



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**KARAKTERISASI MAGNETIK BATUAN BESI DARI BUKIT
BARAMPUANG NAGARI LOLO, KECAMATAN PANTAI CERMIN,
KABUPATEN SOLOK, SUMATERA BARAT**

SKRIPSI



**ELIO NORA ISLAMI
07 135 035**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2012**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Tuhan yang Maha Pemurah, yang telah mengajarkan Al-Qur'an. Dia menciptakan manusia. Mengajarinya pandai berbicara. (Q.S. Ar-Rahman:1-4)

"Barangsiapa merintis jalan mencari ilmu maka Allah akan memudahkan baginya jalan ke surga". (H.R. Muslim)

Salam rindu dan kangen oya buat Almarhum ayah tercinta yang telah pergi jauh, moga kita dipertemukannya disurga amiinnn... Ya..Rabbh...
Telah 20 th engkau wafat, oya sangat merindukanmu, tiap saat, tiap detik tak kan pernah luntur rasa oya padamu.

Buat ibuku (Yuliarti) tercinta, terima kasih atas semua pengorbanan ibu tuk membesarkan oya, membesarkan kami semua. Engkau tidak pernah mengeluh, tidak pernah marah, tidak kenal putus asa membesarkan kami sendiri. Setiap hari engkau hiasi hari-hariku dengan senyummu, walaupun engkau lelah, letih tapi engkau selalu tersenyum. Senyum tulusmu selalu membayangi oya dan menjadikan motifasi buat oya. Engkau rela banting tulang demi kami anak mu, ibuuu... semua pengorbananmu, semua jasamu takkan tergantikan oleh apapun, izinkan oya persembahkan sedikit karyaini untukmu, walaupun semua itu takkan bisa menggantikan perjuanganmu. ibuku....., engkau adalah inspirasi dalam hidupku, tanpamu oya bukan apa-apa.

Buat kakakku tercinta one, terima kasih banyak do'a one, Alhamdulillah oya bisa wisuda ne. smuanya berkat do'a one n udu. moga oya cpt dapat kerja ya ne, gar bisa bahagiakan amak, bahagiakan keluarga kita n

ponakan kelak. Amiiiiinnn... Buat kakakku tersayanggg n tercintu ata, makasih banyak ya ta, tas kesempatan kuliah yang telah tu berikan tuk oya, tanpa pengorbanan ata mungkin ya tak jadi kuliah. Ya belajar dari pengorbanan n semangat ata. Walaupun kt kekurangan, tapi asal ada usaha, do'a n tawakkal InsoyaAllah Tuhan akan berikan jalan buat hambanya. Ata begitu sangat meenperhatikan oya, slalu beri oya semangat dan tidak ingin buat ya sedih apalagi buat yan menangis, begitu musianya hatimu wahai kakaku tersayang, moga smua yang ata cita-citakan tercapai amiiiiinnn ya Rabb. Ata inspirasiku. Buat kakakku unang yang slalu lemah lembut, kelembutanmu buat hati oya tenang. unang juga inspirasi terbesar oya, ya banyak belajar dari unang, unang tidak pernah mengeluh dan slalu sabar. Kesabaran unang berbuah kebahagiaan, ya do'akan unang slalu dalam lindunganNya. Amin...

Buat kedua kakak ipar oya, terima kasih atas do'a udu, buat perhatian yang slamu ini uda berikan untuk oya, moga kita menjadi keluarga yang kompak, keluarga yang dilindungi-Nya aminnnn..

Asslamu 'alaikum... salam sayang ante buat ketiga ponakan (ika yang manis; rajin shalat n belajar ya nak, biar slalu disayang Tuhan n diberi kemudahan tuk mencapai apa yang ika cita-citakan. Buatlah kedua ortu ika bangga dengan prestasi yg ika raih ya nak. Buat dzaki yang ante sayang.. dzaki yang rajin shalat n belajar juga ya nak, biar dzaki pintar. Dzaki g' bosh bhtenggkar ama kakak ya, slsu sayangi kakak, ayah n ibu. Assalamu 'alaikum Naisya hanum... ponakan kecilku, ante kangen senyum n targismu Naisya, Naisya jangan nakal ya nak, slalu sayangi mama, papa n smua orang. Buatlah orang disekeliling Naisya bahugia n slsu tersenyum.

Teruntuk keluarga ku dibelanti; terima kasih banyak ya Buk, Pak, Alifia dan bang Arsyia. Terimakasih banyak atas semua kesempatan yang ibuk n bapak berikan buat Oya. Tanpa pertolongan ibuk, n bapak, Ya

tidakkan bisa mengenyam perkuliahan ini, moga semua kebaikan yang sdh
ibuk n bapak berikan dibalas dengan pahala dan bernilai ibadah .
Amiiiiinnn...

Makasih buat ayi,,, ayi adk kakak yg maniz n beek,,,
Begitu banyak hari yang Qta salui hrsama,, smga ayi cpt nyusul kak,,
smngat adik Qy...

Buat incim sahabatku yang terbaik incim slalu ada buat oya. Incim ada saat
ya sedih, saat ya senang. Ya bahagia mengenal incim, Empat th lebih kita
slalu bersama, begitu banyak kenangan yang telah kita Lewati berdua,

Bwt ina,,, makasih atas semuanya,,,
Ina bukan saja teman tapi dah ya anggap sebagai adik oya....
Makasih ma karena oya diterima baik di kostnya,,, makasih ina ^_^

Bwt ning esy , makasih telah mendengarkan curhat oya,,
Makasih telah memberikan semangat n nasehat t' oya,,
Ayo ning cepat nyusul,,
Insyaallah ning psti bisa..

Bwt tman2 relativitas 07,, makasih atas kekompakkannya....
Henny , osna , iin , geby , Resty , yani , rizka , aci , She , adel , adek , sumar ,
Novi , isil , hamdi , uci , adi , ayu , ooz , indy , nesa , ima ca'm , oya , esy ,
ani , Izam , Acan , Ega , Ijep , Nanda , Faisal ,
Galuh (makasih karena galuh telah banyak bantu oya , semangat ya ga ^_^)
Kta samaz msuk fska , kita selalu hrsama mncari warna seindah pelangi...

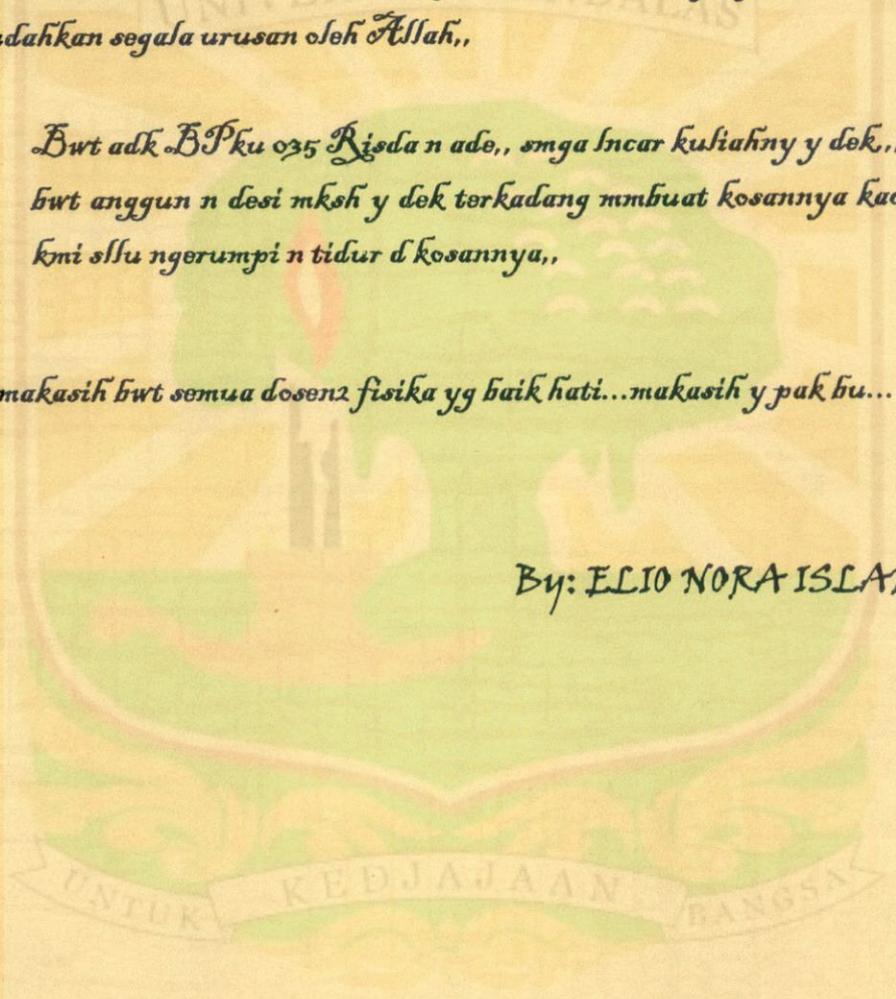
*pak Afzal, M. Si sebagai Pembimbing oya,,
makasih y pak atas nasehat dan arahan yang sama ini diberikan,,
makasih atas bimbingan bapak sama pembuatan skripsi ini,,*

*Teruntuk PA ku (Bpk Drs. Wildan, M. Si. dan bpk Alimin
Mahyudin, M. Si) yang baik hati dan selalu memberi q nasehat... makasi
ya pak atas bantuan n nasehat Bapak, mohon do'anya ya pak moga segala
dimudahkan segala urusan oleh Allah,,*

*Bwt adk BPKu o35 Risa n ade,, smga Incar kufiahny y dek,,
bwt anggun n desi mksh y dek terkadang nmbuat kosannya kacau krn
kni sllu ngerumpi n tidur d kosannya,,*

Terimakasih bwt semua dosen2 fisika yg baik hati...makasih y pak bu...

By: ELIO NORA ISLAMI



KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadirat ALLAH SWT, atas rahmat dan karunia-NYA, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul “Karakterisasi Magnetik Batuan Besi dari Bukit Barampuang Nagari Lolo, Kecamatan Pantai Cermin, Kabupaten Solok, Sumatera Barat”. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana sains program S1 Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas.

Atas terlaksananya penelitian dan penulisan skripsi ini, dengan segala keridoan hati penulis mengucapkan terimakasih dan penghargaan kepada semua pihak yang telah ikut membimbing dan membantu serta mendoakan dalam menyelesaikan skripsi ini, terutama kepada :

1. Kedua orang tuapenulis atas segala doa yang tak pernah putus, semangat, dorongan, perhatian dan curahan kasih sayangnya. Kepada kakak-kakakku, kakak ipar dan ketiga ponakanku atas semangat dan segala bantuan moril dan materil yang telah diberikan sehingga penelitian dan penulisan skripsi berjalan dengan lancar.
2. Bapak Afdal, M.Si sebagai pembimbing yang telah meluangkan waktu, pikiran, memberikan petunjuk, arahan, saran, motivasi dan bantuan selama penulisan skripsi.
3. Bapak Arif Budiman, M. Si selaku ketua jurusan dan penguji saya serta ibuk Dwi Pujiastuti, M.Si, bapak Drs. Wildian, M.Si selaku penguji saya

yang telah memberikan petunjuk, arahan, saran dan kritikan yang membangun selama penulisan skripsi.

4. Seluruh dosen dan karyawan jurusan Fisika FMIPA UNAND yang telah memberikan pendidikan selama di jurusan Fisika FMIPA UNAND.
5. Buat sahabatku incim dan *B* yang slalu setia menemani dalam suka dan duka, incim slalu jadi teman, saudara dan segalanya utukku.
6. Buat adikku ima manis dan sari cantik yang sangat mengerti aku dan setia mendengarkan curhatku.
7. Buat teman-teman seperjuanganku (galoeh, ely, osna, yonna, ani, she, adel, novi dan ika). Terima kasih atas motivasi dan saran-sarannya.
8. Yang takkan pernah dilupakan *relatifitas-07*, yang sangat penting dan berarti bagi penulis.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan ketidaksempurnaan. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhir kata penulis berharap, semoga apa yang terdapat dalam skripsi ini dapat bermanfaat untuk semua pihak. Amin.

