

KARAKTERISASI JENIS MINERAL MAGNETIK SEDIMEN GUA DI GUA LIANG LUAR KABUPATEN MANGGARAI BARAT PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR MENGUNAKAN METODE X-RAY DIFFRACTION (XRD)

Daris Maradelta¹⁾, Dr. Hamdi Rifai, M. Si²⁾, Dr. H. Ahmad Fauzi, M. Si³⁾

¹⁾ Mahasiswa Prodi Fisika Jurusan Fisika FMIP UNP, email : darisarkhon@gmail.com

²⁾ Staf Pengajar Jurusan Fisika FMIP UNP, email: hamdi_unp@yahoo.com dan ahmadfauzi@gmail.com

ABSTRACT

The investigation types of magnetic minerals cave sediment in Liang Luar Cave Kabupaten Manggarai Barat Provinsi Nusa Tenggara Timur using X-Ray Diffraction. The measurement results in the form of diffraction angle (2θ), the distance between the field (d_{hkl}), diffraction intensity (I) and relative intensity. The analysis techniques have been used Hight Score Plus Software analysis and manually. The results of measurement data of cave sediment samples in Liang Luar Cave show that the cave sediment samples containing magnetic minerals. The type of magnetic minerals contained in the cave sediment samples are magnetite, hematite, maghemite, and ilmenite in the cave sediment samples LS11-C3. This indicates that the inconsistencies type of magnetic minerals in each layer of cave sediment in Liang Luar Cave Kabupaten Manggarai Barat Provinsi Nusa Tenggara Timur. While the grain size of magnetic minerals cave sediment samples in Liang Luar Cave is the single-domain (SD) with a size of ≤ 100 nm.

Keywords : Jenis mineral magnetik, sedimen gua, X-Ray Diffraction

PENDAHULUAN

Keberadaan mineral magnetik akan menunjukkan kondisi lingkungan^[1]. Proxycimate pada mineral magnetik sedimen ditentukan melalui penyelidikan terhadap mineral magnetik tersebut seperti nilai suseptibilitas, jenis, ukuran butir dan parameter kisi^[2].

Penelitian proxycimate kandungan mineral magnetik pada sedimen pernah dilakukan oleh Hong Ao^[3] terhadap sedimen cekungan Nihewan China. Penelitian tentang identifikasi jenis mineral magnetik juga pernah dilakukan oleh Dessupri Niarti^[4] yang menggunakan salah satu sedimen klastik yaitu guano dari Gua Solek dan Gua Rantai Kabupaten Lima Puluh Kota Propinsi Sumatera Barat.

Gua Liang Luar terletak di Nusa Tenggara Timur dengan kondisi iklim yang berbeda dengan Sumatera Barat^[5]. Setelah dilakukan pengukuran awal pada sedimen gua di Gua liang Luar dengan menggunakan *Bartington Susceptiblitymeter* diketahui bahwa

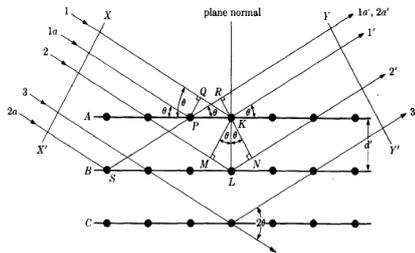
sedimen Gua liang Luar memiliki nilai suseptibilitas yang tinggi.

X-Ray Diffraction (XRD) dan *Isothermal Remanent Magnetization (IRM)* merupakan metode yang dapat digunakan untuk menyelidiki jenis mineral magnetik. Penentuan jenis mineral magnetik menggunakan pengukuran kurva IRM hanya dapat mengidentifikasi jenis mineral magnetik dari jenis oksida besi seperti *magnetite* dan *hematite*. Metode *X-ray diffraction* atau difraksi sinar-X mampu menutupi kekurangan dari metode IRM yang tidak bisa mengidentifikasi jenis mineral magnetik selain *magnetite* dan *hematite*.

X-ray diffraction menghasilkan pola-pola difraksi yang kemudian dimanfaatkan untuk menentukan struktur kristal dan mengidentifikasi jenis mineral magnetik pada sedimen^[6].

