

**Vol. 2 No. 2**  
**Oktober 2018**

**ISSN 2579-5821**  
**e-ISSN 2579-5546**

# **Jurnal**

# **Geocelebes**



**Diterbitkan oleh:**  
**DEPT. GEOFISIKA**  
**Universitas Hasanuddin**  
**Makassar**

# JURNAL GEOCELEBES

**Volume 2 Nomor 2, Oktober 2018**

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/ Editor Board**

Editor Kepala (Chief Editor) : Muh. Altin Massinai

Redaksi yang bertugas pada Volume 2

Dewan Editor (Editorial Board) : Sakka (Universitas Hasanuddin)  
Erfan Syamsuddin (Universitas Hasanuddin)  
M. F. I. Massinai (Universitas Hasanuddin)  
Saaduddin Sultan (University of Leeds, UK)

Mitra Bestari (Reviewer) : Nanang Sugianto (Universitas Bengkulu)  
Wrego Seno Giamboro (UPN "Veteran" Yogyakarta)  
Muhammad Amin Syam (Universitas Mulawarman)  
Erlangga Ibrahim Fattah (Institut Teknologi Sumatera)  
Masyitha R. B. Kiraman (Tohoku University, Japan)

## **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](mailto:geocelebes@sci.unhas.ac.id)

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

## DAFTAR ISI

### JURNAL GEOCELEBES

Volume 2 Nomor 1, Oktober 2018

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

**Identifikasi Kandungan Unsur Logam Batuan Menggunakan Metode XRF (X-Ray Fluorescence) (Studi Kasus: Kabupaten Buton) ---47**  
*Jamaluddin, Emi Prasetyawati Umar*

**Analisis Kestabilan Lereng Berdasarkan Nilai *Slope Mass Rating* di Desa Sukamaju, Tenggarong Seberang, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur.....53**  
*Muhammad Amin Syam, Tommy Trides, Heryanto*

**Karakteristik Endapan Sinter Travertin Panas Bumi Barasanga Kabupaten Konawe Utara, Sulawesi Tenggara .....64**  
*Emi Prasetyawati Umar, Jamaluddin*

**Karakterisasi Struktur Bawah Permukaan Tanah Pekebunan pada Kebun Contoh Politani Kupang Menggunakan Metode Georadar.....70**  
*Basry Yadi Tang, Wahyu Dani Swari*

**Investigasi Zona Akuifer Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger di Pantai Parangluhu Kecamatan Bontobahari, Kabupaten Bulukumba.....78**  
*Wahyuni, Jamaluddin, Sabrianto Aswad, La Ode Armin*

## KATA PENGANTAR

Jurnal Gecelebes yang dikelola oleh Departemen Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin Makassar telah memasuki tahun kedua. Dewan Redaksi mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas pencapaian ini serta ungkapan terima kasih atas komitmen Tim Pengelola, Tim *Editor* Isi dan *Layout*, dalam menjalankan amanah ini. Secara khusus Dewan Redaksi mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada seluruh penulis yang telah memasukkan karya ilmiahnya dan kepada Tim Mitra Bestari yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan saran dan koreksi yang membangun pada setiap makalah di setiap terbitan Jurnal Gecelebes. Pada kesempatan ini pula, Dewan Redaksi meminta doa dan dukungan dari semua pihak terkait diajukannya Jurnal Gecelebes untuk mengikuti Akreditasi Jurnal Nasional.

Pada edisi Volume 2 Nomor 2 Oktober 2018 terdapat enam makalah yang diterbitkan yang secara umum membahas implementasi peran geosains khususnya geofisika dalam eksplorasi sumber daya alam dan mitigasi bencana alam yang sesuai dengan fokus dan cakupan bidang yang diterbitkan oleh Jurnal Gecelebes. Jurnal Gecelebes menerima partisipasi dari akademisi, peneliti, praktisi industri, mahasiswa dan lainnya di bidang geosains baik dalam perspektif teoretik maupun aplikasi, baik yang berkaitan tentang bawah permukaan (litosfer) maupun atas permukaan (atmosfer), yang tentunya akan melalui serangkaian proses yaitu *submitting*, *editing*, dan *reviewing*.

Dewan Redaksi Jurnal Gecelebes membuka diri atas saran dan kritikan yang membangun demi perbaikan ke depan. Segala saran dan kritikan dapat dikirimkan melalui email [gecelebes@sci.unhas.ac.id](mailto:gecelebes@sci.unhas.ac.id)

Makassar, Oktober 2018

Dewan Redaksi Jurnal Gecelebes

## IDENTIFIKASI KANDUNGAN UNSUR LOGAM BATUAN MENGUNAKAN METODE XRF (*X-RAY FLOURESCENCE*) (STUDI KASUS: KABUPATEN BUTON)

Jamaluddin<sup>1\*</sup>, Emi Prasetyawati Umar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Geological Engineering, School of Geosciences, China University of Petroleum (East China), Qingdao, China.

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia.

\*Penulis koresponden. Alamat email: [jamaljamaluddin1994@gmail.com](mailto:jamaljamaluddin1994@gmail.com)

### Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan konsentrasi unsur logam besi (Fe), Mangan (Mn), and nikel (Ni). Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan metode *X-Ray Fluorescence* (XRF). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi rata-rata unsur logam besi (Fe) pada sampel Buton 1, Buton 2, Buton 3 dan Buton 4 berturut-turut adalah 48.17 %, 49.49 %, 56.64 % dan 41.63 %. Mangan (Mn) 1.78 %, 1.81 %, 0.985 % dan 1.69 %. Nikel (Ni) 3.34 %, 3.18 %, 9.22 % dan 3.88 %. Dari hasil karakterisasi *X-Ray Fluorescence* (XRF) didapatkan besi (Fe) dominan terkandung dalam sampel dengan konsentrasi sekitar 41.63% sampai 56.64%. Bijih besi mengandung material magnetik berbasis besi (Fe) dalam bentuk mineral oksida besi yaitu Hematit ( $Fe_2O_3$ ).

**Kata kunci:** Buton, Hematit, Logam, X-Ray Fluorescence (XRF).

### Abstract

The aim of this research is determine the concentration of metallic elements iron (Fe), manganese (Mn), and nickel (Ni). The method used in this research is the method of X-ray fluorescence (XRF). The result of the research shown an average concentration of the metal element iron (Fe) at Buton 1, Buton 2, Buton 3 and Buton 4 samples respectively is 48.17 %, 49.49 %, 56.64 % and 41.63 %. Mangan (Mn) 1.78 %, 1.81 %, 0.985 % and 1.69 %. Nikel (Ni) 3.34 %, 3.18 %, 9.22 % and 3.88 %. From the characterization of X-Ray Fluorescence (XRF), the iron (Fe) were found in samples with concentrations of about 41.63% to 56.64%. Iron ore - based magnetic material containing iron (Fe) in mineral form of iron oxide that is hematite ( $Fe_2O_3$ ).

**Key Words :** Buton, Hematite, Metallic, X-Ray Fluorescence (XRF).

### Pendahuluan

Kepulauan Indonesia terletak di antara dua kontinen yaitu, kontinen Asia di bagian barat laut dan kontinen Australia di bagian tenggara serta terletak antara dua samudera yaitu Samudera Pasifik dan Samudera Indonesia. Indonesia ditinjau dari titik pandang geodinamika kepulauan terletak dalam zona konvergen antara tiga lempeng

yang saling bergerak satu terhadap lainnya, yaitu lempeng Eurasia di bagian utara yang relatif diam, lempeng Pasifik yang bergerak ke arah barat dengan kecepatan 6-10 cm pertahun (Massinai, 2013).

Pulau Buton terkenal dengan kekayaan aspalnya yang melimpah dan rembesan

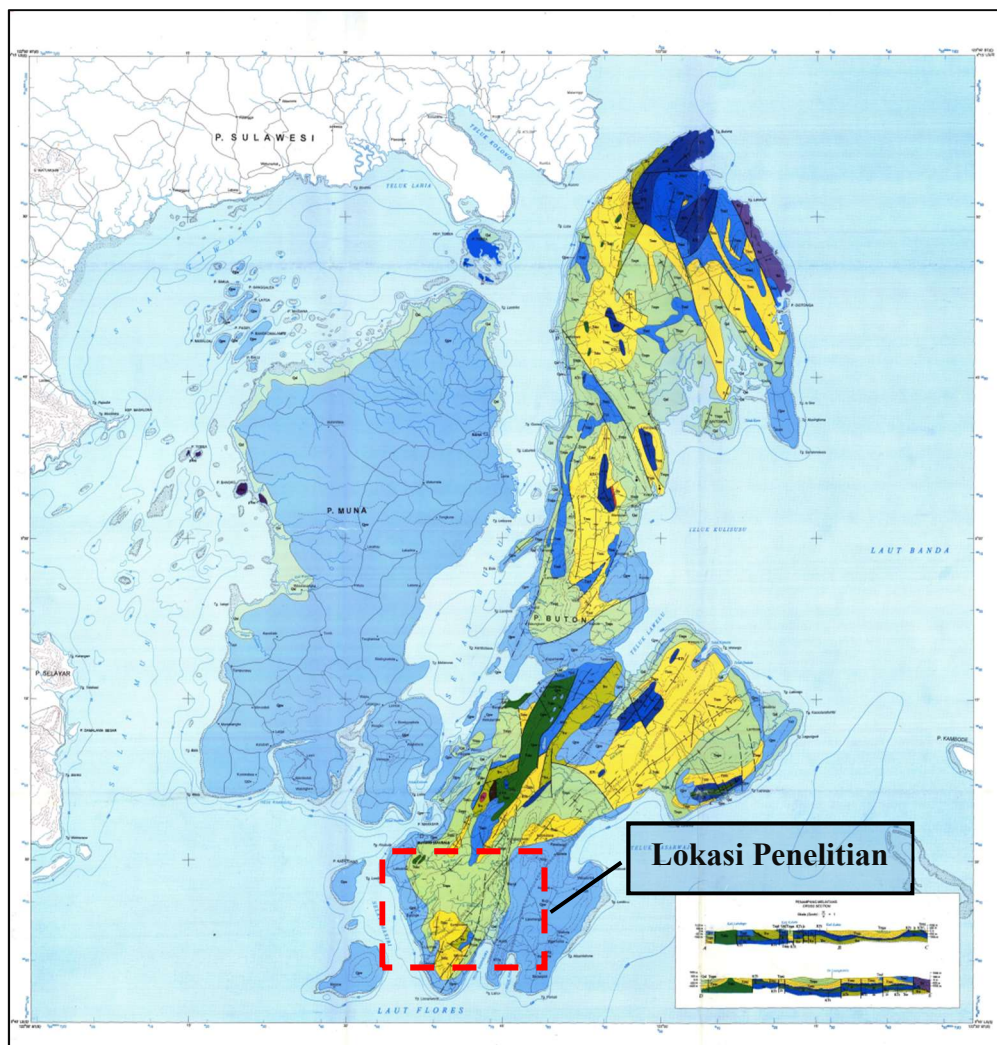


minyak yang mengindikasikan bahwa daerah tersebut sangat kaya dengan hidrokarbon yang sudah matang. Panjang pulau ini sekitar  $\pm 155$  km dan lebarnya berkisar antara 15-60 km.

Pulau Buton merupakan bagian dari Anjungan Tukangbesi - Buton, yang disusun oleh kelompok batuan sedimen pinggir benua serta batuan malihan berumur Permo - Karbon sebagai batuan alas, sedangkan Mandala Sulawesi Timur terdiri atas gabungan batuan ultramafik, mafik dan malihan.

### Tektonik dan Stratigrafi Regional

Peristiwa tektonik yang terjadi antara Tukangbesi - Buton yang menyebabkan terjadinya struktur lipatan yang terdiri dari antiklin dan sinklin, serta struktur sesar yang terdiri dari sesar naik, sesar normal dan sesar geser mendatar. Umumnya struktur berarah Timurlaut – Baratdaya di Buton Selatan, kemudian berarah Utara – Selatan di Buton Tengah, dan Utara - Baratlaut hingga Selatan - Tenggara di Buton Utara. Peristiwa tektonik yang terjadi berulang-ulang menyebabkan batuan-batuan yang berumur lebih tua mengalami beberapa kali aktifitas struktur, sehingga batuan tua umumnya ditemukan dengan kemiringan lapisan yang relatif tajam (Sikumbang et. al, 1995).

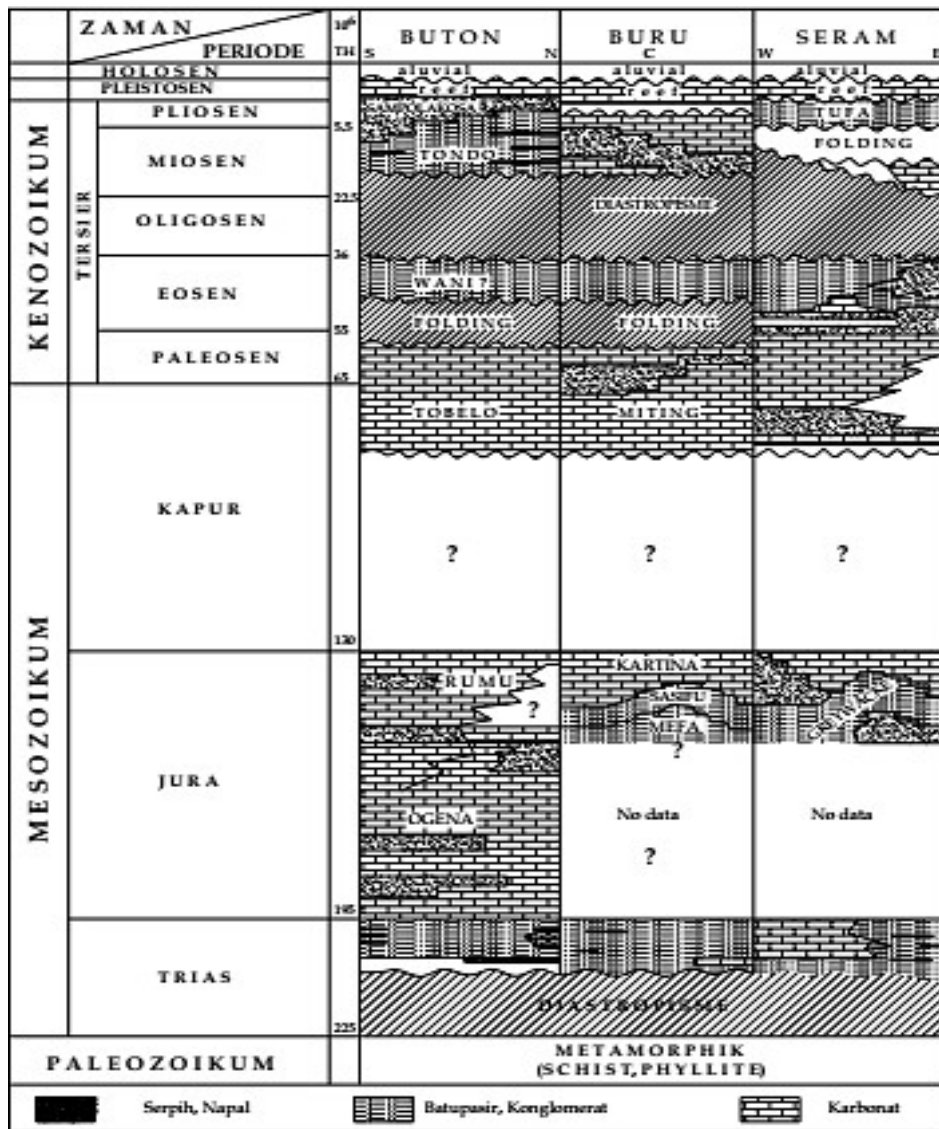


Gambar 1. Peta Geologi Lembar Buton.

