.5 and a return period ($M_w = 6$) ranging from 2 to 10 years, ($M_w = 7$) ranges from 10 to 60 years, ($M_w = 7.5$) range 35 to 150 Year, ($M_w = 8$) ranges from 95 to 360 years.

Keywords: b value, the value of a maximum likelihood, period, seismicity

Pendahuluan

Pergerakan lempeng-lempeng mikro, maupun lempeng-lempeng utama yang ada di sekitar pulau Sulawesi. Pergerakan ini sebagai manifestasi dari tektonik yang dapat berdampak pada munculnya kawasan rawan bencana gempa bumi (Ismullah et al., 2015). Bagian Sulawesi yang sangat rawan gempa salah satunya daerah Sulawesi Utara dengan koordinat

$00^{\circ}15'51'' - 05^{\circ}34'06''$ LU / $123^{\circ}07'00'' - 127^{\circ}10'30''$ BT. Lokasi ini merupakan daerah dengan tingkat aktivitas gempa bumi yang sangat tinggi. Hal ini dikarenakan daerah Sulawesi Utara dan sekitarnya terletak di antara batas-batas dan saling berinteraksi satu lempeng dengan lempeng lainnya, Interaksi ini mengakibatkan terbentuknya jalur subduksi dan sesar.

Analisis Seismisitas pada Daerah Sulawesi Utara

Dengan menggunakan metode Lesat Square Ratih (2015) telah melakukan penelitian tentang aktivitas lempeng tektonik di Sulawesi Tenggara, sebagai hasilnya nilai-a berkisar antara 1,119037189 – 1,83792, nilai-b berkisar antara -0,22391 - -0,1577, indeks seismisitas berkisar antara 0,070341 – 0,301995, dan periode ulang berkisar antara 3,311311 – 14,425608 tahun.

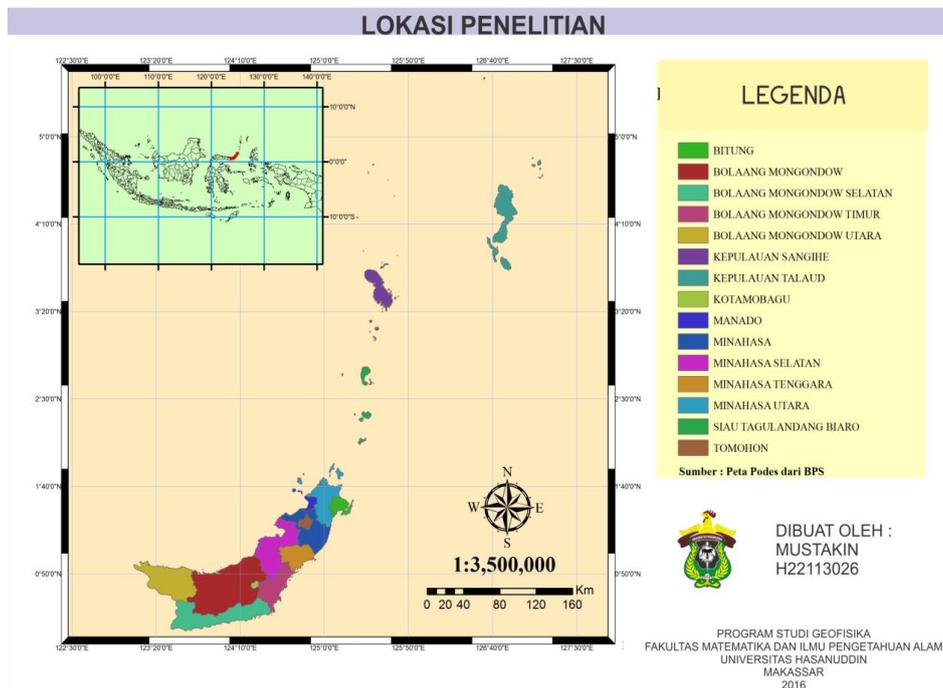
Di samping itu, Lumintang dkk (2015) meneliti tentang Analisis Tingkat Seismisitas Dan Tingkat Kerapuhan Batuan Di Maluku Utara yang menghasilkan nilai-b berkisar pada 0,75-1,5 dan nilai-a adalah berkisar pada 6,5-10. Periode ulang gempa bumi untuk daerah Maluku Utara dengan magnitudo $M_w = 6,5$

adalah 3-19 tahun, gempa dengan magnitudo $M_w = 7$ adalah 5-52 tahun, dan gempa dengan magnitudo $M_w = 7,5$ adalah 15-140 tahun.

Metode Penelitian

Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data sekunder kejadian gempabumi dari koordinat $00^{\circ}15'51'' - 05^{\circ}34'06''$ LU / $123^{\circ}07'00'' - 127^{\circ}10'30''$ BT dengan katalog USGS periode tahun 1980 – 2015 dengan batasan data magnitudo (M) ≥ 4 SR dan kedalaman (h) ≤ 100 km yang meliputi daerah Sulawesi Utara.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Pengolahan Data

Pengolahan data di Ms. Excel bertujuan merapikan data sekunder yang diperoleh dari katalog gempabumi USGS dan menyusun format tabel yang sesuai dengan pembacaan di software ZMAP. Format yang telah sesuai nantinya akan dicopy ke Notepad untuk di-save as dengan format file .dat

Konversi Skala Magnitudo

Gempa yang direkam pada katalog data gempa biasanya menggunakan skala magnitudo yang berbeda-beda, untuk itu perlu diseragamkan skala magnitudo tersebut kedalam Moment Magnitude (M_w), menggunakan Ms.Excel.

Penyortiran Katalog Gempa (Declustering)

Proses penyortiran katalog gempa bertujuan untuk memilah gempa utama terhadap gempa-gempa rintisan (foreshock) dan susulan (aftershock), sehingga didapat gempa yang independen menggunakan software ZMAP 6.0.

Nilai Magnitude Of Completeness (Mc), Nilai-a, Nilai-b, Dan Periode Ulang

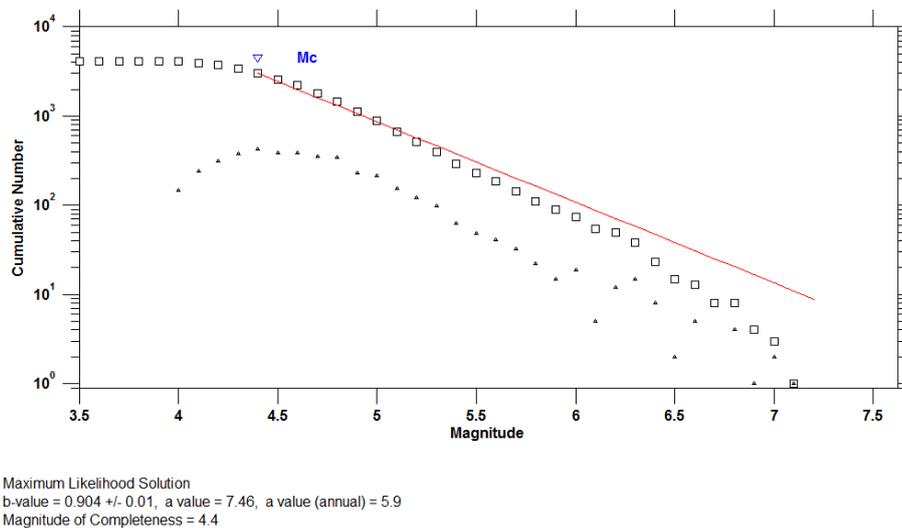
Data yang terdiri dari longitude, latitude, tahun, bulan, hari, magnitudo, kedalaman, jam, dan menit (kejadian gempabumi), diolah menggunakan software ZMAP 6.0 untuk menghitung nilai Mc (Magnitude Of Completeness), nilai-a (keaktifan seismik), nilai-b (kerapuhan batuan) dan periode ulang gempabumi.

Supaya nilai b dan nilai a lebih akurat maka nilai b dibuatkan cluster-cluster di dalam peta. Dalam hal ini, dibagi dua cluster. hal ini bertujuan untuk mempermudah dalam menganalisa Nilai-b. Cluster I meliputi $2,5^0$ LU – 5.159^0 LU dan 123.311^0 BT – 127.024^0 BT. Dan Cluster II meliputi -0.022^0 LS – 2.5^0 LU dan 123.311^0 BT – 127.024^0 BT.

Hasil dan Pembahasan

Distribusi Frekuensi Magnitudo Kurun Waktu 35 Tahun

Distribusi frekuensi magnitudo menggambarkan distribusi katalog tentang hubungan magnitudo dan jumlah gempa yang terjadi. Parameter yang paling penting dalam menentukan nilai-a dan nilai-b adalah magnitudo of completeness (Mc).



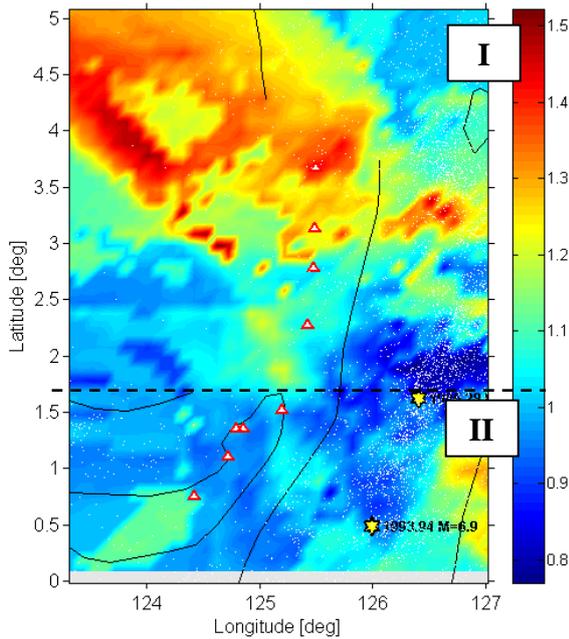
Gambar 2. Kurva Nilai b, Nilai a dan M_c

Dalam **Gambar 2** menginformasikan bahwa Nilai Magnitudo of completeness (M_c) yaitu sebesar 4.4 SR nilai-b sebesar 0.904, nilai-a sebesar 7,46 dengan bila dihitung secara manual sebesar 5,9. nilai-b yang rendah ini berarti tingkat kerapuhan batuan daerah Sulawesi bagian Utara tergolong tinggi. Hal ini, dapat diartikan lempeng tektonik memiliki peluang terjadinya gempa-gempa besar. Sedang nilai-a mengidentifikasi bahwa

lempeng tektonik Sulawesi Utara memiliki tingkat keaktifan tinggi.

Peta Variasi Spasial Nilai-b

Pada **Gambar 3** nilai-b berkisar antara 0.75 – 1.5. Hal ini menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki tingkat kerapuhan batuan tergolong tinggi. Dengan demikian lempeng tektonik di daerah ini memiliki peluang terjadinya aktivitas seismik dapat dikatakan tinggi.



Gambar 3. Nilai-b Cluster I Dan Cluster II

Tabel 1. Nilai-b pada Cluster I dan Cluster II

Cluster	Nilai-b	Daerah
I	0.98 – 1.5	Kep. Talaud dan Kep. Sangihe.
II	0.8 – 1.25	Manado, Tomohon, Bitung, Minahasa, Minahasa Utara, Minahasa Selatan, Minahasa Tenggara, Bolaang Mongondow, Bolaang Mongondow Selatan dan Bolaang Mongondow Timur.

Nilai-b yang tinggi terdapat pada cluster I sebesar 0.98 – 1.5, meliputi daerah Kepulauan Talaud dan Kepulauan Sangihe. Hal ini disebabkan karena daerah tersebut merupakan jalur gunung api serta memiliki struktur yang rapuh kerana dilalui Sesar Sangihe, Palung Cotabato, Cekungan Sangihe dan Sesar Halmahera. Hal ini sesuai dengan pernyataan oleh (Wandono, 2004), bahwa nilai b bergantung pada kondisi struktur, makin besar nilai b menggambarkan struktur makin tidak homogen, pada daerah temperatur tinggi seperti dapur magma dan sumber geothermal menunjukkan nilai b yang tinggi. Pada cluster I terdapat

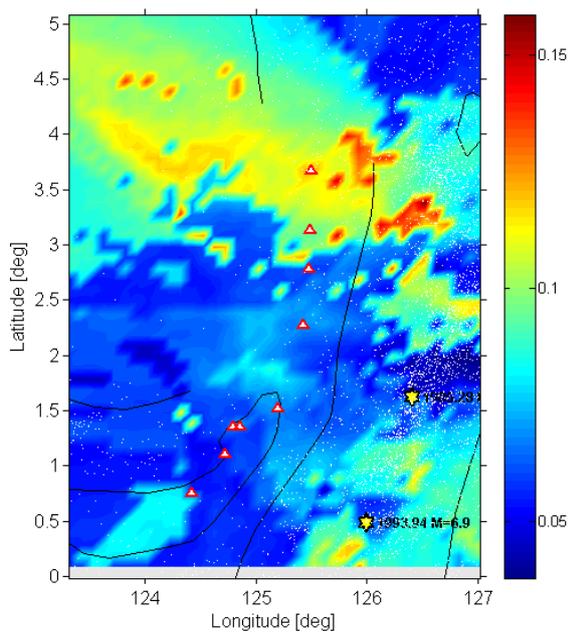
Cekungan Celebes, yang terletak di daerah sebelah Barat Sulawesi Utara. Cekungan Celebes terletak dibatuan dasar cekungan berumur Eosen, dengan ketebalan sedimen 1000 – 2000 m pada kedalaman 2000 m. Cekungan ini memiliki daerah terbuka yang mencapai 29.275 km². Cekungan Celebes merupakan cekungan sedimen yang belum punya bukti adanya pembentukan migas (Suliantara dan Susantoro, 2013). hal ini menandakan bahwa pada daerah cluster I memiliki tingkat kerapuhan batuan (b-value) yang tinggi karena daerah tersebut didominasi oleh sedimen.

Nilai-b yang rendah terdapat pada cluster II sebesar 0.8 – 1.25, meliputi Manado, Tomohon, Bitung, Minahasa, Minahasa Utara, Minahasa Selatan, Minahasa Tenggara, Bolaang Mongondow, Bolaang Mongondow Selatan dan Bolaang Mongondow Timur. Hal ini dikarenakan daerah tersebut hanya dipengaruhi oleh sesar yang kurang aktif atau sesar yang lebih kecil seperti Sesar Manado, Sesar Bolmong dan Sesar Amurang.