X-Ray Diffraction adalah suatu teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi fasa Kristal dalam

material dengan menentukan parameter struktur kisi sampel uji^[8]. *X-Ray Diffraction* juga dapat menentukan ukuran suatu partikel^[9]. Difraksi sinar X pada *X-Ray difraktometer* ditunjukkan oleh Gambar 1 :



Gambar 1. Skema difraksi bidang kisi^[10]

Gambar 1 menunjukkan adanya sinar-x yang datang pada sebuah permukaan kristal dengan setiap lapisan atom-atom terpisah sejauh d masing-masing dengan jarak yang sama. Panjang jarak antar sektor XX' dan YY' untuk setiap sinar dibedakan dengan nilai yang diketahui dan dijadikan sebagai kelipatan (n) dari panjang gelombang (λ), sehingga jarak tempuh dari sinar datang yang saling menguatkan yang karena fasanya sama adalah :

$$\delta = n\lambda \quad (1)$$

Persamaan (1) dapat dikonversikan sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$d = \frac{\lambda}{2 \sin \theta} \quad (2)$$

Persamaan (2) dikenal sebagai Hukum Bragg, yang merupakan persyaratan yang harus dipenuhi agar berkas sinar-x yang dihamburkan tersebut merupakan berkas difraksi^[11]. Kristalinitas dapat dihitung dengan menggunakan XRD yaitu dengan membandingkan luasan peak sampel dengan luasan peak standar. Lebar *peak* XRD merupakan fungsi penentu dari ukuran partikel, sehingga ukuran butir kristal dapat dinyatakan dalam persamaan Scherrer di bawah ini :

$$t = 0.9\lambda/\beta \cos \theta \quad (3)$$

dimana t adalah ukuran butir, λ adalah panjang gelombang, θ adalah sudut difraksi dan β adalah lebar puncak^[12]. Penggunaan metode ini diharapkan bisa diperoleh hasil yang lebih jelas mengenai jenis mineral magnetik yang terkandung di dalam sedimen.

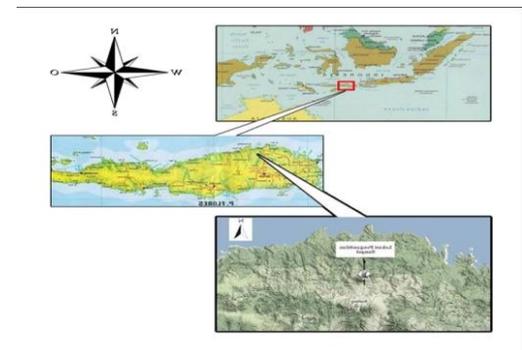
METODE PENELITIAN

Jenis penelitian adalah penelitian deskriptif. Sampel yang digunakan adalah sedimen gua di Gua Liang Luar Kabupaten Manggarai Barat. Sampel diambil setiap kedalaman 5 cm di satu titik dalam gua yang sama. Data penelitian adalah data primer

berupa data yang diperoleh dari pengukuran X-Ray Difraktometer

Pengambilan sampel dilakukan oleh dr. Hamdi Rifai, M. Si di Gua Liang Luar Kabupaten Manggarai Barat Provinsi Nusa Tenggara Timur pada bulan April 2011- Mei 2012.

Posisi pengambilan sampel secara geografis ditentukan dengan menggunakan GPS (*Global Positioning System*) dapat dilihat pada Gambar 2 :



Gambar 2. Lokasi Pengambilan Sampel Di Gua Liang Luar Kab.Manggarai Barat Prov. Nusa Tenggara Timur

Sampel yang digunakan untuk setiap titik terdiri dari 3 variasi kedalaman yaitu lapisan atas, tengah dan bawah. Sebelum dilakukan pengukuran, sampel dipilih agar dapat mewakili setiap lapisan kedalamannya.

