

**Karakteristik Pasir Besi di Pantai Marina Kabupaten
Bantaeng**



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

ALAUDDIN

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Meraih Gelar Sarjana Sains

Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi

UIN ALAUDDIN MAKASSAR

Oleh

JUHARNI
60400112086

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI ALAUDDIN MAKASSAR
2016

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Mahasiswa yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Juharni
NIM : 60400112086
Tempat/Tgl Lahir : Galangang, 19 November 1994
Jurusan : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Alamat : Jln.Bontoduri 6 lrg. 8 Makassar
Judul : Karakteristik Pasir Besi di Pantai Marina
Kabupaten Bantaeng

Menyatakan dengan sesungguhnya dan penuh kesadaran bahwa skripsi ini benar adalah hasil karya sendiri. Jika dikemudian hari terbukti bahwa ia merupakan duplikat, tiruan, plagiat, atau dibuat oleh orang lain, sebagian atau seluruhnya, maka skripsi dan gelar yang diperoleh karenanya batal demi hukum.

Samata-Gowa, 19 Agustus 2016
Penyusun

JUHARNI
NIM: 60400112086

KATA PENGANTAR

Sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT. Taburan cinta dan kasih sayang-Mu telah memberikanku kekuatan, membekaliku dengan ilmu serta memperkenalkan dengan cinta. Atas karunia dan kemudahan yang Engkau berikan serta sholawat dan salam selalu terlimpahkan keharibaan Rasulullah Muhammad SAW. Akhirnya skripsi dengan judul “*Karakteristik Pasir Besi di pantai Marina Kabupaten Bantaeng*” ini dapat terselesaikan. Kupersembahkan karya sederhana ini kepada orang yang kukasihi dan kusayangi.

Penyusun menyadari sepenuhnya, dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari tantangan dan hambatan. Namun berkat pertolongan Allah SWT, kerja keras dan bantuan dari berbagai pihak yang langsung maupun tidak langsung baik berupa doa, moril dan material sebagai motivasi bagi penulis. Olehnya itu, secara mendalam penulis menyampaikan banyak terima kasih atas bantuan dan motivasi yang diberikan dengan penuh rasa ikhlas dan tulus yang setinggi – tingginya kepada :

1. Ibunda dan Ayahanda Tercinta, **ibu Alm. Nawalia, ayah Alm. Patahuddin dan bapak Alm. Usman T, kakek Alm. Tahia, nenek Alm. Dara, dan kakak Alm. Nurdin**. Sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada Ibu dan Ayah telah memberikan kasih sayang, segala dukungan, dan cinta kasih yang tiada terhingga yang tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan selembar kertas yang bertuliskan kata cinta

dan persembahkan. 20 tahun kalian berusaha memberikanku semangat untuk menempuh pendidikan yang jauh lebih tinggi daripada kalian. Hal ini yang kadang membuatku sesak karena kalian tidak bisa melihat hasil perjuangan kalian kepada saya, khususnya untuk alm. Ibuku yang telah berjuang dengan sangat keras dalam kehidupanku. Semoga skripsi ini dapat menjadi amal untuk kalian dariku. **Ibu ini karya anakmu yang tidak sempat kau saksikan.** Maafkan dan semoga skripsi ini adalah awal dari hikmah perjuanganku yang telah kau tinggalkan.

2. **Om Roddin dan Tante Satria** yang telah menggantikan posisi alm. kedua orangtuaku, semoga kelak saya bisa membalas semua jasa – jasa kalian dan kasih sayang kalian kepadaku.
3. Bapak **Prof. Dr. Musafir Pababbari, M.Si**, selaku Rektor UIN ALAUDDIN MAKASSAR
4. Bapak **Prof. Dr. Arifuddin, M.Ag**, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN ALAUDDIN MAKASSAR
5. **Ibu Rahmaniah, S.Si., M.Si** selaku pembimbing 1 (satu) dan **bapak Iswadi, S.Pd., M.Si** selaku pembimbing 2 (dua), yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan pengarahan kepada saya, Terima kasih banyak untuk ilmu, waktu dan kesabarannya.
6. **Ibu Sahara, S.Si., M.Sc., Ph.D., dan bapak Ihsan S, S.Pd., M.Si.**, selaku Ketua dan penguji dan Sekretaris Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN ALAUDDIN MAKASSAR.

7. **Ibu Kurniati Abidin, ibu Dr. Sohrah, M.Ag.,** selaku dosen penguji penulis untuk waktu yang telah diluangkan.
8. Segenap **civitas akademik** fakultas Sains dan Teknologi UIN ALAUDDIN MAKASSAR. Terima kasih banyak atas semua bantuannya.
9. **“Teman – Teman Angkatan 2012 (Radiasi), kakak – kakak dan adik – adik angkatan 2013, 2014 dan 2015”** terima kasih banyak untuk bantuan dan kerja sama selama ini.

*“ Jadikan ilmu yang kita miliki hari ini bermanfaat bagi orang lain di dunia
dan akhirat”*

Akhirnya dengan segala kerendahan hati penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga penulis dengan senang hati membuka diri untuk menerima segala kritikan dan saran yang bersifat membangun guna memberikan kontribusi untuk perkembangan ilmu pengetahuan serta bermanfaat bagi masyarakat luas, para pembaca dan khususnya bagi pribadi penulis dan hanya kepada Allah SWT jugalah kita menyerahkan segalanya. Semoga kita semua mendapat curahan rahmat dan ridho dari-Nya, Amin.

Samata-Gowa, 19 Agustus 2016

Penulis,

JUHARNI

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR GRAFIK	x
DAFTAR TABEL	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1-5
1.1 Latar Belakang Masalah	1-5
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6-26
2.1 Magnet	6-7
2.2 Momen Magnetik	7-8
2.3 Bahan Magnet	8-9
2.4 Jenis Magnet	9
2.5 Pasir Besi	10-11

2.6 Bijih Besi	11-13
2.7 XRF (<i>X-Ray Fluorescence</i>)	13-16
2.8 SEM (<i>Scanning Electro Microscopy</i>)	16-25
2.9 Diagram Alir	26
BAB III METODE PENELITIAN	27-35
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	27-28
3.2 Metode Pengumpulan Data	29
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	29-30
3.4 Prosedur Kerja	30-33
3.5 Teknik Pengolahan dan Analisis Data	33
3.6 Tabel Pengamatan	33-35
BAB IV Hasil Penelitian dan Pembahasan	36-56
4.1 Hasil Penelitian	36-56
4.2 Pembahasan	36-56
BAB V Kesimpulan dan Saran	58-59
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60-61
LAMPIRAN	62
RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 : XRF (<i>X-Ray Fluorescence</i>)	13
Gambar 2: Skema alat XRF	15
Gambar 3: Diagram skematik fungsi dasar dan cara kerja SEM	17
Gambar 4: Contoh hasil gambar dengan menggunakan SEM	18
Gambar 5: Struktur bijih besi dengan menggunakan SEM	20
Gambar 6: Peta lokasi penelitian	28
Gambar 7: Pola pengeboran dan nomor urut titik bor	31

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

ALAUDDIN

M A K A S S A R

DAFTAR GRAFIK

Grafik IV. 1	: Kandungan mineral besi (Fe) pada titik A	38
Grafik IV. 2	: Kandungan mineral besi (Fe) pada titik B	38
Grafik IV. 3	: Kandungan mineral besi (Fe) pada titik A	39
Grafik IV. 4	: Kadar bijih besi (Fe) saat mengalami oksidasi	41
Grafik IV. 5	: Kadar bijih besi (Fe) setelah oksidasi	42
Grafik IV. 6	: Kadar bijih besi (Fe) saat oksidasi	42
Grafik IV. 7	: Kadar bijih besi (Fe) setelah oksidasi	43
Grafik IV. 8	: Kadar bijih besi (Fe) saat oksidasi	43
Grafik IV. 9	: Kadar bijih besi (Fe) setelah oksidasi	44
Grafik IV.2.1	: Hasil uji kadar unsur bijih besi dengan SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>) pada bagian permukaan titik A	48
Grafik IV.2.2	: Hasil uji kadar unsur bijih besi dengan SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>) pada kedalaman 1 meter titik A1.1	51
Grafik IV.2.3	: Hasil uji kadar unsur bijih besi dengan SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>) pada titik A1.2	53
Grafik IV.3	: Pengaruh antara kadar oksigen (O ₂) (%) dgn kadar besi (Fe) (%)	55
Grafik IV.4	: Kualitas magnetik berdasarkan tingkat kedalamannya dengan uji SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>)	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.2.1: Klasifikasi jenis-jenis mineral yang bernilai ekonomis berdasarkan kandungan besi (Fe)	11
Tabel 3.1 : Titik koordinat pengambilan sampel	28
Tabel 4.1.1: Analisis hasil sampel pasir besi secara kualitatif dan kuantitatif	36
Tabel 4.2.1: Hasil uji SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>) pada titik A 1	49
Tabel 4.2.2: Hasil uji SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>) pada titik A1.1	52
Tabel 4.2.3: Hasil uji SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>) pada titik A1.2	54



ABSTRAK

Nama penyusun : Juharni
Nim : 60400112086
Judul Skripsi : **Karakteristik Pasir Besi di Pantai Marina Kabupaten Bantaeng**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik pasir besi yang terdapat di pantai Marina kabupaten Bantaeng berdasarkan tingkat kedalamannya dengan menggunakan XRF (*X-Ray Fluorescence*) dan untuk mengetahui karakteristik morfologi bijih besi di pantai Marina kabupaten Bantaeng berdasarkan hasil uji dari XRF (*X-Ray Fluorescence*) dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*). Metode yang digunakan pada penelitian ini yakni observasi, dokumentasi, dan hasil uji laboratorium. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil bahwa arakteristik pasir besi yang terdapat di pantai Marina kabupaten Bantaeng berdasarkan tingkat kedalaman dengan menggunakan XRF (*X-Ray Fluorescence*) yakni tergolong jenis hematite (Fe_2O_3) dengan ciri-ciri fisik yakni berwarna merah kehitam-hitaman, struktur kristal *rhombohedral*, serta tidak mudah bereaksi dengan senyawa lain, dimana semakin besar tingkat kedalaman pengambilan sampel maka kualitas bijih besi yang diperoleh juga semakin baik, namun kuantitas bijih besi yang diperoleh sedikit. Sedangkan karakteristik morfologi pasir besi di pantai Marina kabupaten Bantaeng berdasarkan hasil uji dari XRF (*X-Ray Fluorescence*) dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) adalah dengan perbesaran 200 kali diperoleh karakteristik fisik mineral bijih besi yang teratur. Kualitas bijih besi yang diperoleh yakni jenis tergolong jenis *magnetite* (FeO) dengan kadar bijih yang lebih rendah dari hasil uji XRF (*X-Ray Fluorescence*), dimana semakin besar kadar oksigen (O_2)nya maka kadar bijih besi (Fe)nya semakin kecil

Kata Kunci : *Hematite, Magnetite, SEM, XRF*

ABSTRACT

Author : Juharni
Nim : 60400112086
Essay Tittle : **Characteristics of Iron Sand on Marina Beach
Bantaeng District**

This study aims to determine the quality of iron sand on Marina beach Bantaeng district based on the level of depth by using XRF (*X-Ray fluorescence*) and determined the morphological characteristics of iron ore on Marina beach Bantaeng district based on the test of results of XRF (*X-Ray fluorescence*) and it used SEM (*Scanning Electron Microscopy*). The method is used in this research with observation, documentation, and the results of laboratory test. Based on the research that has been done, the result that the quality of iron sand onthe Marina beach Bantaeng district based on the level of depth by using XRF (*X-Ray fluorescence*) was the quality of hematite (Fe_2O_3), where the greater the sampling rate then the iron ore quality was getting better, but the quantity was less. While the morphological structure of the iron ore in the Marina beach Bantaeng district based on test results from XRF (*X-Ray fluorescence*) using SEM (*Scanning Electron Microscopy*) with a magnification of 200 times that obtained sample structure arranged was regular. The quality of iron ore mineral was obtained that was type of magnetite (FeO) with lower ore grades from test XRF (*X-Ray fluorescence*), where the greater levels of oxygen (O_2) its the levels of iron ore (Fe) it was getting smaller.

Keywords: *Hematite, Magnetite, SEM, XRF*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pemanfaatan besi dalam kehidupan sehari-hari, sebelumnya telah jauh dijelaskan dalam Al-quran dalam surah Al-Hadid ayat 25 yang berbunyi :

لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنْزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ وَالْمِيزَانَ لِيَقُومَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنْفَعٌ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَنْ يَنْصُرُهُ وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ

Terjemahnya:

“Sesungguhnya Kami telah mengutus rasul-rasul kami Kami dengan membawa bukti-bukti yang nyata dan telah Kami turunkan bersama mereka Al Kitab dan neraca keadilan supaya manusia dapat melaksanakan keadilan. Dan kami ciptakan besi yang padanya terdapat kekuatan yang hebat dan berbagai manfaat bagi manusia, (supaya mereka mempergunakan besi itu) dan supaya Allah mengetahui siapa yang menolong (agama)nya dan rasul-rasul-Nya padahal Allah tidak dilihat. Sesungguhnya Allah Maha Kuat dan lagi Maha Perkasa (Q.S Al-Hadid ayat 25).

Salah satu karakteristik dari besi dalam ilmu fisika yakni memiliki sifat yang kuat. Kekuatan dari besi ini telah banyak dimanfaatkan oleh manusia pada berbagai keperluan dalam kehidupan sehari-hari, sehingga keberadaan bahan dasar pembuatan dari besi ini sudah semakin langka.

Kabupaten Bantaeng merupakan salah satu daerah yang diduga memiliki potensi pasir besi untuk dijadikan bahan dasar dalam pembuatan besi dan baja di Indonesia. Daerah ini berbatasan dengan kabupaten Jeneponto yang memiliki potensi pasir besi berdasarkan hasil penelitian sebelumnya. Hasil penelitian yang diperoleh yakni kabupaten Jeneponto mempunyai pasir besi dengan kandungan besi (Fe) sebesar 45.23% (Moe'tamar, 2008). Selain berdasarkan hasil penelitian tersebut, juga telah dilakukan observasi langsung dengan menggunakan magnet separator untuk identifikasi awal tentang keberadaan pasir besi disepanjang pantai Marina kabupaten Bantaeng, yang menjadi objek dalam penelitian ini.

Kabupaten Bantaeng adalah sebuah kabupaten di Sulawesi selatan yang memiliki luas wilayah 395,83 km² dan populasi ±150.000 jiwa. Adapun Batas – batas wilayah :

Sebelah Utara	: Kabupaten Gowa dan Kabupaten Bulukumba
Sebelah Selatan	: Laut Flores
Sebelah Timur	: Kabupaten Bulukumba
Sebelah Barat	: Kabupaten Jeneponto

Secara geografis Kabupaten Bantaeng terletak pada koordinat antara 5° 21' 13" sampai 5° 35' 26" Lintang Selatan dan 119° 51' 42" sampai 120° 05' 27" Bujur Timur. Sedangkan kondisi geologi yang terdapat di kabupaten Bantaeng yakni tergolong dalam 6 (enam) satuan jenis batuan yakni satuan Tufa, satuan Breksi Lahar, satuan Lava Basal, satuan Agglomerat, satuan Intrusi Andesit, dan endapan Aluvial

(BPS Bantaeng, 2013: 7-13). Berdasarkan hal tersebut, sehingga memperkuat dugaan mengenai keberadaan pasir besi di daerah tersebut.

Pemanfaatan pasir besi untuk pengolahan dalam dunia industri logam diberbagai negara sangatlah besar. Salah satunya yakni Amerika yang telah memanfaatkan mineral pasir besi dengan kadar besi (Fe) 35% ke atas (Wachjudi, 2013: 1), tentunya Indonesia sangatlah potensial karena wilayah perairannya yakni 77% dari seluruh luas Indonesia atau tiga kali luas wilayah daratan di Indonesia, sehingga mempunyai banyak pantai yang kemungkinan besar diduga memiliki potensi pasir besi yang begitu besar pula.

Selain dari potensi pasir besi yang sangat besar, peraturan daerah pun telah menyatakan bahwa pelaku usaha pertambangan wajib melakukan pengolahan dan pemurnian mineral di dalam negeri, sebagaimana diatur dalam Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009, Peraturan Menteri ESDM no 7 tahun 2012 jo. 11 tahun 2012 ji. 20 tahun 2013. Olehnya itu, hal ini sungguh menjadi peluang yang sangat besar untuk mengembangkan penelitian yang berkaitan tentang potensi mineral di Indonesia.

Pasir besi merupakan salah satu sumber material magnetik yang banyak digunakan dalam berbagai bidang seperti elektronika, energi, kimia, ferrofluida, katalis, diagnosa medik dan berbagai industri. Pasir besi sebagai salah satu bahan baku utama dalam industri baja dan industri alat berat lainnya di Indonesia, sehingga

keberadaannya akhir–akhir ini memiliki peranan yang sangat penting di Indonesia dan bahkan ditingkat internasional (Taufiq, 2008).

Besi diperlukan dalam industri berat, kendaraan bermotor dan bahan konstruksi, yang mana pemakaiannya akhir–akhir ini semakin meningkat, sehingga dalam jangka waktu tertentu kemungkinan bahan baku besi untuk kebutuhan industri tersebut akan habis. Untuk menjaga kesinambungan industri–industri tersebut diperlukan pencarian bahan baku besi, dimana pasir besi merupakan salah satu sumber daya yang potensial (Rahwanto dan Jalil, 2013).

Berdasarkan pemanfaatan pasir besi yang ternyata dibutuhkan diberbagai bidang industri, dengan ketersediaan yang juga melimpah namun masih belum dimanfaatkan secara optimal, sementara peluang bahan tersebut untuk diolah menjadi bahan industri terbuka lebar, maka sangat penting untuk melakukan penelitian yang akan menjadi sumber informasi potensi pasir besi, baik itu sebaran maupun kualitasnya yang terdapat pada setiap daerah. Selain itu, juga telah jelas dituangkan dalam Inpres No 3/2013 agar Pemerintah Daerah (Pemda) diseluruh Indonesia untuk mendata cadangan mineral didaerah masing–masing.