Padang, Januari 2012

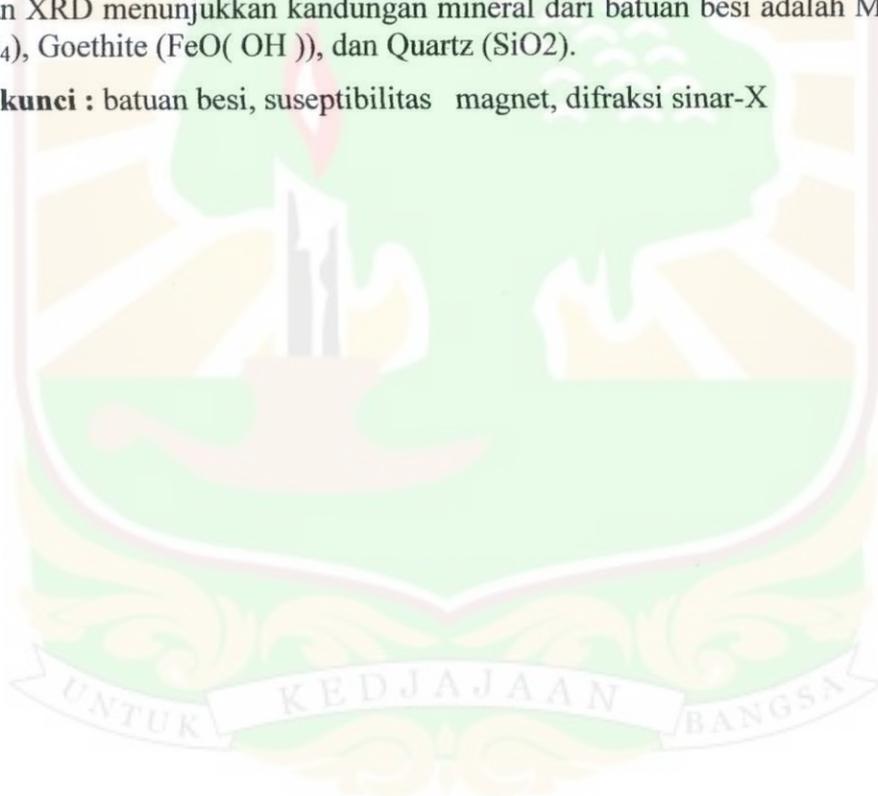
Penulis

**KARAKTERISASI MAGNETIK BATUAN BESI DARI BUKIT
BARAMPUANG NAGARI LOLO, KECAMATAN PANTAI CERMIN,
KABUPATEN SOLOK, SUMATERA BARAT**

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk mengkarakterisasi sifat magnetik batuan besi dengan mengambil 14 sampel batuan besi dari Bukit Barampuang Nagari Lolo, Kecamatan Pantai Cermin, Kabupaten Solok, Sumatera Barat. Penelitian ini dilakukan untuk melihat karakteristik batuan besi pada tempat tersebut. Metode yang digunakan adalah pengukuran suseptibilitas massa dan difraksi sinar-X. Dari penelitian tersebut diperoleh rata-rata persentase bijih besi untuk daerah tersebut adalah 95,71%. Rata-rata nilai suseptibilitas massa untuk ketinggian 1 m adalah $8884,27 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$ dan untuk ketinggian 3 m adalah $6.198,57 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$. Sifat magnetik batuan besi ini masuk ke dalam kelompok ferromagnetik. Karakterisasi dengan XRD menunjukkan kandungan mineral dari batuan besi adalah Magnetite (Fe_3O_4), Goethite ($\text{FeO}(\text{OH})$), dan Quartz (SiO_2).

Kata kunci : batuan besi, suseptibilitas magnet, difraksi sinar-X



**MAGNETIC CHARACTERIZATION OF IRON STONE
BARAMPUANG HILL NAGARI LOLO, PANTAI CERMIN DISTRICT,
SOLOK, WEST SUMATERA**

ABSTRACT

Characterization on iron stone sample from Bukit Barampuang Nagari Lolo, Pantai Cermin District, Solok Regency, West Sumatera. Have been conducted using mass magnetic susceptibility measurements and X-ray diffraction. Result show that the average percentage of iron ore for the region is 95.71%. The average values of mass susceptibility at height 1 m is $8884.27 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ and at height of 3 m is $6198.57 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$. From its magnetic susceptibility, iron stone from this area chategorized into ferromagnetic. XRD showed the mineral contents of rocks are iron Magnetite (Fe_3O_4), Goethite ($\text{FeO}(\text{OH})$), and Quartz (SiO_2).

Keyword :Iron stone, magnetic susceptibility, X-Ray diffraction



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTARLAMPIRAN	x
 BAB IPENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Manfaat.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Landasan Teori	
2.2.1 Bijih Besi	4
2.2.2 Suseptibilitas Magnetik	6
2.2.3 Sifat Kemagnetan Bahan	7
2.2.4 XRD (X-Ray Diffractometer)	10

2.2.5 Geologis Daerah Kabupaten Solok.....	13
--------------------------------------------	----

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	20
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	
3.2.1 Alat.....	21
3.2.2 Bahan.....	23
3.3 Pengumpulan Sampel.....	23
3.4 Persiapan Sampel.....	24
3.5 Pengambilan Data.....	24
a. Massa Bijih Besi.....	24
b. Suseptibilitas Massa.....	25
c. Kandungan Mineral dalam bijih besi.....	25
3.6 Pengolahan data.....	25
3.7 Skema Kerja.....	26

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Persentase Bijih Besi dalam Batuan Besi.....	28
4.2 Suseptibilitas Magnetik Bijih Besi.....	30
4.3 Kandungan Mineral.....	35

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan..... 40

5.2 Saran..... 40

DAFTAR KEPUSTAKAAN..... 41



DAFTAR TABEL

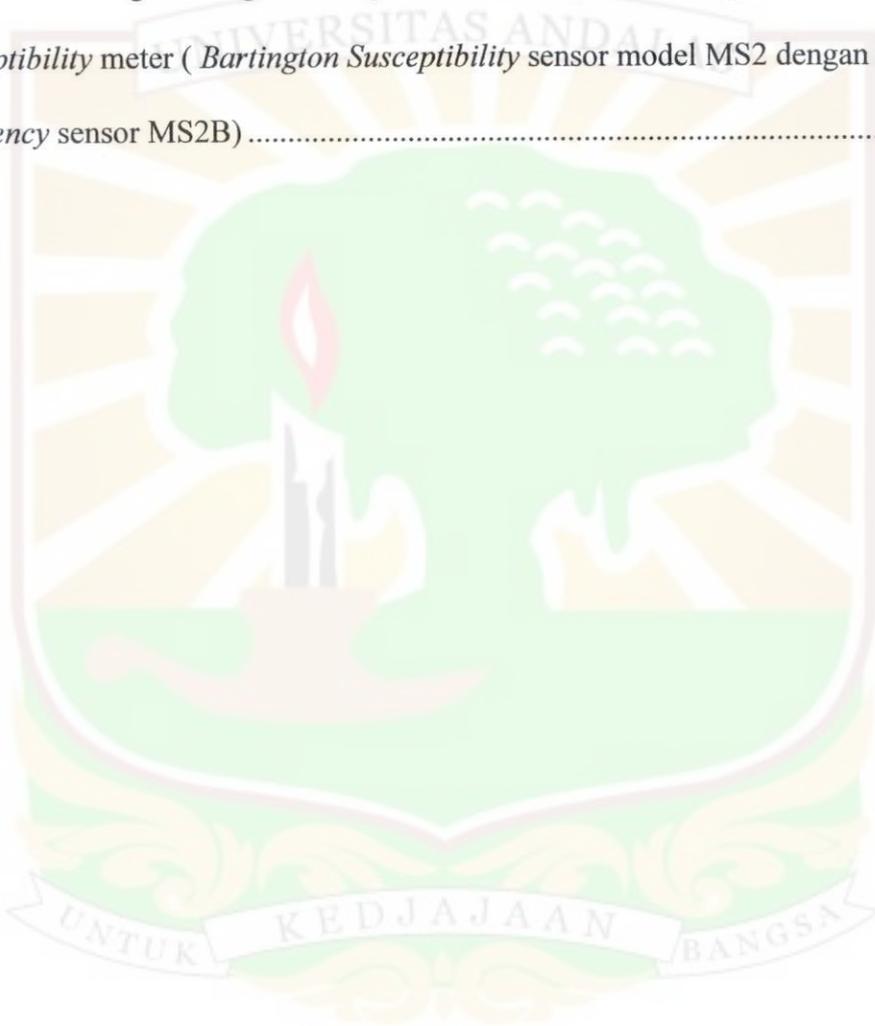
	Halaman
Tabel 2.1 Klasifikasi material magnetik.....	9
Tabel 4.1 Persentase massa bijih besi dari Bukit Barampuang Nagari Lolo, Kecamatan Pantai Cermin, Kabupaten Solok dengan ketinggian 1m.....	28
Tabel 4.2 Persentase massa bijih besi dari Bukit Barampuang Nagari Lolo, Kecamatan Pantai Cermin, Kabupaten Solok dengan ketinggian 3 m.....	29
Tabel 4.3 Suseptibilitas batuan besi dari bukit barampuang dengan ketinggian 1 m dari permukaan tanah	31
Tabel 4.4 Suseptibilitas bijih besi dari Bukit Barampuang dengan ketinggian 3 m dari permukaan tanah	32

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Contoh pola hasil analisis tanah liat dengan menggunakan XRD	12
Gambar 3.1. Daerah tempat pengambilan sampel	20
Gambar 3.2 <i>Magnetic Susceptibility meter</i>	21
Gambar 3.3 Timbangan	22
Gambar 3.4 Global Positioning system(GPS)	22
Gambar 3.5 Los Angeles (LA).....	22
Gambar 3.6 Ayakan 50mesh.....	23
Gambar 3.7 Magnet	23
Gambar 3.8 Batuanbesi.....	24
Gambar 3.9 Diagram Alir Skema Kerja	26
Gambar 4.1 Grafik persentase massa bijih besi untuk ketinggian 1 m dan 3 m....	30
Gambar 4.2 Grafik suseptibilitas bijih besi untuk ketinggian 1 m dan 3 m.....	33
Gambar 4.3 Grafik pola hasil XRD batuan besi sampel A.....	35
Gambar 4.4 Grafik pola hasil XRD batuan besi sampel B	37

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Peta Kabupaten Solok.....	43
Lampiran 2 Data Hanawalt	44
Lampiran 3 Langkah-langkah mengkarakterisasi bijih besi dengan <i>magnetic susceptibility</i> meter (<i>Bartington Susceptibility</i> sensor model MS2 dengan <i>Dual frequency</i> sensor MS2B)	46



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Logam besi atau Ferrum (Fe) merupakan salah satu jenis logam yang paling banyak dipergunakan untuk kehidupan manusia, mulai dari keperluan rumah, pertanian, permesinan, hingga alat transportasi. Besi adalah salah satu unsur logam pembentuk kerak bumi yaitu sekitar 4,7% - 5%. Besi adalah logam yang dihasilkan dari batuan besi, kebanyakan besi terdapat dalam bentuk batuan, pasir dan tanah yang beroksidasi. Kadang besi terdapat sebagai kandungan tanah (residual), namun jarang yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Endapan besi yang ekonomis umumnya berupa *magnetite*, *hematite*, *limonite* dan *siderite* (M. L. Jensen & Bafeman, 1981).

Selain itu, mineral-mineral magnetik seperti *magnetite*, *hematite* dan *maghemite* yang terdapat pada bijih besi memiliki potensi yang cukup besar untuk dikembangkan sebagai bahan industri seiring dengan kemajuan teknologi. Saat ini, *magnetite* digunakan sebagai bahan dasar untuk tinta kering/ toner pada mesin photo-copy dan printer laser, *maghemite* adalah bahan utama untuk pita kaset. Ketiga mineral tersebut juga digunakan sebagai bahan dasar untuk industri magnet permanen (Yulianto, 2002).

Di provinsi Sumatera Barat terdapat beberapa daerah yang memiliki cadangan besi yang cukup besar, salah satunya daerah yang berpotensi memiliki kandungan bijih besi tersebut yaitu di Bukit Barampuang Nagari Lolo,

Kecamatan Pantai Cermin, Kabupaten Solok. Nagari ini sebelah Utara berbatasan dengan Nagari Air Dingin, Selatan dengan Nagari Surian, Barat dengan Painan dan Timur dengan Nagari Sungai Abu.

Keberadaan batuan besi di Nagari Lolo ini masih belum dikelola dengan baik, padahal batuan besi yang ada tersebut memiliki nilai ekonomis yang sangat tinggi dan memiliki manfaat yang besar dalam kehidupan. Selama ini batuan besi ditambang dan dijual masih dalam bentuk mentah sehingga mempunyai nilai jual yang rendah. Untuk meningkatkan nilai jualnya perlu dilakukan penelitian dan karakterisasi tentang kualitas batuan besi tersebut. Dengan mengetahui sifat-sifat fisika dari batuan besi, maka dapat dilakukan tindak lanjut pemanfaatan batuan besi tersebut.

1.2 Tujuan Penelitian

Menentukan karakteristik batuan besi yang terdapat di Bukit Barampuang Nagari Lolo, Kecamatan Pantai Cermin, Kabupaten Solok, Sumatera Barat.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat memberi informasi tentang peluang pemanfaatan batuan besi sehingga dapat meningkatkan nilai ekonomis batuan tersebut.

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini dibatasi jumlah pengambilan sampel sebanyak 14 sampel. Karakteristik yang ditinjau adalah kandungan bijih besi, suseptibilitas massa dan kandungan mineral dari bijih besi.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Sebelumnya pernah dilakukan penelitian hasil sintesis dan karakterisasi batuan besi yang berasal dari Sungai Kuyit Kabupaten Solok Selatan. Material utama penyusun batuan besi tersebut adalah *hematite* (α -Fe₂O₃), (Kelompok Program Penelitian Mineral Logam, 2006). Selain itu, penelitian tentang karakterisasi sifat magnet batuan besi pernah dilakukan oleh Noraida pada tahun 2011 di Kabupaten Pasaman Barat. Dari hasil penelitiannya didapatkan bahwa mineral utama penyusun batuan besi adalah *magnetite* (Fe₃O₄) dengan sifat magnetik ferromagnetik.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Bijih Besi

Besi merupakan salah satu unsur yang paling banyak di bumi, membentuk 5 % dari kerak bumi (Gusrini, 2004). Di alam besi itu lebih dikenal dengan istilah bijih besi. Kebanyakan bijih besi ini merupakan jenis oksida besi seperti *magnetite* (Fe₃O₄), *hematite* (α -Fe₂O₃) dan *maghemite* (γ -Fe₂O₃). Dalam perindustrian, besi dihasilkan dari bijih yang disebut bijih besi melalui penurunan oleh karbon pada suhu sekitar 2000⁰ C.

