

# ANALISA POTENSI KEDALAMAN BATUBESI DENGAN METODE GEOLISTRIK 3D DI GUNUNG MELATI KABUPATEN TANAH LAUT

Meta Widyayanti<sup>1</sup>, Sri Cahyo Wahyono<sup>2</sup> dan Totok Wianto<sup>2</sup>

**ABSTRACT:** Iron ore are boulders containing of iron deposition, which consists of Fe and the rest is composed by other minerals. There are 15 locations of iron ore in South Kalimantan, one of them is Gunung Melati. Iron mineralization is formed by the contact of metasomatik-sedimentary volcanic rocks, the pyroclastic rocks series. The depth's potency of iron ore is obtained from measurements with a 3D geoelectric method of pole-pole configuration that indicate iron ore's location in 3.20 to 10.1 m depth, and 27.1 to 63.4 m with resistivity values of iron ore which has been measured in 3167-3847 Ohm.meter and the potency of iron ore was spread unevenly in large chunks of stone. The samples test with XRD and SEM EDS is done to determine the composition and the effect of washing enrichment process. XRD test results showed the dominance of the mineral hematite ( $Fe_2O_3$ ) of sample 1 is 75% and sample 2 at 69%. After the enrichment washing, compound's phase turned into magnetite ( $Fe_3O_4$ ). Sample 1 which had been washed with water was change into 77% and 83% after enrichment washing with HCl, while sample 2 were washed with water to 70%, washed with a 79% HCl. The test results with SEM EDS showed the increased levels of smoothness of surface structure and Fe's level. Samples in sequence from start to washing with water then HCl Fe's level is at 37.62%; 49.47% and 55.33%. The comparison of Fe content from the test results with the relative age based on stratigraphy showed that relatively older sample 1 has a Fe content greater than sample 2 relatively younger age.

**Keywords:** *Iron ore, geoelectric, XRD, SEM EDS, stratigraphy*

## PENDAHULUAN

Besi adalah unsur utama dalam industri baja, dan sebagai logam kedua yang paling banyak keterdapatannya di bumi. Menurut [dataesdm.go.id](http://dataesdm.go.id) (2012) Kalimantan Selatan memiliki potensi ± 760 juta ton sekitar 70% dari deposit nasional yaitu 1,1 Milyar ton dan salah satunya adalah Kabupaten Tanah Laut. Berdasarkan peta geologi, Tanah Laut tersusun atas batuan endapan permukaan, batuan terobosan dan batuan kapur yang terbentuk pada

masa Kenozoikum dan Mesozoikum serta tersusun oleh formasi batuan kwarter (granit, granodiorit, diorit), dan Desa Gunung Melati adalah salah satu daerah di Tanah Laut dengan potensi keterdapat batubesi yang cukup besar. Batubesi di daerah ini berasal dari intrusi batuan granitik yang tersusun atas seri batuan vulkanik-sedimen menghasilkan batubesi tipe kontak metasomatik (Sofyan dkk, 2006). Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis potensi

---

<sup>1</sup>Mahasiswa dan <sup>2</sup>Staff Pengajar Program Studi Fisika FMIPA UNLAM

kedalaman keterdapatan batubesi dengan metode geolistrik 3D konfigurasi *pole-pole*, menganalisa komposisi batubesi sebelum dan setelah proses *enrichment washing* dengan XRD dan SEM EDS, dan menganalisa perbandingan kadar Fe pada batubesi dengan umur relatif yang berbeda berdasarkan analisa stratigrafinya.

### Geologi Umum Daerah Penelitian

Daerah penelitian berlokasi di Gunung Melati, Kecamatan Batu Ampar Kabupaten Tanah Laut. Titik koordinat pengukuran pada 03°50'34,5"LS dan 114°48'13,6"BT.