Geologi daerah Sulawesi Utara (Cluster II) didominasi oleh batu gamping, sebagai satuan pembentuk cekungan sedimen Raratotok (Somputan, 2012). Hal ini menandakan bahwa pada cluster II memiliki tingkat kerapuhan batuan (b-value) yang rendah, karena batu gamping memiliki ketahanan yang kompak dan keras. akibatnya kondisi batuan di daerah tersebut tidak rapuh bila dibandingkan dengan cluster I.

Secara teori nilai-b merupakan parameter seismotektonik suatu daerah dimana terjadi gempabumi dan tergantung dari sifat batuan setempat dan berdasarkan hasil penelitian para ahli sebelumnya (Scholz, 1968) menyatakan bahwa nilai-b rendah berkorelasi dengan seismisitas rendah jika nilai-b tinggi maka tingkat seismisitasnya tinggi.

Selain itu, lempeng tektonik dengan heterogenitas yang besar berkorelasi dengan harga nilai-b yang tinggi (Mogi, 1962). Penelitian variasi spasial b-value telah dilakukan oleh para ahli di sejumlah daerah aktif gempa. Para ahli menyimpulkan bahwa b-value tidak bervariasi secara sistematis (konstan) dan diperkirakan nilainya berkisar sekitar 1.0. Tetapi Schorlemmer et all. (2004) dan Wesnousky et all. (1983) dan beberapa ahli lainnya menunjukkan bahwa b-value bervariasi secara signifikan di beberapa sesar aktif.



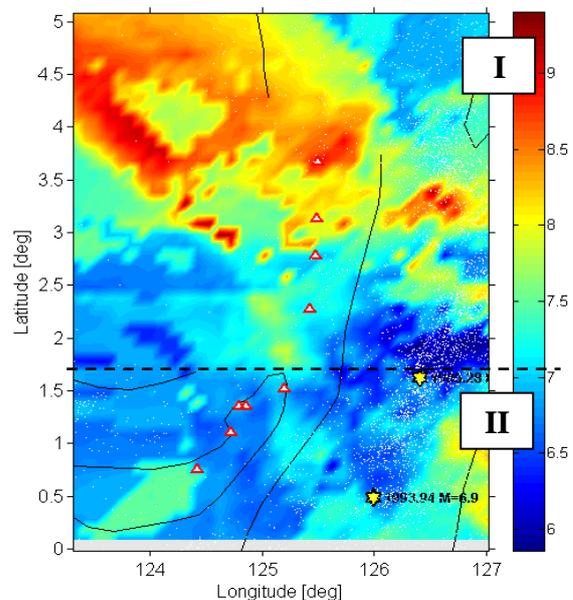
Gambar 4. Peta Variasi Spasial Standar Deviasi Nilai-b di daerah Sulawesi Bagian Utara

Peta Variasi Spasial Nilai-a

Distribusi spasial nilai-a (**Gambar 5**) tampak mirip dengan sebaran nilai-b. terlihat bahwa variasi nilai-a berada dalam kisaran 5.5 – 9.5. daerah penelitian dalam hal ini Sulawesi Bagian Utara dibagi kedalam II cluster. hal ini bertujuan untuk mempermudah dalam menganalisa sebaran nilai-a. Cluster I meliputi $2,5^{\circ}$ LU – $5,159^{\circ}$ LU dan $123,311^{\circ}$ BT – $127,024^{\circ}$ BT. Dan Cluster II meliputi $-0,022^{\circ}$ LS – $2,5^{\circ}$ LU dan $123,311^{\circ}$ BT – $127,024^{\circ}$ BT.

Cluster I menghasilkan nilai-a berkisar 7.3 – 9.5, meliputi daerah Kepulauan Talaud

dan Kepulauan Sangihe. Cluster II menghasilkan nilai-a berkisar 5.5 – 8, meliputi daerah Manado, Tomohon, Bitung, Minahasa, Minahasa Utara, Minahasa Selatan, Minahasa Tenggara, Bolaang Mongondow, Bolaang Mongondow Selatan dan Bolaang Mongondow Timur. Distribusi nilai-a yang tinggi terdapat pada cluster I. Nilai-a yang tinggi mengindikasikan daerah tersebut memiliki keaktifan seismik yang tinggi. Untuk distribusi nilai-a yang rendah terdapat pada cluster II. Nilai-a pada cluster II tidak setinggi pada cluster I. Hal ini menunjukkan daerah pada cluster II memiliki keaktifan seismik yang rendah dibandingkan dengan cluster I.

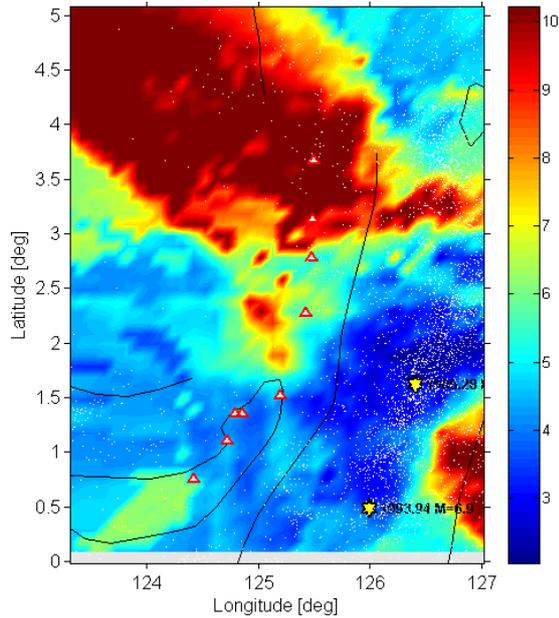


Gambar 5. Nilai-a Cluster I Dan Cluster II

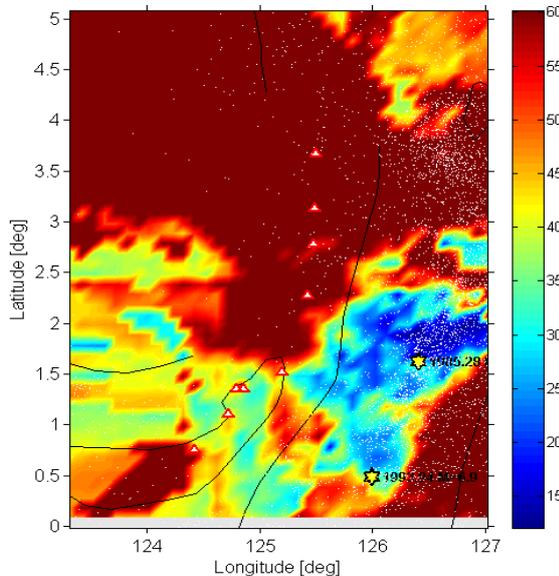
Besaran nilai-a digunakan untuk menunjukkan tinggi rendahnya aktivitas seismik disuatu daerah, nilai ini selain bergantung pada jumlah event yang ada dalam batasan penelitian tersebut juga bergantung pada volume dan *time window* (Rohadi, dkk., 2007). Nilai-a dan Nilai-b yang rendah disuatu zona yang sama menunjukkan bahwa zona tersebut berpeluang terjadinya gempa besar diwaktu yang akan datang yang disebabkan oleh adanya akumulasi energi yang menimbulkan tingkat stress yang tinggi di zona tersebut.

Daerah-daerah dengan nilai-a yang tinggi juga merupakan daerah-daerah dengan nilai-b yang tinggi. Hal ini serupa dengan pernyataan Rohadi (2009), yaitu pola distribusi nilai-b dan nilai-a memiliki kesesuaian dimana daerah dengan nilai-b yang tinggi bersesuaian dengan nilai-a yang tinggi.

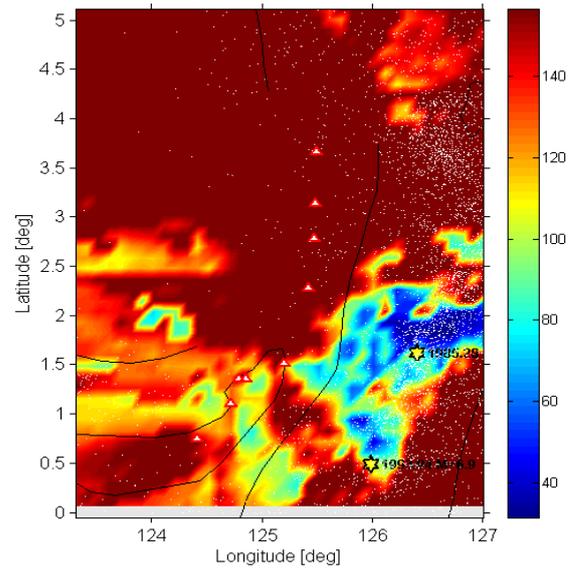
Periode Ulang Gempabumi



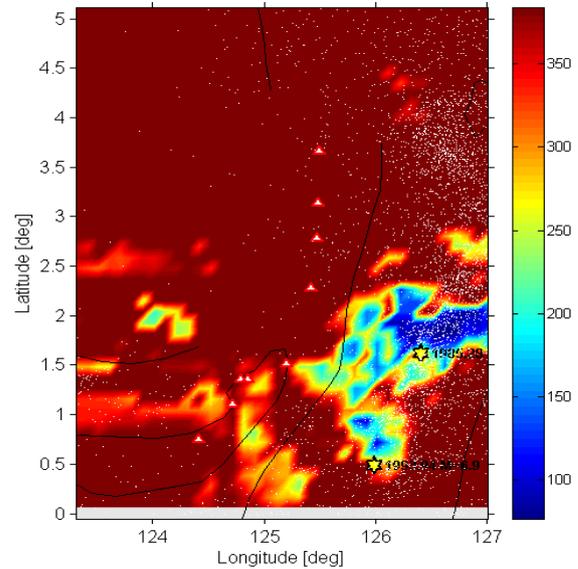
Gambar 6. Peta Variasi Spasial Periode Ulang dengan Mw = 6 SR.



Gambar 7. Periode Ulang Dengan Mw = 7 SR.



Gambar 8. Peta Variasi Spasial Periode Ulang dengan Mw = 7.5 SR.



Gambar 9. Peta Variasi Spasial Periode Ulang Dengan Mw = 8 SR

Dari hasil perhitungan periode ulang gempabumi (**Gambar 6, 7, 8 dan 9**), prediksi terjadinya gempa ulang dengan Mw = 6 , Mw = 7 , Mw = 7.5 dan Mw = 8.

Tabel 4.2 Periode Ulang Gempabumi

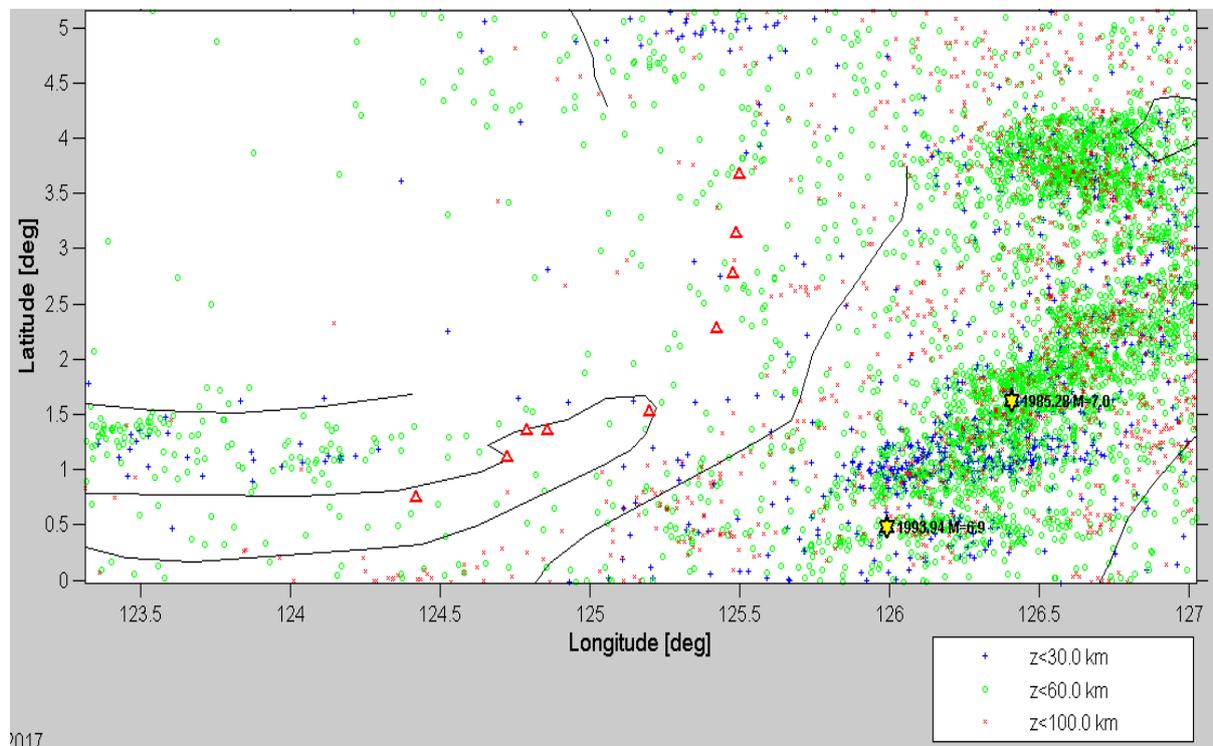
Mw	Periode Ulang Gempabumi
6	2 - 10 Tahun
7	10 - 60 Tahun
7.5	35 - 150 Tahun
8	95 - 360 Tahun

Pada **Gambar 6** tampak bahwa gempa bumi dengan magnitudo 6 di daerah ini memiliki periode ulang yang berbeda – beda yaitu sekitar 2- 10 Tahun. Periode ulang tercepat sekitar 3-5 Tahun meliputi daerah Manado, Tomohon, Bitung, Minahasa, Minahasa Utara, Minahasa Selatan, Minahasa Tenggara. Periode ulang dengan $M_w = 7$ pada **Gambar 7** adalah 10 – 60 Tahun, Periode ulang tercepat terdapat pada daerah Manado, Tomohon, Minahasa, Minahasa Selatan, dan Minahasa Tenggara. Periode ulang dengan $M_w = 7.5$ (**Gambar 8**) adalah 35 – 150 Tahun, periode ulang tercepat terdapat pada daerah Tomohon, Minahasa, Minahasa Selatan dan Minahasa Tenggara dengan periode ulang sebesar 80 Tahun. Untuk periode ulang dengan $M_w = 8$

(**Gambar 9**) adalah 95 – 360 Tahun, daerah dengan periode ulang tercepat terdapat pada daerah Tomohon, Minahasa, dan Minahasa Tenggara dan Minahasa Selatan, dengan periode ulang sebesar 260 Tahun. Periode ulang yang pendek biasanya berkorelasi dengan nilai-b dan nilai-a yang rendah.