Magnetite mempunyai sifat magnet dan sangat keras dibandingkan dengan *hematite*. *Magnetite* juga merupakan mineral magnetik yang terkuat (Butler,

1992). Namun mineral bijih besi yang ada di alam sering mempunyai kandungan keduanya, baik *magnetite* maupun *hematite*. Adapun yang termasuk kedalam sifat-sifat bijih besi antara lain yaitu;

1. Berkilau seperti warna keabuan
2. Berwujud padat
3. Mempunyai titik leleh 1811°K dan titik didih 3134°K
4. Merupakan logam ferromagnetik
5. Penghantar panas yang baik (Himdika, 2008)

Bijih besi yang terdapat di Sumatera Barat terbentuk sebagai cebakan bijih besi seperti skarn (cebakan bijih besi metasomatik kontak). Metasomatik kontak adalah hasil proses kimia dari uap air dan cairan magma yang dekat dengan lingkungan magma (terlihat sebagai gejala kontak antara batuan yang lebih tua dengan magma yang baru ditinjau dengan sudut geologi). Sifat-sifat dari cebakan bijih besi skarn ini adalah ;

1. Berbentuk masif dengan susunan terdiri atas mineral-mineral oksida besi seperti *magnetite*, *hematite*, *siderite* dan *goethite* berasosiasi dengan mineral sulfida seperti *pyrite* dan *kalkopirite* serta ditandai dengan mineral-mineral skarn.
2. Jenis cebakan ini sering ditemukan dalam bentuk endapan alluvial, yaitu berupa ongkongan bongkahan batuan yang terutama mengandung mineral bijih *magnetite* dan *hematite*.
3. Kadar Fe yang dikandung bijih besi dari jenis cebakan ini berkisar antara 50% - 70 %.

Cebakan bijih besi tipe metasomatik kontak ini dianggap sangat baik untuk kebutuhan industri baja, karena tidak mengandung pengotor yang dapat mengganggu proses metalurgi (Sutisna, 2007).

2.2.2 Suseptibilitas Magnetik

Suseptibilitas magnetik adalah sejauh mana suatu material dapat menjadi sifat magnet dalam medan magnet eksternal. Jika rasio magnetisasi diungkapkan per unit volume, maka suseptibilitas volume didefinisikan sebagai

$$k = \frac{M}{H} \quad 2.1$$

dimana M adalah magnetisasi induksi volume dalam bahan (Am^{-1}), H adalah medan magnet eksternal (Am^{-1}), dan κ adalah suseptibilitas volume (tanpa dimensi).

Selanjutnya suseptibilitas juga dinyatakan sebagai suseptibilitas massa (χ), yang didefinisikan sebagai

$$\chi = \frac{\kappa}{\rho} \quad 2.2$$

dimana ρ adalah densitas material (kg m^{-3}). Jadi dimensi suseptibilitas massa χ kebalikan dengan densitas ρ yaitu $\text{m}^3 \text{kg}^{-1}$.

Intensitas magnet suatu bahan ditentukan juga oleh faktor suseptibilitas magnet κ dari bahan tersebut, yaitu kemampuan dari suatu bahan dalam menerima sifat magnet dari medan magnet bumi. Suseptibilitas volume suatu bahan sebanding dengan konsentrasi kelompok mineral magnetik di dalam bahan tersebut. Harga suseptibilitas magnet suatu bahan terhadap pengaruh magnet yang

pada umumnya erat kaitannya dengan kandungan mineral dan oksida besi. Semakin besar kandungan mineral magnetik di dalam bahan, akan semakin besar harga suseptibilitasnya. Dengan mengetahui nilai suseptibilitas magnetik suatu bahan, maka dapat diketahui sifat-sifat magnetik lain dari bahan tersebut.

2.2.3 Sifat Kemagnetan Bahan

Semua bahan yang terdapat di muka bumi ini tersusun atas atom-atom, setiap atom terdiri dari inti atom dan elektron yang mengelilingi atom. Elektron adalah partikel penyusun atom yang bermuatan negatif. Elektron mengitari inti pada lintasan tertentu. Gerakan elektron ini yang kemudian diasumsikan sebagai arus listrik yang mengalir dalam sebuah kawat yang menimbulkan medan magnet di sekitar kawat tersebut. Ternyata sifat magnetik suatu bahan pun disebabkan oleh elektron dalam atom. Berdasarkan sifat medan magnet atomis, bahan dibagi menjadi tiga golongan, yaitu

1. Diamagnetik

Bahan diamagnetik merupakan bahan yang memiliki nilai suseptibilitas negatif dan sangat kecil. Sifat diamagnetik ditemukan oleh Faraday pada tahun 1846 ketika sekeping bismuth ditolak oleh kedua kutub magnet, hal ini memperlihatkan bahwa medan induksi dari magnet tersebut menginduksi momen magnetik pada bismuth pada arah yang berlawanan dengan medan induksi pada magnet (Tipler, 2001). Contoh bahan diamagnetik adalah bismuth, grafit, gipsum, marmer, kuarsa, garam dan lain-lain.

2. Paramagnetik

Paramagnetik muncul dalam bahan yang atom-atomnya memiliki momen magnetik permanen yang berinteraksi satu sama lain secara sangat lemah. Apabila tidak terdapat medan magnetik luar, momen magnetik ini akan berorientasi acak. Dengan daya medan magnetik luar, momen magnetik ini arahnya cenderung sejajar dengan medannya, tetapi ini dilawan oleh kecenderungan momen untuk berorientasi acak akibat gerakan termalnya. Perbandingan momen yang menyearahkan dengan medan ini bergantung pada kekuatan medan dan pada temperaturnya (Tipler, 2001). Bahan paramagnetik termasuk Piroksen, Olivin, Garnet, Biotit, Amfibolit dan lain-lain.

3. Ferromagnetik

Bahan ferromagnetik adalah bahan yang mempunyai resultan medan magnet atom besar, disebabkan oleh momen magnetik spin elektron. Pada bahan ini banyak spin elektron yang tidak berpasangan, masing-masing spin elektron yang tidak berpasangan ini menimbulkan medan magnet, sehingga medan magnet total yang dihasilkan atom menjadi besar. Medan magnet dari masing-masing atom dalam bahan ferromagnetik sangat kuat, sehingga interaksi diantara atom dan tetangganya menyebabkan sebagian besar atom akan mensejajarkan diri membentuk kelompok-kelompok, kelompok inilah yang dikenal dengan *domain*. Bahan yang termasuk ferromagnetik seperti besi, nikel dan kobalt. Sifat Suseptibilitas κ positif dan jauh lebih besar dari satu. Suseptibilitas κ bergantung dari temperatur.

Pada temperatur ruangan, hanya besi (Fe), nikel (Ni), kobalt (Co), dan gadolinium (Gd) yang merupakan elemen feromagnetik, tetapi beberapa elemen pada temperatur rendah dan logam-logam campuran yang komponennya tidak feromagnetik juga memperlihatkan efek-efek feromagnetik (Allonso,1992).

Dalam batuan dan tanah, mineral feromagnetik umumnya berasal dari keluarga besi-titanium oksida (*magnetite, hematite, maghemite*), sulfida besi (*pyrite, pyrrhotite*), dan hidro oksida besi (*goethite*) (Bijaksana dkk, 2002). Dari segi kuantitas keberadaan mineral-mineral ini sangat kecil. Meskipun demikian, keberadaan mineral-mineral tersebut pada tanah atau batuan, fasa, ukuran dan bentuk bulirnya erat kaitannya dengan genesa serta perubahan lingkungan yang dialami oleh tanah atau batuan tersebut.

Tabel 2.1. Sifat magnetik dari sejumlah batuan dan mineral magnetik (Hunt dkk., 1995)

Batuan/ Mineral	Massa Jenis (10^3 kg m^{-3})	Suseptibilitas Magnetik		T_c ($^{\circ}\text{C}$)
		Volume (k) (10^{-6} SI)	Massa (χ) ($10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$)	
Batuan beku				
<i>Andesite</i>	2,61	170.000	6.500	
<i>Basalt</i>	2,99	250-180.000	8,4-6.100	
<i>Diorite</i>	2,85	630-130.000	22-4.400	
<i>Gabbro</i>	3.03	1.000-90.000	24-30.000	
<i>Granite</i>	2,64	0-50.000	0-1.900	
Batuan Beku Asam (rata-rata)	2,61	38-82.000	1,4-3.100	
Batuan Beku Basa (rata-rata)	2,79	550-120.000	20-4.400	
Batuan Sedimen				
Lempung	1,70	170-250		
Batu Bara	1,35	25	1,9	
Gamping	2,11	2-25.000	0,1-1.200	
Batu Pasir	2,24	0-20.900	0-931	
Batu Sedimen (rata-rata)	2,19	0-50.000	0-2.000	
Batuan Malihan				
<i>Amphibolite</i>	2,96	750	25	

<i>Gneiss</i>	2,80	0-25.000	0-900	
<i>Quartzite</i>	2,60	4.400	170	
<i>Schist</i>	2,6	26-3.600	1-110	
<i>Slate</i>	2,79	0-35.000	0-1.00	
Batuan Malihan (rata-rata)	2,76	0-73.000	0-2.600	
Mineral Magnetik				
<i>Magnetite</i> (Fe ₃ O ₄ ; Ferimagnetik)	5.18	1.000.000- 5.700.000	20.000- 140.000	575-585
<i>Hematite</i> (Fe ₂ O ₃ ;canted antiferomagnetik)	5.26	500-40.000	10-760	675
<i>Maghematite</i> (Fe ₂ O ₃ ; ferimagnetik)	4.90	2.000.000- 2.500.000	40.000- 50.000	-600
<i>Ilmenite</i> (FeTiO ₃ ; antiferomagnetik)	4.72	2.000- 3.800.000-	45-80.000	-233
<i>Pyrite</i> (FeS ₂)	5.02	35-5.000	1-100	
<i>Pyrrhotite</i> (Fe ₇ S ₈ ; ferimagnetik)	4.62	3.200.000	69.000	320
<i>Goethite</i> (FeOOH; antiferomagnetik)	4.27	1.100-12.000	26.280	-120
Mineral non- magnetik				
Kuarasa(SiO ₂)	2.65	-(13-17)	-(0.5-0.6)	
Kalsit(CaCO ₃)	2.83	-(7.5-39)	-(0.3-1.4)	
<i>Halite</i> (NaCl)	2.17	-(10-16)	-(0.48-0.75)	
Galena(PbS)	7.50	-33	-0.44	

2.2.4 X-Ray Diffractometer (XRD)

Difraktometer sinar-X (*X-Ray Diffractometer*), atau yang sering dikenal dengan XRD, adalah instrumen yang digunakan untuk mengidentifikasi material kristalit maupun non-kristalit, seperti identifikasi struktur kristalit (kualitatif) dan fasa (kuantitatif) dalam suatu bahan.

XRD memiliki beberapa kegunaan antara lain: membedakan antara material yang bersifat kristal dengan amorf, karakterisasi material kristal, identifikasi mineral-mineral yang berbutir halus seperti tanah liat, penentuan dimensi-dimensi sel satuan. Dari penggunaan *X-Ray Diffractometer* tersebut, kita akan memperoleh

suatu pola difraksi dari bahan yang kita analisis. Dari pola tersebut, kita akan mendapatkan beberapa informasi antara lain: panjang gelombang yang digunakan (λ), orde pembiasan / kekuatan intensitas (n), sudut antara sinar datang dengan bidang normal (θ).

Prinsip kerja XDR adalah sebagai berikut : dasar dari prinsip pendifraksian sinar X yaitu difraksi sinar-X terjadi pada hamburan elastis foton-foton sinar-X oleh atom dalam sebuah kisi periodik. Hamburan monokromatis sinar-X dalam fasa tersebut memberikan interferensi yang konstruktif. Dasar dari penggunaan difraksi sinar-X untuk mempelajari kisi kristal adalah berdasarkan persamaan Bragg (persamaan 2.3)

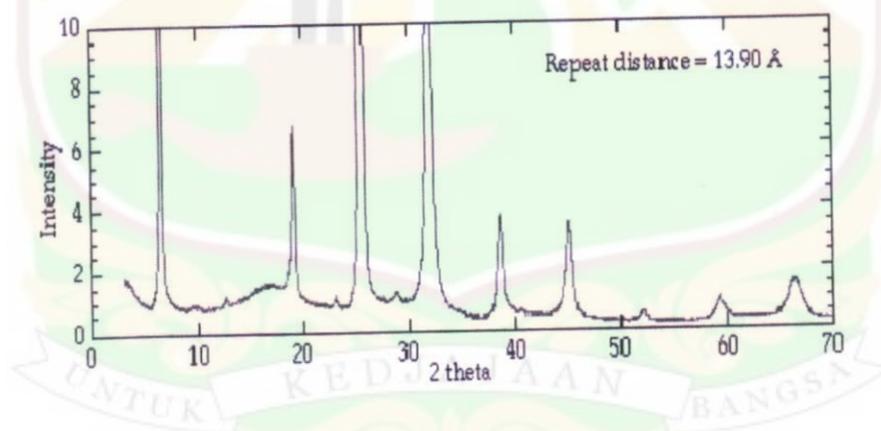
$$n\lambda = 2d\sin\theta ; \quad 2.3$$

dengan λ adalah panjang gelombang, d adalah jarak antar bidang, θ adalah sudut hambur dan n adalah nomor orde hamburan ($n = 1, 2, \dots$).