Berupa dataran tinggi bergunung-gunung dengan kemiringan lereng 20-30° dan ketinggian antara 20-70 m dpl. Terdiri atas formasi batuan ultrabasa (peridotit, hazburgit, gabro, dan serpentit) mineral penyusunnya olivine dan piroksen sebagian besar telah berubah menjadi serpentinit, klorin dan bijih (Sofyan dkk, 2006).

Batubesi adalah batuan yang mengandung unsur besi dengan kadar Fe berkisar antara 30-80%, sisanya disusun oleh mineral lain terbentuk dari perubahan panas dan tekanan seperti ditunjukkan oleh **Tabel 1** (Perkins, 2002).

Tabel 1. Klasifikasi Batubesi berdasarkan mineral penyusun

No.	Mineral	Susunan Kimia	% Fe	Istilah
1.	<i>Magnetite</i>	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	72,4	Bijih besi hitam
2.	<i>Hematite</i>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	70,0	Bijih besi merah
3.	<i>Limonite</i>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O	59-63	Bijih besi coklat
4.	<i>Siderite</i>	FeCO <sub>3</sub>	48,2	Bijih besi berlapis

(Perkins, 2002)

### Metode Geolistrik

Metode geolistrik digunakan untuk mengidentifikasi sifat dan kondisi fisis bawah permukaan berdasar harga tahanan jenis batuan. Terdapat berbagai konfigurasi, salah satunya konfigurasi *pole-pole* dengan mencatat intensitas medan listrik dimana pasangan elektroda potensial (P1) berjarak relatif dekat dengan jarak

elektroda arus (C1). Ilustrasi susunan elektroda konfigurasi *pole-pole* dapat dilihat seperti Gambar 1. Harga resistivitas semu dari konfigurasi *pole-pole* adalah: (Telford dkk, 1990).

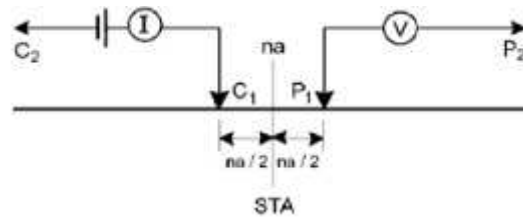
$$\rho = 2\pi aR \quad \dots(1)$$

dari persamaan 1 diperoleh nilai:

$$k = 2\pi a \quad \dots(2)$$

sebagai faktor geometri konfigurasi *pole-pole*. Dengan  $\rho$  adalah resistivitas semu

(Ohm.meter),  $a$  adalah spasi elektroda (jarak antara elektroda  $C_1$  dan  $P_1$  dalam meter) dan  $R$  adalah resistivitas yang terukur langsung di lapangan (Ohm). **Tabel 2** adalah klasifikasi resistivitas tanah/batuan.



**Gambar 1.** Susunan elektroda konfigurasi *pole-pole*

**Tabel 2.** Klasifikasi harga resistivitas tanah/batuan (Hunt, 1984)

No.	Jenis Tanah/Batuan	Harga Resistivitas (Ohm.meter)
1.	Tanah lempungan, basah lembek	1,5 - 3,0
2.	Lempung lanauan dan tanah lanauan basah lembek	3 - 15
3.	Tanah lanauan, pasiran	15 - 150
4.	Batuan dasar berkekar terisi tanah lembab	150 - 300
5.	Pasir kerikil terdapat lapisan lanau	± 300
6.	Batuan dasar terisi tanah kering	300 - 2400
7.	Batuan dasar tak lapuk	>2400

**Enrichment Washing**

Proses meningkatkan nilai ekonomis batuan atau mineral dengan memisahkannya dari pengotor (*Basic in Mineral Processing*). Alat dapat didesain dengan dilengkapi *crusher* untuk menghasilkan ukuran tertentu sampel, lalu dilewatkan pada *magnetic separator* sambil dicuci untuk menghilangkan pengotor dan dapat dihasilkan kualitas sampel yang lebih tinggi (Wianto & Nurmasari, 2009).