Daerah-daerah dengan periode ulang tercepat umumnya merupakan daerah-daerah dengan nilai-a dan nilai-b rendah, seperti daerah Manado, Tomohon, Bitung, Minahasa, Minahasa Utara, Minahasa Selatan, Minahasa Tenggara. Hal ini menunjukkan bahwa daerah-daerah tersebut lebih berpotensi untuk terjadinya gempa dengan magnitudo yang besar.

Seismisitas di Daerah Sulawesi Bagian Utara.



Gambar 10 Seismisitas lempeng tektonik Sulawesi Utara

Daerah Sulawesi bagian Utara memiliki tingkat kegempaan yang sangat tinggi yang tersebar di laut dan di darat. Sumber gempabumi di daerah Sulawesi Utara terletak di laut akibat tumbukan antar busur kepulauan di sebelah Timur Sulawesi Utara dan Barat Halmahera yang menghasilkan penunjaman Punggungan Mayu, penunjaman Sulawesi Utara akibat adanya tumbukan antar busur vulkanik Sulawesi Utara dengan busur kepulauan dan sekumpulan sesar aktif di darat.

Pada bagian Timur Sulawesi Utara terbentuk suture Maluku yang terjadi akibat tumbukan ganda antara lempeng Laut Maluku dengan busur Halmahera dan Sangihe. Tumbukan tersebut diperkirakan terjadi pada kala Pliosen (Hall dan Wilson, 2000). Hal ini mengakibatkan terbentuknya Penunjaman Mayu yang masih aktif hingga kini, yaitu dicirikan dengan dengan tingkat kegempaan yang sangat tinggi.

Pada **Gambar 10** terlihat bahwa gempabumi dengan kedalaman di bawah 60.0 km paling dominan terjadi. Tingkat seismisitas tertinggi terlihat di daerah sebelah Timur Sulawesi bagian Utara, hal ini dikarenakan adanya aktivitas penunjaman Punggungan Mayu yang menjadi sumber gempabumi di daerah Sulawesi.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan analisis maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai *Magnitude of Completeness* (M_c) di wilayah Sulawesi bagian Utara yaitu 4.4. Variasi spasial nilai-a di wilayah Sulawesi bagian Utara berkisar 5.5 – 9.5, wilayah dengan nilai-a tertinggi yaitu Kepulauan Talaud dan Kepulauan Sangihe. Variasi spasial nilai-b di wilayah Sulawesi Bagian Utara berkisar 0.75 –

1.5, wilayah dengan nilai-b tertinggi yaitu Kepulauan Talaud dan Kepulauan Sangihe. Periode ulang gempabumi dengan $M_w = 6$ adalah berkisar 2 – 10 Tahun, $M_w = 7$ adalah berkisar 10 – 60 Tahun, $M_w = 7.5$ adalah berkisar 35 – 150 Tahun, $M_w = 8$ adalah berkisar 95- 360 Tahun.

2. Tingkat seismisitas tertinggi berada di bagian Timur wilayah Sulawesi Bagian Utara, hal ini disebabkan oleh aktivitas penunjaman Punggungan Mayu.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan yaitu dengan mempertimbangkan faktor indeks seismisitas, probabilitas kejadian gempa bumi, dan diperlukan penelitian lebih lanjut terhadap wilayah dengan nilai b yang rendah. Kerena wilayah dengan nilai-b yang rendah memiliki peluang terjadinya gempa dengan magnitude yang besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Hall, R. and M.E.J. Wilson. 2000. *Neogene Sutures in Eastern Indonesia*. Journal of Asian Earth Sciences, 18, 781–808.
- Ismullah, Muhammad Fawzy, Lantu, Aswad, Sabrianto, Massinai, Muh. Altin. 2015. Tectonics Earthquake Distribution Pattern Analysis Based Focal Mechanisms (Case Study Sulawesi Island, 1993-2012). AIP Conference Proceedings. Bandung.
- Lumintang, Gaby, Pasau, Guntur, dan Tongkukut. 2015. *Analisis Tingkat Seismisitas Dan Tingkat Kerapuhan Batuan Di Maluku Utara*. Jurnal Ilmiah Sains Vol. 15 No. 2, Oktober 2015.
- Mogi, K., 1962. *Magnitude-frequency relationship for elastic shocks accompanying fractures of various materials and some related problem in earthquakes*. Bull. Earthquake Res. Inst. Univ.Tokyo, 40:831-833

- Ratih, Dewi Astari. 2015. *Analisis Seismisitas Dan Periode Ulang Gempabumi Wilayah Sulawesi Tenggara Berdasarkan B-Value Metode Least Square*, Program Sarjana, Jurusan Fisika, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Rohadi, Supriyanto. 2009. *Distribusi Spasial dan Temporal Seismotektonik Wilayah Subduksi Jawa*. Megasains 1(4):180-188
- Rohadi, Supriyanto, Grandis, Hendra, dan Ratag, M.A. (2007) : *Studi Variasi Spasial Seismisitas Zona Subduksi Jawa*, Jurnal Meteorologi dan Geofisika, Vol.8 No.1
- Schorlemmer, D., S. Wiemer, and M. Wyss., 2004, *Earthquake Statistic at Parkfield: Stationary of b-Values*, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 109.
- Scholz, C. H. 1968. *The frequency magnitude relation of microfracturing in rock and its relation to earthquakes*. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 58:399-415.
- Somputan, Amstrong F.2012.*Struktur Geologi Sulawesi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Suliantara, dan Susantoro, Trimuji. 2013. *Pemetaan Cekungan Target Eksplorasi Migas Kawasan Timur Indonesia*. Lembaran Publikasi Minyak dan Gas Bumi. Vol. 47 No.1, April 2013: 9 – 17.
- Wesnousky, S.G., Scholz, C.H., Shimazaki, K., and Matsuda, T., 1983, *Earthquake Frequency Distribution and Mechanics of Faulting*, *Journal of Geophysical Research*, Vol: 88, No. B11, P.9331-9340.
- Wandono. 2004. *Analisis Hubungan Frekuensi-Magnitudo Gempabumi Di Bali Dan Sekitarnya*. *Jurnal Matematika Dan Sains*. 9(3): 273-277

KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA MATAAIR PANAS DAERAH BARASANGA KABUPATEN KONAWE UTARA, PROVINSI SULAWESI TENGGARA

Jamaluddin^{1*}, Emi Prasetyawati Umar²

¹Jurusan Teknik Geologi, Sekolah Geosains, China University of Petroleum, Qingdao, China

²Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia

*Penulis koresponden. Alamat email: jamaljamaluddin1994@gmail.com

Abstrak

Daerah Barasanga menunjukkan manifestasi panasbumi berupa mataair panas dan endapan travertin. Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik fisik dan kimia mataair panas Barasanga. Metode yang digunakan adalah studi pustaka dan observasi lapangan seperti pemetaan sebaran mataair panas, pengambilan sampel batuan kemudian dianalisis laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tipe dan jenis travertin pada mataair panas di daerah penelitian termasuk ke dalam jenis Incoherent Travertines. Suhu rata-rata 48 °C dan pH 7,85, warna jernih, berbau belerang dan berasa asin. Geokimia tipe mataair panas daerah penelitian merupakan tipe air klorida.

Kata kunci: Barasanga, Manifestasi, Mataair panas, Panasbumi, Travertin

Abstract

Barasanga determined the manifestation of geothermal of hot water spring and sediment of travertine. This research aimed to analyze physical and chemistry characteristics of hot springs in Barasanga. The methods used are literature study and field observations such as mapping the distribution of hot water spring, rock samples were analyzed in the laboratory. The results showed that the type and variety of travertine in the hot water Spring in the research area were classified as Incoherent Travertines. Average temperature of 48 °C and pH of 7.85, clear color, smelled sulfur and taste the salty. Geochemical types of hot water Spring is a type of chloride.

Key Words : Barasanga, Manifestation, Hot water Spring, Geothermal, Travertin

Pendahuluan

Pulau Sulawesi memiliki potensi energi alternatif berupa panasbumi (*geothermal*) akibat adanya proses geologi berupa vulkanisme dan tektonik. Manifestasi panasbumi di permukaan terjadi karena adanya rekahan yang memungkinkan fluida panas ke permukaan, rekahan dapat terbentuk karena adanya struktur geologi yaitu sesar Lasolo yang terdapat di Daerah

Barasanga. Sesar Lasolo diperkirakan masih aktif hingga sekarang yang ditandai dengan keterdapatannya mataair panas di daerah Barasanga (Rusmana, dkk. 1993).

Berdasarkan survey lapangan daerah Barasanga menunjukkan karakteristik panasbumi berupa manifestasi yaitu mataair panas dan akumulasi pengendapan mineral kalsit atau mineral karbonat (CaCO_3) yang membentuk travertin.

Travertin merupakan bagian dari batuan sedimen karbonat terestrial atau darat yang dibentuk oleh pengendapan atau presipitasi mineral karbonat dari larutan dalam tanah dan permukaan air, dan atau secara pemanasan dari mataair panas (Pentecost, 2005). Mataair panas dianalisis secara fisik dan kimia melalui pendekatan geokimia untuk mengetahui tipe mataair panas daerah Barasanga.

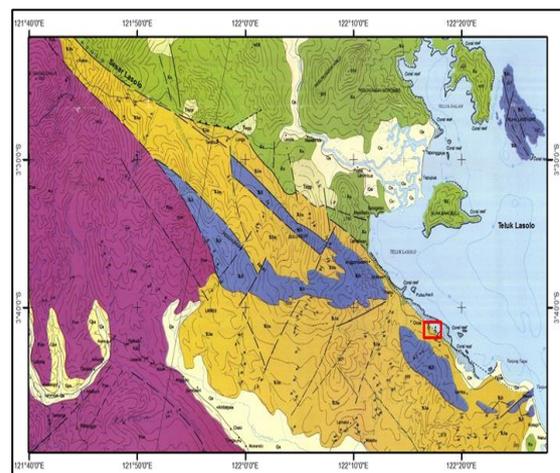
Geologi Regional

Secara regional, struktur dan geologi yang dijumpai pada peta geologi Lembar Lasusua-Kendari (gambar 1) adalah Sesar, Lipatan dan Kekar. Sesar dan kelurusan umumnya berarah Baratlaut-Tenggara searah dengan sesar Lasolo. Sesar Lasolo berupa sesar geser jurus mengiri (sinistral) yang diduga masih giat hingga kini, yang dibuktikan dengan adanya mata air panas di Batugamping terumbu yang berumur Jolosen pada Jalur Sesar tersebut di Tenggara Tinobu, tepatnya di daerah Barasanga Kecamatan Lasolo. Sesar naik ditemukan di Tanjung Labuandala di selatan Lasolo, yaitu beranjaknya batuan ofiolit ke atas batuan Formasi Meluhu. Sesar Lasolo berarah Baratlaut-Tenggara, membagi Lembar Kendari menjadi dua bagian. Sebelah timurlaut sesar disebut Lajur Hialu dan sebelah baratdaya disebut Lajur Tinondo (Rusmana, dkk, 1993). Lajur Hialu umumnya merupakan himpunan batuan yang bercirikan asal Kerak Samudera dan Lajur Tinondo merupakan himpunan batuan yang bercirikan asal paparan benua.

Komposisi Kimia Mataair Panas

Pada saat air tanah bersentuhan dengan mineral yang ada dalam tanah dan batuan, maka terjadilah pelarutan mineral-mineral tersebut. Proses ini berlanjut hingga tercapai kesetimbangan konsentrasi unsur-unsur dalam air tanah. Dalam sistem mataair panas, rata-rata nilai pH adalah asam sampai basa (4-9) dimana pH pada air permukaan lebih besar daripada air di

kedalaman. Dari nilai pH ini dapat mengindikasikan adanya jenis air yang terkandung dalam suatu sistem panasbumi. Dimana jenis air ini tergantung dari unsur-unsur kimia yang terkandung di dalamnya. Pada kedalaman kurang dari 2 km, dengan adanya peningkatan permeabilitas batuan, fluida reservoir akan mendidih yang mengakibatkan tingginya konsentrasi unsur-unsur yang tidak dapat menguap, sedangkan unsur yang mudah menguap larut kedalam air mengakibatkan pH semakin asam.



Gambar 1. peta geologi Lembar Lasusua-Kendari

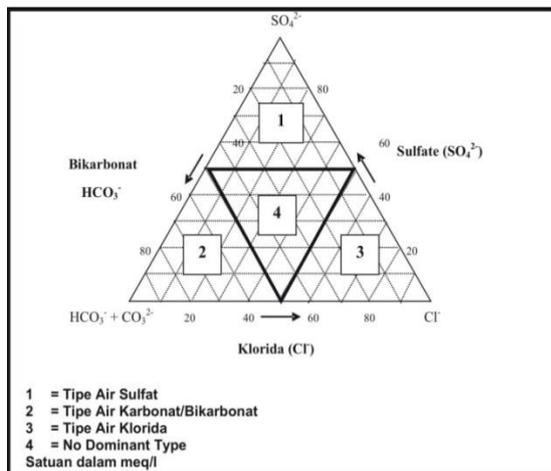
Karakteristik Mataair Panas

Keberadaan mataair panas pada suatu daerah, dapat terbentuk oleh dua sebab yaitu oleh aktivitas tektonik aktif dan vulkanisme (Nicholson, 1993):

- a) Mataair panas akibat vulkanik aktif, dicirikan oleh air panas dengan temperatur permukaan yang tinggi dengan suhu di atas 100°C , suhunya tetap, dijumpai endapan sinter, sulfat dan sulfur, memiliki kandungan ion sulfat dan unsur sulfur yang tinggi akibat reaksi oksidasi H_2S di atas permukaan tanah dan unsur volatil magma dari kegiatan vulkanik.
- b) Mataair panas akibat tektonik aktif, dicirikan oleh air panas temperatur permukaan rendah dengan suhu antara $20^{\circ}\text{--}100^{\circ}\text{C}$, dijumpai berupa travertin, dan memiliki kandungan ion sulfat dan unsur sulfur yang relatif lebih rendah.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode kualitatif dan kuantitatif yang dipadukan dengan hasil kajian pustaka, penelitian terdahulu, data lapangan, serta hasil penelitian laboratorium yang keseluruhannya dikaji dan dianalisis. Analisis sifat fisik dan kimia mataair panas melalui analisis kimia air panas dengan menggunakan diagram trilinear dalam penentuan tipe mataair panas daerah Barasanga melalui pendekatan geokimia.