Penjelasan di atas merupakan landasan untuk melakukan penelitian yang berjudul “**Karakteristik Pasir Besi di Pantai Marina Kabupaten Bantaeng**” untuk mengetahui seberapa besar potensi kualitas pasir besi yang terdapat disepanjang pantai tersebut.

1.2. *Rumusan Masalah*

Rumusan masalah pada penelitian ini yakni sebagai berikut :

1. Bagaimanakah karakteristik pasir besi yang terdapat di pantai Marina kabupaten Bantaeng berdasarkan tingkat kedalamannya dengan menggunakan XRF (*X-Ray Flourescence*) ?
2. Bagaimanakah karakteristik morfologi pasir besi di pantai Marina kabupaten Bantaeng berdasarkan hasil uji dari XRF (*X-Ray Flourescence*) dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*)?

1.3. *Tujuan Penelitian*

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui karakteristik pasir besi yang terdapat di pantai Marina kabupaten Bantaeng berdasarkan tingkat kedalamannya dengan menggunakan XRF (*X-Ray Flourescence*).
2. Untuk mengetahui karakteristik morfologi pasir besi di pantai Marina kabupaten Bantaeng berdasarkan hasil uji dari XRF (*X-Ray Flourescence*) dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*).

1.4. *Batasan Masalah*

Batasan masalah dalam penelitian ini yakni karakteristik sifat magnetik pasir besi yang terdapat di pantai Marina kabupaten Bantaeng berdasarkan kandungan persentasi kadar unsur bijih besi.

1.5. *Manfaat Penelitian*

Manfaat yang dapat diperoleh pada penelitian ini yakni sebagai berikut :

1. Bagi Mahasiswa
 - a. Meningkatkan pengetahuan tentang penggunaan alat XRF (*X-Ray Flourescence*) dan SEM (*Scanning Electron Microscopy*).
 - b. Menambah pengetahuan tentang jenis karakteristik pasir besi
 - c. Sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya terkait dengan informasi potensi pasir besi yang ada disetiap daerah di Indonesia.
2. Bagi Masyarakat dan Pemerintah
 - a. Sebagai sumber informasi mengenai potensi pasir besi yang ada disetiap daerah
 - b. Menjadi masukan untuk mengoptimalkan sumber daya mineral khususnya pasir besi yang ada disetiap daerah

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ayat di dalam Al – quran yang berkaitan dengan besi

Pemanfaatan besi dalam kehidupan sehari-hari telah jauh dikaji dalam al-quran sebelum berkembangnya alat-alat teknologi saat ini yang mengembangkan tentang pemanfaatan besi. Dalam tafsir Ibnu Katsir dijelaskan bahwa pada surah Al-Hadid ayat 25, Allah berfirman: “Sesungguhnya Kami telah mengutus rasul-rasul Kami dengan membawa bukti-bukti yang nyata.”Yakni dengan berbagai macam mukjizat, hujjah-hujjah dan dalil-dalil yang kuat. “Dan telah kami turunkan bersama mereka al-Kitab.”Yakni, berita yang benar. “Dan neraca,” yaitu keadilan. Demikian yang dikemukakan oleh Mujahid, Qatadah, dan lain-lain. Itulah kebenaran yang diakui oleh akal sehat yang menentang berbagai pendapat (pemikiran) yang menyimpang. Sebagaimana firman Allah: “Dan Allah telah meninggikan langit dan Dia meletakkan neraca keadilan.”(QS. Ar-Rahmaan:7)

Oleh karena itu, di dalam surah ini Allah berfirman: “Supaya manusia dapat melaksanakan keadilan. “Yakni, kebenaran dan keadilan, yaitu dengan cara mengikuti apa yang telah disampaikan oleh para Rasul sekaligus mentaati segala apa yang diperintahkan kepada mereka. Sesungguhnya apa yang dibawa para Rasul itu adalah kebenaran lain selainnya. Sebagaimana firmanNya: “Telah sempurnalah kalimat Rabb-mu (al-Quran) sebagai kalimat yang benar dan adil. “(QS. Al-

An'am:115). Artinya, benar dalam beritanya dan adil dalam perintah serta larangannya (Abdullah, 2012: 175 – 177).

وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنْفَعٌ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَن يَنْصُرُهُ

Potongan ayat di atas terjemahnya yakni **“Dan Kami ciptakan besi yang padanya terdapat kekuatan yang berat.** “Maksudnya, Kami telah membuat besi untuk menekan orang-orang yang menolak kebenaran dan menentangnya setelah hujjah disampaikan kepada mereka. Oleh karena itu, Rasulullah menetap di mekkah setelah mendapatkan risalah kenabian selama tiga belas tahun, selama itu telah diwahyukan kepada beliau surat-surat Makkiiyyah yang semua itu merupakan bantahan terhadap orang-orang musyrik, penerangan dan penjelasan mengenai tauhid sekaligus sebagai bukti (Abdullah, 2012: 175 – 177).

Setelah hujjah ditegakkan bagi orang-orang menentang, Allah mensyari'atkan hijrah dan memerintahkan mereka untuk berperang dengan pedang, memenggal batang leher terhadap siapa saja yang menentang, medustakan dan membangkan terhadap Al-Qur'an serta mendustakannya (Abdullah, 2012: 175 – 177).

Oleh karena itu, Allah berfirman:”Yang padanya terdapat kekuatan yang hebat. “Yakni persenjataan, seperti pedang, tombak, lembing, baju besi, dan lain-lain. “Dan berbagai manfaat bagi manusia,” yakni, dalam kehidupan mereka, seperti (bahan membuat) mata bajak, kampak, beliung, gergaji dan lain-lain. “Dan berbagai

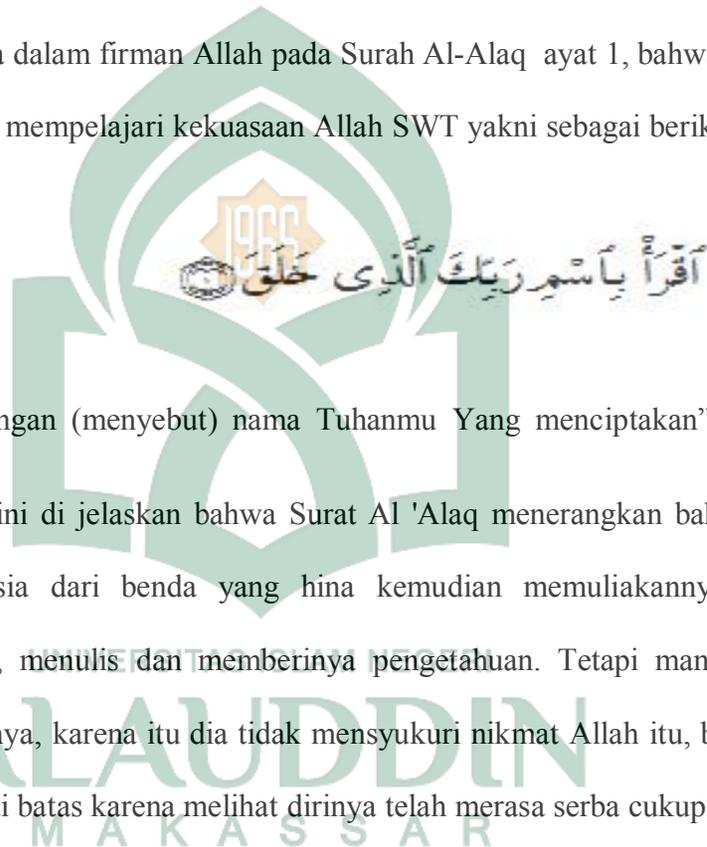
manfaat bagi manusia,” yakni, dalam kehidupan mereka, seperti (bahan membuat) mata bajak, kampak, beliung, gergaji dan alat-alat untuk bertenun, berladang, memasak, membuat roti dan apa pun yang manusia tidak akan dapat beraktivitas kecuali dengan menggunakan alat tersebut (Abdullah, 2012: 175 – 177).

Dan firman Allah: “Dan supaya Allah mengetahui siapa yang menolong (agama)-Nya dan Rasul-Rasul-Nya paahal Allah tidak dilihatnya. “ yakni, orang yang menyangang pedang dengan niat untuk menolong agama Allah dan rasul-Nya. “Sesungguhnya Allah Maha Kuat lagi Maha Perkasa. “Yakni, Mahakuat dan Mahaperkasa, Dia akan membuat siapa saja yang menolong-Nya, tanpa dilatarbelakangi kebutuhan-Nya terhadap manusia. Dan sesungguhnya Allah mensyari’atkan jihad itu hanyalah untuk menguji sebagian mereka melalui sebagian lainnya (Abdullah, 2012: 175 – 177).

Berdasarkan sudut pandang penulis terhadap ayat di atas bahwa pemanfaatan besi merupakan salah satu bukti kekuasaan Allah SWT kepada hamba-Nya yang sudah ditulis dalam al-quran, jauh sebelum berkembangnya alat teknologi seperti pada zaman sekarang ini. Hal ini membuktikan bahwa betapa kecilnya ilmu pengetahuan yang kita miliki dan tidak ada apa-apanya dibanding kekuatan Allah SWT agar kita semakin meningkatkan ketaqwaan kita akan kebesaran Allah SWT. Ilmu tentang pengolahan pasir besi dalam penelitian ini, diharapkan dapat memberikan manfaat dalam pemanfaatan besi untuk dipergunakan manusia dalam kehidupan sehari-hari. Olehnya itu, perlu pengkajian atau penelitian lebih jauh

tentang pemanfaatan besi bagi manusia. Sebagaimana kita dituntut untuk mempelajari sesuatu agar dimanfaatkan untuk kemaslahatan umat.

Sebagaimana dalam firman Allah pada Surah Al-Alaq ayat 1, bahwa perlunya kita memahami atau mempelajari kekuasaan Allah SWT yakni sebagai berikut :



Terjemahnya:

“Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu Yang menciptakan”. Q.S Al-Alaq ayat 1.

Dalam ayat ini di jelaskan bahwa Surat Al 'Alaq menerangkan bahwa Allah menciptakan manusia dari benda yang hina kemudian memuliakannya dengan mengajar membaca, menulis dan memberinya pengetahuan. Tetapi manusia tidak ingat lagi akan asalnya, karena itu dia tidak mensyukuri nikmat Allah itu, bahkan dia bertindak melampaui batas karena melihat dirinya telah merasa serba cukup.

Pada ayat ini kata “bacalah” adalah bukti dari firman Allah untuk memahami atau mempelajari benda dipermukaan bumi untuk dipergunakan manusia sebagaimana mestinya. Selain itu, juga untuk meningkatkan rasa syukur kita kepada Allah SWT. Membaca juga bisa diartikan sebagai meneliti atau mengkaji sesuatu.

Selain itu juga telah dijelaskan pada firman Allah SWT pada surah Al-Mujadillah ayat 11 bahwa manusia yang berilmu akan diangkat derajatnya Allah SWT.

يٰۤاَيُّهَا الَّذِيْنَ ءَامَنُوْا اِذَا قِيْلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوْا فِى الْمَجْلِسِ فَاَفْسَحُوْا يَفْسَحِ اللّٰهُ لَكُمْ
 وَاِذَا قِيْلَ اَنْشُرُوْا فَاَنْشُرُوْا يَرْفَعِ اللّٰهُ الَّذِيْنَ ءَامَنُوْا مِنْكُمْ وَالَّذِيْنَ اٰتَوْا الْعِلْمَ دَرَجٰتٍ
 وَاللّٰهُ بِمَا تَعْمَلُوْنَ خَبِيْرٌ

Terjemahnya:

"Wahai orang-orang yang beriman! Apabila dikatakan kepadamu, "Berilah kelapangan didalam majelis, maka lapangkanlah, niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Dan apabila dikatakan berdirilah kamu, maka berdirilah, niscaya Allah akan mengangkat derajat orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang berilmu beberapa derajat". Q.S Al-Mujadalah ayat 11.

Firman Allah pada surah Al-Mujadalah ayat 11 telah menjanjikan manusia yang senantiasa menuntut ilmu untuk diberikan kemudahan atas segala urusannya, selain itu yakni akan diangkat derajat ketakwaannya di sisi Tuhan yang Maha Kuasa.

يَرْفَعِ اللّٰهُ الَّذِيْنَ ءَامَنُوْا مِنْكُمْ وَالَّذِيْنَ اٰتَوْا الْعِلْمَ دَرَجٰتٍ
 وَاللّٰهُ بِمَا تَعْمَلُوْنَ خَبِيْرٌ

Potongan ayat di atas tejemahnya yakni “**niscaya Allah akan mengangkat derajat orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang berilmu beberapa derajat**". Seperti janji Allah SWT bahwa manusia akan diangkat derajatnya bila ilmu yang dimiliki dapat digunakan untuk kemaslahatan umat manusia, yang juga dalam hal ini belajar meneliti atau mengembangkan sesuatu untuk

dijadikan sebagai sumber pengetahuan bagi orang lain ataupun untuk dimanfaatkan dalam kehidupan mereka.

Pasir besi dalam hal ini yang menjadi objek penelitian penulis yakni sebagai salah satu nikmat Allah yang perlu dipelajari, dikaji atau diteliti untuk dijadikan kembali sebagai gudang ilmu baru yang memberikan manfaat bagi orang lain, serta diangkat derajatnya oleh Allah SWT.

2.2. Magnet

Magnet adalah logam yang dapat menarik besi atau baja dan memiliki medan magnet. Asal kata magnet diduga dari kata magnesia yaitu nama suatu daerah di Asia kecil. Menurut cerita di daerah itu sekitar 4.000 tahun yang lalu telah ditemukan sejenis batu yang memiliki sifat dapat menarik besi atau baja atau campuran logam lainnya. Benda yang dapat menarik besi atau baja inilah yang disebut magnet (Suryatin, 2008).

Magnet dapat dibuat dari bahan besi, baja, dan campuran logam serta telah banyak dimanfaatkan untuk industri otomotif dan lainnya. Sebuah magnet terdiri atas magnet – magnet kecil yang memiliki arah yang sama (tersusun teratur), magnet – magnet kecil ini disebut magnet elementer. Pada logam yang bukan magnet, magnet elementernya mempunyai arah sembarangan (tidak teratur) sehingga efeknya saling meniadakan, yang mengakibatkan tidak adanya kutub magnet pada ujung logam. Setiap magnet memiliki dua kutub, yaitu utara dan selatan (Afza, 2011).

Benda dapat dibedakan menjadi dua macam berdasarkan sifat kemagnetannya yaitu benda magnetik dan benda non-magnetik. Benda magnetik adalah benda yang dapat ditarik oleh magnet, sedangkan benda non-magnetik adalah benda yang tidak dapat ditarik oleh magnet (Suryatin, 2008).

Contoh benda magnetik adalah logam seperti besi dan baja, namun tidak semua logam dapat ditarik oleh magnet, sedangkan contoh benda non-magnetik adalah oksigen cair. Satuan intensitas magnet menurut sistem metrik Satuan Internasional (SI) adalah Tesla dan SI unit untuk total fluks magnetik adalah weber ($1 \text{ weber/m}^2 = 1 \text{ tesla}$) yang mempengaruhi luasan satu meter persegi (Afza, 2011).

2.3. Momen Magnetik

Arah momen magnetik dari atom bahan non-magnetik adalah acak sehingga momen magnetik resultannya menjadi nol. Sebaliknya di dalam bahan-bahan magnetik, arah momen magnetik atom-atom bahan itu teratur sehingga momen magnetik resultan tidak nol (Afza, 2011).

2.4. Bahan Magnet

Bahan magnetik dibedakan menjadi tiga macam yaitu diamagnetik, paramagnetik, dan feromagnetik. Diamagnetik merupakan sifat penolakan terhadap gaya tarik magnet. Sifat ini disebabkan oleh medan magnet luar dan gerakan elektron yang mengorbit inti. Elektron-elektron yang membawa muatan akan melakukan gaya Lorentz pada saat bergerak melewati medan magnet. Efek gaya tarik magnet pada bahan diamagnetik lebih kecil 100 kali dari paramagnetik dan 1000

kali dari feromagnetik. Contoh bahan diamagnetik adalah air (Sunaryo dan Widyawidura, 2010).

Bahan paramagnetik adalah bahan yang ditarik lemah oleh magnet. Hal ini muncul karena elektron seolah berputar (spin) disekitar sumbunya sambil mengorbit inti atom yang menyebabkan spin magnetik sebagai tambahan dari momen orbital magnetiknya. Momen magnetik total sebuah atom diberikan oleh penjumlahan vektor dari momen elektroniknya. Jika momen magnetik, spin, dan orbital pada sebuah atom saling menghilangkan, maka atom tersebut memiliki momen magnetik 0 (nol) yang disebut sifat diamagnetik. Jika penghilangannya hanya sebagian maka atom akan memiliki momen magnetik permanen yang disebut sifat paramagnetik. Contoh bahan paramagnetik adalah biotite, pyrite, dan siderite (Sunaryo dan Widyawidura, 2010).

Bahan ini jika diberi medan magnet luar, elektronnya akan berusaha sedemikian rupa sehingga resultan medan magnet atomisnya searah dengan medan magnet luar. Sifat paramagnetik ditimbulkan oleh momen magnetik spin yang menjadi terarah oleh medan magnet luar (Afza, 2011).

Feromagnetik lebih kuat dibandingkan dengan diamagnetik dan paramagnetik. Sifat ini secara khusus berhubungan dengan unsur besi, nikel, cobalt, dan mineral – mineral besi oksida (Sunaryo dan Widyawidura, 2010).

2.5. Jenis Magnet

Magnet dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan sifat kemagnetannya yaitu magnet tetap/permanen, magnet tidak tetap/non-permanen, dan magnet buatan.