Sampel yang telah dipilih dijemur hingga dapat dipastikan dalam keadaan kering tetapi proses penjemuran sampel ditutupi plastik transparan agar tidak tercampur dengan debu. Setelah penjemuran sampel digerus dalam lumpang porselen agar halus dan proses selanjutnya adalah menarik mineral magnetik pada sampel dengan cara mendekatkan sampel pada magnet agar mineral magnetik dapat dipisahkan dari mineral pengotor lainnya.

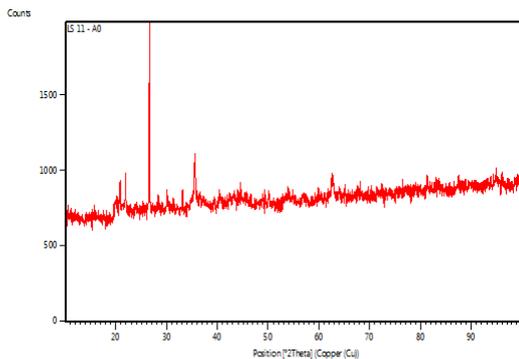
Konfigurasi yang digunakan dalam pengukuran adalah konfigurasi *sample state* karena hanya digunakan untuk mengukur sampel berupa serbuk dan hasil dari pengukuran akan diproses menggunakan software *Hight Score Plus*. Puncak-puncak yang diperoleh dari hasil pengukuran dapat ditentukan jenis mineral magnetik dengan mencocokkan puncak-puncak dengan *database* mineral yang sudah ada. Hasil pengukuran berupa difraktogram yang menyatakan hubungan antara sudut difraksi 2θ dengan intensitas sinar-x yang dipantulkan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Data hasil pengukuran sampel sedimen gua di Gua Liang Luar LS11-A0 menggunakan *x-ray diffraction* diperoleh difraktogram seperti Gambar 3. Difraktogram yang dihasilkan berupa puncak-puncak

intensitas sepanjang nilai 2θ dengan bentuk yang bervariasi.



Gambar 3. Hasil pengukuran LS11-A0 menggunakan XRD

Gambar 3. memperlihatkan difraktogram yang menyatakan hubungan antara intensitas dengan sudut difraksi (2θ) membentuk puncak-puncak intensitas dengan sudut 2θ tertentu.

1. Penentuan Jenis Mineral dengan Membandingkan Hasil Pengukuran dengan Database Mineral

Data yang dapat diperoleh dari hasil pengukuran tidak hanya intensitas (I) dan sudut difraksi (2θ) namun hasil tersebut juga dapat menunjukkan jarak antar bidang (d) dan intensitas relatif yang dapat dilihat pada Tabel 1 :

Tabel 1. Data hasil pengukuran *x-ray diffraction* LS11-A0

$2\theta(^{\circ})$	d [Å]	I_r [%]
20.8257	4.26544	16.63
21.9131	4.05619	21.95
26.6056	3.35048	100
30.1044	2.96858	8.24
33.1055	2.70601	9.1
35.5362	2.5263	25.82
40.4364	2.23075	4.63
62.5766	1.48444	10.34

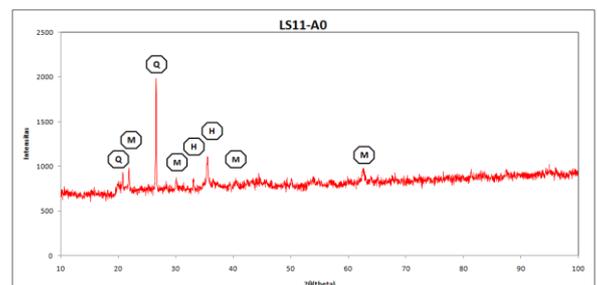
Intensitas relatif dan sudut difraksi yang diperoleh akan dibandingkan dengan database mineral untuk mengetahui jenis mineral yang diperoleh dari hasil pengukuran.

Jenis mineral yang terkandung pada sedimen gua dapat diketahui dari perbandingan hasil pengukuran dengan database mineral. Hasil perbandingan jenis mineral yang terkandung pada sedimen gua LS11-A0 dengan database mineral dapat dilihat jelas pada Tabel 2:

Tabel 2. Perbandingan data hasil pengukuran LS11-A0 dan database mineral.