Gambar 2. Diagram Trilinear untuk penentuan tipe mataair panas berdasarkan kandungan ion klorida, sulfat dan bikarbonat (Nicholson, 1993).

Hasil dan Pembahasan

Daerah penelitian, tepatnya daerah tempat keluarnya mata air panas tersusun oleh litologi berupa batugamping, dimana mataair panas keluar melalui rekahan-rekahan pada batugamping tersebut.

Tabel 1 menunjukkan sifat fisik mataair panas berupa warna, bau, rasa, suhu, dan pH dari keenam sampel mataair panas. Dari tabel tersebut terlihat jelas bahwa nilai rata-rata kandungan pH dari keenam mataair panas berkisar antara 7,85 dan memiliki rasa asin, bau belerang (sulfur) karena dari hasil analisis kimia kandungan sulfur dari keenam mataair panas rata-rata 10,3% sehingga menyebabkan terciumnya bau belerang di sekitar daerah manifestasi panasbumi namun kandungan dari

belerang ini terlampau kecil dari kandungan belerang dari sistem panasbumi dari daerah vulkanik. Kenampakan warna mataair panas disalah satu stasiun pengamatan dapat dilihat pada gambar 3.

Rasa asin dari mataair panas didukung oleh hasil analisis kimia mataair panas yang mengandung kadar salinitas sebesar 20%, hal ini terjadi karena daerah terdapatnya mataair panas berdekatan dengan daerah laut, ditunjukkan juga dengan nilai Klorida (Cl) yang tinggi yang menyebabkan terjadinya reaksi Natrium (Na) yang dikandung mataair panas dengan ion klorida sehingga menimbulkan rasa asin dari mataair panas yang berpengaruh terhadap nilai pH dari keenam sampel mataair panas yaitu rata-rata 7,8-7,9.



Gambar 3. Kenampakan warna mataair panas.

Fluida reservoir umumnya berasal dari air meteorik yang meresap kedalam tanah. Reaksi fluida dengan batuan reservoir sangat berpengaruh dalam merubah komposisi air yang masuk ke dalam reservoir. Nilai pH yang didapatkan dari sampel mataair panas tersebut dapat mengindikasikan adanya jenis air yang terkandung dalam suatu sistem panasbumi. Jenis air tersebut ini tergantung dari unsur-unsur kimia yang terkandung di dalamnya.

Tabel 1. Tabel ciri fisik dan kimia mataair panas daerah penelitian.

NO	Parameter	Mataair Panas (MAP)					
		I	II	III	IV	V	VI
1	Warna	Jernih	Jernih	Jernih	Jernih	Jernih	Jernih
2	Bau	Sulfur	Sulfur	Sulfur	Sulfur	Sulfur	Sulfur
3	Rasa	Asin	Asin	Asin	Asin	Asin	Asin
4	Suhu (°C)	50	40	50	53	51	45
5	pH	7,9	7,9	7,8	7,8	7,8	7,9

Hasil pengukuran suhu dari mata air panas I dan III memiliki suhu yaitu 50°C sedangkan pada mataair panas IV dan V yaitu 53°C dan 51°C. Pada mataair panas VI dan II agak sedikit lebih rendah yaitu 45°C dan 40°C. Rata-rata suhu permukaan mataair panas pada daerah Barasanga menunjukkan suhu yang kurang dari 100°C. Hal tersebut menunjukkan karakteristik kimia air panas yang sama dengan kimia air tanah di sekitarnya. Dengan temperatur permukaan dari keenam mata air panas yang berkisar antara 40°C-53°C pada daerah penelitian maka termasuk kedalam temperatur rendah yang merupakan penciri dari mata air panas dari daerah non vulkanik yang memungkinkan air tanah bekerja secara langsung untuk dipanaskan.

Keberadaan manifestasi panasbumi dipermukaan, diperkirakan terjadi karena adanya perambatan panas dari permukaan atau karena adanya rekahan-rekahan yang memungkinkan fluida panasbumi mengalir ke permukaan (Gupta, dkk 2007). Nilai rata-rata kandungan pH mataair panas berkisar antara 7,85 dan memiliki rasa asin, bau belerang (sulfur), kenampakan warna mataair panas yang terlihat begitu jernih. Sedangkan temperatur permukaan dari mata air panas yang berkisar antara 40 °C pada daerah penelitian maka termasuk kedalam *Low Temperature Water* yang merupakan penciri dari mata air panas akibat proses tektonik (Brophy, 2011).

Kesimpulan

Sifat fisik mataair panas yaitu memiliki suhu rata-rata 48⁰C dan pH 7,85, dengan warna jernih, berbau belerang dan berasa asin sedangkan dari hasil geokimia tipe mataair pada daerah penelitian tersebut adalah tipe air klorida (*chloride water*).

Daftar Pustaka

- Brophy, P. (2011). *An Introduction to Geothermal Energy*. USA: CGEC Geothermal Outreach Workshop.
- Grupta, H. and Roy, S. (2007). *Geothermal Energy*. Amsterdam, Netherland: Elsevier.
- Nicholson, K. (1993). *Geothermal Fluids Chemistry and Exploration Technique*. Scotlandia, UK: School of Applied Science, University Aberden.
- Pentecost, A. (2005). *Travertine Dordrecht Netherlands*. Kluwer Academic Publisher Group.
- Rusmana, E., Sukido, Sukarna, D., Haryono, E., Simanjuntak, T.O. (1993). *Keterangan Peta Geologi Lembar Lasusua - Kendari, Sulawesi, Skala 1:250.000*. Bandung: Puslitbang Geologi, Badan Geologi.

PENENTUAN POTENSI SUMBERDAYA HIPOTETIK TIMAH PRIMER DI DAERAH AIR INAS KEPULAUAN BANGKA BELITUNG

Andi Darmawansyah¹, Makhrani^{1*}, Syamsuddin¹

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

Penulis koresponden. Alamat email: makhranigeofisika@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan zona lemah yang diindikasikan sebagai *vein* dan menentukan besar sumberdaya hipotetiknya. Data penelitian merupakan data sekunder, terdiri dari 5 lintasan dengan spasi 10 meter dengan panjang lintasan bervariasi. Interpretasi dilakukan dengan menganalisis model penampang 2D dan 3D hasil pengukuran resistivitas dan chargeabilitas bawah permukaan. Hasil interpretasi menunjukkan bahwa persebaran zona lemah yang diindikasikan sebagai tempat terakumulasinya mineral yang mengandung timah cenderung mengarah ke Timur Laut, dimana nilai resistivitas yang rendah letaknya dekat permukaan dengan geometri berbentuk cekungan yang diinterpretasikan sebagai alluvial sedangkan nilai resistivitas rendah yang letaknya jauh dari permukaan diinterpretasikan sebagai zona struktur yang kaya akan rekahan. Dugaan potensi *vein* yang mengandung timah berada pada nilai resistivitas 500 Ohm – 5000 Ohm dan nilai Chargeabilitas 5 – 100 msec. Besar sumberdaya hipotetik daerah penelitian adalah 741,382 ton.

Kata kunci: Zona lemah, resistivitas, chargeabilitas, Timah Primer

Abstract

This research focused on determining fracture zone which indicated as vein and its estimated resources. The data used is secondary data, consist of 5 lines with the gap is 10 meters and diverge length of the lines. Interpretation was undertaken by analyzing 2D and 3D resistivity and chargeability section. The result enlightened that fracture zone distribution which assumed as the zone of the tin contained headed on north east, which the low resistivity value placed near the surface and shaped like syncline assumed as alluvial whereas the low resistivity value that far from the surface interpreted as joint zone. Vein potency estimation that composed of tin found in 500 – 5000 and 5 – 100 msec with the prospects of estimated resources around the research area is 741,382 ton.

Keywords: *Fracture zone, Resistivity, Chargeability, Primary tin*

Pendahuluan

Endapan timah di dunia pada umumnya terdiri sekitar 20 % endapan primer dan 80 % endapan sekunder atau endapan dari hasil pelapukan endapan primer,

keterdapatannya endapan timah pun tidak berada pada seluruh Negara. Keterdapatannya endapan timah di Asia Tenggara membentang dari daratan Cina, Birma, Thailand, Malaysia hingga Indonesia (Ramadhan, 2015).

Wilayah cadangan timah di Indonesia mencakup Pulau Karimun, Kundur, Singkep, dan sebagian di daratan Sumatera (Bangkinang) di utara terus ke arah selatan yaitu Pulau Bangka, Belitung, dan Karimata hingga ke daerah sebelah barat Kalimantan. Batuan pembawa timah yang ada di Indonesia adalah batuan granit yang berumur Trias (Kuncoro, 2009).

Penyebaran timah di Pulau Bangka merupakan kelanjutan dari *Tin Mayor South East Asian Tin Belt* yang membentang mulai dari Birma, Thailand dan Malaysia hingga berakhir di Indonesia. Di Kepulauan Bangka Belitung sering dilakukan penelitian oleh para ahli geologi dan geofisika terkait dengan keberadaan timah. Salah satu metode yang sering digunakan yaitu metode geolistrik Induksi Polarisasi (*IP*). Metode ini digunakan untuk mencari informasi mengenai pola penyebaran mineralisasi (Kuncoro, 2009).

Salah satu penelitian dilakukan oleh Ramadhan, 2015 di daerah Air Inas tentang “*Studi Mineralisasi Endapan Timah Primer Berdasarkan Kajian Geologi Permukaan dan Analisis XRF Unsur Sn*” yang menyebutkan bahwa mineralisasi yang ditemukan dalam bentuk urat (*vein*) dengan presentasi kadar Sn yang berbeda-beda di beberapa titik. Melalui data dari hasil penelitian tersebut, perlu dilakukan survei geofisika lebih lanjut untuk mengetahui zona lemah yang diindikasikan sebagai *vein*, dan kemudian menghitung potensi sumber daya hipotetik daerah tersebut.

Induced Polarization Method

Metode Geolistrik IP “*Induced Polarization Method*” adalah salah satu metode geofisika yang menggunakan arus listrik. Jika arus listrik yang diinjeksikan kebawah permukaan bumi dihentikan maka tampak bahwa beda potensial antara kedua elektroda tidak langsung

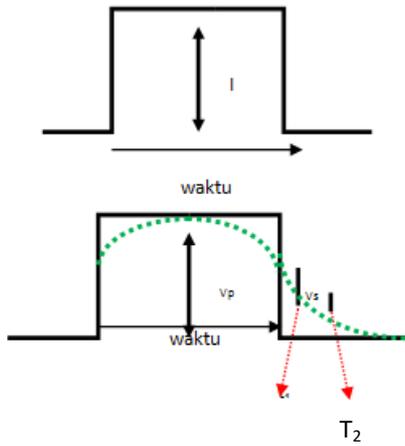
menunjukkan angka nol (0). Arus turun secara perlahan dalam selang waktu tertentu. Sebaliknya apabila arus dihidupkan maka beda potensial akan kembali pada posisi semula dalam waktu yang sama (Virman, 1999).

Gejala polarisasi terimbas dalam batuan termineralisasikan terutama ditentukan reaksi elektrokimia pada bidang batas antara mineral–mineral logam dan larutan dalam batuan. Geolistrik IP dapat dilakukan dengan mengalirkan arus terkontrol melalui bahan yang akan diselidiki (Virman, 1999).

Metode Pengukuran IP Kawasan Waktu (Time Domain)

Pengukuran IP kawasan waktu merupakan metode yang dapat dimanfaatkan untuk menginvestigasi struktur permukaan bumi yang mengandung deposit mineral. Dengan prinsip mengalirkan arus listrik kedalam bumi kemudian mengamati beda potensial yang terjadi setelah arus listrik dihentikan. Ketika arus diputus, idealnya beda potensial tersebut langsung menjadi nol/hilang, tetapi pada medium–medium tertentu akan menyimpan energi listrik (sebagai kapasitor) dan akan dilepaskan kembali. Jadi, walaupun arus sudah diputus, tetapi beda tegangan masih ada akan meluruh terhadap waktu dan berangsur–angsur hilang/nol. Efek ini dinamakan Efek Induksi Polarisasi. Parameter yang diperoleh dalam pengukuran ini adalah tegangan primer (V_p) yang diperoleh ketika arus belum dimatikan dan tegangan sekunder (V_s) adalah beda potensial yang terukur selama waktu peluruhan nilai tegangan hingga mencapai nilai nol. Untuk mengetahui seberapa besar nilai perbandingan efek polarisasi pada batuan yaitu dengan membandingkan nilai V_p dan V_s untuk selang waktu t_1 kemudian dikalikan 100%.

$$IP\ Effect = \frac{V_s(t_1)}{V_p} \times 100\% \quad (1)$$



Gambar 1 Grafik arus listrik dan potensial dalam kawasan waktu

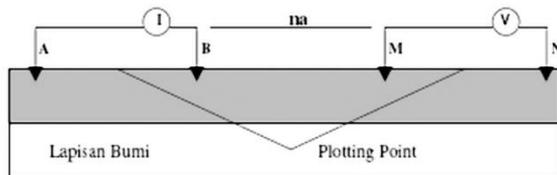
Berdasarkan **Gambar 1**, nilai *chargeabilitas* dihitung dengan membandingkan nilai V_p dan nilai rata-rata V_s yang diperoleh dengan mengintegrasikan nilai V_s terhadap sampel waktu peluruhan yang kita pergunakan. Sampel waktu peluruhan yang digunakan merupakan batas integral dari persamaan tersebut dimana t_1 dan t_2 adalah batas-batas integrasi. (Virman, 1999)

$$C = \frac{1}{V_p} \int_{t_1}^{t_2} V_s(t) dt \quad (2)$$

Satuan dari *chargeabilitas* adalah *mili second*.