Magnet tetap adalah magnet yang tidak memerlukan bantuan tenaga untuk menghasilkan daya magnet. Magnet tetap ada beberapa jenis yaitu magnet neodmium, magnet samarium-cobalt, magnet keramik, magnet plastik, dan magnet alnico. Magnet tidak tetap adalah magnet yang bergantung pada arus listrik untuk menghasilkan medan magnet, contohnya elektromagnetik (Suryatin, 2008).

2.6. Pasir besi

Pasir besi adalah mineral endapan/sedimen yang memiliki ukuran butir 0.074 – 0.075 mm, dengan ukuran kasar (5 – 3 mm) dan halus (< 1 mm). Perbedaan karakter fisik kandungan mineral pasir besi seperti Fe, Ti, Mg, dan Si mungkin terjadi disebabkan oleh perbedaan lokasi endapan. Mineral magnetik yang biasanya ditemukan di daerah pantai atau sungai adalah magnetik (Fe_3O_4) atau (FeO) (Sunaryo dan Widyadura, 2010).

Besi yang diperoleh dari bijih besi ditemukan dalam bentuk besi oksida. Oksida logam ini ditemukan dalam dua fase di dalam pasir besi yaitu Fe_2O_3 dan Fe_3O_4 yang berkontribusi dalam sifat kemagnetan. Fe_2O_3 Memiliki interaksi lebih lemah di dalam medan magnet dibandingkan Fe_3O_4 . Pasir ini lebih dimanfaatkan dalam bidang *material science* dan nilai ekonomi yang lebih tinggi dan ramah lingkungan. Bijih besi dalam bentuk endapan pasir biasanya mengandung kadar Fe 38% – 59% (Sunaryo dan Widyadura, 2010).

Pasir besi adalah sejenis pasir dengan konsentrasi besi yang signifikan. Hal ini biasanya berwarna abu-abu gelap atau berwarna kehitaman. Telah diketahui bahwa

endapan pasir besi dapat memiliki mineral–mineral seperti magnetit, hematit, dan maghemit (Yulianto, 2002).

Mineral–mineral tersebut mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai bahan industri. Magnetit misalnya, dapat digunakan sebagai bahan dasar untuk tinta kering (toner) pada mesin foto-copy dan printer laser, sementara maghemit adalah bahan utama pita kaset. Ketiga mineral magnetik di atas juga dapat digunakan sebagai pewarna dan campuran untuk cat serta bahan dasar untuk industri magnet permanen (Bijaksana, 2002: 19 – 27).

2.7. *Bijih Besi*

Indonesia kaya akan kandungan alamnya, begitupun bahan baku bijih besi terdapat dalam jumlah yang cukup besar, bijih besi ini ditemukan dalam berbagai oksidasi, diantaranya bijih besi yang terdapat di Indonesia seperti bijih besi hematite, magnetite, limonite, siderite dan lain–lain. Adapun beberapa jenis–jenis mineral dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.2.1 Klasifikasi jenis – jenis mineral yang bernilai ekonomis berdasarkan kandungan besi (Fe)

Mineral	Susunan Kimia	Kandungan Fe (%)	Klasifikasi Komersil
Magnetite	FeO, Fe ₃ O ₄	72.4	Magnetic atau bijih hitam
Hematite	Fe ₂ O ₃	70	Bijih merah

Limonite	$\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot n\text{H}_2\text{O}$	59 – 63	Bijih coklat
Siderite	FeCO_3	48.2	Spathic, black band, clay ironstone

(Sumber : Irfan Septiyan, 2010: 6)

Jenis – jenis mineral pada tabel di atas, dapat dideskripsikan dengan penjelasan di bawah ini :

a. Bijih Besi Magnetite

Rumus kimianya Fe_3O_4 atau FeO , bersifat magnet kuat sehingga proses benefisiasinya menggunakan magnet separator. Di luar negeri seperti di China, bijih besi magnetite dengan kadar Fe dibawah 30% bisa diolah secara ekonomis. Proses reduksi bijih besi magnetite relatif lebih sulit dibandingkan hematite, hal ini disebabkan karena ikatan antara oksigen dan Fe lebih kompak. Di Indonesia bijih besi magnetite terdapat antara lain di Pagelaran – Lampung, Air Abi – Sumbar, dan lain – lain. Karakteristik bijih besi jenis magnetite ini yakni memiliki warna kehitam – hitaman, reduksi sukar, serta sifat magnet yang sangat kuat (Septiyan, 2010: 7).

b. Bijih Besi Hematite

Kata hematite berasal dari bahasa Yunani yaitu Haima yang berarti “darah”, karena mineral ini berwarna merah. Selain berwarna merah, hematit

mempunyai berbagai macam warna dari yang berwarna hitam untuk baja atau perak abu-abu, coklat sampai coklat kemerahan, atau ada juga yang menyebut hematite merupakan bijih besi yang berwarna merah kehitam-hitaman. *Hematite* mempunyai titik lebur yang tinggi, yaitu sekitar 1350°C.

Sifat *hematite* yang elektronegatif membuat material ini stabil dan tidak mudah bereaksi dengan senyawa lain. Rumus kimianya Fe_2O_3 , kandungan Fe-nya bervariasi (*low-high grade*). *Hematite* mempunyai struktur heksagonal (rhombohedral). Seperti magnet ferrite lainnya, *hematite* mempunyai sifat mekanik yang kuat dan tidak mudah terkorosi dengan kekerasan 5-6 skala mohs karena memiliki ketahanan kimia yang baik terhadap lingkungan, selain itu hematit mempunyai berat jenis 4.9-5.36 gr/cm². Bijih besi ini biasanya terdapat bersama pengotor seperti silika dan aluminium. Jenis bijih besi primer ini merupakan bahan baku utama untuk memproduksi besi atau baja di dunia (Septiyan, 2010: 7).

c. Bijih Besi Laterite

Bijih besi laterite merupakan hasil pelapukan batuan *ultra basic*. Jenis batumannya berupa goethite atau ilmonite. Kadar Fe-nya tidak terlalu tinggi, karena mengandung air kristal. Di Indonesia bijih besi laterite banyak terdapat di pulau Sebuku, gunung Kukusan, Geronggang (Kalimantan Selatan) Pomala, Halmahera (Septiyan, 2010: 7).

2.8. X-Ray Fluorescence (XRF)



Gambar 1. XRF (*X-Ray Fluorescence*)

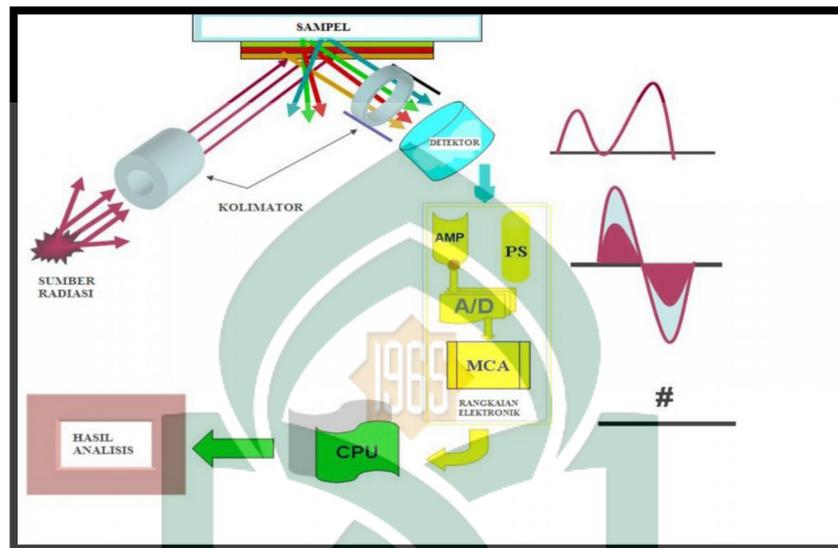
(Sumber: [http://www. Analisa Instrumen XRF _ More than this.htm](http://www.Analisa Instrumen XRF _ More than this.htm))

X-ray fluorescence (XRF) spektrometer adalah suatu alat x-ray digunakan untuk rutin, yang relatif non-destruktif analisis kimia batuan, mineral, sedimen dan cairan. Ia bekerja pada panjang gelombang dispersif spektroskopi dengan prinsip yang mirip dengan *microprobe electron*. Namun, XRF umumnya tidak dapat membuat analisis di spot ukuran kecil khas pekerjaan EPMA (2-5 mikron), sehingga biasanya digunakan untuk analisis sebagian besar fraksi lebih besar dari bahan geologi. Biaya kemudahan dan rendah relatif persiapan sampel, dan stabilitas dan kemudahan penggunaan *x-ray spektrometer* membuat salah satu metode yang paling banyak digunakan untuk analisis unsur utama dan jejak di batuan, mineral, dan sedimen (Fitton, 1997).

X-Ray Fluoresence (XRF) adalah teknik analisis unsur yang membentuk suatu material dengan dasar interaksi sinar-X dengan material analit. Teknik ini banyak

digunakan dalam analisa batuan karena membutuhkan jumlah sample yang relatif kecil (sekitar 1 gram). Teknik ini dapat digunakan untuk mengukur unsur – unsur yang terutama banyak terdapat dalam batuan atau mineral (Gosseu, 2009).

Alat *X-Ray Fluorescence Spectrometer* (XRF) memanfaatkan sinar X sebagai sumber energi radiasinya dengan panjang gelombang antara 100 Å sampai 0,1 Å dan memiliki energi yang besar. Alat XRF mempunyai keunggulan analisis yaitu lebih sederhana, preparasi sampelnya tidak rumit hanya dibentuk menjadi pelet ataupun tanpa preparasi, dan waktu yang dipergunakan untuk satu kali pengukuran hanya 300 detik. Alat XRF bersifat tidak merusak sampel ketika proses analisisnya (nondestruktif). Alat XRF dapat menganalisis unsur – unsur yang membangun material, namun untuk unsur ringan tidak dapat teridentifikasi. Terdapat 2 jenis XRF berdasarkan perangkat dalam analisisnya yaitu *Energy Dispersive X-Ray Fluorescence* (ED XRF) yang membedakan setiap radiasi fluoresens spesifik dari suatu unsur berdasarkan energi foton yang dihasilkan setelah proses radiasi dan *Wavelength Dispersive X-Ray Fluorescence* (WD XRF) yang memisahkan setiap radiasi fluoresens sinar X ke sudut refleksi tertentu berdasarkan panjang gelombangnya (Seiko, 2009).



Gambar 2. Skema alat XRF (Afshari 2009)

Pengukuran dengan XRF prinsip kerjanya secara umum adalah sumber cahaya yang dipancarkan dihalangi oleh filter terlebih dahulu sebelum masuk ke dalam kap, kemudian diteruskan masuk ke dalam kap tempat dimana suatu material berada, dalam kap cahaya mendeteksi kandungan mineral yang ada dalam material tersebut. Selanjutnya cahaya keluar dari kap kemudian dihalangi oleh filter dan cahaya masuk ke dalam kolimator kecil dan cahaya diteruskan masuk ke dalam kristal dimana kristal tersebut berfungsi sebagai monokromator (Sudarningsih, 2011).

Apabila elektron dari suatu kulit atom bagian dalam dilepaskan, maka elektron yang terdapat pada bagian kulit luar akan berpindah pada kulit yang ditinggalkan tadi menghasilkan sinar-X dengan panjang gelombang yang karakteristik bagi unsur

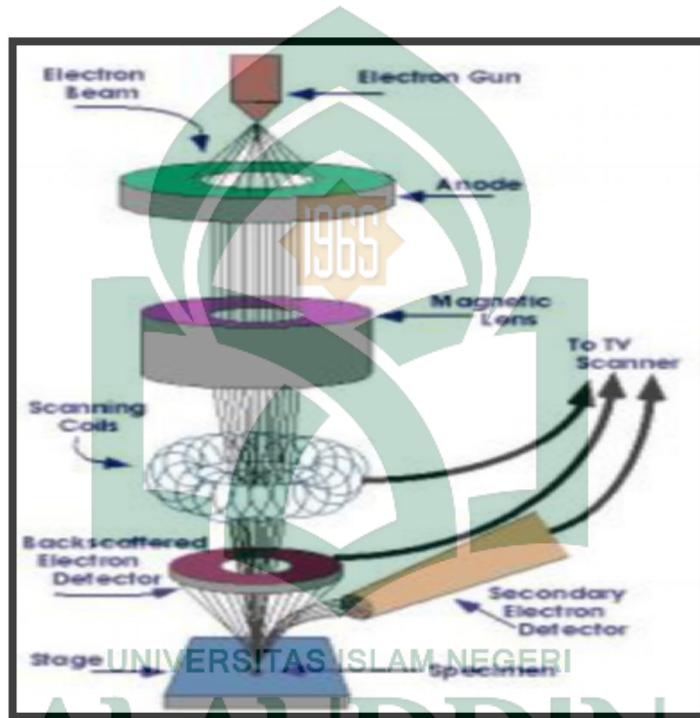
tersebut. Pada teknik difraksi sinar-X suatu berkas elektron digunakan, sinar-X dihasilkan dari tembakan berkas elektron terhadap suatu unsur di anoda untuk menghasilkan sinar-X dengan panjang gelombang yang diketahui. Peristiwa ini terjadi pada tabung sinar-X. Pada teknik XRF, kita menggunakan sinar-X dari tabung pembangkit sinar-X untuk mengeluarkan elektron dari kulit bagian dalam untuk menghasilkan sinar-X baru dari sampel yang dianalisis. Seperti pada tabung pembangkit sinar-X, elektron dari kulit bagian dalam suatu atom pada sampel analit menghasilkan sinar-X dengan panjang gelombang karakteristik dari setiap atom di dalam sampel (Sunaryo dan Wira Widyawidura, 2010).

2.9. SEM (*Scanning Electro Microscopy*)

Scanning Electron Microscope (SEM) adalah salah satu jenis mikroskop elektron yang menggunakan berkas elektron untuk menggambarkan bentuk permukaan dari material yang dianalisis (Oktaviana, 2008).

Prinsip kerja dari SEM ini adalah dengan menggambarkan permukaan benda atau material dengan berkas elektron yang dipantulkan dengan energi tinggi. Permukaan material yang disinari atau terkena berkar elektron akan memantulkan kembali berkas elektron atau dinamakan berkas elektron sekunder ke segala arah. Tetapi dari semua berkas elektron yang dipantulkan terdapat satu berkas elektron yang dipantulkan dengan intensitas tertinggi. Detektor yang terdapat di dalam SEM akan mendeteksi berkas elektron berintensitas tertinggi yang dipantulkan oleh benda atau material yang dianalisis. Selain itu juga dapat

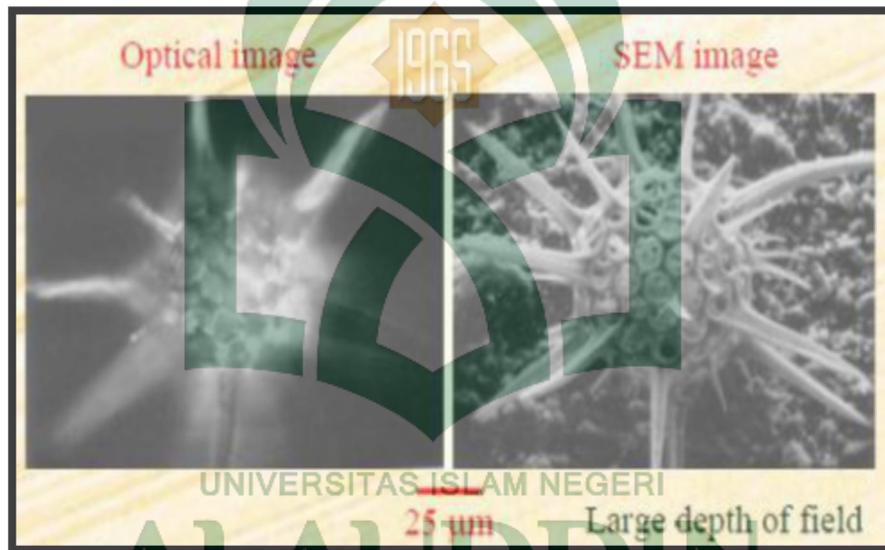
menentukan lokasi berkas elektron yang berintensitas tertinggi itu. Diagram skematik dan cara kerja SEM digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3. Diagram skematik fungsi dasar dan cara kerja SEM (Scanning Electro Microscopy)(Sumber:<https://materialcerdas.files.wordpress.com/2009/06/semjp2.jpg?w=199&h=300>)

Ketika dilakukan pengamatan terhadap material, lokasi permukaan benda yang ditembak dengan berkas elektron yang berintensitas tertinggi discan seluruh permukaan material pengamatan. Karena luasnya daerah pengamatan kita dapat membatasi lokasi pengamatan yang kita lakukan dengan melakukan zoon – in atau zoon – out. Dengan memanfaatkan berkas pantulan dari benda tersebut maka informasi dapat di ketahui dengan menggunakan program pengolahan citra yang terdapat dalam computer (Oktaviana, 2008).

Elektron memiliki resolusi yang lebih tinggi daripada cahaya. Cahaya hanya mampu mencapai 200 nm sedangkan elektron bisa mencapai resolusi sampai 0,1 – 0,2 nm. Di bawah ini diberikan perbandingan hasil gambar mikroskop cahaya dengan elektron.