Tektonik yang terjadi di daerah Buton dimulai sejak pra-Eosen dimana pola tektoniknya sukar ditentukan disebabkan oleh seluruh batuan telah mengalami beberapa kali perlipatan dan patahan. Gerak tektonik utama yang membentuk pola struktur hingga sekarang diperkirakan terjadi pada Eosen-Oligosen yang membentuk struktur berarah Timurlaut-Barat daya. Tektonik ini menyebabkan terjadinya sesar mendatar antara Buton bagian Utara dan Buton bagian Tengah sepanjang Bubu- Matewe yang diperkirakan berhubungan dengan sesar mendatar Palu-Koro. Peristiwa tektonik berikutnya terjadi antara Pliosen-Plistosen

yang mengakibatkan terlipatnya batuan pra-Pliosen. Peristiwa tektonik terakhir terjadi sejak Plistosen dan masih berlangsung hingga saat ini. Tektonik ini mengakibatkan terangkatnya Pulau Buton dan Pulau Muna secara perlahan.

Daerah Buton disusun oleh kelompok batuan Mesozoikum berumur Trias hingga Kapur Atas bahkan hingga Paleosen dan kelompok batuan Kenozoikum berumur Tersier dan Kuartar. Kelompok batuan Mesozoikum terdiri atas Formasi Winto, Formasi Ogena, Formasi Rumu dan Formasi Tobelo.



Gambar 2. Stratigrafi regional daerah Buton (Tobing, 2005).

Kelompok batuan sedimen yang termasuk batuan Kenozoikum kemudian menutupi sebagian besar P. Buton yang terdiri atas Formasi Tondo, Formasi Sampolakosa dan Formasi Wafulaka yang diendapkan pada Miosen Awal hingga Pliosen Akhir – Plistosen. Formasi tondo dan formasi Sampolakosa merupakan tempat endapan aspal di P.Buton. Sumber aspal yang terdapat di dalam kedua formasi tersebut diduga berasal dari Formasi Winto (Trias) dan dianggap sebagai formasi pembawa Bitumen padat (Gambar 2).

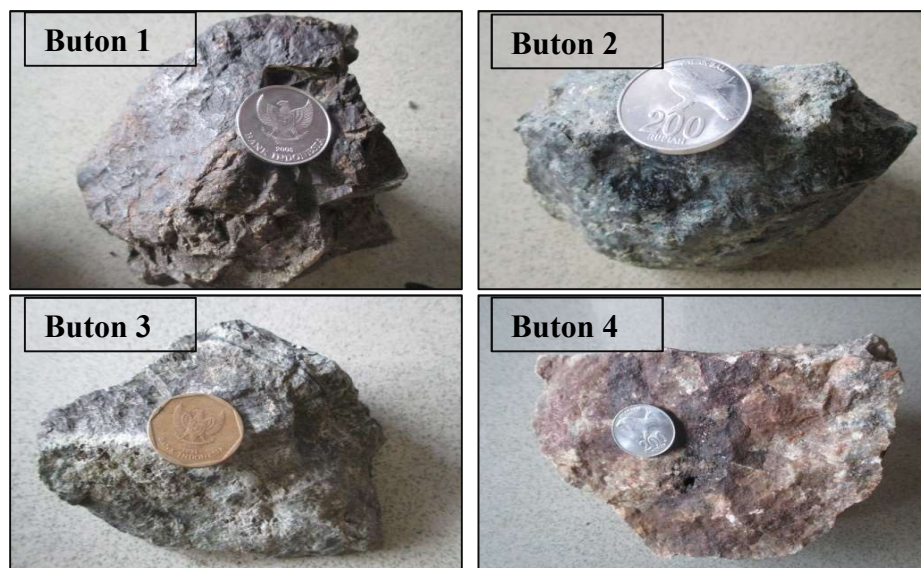
Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis kandungan logam yaitu dengan metode *X-Ray Fluorescence* (XRF). Penggunaan metode X-Ray Fluorescence dalam penelitian ini berdasarkan pertimbangan bahwa teknik ini mempunyai limit deteksi hingga satuan part per million (ppm). Selain itu metode XRF mempunyai beberapa keuntungan diantaranya biaya relative murah, multielemental, analisisnya cepat dan hasil analisisnya bersifat kualitatif dan kuantitatif. Berdasarkan uraian tersebut, maka peneliti tertarik untuk menggunakan Metode *X-Ray Fluorescence* (XRF) untuk menentukan komposisi kandungan mineral logam besi (Fe), mangan (Mn), dan nikel (Ni) pada singkapan batuan yang terdapat

di Kecamatan Lasalimu Kabupaten Buton.

### Metode Penelitian

Analisis laboratorium dilakukan untuk mengetahui sifat fisik dan kimiawi batuan yang tidak bisa dilakukan secara langsung di lapangan. Untuk mengetahui sifat-sifat batuan tersebut maka dilakukan beberapa analisis laboratorium, dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah XRF (*X-Ray Fluorescence*). Data yang dihasilkan oleh alat XRF kemudian dianalisis untuk menentukan konsentrasi logam oksida pada sampel batuan yang di uji.

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer. Lokasi pengambilan sampel dilakukan langsung di beberapa titik di Pulau Buton berdasarkan dengan survei lapangan dan penentuan lokasi sebelumnya menggunakan *Google earth* dan *Global Positioning System* (GPS). Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui lokasi sebaran sampel yang telah diambil. Penentuan lokasi pengambilan sampel berdasarkan jarak, jarak antara titik sampel tidak sama karena mengacu pada peta geologi. Hal tersebut dilakukan agar sampel-sampel batuan yang diambil untuk diuji kandungannya mewakili keadaan di lapangan.



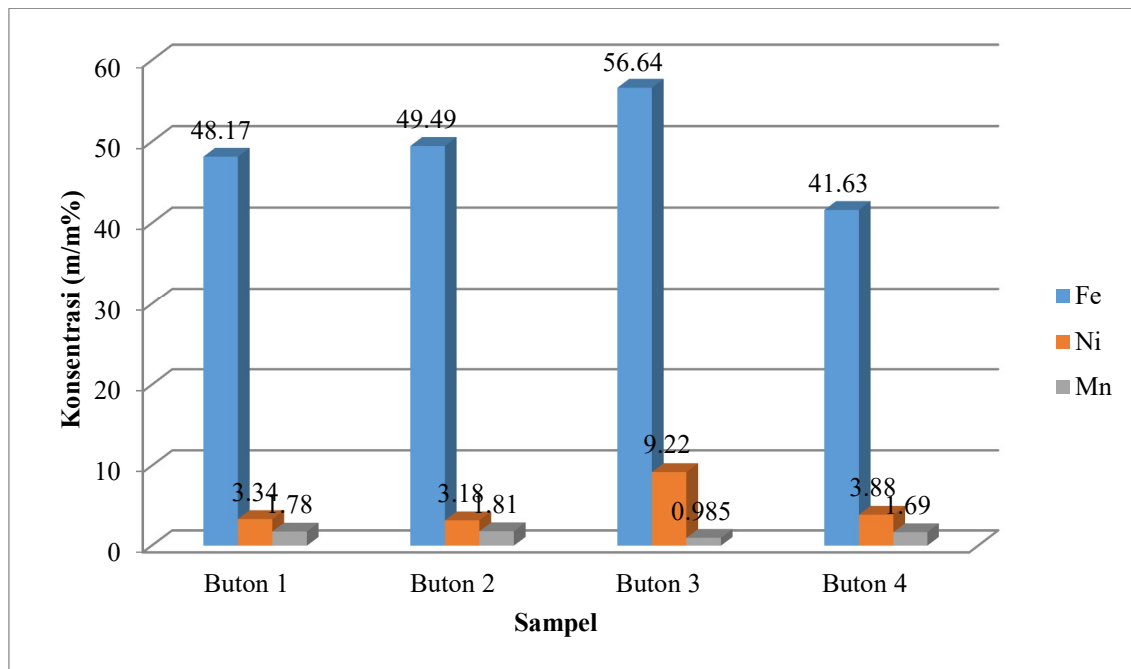
Gambar 3. Sampel penelitian



## Hasil dan Pembahasan

Kandungan logam-logam tersebut juga dipengaruhi oleh Struktur geologi. Struktur geologi yang penting adalah rekahan (*Joint*) dan patahan (*Fault*). Adanya rekahan dan patahan ini akan mempengaruhi dan mempermudah rembesan air kedalam tanah dan akan mempercepat proses pelapukan terhadap batuan induk. Selain itu, rekahan dan patahan akan dapat pula berfungsi sebagai tempat pengendapan larutan-larutan yang mengandung logam Fe, Ni, dan Mn.

Selain itu juga dipengaruhi oleh Topografi: secara teoritis daerah yang baik untuk tempat pengendapan bijih logam adalah punggung bukit yang landai dengan kemiringan antara 10 – 300% dimana pada tempat ini pelapukan secara mekanis dan kimia memungkinkan terbentuknya endapan bijih logam pada batuan ultrabasa. Pada daerah yang curam, air hujan yang jatuh kepermukaan lebih banyak mengalir dari pada yang meresap kedalam tanah, sehingga yang terjadi adalah erosi intensif, unsur-unsurnya ikut tererosi (Alam, 2011).



**Gambar 3.** Diagram konsentrasi (%) unsur Mn , Fe, dan Ni menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF)

Oleh karena itu kandungan mineral pada tiga titik pengambilan sampel dalam penelitian ini juga memiliki kandungan logam yang berbeda.

Hasil analisis *X-ray Fluorescence* (XRF) dapat dilihat berdasarkan grafik yang ada pada gambar 3 yang mengidentifikasi jenis unsur yang terdeteksi oleh sinar X berupa unsur Fe , Mn , dan Ni dengan nilai konsentrasi yang bervariasi dalam bentuk bilangan perseratus (%) dari sampel yang di uji dari ke empat sampel yang diteliti. kadar unsur logam yang paling dominan adalah besi (Fe) yang rata-ratanya secara

berturut-turut 48.17 % , 49.49 % , 56.64 dan 41.63 % . Hal ini disebabkan karena unsur besi dominan kelimpahannya di alam dibandingkan dengan logam lain termasuk dalam batuan.

Hubungan keterdapatan unsur Fe, Ni, dan Mn berdasarkan hasil grafik menunjukkan bahwa unsur Mn, Co, dan Ni berasosiasi terhadap keterdapatan endapan mineral Mangan (Mn), sementara unsur Fe berkorelasi negatif terhadap keterdapatan mineral Mn pada sampel. Keterdapatan mineral Mn dilokasi penelitian membentuk jalur rekahan dengan konsentrasi Mn yang

tinggi. Diduga bahwa bijih mangan dilokasi penelitian terbentuk melalui proses sedimentasi karena adanya pelapukan dari batuan induk maka bulir-bulir mineral Mn mungkin menjadi lebih stabil atau justru terlarut oleh gaya pengangkut kemudian diendapkan di tempat lain sebagai endapan sedimenter.

Tingginya kuantitas mangan dilokasi penelitian selain memberikan manfaat yang positif juga memberikan dampak yang negatif. Hal serupa yang dilaporkan (Ansori, 2010) bahwa mangan merupakan kelompok logam berat dan memiliki berat jenis  $7.4 \text{ g/cm}^3$  serta tidak dapat terdegradasi atau hancur sehingga logam mangan tetap persisten ada dilingkungan. Kondisi ini memberikan informasi apabila unsur mangan terlarut dalam permukaan tanah kemudian tererosi masuk ke dalam air maka akan menyebabkan air terkontaminasi dengan logam berat sehingga akan mencemari lingkungan air.

Dari segi geologi ekonomi terdapat beberapa bahan galian yang antara lain aspal terdapat didalam formasi Sampulakosa, dan Wapulaka. Tanda adanya minyak dijumpai di daerah ini. Mangan ditemukan di dalam Formasi Rumu di daerah hulu dan sungai Rumu. Bahan bangunan seperti batugamping kerakal dan pasir.

### Kesimpulan

Kabupaten Buton kaya dan beragam akan potensi bahan galian terutama aspal alam yang sudah lama diusahakan, selain bahan galian lain yang sedang diusahakan penambangannya yaitu mangan (Mn), nikel (Ni), dan batugamping.

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa konsentrasi unsur logam yang dominan dari 4 sampel batuan yang diteliti adalah mineral logam besi (Fe). Hal ini disebabkan karena unsur besi dominan

kelimpahannya di alam dibandingkan dengan logam lain termasuk dalam batuan.

### Daftar Pustaka

- Alam, A.F, (2011), *Analisis Perubahan Kadar Nikel Saprolit dari Kegiatan Eksplorasi Sampai Kegiatan Penambangan pada PT. Gane Permai Sentosa (GPS) Kecamatan Obi Utara Kabupaten Halmahera Selatan Propinsi Maluku Utara*, Skripsi S-1, <http://wikipedia.Com>, 12 Oktober 2013.
- Ansori, C, (2010). *Potensi dan Genesis Mangan Di Kawasan Kars Gombong Selatan Berdasarkan Penelitian Geologi Lapangan, Analisis Data Induksi Polarisasi dan Kimia Mineral*, Buletin Sumber Daya Geologi, Volume 5.
- Massinai, Muhammad Altin, Saiful Damphelas. (2013). *Inventarisasi Zona Mineralisasi, Panasbumi dan Batubara di Kabupaten Donggala Sulawesi Tengah*, Laporan Akhir Pemetaan Geologi Dan Inventarisasi Sumber Daya Mineral Dan Batubara
- Sikumbang, N., Sanyoto, P., Supandjono, R. J. B. dan Gafoer, S., (1995). *Peta Geologi Lembar Buton, Sulawesi Tenggara skala 1 : 250.000*. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi. Perwilayah Kecamatan.
- Tobing, S. M., (2005), *Inventarisasi Bitumen Padat di Daerah Sampolawa, Kabupaten Buton, Propinsi Sulawesi Tenggara*. Hasil-hasil Kegiatan Inventarisasi Bitumen Padat dan Gambut Tahun 2005. Dept. Energi dan Sumber Daya Mineral.

## **ANALISIS KESTABILAN LERENG BERDASARKAN NILAI *SLOPE MASS RATING* DI DESA SUKAMAJU, TENGGARONG SEBERANG, KUTAI KARTANEGARA, KALIMANTAN TIMUR**

Muhammad Amin Syam<sup>1\*</sup>, Heryanto<sup>1</sup>, Tommy Trides<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia.

<sup>2</sup> Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

\*Penulis koresponden. Alamat email: [muhaminsyam24@ft.unmul.ac.id](mailto:muhaminsyam24@ft.unmul.ac.id)

### **Abstrak**

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kestabilan lereng berdasarkan nilai *Slope Mass Rating* lereng batuan pada desa Sukamaju, Tenggarong Seberang, Kutai Kartanegara. *Slope Mass Rating* adalah sistem klasifikasi massa batuan yang dirancang khusus untuk lereng batuan dengan menggabungkan nilai *Rock Mass Rating* dan penyesuaian terhadap arah orientasi kekar. Parameter yang digunakan dalam metode ini adalah nilai kuat tekan, *Rock Quality Designation* (RQD), spasi bidang kekar, kondisi bidang kekar, dan kondisi airtanah. Nilai kuat tekan batuan pembentuk lereng adalah 27.14 Mpa dengan bobot 4, nilai RQD sebesar 85% dengan bobot 17, spasi kekar rata-rata 48 cm dengan bobot 10, kondisi kekar akumulatif memiliki bobot 20, kondisi airtanah dengan bobot 15, arah orientasi lereng tidak menguntungkan dengan bobot -24, dan lereng masih merupakan lereng alamiah dengan bobot 15. Dengan menjumlahkan setiap parameter, maka diperoleh nilai *Slope Mass Rating* (SMR) sebesar 57. Nilai ini bermakna bahwa kondisi batuan tergolong normal, stabil pada sebagian lereng, dan dapat terjadi longsoran berupa jatuhnya batuan dari kekar dan longsoran baji.