Prinsip Pengukuran

Metode IP menggunakan konfigurasi dipol-dipol, yaitu kedua elektroda arus bergerak menjauhi kedua elektroda tegangan seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 2 Susunan elektroda konfigurasi dipol-dipol (Telford, 1990)

dengan A dan B = elektroda arus $r_1 = AM = (n+1)a$, dan M dan N = elektroda potensial, dengan ketentuan:

$$\begin{aligned} r_2 &= BM = na \\ AB &= MN = a \text{ (dalam satuan meter)} \\ r_3 &= AN = (n+2)a \\ r_4 &= BN = (n+1)a \end{aligned}$$

Faktor geometrinya :

$$K = \pi a(n+1)(n+2) \quad (3)$$

Dengan K merupakan faktor geometri yang nilainya bervariasi bergantung pada jarak dari "a". kemudian dengan mensubstitusi nilai K dengan persamaan di atas dapat dihitung nilai resistivitas tiap kedalaman adalah:

$$\rho_a = \pi a n(n+1)(n+2) \frac{\Delta V}{I} \quad (4)$$

(Telford, 1990)

Metode Penelitian

Lokasi penelitian terletak pada wilayah daerah kuasa pertambangan PT. Timah (Persero) Tbk, yang secara administratif terletak di daerah Air Inas, Kecamatan Toboali, Kabupaten Bangka Selatan Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.

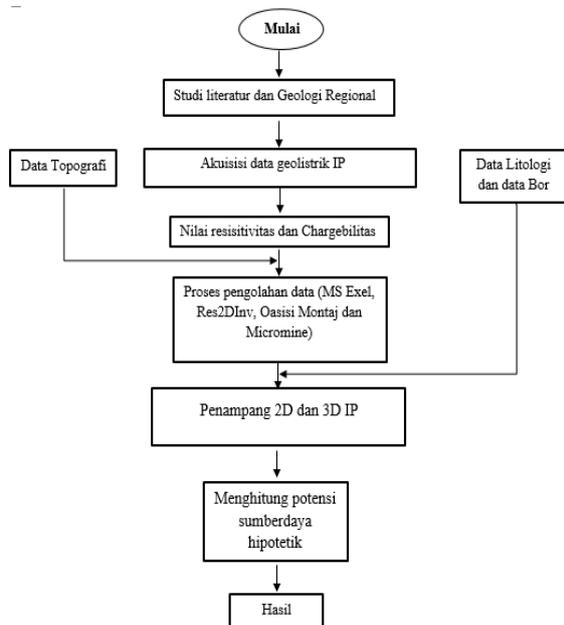


Gambar 4 Lokasi Penelitian

Prosedur penelitian meliputi tahap akuisisi data, pengolahan data dan interpretasi termasuk didalamnya penentuan zona lemah dan perhitungan sumber daya hipotetik (SDH) dengan menggunakan rumus berikut :

$$SDH = \frac{A(m^2) \times d(m) \times \rho \left(\frac{kg}{m^3} \right)}{1000} \quad (5)$$

SDH = Sumber Daya Hipotetik (ton)
 A = Daerah yang didigitasi (m^2)
 d = Ketebalan (m)
 ρ = Nilai ekonomis kandungan timah atau Timah ihitung (kg/m^3)



Gambar 5 Bagan Alir Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder daerah air inas Kepulauan Bangka Belitung. Data yang digunakan sebanyak 5 lintasan dengan panjang lintasan yang berbeda yaitu mulai dari titik LA dengan panjang lintasan 400 meter, LB 1000 meter, LC 980 meter, LD 1000 meter, dan LE 780 meter. Spasi tiap elektroda yang digunakan adalah 10 meter, jarak antar lintasan LA-LB 50 meter, LB-LC 35 meter LC-LD 50 meter, sedangkan letak lintasan LE berada sejajar dengan LA. Data yang diperoleh berupa nilai beda potensial (V), kuat arus (I), chargebilas (m), dan Resistivitas (Rho) serta didukung data geologi permukaan serta data pengeboran.

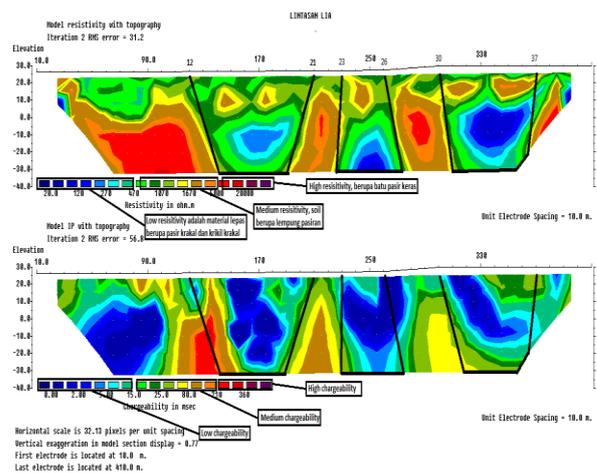
Berikut adalah gambar peta lintasan pengukuran IP.



Gambar 6 Peta lintasan pengukuran

Penampang 2D

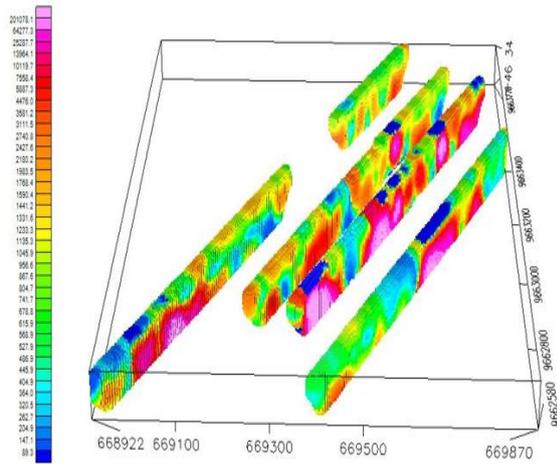
Penampang Resistivitas dan Chargebilas dalam bentuk 2D dibuat pada masing-masing lintasan pengukuran dengan menggunakan software Res2DInv. Berikut adalah gambaran penampang 2D untuk salah satu lintasan.



Gambar 7 Penampang Resistivitas dan Chargebilas Lintasan INAS GLI-A

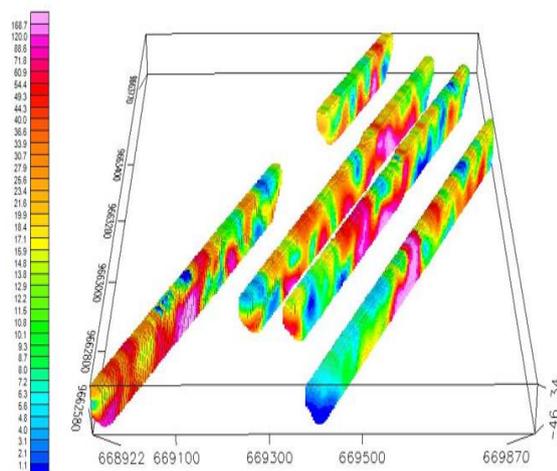
Penampang 3D

Penampang 2D yang telah dibuat di Res2DInv kemudian dibuat dalam model 3D di software Oasis montaj dengan memasukkan koordinat X, Y, Z dari setiap lintasan.



Gambar 8 Penampang 3D Resistivitas

Pada penampang resistivitas di daerah Air Inas, memperlihatkan adanya nilai resistivitas cenderung variatif dimana nilai resistiviy berada pada resistivitas rendah hingga resistivitas tinggi, dengan kisaran 20 – 50000 Ωm dan ditandai dengan warna biru, merah hingga merah muda. Pada lintasan LB dan LC memiliki zona yang nilai resistivitasnya dominan tinggi, dimana zona tersebut merupakan mineral sulfida yang berasosiasi dengan batuan sedimen dengan litologi lempung pasir, sedangkan pada lintasan LA, LD dan LE di dominasi oleh resistivitas rendah hingga resistivitas sedang dengan nilai 20 hingga 5000 Ohm.m yang diperlihatkan dengan warna biru hingga merah bata yang terdiri dari material lepas berupa alluvial dengan litologi berupa pasir kerakal, kerikil kerakal dan lempung pasir.



Gambar 9 Penampang 3D Chargeabilitas

Pada penampang chargeabilitas di daerah Air Inas, memperlihatkan adanya nilai chargeabilitas cenderung tinggi, berkisar antara 26 msec ke atas dan ditandai dengan warna ungu hingga merah muda. Zona tersebut diduga mineral sulfida yang berasosiasi dengan batuan sedimen, sedangkan nilai chargeabilitas yang rendah, 25 msec ke bawah yang diperlihatkan dengan warna merah hingga biru. Adanya variasi nilai pada semua lintasan pengukuran di indikasikan sebagai mineral pembawa timah primer diantaranya : turmalin, kuarsa, galena, monasit, arsenopirit, pirit dan kasiterit.

Perhitungan Sumberdaya Hipotetik

Setelah penampang 3D dibuat di software Oasis Montaj kemudian penampang dislice secara vertikal di kedalaman 15 meter dari permukaan untuk mendapatkan daerah yang dianggap sebagai intrest area. Slice pada kedalaman 15 meter dilakukan karena didaerah tersebut merupakan daerah bekas tambang PT. Timah sebelumnya hingga pada kedalaman tersebut dianggap masih di pengaruhi oleh noise permukaan, hal tersebut ditunjukkan oleh data geologi lapangan dan tingginya RMS Error pada data penampang Res2DInv. Setelah dislice, kemudian dibuat tanda berupa (daerah yang diarsir) di software micromine untuk menghitung luasan yang dianggap sebagai zona lemah tempat terakumulasinya mineral-mineral yang mengandung timah, berikut gambar peta persebaran vein.

Software Micromine mengitung luasan yang telah didigitasi, yang kemudian dikalikan dengan ketebalan lapisan yang diinterpretasi banyak mengandung timah yang telah diketahui dari penampang 2D di Res2DInv. Luasan total yang telah didigitasi adalah 82735,79531 (m^2), TDH yang disimbolkan ρ adalah 0,2 (kg/m^3) yaitu nilai dan satuan kekayaan timah di PT. Timah. Sumber daya hipotetik Timah Primer PT. Timah dalam satuan Ton.

Perhitungan Sumber daya Hipotetik Timah primer :

$$SDH = A (m^2) \times d (m) \times \rho (kg/m^3)$$

$$SDH = 741.382,157 \text{ kg}$$

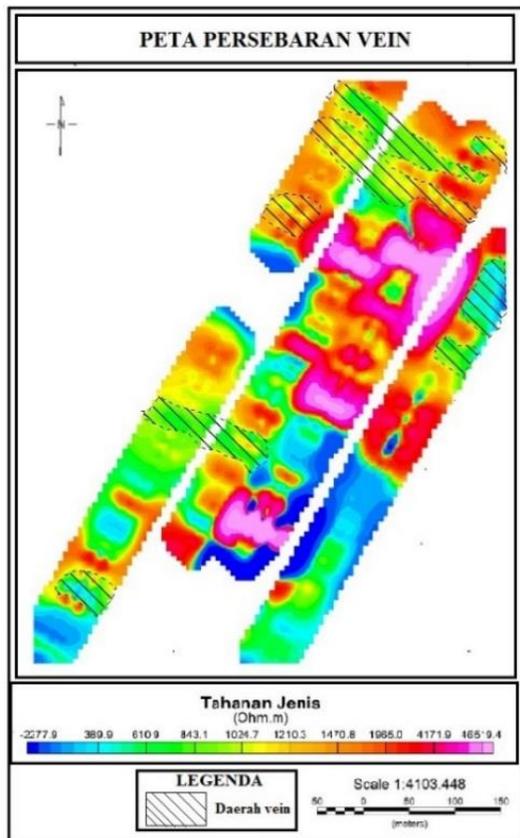
$$SDH \text{ dalam Ton} = \frac{741.382,157 \text{ kg}}{1000}$$

$$SDH = 741,382 \text{ Ton}$$

1.322.479,864 m^2 dengan sumber daya hipotetik sebesar 741,382 Ton.

Daftar Pustaka

- Kuncoro, 2009, *Geologi dan Alterasi – Mineralisasi Daerah Sambuggiri dan Sekitarnya kecamatan Merawang, Kabupaten Bangka Induk, Kepulauan Bangka Belitung*, Universitas Jendral Sudirman , Purwokerto.
- Ramadhan, S., 2015, *Studi Mineralisasi Endapan Timah Primer Berdasarkan Kajian Geologi Permukaan dan Analisis XRF Unsur Sn pada Wilayah Kerja Blok Primer PT. TIMAH (Persero) Tbk, Daerah Air Inas dan Sekitarnya, Bangka Selatan*. Semarang , Universitas Diponegara.
- Telford, W.M. Geldart, L.P. Sheriff, R.E. dan Keys, D.A., 1976. *Applied Geophysics*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Virman,1999,*Aplikasi Metode Polarisasi Terimbas untuk Eksplorasi Timah di Daerah Air Itam Kab, Belitung*,Tesis Magister ITB , Bandung.



Gambar 10 Peta Persebaran Vein

Jadi, besar sumberdaya hipotetik timah primer di daerah penelitian ini sebesar 741,382 Ton

Kesimpulan

Dari hasil pengolahan data pengukuran IP berupa penampang IP 2D, 3D dan data bor menghasilkan zona lemah yang diindikasikan sebagai vein, tempat terakumulasinya mineral yang mengandung timah cenderung mengarah ke Timur Laut. Luas daerah prospek mengandung timah adalah sekitar 82.375,795 m^2 dari luas daerah penelitian

IDENTIFIKASI BIJIH BESI (Fe) MENGGUNAKAN METODA GEOLISTRIK RESISTIVITAS KONFIGURASI WENNER-SCHLUMBERGER DI KABUPATEN LUWU

Wira Sunarya¹, Hasanuddin¹, Syamsuddin¹, Maria¹, Erfan¹

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

Penulis koresponden. Alamat email: sunarya_wira@yahoo.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi sebaran bijih besi di Kecamatan Walenrang, Kabupaten Luwu, Sulawesi Selatan dengan menggunakan metoda geolistrik tahanan jenis konfigurasi Wenner-Schlumberger. Hasil survey resistivity berupa penampang 2-D dan blok model 3-D yang memberikan informasi mengenai sebaran bijih besi, dimana penyebaran terbesar berada di sebelah barat daerah penelitian dengan arah timur laut - barat daya. Data resistivitas dari penampang resistivitas 2-D yang diperoleh dari pengukuran lintasan 1 sampai dengan pengukuran lintasan 4 di lapangan yaitu zona lapisan bijih besi magnetite berada pada resistivitas $\rho < 40 \Omega\text{m}$, zona pelapukan batuan andesit dengan resistivitas $40 \Omega\text{m} < \rho < 250 \Omega\text{m}$ dan zona batuan basalt dengan resistivitas tinggi $\rho > 250 \Omega\text{m}$ yang sesuai dengan yang ditemukan bagian barat daerah penelitian yaitu di lembah buntu Mario dan buntu Sikuku hingga ke buntu Andulan bagian utara ada boulder magnetis yang tersebar di aliran sungai lamasi diperkirakan berasal dari zona potasik.