Gambar 4. Contoh hasil gambar dengan menggunakan SEM

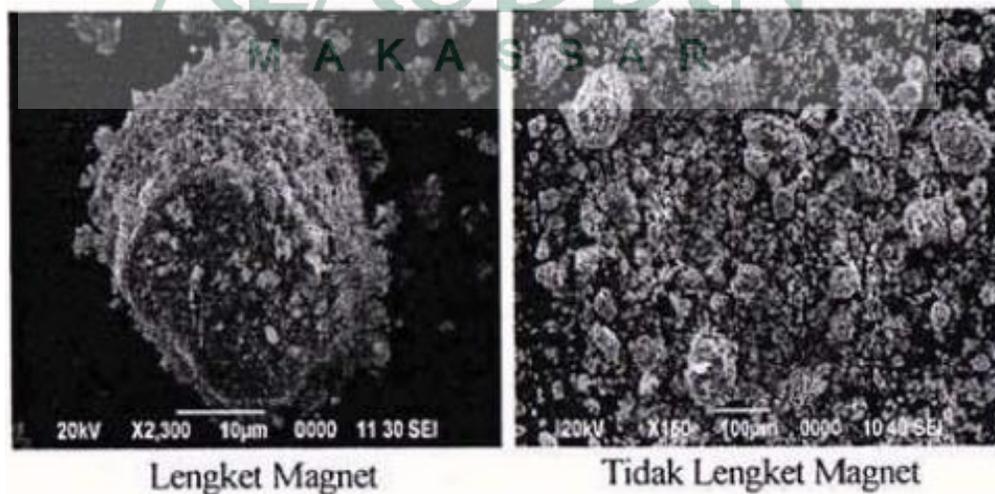
(Sumber : [http://www.Scanning Electron Microscopy \(SEM\) _ Material Cerdas Indonesia.htm](http://www.Scanning Electron Microscopy (SEM) _ Material Cerdas Indonesia.htm))

Scanning Electron Microscope (SEM) memiliki resolusi yang lebih tinggi daripada mikroskop optik. Hal ini disebabkan oleh panjang gelombang de Broglie yang memiliki elektron lebih pendek daripada gelombang optik, karena makin kecil panjang gelombang yang digunakan maka makin tinggi resolusi mikroskop (Oktaviana, 2008).

Scanning Electron Microscope (SEM) sangat cocok digunakan dalam situasi yang membutuhkan pengamatan permukaan kasar dengan pembesaran berkisar

antara 20 kali sampai 500.000 kali. Prinsip kerja dari SEM ini yakni sebelum melalui lensa elektromagnetik terakhir scanning raster mendeflesikan berkas elektron untuk menscan permukaan sampel. Hasil scan ini tersinkronisasi dengan tabung sinar katoda dan gambar sampel akan tampak pada area yang discan (Oktaviana, 2008).

Tingkat kontras yang tampak pada tabung sinar katoda timbul karena hasil refleksi yang berbeda-beda dari sampel. Sewaktu berkas elektron menumbuk permukaan sampel sejumlah elektron direfleksikan sebagai backscattered electron (BSE) dan yang lain membebaskan energi rendah secondary electron (SE). SEM ini berfungsi untuk mengetahui besar ukuran butir pada suatu partikel serta bentuk morfologi pada partikel tersebut berdasarkan hasil image dengan ukuran $< \sim 10\text{nm}$ pada sampel yang ditampilkan dalam bentuk film fotografi atau ke dalam tabung layar dengan perbesaran tampilan (image) sampai 50.000 kali (Anggraeni, 2008).



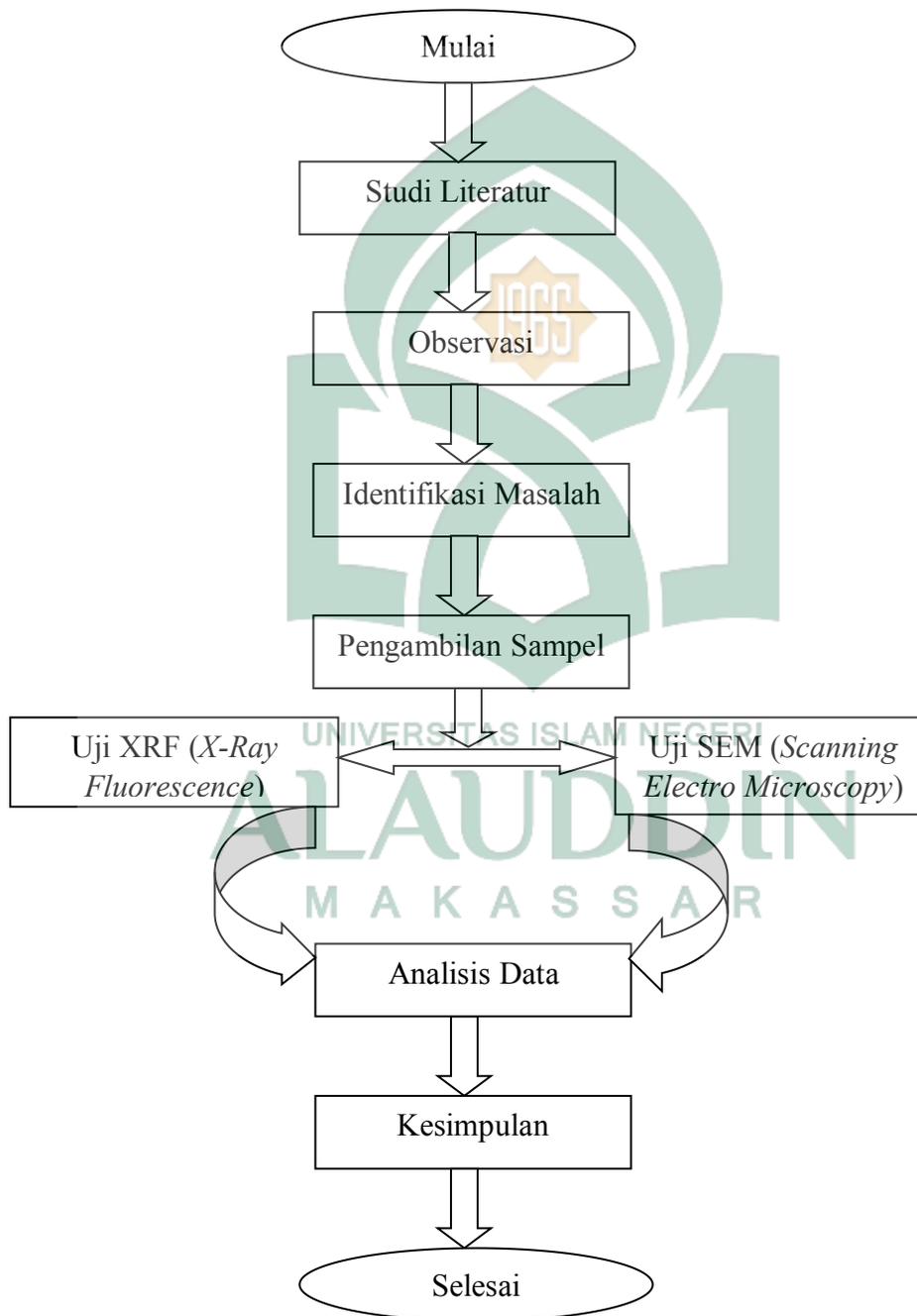
Gambar 5. Struktur bijih besi dengan menggunakan SEM

Sumber : Eko Sulistiono, 2010

Dari hasil analisis SEM di atas, bijih besi yang lengket terhadap magnet menunjukkan struktur fisik yang teratur, yang terjadi pada konsentrasi yang tinggi pada unsur oksigen dan besi (Sulistiono, 2010).

Kualitas pasir besi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor yakni preparasi sampel, indeks bias, panjang gelombang yang digunakan pada alat, ukuran butir dan tergantung pada atom dan ion sampel. Semakin banyak bidang – bidang kristal pada sampel maka semakin besar puncak intensitas yang dihasilkan. Intensitas menentukan kualitas kristal pada suatu sampel. Pada SEM, selain gambar struktur yang ditampilkan juga dilengkapi dengan grafik gelombang pada sampel yang analisis. Pada grafik akan ada puncak – puncak yang dominan, puncak tersebut dilakukan dicocokkan (*searchmach*) dengan *Handbook of Mineral arranged by X-ray Powder Diffraction* untuk mengetahui jenis senyawa yang dominan tersebut.

2.10. Diagram Alir



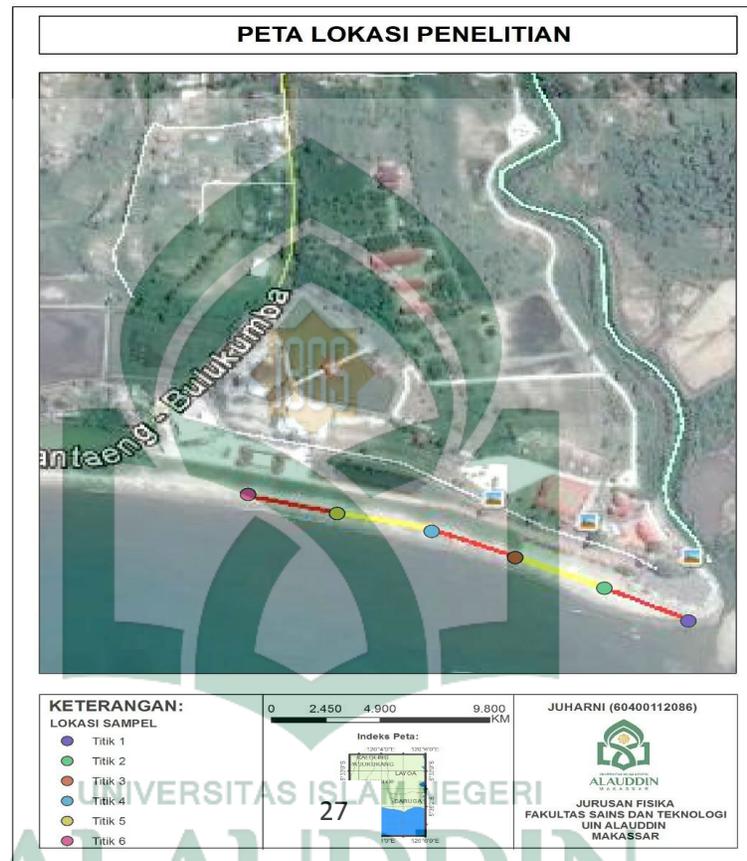
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. *Waktu dan Tempat Penelitian*

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari hingga April 2016. Tempat pengambilan sampel yakni di pantai Marina kabupaten Bantaeng seperti pada gambar 6. Sedangkan untuk pengolahan dan pengujian sampel yakni di laboratorium Kimia fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, laboratorium MIPA UNHAS (Universitas Hasanuddin) dan laboratorium *Microstructur* UNM (Universitas Negeri Makassar).





Gambar 6. Peta lokasi Penelitian

Tabel III.1 Titik Koordinat pengambilan sampel

No	Kord X	Kord. Y
1	120° 6' 4,084" E	5° 35' 8,289" S
2	120° 6' 1,223" E	5° 35' 7,843" S
3	120° 5' 58,696" E	5° 35' 6,516" S
4	120° 5' 55,775" E	5° 35' 5,188" S
5	120° 5' 52,400" E	5° 35' 3,749" S
6	120° 5' 49,334" E	5° 35' 2,772" S

Sumber : Data Primer, 2016

3.2. *Metode Pengumpulan Data*

Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini yakni observasi, dokumentasi, dan hasil uji laboratorium. Sedangkan tehnik analisis data pada penelitian ini yakni berdasarkan hasil uji XRF untuk mengetahui mineral – mineral apa saja yang terkandung pada pasir di daerah tersebut, karakteristik, beserta kandungan kadar besi (Fe) berdasarkan tingkat kedalamannya, kemudian sampel selanjutnya dilakukan preparasi dengan magnet separator yang diuji lagi kadar besi (Fe) dari pasir tersebut. Sedangkan uji SEM yakni untuk mengetahui bentuk morfologi bijih besi dari hasil uji XRF yang telah dilakukan sebelumnya.

3.3. *Alat dan Bahan Penelitian*

3.3.1. *Alat* UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

Alat yang digunakan pada penelitian ini yakni sebagai berikut :

- a. Alat Bor
- b. Meteran Bar
- c. Ayakan 170 mesh
- d. Magnet Separator
- e. *XRF (X-Ray Fluorescence)* tipe *ARL QUANT'S EDXRF Analyzer*
- f. *SEM (Scanning Electron Microscopy)* tipe *TEZCA TEGA 3 SD*
- g. *GPS (Global Positioning System)*
- h. Sendok pasir (*sand auger*)
- i. Neraca digital 1000 gram

- j. Microwave
- k. Cawang 8 buah
- l. Lumpang

3.3.2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yakni sebagai berikut :

- a. Kantong Sampel
- b. wadah
- c. Pasir
- d. Alat Tulis

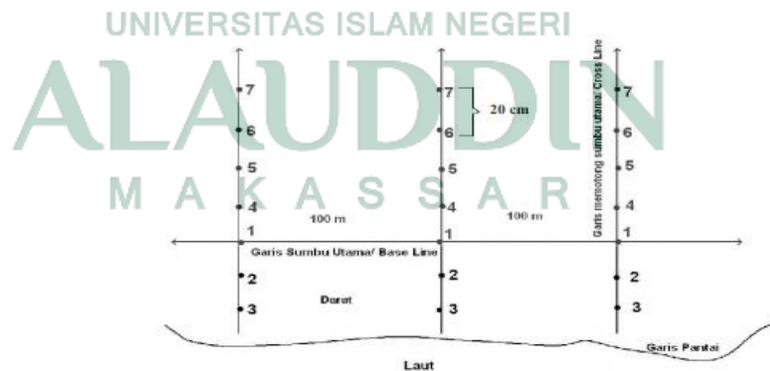
3.4. *Prosedur Kerja*

3.4.1. Tahap Pengambilan Sampel

Langkah – langkah yang dilakukan pada tahap pengambilan sampel ini yakni :

- i. Pengukuran Topografi
 - a. Menentukan koordinat titik awal pengukuran pada daerah pantai menggunakan GPS
 - b. Membuat garis sumbu utama (*base line*) dan mengukur siku – siku untuk garis lintang (*cross line*)
- ii. Pengeboran
 - a. Menentukan lokasi titik bor

- b. Pembuatan lubang awal dilakukan dengan menggunakan mata bor sampai batas permukaan air tanah.
- c. pemboran dilakukan dengan menggunakan casing yang didalamnya dipasang bailer.
- d. Mengambil contoh pasir besi (sampel) yang terletak di atas permukaan air tanah dengan sendok pasir
- e. Sedangkan contoh pasir yang berada di bawah permukaan air tanah dan bawah permukaan air laut diambil dengan bailer. Sampel diambil untuk setiap kedalaman 1 meter dan dibedakan antara sampel dari horizon A, sampel horizon B dan sampel dari horizon C



Gambar 7. Pola Pengeboran dan Nomor Urut Titik Bor
Sumber : Sumber Daya Geologi, 2005

3.4.2. Pengujian Sampel

3.4.2.1. XRF (*X-Ray Fluorescence*)

Pengujian sampel pada tahap ini yakni sebagai berikut :

- i) Pada tahap pengujian tanpa preparasi

- (1) Menyiapkan alat dan bahan
- (2) Mengukur massa sampel yakni sebanyak 5 gram
- (3) Menguji sampel
- ii) Pada tahap pengujian dengan preparasi sampel
 - (1) Menyiapkan alat dan bahan
 - (2) Mengayak sampel dengan ayakan 100 mesh
 - (3) Menggerus sampel hingga halus dengan lumpang
 - (4) Mengayak kembali sampel dengan ayakan 170 mesh
 - (5) Melakukan pemisahan antara zat yang mengandung unsur besi dengan zat lainnya menggunakan magnet separator
 - (6) Melakukan langkah 2, 3 dan 4 sebanyak tiga kali untuk memperoleh hasil yang lebih baik
 - (7) mengidentifikasi kandungan mineral dengan menggunakan XRF
 - (8) menganalisa kualitas magnetik pasir besi berdasarkan teori

3.4.2.2. SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

- (1) Menyiapkan alat dan bahan.
- (2) Menimbang sampel sebanyak 5 gram.
- (3) Menempelkan sampel ke sampel holder (preparat).
- (4) Memasukkan sampel pada alat coating (pelapisan).

- (5) Memasukkan ke dalam SEM untuk dianalisis.
- (6) menganalisa morfologi mineral berdasarkan teori yang digunakan, karakteristik pasir besi serta besar kandungan kadar bijih besi di pantai tersebut.

3.5. Teknik Pengolahan dan Analisis Data

Tehnik pengolahan dan analisis data yang dilakukan pada penelitian ini yaitu berdasarkan hasil uji laboratorium dengan menggunakan uji XRF untuk mengetahui mineral – mineral apa saja yang terkandung saat sebelum dipreparasi dan setelah dipreparasi, serta karakteristik pasir besi yang ada di pantai Marina kabupaten Bantaeng. Kemudian melakukan uji SEM untuk mengetahui bentuk morfologi mineral bijih besi berdasarkan hasil uji XRF dari sampel yang mempunyai kandungan besi (Fe) tertinggi, untuk dianalisa kembali karakteristik pasir besi beserta besar kandungan kadar bijih besi dengan menggunakan uji SEM di daerah tersebut.