**XRD, SEM EDS dan Stratigrafi**

Pratapa (2004) menyebutkan prinsip kerja XRD berdasarkan difraksi hubungan fasa tertentu antara 2 atau lebih gerak gelombang sehingga paduan gelombang dapat saling

menguatkan. Menurut Bragg pada Beiser (1987) di dalam kristal terdapat atom-atom yang dapat dipandang sebagai unsur yang membentuk susunan bidang datar. Masing-masing bidang datar memiliki jarak karakteristik antara bidang-bidang komponennya yang disebut dengan bidang Bragg.

$$n\lambda = 2d \sin \theta \quad \dots(3)$$

Dengan  $\lambda$  adalah Panjang gelombang berkas sinar X,  $n$  adalah bilangan bulat (fasa fraksi menghasilkan terang),  $d$  adalah lebar celah dan  $\theta$  adalah sudut difraksi (Beiser, 1987).

Prinsip kerja SEM yaitu menggambarkan permukaan material dengan pantulan berkas elektron oleh sumber berenergi tinggi, dan terdapat detektor yang bertugas mendeteksi

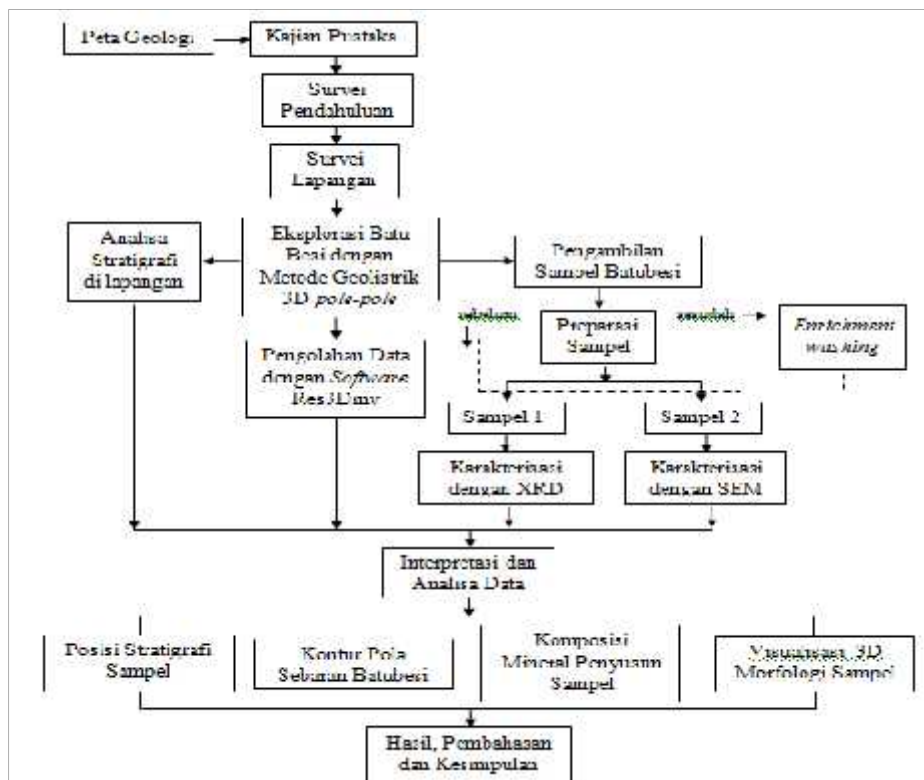
berkas elektron berintensitas tertinggi dipantulkan oleh material yang dianalisis. EDS informasi didapat dari energi pancaran elektron dan dideteksi oleh *energy dispersive spectrometer*, dihasilkan keluaran berupa grafik puncak-puncak tertentu yang mewakili unsur didalamnya (David, 2003).