**Kata kunci:** kestabilan lereng, *slope mass rating*, *rock mass rating*.

### **Abstract**

This study is to analyze slope stability based on *Slope Mass Rating* in Sukamaju area, Tenggarong Seberang, Kutai Kartanegara. *Slope Mass Rating* is rock mass classification designed specially for rock slope by combining *Rock Mass Rating value* and adjustment to joint orientation direction. Parameters used in this method are *Uniaxial Compressive Strength* (UCS), *Rock Quality Designation* (RQD), joint distance, joint condition, dan groundwater condition. UCS value of the rock is 20 Mpa by weight 4, RQD value is 72% by weight 17, average joint distance is about 2 cm by weight 20, weight of accumulative joint condition is 20, groundwater condition has weight 15, slope orientation direction is unfavourable by weight -24, the slope is still natural and has weight 15. By menjumlahkan all parameters, therefore obtained value of *Slope Mass Rating* (SMR) sebesar 57. This value means that the rock condition is normal, stable in partial slope, can occur failure, such as rock fall from the joint and wedge failure.

**Key Words :** *slope stability, slope mass rating, rock mass rating*

## Pendahuluan

Pada daerah dengan morfologi yang curam dengan banyak bidang-bidang diskontinuitas, longsoran batuan adalah salah satu bencana alam yang sering terjadi. Hal ini terjadi karena adanya bidang diskontinuitas tersebut merupakan bidang lemah pada massa batuan yang membentuk lereng. Bidang lemah tersebut umumnya berupa struktur geologi yaitu rekahan atau kekar dan patahan. Berdasarkan struktur geologi yang dominan terdapat pada batuan pembentuk lereng maka dapat ditentukan jenis longsoran batuan berpotensi terjadi pada lereng tersebut.

Sifat fisik dan mekanik dari batuan pada lereng sangat menentukan mudah tidaknya longsoran batuan itu terjadi. Selain itu, arah orientasi kekar atau diskontinuitas terhadap muka lereng juga dapat memperbesar ataukah mengurangi kecenderungan longsoran massa batuan.

Sebelum terjadinya longsoran batuan, maka perlu dilakukan upaya mitigasi untuk mencegah atau mengurangi risiko longsoran batuan. Salah satu upaya mitigasi awal yang dapat dilakukan adalah analisis kestabilan lereng batuan berdasarkan nilai *Slope Mass Rating*. Metode ini adalah penilaian potensi longsoran batuan yang menggabungkan analisis kualitatif dan kuantitatif didasari oleh metode *Rock Mass Rating* dan penyesuaian arah orientasi kekar sehingga menghasilkan penilaian kestabilan lereng yang lebih baik.

Metode *Slope Mass Rating* (SMR) telah lama digunakan sebagai alat untuk mengevaluasi kondisi kestabilan lereng batuan secara cepat (Kamutchat, et al, 2007).

### Klasifikasi Massa Batuan

#### Metode *Rock Mass Rating* (RMR)

Dalam Fahmi (2007), metode ini sudah diakui dan sering digunakan dalam kegiatan geologi teknik. Metode RMR

diperkenalkan oleh Bieniawski. Metode RMR ini memasukkan 5 parameter utama (Tabel 1), yaitu disajikan pada:

#### 1. Kekuatan Batuan Utuh (*Intact Rock*)

Kekuatan batuan utuh (*intact rock*) dalam RMR dinyatakan dengan *Uniaxial Compressive Strength (UCS)*. UCS merupakan kekuatan dari batuan utuh yang diperoleh dari hasil uji kuat tekan uniaksial. Menurut Deere dan Miller (1966), nilai UCS juga dapat ditentukan dari JCS dapat diperoleh dari pengeplotan *Schmidt Rebound Hammer*.

#### 2. *Rock Quality Designation* (RQD)

Parameter RQD diperoleh melalui pengamatan inti bor yang terambil, dengan mengabaikan inti bor yang memiliki panjang kurang dari 10 cm dan menunjukkan sisanya sebagai persentase terhadap panjang pemboran. Namun jika menggunakan sistem *scanline*. Terlebih dahulu harus ditentukan frekuensi diskontinuitas atau kekar. Frekuensi diskontinuitas/kekar merupakan perbandingan antara jumlah diskontinuitas dalam satu *scanline* dengan panjang *scanline*. Frekuensi diskontinuitas dihitung dengan rumus:

$$\text{Frekuensi } (\lambda) = \frac{\sum \text{Diskontinuitas}}{\text{Panjang Scanline}} \quad (1)$$

Setelah diketahui nilai frekuensi kekar atau diskontinuitas, nilai tersebut digunakan untuk menghitung RQD dengan rumus:

$$RQD = 100 e^{-0.1\lambda} (0.1\lambda + 1) \quad (2)$$

#### 3. Spasi Diskontinuitas/Kekar

Spasi diskontinuitas merupakan jarak antara dua diskontinuitas yang berdekatan dalam satu *scanline*.

$$\text{Spasi Kekar} = \frac{\text{Panjang Scanline}}{\sum \text{Diskontinuitas}} \quad (3)$$

4. Kondisi Diskontinuitas/Kekar

Kondisi diskontinuitas ditentukan dari deskripsi tiap bidang diskontinuitas, berupa tingkat pelapukan, kekasaran permukaan bidang diskontinuitas, kemenerusan bidang kekar atau diskontinuitas, lebar bukaan, dan material pengisi bidang diskontinuitas.

5. Kondisi Airtanah

Keberadaan air ini akan mengurangi kuat geser antara kedua permukaan diskontinuitas. Bobot parameter airtanah dapat ditentukan dengan beberapa cara yaitu pengamatan langsung di lapangan dan menentukan kondisi umum air.

Metode Slope Mass Rating (SMR)

Romana (1985) dalam Endartyanto (2007) telah memodifikasi sistem klasifikasi RMR untuk menentukan kestabilan dengan menambahkan faktor penyesuaian arah orientasi lereng dan metoda eskavasi lereng. Parameter yang dibutuhkan untuk klasifikasi *slope mass rating* (SMR) adalah sebagai berikut:

1. Arah kemiringan (*dip direction*) dari permukaan lereng ( $\alpha_s$ )
2. Arah kemiringan (*dip direction*) diskontinuitas ( $\alpha_j$ )
3. Sudut kemiringan diskontinuitas ( $\beta_j$ ) dan kemiringan lereng ( $\beta_s$ )

Tabel 1. Klasifikasi RMR dan nilai pembobotannya (modifikasi dari Bieniawski, 1989)

Parameter		Jangkauan Nilai							
1	Kekuatan Batuan Utuh	Indeks Poin Load	>10 MPa	4 – 10 MPa	2 – 4 MPa	1 – 2 MPa	Tidak menggunakan Point Load		
		Uniaxial Compressive	>250 MPa	100 – 250 MPa	50 – 100 MPa	25 – 50 MPa	5 – 25 MPa	1 – 5 MPa	<1 MPa
	Bobot	15	12	7	4	2	1	0	
2	Rock Quality Designation	90 – 100%	75 – 90%	50 – 75%	25 – 50%	<25%			
	Bobot	20	17	13	8	3			
3	Spasi Diskontinuitas/Kekar	>2 m	0.6 – 2 m	0.2 – 0.6 m	0.06 – 0.2 m	<0.06 m			
	Bobot	20	15	10	8	0			
4	Kondisi Bidang Diskontinuitas	Sangat kasar dinding segar tidak menerus rapat	Kasar terbuka <1 mm dinding sedikit lapuk	Sedikit kasar terbuka <1 mm dinding sangat lapuk	Terisi Tebal <5 mm terbuka 1 – 5 mm menerus	Terisi materail lunak >5 mm Terbuka >5 mm Menerus			
	Bobot	30	25	20	10	0			
5	Kondisi Airtanah	Aliran per 10 m panjang terowongan	0	<10	25 – 10	25 – 125	>125		
		Tekanan Air	0	<0.1	0.1 – 0.2	0.2 – 0.5	>0.5		
		Kondisi Umum	Kering	Lembab	Berair	Basah	Mengalir		
	Bobot	15	10	7	4	0			

Tabel 2. Nilai pembobotan untuk kekar (Romana, 1985 dalam Endartyanto, 2007)

Kasus	Syarat	Sangat Baik	Baik	Cukup Baik	Buruk	Sangat Buruk
P	$ \alpha_j - \alpha_s $	>30°	30°-20°	20°-10°	10°-5°	<5°
T	$ \alpha_j - \alpha_s - 180 $					
P/T	F1	0.15	0.4	0.7	0.85	1
P	$ \beta_j $	<20°	20°- 30°	30°-35°	35°-45°	>45°
P	F2	0.15	0.4	0.7	0.85	1
T	F2	1	1	1	1	1
P	$\beta_j - \beta_s$	>10°	10° - 0°	0°	0° - (-10°)	<-10°
T	$\beta_j - \beta_s$	<110°	110°-120°	>120°	-	-
P/T	F3	0	-6	-25	-50	-60



Tabel 3. Nilai pembobotan untuk metode eskavasi lereng (Romana, 1985 dalam Endartyanto, 2007)

Metode	Alami	<i>Presplitting</i>	<i>Smooth Blasting</i>	<i>Blasting</i> atau <i>Mechanical</i>	<i>Defficient Blasting</i>
F4	15	10	8	0	-8

Tabel 4. Deskripsi setiap kelas SMR (Romana, 1985 dalam Endartyanto, 2007)

SMR	0 – 20	21 – 40	41 – 60	61 – 80	81 – 100
Kelas	V	IV	III	II	I
Deskripsi	Sangat buruk	Buruk	Normal	Baik	Sangat baik
Kestabilan	Sangat tidak stabil	Tidak stabil	Stabil sebagian	Stabil	Sangat stabil
Longsor	Bidang	Bidang dan baji	Baji dan kekar	Blok batuan	Tidak ada
Stabilisasi	Reeksavasi	Koreksi lereng	Sistematis	Okasional	Tidak ada

Nilai SMR diperoleh dengan menjumlahkan antara nilai RMR, nilai faktor penyesuaian orientasi kekar, dan metode eskavasi pada lereng tersebut:

$$SMR = RMR + (F1 \times F2 \times F3) + F4 \quad (4)$$

Dengan F1 adalah sudut antara  $\alpha_j$  dan  $\alpha_s$ , F2 adalah tangensial sudut kemiringan  $\beta_j$ , F3 adalah sudut antara  $\beta_s$  dan  $\beta_j$ , F4 merupakan metode eskavasi lereng. Bobot pengaruh orientasi lereng, metode eskavasi lereng, dan deskripsi kelas SMR disajikan pada Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4 di atas.

### Metodologi Penelitian

Data-data yang dibutuhkan dalam analisis kestabilan lereng menggunakan metode *Slope Mass Rating* diperoleh dari investigasi lapangan. Data kekuatan batuan utuh (UCS) yang diperoleh menggunakan nilai kekerasan batuan dari uji *Schmidt Rebound Hammer* yang kemudian diplot pada grafik hubungan antara JCS dan nilai kekerasan batuan.

Nilai RQD dihitung menggunakan metode *scanline*, seperti yang ditunjukkan pada persamaan 1 dan 2. Spasi kekar rata-rata diperoleh berdasarkan persamaan 3. Sedangkan kondisi kekar, kondisi airtanah, dan arah orientasi lereng berdasarkan penilaian kualitatif di lapangan dan pengukuran strike dan dip bidang diskontinuitas/kekar. Nilai SMR dihitung berdasarkan persamaan 4, namun sebelumnya menghitung nilai RMR dengan cara menjumlahkan bobot setiap parameter.

Dari nilai SMR dapat dideskripsikan kondisi kestabilan lereng dan jenis longsor batuan yang dapat terjadi. Lereng pada daerah studi dapat dilihat pada Lampiran 1.

### Hasil dan Pembahasan

#### *Menghitung Nilai RMR*

Nilai RMR diperoleh dengan menjumlahkan bobot setiap parameter, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Nilai dan bobot setiap parameter disajikan pada Lampiran 2 dan 3 yang dijelaskan sebagai berikut:

#### 1. Kekuatan Batuan Utuh

Nilai UCS diperoleh dengan memplot nilai uji *Schmidt Rebound Hammer*. Maka, diperoleh nilai rata UCS untuk 49 bidang kekar adalah sebesar 27.14 MPa.

#### 2. *Rock Quality Designation* (RQD)

Nilai ini dihitung menggunakan metode *scanline* dengan terlebih dahulu menghitung besar frekuensi kekar per satuan panjang dan didapatkan frekuensi kekar pada lereng adalah 6.84 kekar/meter. Nilai RQD massa batuan adalah 85%.

#### 3. Spasi Kekar

Kekar pada lereng terdapat 2 jenis *joint set* atau kekar berpasangan dengan arah orientasi yang dominan. Pada lereng tersebut diperoleh spasi rata-rata kekar adalah 0.48 m.

4. Kondisi Kekar

Kondisi kekar dibagi menjadi lima parameter, yaitu panjang kekar, kekasaran, lebar bukaan, isi bukaan, dan tingkat pelapukan. Panjang rata-rata kekar adalah 46.9 cm, kondisi permukaan yang kasar, lebar bukaan rata-rata kekar sebesar 0.02 cm, bukaan berisi besi oksida, dengan kondisi sedikit lapuk.

5. Kondisi Airtanah

Kondisi air pada lereng terbilang tidak ada atau masih dalam kondisi kering.

Dari nilai dan kondisi lereng di atas ditentukanlah bobotnya untuk menghitung nilai *Rock Mass Rating* (RMR). Bobot untuk parameter kekuatan batuan utuh sebesar 27.14 adalah 4. Bobot untuk nilai RQD 85% adalah 17. Spasi kekar sebesar 48 cm mempunyai bobot 10. Bobot kondisi kekar adalah jumlah setiap parameter dan diperoleh bobot sebesar 20. Kondisi batuan kering atau tidak ada pengaruh airtanah memiliki bobot 15. Sehingga bobot total atau nilai RMR adalah:

$$RMR = 4 + 17 + 10 + 20 + 15 = 66$$

Nilai ini bermakna bahwa kondisi massa batuan pada lereng tersebut masih tergolong baik.