3.6. Tabel Pengamatan

Tabel pengamatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

3.6.1. Uji XRF (X-Ray Fluorescence)

- a. Sebelum Preparasi Sampel

Kode Sampel : A1 (Permukaan)

Kandungan unsur (El)	Jumlah konsentrasi (%)	Teori Kesalahan (StdErr)

b. Setelah Preparasi Sampel

Kode Sampel : A1, A1.1, A1.2

Kandungan unsur (El)	Jumlah konsentrasi (%)	Teori Kesalahan (StdErr)

Keterangan :

Sampel A1 : Bagian permukaan pantai

Sampel A1.1 : Kedalaman 1 meter

Sampel A1.2 : Kedalaman 2 meter

3.6.2. Uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

No.	Id Sampel	Ukuran Butir	Image (Gambar Morfologi)
1.	A1		

2.	A1.1		
3.	A1.2		

Keterangan :

A1 = Sampel uji XRF sebelum preparasi yang kandungan besi (Fe)nya

Tertinggi pada bagian permukaan

A1.1 = Sampel uji XRF sesudah preparasi yang kandungan besi (Fe)nya

Tertinggi pada kedalaman 1 meter

A1.2 = Sampel uji XRF sesudah preparasi yang kandungan besi (Fe)nya

Tertinggi pada kedalaman 2 meter

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik pasir besi yang terdapat di pantai Marina kabupaten Bantaeng berdasarkan tingkat kedalamannya dengan menggunakan XRF (*X-Ray Flourescence*)

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh hasil sebagai berikut :

4.1.1 Hasil uji tanpa preparasi

Tabel 4.1.1. Analisis hasil sampel pasir besi secara kualitatif dan kuantitatif

Kandungan unsur (El)	Jumlah Konsentrasi (%)	Pembacaan titik nol (stdErr)
Ca	35.34	1.51
Si	27.31	1.21
Fe	23.65	1.01
Mg	8.50	3.51
Cl	2.49	0.48
Ti	1.17	0.16
K	0.73	0.19
Sr	0.27	0.11
Cr	0.172	0.067
Zr	0.117	0.037
Nb	0.077	0.011
Mo	0.051	0.011
Sb	0.0285	0.0059

Sn	0.0248	0.0057
In	0.0225	0.0044
Ru	0.0191	0.0077

Tabel 4.1.1 merupakan hasil uji laboratorium dengan menggunakan XRF tanpa preparasi sampel. Pasir yang terdapat di pantai Marina kabupaten Bantaeng diambil kemudian dilakukan pengujian untuk menganalisa jenis-jenis mineral serta jumlah kandungan kadar mineral sampel pasir yang terdapat di pantai tersebut .

Hasil penelitian yang diperoleh pada tahap ini terdapat jenis-jenis mineral yang bervariasi yakni ada besi (Fe), Titanium (Ti), Silica (Si), Magnesium (Mg), Kalsium (Ca), dan lain sebagainya. Besar kandungan kadar pada mineral besi (Fe) tanpa preparasi yakni 23,65%.

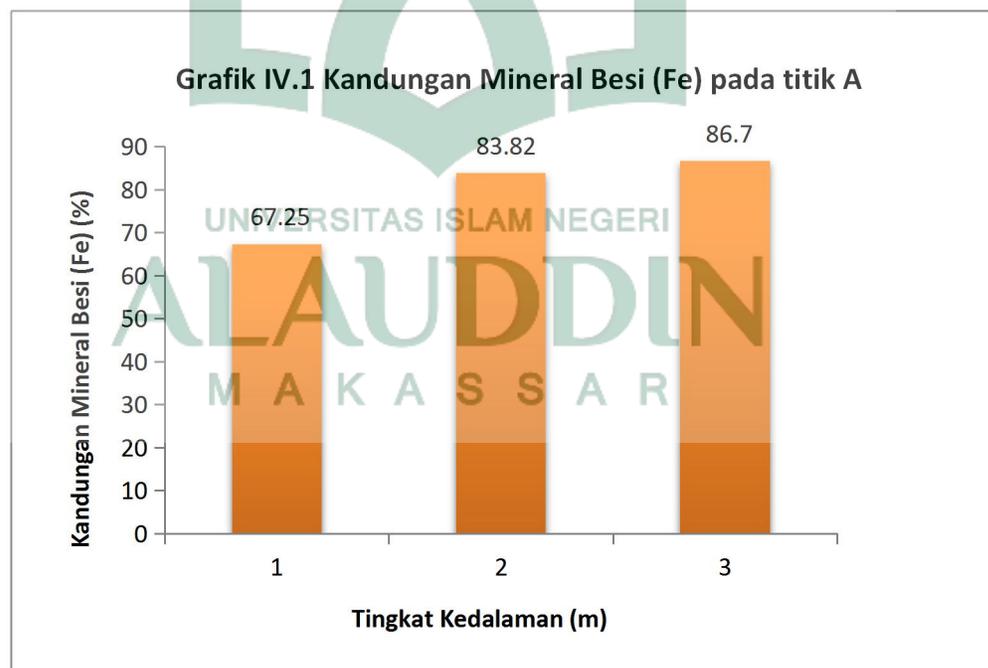
Pada penelitian ini tidak dilakukan preparasi sampel, hal ini dilakukan untuk mengetahui jenis-jenis mineral lain selain dari mineral besi (Fe), sebab jika melakukan preparasi bisa saja unsur yang ada akan hilang karena preparasi tersebut.

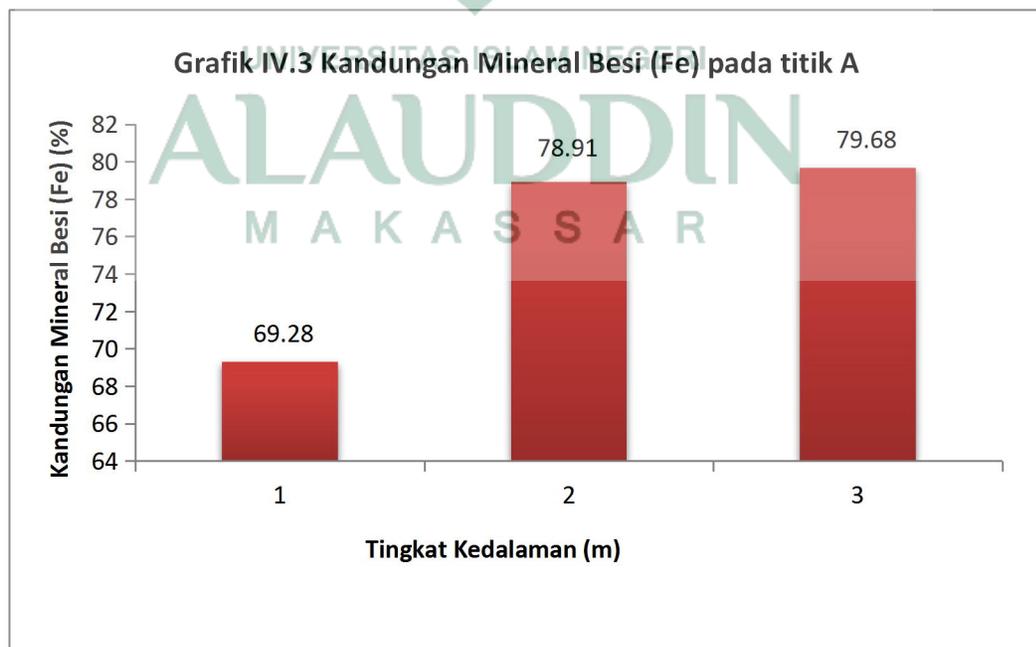
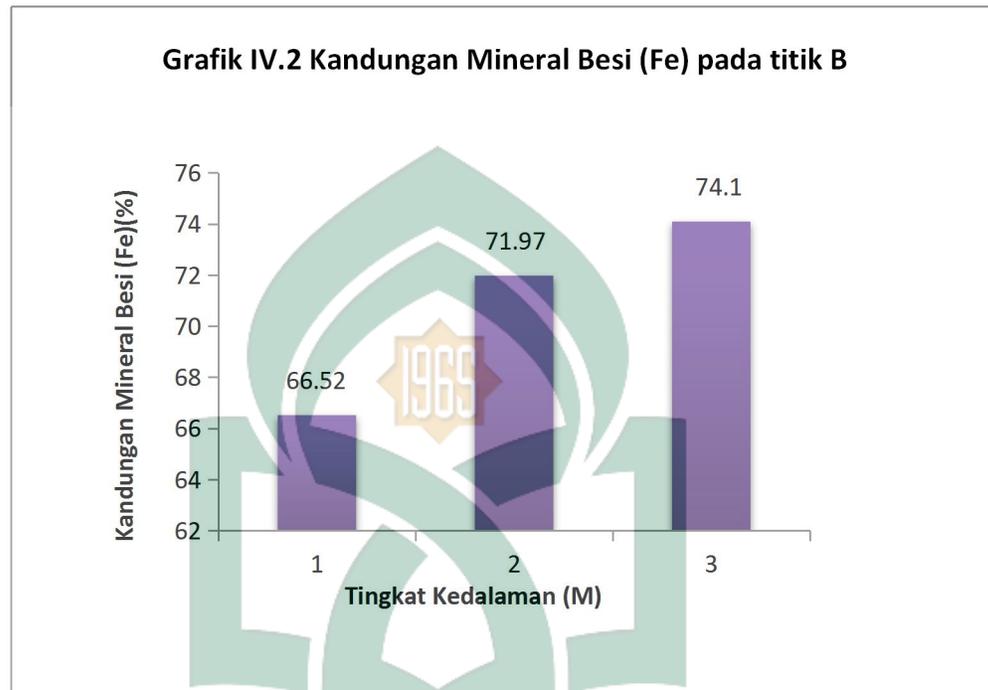
Pada penelitian ini juga terdapat persentase kesalahan, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yakni kualitas alat yang kurang baik, kalibrasi alat dan preparasi sampel.

4.1.2. Hasil uji dengan preparasi Sampel

Hasil uji laboratorium pada grafik IV.1, IV.2 dan IV.3 merupakan hasil uji sampel pasir besi yang telah diberikan perlakuan (preparasi sampel), sebelum melakukan pengujian laboratorium pada ketiga titik pengambilan sampel tersebut.

Pada tahap preparasi sampel yang telah dilakukan, diperoleh hasil bahwa semakin besar tingkat kedalaman pengambilan sampel maka jumlah bijih besi yang terdapat pada pasir juga semakin sedikit.





Grafik IV.1, IV.2, dan IV.3 merupakan hasil uji laboratorium dari 3 (tiga) titik dengan kedalaman masing–masing yakni pada bagian permukaan, kedalaman 1 meter, dan kedalaman 2 meter. Jenis pengambilan sampel pada penelitian ini mengacu pada penelitian yang dilakukan Pusat Sumber Daya Geologi pada tahun 2008. Penelitian ini awalnya akan menggunakan bagian permukaan, kedalaman 1.5 meter dan kedalaman 3 meter. Namun, kondisi lapangan yang tidak memungkinkan untuk mengambil sampel pada kedalaman tersebut. Hal ini disebabkan karena tingginya volume air pada kedalaman yakni di atas 2 meter. Berdasarkan teori penggunaan pengambilan sampel berdasarkan tingkat kedalaman yakni pada setiap kedalaman 1 meter atau 1.5 meter, sehingga bisa menggunakan salah satunya.

Pada pengujian ini jumlah sampel pasir besi yang diuji yakni ada 9 (sembilan) sampel, dimana pada setiap titik ada 3 sampel. Selain itu, preparasi sampel yang dilakukan pada semua sampel sama, yakni dengan melakukan pemanasan pada oven dengan suhu 150°C , hal ini untuk mengurangi kadar air yang terdapat pada sampel. Setelah itu, melakukan melakukan penggerusan untuk memperoleh serbuk bijih besi (Fe) yang lebih halus, kemudian melakukan pengayakan sampel dengan ukuran 100 mesh kemudian digerus dan diayak lagi dengan ayakan 170 mesh. Setelah itu, dilakukan pemisahan bijih besi (Fe) dengan magnet separator.

Pada grafik IV.1, IV.2 dan IV.3 menunjukkan bahwa semakin besar tingkat kedalaman titik pengambilan sampel pasir besi maka semakin besar pula kadar besi (Fe)nya. Namun, kuantitas pasir besi yang dihasilkan sedikit, sehingga diperoleh hasil bahwa semakin semakin besar tingkat kedalaman titik pengambilan sampel pasir besi maka kualitasnya semakin bagus namun kuantitasnya semakin sedikit.

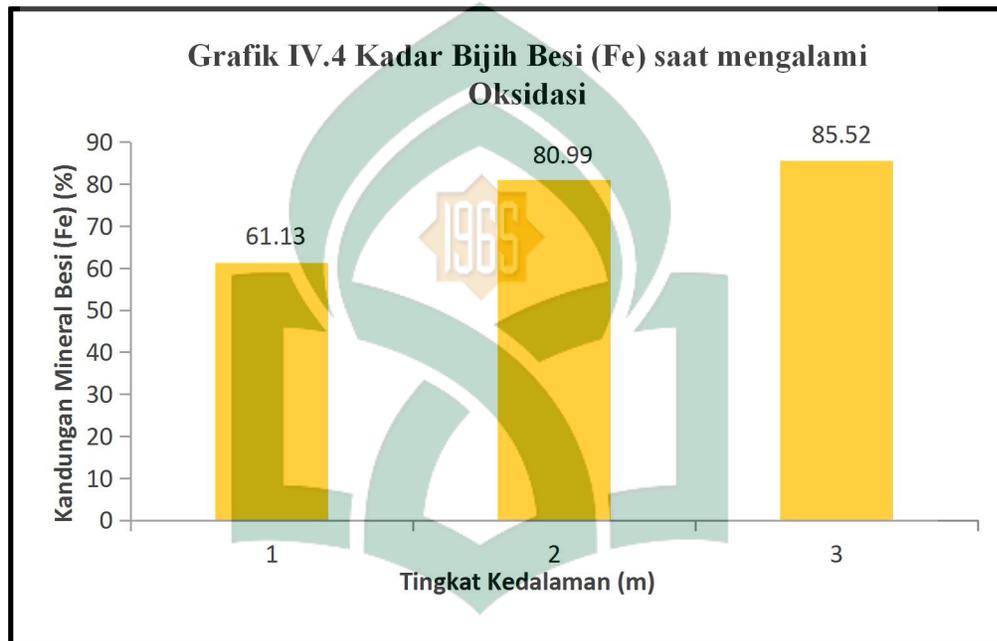
4.1.3. Hasil Uji karakteristik Pasir Besi

Pada tahap ini, jenis pengujian yang dilakukan yakni berdasarkan hasil oksidasinya. Informasi yang diperoleh pada grafik ini ini yakni unsur kadar besi (Fe) saat oksidasi dan setelah oksidasi.

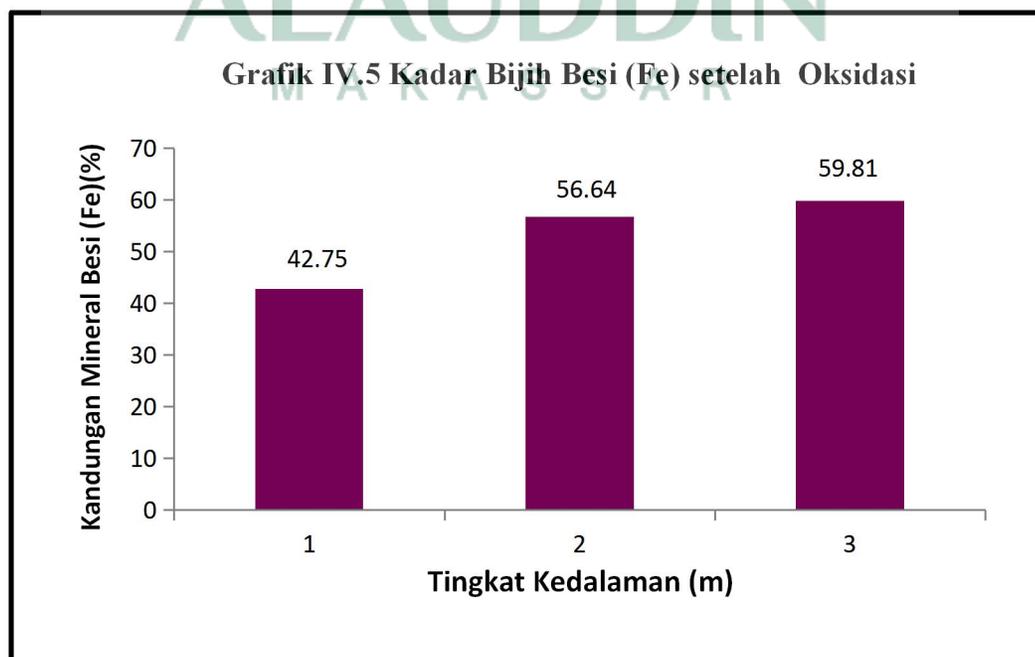
Sampel yang digunakan pada tahap ini sama dengan sampel yang digunakan pada uji XRF, dimana titik yang digunakan adalah sampel yang kandungan kadar besi (Fe)nya tertinggi dari ketiga titik yang digunakan. Perbedaannya adalah tahap sebelumnya mengidentifikasi unsur sedangkan pada tahap ini yakni senyawa oksigen yang membentuknya (oksidasi), sehingga dapat diketahui kualitas besi saat digunakan untuk keperluan industri.