Stratigrafi adalah salah satu studi mengenai sejarah, komposisi, umur relatif, distribusi per lapisan tanah, dan interpretasi lapisan batuan untuk menjelaskan sejarah bumi. Waktu umur relatif sendiri ialah umur yang ditentukan berdasarkan posisi batuan terhadap

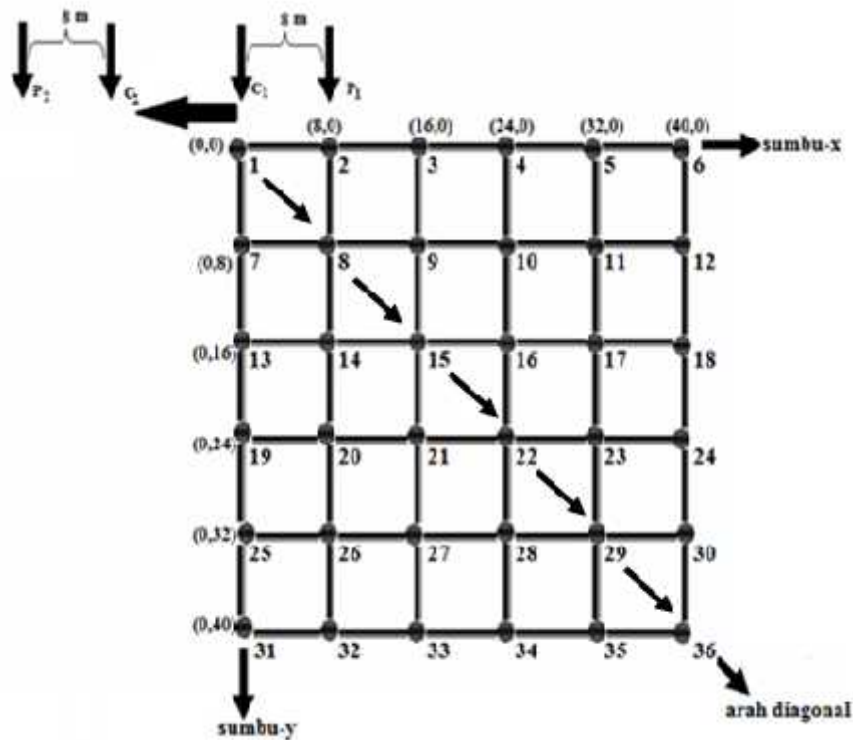
batuan disekitarnya. Konsep yang biasa digunakan adalah *Superposition* dan *Crosscutting Relationship* (Sapiie dkk, 2006).

**METODE PENELITIAN**

**Gambar 2** menunjukkan bagan alir penelitian. Luasan daerah pengukuran 40x40 m dengan spasi elektroda sebesar 8 m. Elektroda C<sub>2</sub> dan P<sub>2</sub> (statis) dititik 20xspasi jarak terkecil yaitu 160 m dari elektroda C<sub>1</sub> dan P<sub>1</sub> (dinamis). Lintasannya searah sumbu x, y, dan arah diagonal seperti ditunjukkan pada **Gambar 3**.



**Gambar 2.** Bagan Penelitian



**Gambar 3.** Skema pengambilan data di lapangan

### Pengolahan dan interpretasi Data

Nilai resistivitas dari lapangan dikalikan dengan faktor geometri (konfigurasi *pole-pole*: 2 a) untuk mendapatkan harga resistivitas semu yang kemudian diolah dengan *software* Res3Dinv, untuk mendapatkan kontur 3D resistivitas hasil pengukuran lapangan.

Interpretasi data dilakukan dengan mengkaji data hasil inversi *software* Res3Dinv yaitu berupa kontur warna, dimana tiap-tiap warna mewakili harga resistivitas batuan. Data ini menunjukkan potensi keterdapatan Batubesi sebagai hasil penelitian lapangan.