*Menghitung Nilai SMR*

Nilai SMR adalah faktor penyesuaian terhadap arah orientasi lereng dan metode eskavasi yang digunakan pada nilai RMR. Arah kemiringan (*dip direction*) dan kemiringan lereng masing-masing 240°/30°. Arah kemiringan dan kemiringan utama kekar diperoleh dengan memplot data-data orientasi kekar pada aplikasi Dips 6.0 (Gambar 1). dan diperoleh orientasi kekar adalah 270° /13°. Dari arah kemiringan lereng dan kekar, jenis longoran yang dapat terjadi adalah longoran bidang. Dari kedua nilai orientasi kekar dan lereng diperoleh nilai da bobot, yaitu:

$$F1 = |\alpha_j - \alpha_s| = |270^\circ - 240^\circ| = 30^\circ \gg 0.4$$

$$F2 = |\beta_j| = |13^\circ| = 13^\circ \gg 1$$

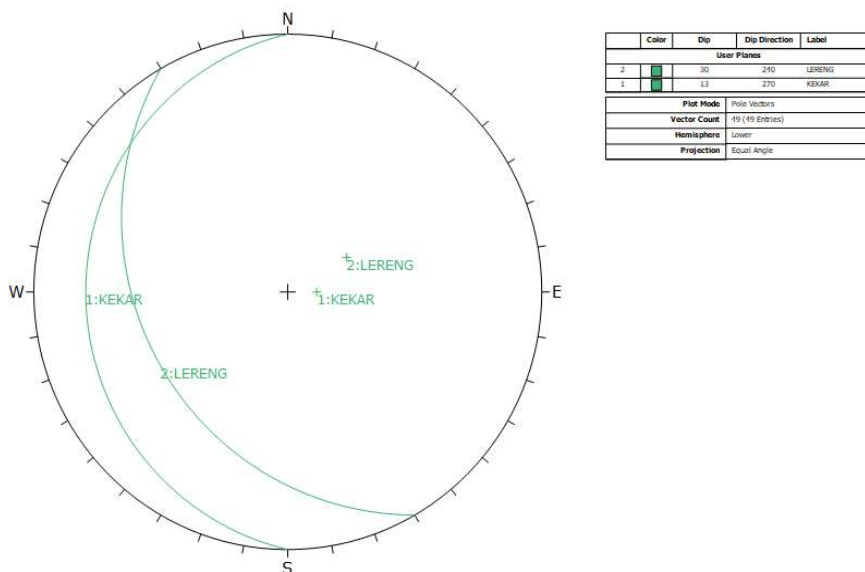
$$F3 = \beta_j - \beta_s = 13^\circ - 30^\circ = 17^\circ \gg -60,$$

$$F4 = 15 \text{ (lereng alamiah)}$$

sehingga dapat dihitung nilai total *Slope Mass Rating* (SMR) adalah:

$$SMR = 66 + (0.4 \times 1 \times -60) + 15 = 57$$

Nilai ini bermakna bahwa kondisi massa batuan pada lereng tersebut normal, sebagian stabil, dan sebagian dapat terjadi longoran dari kekar atau baji.



Gambar 1. Stereonet arah orientasi utama data kekar dan arah orientasi lereng

### **Kesimpulan**

Dari analisis kestabilan lereng menggunakan metode *Slope Mass Rating* (SMR), dapat disimpulkan bahwa:

1. Kualitas massa batuan berdasarkan nilai RMR dengan nilai total 66 tergolong kualitas batuan yang baik.
2. Analisis kestabilan lereng berdasarkan nilai SMR dengan nilai 57 tergolong lereng dengan kualitas massa batuan yang normal, stabil pada sebagian lereng, dan dapat terjadi longsoran berupa jatuhnya batuan dari kekar dan longsoran baji.

### **Daftar Pustaka**

- Bieniawski, Z.T., 1989, *Engineering Rock Mass Classification*, John Wiley & Sons, New York
- Endartyanto, A., 2007, *Analisis Kestabilan Lereng dengan Menggunakan*

*Metode Kinematik dan Klasifikasi Massa Batuan: Studi Kasus di Area Penambangan Andesit, Desa Jelekong, Kecamatan Bale Endah, Kabupaten Bandung, Jawa Barat*, Teknik Geologi Institut Teknologi Bandung, Jawa Barat.

- Fahmi, A., D., 2007, *Analisis Kestabilan Lereng Batugamping dengan Menggunakan Metode Kinematik dan Klasifikasi Massa Batuan di Desa Nongkosepet, Kecamatan Ponjong Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta*, Teknik Geologi Institut Teknologi Bandung, Jawa Barat
- Kamutchat, S., Sri-in, T., Fuenkajorn, K., 2007, *Verifications of Rock Slope Rating(RSR) and Slope Mass Rating (SMR) Systems*, Rock Mechanics Journal, Fuenkajorn Fuenkajorn & Phien-wej (eds), ISBN 978 974 533 613 1

*Lampiran 1: Kondisi kekar pada lereng di daerah studi*



Lampiran 2: Perhitungan nilai RQD

$\alpha_f = 240$      $\beta_f = 30$      $\alpha_s = 200$      $\beta_s = 3$

Joint Set	Joint No.	ad (°)	bd (°)	Jarak Joint / ji-m (meter)	an ad + 180 (°)	bn 90 - bd (°)	cos (an- as) (°)	cos bn (°)	cos bs (°)	sin bn (°)	sin bs (°)	abs [cos $\Theta$ ] (°)	Tetha ( $\Theta$ ) (°)	i-m			d(im) (meter)
A	1	311	79	0.36													
A	2	303	76	0.36	123	14	0.22	0.97	1.00	0.24	0.05	0.23	76.67	1	-	2	0.28
A	3	340	66	0.42	160	24	0.77	0.91	1.00	0.41	0.05	0.72	43.93	2	-	3	0.21
A	4	296	69	0.90	116	21	0.10	0.93	1.00	0.36	0.05	0.12	83.33	3	-	4	0.40
A	5	298	11	0.30	118	79	0.14	0.19	1.00	0.98	0.05	0.08	85.53	4	-	5	0.03
A	6	331	78	0.20	151	12	0.66	0.98	1.00	0.21	0.05	0.65	49.33	5	-	6	0.08
A	7	356	58	0.35	176	32	0.91	0.85	1.00	0.53	0.05	0.80	36.74	6	-	7	0.26
A	8	340	30	0.99	160	60	0.77	0.50	1.00	0.87	0.05	0.43	64.67	7	-	8	0.63
A	9	235	67	0.10	55	23	-0.82	0.92	1.00	0.39	0.05	0.73	42.90	8	-	9	0.06
A	10	235	52	0.35	55	38	-0.82	0.79	1.00	0.62	0.05	0.61	52.24	9	-	10	0.24
A	11	309	60	0.60	129	30	0.33	0.87	1.00	0.50	0.05	0.31	72.08	10	-	11	0.28
A	12	284	18	0.10	104	72	-0.10	0.31	1.00	0.95	0.05	0.02	89.00	11	-	12	0.02
A	13	310	48	0.93	130	42	0.34	0.74	1.00	0.67	0.05	0.29	73.21	12	-	13	0.14
A	14	346	24	0.50	166	66	0.83	0.41	1.00	0.91	0.05	0.38	67.38	13	-	14	0.17
A	15	294	42	0.40	114	48	0.07	0.67	1.00	0.74	0.05	0.09	85.09	14	-	15	0.10
A	16	6	21	0.05	186	69	0.97	0.36	1.00	0.93	0.05	0.40	66.67	15	-	16	0.01
A	17	315	76	0.47	135	14	0.42	0.97	1.00	0.24	0.05	0.42	65.03	16	-	17	0.19
A	18	356	85	0.25	176	5	0.91	1.00	1.00	0.09	0.05	0.91	24.02	17	-	18	0.18
A	19	348	71	0.48	168	19	0.85	0.95	1.00	0.33	0.05	0.82	35.14	18	-	19	0.42
A	20	344	84	0.22	164	6	0.81	0.99	1.00	0.10	0.05	0.81	36.01	19	-	20	0.18
A	21	320	68	2.38	140	22	0.50	0.93	1.00	0.37	0.05	0.48	61.15	20	-	21	1.57
A	22	291	50	1.18	111	40	0.02	0.77	1.00	0.64	0.05	0.05	87.31	21	-	22	0.32
A	23	278	50	0.24	98	40	-0.21	0.77	1.00	0.64	0.05	0.13	82.80	22	-	23	0.02
A	24	243	22	0.48	63	68	-0.73	0.37	1.00	0.93	0.05	0.23	76.99	23	-	24	0.08
A	25	295	25	0.46	115	65	0.09	0.42	1.00	0.91	0.05	0.08	85.17	24	-	25	0.07
A	26	296	38	0.51	116	52	0.10	0.62	1.00	0.79	0.05	0.11	83.94	25	-	26	0.05
A	27	328	85	0.59	148	5	0.62	1.00	1.00	0.09	0.05	0.62	51.90	26	-	27	0.22
A	28	321	88	0.77	141	2	0.52	1.00	1.00	0.03	0.05	0.52	58.95	27	-	28	0.44
A	29	330	82	0.12	150	8	0.64	0.99	1.00	0.14	0.05	0.64	49.99	28	-	29	0.07
A	30	202	20	0.40	22	70	-1.00	0.34	1.00	0.94	0.05	0.29	73.01	29	-	30	0.19
A	31	358	76	0.12	178	14	0.93	0.97	1.00	0.24	0.05	0.91	24.35	30	-	31	0.08
A	32	341	80	0.27	161	10	0.78	0.98	1.00	0.17	0.05	0.77	39.34	31	-	32	0.23
A	33	335	25	0.56	155	65	0.71	0.42	1.00	0.91	0.05	0.35	69.77	32	-	33	0.32
A	34	355	55	0.42	175	35	0.91	0.82	1.00	0.57	0.05	0.77	39.52	33	-	34	0.24
A	35	350	35	0.20	170	55	0.87	0.57	1.00	0.82	0.05	0.54	57.39	34	-	35	0.13



A	36	334	55	0.53	154	35	0.69	0.82	1.00	0.57	0.05	0.60	53.25	35	-	36	0.30
A	37	272	37	0.63	92	53	-0.31	0.60	1.00	0.80	0.05	0.14	81.73	36	-	37	0.24
B	38	260	75	0.23	80	15	-0.50	0.97	1.00	0.26	0.05	0.47	62.05	1	-	2	0.20
B	39	270	53	0.42	90	37	-0.34	0.80	1.00	0.60	0.05	0.24	76.04	2	-	3	0.15
B	40	115	35	1.42	-65	55	-0.09	0.57	1.00	0.82	0.05	0.01	89.60	3	-	4	0.18
B	41	215	5	0.6	35	85	-0.97	0.09	1.00	1.00	0.05	0.03	88.17	4	-	5	0.01
B	42	205	23	0.3	385	67	-1.00	0.39	1.00	0.92	0.05	0.34	70.09	5	-	6	0.06
B	43	285	55	0.06	105	35	-0.09	0.82	1.00	0.57	0.05	0.04	87.63	6	-	7	0.01
B	44	255	20	1.05	75	70	-0.57	0.34	1.00	0.94	0.05	0.15	81.56	7	-	8	0.10
B	45	286	15	0.53	466	75	-0.07	0.26	1.00	0.97	0.05	0.03	88.14	8	-	9	0.05
B	46	252	10	0.29	432	80	-0.62	0.17	1.00	0.98	0.05	0.06	86.83	9	-	10	0.01
B	47	175	10	0.16	355	80	-0.91	0.17	1.00	0.98	0.05	0.11	83.94	10	-	11	0.01
B	48	250	8	0.16	70	82	-0.64	0.14	1.00	0.99	0.05	0.04	87.85	11	-	12	0.01
B	49	315	85	0.18	135	5	0.42	1.00	1.00	0.09	0.05	0.42	64.85	12	-	13	0.04

Jarak rata-rata kekar A + B : 0.15  
 Frekuensi Kekar : 6.84 kekar/meter  
 RQD : 85%

Lampiran 3: Penilaian kondisi kekar dan nilai UCS

No kekar	Jarak Kekar (m)	Dip Direction Kekar	Dip Kekar	Kondisi kekar						
				Panjang Diskontinuitas	Kekasaran	Bukaan	Isian	Pelapukan	Schmidt Hammer Rebound Number	UCS (MPa)
1	0.36	311	79	39	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	3.2	31.392
2	0.36	303	76	26	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	0.4	45.126
3	0.42	340	66	34	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	4.1	47.088
4	0.9	296	69	65	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	2.8	24.525
5	0.3	298	11	42	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	1.5	36.297
6	0.2	331	78	29	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	3.1	29.43
7	0.35	356	58	65	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	3.2	23.544
8	0.99	340	30	35	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	4.6	56.898
9	0.1	235	67	12	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	2.16	15.696
10	0.35	235	52	20	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	3.8	33.354
11	0.6	309	60	72	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	2.8	24.525
12	0.1	284	18	55	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	2.5	19.62
13	0.93	310	48	59	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	3.5	36.97
14	0.5	346	24	10	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	3.4	35.316
15	0.4	294	42	21	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	3.3	33.354
16	0.05	6	21	39	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	3	28.449
17	0.47	315	76	75	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	3.6	38.259
18	0.25	356	85	110	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	2.4	18.639
19	0.48	348	71	142	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	4	45.126
20	0.22	344	84	148	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	3.4	35.316
21	2.38	320	68	48	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	4.2	49.05
22	1.18	291	50	46	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	3	28.449
23	0.24	278	50	27	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	1.8	9.81
24	0.48	243	22	54	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	2.2	9.81
25	0.46	295	25	52	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	2.8	24.525
26	0.51	296	38	52	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	1.6	9.81
27	0.59	328	85	84	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	5.6	68.67
28	0.77	321	88	85	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	1.1	9.81
29	0.12	330	82	57	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	2.1	13.374
30	0.4	202	20	36	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	3.2	31.392
31	0.12	358	76	46	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	1	9.81
32	0.27	341	80	38	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	2.3	17.698

33	0.56	335	25	26	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	3	28.449
34	0.42	355	55	53	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	3	28.449
35	0.2	350	35	25	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	3.6	29.43
36	0.53	334	55	46	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	3.8	41.202
37	0.63	272	37	52	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	3.6	38.259
38	0.23	260	75	32	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	2.2	15.696
39	0.42	270	53	44	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	2.8	22.563
40	1.42	115	35	20	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	2	12.753
41	0.6	215	5	17	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	2.5	19.62
42	0.3	205	23	22	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	1.1	9.81
43	0.06	285	55	15	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	2.2	15.696
44	1.05	255	20	34	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	2.8	22.563
45	0.53	286	15	63	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	2.5	19.62
46	0.29	252	10	38	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	3	28.449
47	0.16	175	10	43	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	2.8	22.563
48	0.16	250	8	20	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	2.7	23.544
49	0.18	315	85	27	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	1	9.81

## KARAKTERISTIK ENDAPAN SINTER TRAVERTIN PANAS BUMI BARASANGA KABUPATEN KONAWA UTARA, SULAWESI TENGGARA

Emi Prasetyawati Umar<sup>1\*</sup>, Jamaluddin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia.

<sup>2</sup>Geological Engineering, School of Geosciences, China University of Petroleum (East China), Qingdao, China.

\*Penulis koresponden. Alamat email: [jamaljamaluddin1994@gmail.com](mailto:jamaljamaluddin1994@gmail.com)

### Abstrak

Daerah Barasanga menunjukkan manifestasi panasbumi berupa mataair panas dan endapan travertin. Travertin merupakan batuan karbonat yang terbentuk di darat akibat pelepasan CO<sub>2</sub> dari air jenuh kalsium karbonat. Travertin memiliki banyak aplikasi namun di Indonesia belum banyak dipelajari. Penelitian ini dilakukan dengan cara observasi lapangan secara langsung, kemudian data yang telah diambil dari lapangan dianalisis menggunakan analisis petrografi. Air hidrothermal naik ke permukaan melalui rekahan yang dibentuk sesar, dan melewati batuan samping berupa marls dan batugamping tersebut. Ketika mencapai ke permukaan, CO<sub>2</sub> lepas dan tingkat kelarutan semakin rendah sehingga pengendapan travertin terjadi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tipe dan jenis travertin pada mataair panas di daerah penelitian termasuk ke dalam jenis *Incoherent Travertines*.

**Kata kunci:** Barasanga, Mataair panas, petrografi, Travertin.

### Abstract

Barasanga determined the manifestation of geothermal of hot springs and sediment of travertine. Travertin itself is a terrestrial carbonates formed from CO<sub>2</sub> degassing of supersaturated water respected to calcium carbonate. This rock have many application but in Indonesia yet still few research about it. This research use direct observation method, and then the data that has been retrieved from the field will be analyzed in the laboratory, such as petrographic analysis. Hydrothermal water rised to the surface through fissures formed, and passed the rock side in the form of marls and limestone. When it reached to the surface, the CO<sub>2</sub> got separated and the solubility was getting lower, then the deposition of travertine happened. The results showed that the type and variety of travertine in the hot water Spring in the research area were classified as *Incoherent Travertines*.