1. Titik A

1.1. Hasil uji kadar bijih besi saat mengalami oksidasi

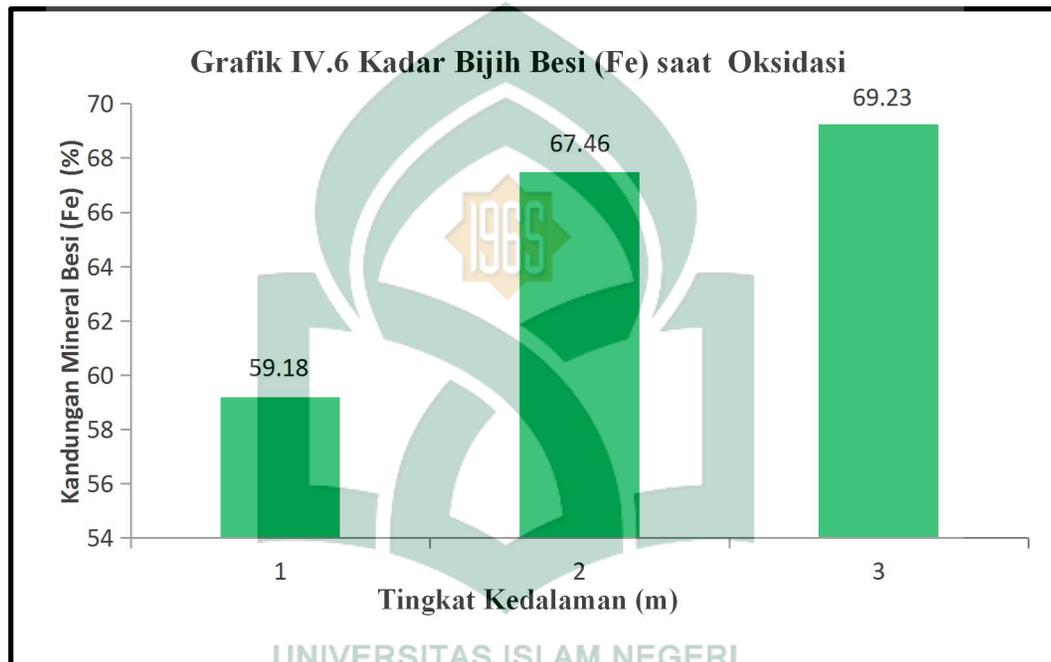


1.2. Hasil uji kadar bijih besi setelah mengalami oksidasi

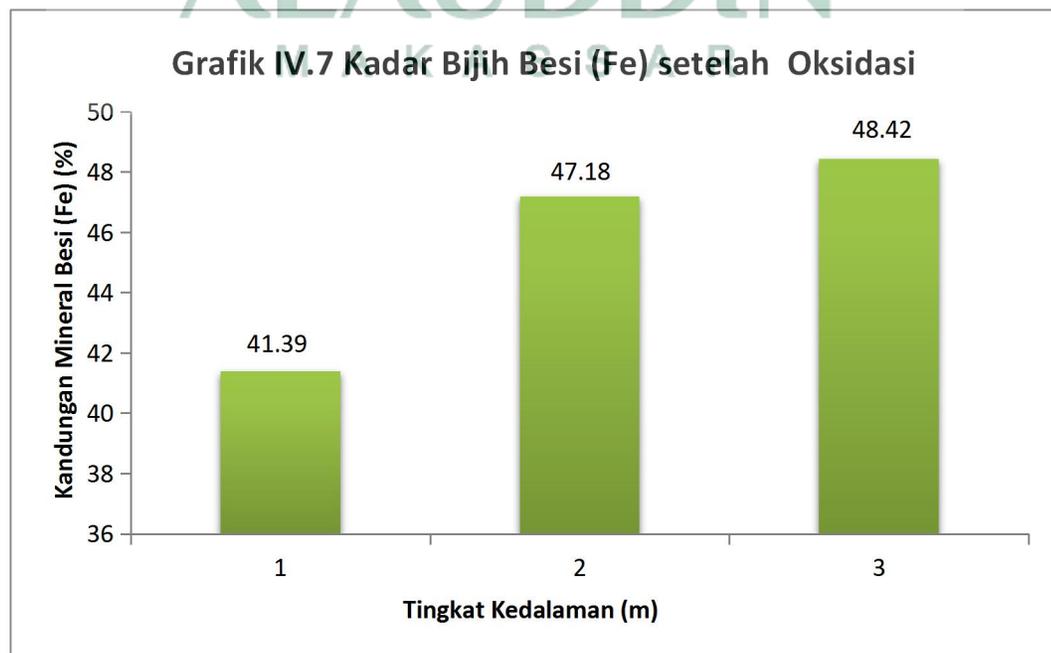


2. Titik B

2.1. Hasil uji kadar bijih besi saat mengalami oksidasi

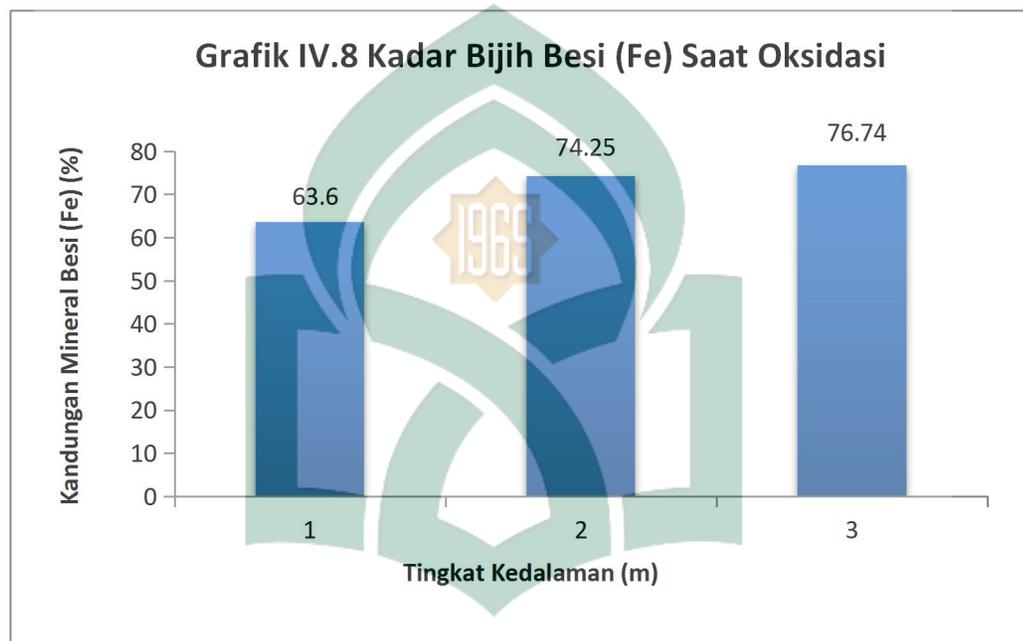


2.2. Hasil uji kadar bijih besi setelah mengalami oksidasi

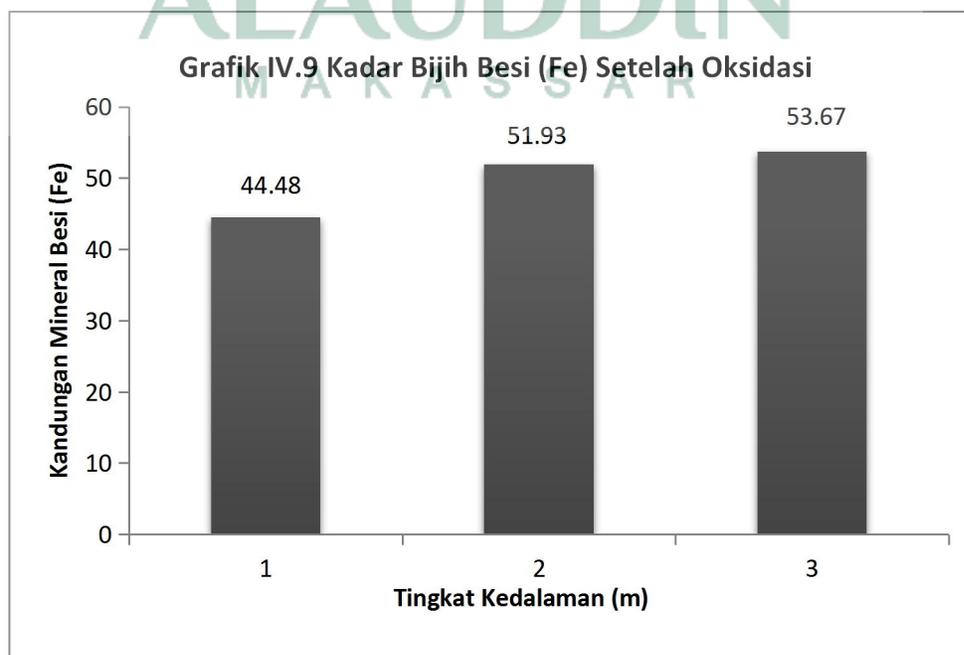


3. Titik C

3.1. Hasil uji kadar bijih besi saat mengalami oksidasi



3.2. Hasil uji kadar bijih besi setelah mengalami oksidasi



Hasil uji laboratorium berdasarkan grafik IV.4, IV.5, IV.6, IV.7, IV.8, IV.9 menunjukkan bahwa kondisi mineral besi saat mengalami oksidasi yakni jumlah kadar besi (Fe)nya mengalami peningkatan, sedangkan setelah oksidasi jumlah kadarnya menjadi lebih rendah. Besar kandungan kadar saat oksidasi merupakan hasil uji dari alat XRF tersebut, sedangkan setelah mengalami oksidasi, besar kandungan kadar yang diperoleh merupakan hasil analisis perhitungan dari hasil uji alat XRF. Hasil analisis setelah oksidasi merupakan hasil uji kadar besi (Fe) yang sebenarnya jika telah digunakan untuk keperluan industri. Oksidasi merupakan proses terjadinya reaksi antara molekul oksigen dengan molekul yang lain. Kualitas bijih besi yang diperoleh pada pengujian ini yakni tergolong jenis *hematite*.

Karakteristik dari bijih besi jenis *hematite* yakni mineral ini berwarna merah. Selain berwarna merah, *hematite* mempunyai berbagai macam warna dari yang berwarna hitam untuk baja atau perak abu-abu, coklat sampai coklat kemerahan, atau ada juga yang menyebut *hematite* merupakan bijih besi yang berwarna merah kehitam-hitaman. *Hematite* mempunyai titik lebur yang tinggi, yaitu sekitar 1350°C.

Sifat *hematite* yang elektronegatif membuat material ini stabil dan tidak mudah bereaksi dengan senyawa lain. Rumus kimianya Fe_2O_3 , kandungan Fe-nya bervariasi (*low-high grade*). *Hematite* mempunyai struktur heksagonal (rhombohedral). Seperti magnet ferrite lainnya, *hematite* mempunyai sifat mekanik yang kuat dan tidak mudah terkorosi dengan kekerasan 5-6 skala mohs

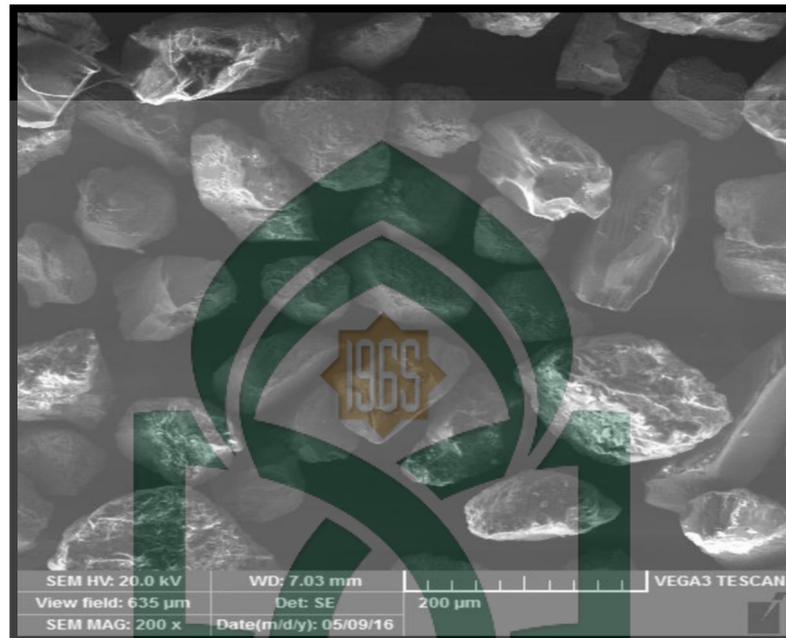
karena memiliki ketahanan kimia yang baik terhadap lingkungan, selain itu hematit mempunyai berat jenis 4.9-5.36 gr/cm². Bijih besi ini biasanya terdapat bersama pengotor seperti silika dan aluminium. Jenis bijih besi primer ini merupakan bahan baku utama untuk memproduksi besi atau baja di dunia (Septiyan, 2010: 7).

4.2. Karakteristik morfologi pasir besi di pantai Marina kabupaten Bantaeng berdasarkan hasil uji dari XRF (X-Ray Fluorescence) dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan SEM, maka diperoleh hasil sebagai berikut :

1. Morfologi mineral

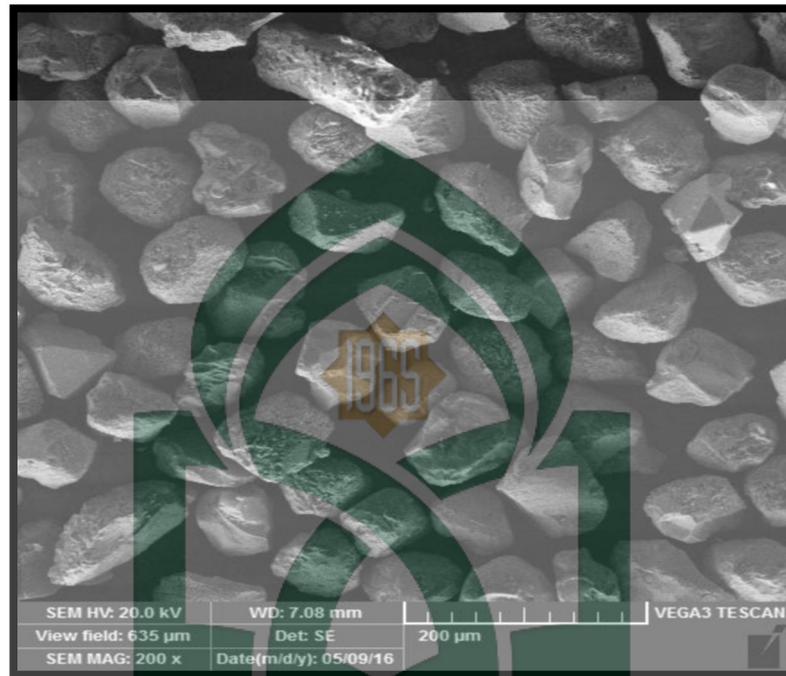
Pada pengujian ini sampel yang digunakan yakni hanya menggunakan satu titik yaitu titik A. Titik A digunakan karena titik inilah yang kadar kandungan bijih besinya paling tinggi dari ketiga titik yang digunakan. Pada titik ini ada tiga jenis sampel yang diuji berdasarkan kedalamannya yakni titik A1 (bagian Permukaan), titik A1.1 (kedalaman 1 meter), dan titik A1.2 (kedalaman 2 meter).



Titik A1 (Bagian Permukaan)



Titik A1.1 (Kedalaman 1 meter)



Titik A1.2 (Kedalaman 2 Meter)

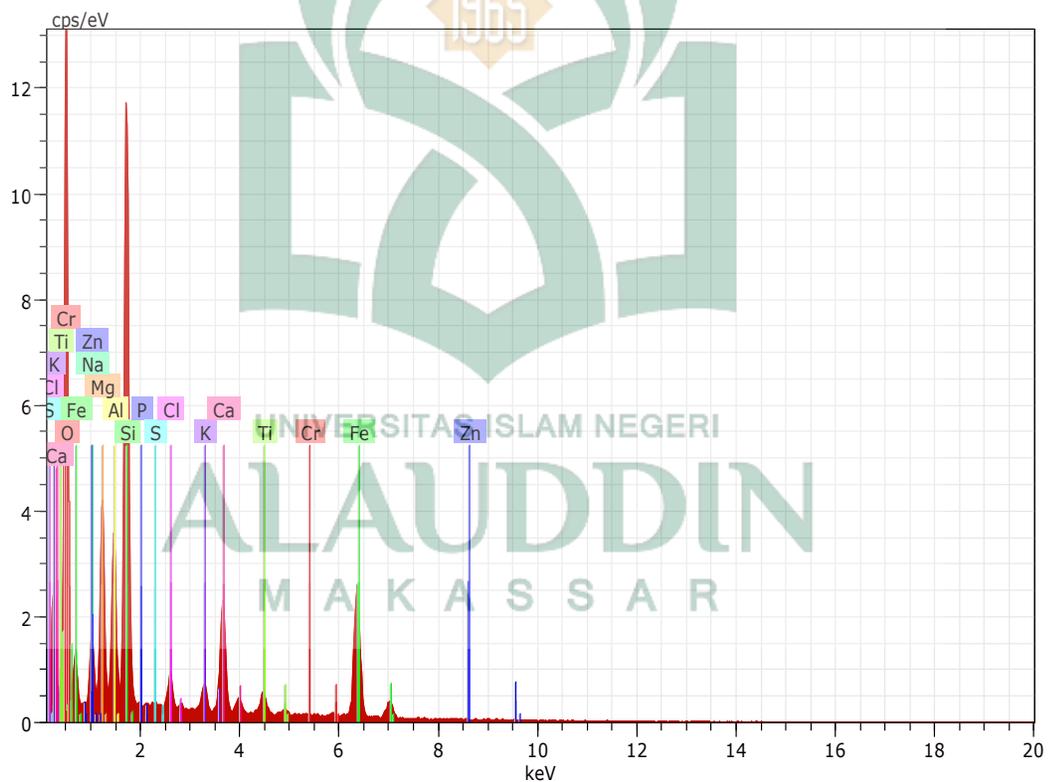
Titik A1, A1.1 dan A1.2 merupakan gambar morfologi mineral dari hasil uji SEM. Pada awalnya, penelitian yang akan dilakukan dengan menggunakan alat ini yakni untuk mengetahui besaran butir partikel bijih besi (Fe) dari setiap sampel, namun kapasitas alat yang digunakan tidak memadai untuk memperoleh hasil tersebut. Sehingga hasil yang diperoleh yakni hanya morfologi mineral yang didominasi oleh mineral bijih besi (Fe).

Perbesaran yang digunakan pada jenis *SEM* tipe *TEZCA TEGA 3 SD* yakni perbesaran 200 kali. Berdasarkan landasan teori yang digunakan pada bentuk morfologi besi (Fe) yakni dengan mengacu pada gambar 5. Karakteristik fisik bijih besi menunjukkan struktur fisik yang teratur.