Berdasarkan Persamaan 2.3, jika seberkas sinar-X di jatuhkan pada sampel kristal, maka bidang kristal itu akan membiaskan sinar-X yang memiliki panjang gelombang sama dengan jarak antar kisi dalam kristal tersebut. Sinar yang dibiaskan akan ditangkap oleh detektor kemudian diterjemahkan sebagai sebuah puncak difraksi. Makin banyak bidang kristal yang terdapat dalam sampel, makin kuat intensitas pembiasan yang dihasilkannya. Tiap puncak yang muncul pada pola XRD mewakili satu bidang kristal yang memiliki orientasi tertentu dalam sumbu tiga dimensi. Puncak-puncak yang didapatkan dari data pengukuran ini kemudian dicocokkan dengan standar difraksi sinar-X untuk hampir semua jenis material.

Prinsip kerja XRD secara umum adalah sebagai berikut : XRD terdiri dari tiga bagian utama, yaitu tabung sinar-X, tempat objek yang diteliti, dan detektor sinar-X. Sinar-X dihasilkan di tabung sinar-X yang berisi katoda memanaskan filamen, sehingga menghasilkan elektron.

Perbedaan tegangan menyebabkan percepatan elektron akan menembaki objek. Ketika elektron mempunyai tingkat energi yang tinggi dan menabrak elektron dalam objek sehingga dihasilkan pancaran sinar-X. Objek dan detektor berputar untuk menangkap dan merekam intensitas refleksi sinar-X. Detektor merekam dan memproses sinyal sinar-X dan mengolahnya dalam bentuk grafik. Gambar 2.1 merupakan contoh pola hasil analisis tanah liat dengan menggunakan XRD.



Gambar 2.1 Contoh pola hasil analisis tanah liat dengan menggunakan XRD.(Sumber : Cahyo dkk, 2009)

Sinar-X dihasilkan oleh sepasang elektroda yang terdapat dalam tabung sinar-X, dimana elektron dihasilkan dari pemanasan elektron bertegangan rendah (katoda) yang terbuat dari filament tungsten. Elektron dipercepat dengan

kecepatan sangat tinggi kearah anoda sehingga elektron-elektron kehilangan energi karena terjadi tumbukan dengan anoda dan menghasilkan sinar-X. Pada proses tumbukan ada tiga hal yang terjadi yaitu hamburan (scattering), interferensi dan difraksi. Hamburan adalah penyerapan radiasi penumbuk dan dipancarkan kembali dengan arah yang berbeda, interferensi adalah superposisi dari dua atau lebih gelombang yang terhambur dan difraksi adalah interfrensi konstruktif dari gelombang yang terhambur. Seberkas sinar-X yang sejajar dan monokromatis pada suatu Kristal akan didifraksikan oleh atom-atom penyusun Kristal.

2.2.5 Geologis Daerah Kabupaten Solok

a. Keadaan Geografi

Pemekaran wilayah Kabupaten Solok pada akhir tahun 2003 telah melahirkan satu kabupaten baru yaitu Kabupaten Solok Selatan. Dengan terjadinya pemekaran ini berarti luas wilayah Kabupaten Solok mengalami pengurangan secara signifikan dari semula 708 402 Ha (7 084.02 Km²) menjadi 373 800 Ha (3 738.00 Km²). Secara geografis letak Kabupaten Solok berada antara 010 20' 27" dan 010 2'39" Lintang Selatan dan 1000 25' 00" dan 1000 33' 43" Bujur Timur. Topografi wilayah sangat bervariasi antara dataran, lembah dan berbukit-bukit dengan ketinggian antara 329 meter – 1 458 meter di atas permukaan laut.

Kabupaten Solok disamping punya banyak sungai juga memiliki banyak danau yang terkenal dengan pesona keindahan alamnya. Diantara danau-danau tersebut, yang terluas adalah Danau Singkarak, diikuti oleh

Danau Kembar (Danau Diatas dan Danau Dibawah) serta Danau Talang. Disamping itu Kabupaten Solok juga memiliki satu gunung berapi yaitu Gunung Talang.

Ditinjau dari komposisi pemanfaatan lahan, pada tahun 2009 sebagian besar (38.88%) wilayah Kabupaten Solok masih berstatus hutan negara dan 16.02% berstatus hutan rakyat. Sedangkan yang diolah rakyat untuk ladang/kebun 10.32% dan dikelola perusahaan perkebunan 2.09%. Pemanfaatan lahan untuk sawah lebih kurang 6.30% dan merupakan areal sawah terbesar di Sumatera Barat.

b. Perhubungan

Total panjang jalan di Kabupaten Solok sampai akhir tahun 2009 berjumlah 1 421.63 km, dengan rinci menurut status jalan, jalan nasional 66.21 km, jalan provinsi 118.09 km dan jalan kabupaten 1 237.33 km. Jika dilihat dari kondisi jalan, terdapat peningkatan jalan berkualitas baik sebesar 12.3 persen dari tahun lalu. Sedangkan jalan berkualitas sedang, jalan berkualitas rusak dan jalan dalam kondisi rusak berat mengalami penurunan 5.83 persen, 22.68 persen dan 2.7 persen dari tahun 2008.

c. Geologi Regional

Tektonik Pulau Sumatera terbentuk akibat interaksi subduksi antara lempeng Samudera Hindia-Australia dengan lempeng Benua Asia (Katili, 1980). Pulau Sumatera juga merupakan bagian dari Busur Sunda Banda atau "Sunda-Banda Arc", yang termasuk dalam jalur Busur Magmatik atau "Magmatic Arc" (Katili, 1980).

Propinsi Sumatera Barat dengan luas $\pm 42.297,30 \text{ km}^2$ dan terletak pada posisi geografis $00^{\circ} 54' \text{ LU} - 03^{\circ} 30' \text{ LS}$ dan $98^{\circ} 36' - 101^{\circ} 53' \text{ BT}$ merupakan salah satu wilayah di kepulauan Indonesia yang memiliki tatanan geologi sangat kompleks. Kondisi ini disebabkan letaknya yang berada pada daerah tumbukan dua lempeng tektonik besar yaitu Lempeng India-Australia yang bergerak relatif $52 - 60 \text{ mm/tahun}$ di bagian selatan dan Lempeng Eurasia di bagian utara yang ditandai dengan terdapatnya pusat-pusat gempa tektonik (laut) di Kepulauan Mentawai dan sekitarnya.

Akibat tumbukan kedua lempeng besar ini selanjutnya muncul gejala tektonik lainnya yaitu busur magmatik yang ditandai dengan munculnya rangkaian pegunungan Bukit Barisan beserta gunung apinya (G. Tandikat, G. Marapi, G. Talang dan G. Kerinci) dan Sesar Besar Sumatera yang memanjang searah dengan zona tumbukan kedua lempeng yang bergerak 22 mm/tahun relatif mendatar mengangan berarah Baratlaut-Tenggara dan merupakan pusat-pusat gempa tektonik di darat.

Dampak positif dari tatanan geologi ini pada wilayah Propinsi Sumatera Barat umumnya dan Kabupaten Solok khususnya yaitu terdapatnya jalur mineralisasi dan berbagai macam bahan galian tambang. Jalur magmatik yang muncul di wilayah Provinsi Sumatera Barat menghasilkan berbagai jalur mineralisasi yang ditandai munculnya mineral-mineral berharga, seperti : bijih besi, mangan, timah hitam, emas, perak, tembaga dan mineral lainnya. Sedangkan di luar jalur magmatik dijumpai endapan batubara yang menempati sedimen-sedimen antara pegunungan, baik yang sudah dieksploitasi maupun yang belum.

Bahan galian lain selain mineral logam dan batubara, juga bahan galian non logam antara lain kaolin, bentonit, tanah liat, oker, perlit, pasir kuarsa, batugamping untuk semen, feldspar dan lain sebagainya.

d. Geomorfologi

Secara geomorfologi daerah Kabupaten Solok dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) satuan morfologi) sebagai berikut :

❖ Satuan morfologi dataran;

Satuan morfologi dataran terdapat di sekitar wilayah Danau Singkarak, dibangun oleh satuan endapan permukaan, berada pada ketinggian \pm 500 meter dari permukaan laut.

❖ Satuan morfologi perbukitan berlereng sedang hingga terjal;

Satuan morfologi perbukitan berlereng sedang hingga terjal, dibangun oleh kelompok batuan sedimen dan kelompok batuan malihan, berada pada ketinggian antara 550 m hingga 2600 m dari permukaan laut, dengan pola aliran sungai dendritik dan sub anguler.

❖ Satuan morfologi gunungapi strato;

Satuan morfologi gunungapi strato seperti gunungapi Talang, berada pada ketinggian antara 600 m hingga 2900 m dari permukaan laut. Dibangun oleh perulangan satuan lava dan satuan piroklastik letusan gunungapi Talang, dengan pola aliran sungai radier.

e. Stratigrafi

Berdasarkan Peta Geologi Lembar Solok, Sumatra, Skala 1 : 250.000 oleh P.H. Silitonga dan Kastowo, 1976, satuan stratigrafi kabupaten solok

dikelompokkan berdasarkan genesa batuan dari umur yang muda ke umur tua, dengan uraian sebagai berikut :

1. Endapan permukaan :

Aluvium sungai (Qal) ; berupa lempung, pasir, kerikil dan bongkah batuan beku, kwarsit dan macam lainnya. Diendapkan sepanjang dataran banjir sungai besar. Berumur Kwartter. Kipas Aluvium (QF) ; Kebanyakan berupa rombakan andesit dari gunungapi. Permukaan endapan ini yang terdiri dari tanah laterit tertutupi bongkah-bongkah andesit.

2. Batu sedimen:

Anggota atas formasi ombilin (Tmou) ; berupa lempung dan napal berwarna abu-abu semu biru sampai semu hijau, dengan sisipan batupasir, konglomerat dan batupasir tufaan berwarna kehijau-hijauan, mengandung kapur dan berfosil. Fosil-fosilnya (kumpulan no. PHS 38) meliputi foraminifera kecil *Globigerinoides ruber*, *G. Trilobus*, *G. Sacculifer*, *G. Sicanus* dan foraminifera besar *Operculina* dan *Miogypsina exc.* Fosil-fosil tersebut yang diteliti oleh Darwin Kadar dari Direktorat Geologi, 29 Februari 1972 menunjukkan umur Miosen Awal. Dekat desa Batuanjung (Lalan) kira-kira 15 km timur-tenggara Sijunjung terdapat rembesan minyak bumi yang timbul-henti di sebuah anak sungai kecil.

3. Anggota filit dan serpih formasi:

Berupa serpih dan filit berwarna kemerah-merahan sampai coklat tua, agak sekisan. Mengandung sisipan tipis batusabak abu-abu tua, kwarsit,

batulanau, rijang abu-abu tua dan aliran lava bersusunan andesit sampai basal. Secara setempat batuan ini bermalih menjadi sekis, genes, dan batu tanduk pada kontak dengan batuan intrusi.

4. Anggota batu gamping formasi (PCKl):

Batugamping pejal, berongga, berwarna putih, abu-abu dan kemerah-merahan. Mengandung sisipan-sisipan tipis batusabak, filit, serpih terkersikkan dan kwarsit. Pada umumnya membentuk topografi kasar berpunggung tajam. Batugamping sebelah timur danau singkarak mengandung *Neoschwagerina* aff. *N. Craticulifera*, *Verbeekina* sp., *Chusenella* sp. Dan foraminifera kecil *Lunucamina* sp. Dan *Climacammina* sp. Yang telah diteliti oleh Donald A. Myers dari U.S.G.S. 13 Desember 1971 menunjukkan umur Perm Tengah bagian atas. Batugamping di sungai Kuantan (dekat Muko-Muko) mengandung *Syringopora*, *Endothyra* dan *Bigerina* yang menunjukkan umur Karbon Bawah atau bagian bawah Karbon Atas (Musper, 1930, h. 266).

5. Andesit gunung talang (Qatg) :

Breksi ,endapan lahar, aliran lava, lapili dan tufa, semuanya bersusunan basal dan andesit. Aliran lava mengandung fenokris andesin sampai plagioklase labradorit, piroksen-kli-no dan amfibol di dalam masa dasar kaca mikrolintan. Merupakan bahan gunungapi Talang yang masih aktif.

6. Bahan vulknik yang tak dipisahkan (Qtau) ;

Aliran-aliran, lahar, fanglomerat dan endapan kolovium lainnya. Susunannya berkisar antara andesit sampai basal. Batuan basal umumnya telah mengalami kloritisasi dan bertekstur porfirit hipokristalin, berwarna hitam sampai abu-abu semu hijau. Asalnya tidak diketahui.

f. Struktur Geologi

Struktur yang mempengaruhi daerah ini adalah Sesar Sumatera: sesar geser mengangan dan sesar normal berarah baratlaut - tenggara. Sesar yang berkembang di daerah ini: sesar normal dan sesar mendatar. Sesar normal umumnya baratlaut – tenggara searah dengan Sesar Semangko. Sedangkan danau Singkarak merupakan manifestasi Sesar Besar Sumatra berbentuk graben. Struktur kekar/joint yang berkembang adalah kekar silang (cross joint) dan kekar tarik (tension joint), yang mana sebagian dari kekar-kekar tersebut terisi oleh mineralisasi.

Struktur geologi yang ditemukan di daerah Lubuk Selasih berupa sesar geser mengangan yang telah berkembang menjadi sesar normal, berarah barat laut-tenggara. Sesar geser mengiri yang berarah timurlaut-baratdaya. Sesar ini memotong satuan Lava, Tufa Breksi, Breksi Gunungapi, dan Tufa halus, sehingga diperkirakan sesar ini merupakan sesar tua yang terbentuk pada kala Miosen Akhir, yang teraktifkan lagi berkembang pada kala Plio-Pleistosen.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan September sampai Desember 2011 di beberapa laboratorium: di Laboratorium Material, Jurusan Teknik Sipil Universitas Andalas menghancurkan dan menggerus batuan besi, di Laboratorium Fisika Material, Jurusan Fisika Universitas Andalas untuk mengukur massa batuan besi, di Laboratorium Fisika Bumi, Jurusan Fisika Universitas Andalas untuk mengukur Suseptibilitas massa batuan besi, dan di Laboratorium Teknik Pertambangan ITB untuk menentukan kandungan mineral dengan XRD (*X-Ray Diffractometer*).