**Key Words :** Barasanga, hot springs, petrography, Travertine.

### Pendahuluan

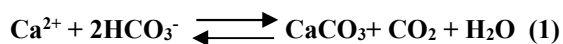
Pulau Sulawesi memiliki potensi energi alternatif berupa panasbumi (*geothermal*) akibat adanya proses geologi berupa vulkanisme dan tektonik. Manifestasi panasbumi di permukaan terjadi karena adanya rekahan yang memungkinkan

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 keterdapatan 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 ( $\text{CaCO}_3$ ) 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).

Menurut Browne (1991) air panas yang mengandung senyawa bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) atau gas  $\text{CO}_2^-$ , melepaskan senyawa dan gas tersebut pada tepian mataair panas. Kalsit adalah mineral utama yang diendapkan dari proses pelepasan senyawa  $\text{HCO}_3^-$  dan gas  $\text{CO}_2^-$  dan akan membentuk lapisan-lapisan tipis travertin yang berwarna kuning coklat. Kalsit seharusnya diendapkan pada saat akhir kehilangan gas  $\text{CO}_2^-$  bukan dibentuk dari proses pendinginan air yang melepaskannya. Pengendapan dari travertin yang biasanya terbentuk sebagai timbunan atau gundukan di sekitar mataair panas merupakan pengendapan kimia organik yang terbentuk oleh aktivitas kimiawi berupa presipitasi zat-zat kalsium karbonat dan oleh aktivitas organisme pada daerah karst, hidrotermal, sungai-sungai kecil, rawa-rawa, terutama pada sistem panasbumi (Scholle, dkk 1983).

Penjelasan dari proses pembentukan travertin dapat dilihat dari persamaan reaksi timbal balik dibawah ini:



Secara umum, kandungan unsur-unsur kimia di dalam air panas terutama terdiri dari elemen mayor yaitu kation  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  dan  $\text{Mg}_2^+$  serta anion  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  dan  $\text{SO}_4^{2-}$ . Pada kondisi tekanan dan temperatur tertentu, didalam larutan air panas ini akan terjadi reaksi antara ion

kalsium dengan ion bikarbonat membentuk kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan uap air ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

Karena tersingkap ke permukaan, air panas mengalami penurunan suhu dan mendingin secara perlahan. Pada saat suhu air panas mulai menurun, pengendapan mineral kalsit ( $\text{CaCO}_3$ ) dimulai. Akumulasi dari Kalsium karbonat tersebut membentuk travertin. Pada saat sumber mata air panas yang mengandung larutan kalsium karbonat tersingkap ke permukaan, akibat pengaruh atmosfer gas karbon dioksida dan uap air akan dilepaskan ke atmosfer sebagai sumber pembentukan ion bikarbonat dan karbonat.

Klasifikasi Travertin telah dikemukakan oleh beberapa ahli. Eisenstuck (1949) dalam Scholle, dkk, (1983) mengklasifikasikan travertin berdasarkan derajat hubungan antar material yang dikandung oleh travertin tersebut. Atas dasar tersebut, travertin dibagi menjadi travertin padat atau keras (*Hard Travertine*) yaitu travertin dimana material-material penyusunannya saling berikatan dengan erat dan travertin lunak atau tidak padat (*Incoherent Travertine*) yaitu travertin dimana material-material penyusunannya tidak saling mengikat dengan kuat.

## Metode Penelitian

### Jenis 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, dianalisis, dan disintesis secara komprehensif untuk mendefinisikan kesimpulan tentang karakteristik endapan sinter travertine di daerah panas bumi Barasanga, Sulawesi Tenggara.



### *Analisis Laboratorium*

Kegiatan analisis laboratorium sampel yang diperoleh dari daerah Barasanga. Analisis laboratorium yang akan digunakan adalah analisis petrografis pada sayatan tipis. Analisis petrografis dimaksudkan untuk mengetahui kenampakan mikroskopis batuan dalam bentuk sayatan tipis, meliputi jenis, tekstur, struktur, ukuran mineral, serta persentase kandungan mineral sehingga dapat menentukan penamaan batuan yang dianalisis pada Laboratorium Petrografi Jurusan Teknik Geologi Universitas Hasanuddin.

### **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. Gambar 1 menunjukkan salah satu singkapan batugamping pada stasiun 3A.



**Gambar 1.** Foto singkapan Batugamping pada stasiun 3A.

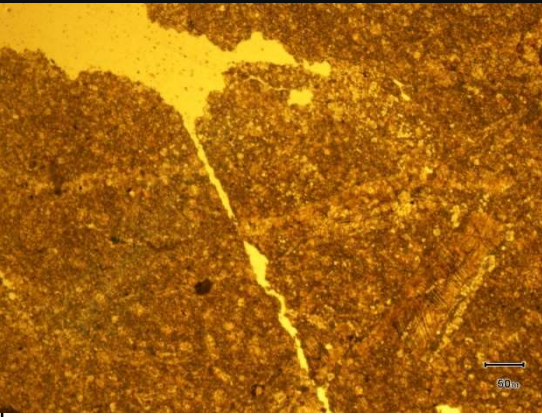
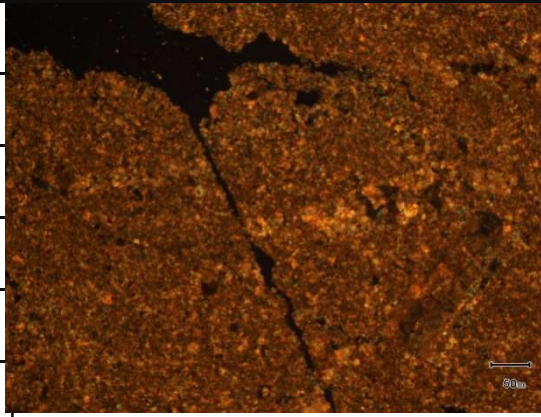
Selain itu, berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan, travertin yang ada di daerah penelitian ada sebagian yang sudah mengeras dan sebagian masih lunak membentuk suatu perlapisan. Batuan penyusun lingkungan karst didominasi oleh batugamping ataupun batu dolomit (*dolostone*).

Kenampakan megaskopis dari singkapan batugamping pada stasiun 3A yaitu warna segar putih keabu-abuan, warna lapuk coklat kehitaman, merupakan batuan

sedimen dengan tekstur bioklastik, komposisi mineral kalsit, komposisi kimia karbonat, dan struktur tidak berlapis sementara kenampakan mikroskopis dari singkapan batugamping pada stasiun 3A merupakan jenis mudstone yang berwarna coklat muda, warna interferensi berwarna coklat kemerahan, ukuran material 0,04-0,8 mm, tekstur bioklastik, komposisi material terdiri dari Kalsit dan mud. Pada sayatan dijumpai pula adanya pori dan rekahan, struktur tidak berlapis untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.

Pelarutan batugamping sebagai penyusun lingkungan karst oleh air hujan ataupun air permukaan lainnya mungkin sudah menjadi hal yang umum, pada daerah penelitian terdapat fenomena dimana

batugamping sebagai penyusun lingkungan karst mengalami interaksi dengan air panas yang memiliki suhu yang cukup tinggi ( $\pm 500^\circ\text{C}$ ) dan memiliki rasa yang asin.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1											1											1
2											2											
3											3											
4											4											
5											5											
6											6											
<i>// - Nikol</i>											<i>X - Nikol</i>											

**Gambar 2.** Kenampakan mikroskopis dari singkapan batugamping pada stasiun 3A

Karena sifatnya yang dapat melarutkan batuan di sekitarnya, maka lubang-lubang tempat keluarnya air panas tersebut berbentuk seperti lingkaran, seperti yang

ditunjukkan oleh gambar 3, keterdapatn sebaran lubang-lubang munculnya mataair panas yang terdapat di stasiun 1A.



**Gambar 3.** Foto lubang-lubang tempat munculnya mataair panas yang tertutupi oleh endapan travertin di stasiun 1A.

Hampir semua sumber mata air panas yang dijumpai tertutupi oleh travertin yang

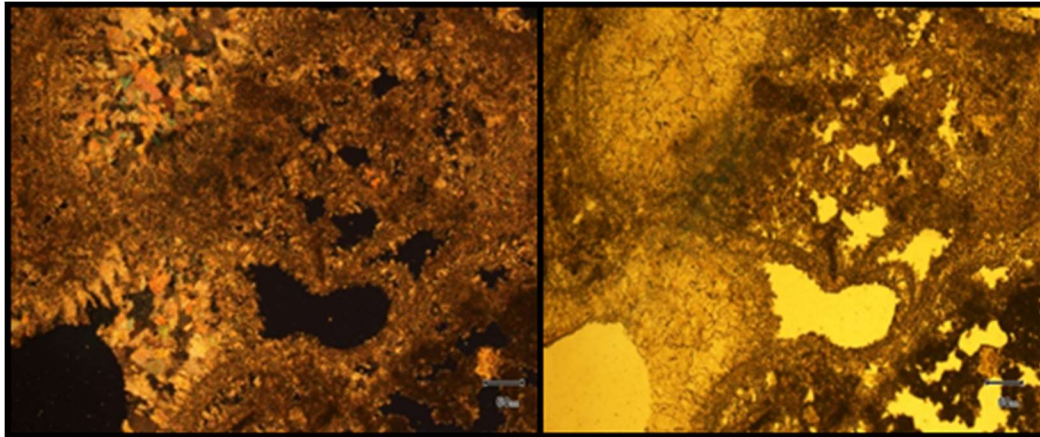
tersusun atas mineral-mineral dengan komposisi senyawa karbonat. Hal ini



ditandai dengan terjadinya reaksi berupa keluarnya busa setelah ditetesi dengan larutan HCl.

Hasil kenampakan megaskopis dari conto batuan yang diambil di sekitar mataair panas menunjukkan kenampakan warna segar putih keabu-abuan, warna lapuk abu-abu kecoklatan, komposisi kimia karbonat,

komposisi mineral kalsit, brittle atau mudah rapuh, memiliki banyak pori, sebagian pori tampak terisi oleh mineral-mineral karbonat, bereaksi dengan HCl merupakan hasil pelarutan dari batuan karbonat (batugamping) yang membentuk travertin, yang ditunjukkan oleh gambar 3 dan terdapat di stasiun 1A.



Gambar 4. Foto Mikrograf travertin di Stasiun 1A (Perbesaran total 50x).

Dari hasil analisis petrografis sayatan tipis dari conto batuan yang dapat dilihat pada gambar 4 di atas, menunjukkan bahwa conto batuan dari singkapan pada gambar 3 merupakan batuan yang berasal dari hasil pelarutan dari batuan karbonat yang berwarna coklat muda, warna interferensi berwarna coklat kemerahan, ukuran material 0,04-0,2 mm, tekstur non klastik, komposisi material terdiri dari Kalsit dan mud. Pada sayatan dijumpai pula adanya banyak pori yang sebagian tampak telah terisi oleh mineral karbonat yaitu kalsit yang merupakan travertin.

Dari hasil analisis kimia mataair panas menunjukkan keberadaan dari ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) yang tinggi dan keberadaan ion bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) yang menyebabkan terjadinya reaksi persenyawaan dari ion kalsium dan ion bikarbonat dan dari reaksi kimia mataair panas tersebut melarutkan batu gamping yang ada sekitarnya sehingga pada saat suhu air panas mulai menurun, pengendapan mineral kalsit ( $\text{CaCO}_3$ ) dimulai dan akumulasi dari kalsium karbonat tersebut membentuk

travertin. Akibat dari pengaruh atmosfer gas karbon dioksida dan uap air akan dilepaskan ke atmosfer sebagai sumber pembentukan ion bikarbonat dan karbonat.

Berdasarkan kenampakan dari travertin di daerah Barasanga, secara geometri pembentukan travertin ini terjadi secara horizontal. Hal ini dicirikan dengan kenampakan yang khas yaitu dengan terbentuknya undak-undak berupa kolam-kolam dan membentuk teras-teras travertin disebut kolam dan tanggul alam (*rimstone travertine* dan *damstone travertine*) yang ditunjukkan oleh gambar 5.



**Gambar 5.** Kenampakan travertin yang berkembang secara lateral membentuk undak-undak berupa kolam-kolam dan tanggul alam.

Dari analisis ciri fisik di lapangan menunjukkan jenis travertin di daerah Barasanga bersifat lunak, hubungan antar materialnya bersifat tidak saling mengikat dengan kuat, berpori banyak, keropos atau rapuh. Berdasarkan hal tersebut dan dengan klasifikasi yang dikemukakan oleh Eisenstuck (1951) dalam Scholle, dkk (1983), maka dapat disimpulkan bahwa travertin di daerah Barasanga termasuk ke dalam jenis *Incoherent Travertine*.

Menurut klasifikasi yang dikemukakan oleh Symoens (1951) dalam Scholle, dkk (1983) yang berdasar pada tempat pembentukan dan posisi geomorfologi dari keberadaan travertin di daerah Barasanga maka travertin di daerah Barasanga dapat diklasifikasikan ke dalam *Spring Travertine*.

### Kesimpulan

Berdasarkan serangkaian tahap persiapan, studi pustaka, observasi lapangan, analisis data lapangan dan laboratorium serta pembahasan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

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

rekahan pada batugamping. Struktur geologi pada daerah penelitian berperan sebagai jalur keluarnya sumber panas menuju permukaan yang mengakibatkan munculnya manifestasi panas bumi di permukaan, berupa mata air panas. Struktur geologi disini bukan sebagai sumber panas, akan tetapi sebagai jalur keluarnya panas tersebut ke permukaan.

Endapan travertine di daerah penelitian termasuk ke dalam jenis *Incoherent Travertines* sedangkan berdasarkan geometri pembentukannya endapan travertine pada daerah penelitian terbentuk secara horizontal merupakan tipe *Spring Travertine*.

### Daftar Pustaka

- Browne, P.R. L. (1991). *Minerological guides to interpreting the shallow paleohydrology of epitermal mineral depositing environments*. Proc.13 th NZ Geothermal workshop, Auckland pp 263-270 NZ.
- Eisenstuck, M., (1949). *Die Kalktuffe der mittleren Schwabischen Alb*. Dissertation, University of Tübingen.
- Pentecost, A., (2005). *Travertine*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers Group.
- Rusmana, E., Sukido, Sukarna, D., Haryono, E., Simandjuntak, T.O. (1993). *Keterangan Peta Geologi Lembar Lasusua – Kendari, Sulawesi, skala 1:250.000*. Puslitbang Geologi, Bandung.
- Scholle, Peter A., Bebout, Don G., and Moore, Clyde H., (1983). *Carbonate Depositional Environments*. The American Association of Petroleum Geologists. Tulsa, Oklahoma, USA. Hal. 64-72.
- Symoens, J. J., Duvigneaud, P. and Bergen, C, (1951). *Aperçu sur la végétation des tufs calcaires de la Belgique*. Bulletin de la Société royale botanique de Belgique, 83: 329-352.