2. Hasil Uji kadar mineral saat dan setelah oksidasi

Hasil grafik 4.2.1, 4.2.2 dan 4.2.3 merupakan hasil uji kadar unsur saat mengalami oksidasi dan senyawa yang terbentuk dari hasil oksidasi (kualitas magnetik) tersebut dengan menggunakan SEM.

a. Titik A1



Grafik 4.2.1 Hasil uji kadar unsur bijih besi dengan SEM (*Scanning Electro Microscopy*) pada bagian permukaan titik A

Hasil grafik 4.2.1 dapat dideskripsikan bahwa puncak-puncak gelombang yang dihasilkan pada grafik tersebut yakni fluktuatif. Garis vertikal merupakan jumlah atom yang dilepaskan, sedangkan garis horisontal adalah besarnya tegangan yang digunakan untuk menghantam partikel tersebut, setiap unsur

dicirikan dengan warna puncak gelombang yang berbeda, jadi tidak hanya unsur besi (Fe)nya saja yang dideteksi tapi juga unsur – unsur lain, dan zat pengotor yang masih terdapat pada sampel, sehingga grafiknya masih fluktuatif.

Tegangan yang digunakan yakni hanya di bawah 10 keV, hal ini karena unsur mineral yang dideteksi nomor atomnya juga kecil. Berdasarkan teori bahwa semakin besar nomor atom suatu unsur, maka semakin besar pula energi atau tegangan yang digunakan untuk melepaskan kulit atomnya. Contoh nomor atom tertinggi berdasarkan pada grafik 4.2.1 yakni pada (Zn) 30, (Fe) 26, (Cr) 24, (Ti) 22, (Ca) 20, (K) 19 dan seterusnya. Jadi, semakin kecil nomor atomnya maka energi yang digunakan juga kecil, sedangkan jika nomor atomnya semakin besar maka energi yang digunakan juga besar. Hasil grafik di atas juga dideskripsikan melalui tabel 4.2.1 berikut:

Tabel 4.2.1 Hasil uji SEM (*Scanning Electro Microscopy*) pada titik A1

Spectrum: test						
Element	unn.	C norm.	C Atom.	C Compound	norm. Comp.	C Error (3 Sigma)
[wt.%]	[wt.%]	[at.%]		[wt.%]		[wt.%]
Oxygen	35.98	39.19	57.02		0.00	13.86
Silicon	15.01	16.35	13.55	SiO2	34.97	2.04
Phosphorus	0.10	0.11	0.08	P2O5	0.26	0.11
Sulfur	0.10	0.11	0.08	SO3	0.26	0.11
Chlorine	1.11	1.21	0.79		1.21	0.23
Aluminium	5.43	5.92	5.11	Al2O3	11.18	0.91
Magnesium	7.31	7.96	7.62	MgO	13.20	1.34
Sodium	3.65	3.98	4.03	Na2O	5.36	0.87
Potassium	1.03	1.12	0.67	K2O	1.35	0.21
Calcium	5.09	5.55	3.22	CaO	7.76	0.58
Titanium	1.45	1.57	0.77	TiO2	2.63	0.26
Chromium	0.16	0.17	0.08	Cr2O3	0.25	0.12
Iron	15.37	16.75	6.98	FeO	21.55	1.43
Zinc	0.02	0.02	0.01	ZnO	0.03	0.10

Total:	91.81	100.00	100.00			

Tabel 4.2.1 merupakan hasil uji laboratorium yang telah dianalisis dengan menggunakan SEM. Pada kolom pertama merupakan nama-nama unsur, pada kolom kedua yakni kandungan kadar setiap unsur sebelum dianalisis berdasarkan hasil alat, kolom ketiga yakni kandungan kadar dengan zat pengotornya, kolom keempat merupakan hasil akhir uji berdasarkan analisis dari kedua tabel sebelumnya.

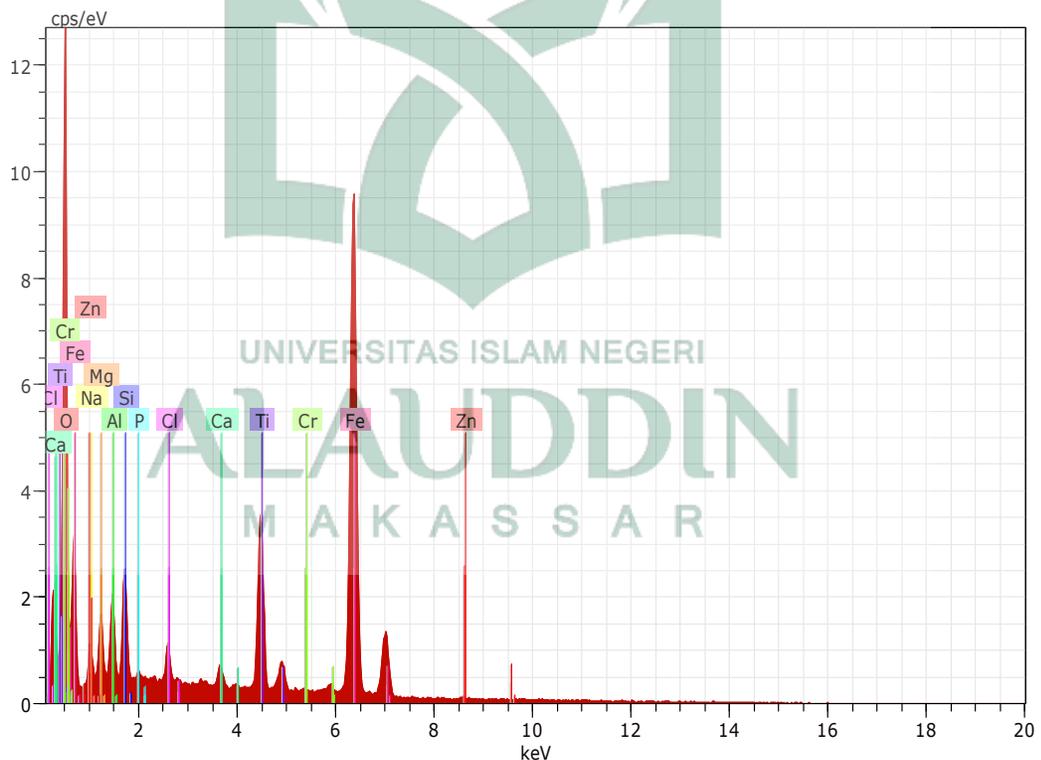
Pada kolom kelima merupakan nama senyawa yang dibentuk dengan oksigen (oksidasi), pada kolom tersebut dikategorikan kualitas besi (Fe) saat berinteraksi dengan oksigen atau udara, dimana kualitas besi yang dihasilkan yakni jenis magnetit (FeO). Magnetit adalah magnet yang kuat sehingga proses benefisiasinya menggunakan magnet separator. Di luar negeri seperti di China, bijih besi magnetite dengan kadar Fe dibawah 30% bisa diolah secara ekonomis (Septiyan, 2010).

Pada kolom keenam yakni besar kandungan kadar senyawa yang dibentuk berdasarkan hasil oksidasi tersebut. Sedangkan pada kolom terakhir yakni besar kandungan kadar zat pengotornya. Pada pengujian sampel dengan menggunakan SEM, hasil kandungan kadar yang diperoleh lebih rendah dibandingkan dengan dengan menggunakan XRF. Hal ini disebabkan karena beberapa faktor, pertama yakni alat yang digunakan berbeda dan kedua yakni preparasi sampel berbeda sebelum melakukan pengujian. Namun, kualitas magnetik dengan menggunakan SEM yang diperoleh lebih tinggi dibandingkan dengan XRF.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, SEM merupakan salah satu pengujian yang lebih akurat dibandingkan dengan menggunakan XRF. Hal ini karena Pengujian XRF biasanya digunakan untuk observasi awal.

b. Titik A1.1 (Kedalaman 1 Meter)

Adapun hasil pengujian dengan SEM pada sampel A1.1 (Kedalaman 1 Meter) yakni sebagai berikut :



Grafik 4.2.2 Hasil uji kadar unsur bijih besi dengan SEM (*Scanning Electro Microscopy*) pada kedalaman 1 meter titik A

Pada titik A1.1 (kedalaman 1 meter) ini hasil grafik yang diperoleh juga sama dengan grafik 4.2.1. Perbedaannya yakni hanya pada besar kadarnya saja. Untuk mendeskripsikan besar kadar tersebut juga dapat dilihat pada tabel 4.2.2 berikut :

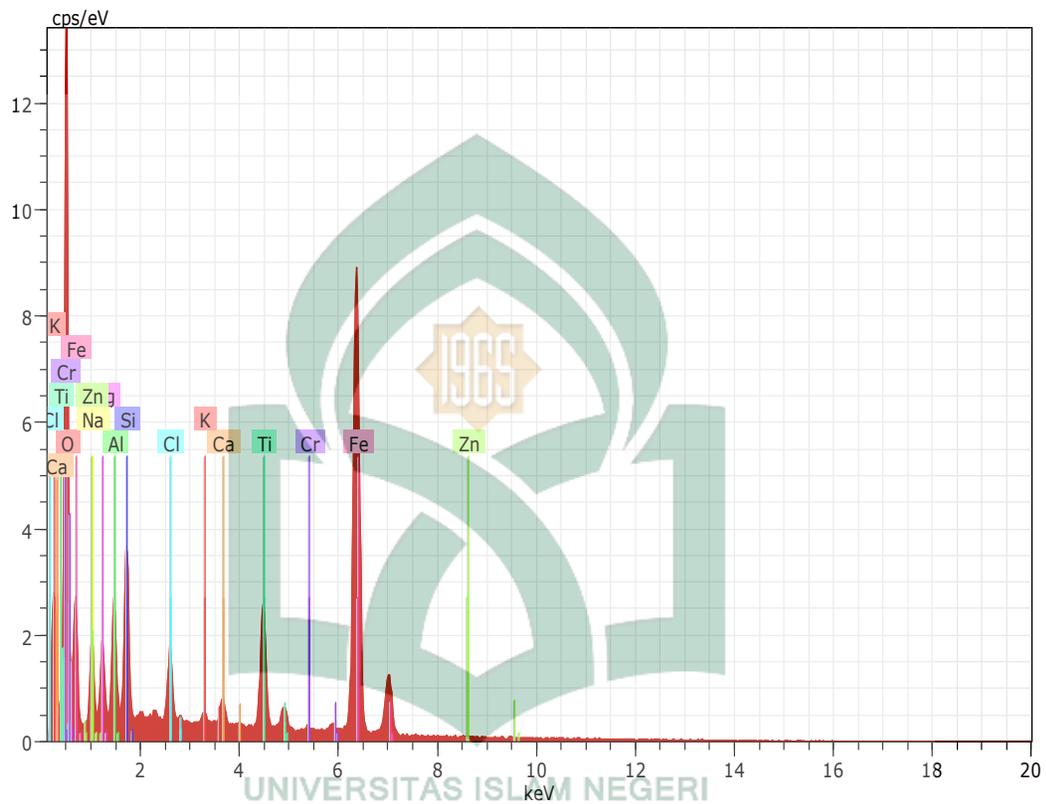
Tabel 4.2.2 Hasil uji SEM (*Scanning Electro Microscopy*) pada titik A1.1

Spectrum: test						
Element	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Compound	norm. Comp. [wt.%]	Error (3 Sigma) [wt.%]
Oxygen	26.19	28.78	53.77		0.00	10.08
Aluminium	2.47	2.71	3.01	Al ₂ O ₃	5.13	0.48
Silicon	2.29	2.52	2.68	SiO ₂	5.39	0.40
Phosphorus	0.05	0.06	0.06	P ₂ O ₅	0.14	0.10
Chlorine	0.72	0.80	0.67		0.80	0.18
Sodium	2.36	2.60	3.37	Na ₂ O	3.50	0.63
Magnesium	2.71	2.97	3.66	MgO	4.93	0.59
Calcium	0.52	0.57	0.42	CaO	0.79	0.15
Titanium	8.11	8.91	5.56	TiO ₂	14.87	0.81
Iron	45.08	49.55	26.52	FeO	63.75	3.76
Chromium	0.23	0.25	0.15	Cr ₂ O ₃	0.37	0.13
Zinc	0.25	0.28	0.13	ZnO	0.34	0.17
Total:	90.97	100.00	100.00			

c. Titik A1.2

Adapun hasil pengujian dengan SEM pada sampel A1.2 (Kedalaman 2 Meter) yakni sebagai berikut :

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
 MAKASSAR



Grafik 4.2.3 Hasil uji kadar unsur bijih besi dengan SEM (*Scanning Electro Microscopy*) pada titik A1.2

Pada grafik 4.2.3, hasil yang ditunjukkan sama dengan grafik 4.2.2. dan grafik 4.2.1 yang membedakan adalah jumlah kadar masing – masing unsur tersebut. Besar kadar masing – masing unsur pada grafik 4.2.3 dapat dideskripsikan pada tabel 4.2.3 berikut :

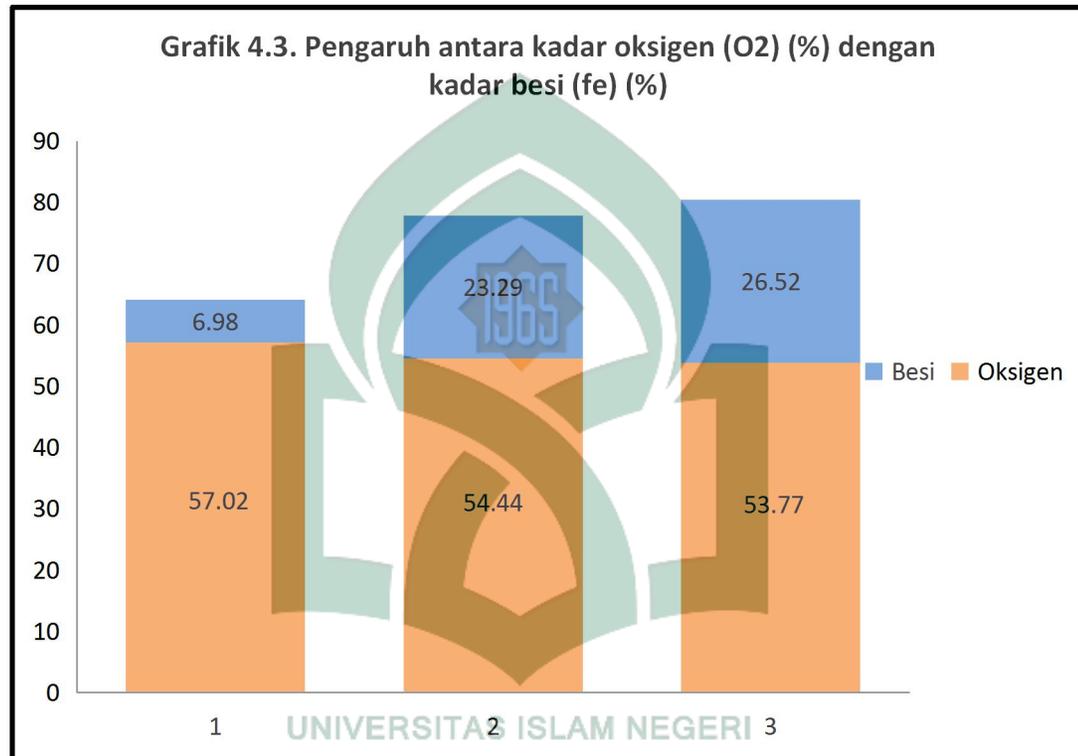
Tabel 4.2.3 Hasil uji SEM (*Scanning Electron Microscopy* pada titik A1.2

Spectrum: test						
Element	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Compound	norm. Comp. [wt.%]	Comp. C Error (3 Sigma) [wt.%]
Oxygen	26.07	29.27	54.44		0.00	10.03
Aluminium	3.28	3.69	3.92	Al ₂ O ₃	6.97	0.59
Silicon	3.47	3.89	3.98	SiO ₂	8.33	0.55
Chlorine	1.57	1.76	1.42		1.76	0.27
Magnesium	2.85	3.19	3.77	MgO	5.30	0.60
Sodium	4.73	5.31	6.63	Na ₂ O	7.16	1.09
Calcium	0.67	0.76	0.54	CaO	1.06	0.17
Titanium	5.48	6.16	3.69	TiO ₂	10.27	0.58
Chromium	0.19	0.21	0.11	Cr ₂ O ₃	0.30	0.12
Iron	40.42	45.37	23.29	FeO	58.37	3.38
Zinc	0.21	0.23	0.10	ZnO	0.29	0.16
Potassium	0.14	0.16	0.12	K ₂ O	0.19	0.11
Total:	89.09	100.00	100.00			

Pada tabel 4.2.1, tabel 4.2.2 dan tabel 4.2.3 dapat dirumuskan kembali pada grafik 4.3 dan 4.4, untuk menjelaskan perbandingan kadar oksigen dengan senyawa (FeO) serta karakteristik pasir besi berdasarkan tingkat kedalamannya dengan menggunakan SEM, dimana jenis kualitas pasir besi yang diperoleh yakni *magnetite* Fe₃O₄ atau FeO.

Karakteristik bijih besi jenis magnetite yakni sifat magnet kuat sehingga proses benefisiasinya menggunakan magnet separator. Di luar negeri seperti di China, bijih besi magnetite dengan kadar Fe dibawah 30% bisa diolah secara ekonomis. Proses reduksi bijih besi magnetite relatif lebih sulit dibandingkan hematite, hal ini disebabkan karena ikatan antara oksigen dan Fe lebih kompak. Karakteristik bijih besi jenis magnetite ini yakni memiliki warna kehitam – hitaman, reduksi sukar, serta sifat magnet yang sangat kuat (Septiyan, 2010: 7).