### Karakterisasi sampel

Sampel diambil dari lapangan, diuji dengan XRD dan SEM EDS. Sebelum diuji sampel dibagi menjadi dua bagian besar sampel pertama adalah sampel awal, sedangkan sampel kedua diberi perlakuan dengan *enrichment washing* terdiri dari dua tahapan pencucian dengan air dan pencucian dengan larutan HCl.

Tahap *enrichment washing*, sampel dihaluskan hingga berukuran batu kerikil. Teknik yang digunakan terdiri dari dua tahapan yaitu sampel yang telah dihaluskan dicuci dengan air, untuk menghilangkan pengotor lemah seperti misalnya *clay* dan

beberapa senyawa oksida lainnya dan tahap kedua, sampel yang telah dicuci dengan air dicuci lagi menggunakan larutan HCl, untuk membersihkan pengotor berat seperti silika yang sering berasosiasi dengan batubesi.

### Karakterisasi dengan XRD

Sampel terdiri dari 3 buah yaitu sampel awal tanpa perlakuan, sampel yang melalui proses *enrichment washing* dengan air, dan pencucian dengan air-HCl. Semua sampel dihaluskan hingga tingkat kehalusan antara 5-10  $\mu\text{m}$  atau sekitar 200 mesh (prasyarat ukuran butir sampel serbuk uji XRD).

### Karakterisasi dengan SEM EDS

Jumlah dan tipe perlakuan untuk sampel SEM EDS sama seperti pada uji XRD, hanya saja untuk sampel

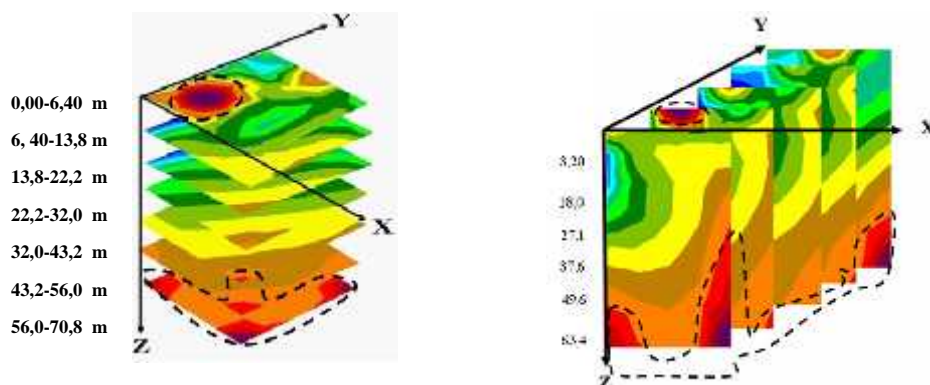
sampel SEM EDS cukup dipotong dengan ukuran 0,3x0,3x0,2 cm.

### Analisa kadar Fe berdasarkan umur relatif

Menentukan umur relatif sampel menggunakan Hukum Superposisi dan Hubungan Potong-memotong, (asumsi tidak terjadi pembalikan posisi).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil inversi dari pengukuran geolistrik 3D konfigurasi *pole-pole* dengan *software* Res3Dinv didapatkan kontur berupa gambaran penampang horisontal dan vertikal. Setelah itu disusun secara berlapis dengan *software* Adobe Photoshop Cs.5 untuk mempermudah interpretasi data hasil inversi. Seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 4**.



**Gambar 4.** Kontur resistivitas penampang horizontal dan vertikal

Formasinya tersusun atas batuan ultrabasa (batuan peridotit, hazburgit, gabro, dan serpentit) mineral penyusun olivine dan piroksen sebagian berubah menjadi serpentin, klorin dan bijih. Jenis tanah berupa organosol glei humus, alluvial, latosol, kompleks Podsolid Merah Kuning dan Laterit (Pemerintah Daerah Kabupaten Tanah Laut, 2008).