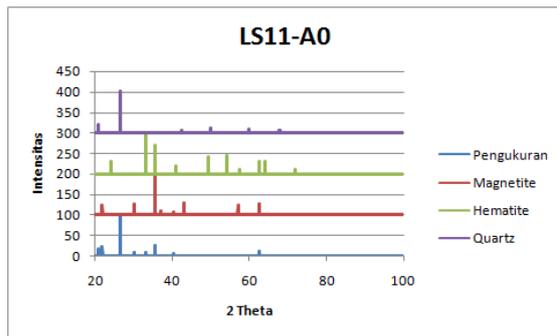
Data hasil pengukuran		Database Mineral		Jenis mineral
$2\theta(^{\circ})$	I_r [%]	$2\theta(^{\circ})$	I_r [%]	
20.8257	16.63	20.827	20.3	Quartz
21.9131	21.95	21.839	0.1	Magnetite
26.6056	100	26.594	100.0	Quartz
30.1044	8.24	26.624	100.0	Magnetite
33.1055	9.1	33.153	100.0	Hematite
35.5362	25.82	35.612	10.8	Hematite
40.4364	4.63	40.594	0.1	Magnetite
62.5766	10.34	62.681	24.9	Magnetite

Tabel 2 menunjukkan kandungan jenis mineral magnetik yang terkandung pada sedimen gua LS11-A0 adalah *magnetite* yang terbentuk pada sudut difraksi 21.9131° , 30.1044° , 62.5766° , 40.4364° , sedangkan jenis mineral Hematite terbentuk pada sudut difraksi 35.5362° , 33.1055° , sedangkan jenis mineral non magnetik yang terkandung yaitu *quartz* yang terbentuk pada sudut difraksi 26.6056° dan 20.8257° . Kandungan jenis mineral yang bervariasi dapat dilihat pada Gambar 4:



Gambar 4. Analisis Hasil Pengukuran X-ray diffraction sedimen gua LS11-A0. M menunjukkan Magnetite, Q menunjukkan Quartz dan H menunjukkan Hematite.

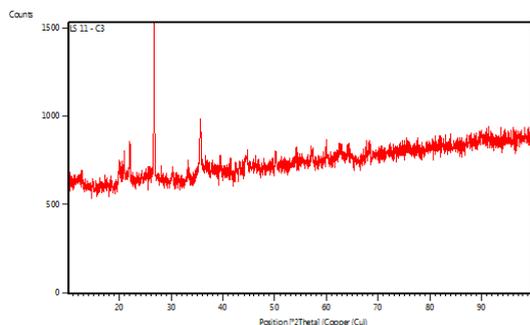
Gambar 4 menunjukkan jenis mineral magnetik sangat mendominasi sampel sedimen gua LS11-A0. Hasil perbandingan jenis mineral yang terkandung pada sedimen gua LS11-A0 dengan database mineral dapat dilihat jelas pada Gambar 5 :



Gambar 5. Perbandingan Hasil pengukuran XRD sampel sedimen gua LS11-A0 dengan *database* mineral

Perbandingan hasil pengukuran dengan *database* mineral menunjukkan bahwa sedimen gua LS11-A0 memiliki kandungan mineral yang bervariasi. Variasi menunjukkan bahwa ada jenis mineral magnetik dan jenis mineral non magnetik yang terkandung pada sampel sedimen gua.

Difraktogram yang diperoleh dari hasil pengukuran *x-ray diffractometer* pada sampel sedimen Gua dari Gua Liang Luar LS11-C3 dapat dilihat pada Gambar 6 :



Gambar 6. Hasil pengukuran LS11-C3 menggunakan XRD

Data hasil pengukuran berupa sudut difraksi, intensitas relatif dan jarak antar bidang dapat dilihat pada Tabel 3 :

Tabel 3. Data hasil pengukuran *x-ray diffractometer* sedimen gua LS11-C3

$2\theta(^{\circ})$	d [Å]	I_r [%]
19.9092	4.45969	11.29
20.8828	4.25392	19.86
22.0038	4.03967	27.08
26.6737	3.34208	100
33.15	2.70248	6.78