Kata kunci: Bijih besi magnetite, Geolistrik, Resistivitas, Wenner-Schlumberger, Boulder magnetis

Abstract

This research is conducted in Subdistrict of Walenrang, Luwu Regency of South Sulawesi Province, using resistance method, Wenner- Schlumberger configuration with 4 survey tracks and 10 metre /electrode. The resistivity survey result is 2D longitudinal section and 3D model block providing information about iron ore spread, where the largest spread is in the west area of the research territory with direction to the northeast – southwest. Resistivity data from 2D resistivity longitudinal section is achieved from measurement of track 1 to track 4 on the field which is iron ore be in resistivity $p < 40 \text{ Ohm}$, andesit rock corrosion zone with $40 \text{ Ohm} < \text{resistivity } p < 250 \text{ Ohm}$ and basalt rock zone with resistivity level $p > 250 \text{ Ohm}$.

Keywords: Iron Ore, Geoelectrical, resistivity, Wenner-Schlumberger

Pendahuluan

Besi termasuk unsur yang melimpah di permukaan bumi bahkan sampai ke inti bumi dan berbagai benda langit yang jatuh ke bumi. Sebagai logam yang

paling murah dan penggunaannya sangat luas, besi menjadi logam terbesar yang diproduksi di dunia. Seiring dengan perkembangan teknologi saat ini, kebutuhan sumber daya mineral khususnya besi terus meningkat, sehingga

penambangan bijih besi yang merupakan mineral utama untuk kebutuhan industri terus meningkat. Endapan bijih besi yang terdapat di bumi dapat terbentuk secara primer maupun sekunder. Pembentukan bijih besi primer dapat terjadi oleh proses magmatik, metasomatik kontak, dan hidrotermal. Sedangkan endapan bijih sekunder terbentuk oleh proses sedimenter, residual, dan oksidasi. Besi pada umumnya berbentuk oksida besi seperti hematite (Fe_2O_3), magnetit (Fe_3O_4) dan jenis batuan besi lainnya (Jensen dan Batemen, 1981).

Penelitian bijih besi dengan menggunakan geolistrik resistivitas pernah dilakukan oleh Sumartono, dkk (2013) di daerah Bukit Munung Kecamatan Sungai Betung dengan menggunakan konfigurasi Wenner menemukan bahwa berdasarkan nilai resistivitasnya, diduga merupakan mineralisasi bijih besi *brown iron oxide*, *hematit* (Fe_2O_3) dan *magnetit* (Fe_3O_4). Kosidahrta, dkk (2016) di Kabupaten Tanah Laut dengan menggunakan konfigurasi Schlumberger menemukan bahwa pada kedalaman $\pm(11 - 33)$ meter dengan nilai hambatan jenis berkisar antara (2,37 - 5,6) Ωm yang diduga adalah bijih besi Hematite (Fe_2O_3) dan hasil uji XRF menunjukkan kandungan bijih besi (Fe) dengan nilai rata-rata sebesar 97,876%, yang diperkirakan adalah Hematite. Prawira (2014) tentang “Aplikasi Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger dalam Menganalisis Jalur Vein Kromit Di Bawah Permukaan Bumi” bahwa nilai resistivitas batuan dasar (*peridotite*) yang didapatkan dari survei geolistrik dapat mengidentifikasi penyebaran vein kromit di bawah permukaan.

Pada penelitian ini, identifikasi sebaran bijih besi dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Wenner-Schlumberger menggunakan 4 lintasan survei dengan spasi 10 meter/elektroda. Hasil survei resistivitas diolah menggunakan software Res2dinv untuk

mendapatkan penampang 2-D sementara untuk mendapatkan *block* model resistivitas *pseudo-3D* data diolah menggunakan software Encom PA, yang memberikan informasi tentang sebaran bijih besi di Kabupaten Luwu Kecamatan Walanreng. Konfigurasi Wenner-Schlumberger sensitif terhadap adanya ketidakhomogenan lokal dan cocok untuk memetakan batuan bawah permukaan dengan cakupan yang dalam.

Kondisi Geologi Daerah Penelitian

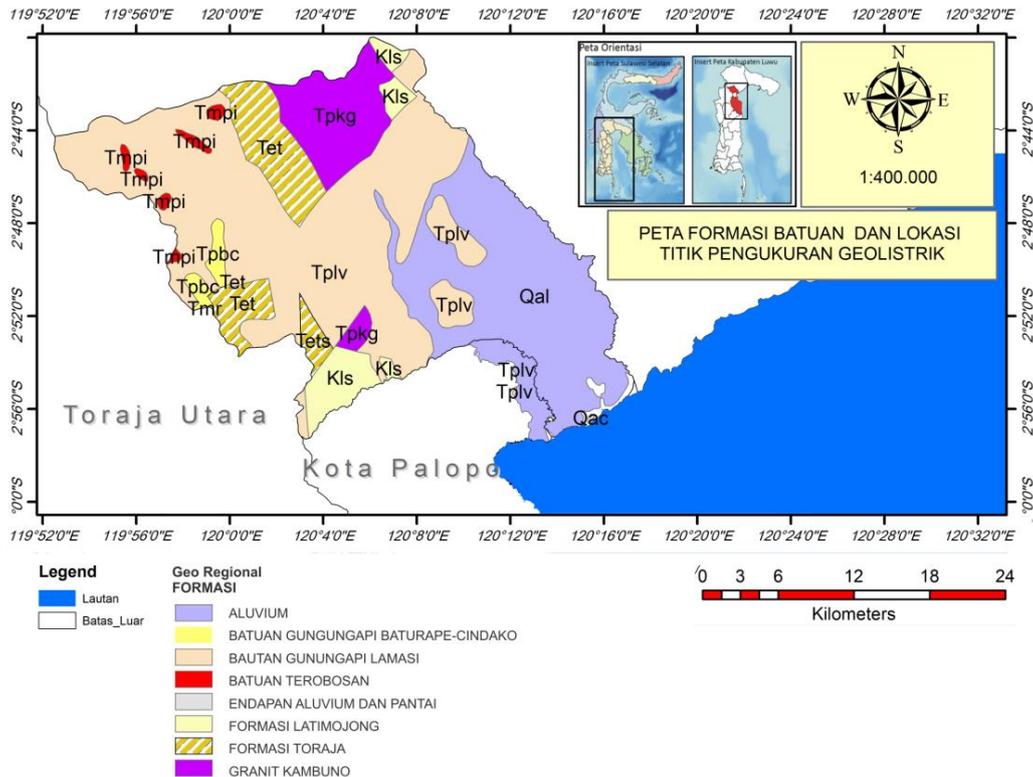
Secara geografis, Kabupaten Luwu terletak di bagian utara Provinsi Sulawesi Selatan, dimana posisi Kabupaten Luwu terletak $2^{\circ}.34'.45'' - 3^{\circ}.30'.30''$ LS dan $120^{\circ}.21'.15'' - 121^{\circ}.43'.11''$ BT dengan luas wilayah $3.000,25 \text{ km}^2$. Salah satu Kecamatan yang ada di Kabupaten Luwu adalah Kecamatan Walenrang dengan luas wilayah $94,6 \text{ km}^2$ atau hanya 3,15% dari seluruh luas wilayah Kabupaten Luwu Sulawesi Barat.

Stratigrafi daerah penelitian termasuk dalam peta geologi lembar Malili 12-21, 2013 (Djuri, dkk.1998), seperti pada **Gambar 1**. Urutan stratigrafi batuan dari muda sampai tertua yang dijumpai adalah Formasi Latimojong atau Kapur Latimojong (Kl) yang berumur Kapur dengan ketebalan ± 1000 m. Secara umum formasi ini mengalami pemalihan lemah hingga sedang dan terdiri dari ; serpih, filitik, rijang, marmer, kuarsit dan breksi terkarsikan. Batuan ini diterobos oleh batuan beku intermediet sampai basa, di atas Formasi Latimojong diendapkan secara tidak selaras Formasi Toraja yang terdiri dari Tersier Eosen Toraja *Shale* (Tets) dan Tersier Eosen Toraja *Limestone* (Tetl) yang berumur Eosen, yang terdiri dari serpih coklat kemerahan, serpih napalan kelabu, batugamping, batupasir kuarsa, konglomerat, batugamping, dan setempat batubara. Ketebalan Formasi ini ± 1000 m. Fosil *Foraminifera* besar pada batugamping menunjukkan umur Eosen-Miosen sedangkan lingkungan

pengendapannya adalah laut dangkal. Formasi ini menindih tidak selaras Formasi Latimojong dan ditindih tidak selaras oleh batuan Gunungapi Lamasi.

Secara regional Kabupaten Walanreng termasuk dalam Batuan Gunungapi Lamasi (Tplv) berupa perselingan lava, breksi dan tufa, dengan lava dan breksi merupakan batuan penyusun utamanya.

Batuan vulkanik yang terbentuk di atas formasi toraja merupakan Tersier Oligosen Lava Vulkanik (Tolv) yang berumur Oligosen karena menindih Formasi Toraja yang berumur Eosen. Batuan vulkanik ini terdiri dari aliran lava bersusunan basaltik hingga andesitik, basalt, tuff, breksi vulkanik, batupasir dan batulanau. Ketebalan satuan ini mencapai ± 500 m.

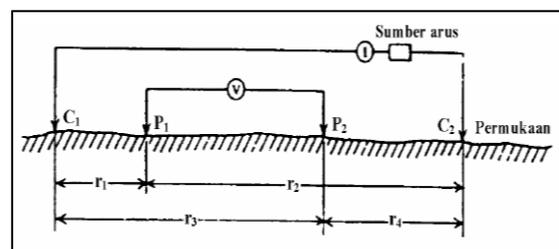


Gambar 1. Peta lokasi penelitian. (Digitasi dari peta administrasi Kabupaten Luwu, 2010)

Metode Resistivitas

Metoda resistivitas adalah salah satu metoda geofisika yang digunakan untuk menyelidiki kondisi bawah permukaan, yaitu dengan mempelajari sifat resistivitas dari lapisan batuan di dalam bumi. Prinsip kerja metode resistivitas adalah dengan mengalirkan arus listrik ke dalam bumi melalui dua buah elektroda arus, lalu mengukur distribusi potensial yang terbentuk melalui dua buah elektroda potensial (Hendrajaya,1990). Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan keempat elektroda yang disusun sebaris, salah satu dari dua buah elektroda yang berbeda muatan digunakan untuk mengalirkan arus

listrik dan dua elektroda lainnya digunakan untuk mengukur potensial yang ditimbulkan oleh aliran arus listrik tersebut, seperti ditunjukkan pada **Gambar 2.**



Gambar 2. Dua elektroda arus dan dua elektroda potensial di permukaan bumi yang homogen (Telford dkk,1990).

Beda potensial antara titik P₁ dan P₂ adalah:

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\} \quad (1)$$

Besaran r₁, r₂, r₃, dan r₄ adalah besaran jarak, seperti diperlihatkan pada **Gambar 2**, jika $K = \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right)}$, maka persamaan (1) dapat ditulis sebagai :

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2)$$

Resistivitas medium pada persamaan (2) merupakan resistivitas semu (*apparent resistivity*) yang diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan. Resistivitas semu medium (ρ_a), yang terukur dihitung berdasarkan persamaan:

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (3)$$

dimana:

ρ_a : resistivitas semu (Ωm)

ΔV: potensial yang terukur (mV)

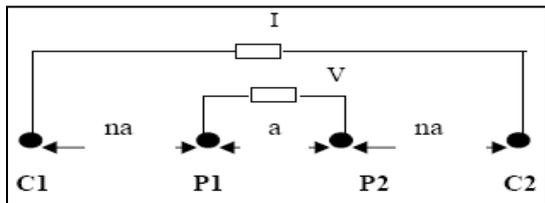
I : arus listrik yang mengalir ke tanah (mA)

K : faktor geometri konfigurasi elektroda.

Ada beberapa konfigurasi untuk tahanan jenis dalam melakukan akuisisi data. Salah satunya adalah dengan menggunakan konfigurasi Wenner-Schlumberger.

Konfigurasi ini merupakan gabungan antara konfigurasi Wenner dan konfigurasi Schlumberger yang pengaturan elektrodanya seperti pada **Gambar 3**. Konfigurasi Wenner-Schlumberger mempunyai penetrasi maksimum kedalaman 15% lebih baik dari konfigurasi Wenner. Faktor geometri dari konfigurasi elektroda Wenner-Schlumberger adalah :

$$K = \pi n (n + 1) a \quad (4)$$



Gambar 3. Pengaturan elektroda konfigurasi Wenner-Schlumberger (Loke, 2004)

Keunggulan dari konfigurasi Wenner - Schlumberger dibanding dengan

konfigurasi lainnya karena elektroda arus dan elektroda potensial selalu berubah-ubah, maka konfigurasi ini sensitif terhadap adanya ketidakhomogenan lokal, seperti lensa-lensa dan gawir-gawir. Jarak elektroda potensial cukup besar, maka beda potensial yang terukur di antaranya juga cukup besar sehingga pengukuran yang dilakukan cukup sensitif. Cocok untuk memetakan batuan bawah permukaan dengan cakupan yang dalam.

Nilai resistivitas batuan secara umum telah diperoleh melalui berbagai pengukuran dan dapat dijadikan sebagai acuan dalam interpretasi, karena resistivitas tertentu akan berasosiasi dengan kondisi geologi tertentu. Tabel 1, menyajikan harga resistivitas dari beberapa jenis batuan.

Tabel 2.1 Nilai Resistivitas Batuan (Telford dkk,1990).