Gambar 3.1 adalah foto lokasi pengambilan sampel di Bukit Barampuang Nagari Lolo Kecamatan Pantai Cermin, Kabupaten Solok, Sumatera Barat dengan koordinat: S 01,21522°, E 100,85477°.



Gambar 3.1. Daerah tempat pengambilan sampel

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Peralatan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. *Magnetic Susceptibility Meter*

Magnetic Susceptibility Meter seperti pada Gambar 3.2 digunakan untuk mengukur nilai suseptibilitas magnetik bijih besi. *Magnetic Susceptibility Meter* yang digunakan adalah *Bartington Magnetic Susceptibility* sensor model MS2 dengan *dual frequency sensor* model MS2B.



Gambar 3.2 *Magnetic Susceptibility Meter*

2. *X-Ray Diffractometer (XRD)*

XRD dipergunakan untuk mengkarakterisasi material dan untuk melihat kandungan mineral yang terkandung dalam bijih besi.

3. Timbangan

Timbangan yang digunakan adalah *Electronic Balance* Model Lutren GM-300P. Timbangan digunakan untuk mengukur massa batuan besi.



Gambar 3.3 Timbangan

4. *Global Positioning system (GPS)*

GPS yang digunakan adalah GPS Garmin 60, yang berfungsi untuk menentukan posisi (koordinat) lokasi pengambilan batuan besi.



Gambar 3.4 *Global Positioning system (GPS)*

5. Penggerus digunakan untuk menggerus sampel dengan menggunakan penggerus *Los Angeles (LA)*.



Gambar 3.5 Alat penggerus

6. Ayakan 50 Mesh

Ayakan digunakan untuk mendapatkan sampel ukuran 50 mesh.



Gambar 3.6 Ayakan 50 mesh

7. Magnet

Magnet digunakan untuk memisahkan bijih besi yang terdapat pada sampel.



Gambar 3.7 Magnet

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan adalah batuan besi yang diambil di Bukit Barampuang Nagari Lolo, Kecamatan Pantai Cermin, Kabupaten Solok.

3.3 Pengumpulan Sampel

Batuan besi diambil disepanjang daerah singkapan yang terdapat pada areal pertambangan Bukit Barampuang Nagari Lolo. Panjang daerah singkapan sekitar 1000 m dan tinggi 20 m. Batuan besi diambil pada ketinggian 1 m dan 3 m dari atas permukaan tanah sebanyak 7 titik dengan jarak masing-masing titik 5 m. Untuk setiap titik diambil batuan besi sebanyak 100 g.



Gambar 3.8 Batuan Besi

3.4 Persiapan Sampel

Setelah diambil, batuan besi dibersihkan dari kotoran yang menempel dengan air, setelah itu dikeringkan. Setelah kering batuan besi dihancurkan dengan menggunakan palu dan digerus sehingga ukurannya menjadi butiran-butiran kecil, lalu diayak. Setelah butiran-butiran tersebut didapatkan, maka dipisahkan dengan menggunakan magnet.

3.5 Pengambilan Data

Data-data yang diambil pada penelitian ini adalah massa batuan besi, suseptibilitas massa dan menentukan kandungan mineral.

a. Massa Bijih Besi.

Setelah sampel batuan dibersihkan dan digerus, dilakukan pemisahan bijih besi dari sampel batuan dengan magnet. Selanjutnya bijih besi yang diperoleh ditimbang. Hal ini dilakukan untuk semua sampel.

b. Suseptibilitas Massa.

Setelah massa bijih besi ditentukan, kemudian dilakukan pengukuran suseptibilitas magnetnya dengan *Magnetic Susceptibility Meter*. Suseptibilitas yang diukur adalah suseptibilitas massa dari bijih besi sebesar 10 g untuk masing-masing sampel.

c. Kandungan Mineral dalam bijih besi

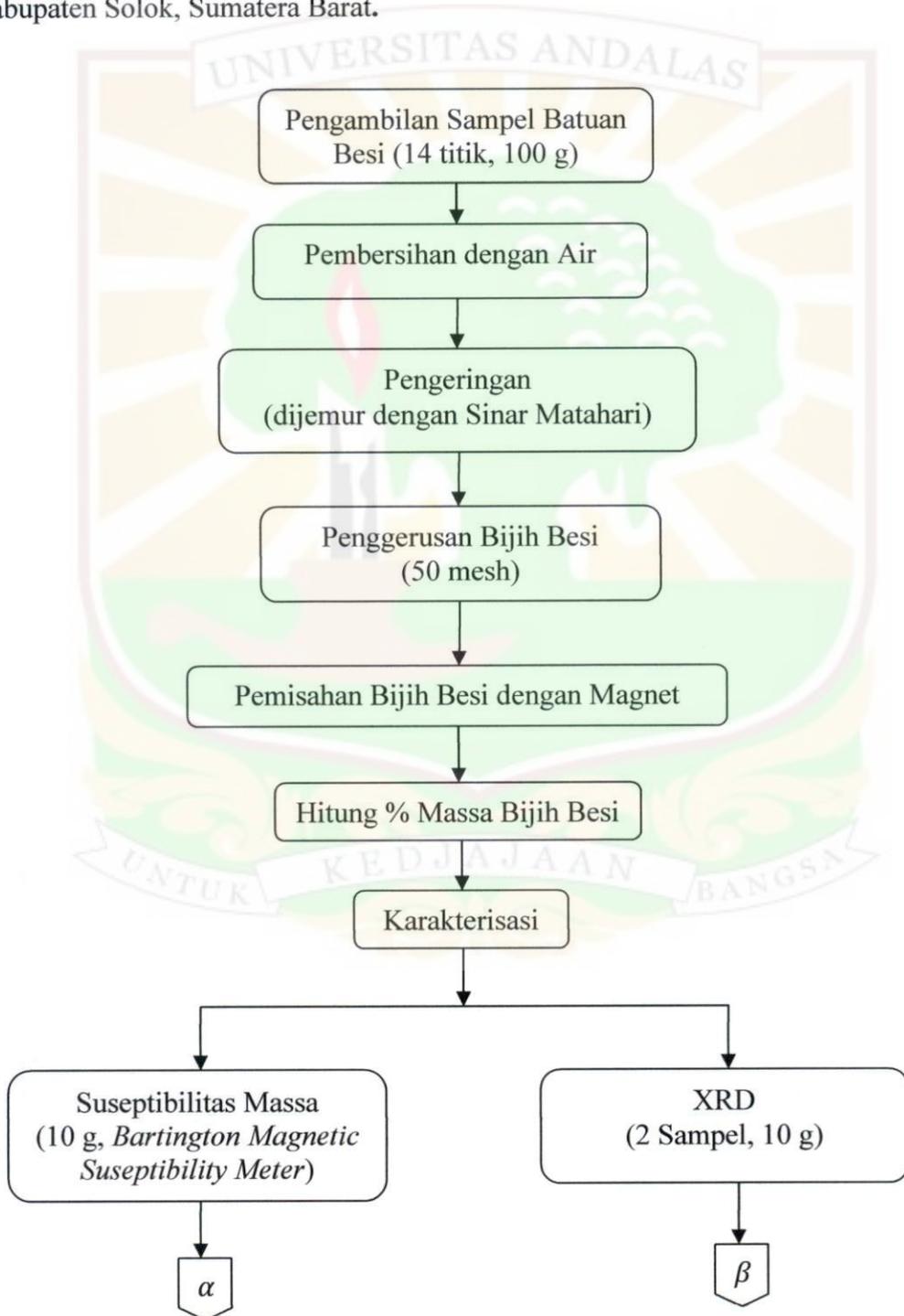
Untuk tahap selanjutnya ditentukan kandungan mineral batuan besi dengan menggunakan *X-Ray Diffractometer (XRD)*. Pengkarakterisasian atau penentuan kandungan mineral ini hanya dilakukan untuk dua sampel dengan nilai suseptibilitas yang mendekati nilai rata-ratanya.

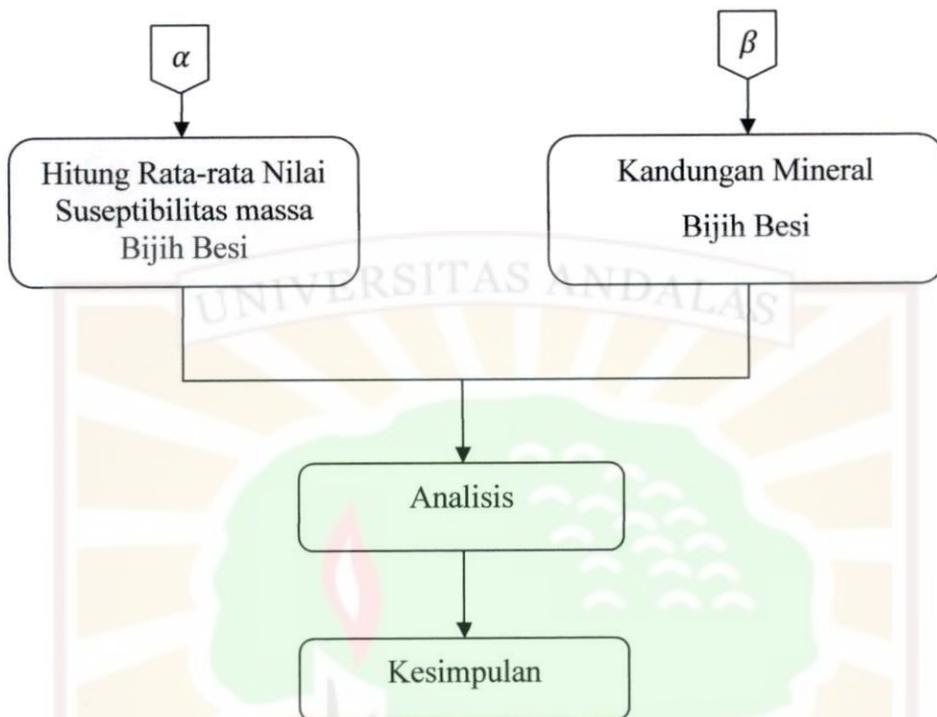
3.6 Pengolahan Data

Setelah diperoleh massa dan nilai suseptibilitas bijih besi kemudian dihitung nilai rata-rata massa dan suseptibilitas magnetik dari masing-masing sampel batuan besi.

3.7 Skema Kerja

Gambar 3.3 adalah diagram alir skema kerja dari karakterisasi magnetik batuan besi di Bukit Barampuang Nagari Lolo, Kecamatan Pantai Cermin, Kabupaten Solok, Sumatera Barat.





Gambar 3.3 Diagram alir skema kerja

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan dalam penelitian ini meliputi kandungan bijih besi, suseptibilitas magnetik, serta kandungan mineral magnetik yang terdapat pada bijih besi di daerah Bukit Barampuang Nagari Lolo, Kecamatan Pantai Cermin.

4.1 Persentase Bijih Besi dalam Batuan Besi

Jumlah bijih besi yang terkandung pada batuan besi yang terdapat pada daerah bukit barampuang, Nagari Lolo dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2. Dari Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa persentase massa bijih besi terbesar terdapat pada titik lokasi A6 sebesar 98,91 %, sedangkan persentase massa bijih besi terendah terdapat pada titik lokasi A1 sebesar 93,86 %. Adapun persentase massa batuan besi antara titik lokasi A2, A4 dan A5 memiliki nilai yang hampir sama yaitu sebesar 95,95 % - 97,98 %. Rata-rata total persentase bijih besi untuk ketinggian satu meter adalah 97,17 %.

Tabel 4.1 Persentase massa bijih besi dari Bukit Barampuang Nagari Lolo, Kecamatan Pantai Cermin, Kabupaten Solok dengan ketinggian 1 m.