Werdianingrum (2009) dalam penelitiannya menyebutkan, berdasar data lapangan Dinas Pertambangan Kalimantan Selatan harga resistivitas batubesi >3000-7000 Ohm.meter. Nilai resistivitas terukur di lapangan berada pada kisaran 181-3847 Ohm.meter, warna merah tua hingga ungu yang mewakili nilai resistivitas >3000 Ohm.meter ditandai garis putus-putus seperti gambar di atas.

Berdasarkan klasifikasi harga resistivitas tanah/batuan Hunt (1984) **Tabel 2** jenis batuan dikisaran tersebut adalah batuan dasar tak lapuk. Dengan

menggunakan rujukan resistivitas kandungan mineral terukur (Telford, 1976), maka mineral yang diduga terkandung didalamnya adalah *hematite* ( $3,5 \cdot 10^{-3} - 10^7$  Ohm.meter), dan *magnetite* ( $5 \cdot 10^{-5} - 5,7 \cdot 10^7$  Ohm.meter).

Potensi keterdapatan batubesi berdasarkan Gambar 4 berada pada kedalaman dari arah horisontal 0,00-6,40 m; dan 32,00-70,80 m, dan dari arah vertikal 3,20-10,1 m; dan 27,1-63,4 m. Kontur ini menunjukkan bahwa batubesi menyebar secara tidak merata, dan keterdapatannya berupa batu dalam bentuk bongkahan besar di bawah permukaan titik pengukuran.

### Karakteristik sampel XRD

**Tabel 3** menunjukkan analisa kuantitatif pengujian sampel dengan XRD. Tanpa perlakuan, sampel 1 ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) memiliki persentase 75% dan sampel 2 ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) sebesar 69%. Setelah proses enrichment washing tahap pertama dicuci dengan air sampel 1 ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) meningkat menjadi 77% dan sampel 2 ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) menjadi 70%.

Tabel 3. Hasil analisa sampel dengan uji XRD

No.	Nama Sampel	Rumus Kimia	Persentase
1.	Sampel 1	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	75%
2.	Sampel 2	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	69%
3.	Sampel 3	$\text{Fe}_3\text{O}_4$	68%
4.	Sampel 1 Air	$\text{Fe}_3\text{O}_4$	77%
5.	Sampel 1 HCl	$\text{Fe}_3\text{O}_4$	83%
6.	Sampel 2 Air	$\text{Fe}_3\text{O}_4$	70%
7.	Sampel 2 HCl	$\text{Fe}_3\text{O}_4$	79%

Pencucian tahap kedua dengan HCl sampel 1 menjadi 83% dan sampel 2 menjadi 79%. Adanya perubahan senyawa ini dikarenakan proses oksidasi yang dialami sampel. Hasil pengujian ini menunjukkan peningkatan kadar Fe sampel setelah melalui *enrichment washing* walaupun peningkatannya tidak terlalu besar.

### Hasil uji SEM EDS

Gambar 5, 6 dan 7 menunjukkan hasil uji sampel dengan SEM EDS dan Tabel 4, 5, dan 6 menunjukkan nilai persentase dari tiap unsur yang terkandung pada sampel.

Sampel awal terlihat banyak pengotor ditunjukkan oleh warna putih dengan kontras warna cerah berarti topografi pengotor yang menyelimuti lebih tinggi dengan tekstur kasar, sampel *enrichment washing* dengan air menunjukkan pengotor dengan tekstur kasarnya sedikit berkurang, dan sampel



Gambar 5. Hasil uji SEM (awal)

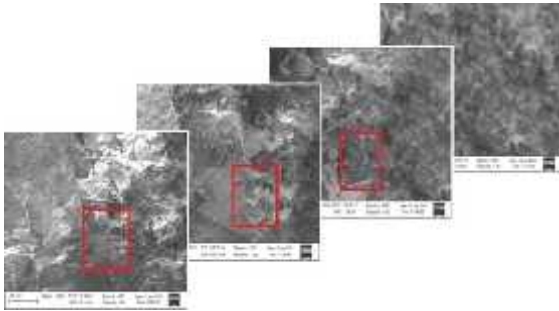
*enrichment washing* dengan HCl permukaan menjadi agak lebih halus dan pengotornya berkurang. Adanya pengotor ini akibat proses oksidasi diduga karena rentang waktu antara perlakuan dengan pengujian sampel cukup lama, dan diketahui bahwa unsur Fe sangat mudah teroksidasi.