Jenis Batuan	Resistivity Range (Ωm)	
	Wet	Dry
Granite porphyry	4.5 x 10 ³	1.3 x 10 ⁶
Diorite porphyry	1.9 x 10 ³	2.8 x 10 ⁴
Porphyrite	10 – 5 x 10 ⁴	3.3 x 10 ³
Carbonatize d porphyry	2.5 x 10 ³	6 x 10 ⁴
Quartz diorite	2 x 10 ⁴ – 2 x 1.8 x 10 ⁵	10 ⁶
Andesite	4.5 x 10 ⁴	1.7 x 10 ²
Basalt		10 – 1.3 x 10 ⁷
Olivine norite	10 ³ – 6 x 10 ⁴	
Peridotite	3 x 10 ³	6.5 x 10 ³
Hornfels	8 x 10 ³	6 x 10 ⁷
Schists	20 - 10 ⁴	
Tuffs	2 x 10 ³	10 ⁵
Slates (various)	6 x 10 ²	4 x 10 ⁷
Gneiss (various)	6.8 x 10 ⁴	3 x 10 ⁶
Skarn	2.5 x 10 ²	2.5 x 10 ⁸
Limestones	50 – 10 ⁷	
Dolomite	3.5 x 10 ²	5 x 10 ³

Karakter endapan besi ini berupa endapan yang berdiri sendiri namun seringkali ditemukan berasosiasi dengan mineral logam. Tabel 2, menyajikan nilai resistivitas beberapa jenis mineral. Dari mineral-mineral bijih besi, magnetik adalah mineral dengan kandungan Fe paling tinggi, tetapi terdapat dalam jumlah yang kecil sementara *hematite* merupakan mineral bijih utama yang dibutuhkan dalam industri besi, Telford dkk,1990.

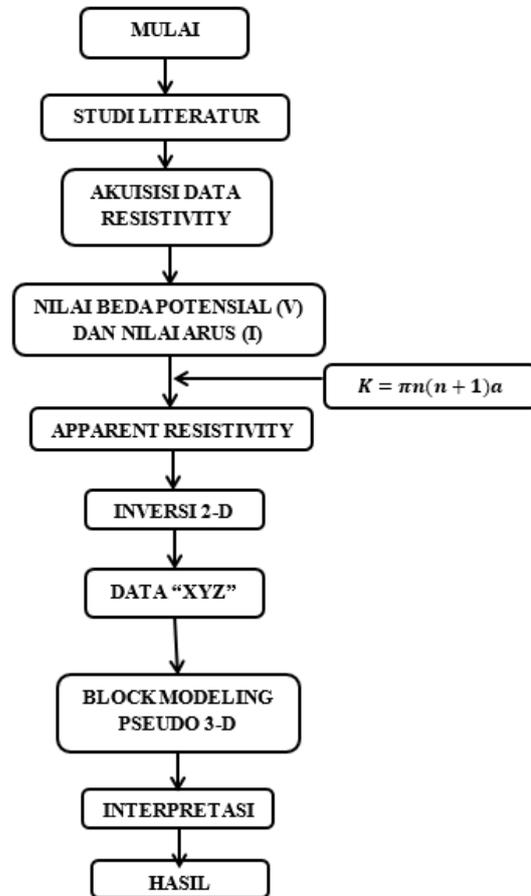
Tabel 2. Nilai Resistivitas Beberapa Mineral (Telford dkk,1990)

Mineral	Range (Ωm)	Average
Galena	$3 \times 10^{-5} - 3 \times 10^2$	2×10^{-3}
Chromite	$1 - 10^6$	
Hematite	$3.5 \times 10^{-3} - 10^7$	
Limonite	$10^3 - 10^7$	
Magnetite	$5 \times 10^{-5} - 5 \times 10^3$	
Quartz	$4 \times 10^{10} - 2 \times 10^{14}$	
Bismuthinite	18 - 570	220
Pyrite	$2.9 \times 10^{-5} - 1.5$	3×10^{-1}
Cuprite	$10^{-3} - 300$	30

Metode Penelitian

Pada kegiatan ini dilakukan pengambilan data secara langsung menggunakan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dengan 2 lintasan dibuat sejajar kemudian 2 lintasan memotong lintasan lainnya. Panjang lintasan 280 m untuk lintasan 1 dan 2 sedangkan panjang lintasan 3 dan 4 adalah 150 m dengan jarak spasi elektroda 10 m semua lintasan. Data yang diperoleh dari lapangan berupa data nilai arus (I) dan nilai beda potensial (V). Faktor geometri (K) dihitung dengan menggunakan persamaan 4 dan nilai resistivitas semu (ρ_{semu}) menggunakan persamaan 3, kemudian diolah dengan menggunakan Software *Res2Dinv* diperoleh penampang 2-D. Dengan menggabungkan semua

penampang 2-D menjadi model pseudo 3-D, sehingga penyebaran bijih besi secara lateral dapat dipetakan. Bagan air penelitian seperti disajikan pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Bagan Alir Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan berupa titik datum, spasi, jumlah lapisan, dan nilai resistivitas, kemudian data tersebut diolah menggunakan perangkat **RES2DINV** terhadap keempat lintasan pengukuran. Hasil inversi dari software ini berupa profil penampang 2-D, selain itu hasil inversi (.inv) dapat disimpan dalam bentuk koordinat (.xyz). Data (.xyz) terdiri dari akumulasi jarak elektroda dari elektroda pertama, kedalaman penetrasi, nilai resistivitas sebenarnya (*true resistivity*) dan konduktivitas bawah permukaan. Berdasarkan hasil pengolahan data yang

diperoleh dari masing-masing lintasan diperoleh untuk :

Lintasan 1 : Hasil inversi berupa profil penampang 2-D disajikan pada **Gambar 5**, pada skala warna nilai resistivitas terlihat bahwa warna biru memiliki resistivitas rendah yaitu resistivitas $\rho < 40 \Omega\text{m}$ yang ditafsirkan sebagai lapisan endapan bijih besi magnetit (Telford dkk, 1990). Hal ini sesuai dengan yang ditemukan di lembah buntu Mario dan buntu Sikuku, bagian barat daerah penelitian hingga ke buntu Andulan bagian utara. Sebagai mineral petunjuk dalam zona ini adalah mineral ortoklas – biotit atau ortoklas – biotit – klorit terbentuk karena adanya penambahan unsur Fe dan Mg yang diikuti mineral sulfida dengan kadar rendah. Boulder magnetis yang tersebar di aliran sungai lamasi diperkirakan berasal dari zona potasik. Variasi warna jingga sampai ungu tua dengan $\rho > 250 \Omega\text{m}$ diperkirakan merupakan batuan basal berdasarkan tabel resistivitas (Telford dkk, 1990), hal tersebut bisa diartikan sebagai batuan dasar di posisi elektroda 60 dengan kedalaman 10 - 20 m, posisi elektroda 160 dengan kedalaman 5 - 10 m, dan posisi elektroda 200 dengan kedalaman 5 - 15 m merupakan boulder – boulder batuan basal yang belum mengalami pemampatan dan sedimentasi. Zona pelapukan ($40 \Omega\text{m} < \rho < 250 \Omega\text{m}$) memiliki fragmen-fragmen magnetit berukuran kerikil dibandingkan dengan zona batuan basal berasal dari batuan andesit yang mengalami pelapukan.

Lintasan 2 : Profil penampang 2-D disajikan pada **Gambar 6**, yang memperlihatkan bahwa zona lapisan endapan bijih besi magnetit dengan resistivitas yang rendah yaitu $\rho < 40 \Omega\text{m}$ terdapat di sepanjang lintasan 2 pada kedalaman 10 m- 40 m. Pada posisi elektroda 40 dengan kedalaman 5 m, pada posisi elektroda 80 dengan kedalaman 10 m, posisi elektroda 250 kedalaman 5 m menunjukkan indikasi adanya boulder-boulder basal. Zona pelapukan ($40 \Omega\text{m} < \rho$

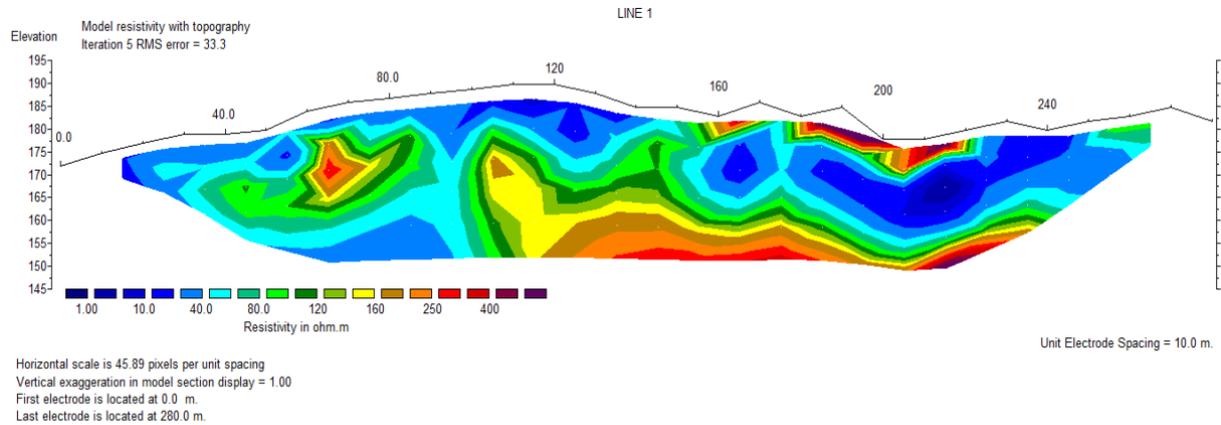
$< 250 \Omega\text{m}$) memiliki fragmen-fragmen magnetit berukuran kerikil dibandingkan dengan zona batuan basal berasal dari batuan andesit yang mengalami pelapukan. Zona batuan basal dengan ($\rho > 250 \Omega\text{m}$) berada pada posisi elektroda 40 dengan kedalaman 35 m , dan elektroda 160 dengan luasan cukup besar, memanjang sekitar ± 40 m dengan kedalaman 45 m.

Lintasan 3 : Profil penampang 2-D hasil inversi disajikan pada **Gambar 7**, diperoleh lapisan endapan bijih besi magnetit dengan $\rho < 40 \Omega\text{m}$ di perkirakan terdapat pada posisi elektroda 50 dengan kedalaman 15 – 40 m, posisi elektroda 80 dengan kedalaman 5 – 15 m, dan posisi elektroda 90 memanjang sekitar ± 45 m dengan kedalaman 5 – 45 m lapisan bijih besi pada lintasan 3 tidak sebanyak yang terdapat pada lintasan 1 dan lintasan 2. Zona pelapukan dengan $40 \Omega\text{m} < \rho < 250 \Omega\text{m}$ lapisan zona pelapukan (*weathering zone*) ini memiliki fragmen-fragmen magnetit berukuran kerikil dibandingkan dengan zona batuan basal yang diperkirakan berasal dari batuan andesit yang mengalami pelapukan dengan variasi warna biru muda sampai warna coklat. Zona batuan basal ($\rho > 250 \Omega\text{m}$) yang berada pada posisi elektroda 20 dengan kedalaman 5 – 15 m, posisi elektroda 100 dengan kedalaman 5 m. Kemungkinan lain pada daerah ini adalah kondisi tanah lahan yang bersifat sangat padat/keras. Kondisi tersebut mengindikasikan tanah pada lahan ini memiliki sifat porositas yang kecil.

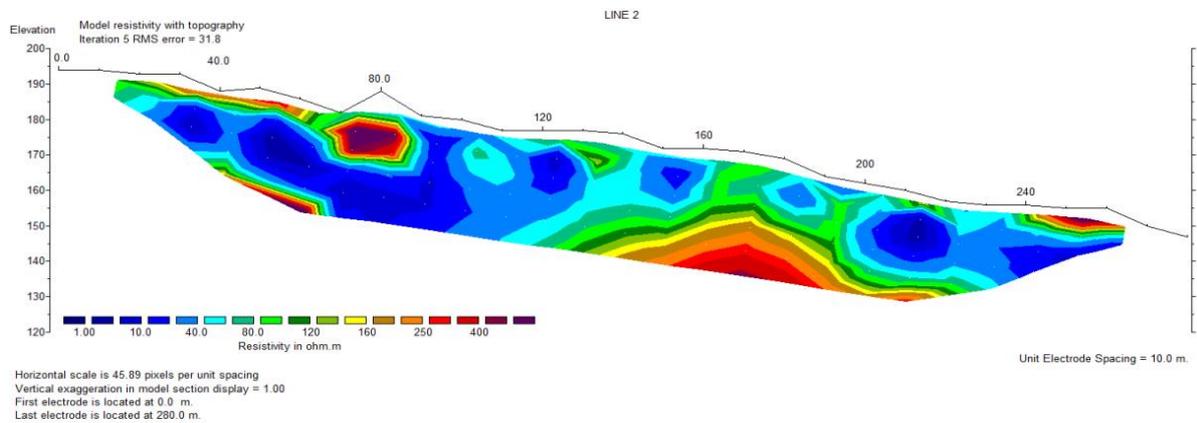
Lintasan 4: Berdasarkan profil penampang 2-D pada **Gambar 8**, memperlihatkan bahwa $\rho < 40 \Omega\text{m}$ ditafsirkan sebagai lapisan endapan bijih besi magnetit (Telford dkk, 1990) sebagaimana yang diketahui mineral-mineral bijih besi merupakan pengantar listrik yang baik (bersifat konduktif) atau nilai tahanan jenisnya sangat rendah, terdapat pada posisi elektroda 20 dengan kedalaman 2 - 5 m, posisi elektroda 40 memanjang ± 70 m dengan kedalaman 5 – 20 m, dan pada

posisi elektroda 80 dengan kedalaman 30 m. Zona pelapukan dimana $40 \Omega\text{m} < \rho < 250 \Omega\text{m}$ lapisan zona pelapukan (*weathering zone*) ini memiliki fragmen-fragmen magnetit berukuran kerikil sehingga lapisan ini memiliki tahanan jenis

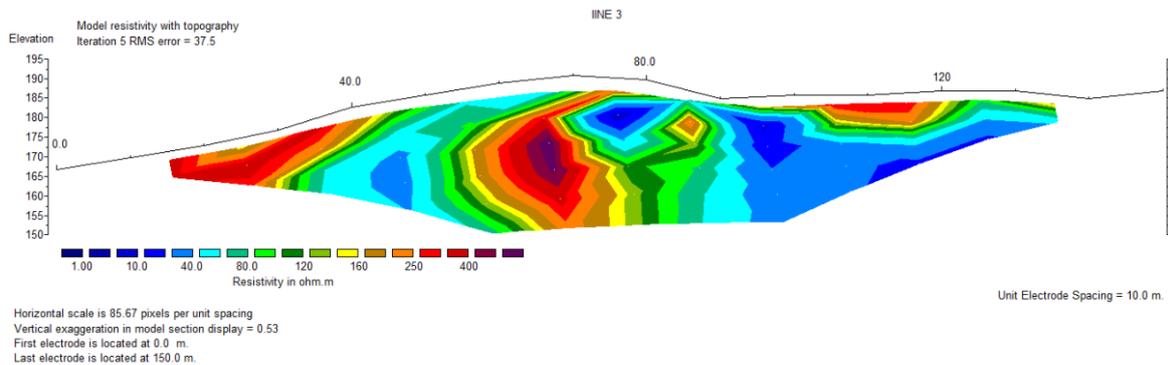
lebih kecil dibandingkan dengan zona batuan basal yang diperkirakan berasal dari batuan andesit yang mengalami pelapukan. Zona batuan basal ($\rho > 250 \Omega\text{m}$) diperkirakan berada pada elektroda 60 dengan kedalaman 5 – 10 m.