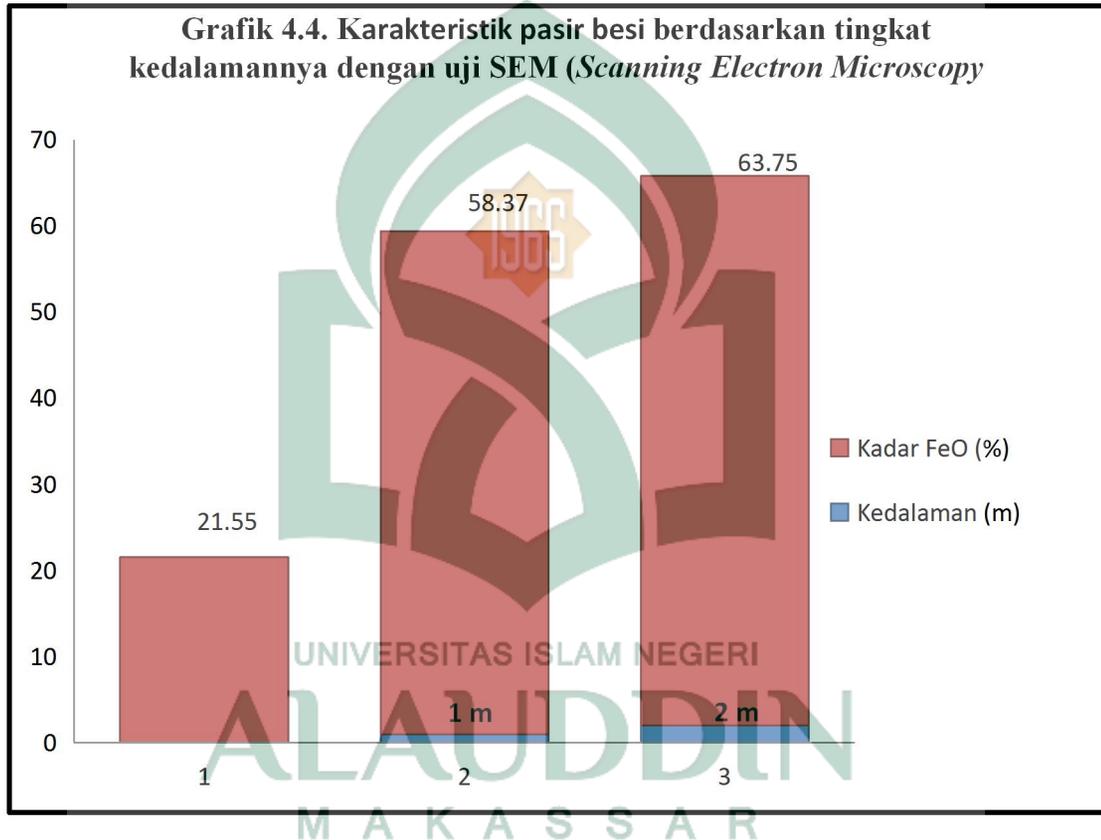
4.3. Grafik perbandingan kadar oksigen dalam senyawa FeO (Magnetit)



Pada grafik 4.3. menunjukkan bahwa semakin besar kadar oksigen pada sampel bijih besi maka besar kadar besi (Fe)nya juga semakin kecil. Hal ini kemungkinan disebabkan karena beberapa faktor, yakni pertama teknik preparasi, kedua yakni kondisi lingkungan pengolahan sampel (preparasi sampel) dan yang ketiga yakni teknik penyimpangan sampel.

Selain itu, besarnya stdrError (tingkat kesalahan) yakni dipengaruhi oleh tehnik preparasinya. StdrError (tingkat kesalahan) merupakan besar kadar unsur zat pengotor pada unsur mineral tersebut.

4.4. Grafik hasil pengaruh karakteristik pasir besi berdasarkan tingkat kedalamannya



Pada grafik 4.4. menunjukkan bahwa besar kandungan kadar magnetik yang diperoleh yakni semakin besar tingkat kedalaman pengambilan sampel maka jumlah kandungan kadarnya juga semakin besar. Hal ini disebabkan karena jumlah oksigen di bawah permukaan lebih sedikit dibandingkan pada permukaan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Karakteristik pasir besi yang terdapat di pantai Marina kabupaten Bantaeng berdasarkan tingkat kedalaman dengan menggunakan XRF (*X-Ray Fluorescence*) yakni tergolong jenis hematite (Fe_2O_3) dengan ciri-ciri fisik yakni berwarna merah kehitam-hitaman, struktur kristal *rhombohedral*, serta tidak mudah bereaksi dengan senyawa lain, dimana semakin besar tingkat kedalaman pengambilan sampel maka kualitas bijih besi yang diperoleh juga semakin baik, namun kuantitas bijih besi yang diperoleh sedikit.
2. Karakteristik morfologi pasir besi di pantai Marina kabupaten Bantaeng berdasarkan hasil uji dari XRF (*X-Ray Fluorescence*) dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) adalah dengan perbesaran 200 kali diperoleh karakteristik fisik mineral bijih besi yang teratur. Kualitas bijih besi yang diperoleh yakni jenis tergolong jenis *magnetite* (FeO) dengan kadar bijih yang lebih rendah dari hasil uji XRF (*X-Ray Fluorescence*), dimana semakin besar kadar oksigen (O_2)nya maka kadar bijih besi (Fe)nya semakin kecil.

5.2. Saran

Saran yang dapat disampaikan pada penelitian ini yakni sebagai berikut :

1. Sebaiknya dilakukan penelitian selanjutnya yang pada pemanasannya menggunakan suhu di atas 700°C dengan tanur untuk menghilangkan zat-zat pengotornya, untuk mengetahui pengaruh perbandingan suhu tinggi dan rendah dengan kadar besi (Fe) yang dihasilkan.
2. Melakukan preparasi sampel dengan teknik kimia untuk perbandingan kadar besi yang dihasilkan dengan menggunakan sistem katalis H_2SO_4 .
3. Sebaiknya penelitian selanjutnya menggunakan TEM (*Transmission Electron Microscopy*) untuk menganalisa morfologi struktur bijih besi dalam skala nano.

DAFTAR PUSTAKA

- Afsari S. 2009. *Understanding of XRF technology and clarification of its application for RoHS directives* (http://www.icdd.com/resources/axa/VOL45/V45_71.pdf).
- Anggraeni, Nuha Desi, 2008. *Analisa SEM (Scanning Electron Microscopy) dalam Pemantauan Proses Oksidasi Magnetite Menjadi Hematite*.
- BPS Bantaeng. 2013. *Gambaran Umum Wilayah Bantaeng*. Buku Putih Sanitasi: Kabupaten.
- Bijaksana, S. 2002, *Analisa Mineral Magnetik dalam Masalah Lingkungan, Journal Geofisika*.
- Abdullah. 2012. "Lubaabut Tafsir Min Ibnu Katsir". Tafsir Ibnu Katsir Jilid 1. Penerbit: Mu-assasah Dasar al – Hilaal Kairo.
- Gosseau D. 2009. *Concepts and applications of XRF spectrometry*. http://users.skynet.be/xray_corner/xtb/chap011.html, (12 Desember 2015).
- Fitton, G. 1997, *X-Ray fluorescence spectrometry, in Gill, R. (ed.), Modern Analytical Geochemistry: An Introduction to Quantitative Chemical Analysis for Earth, Environmental and Material Scientists*: Addison Wesley Longman, UK.
- Moe'tamar. 2008. *Eksplorasi umum pasir besi di daerah kabupaten Jeneponto provinsi Sulawesi Selatan*. Proceeding pemaparan hasil – hasil kegiatan lapangan dan non-lapangan oleh pusat sumber daya geologi.
- Oktaviana, 2008. *Maranatha blog SEM (SCANNING ELECTRON MICROSCOPE).htm*. Diakses 25 Desember 2016.
- Rahwanto, Adi dan Jalil Zulkarnain. 2013. *Kajian Awal Karakteristik Mineral Magnet Biji Besi Manggamat, Aceh Selatan*. Jurusan Fisika FMIPA Universitas Syiah Kuala Darussalam Banda Aceh.
- Seiko Instruments Inc]. 2009. *X-ray fluorescence analysis*. http://www.seiko-instruments.de/files/xrf_principle.pdf, (12 Desember 2015).
- Septiyan, Irfan. 2010. "Pengaruh Miling Terhadap Peningkatan Kualitas Pasir Besi sebagai Bahan Baku industri Logam". Skripsi Uin Syarif Hidayatullah Jakarta.

- Sumantry T. 2007. *Aplikasi XRF untuk identifikasi lempung pada kegiatan penyimpanan lestari limbah radioaktif*. Prosiding seminar nasional teknologi pengelolaan limbah.
- Sudarningsih dkk. "Karakterisasi Magnetik pada Batuan Peridotit dari Desa Awang Bangkal Kalimantan Selatan". Jurnal program studi fisika fmipa Universitas Lambung Mangkurat.
- Sunaryo dkk. 2010. *Metode pembelajaran bahan magnet dan identifikasi kandungan senyawa pasir alam menggunakan prinsip dasar fisik*.
- Taufiq, Ahmad. 2008. *Sintesis Partikel Nano $Fe_{3-x}MnxO_4$ Berbasis pasir besi dan Karakterisasi Struktur serta kemagnetannya*. Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Wachjudi Benny, *3rd Indonesian Iron dan Steel Conference*. Institut Teknologi Bandung. (26 – 27 September 2013).
- Yulianto, A., Bijaksana, S., dan Loeksmanto, W. 2002. *Karakterisasi Magnetik Pasir Besi dari Cilacap*, Jurnal Fisika Himpunan Fisika Indonesia. Jurnal Fisika HFI. Vol A5 No. 0527.

(Tahap Pengambilan sampel pasir besi dipantai Marina kabupaten Bantaeng)



Gambar 8. (Mengukur jarak pengambilan sampel dengan bibir pantai)



Gambar 9. (Mencari titik pengambilan sampel pada bagian permukaan yang didominasi pasir yang berwarna hitam)



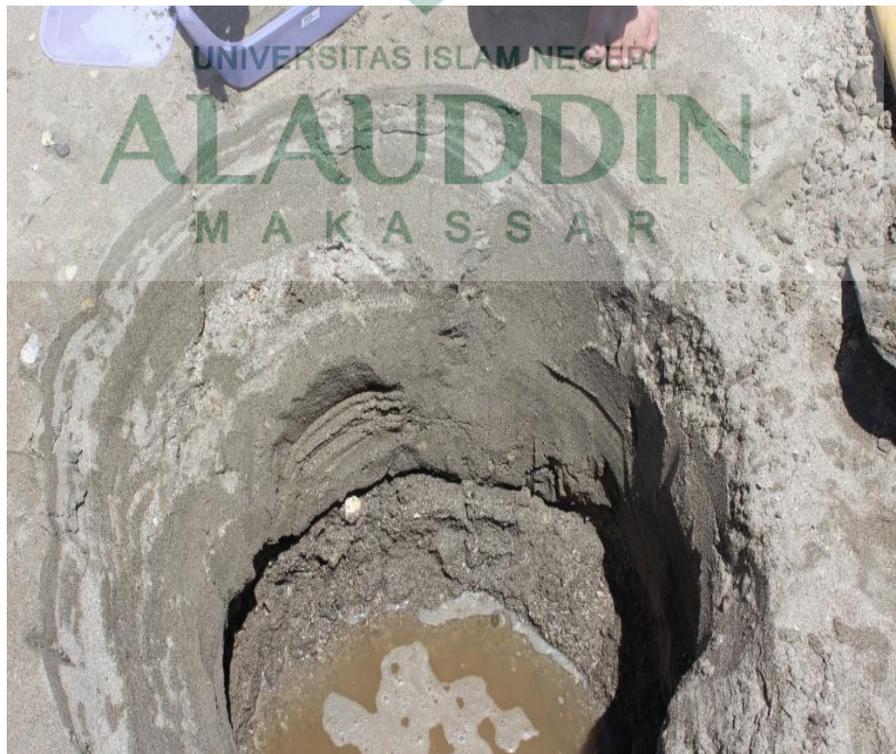
Gambar 10. (Meletakkan sampel pasir besi pada wadah yang disediakan)



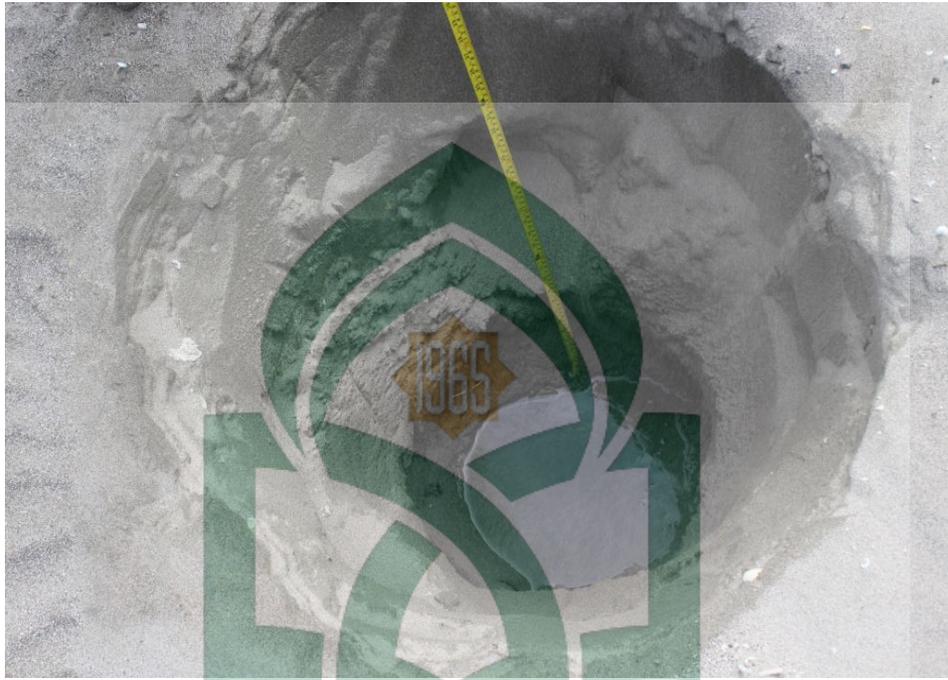
Gambar 11. (Melakukan pengeboran pada kedalaman 1 meter)



Gambar 12. (Mengukur kedalaman)



Gambar 13. (Mengambil sampel pada kedalaman 1 meter)



Gambar 14. (Melakukan penggalian pada kedalaman 2 meter)



Gambar 15. (Melakukan pengambilan sampel pada titik selanjutnya)



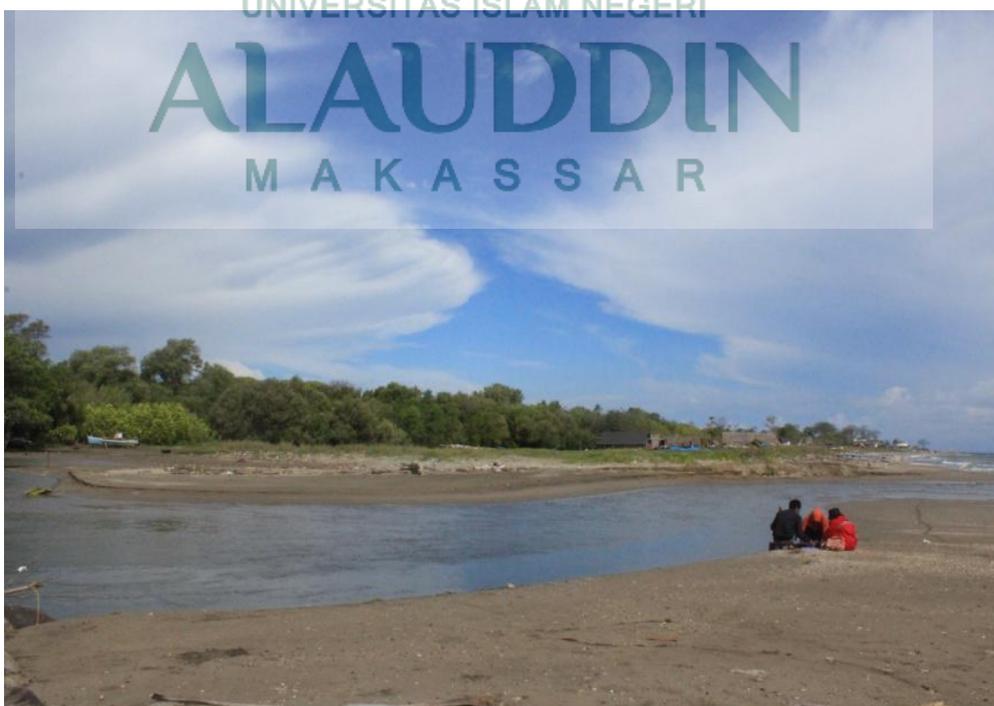
Gambar 16. (Melakukan penggalian untuk menutupi lubang pengambilan sampel)



Gambar 17. (Mengukur kedalaman pada titik selanjutnya)



Gambar 18. (Melakukan penggalian pada titik ketiga pengambilan sampel)



Gambar 19. (Lokasi awal titik pengambilan sampel pasir besi di Pantai Marina)

(Tahap pengolahan sampel pasir besi sebelum melakukan pengujian laboratorium)



Gambar 20. (Sampel pasir yang disimpan pada wadah)



Gambar 21. (Melakukan pemanasan pada sampel pasir besi dengan oven)



Gambar 22. (Melakukan pemanasan selama 45 menit)



Gambar 23. (Melakukan pengayakan selama 30 menit)



Gambar 24. (Melakukan penggerusan pada sampel pasir besi)



Gambar 25. (Melakukan pengayakan pada ukuran 100 mesh dan 170 mesh)



Gambar 26. (Hasil ayakan sampel pasir besi)



Gambar 27. (Menimbang sampel pada neraca analitik)



Gambar 28. (Memisahkan unsur besi pada sampel dengan magnet separator)



Gambar 29. (Sampel bijih besi)



Gambar 30. (Sampel bijih besi disimpan pada wadah plastik)

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
MAKASSAR

(Pengujian sampel pasir besi dengan *X-Ray Fluorescence* (XRF))



Gambar 31. (Gambar alat *X-Ray Fluorescence* (XRF))



Gambar 32. (Memasukkan sampel bijih besi pada XRF)



Gambar 33. (Analisa sampel bijih besi pada monitor)

(Pengujian sampel pasir besi dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM))



Gambar 34. (Melakukan pengujian sampel dengan menggunakan SEM)