## **KARAKTERISASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN TANAH PEKEBUNAN PADA KEBUN CONTOH POLITANI KUPANG MENGUNAKAN METODE GEORADAR**

Basry Yadi Tang<sup>1</sup>, Wahyu Dani Swari<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Manajemen Pertanian Lahan Kering, Jurusan Manajemen Pertanian Lahan Kering,  
Politeknik Pertanian Negeri Kupang  
Jalan Prof. Dr. Herman Yohanes, Kupang, Indonesia

<sup>2</sup> Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,  
Universitas Muhammadiyah Kupang  
Jalan K.H. Ahmad Dahlan, Kupang, Indonesia

Alamat e-mail: <sup>1</sup> [basrytang@yahoo.com](mailto:basrytang@yahoo.com), <sup>2</sup> [wahyu\\_daniswari@yahoo.co.id](mailto:wahyu_daniswari@yahoo.co.id)

### **Abstrak**

Telah dilakukan penelitian pada lahan kebun contoh Politeknik Pertanian Negeri Kupang. Lahan ini memiliki luas 50 km<sup>2</sup> dan didesain sebagai lahan contoh yang disediakan oleh pihak kampus, sebagai tempat pelaksanaan kegiatan praktikum oleh Dosen dan Mahasiswa dalam menunjang perkembangan teknologi yang kreatif dan inovatif untuk meningkatkan produktivitas pertanian. Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi tipe sedimen tanah di permukaan dan bawah permukaan berdasarkan interpretasi data georadar. Akuisisi data pada penelitian ini dilakukan pada dua lintasan pengukuran yaitu lintasan G1 dengan panjang lintasan 390 meter dan lintasan G2 dengan panjang lintasan 400 meter dengan arah lintasan Timur-Barat. Pengumpulan data georadar dilakukan dengan konfigurasi radar reflection profiling menggunakan transducer 200 MHz yang dilengkapi dengan receiver serta dilakukan pengambilan empat titik sampel tanah secara diagonal pada lokasi penelitian. Pada metode ini, pulsa elektromagnetik (radar) dipancarkan ke dalam tanah sehingga pulsa tersebut dapat diteruskan, dipantulkan dan dihamburkan oleh struktur lapisan tanah di bawah permukaan. Pulsa radar yang dipantulkan akan kembali ke permukaan tanah dan diterima oleh receiver yang telah dipasang di permukaan tanah. Pulsa yang terekam pada receiver inilah yang dapat diolah (processing) dan ditampilkan dalam bentuk rekaman pencitraan dua dimensi (2D) berupa penampang radargram. Hasil penelitian berdasarkan interpretasi penampang radargram pada lintasan G1 dan G2 menunjukkan bahwa tipe sedimen tanah pada kebun contoh Politani Kupang dari permukaan tanah sampai pada kedalaman kurang dari dua meter di bawah permukaan tanah merupakan lapisan sedimen tanah grumusol dan mediteran yang berbutir halus sampai kasar. Hasil analisis sifat fisika tanah pada lapisan permukaan dan bawah permukaan pada kebun contoh Politani Kupang memenuhi tingkat kesuburan tanah.

**Keywords:** Tipe Sedimen Tanah, Struktur Tanah, Metode Georadar

### **Abstract**

This research has been carried out on the example garden land of Kupang Agricultural State Polytechnic (KASP). This land is 50 km<sup>2</sup> and designed by KASP as the practical area for students and lecturers in order to support the development of creative and innovative technology hence the agricultural



productivity can be increased. This study aimed to identify the deposits on the surface and sub-surface by interpreting georadar data. There were two lines in this data acquisition, they were line G1 with 390 meters and line G2 with 400 meters, and directed East-West. The data were collected by applying reflection profiling radar configuration with transducer 200 Mhz which was equipped by a receiver. In addition, there were four sites for soil samples which were determined by diagonal lines on the research location. This method transmits electromagnetic radar to the subsurface then it will be straightened, reflected, and scattered by the structures of the soils. The reflected radar will be back to the surface and recorded by installed receiver. This recorded pulse will be then processed and displayed with 2D imaging radar, radargram cross-section. The results of this study attempts that the deposits in KASP that is found in less than 2 meter depth are grumusol and mediteran type whose grains are from fine to coarse. The physical analyses discovered that the soils on the surface and sub-surface in KASP have met soil fertility level.

**Keywords:** *Deposits, Soil structures, Georadar method.*

## **Pendahuluan**

Tanah merupakan bagian dari lapisan atmosfer kerak bumi dan terletak pada posisi paling atas yang menjadi bagian dari kehidupan organisme ataupun mikroorganisme. Pada dasarnya tanah tersusun atas beberapa lapisan dan mengandung berbagai unsur mineral, material organik dan material anorganik lainnya, sehingga tanah sangatlah penting sebagai penunjang kehidupan di bumi karena mendukung ketersediaan unsur hara bagi tumbuhan (Ariyanto, 2010).

Lapisan sedimen tanah terdiri atas beberapa formasi atau susunan yang terbentuk dari beberapa tingkatan dan secara spesifik dapat dibedakan secara geologi, fisika, kimia dan biologi. Jika suatu lempeng tanah dipotong secara vertikal maka penampakan lapisan tanah akan terlihat sangat jelas karena pada setiap tingkat atau lapisan memang berbeda karakteristiknya. Melalui penampakan vertikal tersebut akan terlihat tahap-tahap pembentukan sebuah tanah. Bisa dikatakan bahwa setiap lapisan tanah membentuk sebuah periode yang mana pada lapisan tanah atas merupakan hasil akhir dari pembentukan tanah, sedangkan lapisan tanah paling dalam yang biasanya berupa batuan keras merupakan awal sebelum tanah terbentuk (Ariyanto, 2010).

Keadaan formasi tanah di Wilayah Propinsi Nusa Tenggara Timur khususnya di Pulau Timor terdiri atas tanah-tanah kompleks dengan bentuk wilayah pegunungan kompleks, mediteran dengan bentuk wilayah lipatan, Grumusol dengan bentuk wilayah dataran dan Latosol dengan bentuk wilayah plato atau volkan. Struktur tanah kompleks dengan bentuk wilayah pegunungan kompleks merupakan jenis tanah yang paling luas penyebarannya di Pulau Timor.

Struktur tanah merupakan sifat yang sangat penting dan sangat erat kaitannya dengan sifat fisik tanah, seperti kemampuan tanah dalam menahan air, mudah tidaknya tanah diolah dan akhirnya berpengaruh pula pada tingkat kesuburan tanah khususnya tanah pekebunan atau tanah pertanian (Tim Asisten dan Dosen, 2010).

Banyak pakar tanah yang telah mencoba mengklasifikasikan struktur tanah, tetapi hingga sekarang belum ada klasifikasi yang dapat diterima secara umum, ini disebabkan karena belum ada metode pengukuran struktur lapisan tanah yang cukup memuaskan. Beberapa aspek struktur tanah dapat ditentukan dengan baik, namun belum ada cara untuk memberikan struktur ini secara kuantitatif.

Perkembangan teknologi elektronika di bidang geofisika telah melahirkan metode *ground penetrating radar* (GPR). Pada metode ini, pulsa elektromagnetik atau radar dipancarkan ke dalam tanah. Pulsa radar diteruskan, dipantulkan dan dihamburkan oleh struktur permukaan dan anomali di bawah permukaan tanah, kemudian diterima oleh antena penerima di permukaan. Salah satu kelebihan yang dimiliki metode Georadar adalah keakuratannya dalam mendeteksi stratigrafi dan lapisan tanah (*soil*) bawah permukaan (Jeffrey, J. D., 2010).

Informasi tentang karakteristik struktur tanah bawah permukaan yang membutuhkan nilai-nilai kualitatif dan kuantitatif, merupakan masukan yang sangat diperlukan. Oleh karena itu, usaha untuk memperoleh

gambaran mengenai struktur tanah bawah permukaan perlu mendapat perhatian tersendiri. Penelitian karakterisasi struktur tanah bawah permukaan dengan metode georadar merupakan salah satu metode yang dapat diterapkan dalam upaya mengetahui tipe sedimen dan struktur tanah bawah permukaan sebagai sumber asal usul tingkat kesuburan tanah.

### Metode Penelitian

Lokasi penelitian berada di area kampus Politani Kupang pada kebun Contoh Politani Kupang yang memiliki luas 50.000 m<sup>2</sup>. Data yang diambil penulis berupa data digital hasil rekaman georadar dan data sampel tanah.



Gambar. 1. Lokasi Pengukuran Georadar

### Teknik Akuisisi Data

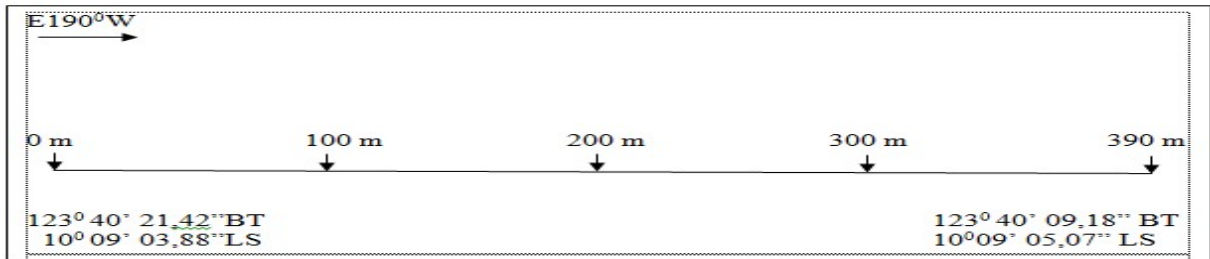
Akuisisi data pada penelitian ini meliputi pengumpulan data georadar serta pengambilan beberapa contoh tanah yang dipilih. Pengumpulan data georadar menggunakan transducer 200 MHz, pada

setiap lintasan dilakukan pengukuran topografi dengan interval yang telah ditentukan sedangkan untuk penentuan titik ukur akan dilakukan dengan menggunakan GPS *Garmin 76 CSx*. Berikut ini merupakan sketsa profil lintasan G1 dan G2 pada kebun contoh Politani Kupang.

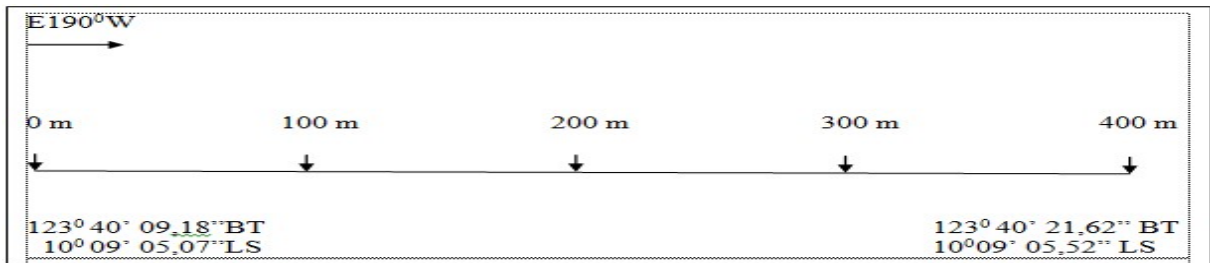
**Teknik Pengolahan Data**

diagram alir pengolahan data yang telah dibuat pada Gambar 4.

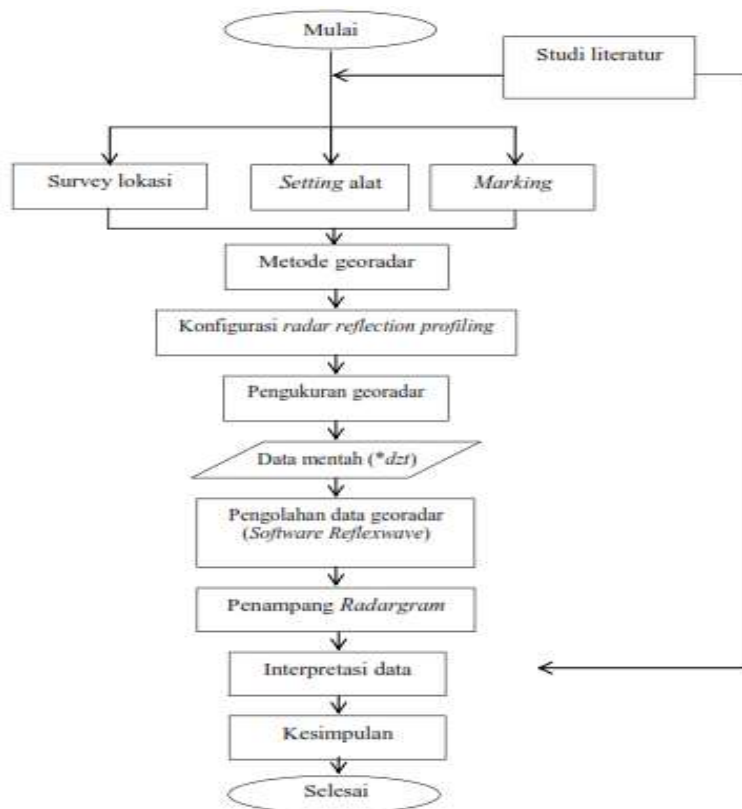
Penulis selanjutnya melakukan pengolahan data hasil pengukuran sesuai dengan



Gambar. 2. Sketsa Lintasan Pengukuran G1



Gambar. 3. Sketsa Lintasan Pengukuran G2

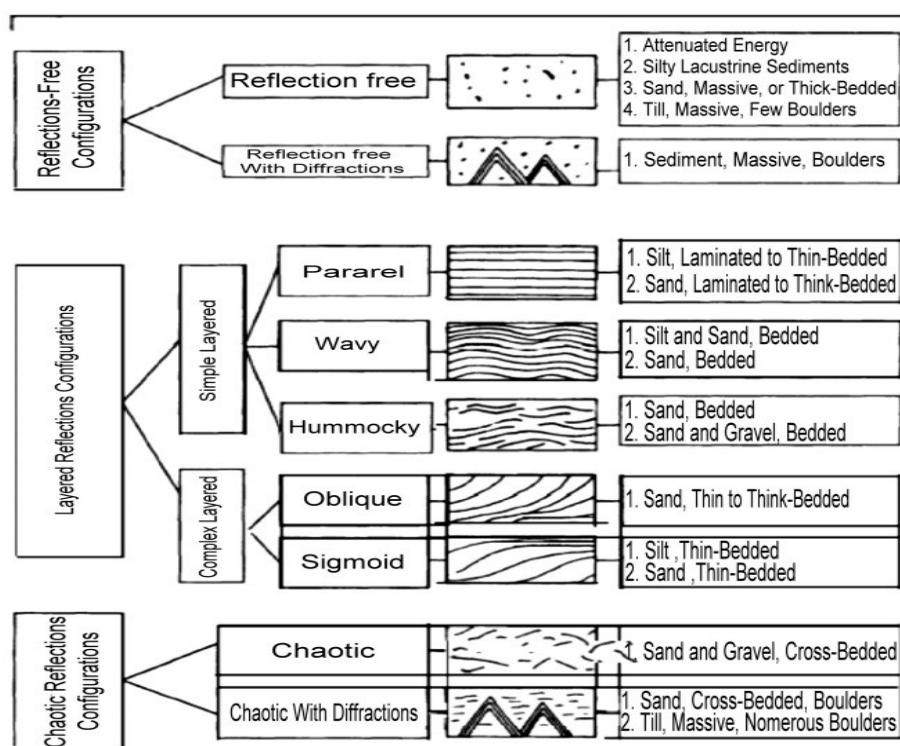


Gambar. 4. Sketsa Tahapan Pengolahan Data

## Teknik Analisis Data

Penulis menganalisis data penelitian sesuai dengan sketsa pengolahan data dan diagram alir yang telah dibuat (Yulius, 2010; Oktafiani, 2010). Dalam menganalisis data georadar dilakukan dengan mengidentifikasi tiap fasies radargram, yang dikelompokkan

dalam unit radar sehingga dapat ditentukan tipe sedimen bawah permukaan (Beres and Haeni, 1991). Penulis mencoba melihat keterkaitan antara parameter yang ada yang didasarkan pada kondisi geologi regional daerah penelitian serta menarik kesimpulan dari hasil penelitian tersebut.