Hasil uji sampel awal dan yang melalui *enrichment washing* dengan air dan HCl adalah 37,62%, 49,47%, dan 55,31%. Terdapat unsur O, Fe, C, Co, dan Al pada sampel awal, sedangkan sampel *enrichment washing* dengan air dan HCl ada unsur tambahan yaitu Si. Hal ini karena sampel awal masih berupa bongkahan yang agak besar dan diambil dari lapangan tanpa mengalami proses sehingga masih ditutupi pengotor. Sampel *enrichment washing* pengotor yang menyelimuti permukaan sampel telah tergerus dan terlarut sehingga hal itulah yang menyebabkan adanya unsur tambahan tersebut.

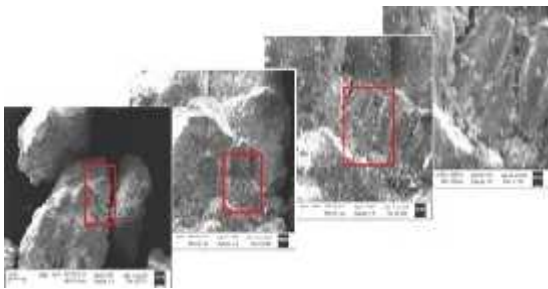
Tabel 4. Hasil analisa EDS (awal)

El	AN	Series	unn.C (wt.%)
O	8	K-Series	46,99
Fe	26	K-Series	37,62
C	6	K-Series	23,72
Co	27	K-Series	4,45
Al	13	K-Series	1,04





**Gambar 6.** Hasil uji SEM  
(*enrichment washing* dengan air)



**Gambar 7.** Hasil uji SEM  
(*Enrichment washing* dengan air-HCl)

Tabel 5. Hasil analisa dengan EDS  
(*enrichment washing air*)

EI	AN	Series	unn.C (wt.%)
Fe	26	K-Series	49,47
O	8	K-Series	36,28
C	6	K-Series	6,14
Co	27	K-Series	5,97
Al	13	K-Series	0,84
Si	14	K-Series	0,64

Tabel 6. Hasil analisa dengan EDS  
(*enrichment washing air-HCl*)

EI	AN	Series	unn.C (wt.%)
Fe	26	K-Series	55,31
O	8	K-Series	31,86
C	6	K-Series	16,31
Co	27	K-Series	6,78
Al	13	K-Series	1,14
Si	14	K-Series	0,46

**Stratigrafi di lapangan**

**Gambar 8** adalah posisi batubesi saat di lapangan. Lapisan batuan yang lebih muda berada di atas lapisan batuan yang lebih tua merupakan prinsip dari Hukum Superposisi dan setiap kenampakan struktur yang memotong lapisan batuan selalu lebih muda daripada lapisan batuan yang dipotong Hukum Hubungan Potong-Memotong. Hasil analisa XRD mineral

penyusun terbanyak adalah *hematite*(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dengan persentase sebesar 75% dan sampel 2 dengan persentase sebesar 69%. Setelah dihubungkan dengan stratigrafi di lapangan, sampel 1 (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) memiliki persentase sebesar 75% dan umur relatifnya lebih tua dibandingkan sampel 2 (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dengan persentasenya sebesar 69%.