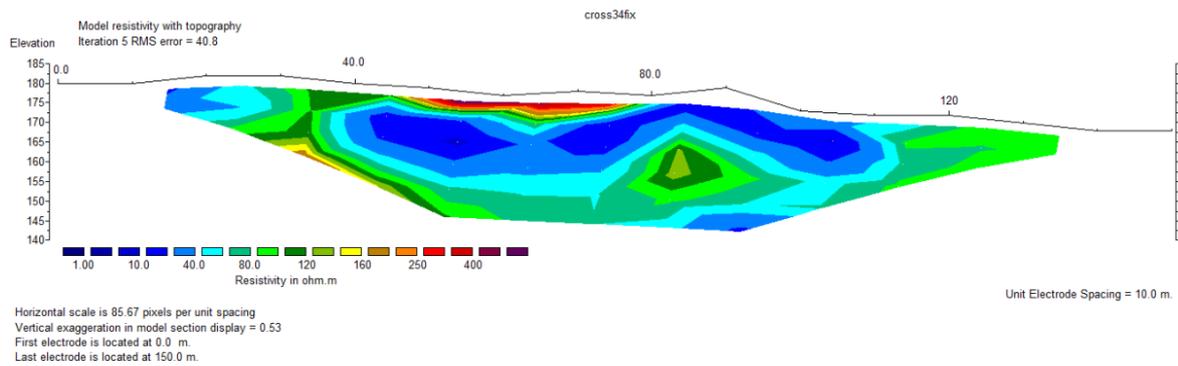
Gambar 5. Penampang 2-D lintasan 1



Gambar 6. Penampang 2-D Lintasan 2



Gambar 7. Penampang 2-D Lintasan 3



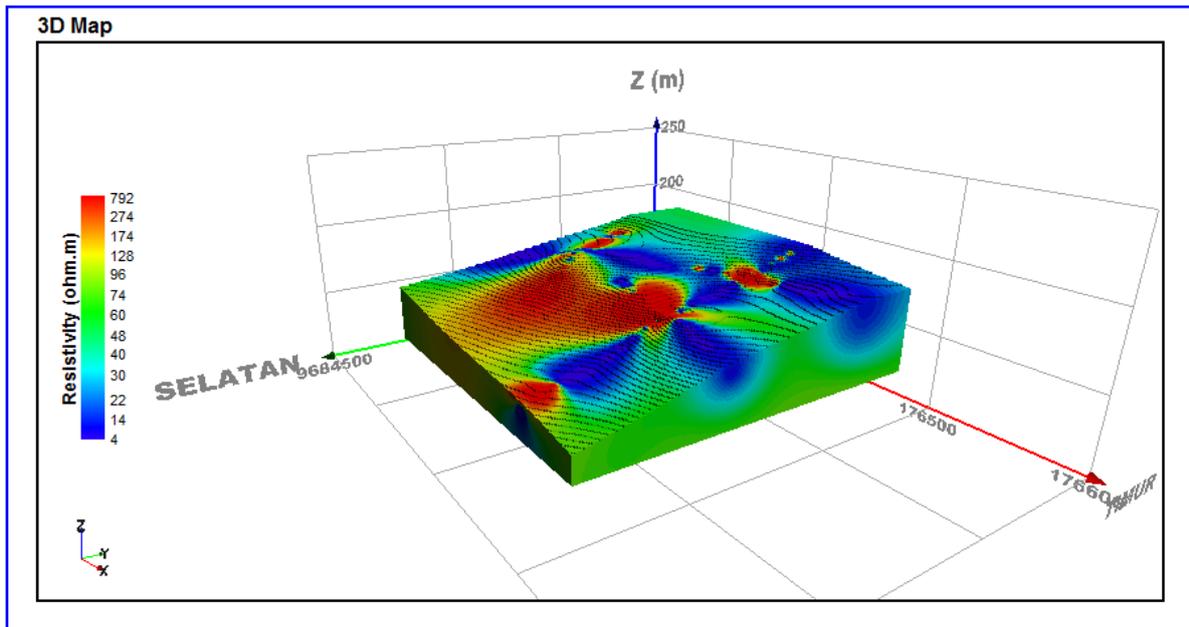
Gambar 8. Penampang 2-D Lintasan 4

Data dari penampang 2-D lintasan 1 sampai lintasan 4 dilakukan penggabungan dari penggabungan data tersebut kemudian diolah pada software **Encom PA**. Hasil Penggabungan dari ke empat lintasan ini dimaksudkan untuk memperoleh model pseudo 3-D dengan prinsip ekstrapolasi, dengan membuat pseudo 3-D dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai sebaran bijih besi magnetit dan batas antara jenis tanah atau batuan mana yang memiliki resistivitas rendah dan jenis tanah atau batuan yang memiliki nilai resistivitas tinggi. Hasil 3-D dibuat penyesuaian terhadap elevasi tertinggi titik data setiap lintasan seperti pada **Gambar 9**.

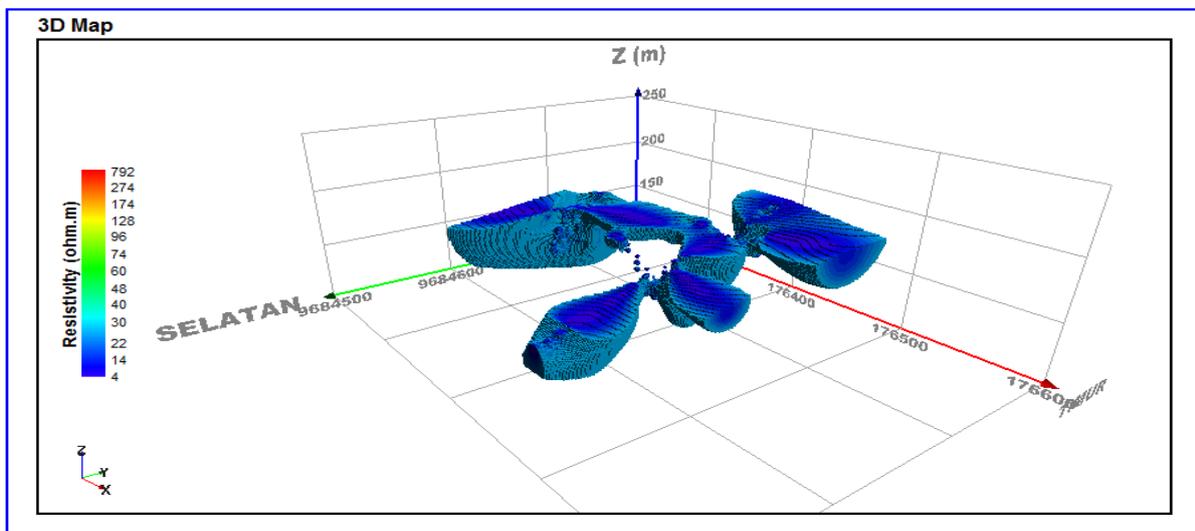
Seperti halnya pada penampang 2-D untuk model *pseudo* 3-D dalam menentukan zona resistivitas rendah ($\rho < 40 \Omega\text{m}$), ditandai dengan warna biru sampai biru pekat yang menandakan bahwa zona tersebut merupakan lapisan terdapatnya endapan bijih besi magnetit dan zona resistivitas dengan nilai $40 \Omega\text{m} < \rho < 250 \Omega\text{m}$ yang ditandai dengan warna hijau muda sampai warna jingga yang menandakan bahwa zona tersebut merupakan zona pelapukan batuan andesit sedangkan zona batuan basal ditandai dengan warna merah.

Gambar 10. Merupakan profil 3-D yang diidentifikasi sebagai zona sebaran

bijih besi, dimana nilai resistivitasnya rendah yaitu $\rho < 40 \Omega\text{m}$ dengan variasi warna biru muda hingga biru tua yang menyatakan zona tersebut diduga merupakan zona lapisan endapan bijih besi magnetit, sesuai dengan yang ditemukan bagian barat daerah penelitian yaitu di lembah buntu Mario dan buntu Sikuku hingga ke buntu Andulan bagian utara ada boulder magnetis yang tersebar di aliran sungai lamasi diperkirakan berasal dari zona potasik. Hasil ini mirip dengan hasil yang diperoleh oleh Kosidahrta, dkk (2016), yaitu pada kedalaman $\pm (11 - 33)$ meter dengan nilai resistivitas rendah berkisar antara $(2,37 - 5,6) \Omega\text{m}$ yang diduga adalah bijih besi Hematit (Fe_2O_3). Pada gambar diatas terlihat penyebaran bijih besi magnetit terbesar berada di sebelah barat daerah penelitian dengan arah timur laut - barat daya. Bagian barat lokasi penyelidikan khususnya pada zona sesar geser di buntu Santandung dijumpai breksi vulkanik yang dicirikan dengan penggantian mineral biotit menjadi klorit. Ciri fisik yang dijumpai di lapangan adalah perubahan warna pada batuan yang teralterasi menjadi berwarna hijau hingga kehitaman yang mengandung nilai kemagnetan sedang - tinggi, sifat kemagnetan pada batuan basal lebih didominasi oleh klorit hasil alterasi dari pragmen biotit pada satuan batuan breksi vulkanik dan basal .



Gambar 9. Profil pseudo 3-D untuk Lintasan 1-4



Gambar 10. Sebaran bijih besi dalam bentuk 3-D

Bagian selatan daerah penyelidikan dijumpai zona alterasi propilik, dimungkinkan terjadi oleh zona ubahan yang sangat dekat dengan daerah intrusi khususnya pada oleh sistem *stocwork* yang terisi oleh mineral karbonat. Pengkayaan mineral pada zona ini tidak terlalu tinggi. Pirit umum dijumpai dalam bentuk pirit halus yang tersebar pada rekahan batuan ataupun bersifat *disseminated*, namun keterdapatannya dominan sebagai pengisi rekahan. Sulfida halus yang mengisi rekahan membentuk *banded* tipis pada zona batuan yang mengalami alterasi ini.

Pada batuan breksi vulkanik, mineralisasi umumnya dijumpai pada matriks yaitu pada rekahan yang terbentuk karena adanya kekar. Kekar tersebut terisi oleh mineral alterasi yang kadang ikut membawa mineral bijih besi seperti sulfida halus.

Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan interpretasi data yang sudah dilakukan maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Block model *pseudo* 3-D dapat memetakan penyebaran bijih besi magnetit yang penyebaran terbesar berada di sebelah barat daerah penelitian dengan arah timur laut - barat daya.
2. Data resistivitas dari penampang resistivitas 2-D yang diperoleh dari pengukuran lintasan 1 sampai dengan pengukuran lintasan 4 di lapangan yaitu zona lapisan bijih besi magnetit berada pada resistivitas $\rho < 40 \Omega\text{m}$, zona pelapukan batuan andesit dengan resistivitas $40 \Omega\text{m} < \rho < 250 \Omega\text{m}$ dan zona batuan basal dengan resistivitas tinggi $\rho > 250 \Omega\text{m}$, sesuai dengan yang ditemukan bagian barat daerah penelitian yaitu di lembah buntu Mario dan buntu Sikuku hingga ke buntu Andulan bagian utara ada boulder magnetis yang tersebar di aliran sungai lamasi diperkirakan berasal dari zona potasik.

Alur Vein Kromit Di Bawah Permukaan Bumi. Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar.

Sumartono, W., Arman Y., Putra, Y.S. 2013. *Identifikasi Sebaran Kandungan Bijih Besi di Kabupaten Bengkayang Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas.* PRISMA FISIKA, Vol. I, No. 1, Hal. 14 – 21.

Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff R. E. 1990. *Applied Geophysics (2nded).* Cambridge University Press : New York.

DAFTAR PUSTAKA

- Djuri, Sudjatmiko, 1998. *Peta Geologi Lembar Majene dan Bagian Barat Lembar Palopo*, Sulawesi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Hendrajaya, L. dan Arif, I. 1990. *Geolistrik Tahanan Jenis*. Monograf metoda Eksplorasi. Laboratorium Fisika Bumi. ITB. Bandung
- Jensen, M., & Bateman, A.M., 1981. *Economic Mineral Deposits.* Canada : Jhon Wiley and Sons Inc.
- Kosidahrta, R., Wahyono, S.C., Suarso, E., 2016 *Identifikasi Bijih Besi Menggunakan Metode Geolistrik Schlumberger di Kabupaten Tanah Laut* Jurnal Fisika FLUX, Volume 13, Nomor 2, Agustus 2016.
- Loke, M.H. 2004. *2-D and 3-D Electrical Imaging Surveys.* Tutorial. email: drmhloke@yahoo.com
- Prawira, Y. 2014. *Aplikasi Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger dalam Menganalisis*

PETUNJUK PENULISAN

1. Jurnal Geoelebes memuat tulisan berupa hasil penelitian, kajian teoretik dan aplikasi, dan gagasan yang berhubungan dengan ilmu kebumian.
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 direviw oleh mitra bestari yang ahli dalam bidang kebumian. Hasil review akan diedit oleh tim redaksi mengikuti layout yang telah ditentukan dan kemudian diterbitkan secara online dan cetak.
4. Penulis diharapkan mendaftarkan 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 koresponden, (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