Gambar 5. Penentuan tipe sedimen bawah permukaan (Beres, M., and Haeni, F. P., 1991)

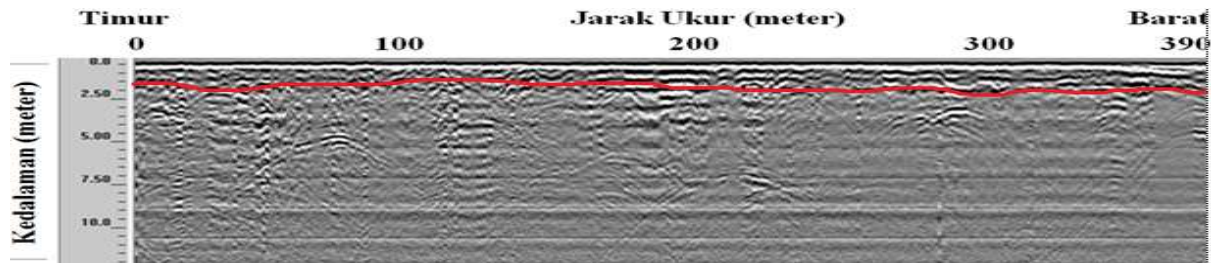
## Hasil dan Pembahasan

Hasil pengolahan data ini merupakan hasil pengolahan data dengan menggunakan transducer berfrekuensi 200 MHz, pada kedalaman maksimum yang dicapai  $\pm 10$  meter. Frekuensi ini memberikan penampang radargram yang lebih jelas dalam merepresentasikan kondisi bawah permukaan tanah dangkal (Loke, M.H., 2004). Penampang radargram yang diperoleh memberikan reflektor yang berbeda-beda untuk setiap lapisan yaitu, reflektor yang paralel menerus dengan amplitudo yang

cukup tinggi, reflektor dengan subparalel menerus dan tidak menerus dengan amplitudo bervariasi dari amplitudo menengah sampai dengan amplitudo tinggi, adapun bidang yang bebas reflektor dengan amplitudo rendah serta pola konfigurasi reflektor yang bersifat *chaotic (random)* dengan amplitudo rendah. Berbagai pola konfigurasi tersebut dapat mengindikasikan jenis lapisan tanah di bawah permukaan dangkal. Penentuan tipe sedimen tanah dari penampang radargram yang diperoleh, mengacu pada gambar 4.

Berikut ini merupakan hasil pengolahan data menggunakan *software reflexwave* untuk

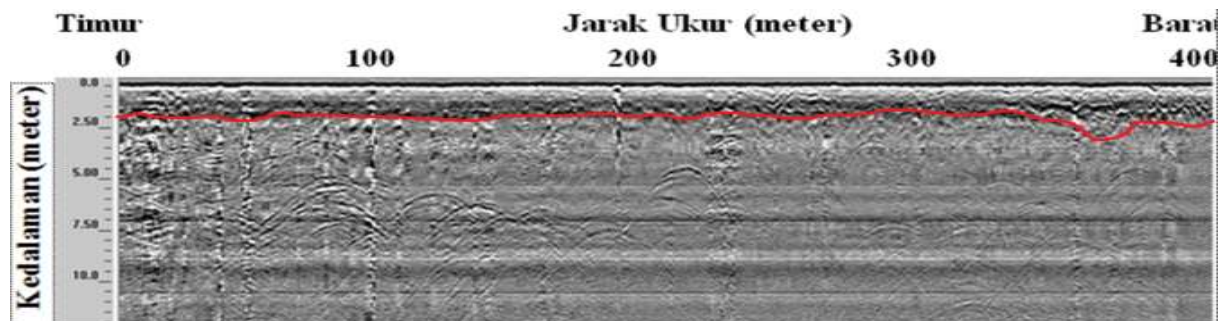
lintasan G1 dan G2 pengukuran di kebun contoh politani Kupang.



Gambar 6. Lintasan G1 Penampang Radargram

Rekaman unit GPR lintasan G1 pada gambar di atas dengan arah lintasan Timur-Barat memperlihatkan konfigurasi reflektor paralel menerus (*parallel*). Konfigurasi reflektor tersebut mencirikan bahwa pada lapisan tanah dari permukaan tanah pada kedalaman 0 sampai dengan kurang dari 2 meter merupakan lapisan sedimen mediteran yang berbutir halus sampai kasar, terdiri atas lempung berdebu dan lempung berpasir dengan struktur tanah granular. Pada

kedalaman 2 meter sampai 9 meter terlihat adanya reflektor *chaotic with diffraction* yang mengindikasikan bahwa lapisan tanah tersebut merupakan lapisan sedimen kuarter yaitu lempung berkerikil dengan struktur tanah granular. Sedangkan pada kedalaman 9 meter ke bawah tidak menunjukkan adanya reflektor sehingga dapat dikatakan bahwa pada lapisan ini memiliki struktur tanah yang gumpal dan padat.



Gambar 6. Lintasan G2 Penampang Radargram

Berdasarkan hasil penampang radargram pada lintasan G2 dengan arah lintasan pengukuran berarah Timur-Barat, menggambarkan kondisi bawah permukaan tanah yang ditunjukkan oleh konfigurasi reflektor paralel menerus sepanjang lintasan pengukuran. Pada penampang ini memperlihatkan bahwa sampai pada kedalaman kurang dari 2 meter merupakan lapisan sedimen grumusol yang terdiri atas perselingan lempung dan debu yang memiliki

struktur tanah granular dan gumpal membulat. Pada kedalaman 2 meter kebawah menunjukkan adanya reflektor *chaotic with diffraction* yang mengindikasikan lapisan sedimen kuarter yang terdiri atas gravel dan pasir dengan struktur tanah yang cukup massive akibat pembebanan dari top soil di permukaan.

Hasil interpretasi kedua penampang radargram tersebut menunjukkan bahwa

hampir pada kedalaman yang sama yaitu kurang dari 2 meter merupakan lapisan tanah sedimen kuarter (grumusol dan mediteran) yang terdiri atas perselingan lempung, pasir dan debu. Dengan jenis struktur tanah granular dan gumpal membulat. Bahkan dapat teramati secara langsung di permukaan

tanah dengan konsistensi tanah pada kondisi basah agak lekat dan plastis, pada kondisi lembab teguh dan gembur dan pada kondisi kering dimulai dari lunak sampai keras. Hal ini dapat dilihat pada tabel hasil analisis sifat fisik tanah seperti berikut :

**Table 1. Analisis Sifat Fisika Tanah**

<i>Sampel</i>	<i>Density (g/cm<sup>3</sup>)</i>	<i>Porosity (%)</i>	<i>Permeability (cm/h)</i>	<i>PH</i>	<i>Texture</i>	<i>Structure</i>	<i>Basah</i>	<i>Lembab</i>	<i>Kering</i>
<i>Lokasi 1</i>	1.18	55.35	5.86	6.63	<i>Lempung Berdebu</i>	<i>Gumpal Membulat</i>	<i>Agak Lekat</i>	<i>Teguh</i>	<i>Keras</i>
<i>Lokasi 2</i>	1.13	57.18	4.72	6.62	<i>Lempung Berdebu</i>	<i>Granular</i>	<i>Agak Lekat</i>	<i>Teguh</i>	<i>Keras</i>
<i>Lokasi 3</i>	1.04	60.79	7.95	6.59	<i>Lempung Berdebu</i>	<i>Granular</i>	<i>Agak Lekat</i>	<i>Gembur</i>	<i>Agak Keras</i>
<i>Lokasi 4</i>	1.08	59.13	10.34	6.58	<i>Lempung Berpasir</i>	<i>Granular</i>	<i>Agak Lekat dan</i>	<i>Gembur</i>	<i>Agak Keras</i>

Pengambilan sampel tanah di ambil secara diagonal dengan 4 titik lokasi pengambilan sampel tanah. Hasil analisis untuk setiap sampel tanah menunjukkan bahwa keadaan tanah pada kebun contoh Politani Kupang memenuhi tingkat kesuburan tanah secara fisik. Jadi tanah yang benar-benar subur itu apabila didukung oleh faktor-faktor pertumbuhan, salah satu diantaranya sifat fisik tanahnya juga dalam kondisi yang baik.

### **Kesimpulan**

Hasil penelitian berdasarkan interpretasi penampang radargram menunjukkan bahwa struktur tanah pada kebun contoh Politani Kupang dari permukaan tanah sampai pada kedalaman kurang dari 2 meter di bawah permukaan tanah merupakan lapisan sedimen tanah grumusol dan mediteran yang berbutir halus sampai kasar. Hasil Identifikasi sifat fisika tanah pada lapisan permukaan dan

bawah permukaan yang berperan dalam kontribusi bagi kesuburan tanah pada kebun contoh Politani Kupang memenuhi tingkat kesuburan tanah secara fisik.

### **Daftar Pustaka**

- Ariyanto, Dwi., 2010. *Struktur Tanah*. [http://ariyanto\\_staff.pertanian.uns.ac.id/](http://ariyanto_staff.pertanian.uns.ac.id/) Diakses pada tanggal 15 Januari 2018, pukul 20.00 WITA
- Beres, M., and Haeni, F. P., 1991, *Application of Ground Penetrating Radar Methods in Hydrogeologic Studies, Ground Water*, Vol. 3, No. 29, 375-386.
- Jeffrey, J. D., 2010, *Ground Penetrating Radar Fundamental*. Department of Geological Sciences, The Ohio University
- Loke, M.H., 2004, *Tutorial: 2-D and 3-D Electrical Imaging Surveys for*

- enviromental and engineering studies*, Penang, Malaysia.
- Oktafiani, F., Sulistyaningsih., dan Nurwijayanto Y., 2010, *Sistem Ground Penetrating Radar Untuk Mendeteksi Benda-Benda Dibawah Permukaan Tanah*, LIPI, Bandung.
- Tim Asisten dan Dosen, 2010. *Penuntun Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Yulius, M, Yudi., Wahyu, Yuyu., dan Oktafiani, F, 2010, *Studi Pemrosesan dan Visualisasi data Ground Penetrating Radar*, LIPI, Bandung.



# INVESTIGASI ZONA AKUIFER MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI *SCHLUMBERGER* DI PANTAI PARANGLUHU KECAMATAN BONTOBahari, KABUPATEN BULUKUMBA

Wahyuni<sup>1</sup>, Jamaluddin<sup>2\*</sup>, Sabrianto Aswad<sup>1</sup>, La Ode Armin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.

<sup>2</sup>Geological Engineering, School of Geosciences, China University of Petroleum (East China), Qingdao, China.

\*Penulis koresponden. Alamat email: [jamaljamaluddin1994@gmail.com](mailto:jamaljamaluddin1994@gmail.com)

## Abstrak

Air merupakan sumberdaya alam yang sangat penting bagi kebutuhan makhluk hidup, khususnya manusia. Airtanah paling banyak di manfaatkan karena memenuhi standar pemenuhan air bersih dan layak pakai. Walaupun demikian terdapat perbedaan kondisi dan kualitas airtanah di berbagai wilayah, salah satunya di wilayah pesisir yang dapat menyimpan airtanah payau – asin. Hal ini banyak terjadi di berbagai wilayah salah satunya wilayah kepepesisiran Kecamatan Bontobahari. Terkait kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik akuifer dan persebaran airtanah asin di Wilayah Kepesisiran Kecamatan Bontobahari, Kabupaten Bulukumba. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendugaan geolistrik menggunakan konfigurasi Schlumberger. Berdasarkan hasil pengukuran dan pengolahan data, nilai resistivitas yang menunjukkan akuifer berkisar antara 29,4 – 36,1  $\Omega$ m dan dapat ditemukan pada kedalaman 6,50 – 19,7 m.

**Kata kunci:** Akuifer, Geolistrik, Resistivitas, Schlumberger.

## Abstract

Water is a natural resource that is essential for needs of living things, especially human beings. Most groundwater widely utilized because the standards compliance of clean water and proper use. However there is a difference in the conditions and quality of the groundwater in different areas, one of which on the territory of coastal zone that can store brackish ground water – salty. This is a lot going on in various parts of the territory of one of the coastal zone subdistrict of Bontobahari. Related conditions, this research was conducted with the aim to find out the characteristics of the aquifer and the salty soil water distribution in the region of coastal zone subdistrict of Bontobahari, Bulukumba. The methods used in this research is the geoelectric resistivity injection using the Schlumberger configuration. Based on the measurement and data processing, resistivity values of aquifer have about 29,4 – 36,1  $\Omega$ m and it can be found at a depth of 6,50 – 19,7 m.

**Key Words :** *Aquifer, Geoelectric, Resistivity, Schlumberger.*

## Pendahuluan

Airtanah merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan masyarakat. Sebagai sumber utama air bersih, kebutuhan masyarakat

terhadap airtanah semakin meningkat sejalan dengan pemahaman masyarakat akan pentingnya penggunaan air bersih dalam kehidupan sehari-hari. Di kegiatan industri, air bersih juga sangat dibutuhkan

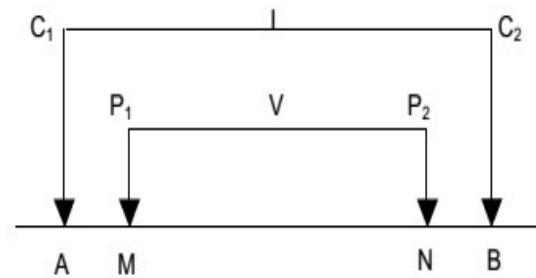
bagi kegiatan perindustrian sebagai roda penggerak industri.

Airtanah di Pesisir memiliki tingkat kerentanan yang tinggi terhadap pencemaran airtanah salah satunya adalah intrusi air laut. Air laut memiliki berat jenis yang lebih tinggi kira-kira  $1.025 \text{ g/cm}^3$ , sedangkan air tawar (*fresh water*) memiliki berat jenis  $1.000 \text{ g/cm}^3$ . Ketika terjadi penurunan muka airtanah di wilayah pesisir, maka air laut yang memiliki berat jenis lebih tinggi akan menyusup masuk kedalam airtanah. Sehingga menghasilkan zona pertemuan antara keduanya yang menyebabkan terjadi kontak dan percampuran yang diindikasikan sebagai zona dispersi (*zone of dispersion*) (Pinder & Celia, 2006). Penurunan muka air laut dikarenakan dinamika pesisir yang terjadi pada masa lampau tidak hanya meninggalkan material endapan berupa pasir dan lumpur. Beberapa kemungkinan lain seperti tertinggalnya air laut dan terjebak di daratan kepeesisiran juga mungkin terjadi. Air laut yang tertinggal di daratan lalu terjebak pada suatu cekungan dan membentuk jebakan air asin disebut *connate water* (Purnama, 2010).

Adapun metode geofisika yang dapat digunakan untuk menentukan letak akuifer airtanah adalah geolistrik dengan mempelajari sifat kelistrikan yang ada di bawah permukaan tanah. Metode geolistrik adalah resistivitas atau mengukur besar tahanan jenis batuan. Dalam upaya mencari resistivas batuan kita menginjeksikan arus dan tegangan dan melihat hasil dari injeksi tersebut. Besar tidaknya nilai resistivitas bergantung kepada besarnya pembacaan arus dan tegangan yang diinjeksikan serta jenis batuan yang dicari dari suatu pengukuran tersebut. Jumlah besar arus yang diinjeksikan bergantung kepada besar sumber daya listrik yang digunakan dalam pengukuran (Amin, 2016).

### Konfigurasi Geolistrik Schlumberger

Metoda tahanan jenis merupakan metode geofisika yang dipakai untuk pengukuran tahanan jenis semu suatu medium. Pengukuran dengan konfigurasi Schlumberger ini menggunakan 4 elektroda, masing-masing 2 elektroda arus dan 2 elektroda potensial (Azhar dan Gunawan, 2003).



Gambar 1. Konfigurasi Schlumberger (Reynolds 1997).