Nama titik/ sampel	Massa (gram)/ pengukuran ke-				% massa
	1	2	3	Rata-rata	
A1	93.78	93.90	93.91	93.86	93.86
A2	95.96	95.95	95.95	95.95	95.95
A3	98.83	98.80	98.81	98.81	98.81
A4	97.95	97.94	97.93	97.94	97.94
A5	97.98	97.97	97.97	97.97	97.97
A6	98.90	98.90	98.93	98.91	98.91
A7	96.73	96.75	96.73	96.74	96.74
Rata-rata total				97.17	97.17

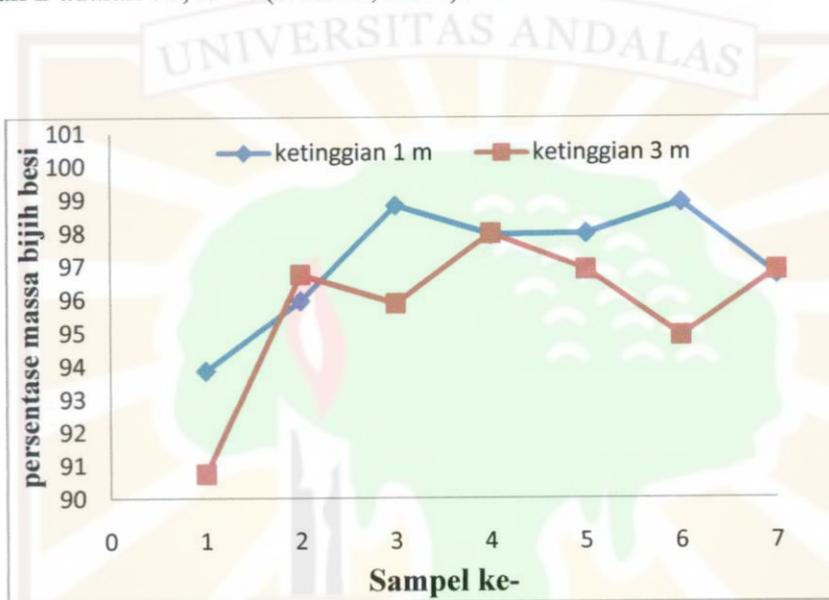
Tabel 4.2 menampilkan persentase massa bijih besi untuk ketinggian 3 m di atas permukaan tanah pada pertambangan bukit Barampuang Nagari Lolo. Dari Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa persentase massa bijih besi terendah terdapat pada titik lokasi B1 sebesar 90,74 %. Sedangkan, persentase massa bijih terbesar terdapat pada titik lokasi B4 adalah 97,97 %, adapun persentase massa bijih besi antara titik lokasi B2, B5 dan B7 memiliki nilai yang hampir sama yaitu 96,74 % - 96,87 %. Kemudian, rata-rata total persentase massa bijih besi untuk ketinggian tiga meter adalah 95,71 %. Kandungan bijih besi di daerah ini cukup tinggi dibandingkan dengan daerah Sungai Lasi Kabupaten Solok Selatan yaitu 77,38 %, kandungan bijih besi untuk daerah Surian Singkapan 1 Kabupaten Solok adalah 65,85 % dan kandungan bijih besi untuk daerah Surian Singkapan 2 adalah 78,15 % (Gusrini, 2004).

Tabel 4.2 Persentase massa bijih besi dari Bukit Barampuang Nagari Lolo, Kecamatan Pantai Cermin, Kabupaten solok dengan ketinggian 3 m.

Nama titik/ sampel	Massa (gram)/ pengukuran ke-				% massa
	1	2	3	Rata-rata	
B1	90.76	90.73	90.74	90.74	90.74
B2	96.73	96.73	96.75	96.74	96.74
B3	95.88	95.86	95.87	95.87	95.87
B4	97.97	97.97	97.98	97.97	97.97
B5	96.90	96.88	96.89	96.89	96.89
B6	94.91	94.91	94.92	94.91	94.91
B7	96.88	96.86	96.88	96.87	96.87
Rata-rata total				95.71	95.71

Gambar 4.1 adalah grafik persentase massa bijih besi pada ketinggian 1 m dan 3 m. Dari Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa persentase massa bijih besi pada ketinggian 1m da 3 m hampir merata. Dalam arah vertikal persentase massa bijih besi hampir sama, sedangkan dalam arah horizontal persentase massa bijih besi

sedikit berbeda yaitu pada sampel ke- 6. Persentase kandungan bijih besi di daerah ini cukup tinggi jika di bandingkan dengan di daerah Sungai Lasi Kabupaten Solok Selatan 77,38 %, kandungan bijih besi untuk daerah Surian Singkapan 1 Kabupaten Solok adalah 65,85 % dan kandungan bijih besi untuk daerah Surian Singkapan 2 adalah 78,15 % (Gusrini, 2004).



Gambar 4.1 Grafik persentase massa bijih besi untuk ketinggian 1 m dan 3 m

4.2 Suseptibilitas Magnetik Bijih Besi

Hasil pengukuran nilai suseptibilitas bijih besi yang terdapat pada areal pertambangan Bukit Barampuang, Nagari Lolo, Kecamatan Pantai Cermin, Kabupaten Solok, Sumatera Barat dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan 4.4. Grafik nilai suseptibilitas dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan 4.2. Dari Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa suseptibilitas bijih besi untuk tujuh titik lokasi adalah $3241,2 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ – $14024,1 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$. Rata-rata total nilai suseptibilitas bijih besi untuk tujuh titik lokasi adalah $8884,27 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$.

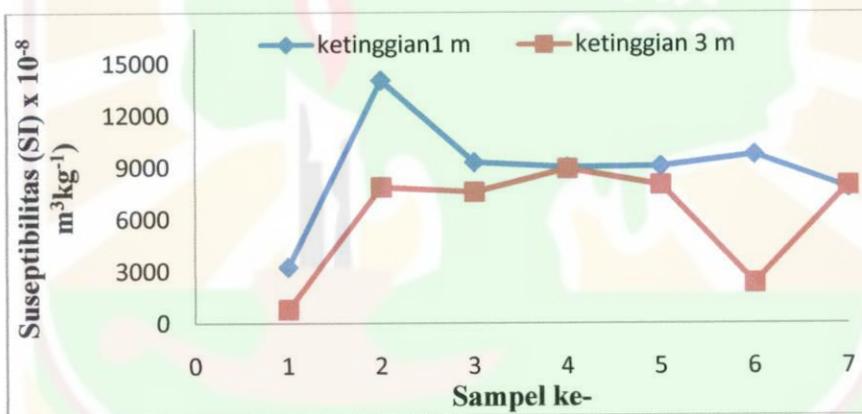
Tabel 4.3 Suseptibilitas batuan besi dari bukit barampuang dengan ketinggian 1 m dari permukaan tanah

Sampel batuan besi	Pengukuran ke-	Massa (gram)	Suseptibilitas (SI) x 10 ⁻⁸ m ³ kg ⁻¹				Rata-rata
			First air	Sampel	Last air	Hasil koreksi	
A1	1	10	-1	1439.0	-2	2150.7	3241.2
	2	10	-2	1408.0	-3	2106.0	
	3	10	-3	1332.0	-4	1994.2	
	4	10	-4	3644.0	-4	5446.4	
	5	10	-4	3016.0	-4	4508.8	
A2	1	10	-1	9408.0	-2	14048.5	14024.1
	2	10	-2	9001.0	-3	13442.4	
	3	10	-3	9689.0	-2	14468.9	
	4	10	-2	9493.0	-3	14176.9	
	5	10	-3	9362.0	-5	13983.6	
A3	1	10	-8	6413.0	-7	9585.1	9296.8
	2	10	-7	6230.0	-8	9312.6	
	3	10	-8	6190.0	-8	9253.5	
	4	10	-8	6149.0	-9	9193.0	
	5	10	-9	6112.0	-10	9139.6	
A4	1	10	-10	6124.0	-9	9157.0	9007.8
	2	10	-9	6111.0	-10	9137.8	
	3	10	-10	5974.0	-11	8935.1	
	4	10	-11	5931.0	-11	8871.3	
	5	10	-11	5975.0	-12	8938.0	
A5	1	10	-11	6176.0	-11	9237.1	9070.7
	2	10	-11	6072.0	-11	9081.8	
	3	10	-11	6051.0	-13	9052.4	
	4	10	-13	6043.0	-13	9041.5	
	5	10	-13	5976.0	-12	8940.6	
A6	1	10	-12	6630.0	-13	9917.5	9744.2
	2	10	-13	6552.0	-13	9801.4	
	3	10	-13	6500.0	-14	9724.8	
	4	10	-14	6457.0	-14	9661.1	
	5	10	-14	6427.0	-14	9616.3	
A7	1	10	-13	5273.0	-12	7890.7	7805.1
	2	10	-12	5215.0	-15	7806.3	
	3	10	-15	5252.0	-13	7861.6	
	4	10	-13	5182.0	-14	7757.0	
	5	10	-14	5150.0	-14	7709.8	

Tabel 4.4 Suseptibilitas bijih besi dari Bukit Barampuang dengan ketinggian 3 m dari permukaan tanah

Sampel batuan besi	Pengukuran ke-	Massa (gram)	Suseptibilitas (SI) x 10 ⁻⁸ m ³ kg ⁻¹				Rata-rata
			First air	Sampel	Last air	Hasil koreksi	
B1	1	10	1	604.0	1	900.3	804.5
	2	10	1	615.0	0	917.5	
	3	10	0	620.0	0	925.6	
	4	10	0	402.0	-1	601.2	
	5	10	-1	453.0	-1	677.8	
B2	1	10	0	5304.0	-3	7927.7	7846.2
	2	10	-3	5231.0	-2	7813.4	
	3	10	-2	5214.0	-1	7786.4	
	4	10	-1	5261.0	-2	7857.0	
	5	10	-2	5259.0	-1	7853.6	
B3	1	10	-2	5189.0	-2	7750.1	7569.2
	2	10	-2	5113.0	-1	7635.8	
	3	10	-1	5120.0	-4	7647.8	
	4	10	-4	5039.0	-3	7528.1	
	5	10	-3	4876.0	-3	7284.3	
B4	1	10	-4	6053.0	-3	9041.9	8923.7
	2	10	-3	6020.0	-4	8993.1	
	3	10	-4	5987.0	-5	8945.3	
	4	10	-5	5960.0	-3	8903.5	
	5	10	-3	5847.0	-4	8734.9	
B5	1	10	-4	6053.0	-3	9041.9	7985.5
	2	10	-3	6020.0	-4	8993.1	
	3	10	-4	5987.0	-5	8945.3	
	4	10	-5	5960.0	-3	8903.5	
	5	10	-3	5847.0	-4	8734.9	
B6	1	10	-3	1669.0	-3	2496.3	2321.9
	2	10	-3	1607.0	-4	2404.6	
	3	10	-4	1556.0	-4	2329.1	
	4	10	-4	1501.0	-3	2245.9	
	5	10	-3	1426.0	-3	2133.5	
B7	1	10	-3	5471.0	-5	8175.1	7939.0
	2	10	-5	5365.0	-4	8016.5	
	3	10	-4	5260.0	-3	7858.0	
	4	10	-3	5229.0	-5	7813.0	
	5	10	-5	5241.0	-5	7832.2	

Tabel 4.4 menampilkan suseptibilitas bijih besi terhadap ketinggian tiga meter dari permukaan tanah untuk tujuh titik lokasi adalah $804,5 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ – $8923,7 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$. Rata-rata total suseptibilitas untuk tujuh titik lokasi adalah $6198,57 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$. Jadi secara keseluruhan bijih besi yang terdapat pada daerah pertambangan Bukit Barampuang Nagari Lolo, Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Solok, Sumatera Barat termasuk kedalam bahan Ferromagnetik, yaitu bahan yang mempunyai harga suseptibilitas magnetik yang positif dan besar ($\chi > 0$).



Gambar 4.2 Grafik suseptibilitas bijih besi untuk ketinggian 1 m dan 3 m.

Gambar 4.2 adalah grafik suseptibilitas massa sampel bijih besi untuk ketinggian 1 m dan 3 m. Dari Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa nilai suseptibilitas massa berkisar antara $800-9800 \times \text{m}^3\text{kg}^{-1}$. Nilai suseptibilitas massa pada daerah ini cukup tinggi jika dibandingkan dengan daerah Poros Kecamatan Sungai Beremas dan Rura Tomang Bocor Kecamatan Ranah Batahan Pasaman Barat nilai

suseptibilitas massa bijih besi adalah $888,81 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ dan $574,54 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ (Noraida: 2011).

Nilai suseptibilitas massa antara dua ketinggian tersebut hampir sama, namun terdapat satu perbedaan nilai suseptibilitas massa yang signifikan yaitu terdapat pada sampel ke-6. Secara umum, perbedaan nilai suseptibilitas massa tersebut dapat disebabkan oleh karakteristik kandungan mineral yang terdapat pada sampel misalnya ukuran bulir. Sifat magnetik batuan terkadang cukup rumit karena batuan atau tanah dapat mempunyai beberapa jenis mineral magnetik secara sekaligus. Kerumitan juga bertambah karena sifat dari suatu mineral magnetik juga dipengaruhi oleh bentuk dan ukuran dari bulir-bulir (grains) mineral tersebut, aspek bentuk dan ukuran bulir disebut dengan istilah granulometri. Misalnya, bentuk mineral magnetik akan berpengaruh terhadap medan dimagnetisasi pada mineral tersebut. Bulir berbentuk lonjong akan mempunyai sifat-sifat yang berbeda dengan bulir berbentuk bola. Selain itu, bentuk mineral magnetik sangat dipengaruhi oleh proses genesa dari mineral tersebut (Bijaksana, 2002).