### Gambar 8. Posisi batubesi di lapangan

Menurut Sapiie, dkk (2006) mineral pembawa unsur Fe tertimbun sebagai endapan ataupun menerobos batuan induk dengan membentuk mineral penyusun baru. Berbagai tekanan yang kuat secara terus menerus akan menyebabkan batuan induk semakin kompak dan berdasarkan posisinya jika batuan tersebut berada di bawah maka akan mengalami proses kompaksi yang lebih kuat karena dorongan dan tekanan dari material-material yang berada di atasnya, sehingga batuan yang posisinya lebih rendah akan memiliki kandungan Fe yang lebih tinggi dibandingkan dengan batuan di atasnya.

#### KESIMPULAN

1. Keterdapatan batubesi di Gunung Melati dengan Metode Geolistrik 3D konfigurasi *pole-pole* di kedalaman 3,20-10,1 dan 27,1-63,4 m memiliki nilai resistivitas terukur 3167-3847 Ohm.meter menyebar tidak merata dan berupa bongkahan besar.
2. Hasil Uji XRD dan SEM EDS menunjukkan adanya peningkatan, tanpa perlakuan dengan yang melalui proses *enrichment washing*. Sampel 1 persentase sebesar 75% setelah *enrichment washing* dengan

air lalu HCl meningkat menjadi 77% dan 83%, sampel 2 sebesar 69% menjadi 70% dan 79%. Uji dengan SEM EDS topografi pengotor lebih tinggi dari sampel, sehingga permukaan lebih halus setelah *enrichment washing*. Sampel yang diuji dari awal lalu *enrichment washing* dengan air dan HCl kadar Fe-nya sebesar 37,62%, 49,47% dan 55,33%.

3. Analisa stratigrafi batubesi di lapangan menunjukkan posisi sampel 1 berada lebih rendah dari sampel 2, dengan mengkorelasikan antara proses geologi, umur relatif dan hasil uji XRD maka sampel 1 relatif lebih tua memiliki kandungan Fe yang lebih besar dari sampel 2 yang umurnya relatif lebih muda.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Esdm.go.id. *Potensi bahan galian di kalimantan selatan*
- Hadiwisastra.M.S. 2006. *Peran Ilmu Stratigrafi dan Paleontologi dalam Penerapan Ilmu Kebumihan: Pemahaman Peran Biostratigrafi dalam Proses Penentuan Umur Batuan*, Jakarta
- Hunt, R.E. 1984. *Geotechnical Engineering Investigation Manual*. McGraw Hill, New York.

- Perkins, D, 2002. *Mineralogy 2nd Edition*. Prentice-Hall Inc, New Jersey, USA
- Santoso, D. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*. ITB, Bandung
- Sofyan, A., D.T. Sutisna, D.N Sunuhadi, Iskandar, A. Kohar, & A. Anwar. 2006. *Inventarisasi Endapan Besi Primer di Daerah Kab. Tanah Bumbu dan Tanah Laut Provinsi Kalsel*. Departemen ESDM Badan Geologi Pusat Sumber Daya Geologi. *Laporan Inventarisasi DIPA*, Bandung
- Telford, W.M. 1976, *Applied Geopisics*. Cambridge University Press, USA
- Telford, W.M., L.P. Geldart, & R.E. Sheriff. 1990. *Applied Geophysics, Second Edition*. Cambridge University Press, USA
- Wahyono, S.C., N. Abdullah & D. Wedianungrum. 2010. *Penentuan Kadar Fe Bijih Besi di Banjarbaru*. Laporan Penelitian DIPA FMIPA, Banjarbaru
- Werdianingrum, D. 2009. *Penentuan Potensi dan Kandungan Unsur Fe Batubesi di Hutan Panjang Banjarbaru*. Skripsi, Jurusan Fisika, FMIPA. UNLAM, Banjarbaru (Tidak dipublikasikan)
- Wianto, T & Nurmasari. 2009. *Desain Magnetik Separator dengan Penyemprot Air Otomatis untuk Memurnikan Silika*. Laporan Penelitian DIPA FMIPA, Banjarbaru