Tahanan jenis semu medium yang terukur dihitung berdasarkan persamaan (van Norstand et al, 1966; Reynolds 1997; Telford et al, 1990).

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

Dengan :

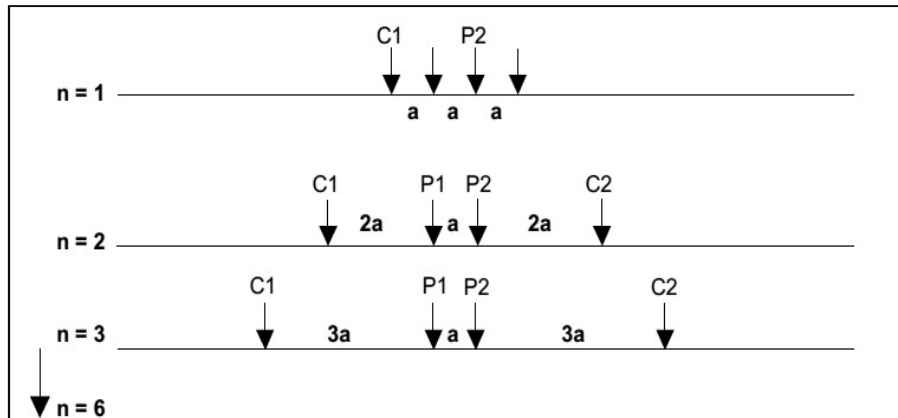
$$K = 2\pi \left[ \left( \frac{1}{AM} - \frac{1}{MB} \right) - \left( \frac{1}{AN} - \frac{1}{NB} \right) \right]^{-1} \quad (2)$$

Dengan harga :

$$\begin{aligned} MN &= a \text{ (spasi elektroda potensial)} \\ AM &= NB = n.a \\ MB &= AN = (n+1).a \end{aligned}$$

Untuk konfigurasi Schlumberger, harga K dapat dihitung menggunakan persamaan (Azhar dan Gunawan, 2003) :

$$\begin{aligned} K &= n.(n+1)\pi a ; \\ n &= 1, 2, 3, 4, 5, \dots \end{aligned} \quad (3)$$



Gambar 2. Konfigurasi Schlumberger (Reynolds 1997).

dengan :

- $\rho$  : Tahanan terukur (*apparent resistivity*)
- $\Delta V$  : Potensial yang terukur antara elektroda P1 dan P2,
- I : Arus listrik yang mengalir ke tanah melalui elektroda C1 dan C2,
- K : Faktor geometri konfigurasi elektroda.

Tabel 1 Nilai resistivitas material material Bumi (Telford et al., 1990)

Material	Resistivity (Ohm-Meter)
Air (Udara)	
Pyrite (Pirit)	0.01-100
Quartz (Kwarsa)	500-800000
Calcite (Kalsit)	$1 \times 10^{12} - 1 \times 10^{13}$
Rock Salt (Garam Batu)	$30 - 1 \times 10^{13}$
Granite (Granit)	200-10000
Andesite (Andesit)	$1.7 \times 10^2 - 45 \times 10^4$
Basalt (Basal)	200-100000
Limestoes (Gamping)	500-10000
Sandstone (Batu Pasir)	200-8000
Shales (Batu Tulis)	20-2000
Sand (Pasir)	1-1000
Clay (Lempung)	1-100
Ground Water (Air Tanah)	0.5-300
Sea Water (Air Asin)	0.2
Magnetite (Magnetit)	0.01-1000
Dry Gravel (kerikil kering)	600-10000
Alluvium (Aluvium)	10-800
Gravel (Kerikil)	100-60

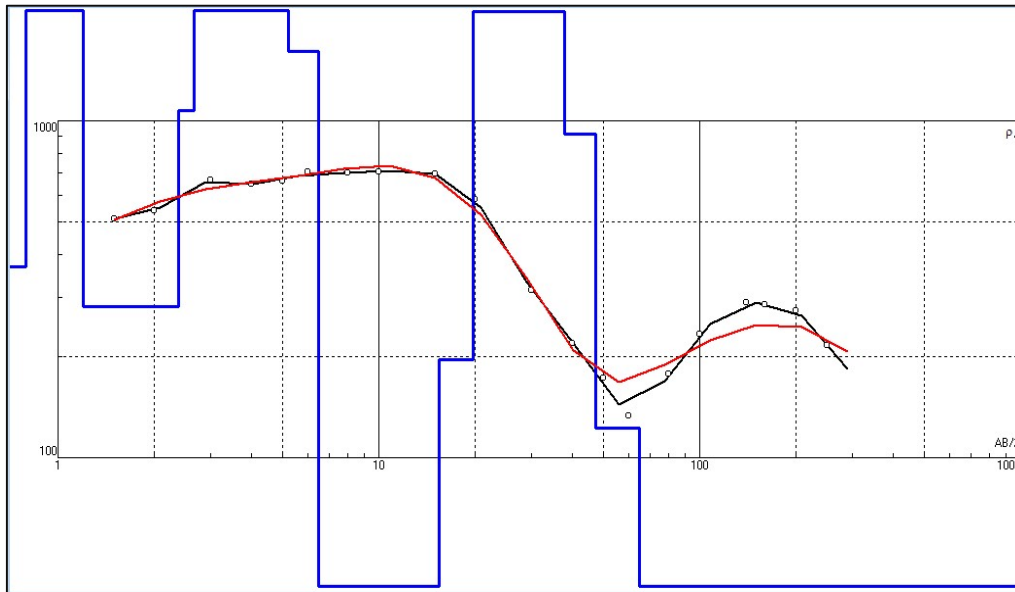
### Metode Penelitian

Metodologi penelitian yang dilakukan adalah pemetaan geologi, pengambilan data geolistrik, dan juga pengukuran muka airtanah dangkal secara langsung pada lokasi penelitian. Pengukuran geolistrik untuk penyelidikan akuifer digunakan metode pengukuran resistivitas konfigurasi *Schlumberger* pada daerah penelitian. Konfigurasi *Schlumberger* ini dilakukan dengan cara mengukur besarnya kuat arus dan beda potensial dengan jarak elektroda yang berbeda. Setelah diperoleh data yang diperlukan, maka dilakukan pengolahan data. Untuk mengolah data geolistrik diperlukan software IPI2Win. IPI2Win adalah program computer yang secara otomatis menentukan model resistivitas bawah permukaan dari data hasil survey geolistrik resistivitas.

### Hasil dan Pembahasan

Hasil pengolahan data geolistrik single channel 1D dengan menggunakan program IPI2Win ditampilkan seperti Gambar 3. Dari hasil tersebut terlihat perbedaan resistivitas bawah permukaan, hal ini ditunjukkan adanya perbedaan nilai pada kolom pertama pada tabel. Untuk hasil pengolahan data konfigurasi schlumberger didapatkan RMS Error sebesar 7.79% dan kedalaman tembus pendugaan sampai

64.9 meter, dengan rentang resistivitas semu ( $\rho$ ) antara 5.69-2180  $\Omega\text{m}$  (Gambar 4).




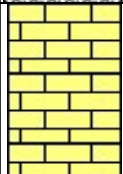
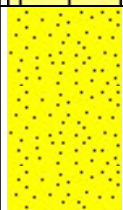
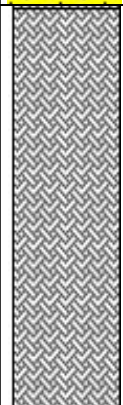
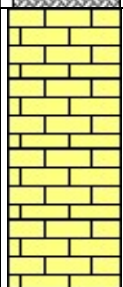
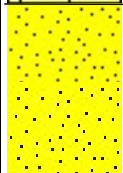
Gambar 3. Hasil inversi penampang 1D

N	$\rho$	h	d	Alt
3	281	1.18	2.38	-2.381
4	1070	0.274	2.66	-2.655
5	2180	2.57	5.23	-5.226
6	1602	1.28	6.5	-6.501
7	36.1	1.43	7.93	-7.931
8	29.4	7.45	15.4	-15.38
9	196	4.35	19.7	-19.73
10	2117	18.2	37.9	-37.95
11	915	9.46	47.4	-47.41
12	122	8.34	55.7	-55.75
13	122	9.17	64.9	-64.92
14	5.69			

Gambar 4. Tabel hasil pengolahan data Resistivitas 1D Konfigurasi Schlumberger.

Secara umum resistivitas bawah permukaan dibagi menjadi 6 bagian lapisan, yang terdiri dari lapisan bagian atas (lapisan permukaan/tanah penutup) beserta Endapan Aluvium, Tufa, Batupasir dan Batugamping. Adapun penjelasan tiap-tiap lapisan/ batuan adalah sebagai berikut :

- ✓ Lapisan pertama merupakan lapisan permukaan berupa lapisan tanah penutup beserta Endapan Aluvium dengan nilai resistivitas 62.4-281  $\Omega\text{m}$ . Lapisan ini merupakan lapisan tanah timbunan yang mengandung air tanah namun bisa meloloskan air ke dalam lapisan yang lebih dalam. Lapisan ini berada pada kedalaman 0,0 – 2,38 meter.
- ✓ Lapisan kedua diinterpretasikan sebagai lapisan batuan sedimen berupa Batugamping Terumbu dengan nilai resistivity 1070-2180  $\Omega\text{m}$ . Lapisan ini merupakan lapisan batuan bersifat Brittle oleh karena itu tidak dapat menyimpan air. Lapisan ini berada pada kedalaman 2,38 – 6,50 meter.
- ✓ Lapisan ketiga diinterpretasikan sebagai lapisan batuan sedimen berupa Batupasir dengan nilai resistivity 29.4 - 36.1  $\Omega\text{m}$ . Lapisan ini merupakan lapisan batuan mengandung air. Lapisan ini dapat menyerap air serta menyimpan air (lapisan akuifer dangkal). Lapisan ini berada pada kedalaman 6,50 - 19,7 meter.

Kedalaman (meter)	Log Litologi	Nilai Resistivitas (ohm.m)	Deskripsi Batuan
0		62.4-281	<b>Tanah Penutup (timbunan)</b> , permukaan Endapan Aluvium, material lepas dan hasil lapukan batugamping.
2.38		1070-2180	<b>Batugamping Terumbu</b> , batuan sedimen yang dapat menyerap air tetapi sukar untuk menyimpan air karna jenis batuan tersebut cenderung meloloskan air ke lapisan yang ada dibawahnya.
6.50		29.4 - 36.1	<b>Batupasir</b> , batuan sedimen yang memiliki permeabilitas dan porositas baik untuk Menyimpan air yang terserap lapisan diatasnya. Lapisan tersebut bisa dikatakan lapisan akuifer
19.7		196	<b>Tufa</b> , batuan vulkanik yang agak fresh dan mempunyai pori, serta retakan batuan yang terisi air akibat infiltrasi dari batugamping yang berada di atasnya.
37.9		915-2117	<b>Batugamping Terumbu</b> , batuan sedimen yang dapat menyerap air tetapi sukar untuk menyimpan air karna jenis batuan tersebut cenderung meloloskan air ke lapisan yang ada dibawahnya.
55.7		5.69-122	<b>Batupasir</b> , batuan sedimen yang memiliki permeabilitas dan porositas baik untuk menyimpan air yang terserap lapisan diatasnya. Lapisan tersebut bisa dikatakan lapisan akuifer.
64.9			

**Gambar 5.** Interpretasi susunan lapisan tanah dan batuan, kedalaman serta ketebalan lapisan berdasarkan nilai resistivity hasil pengukuran geolistrik.

✓ Lapisan keempat diinterpretasikan sebagai lapisan batuan sedimen berupa Tufa dengan nilai resistivity 196 Ωm. Lapisan ini merupakan lapisan batuan mengandung air yang relatif sedikit yang merupakan hasil dari infiltrasi dari Batugamping Terumbu yang berada diatasnya. Lapisan ini dapat

menyerap air serta menyimpan air (lapisan akuifer). Lapisan ini berada pada kedalaman 19,7 – 37,9 meter.

✓ Lapisan kelima diinterpretasikan sebagai lapisan batuan sedimen berupa Batugamping dengan nilai resistivity 915-2117 Ωm. Lapisan ini merupakan lapisan batuan yang mengandung air

dan dapat menyerap air namun bisa meloloskan air ke dalam lapisan yang lebih dalam. Lapisan ini berada pada kedalaman 37,9 – 55,7 meter.

- ✓ Lapisan terakhir diinterpretasikan sebagai lapisan batuan sedimen berupa Batupasir, dimana untuk range nilai resistivity 5.69-122  $\Omega$ m merupakan lapisan batupasir yang mengandung air berada pada kedalaman 55,7-64,9 m. Lapisan ini juga merupakan lapisan batuan mengandung air dan dapat menyerap air serta menyimpan air (lapisan akuifer) yang merupakan akuifer yang menerus dari bagian permukaan dan mengisi akuifer dalam.

Berdasarkan pendekatan konseptual dan deterministic didapatkan akuifer pada daerah penelitian merupakan batupasir dengan nilai resistivitas (20 – 50 Ohm.m) dengan kedalaman akuifer yang didapatkan terdiri dari akuifer dangkal dan dalam, akuifer dangkal mempunyai kedalaman pada tiap titik berkisar antara 0 - 15 meter sedangkan akuifer dalam pada tiap titik berkisar antara 40 – 90 meter. Ketebalan akuifer pada daerah penelitian berkisar antar (2 – 40) meter. Penyebaran akuifer airtanah pada daerah penelitian menyebar hampir ke seluruh daerah penelitian (Silva, 2016).

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran dan pendugaan geolistrik yang dilakukan di wilayah pesisir Kecamatan Bontobahari, Kabupaten Bulukumba disimpulkan bahwa:

- Analisis, interpretasi dan korelasi penampang resistivity pengukuran geolistrik dan kenampakan lapangan menunjukkan bahwa lapisan pembawa air tanah adalah diduga pada tufa dan batupasir dengan range resistivity 5.69-196 Ohm.m, karena kedua batuan ini memiliki sifat porous yang baik sehingga dapat bertindak sebagai lapisan akuifer.

- Tufa yang merupakan batuan kontak dengan batugamping dapat menyimpan air dengan baik, namun dapat mengandung air payau yang merupakan hasil infiltrasi air tanah dari batugamping.

### Daftar Pustaka

- Amin, Shadiq Ahmad. (2016). *Rancang bangun Prototipe Alat Ukur Resistivitas Tanah*. Skala Laboratorium. Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Unhas. Makassar.
- Azhar dan Gunawan Handayani. (2003). *Penerapan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger untuk Penentuan Tahanan Jenis Batubara*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Pinder, G. F. & Celia, M. A. (2006) *Subsurface Hydrology*. New York: John Wiley and Sons.
- Purnama, S. (2010). *Hidrologi Airtanah*. Yogyakarta : Kanisius.
- Reynolds, J.M. (1998). *An Introduction to Applied and Enviromental Geophysics*. New York : John Wiley & Sons.
- Silva, Domingos da (2016). *Pendugaan penyebaran akuifer dan zona air tanah menggunakan metode geolistrik konfigurasi Schlumberger Daerah Kajang, Herlange, Ujungloe, dan Bontobahari Kabupaten Bulukumba, Sulawesi Selatan*. Tesis, UPN Veteran, Yogyakarta.
- Telford, W.M. Geldart, L.P. Sheriff, R.E. Keys, D.A. (1990). *Applied Geophysics*. Cambridge University Press, London.
- van Nostrand, Robert, G. & Kenneth, L Cook. (1966). *Interpretation of Resistivity Data*. Washington: Geological Survey.

## 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/](http://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](mailto: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.



## Indexing and Abstracting



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



# **GEOFISIKA**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

ISSN 2579-5546



9 772579 554000

97700