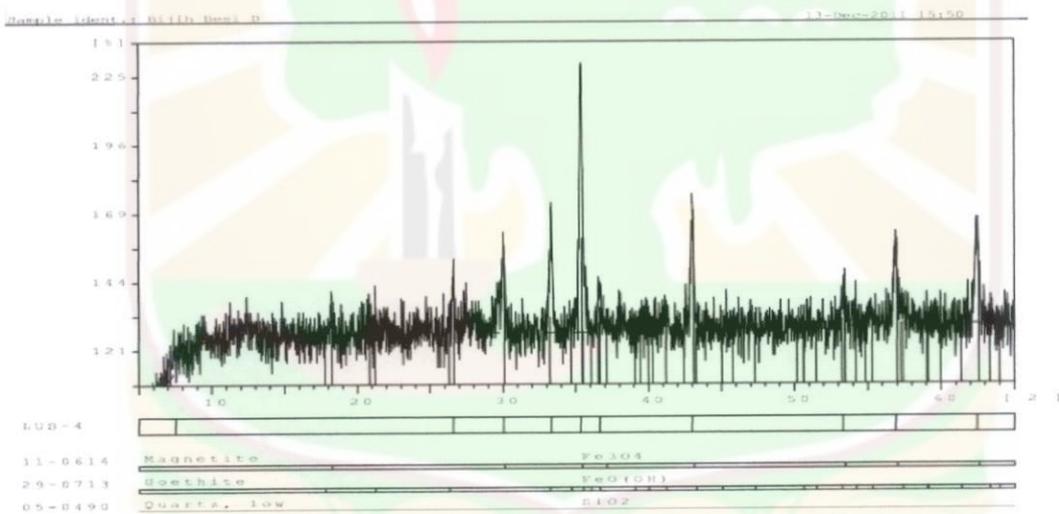
Ukuran bulir menjadi penting karena berkaitan dengan apa yang disebut domain magnetik. Bulir magnetik yang kecil akan cenderung untuk memiliki satu domain dan karenanya disebut bulir berdomain tunggal atau *single domain* (SD). Bulir yang lebih besar, sebaliknya, akan mempunyai domain yang banyak dan karenanya disebut bulir berdomain jamak atau *multi domain* (MD). Bulir-bulir SD mempunyai sifat magnetik yang sangat berbeda dengan bulir-bulir MD. Stabilitas magnetisasi pada bulir-bulir SD, misalnya, jauh lebih baik dibanding hal yang sama pada bulir-bulir MD. Selain bulir-bulir SD dan MD, ada juga bulir-bulir

yang berukuran transisi. Mereka mempunyai 2- 3 domain saja, tetapi kelakuannya lebih mirip SD dibanding MD. Bulir-bulir ini disebut sebagai bulir berdomain tunggal semu atau *pseudo- single domain* (PSD) (Bijaksana, 2002).

4.3 Kandungan Mineral

Dari hasil karakterisasi batuan besi dengan XRD, maka dapat diketahui mineral magnetic dan ukuran kristal dari batuan besi.

4.3.1 Hasil Karakterisasi XRD Batuan Besi sampel A dapat dilihat pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Grafik pola hasil XRD batuan besi sampel A.

Hasil XRD pada Gambar 4.3 memperlihatkan bahwa terdapat mineral Fe₃O₄, FeO (OH), dan SiO₂. Nomor Tabel Hanawalt yang cocok dengan pola difraksi yang didapat dari hasil eksperimen adalah data JCPDS 11-0614 untuk mineral Fe₃O₄ (Lampiran 2), data JCPDS 29-0713 untuk FeO (OH) (lampiran 2), dan data JCPDS 05- 0490 untuk SiO₂ (lampiran 2).

Secara kuantitatif, ukuran kristal tersebut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Scherrer seperti pada persamaan 4.1 berikut yaitu:

$$D = \frac{k\lambda}{B \cos \theta} \dots\dots\dots 4.1$$

Dengan memasukkkan data-data pada sampel hasil XRD sebagai berikut:

Intensitas puncak tertinggi = 756

FWHM = 0,100

k = 0,9

$\lambda = 1,54 \text{ \AA} = 0,154 \text{ nm}$

$\theta_B = 35,045$

$B = \frac{1}{2} FWHM$
 $= \frac{1}{2} (0,100) = 0,050$

$B_{rad} = \frac{B_{\text{beta}} \times \pi}{180}$
 $= \frac{0,050 \times 3,14}{180} = 8,722 \times 10^{-4} \text{ rad}$

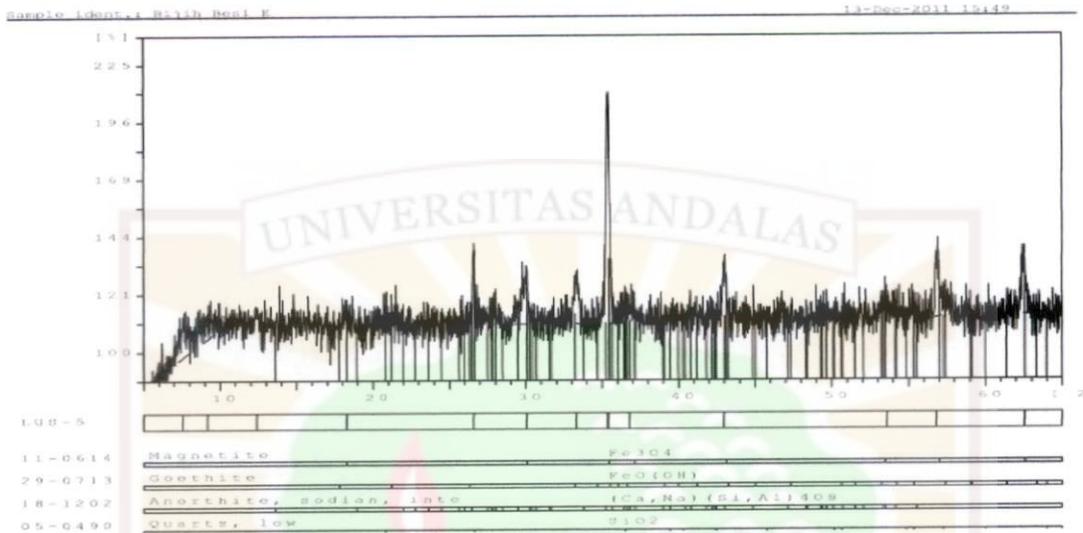
Sehingga dapat ditentukan ukuran kristal (D) yaitu;

$$D = \frac{0,9 \times 1,54 \text{ \AA}}{8,722 \times 10^{-4} \text{ rad} \times \cos\left(\frac{35,045}{2}\right)}$$

$$D = \frac{1,386 \text{ \AA}}{8,722 \times 10^{-4} \text{ rad} \times (0,9526)}$$

$$D = \frac{1,386 \text{ \AA}}{8,307 \times 10^{-4}} = 1669,27 \text{ \AA} = 166,927 \text{ nm}$$

D adalah ukuran kristal untuk sampel A sebesar 278,007 nm.



Gambar 4.4 Grafik pola Hasil XRD sampel B

Hasil XRD pada Gambar 4.4 memperlihatkan bahwa terdapat mineral Fe₃O₄, FeO (OH), (Ca, Na) (Si, Al) 4O₈ dan SiO₂. Nomor Tabel Hanawalt yang cocok dengan pola difraksi yang didapat dari hasil eksperimen adalah data JCPDS 11-0614 untuk mineral Fe₃O₄ (Lampiran 2), data JCPDS 29-0713 untuk FeO (OH) (lampiran 2), data JCPDS 18-1202 untuk (Ca, Na) (Si, Al) 4O₈ (lampiran 2) dan data JCPDS 05- 0490 untuk SiO₂ (lampiran 2).

Dengan memasukkan data-data hasil XRD untuk sampel A sebagai berikut:

Intensitas puncak tertinggi = 655

FWHM = 0,100

k = 0,9

$$\lambda = 1,54 \text{ \AA} = 0,154 \text{ nm}$$

$$\theta_B = 35,335$$

$$B = \frac{1}{2} FWHM$$

$$= \frac{1}{2}(0,100) = 0,05^\circ$$

$$B_{rad} = \frac{B_{teta} \times \pi}{180}$$

$$= \frac{0,05^\circ \times 3,14}{180} = 8,7222 \times 10^{-4} \text{ rad}$$

Sehingga dapat ditentukan ukuran kristal (D) yaitu;

$$D = \frac{0,9 \times 1,54 \text{ \AA}}{8,7222 \times 10^{-4} \text{ rad} \times \cos\left(\frac{35,335}{2}\right)}$$

$$D = \frac{1,386 \text{ \AA}}{8,7222 \times 10^{-4} \text{ rad} \times (0,9528)}$$

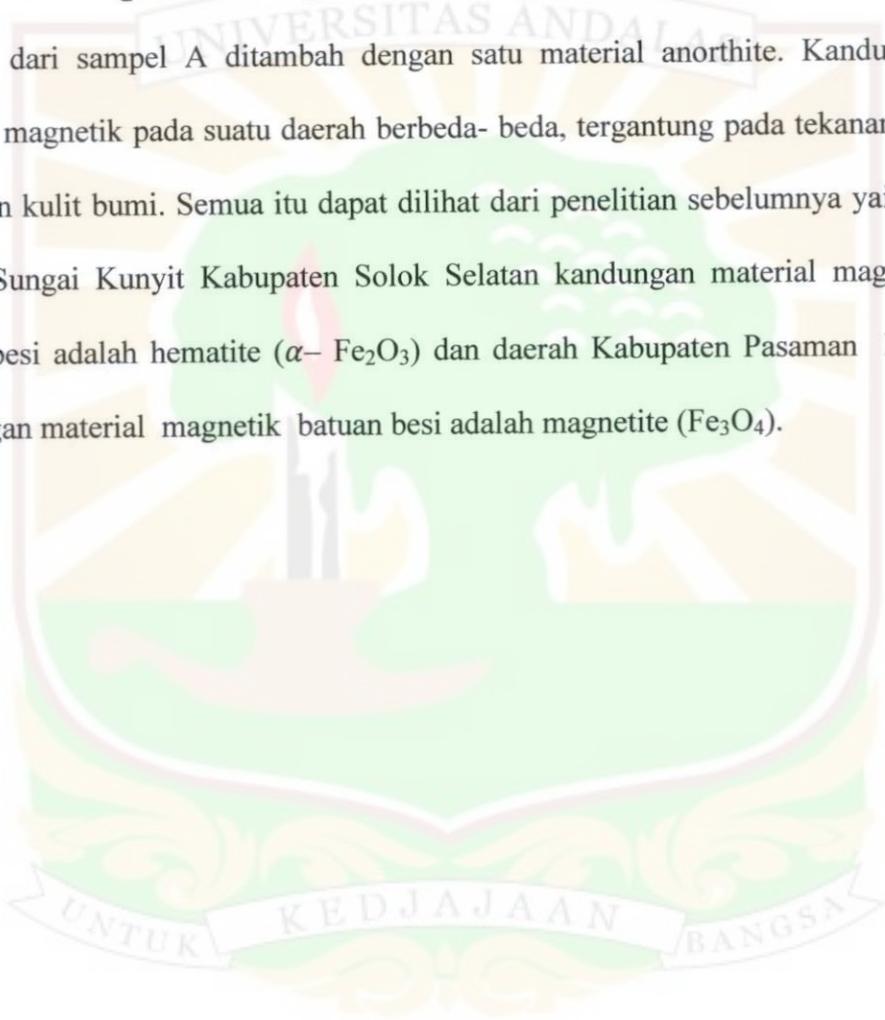
$$D = \frac{1,386 \text{ \AA}}{8,3108 \times 10^{-4}} = 1667,71 \text{ \AA} = 166,771 \text{ nm}$$

D adalah ukuran kristal untuk sampel B sebesar 166,771 nm.

Ukuran kristal sampel A adalah 278,007 nm dan ukuran kristal sampel B adalah 166,771 nm. Dari data tersebut, didapatkan bahwa ukuran kristal sampel A lebih besar dari pada sampel B. Ukuran kristal untuk sampel A dan sampel B yang terdapat pada daerah Bukit Barampuang lebih besar nilainya jika dibandingkan dengan daerah Poros Kecamatan Sungai Beremas Pasaman Barat adalah 166,947

nm dan daerah Rura Tomang Bocor Kecamatan Ranah Batahan Pasaman Barat adalah 139,1 nm (Noraida, 2011).

Dari data XRD tersebut untuk sampel A terdapat dua keluarga material magnetik (keluarga oksida besi-titanium dan keluarga hidroksida besi) dan satu material non- magnetite. Sedangkan untuk sampel B adalah semua kandungan material dari sampel A ditambah dengan satu material anorthite. Kandungan material magnetik pada suatu daerah berbeda- beda, tergantung pada tekanan dan ketebalan kulit bumi. Semua itu dapat dilihat dari penelitian sebelumnya yaitu di daerah Sungai Kunyi Kabupaten Solok Selatan kandungan material magnetik batuan besi adalah hematite (α - Fe_2O_3) dan daerah Kabupaten Pasaman Barat kandungan material magnetik batuan besi adalah magnetite (Fe_3O_4).



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Rata-rata persentase bijih besi untuk ketinggian satu meter dari atas permukaan tanah di daerah Bukit Barampuang adalah 97,17%. Sedangkan, rata-rata persentase bijih besi untuk ketinggian tiga meter dari permukaan tanah di daerah tersebut adalah 95,71%. Persentase bijih besi keduanya hampir sama dan persentase tersebut tergolong cukup tinggi jika dibandingkan dengan tiga daerah lain di Sumatera Barat.
2. Nilai suseptibilitas rata-rata sampel pada ketinggian 1 m di daerah Bukit Barampuang adalah $8884,27 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ dan sampel pada ketinggian 3 m di daerah tersebut adalah $6.198,57 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$. Nilai suseptibilitas massa bijih besi tersebut cukup tinggi jika di bandingkan dengan dua daerah lain di Sumatera Barat.
3. Bijih besi di daerah Bukit Barampuang mengandung beberapa mineral yaitu Magnetite (Fe_3O_4), Goethite ($\text{FeO}(\text{OH})$), dan Quart (SiO_2).

5.2 Saran

Disarankan untuk penelitian selanjutnya menggunakan X-Ray Floresens agar bisa menentukan persentase kandungan mineral dari bijih besi.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Allonso, M., Finn, E.J.1992. *Physics*, Addison-Wesley
- Butler, R. F. (1992). *Paleomagnetism : Magnetic Domains to Geologic Teranes*. Boston : Blackwell Scientific Publicatins
- Gusrini, R. (2004). *Penentuan Sifat dan Jenis Mineral Magnetik Bijih Besi Daerah Surian dan Sungai Lasi, Kabupaten Solok*. Padang : Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang
- Himpunan Mahasiswa Pendidikan Kimia FKIP UNTAN. (2008). *Besi*. www. Wikipedia. Com (didownload tanggal 02 September 2011)
- Hunt, C. P. (1991). *Handbook from The Environ Metal Magnetism : Principles and Aplication of Enviromagnetic*. USA : Academic Press
- Katili J.A. 1980. *Geotectonics of indonesia, a modern view, Department of Geologi*. Bandung : Bandung Institute of Technologi
- Kelompok Program Penelitian Mineral Logam. 2006. *Hasil Sintesis dan karakterisasi Batuan Besi dari Sungai Kunyit, Kabupaten Solok Selatan*
- Mufit, F. dkk. 2006. *Kajian tentang Sifat Magnetik Pasir besi di Pantai Sumur, Pariaman, Sumatera Barat*. Jurnal Geofisika
- Jensen, M. L. & Bafeman. 1981. *Iron & Ferroalloy Metals in (ed) ; Economic Mineral Deposits*, P. 392
- Noraida. 2011. *Karakterisasi Magnetik Batuan Besi di Kabupaten Pasaman*. Skripsi Jurusan Fisika Universitas Andalas : Padang
- Oktaviani. 2010. *Hasil XRF Mineral Utama Penyusun Batuan Besi di Sungai Lasi Kabupaten Solok Selatan*. Skripsi Jurusan Fisika Universitas Negeri Padang : Padang
- Sutisna. (2007). *Potensi dan Pemanfaatan Cebakan Bijih Besi di Indonesia* www. Badan Geologi. go.id. (didownload tanggal 20 Agustus 2011)
- Tipler, P. A. 2001. *Fisika Untuk Sains dan Teknik Jilid 2*. Jakarta: Erlangga

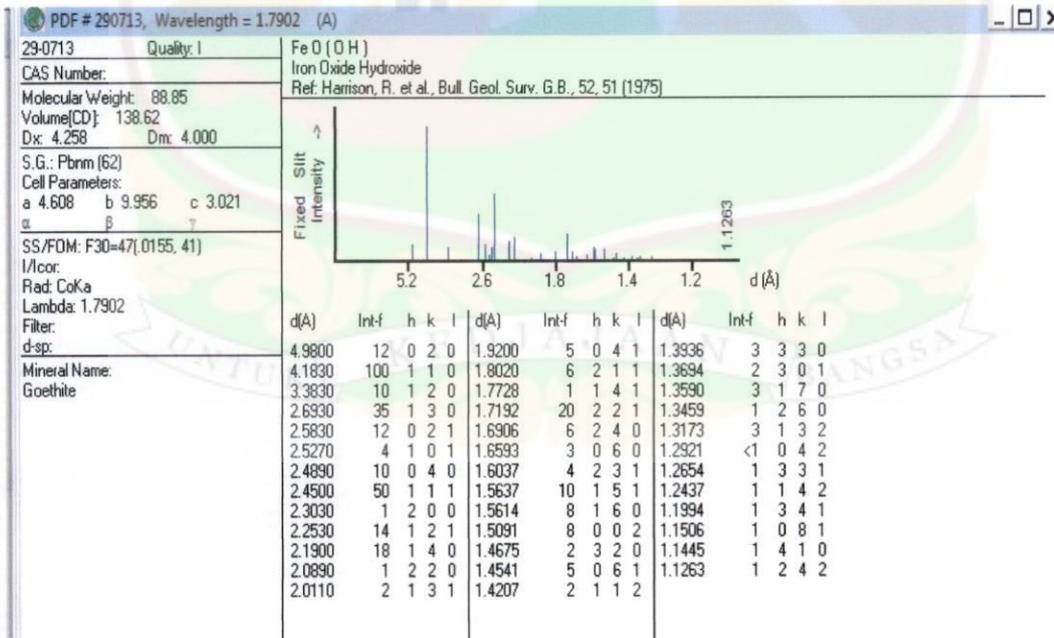
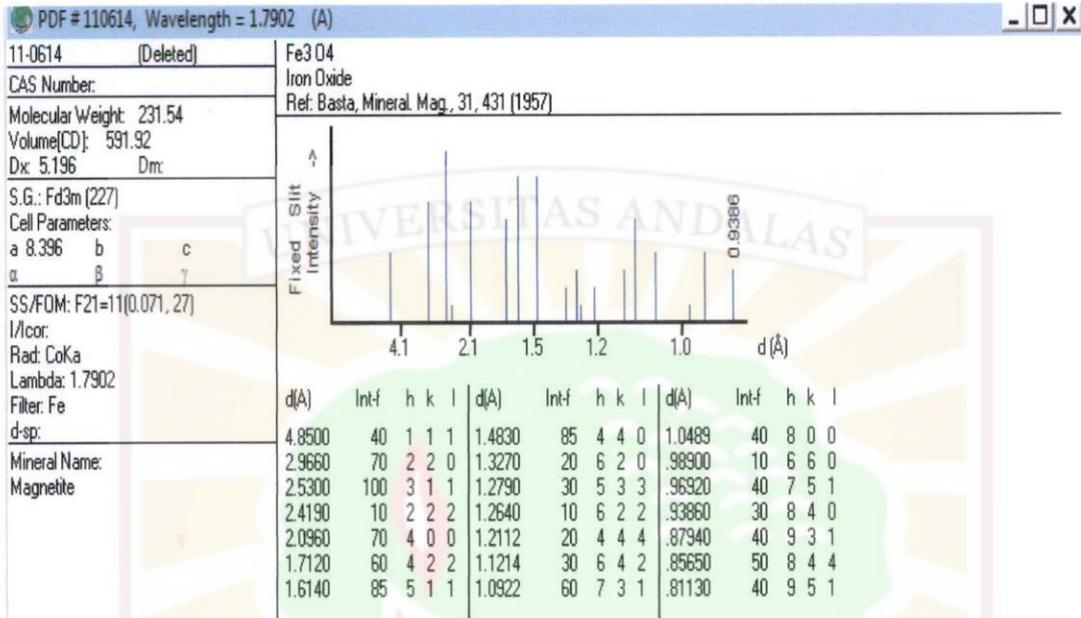
Yulianto, A. Bijaksana, S. (2002). *Karakterisasi Magnetik dari Pasir Besi Cilacap*. Jurnal Himpunan Fisika Indonesia Vol. A5 no.0527

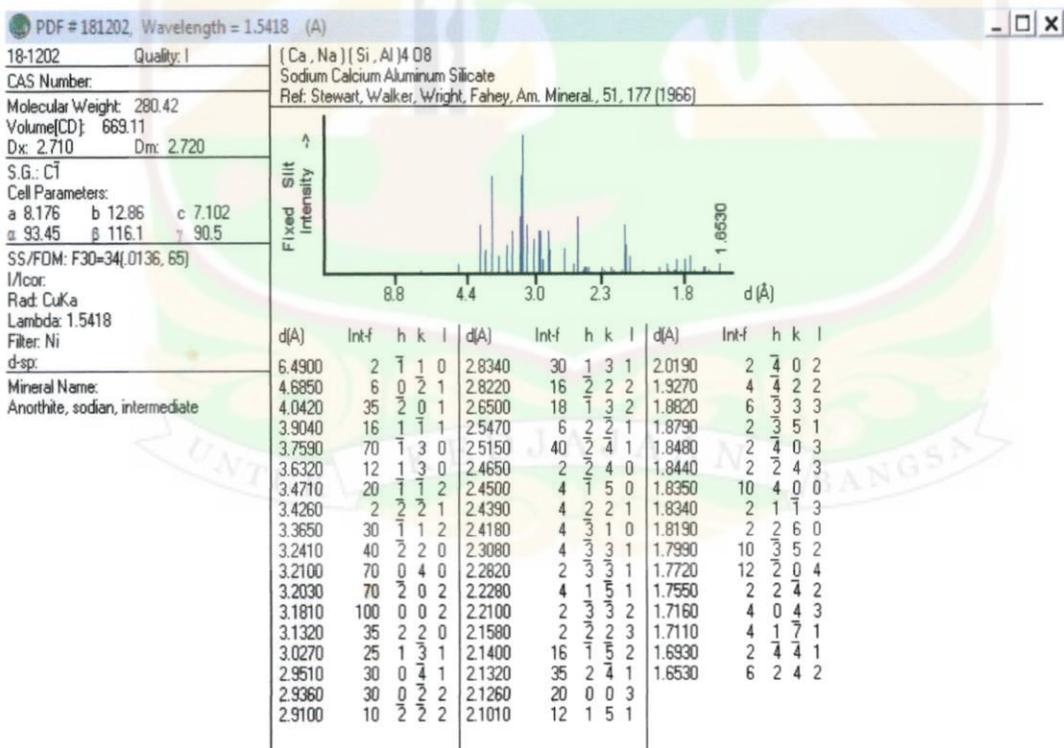
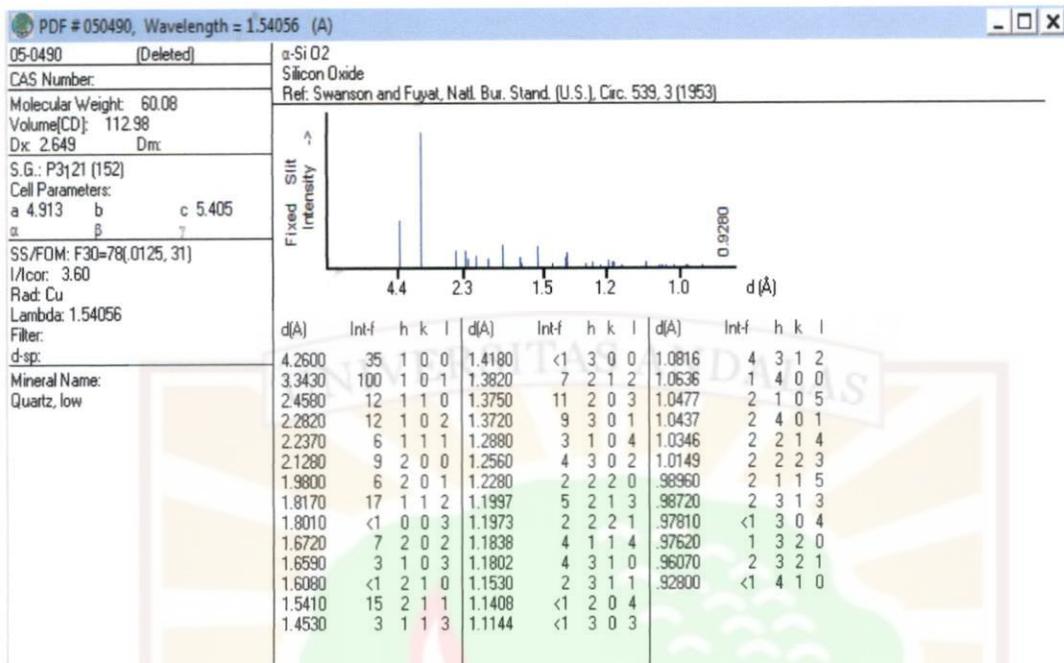


Lampiran 1
Peta Kabupaten Solok



Lampiran 2





Lampiran 3

**Langkah-langkah mengkarakterisasi bijih besi dengan *magnetic susceptibility* meter
(Bartington Susceptibility sensor model MS2 dengan
Dual frequency sensor model MS2B)**

Persiapan alat:

1. MS2 meter dan dudukannya dikeluarkan
2. Letakkan MS2 meter di dudukan
3. Keluarkan MS2B sensor, keluarkan kotak kabel A dan ambil kabel TNC (penghubung antara MS2 meter dengan MS2B dual frequency sensor)
4. Hubungkan MS2 meter dengan MS2B sensor dengan kabel TNC
5. Hubungkan MS2 meter dengan komputer menggunakan kabel penghubung disambung ke CPU komputer
6. Hidupkan MS2 meter caranya tombol off dipindahkan ke SI, sebelum dilanjutkan cek baterai pindahkan ke gatt jika lampu hijau berarti baterai penuh, jika sudah penuh pindahkan tombol cek baterai ke 1
7. Cek apakah MS2 meter dengan MS2B sudah terhubung dengan cara pencet greet kalau O berarti terhubung.
8. Cek apakah MS2 terhubung dengan komputer dengan cara cek suft ware (multisure) pilih serial port pilih test communications pencet, kemudian ok.
9. Klik serial port communications test pilih 1,0 kemudian klik zero, jika ada tulisan 0000 pada MS2 berarti sudah terhubung kemudian tekan close.
10. Setelah selesai suseptibility meter siap di gunakan.

Pengukuran sampel:

1. Siapkan sampel yang akan di ukur
2. Klik file dan new data file pilih MS2B dual frequency sensor tekan ok keluar MS2B sensor setup.
3. Masukkan nama di batch reference contohnya padang, kemudian klik volume specific keluar container suseptibility corection, tekan none (automatic when corrections applicasi) tekan ok
4. Keluarkan MS2B volume seperfic corection, pilih 10 gram clindericabothe tekan ok
5. Keluarkan measurement for sample titik A.1, tekan firts air sensor dalam keadaan kosong, kemudian masukkan sample ke dalam sensor tekan sample (Fg)
6. Keluarkan sample, klik last air (F10) keluar konfirm tekan ok. Kemudian tekan save volue, keluar MS2B batch Padang
7. Di ukur sekali lagi ganti titik A.2 (ganti posisi) tekan first air, kemudian masukkan sample kedalam sensor, tekan sample keluar nilai.
8. Klik last air maka keluar nilai suseptibilitas massanya, kemudian klik save average. Penengukuran diulangi untuk sampel yang lainnya.