$2\theta(^{\circ})$	d [Å]	I_r [%]
35.6485	2.5186	30.95
44.5519	2.03377	7.37
50.1808	1.81804	8.69

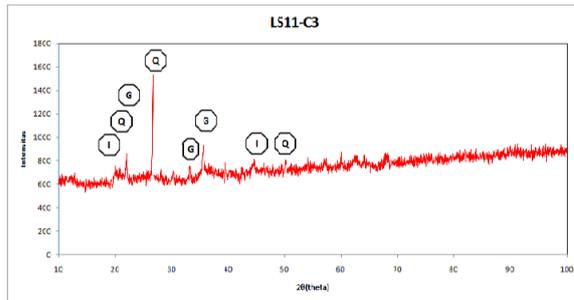
Puncak yang paling signifikan yang terbentuk pada sudut difraksi dapat dibandingkan dengan puncak signifikan untuk mendapatkan intensitas relatif pada setiap sudut difraksi yang terbentuk. Puncak-puncak intensitas yang dihasilkan dari hasil pengukuran dapat digunakan untuk menentukan intensitas relatif dengan cara membandingkan puncak-puncak intensitas yang signifikan pada sudut tertentu dengan puncak intensitas yang paling signifikan. Intensitas relatif dan sudut difraksi yang diperoleh akan dibandingkan dengan *database* mineral untuk mengetahui jenis mineral yang diperoleh dari hasil pengukuran. Perbandingan hasil pengukuran dengan *database* mineral menunjukkan bahwa sedimen gua LS11-C3 memiliki kandungan mineral yang bervariasi. Variasi menunjukkan bahwa ada jenis mineral magnetik dan jenis mineral non magnetik yang terkandung pada sampel sedimen gua. Jenis mineral yang terkandung pada sedimen gua dapat diketahui dari perbandingan hasil pengukuran dengan *database* mineral. Hasil pengidentifikasian jenis mineral yang terkandung pada sedimen gua dapat dilihat pada Tabel 4:

Tabel 4. Perbandingan data hasil pengukuran LS11-C3 dengan *database* mineral.

Data hasil pengukuran		Database Mineral		Jenis mineral
$2\theta(^{\circ})$	I_r [%]	$2\theta(^{\circ})$	I_r [%]	
19.9092	11.29	19.713	10.0	Ilmenite
20.8828	19.86	20.864	20.4	Quartz
22.0038	27.08	21.874	7.0	Maghemite
26.6737	100	26.646	100.0	Quartz
33.15	6.78	33.280	14.0	Maghemite
35.6485	30.95	35.452	100.0	Maghemite
44.5519	7.37	44.600	100.0	Ilmenite
50.1808	8.69	50.152	11.4	Quartz

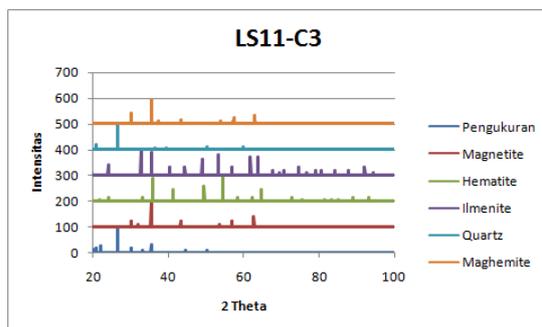
Jenis mineral yang terkandung pada sedimen gua LS11-C3 yang terdiri dari mineral magnetik dan mineral non magnetik. Mineral magnetik yang terdapat pada sampel sedimen gua LS11-C3 adalah

maghemite yang terbentuk pada sudut difraksi 22.0038° , 33.15° dan 35.6485° sedangkan jenis mineral *Ilmenite* terbentuk pada sudut difraksi 19.9092° dan 44.5519° sedangkan jenis mineral non magnetik yang terkandung yaitu *quartz* yang terbentuk pada sudut difraksi 20.8828° , 26.6737° dan 50.1808° . Variasi jenis kandungan mineral ini dapat dilihat pada Gambar 7 :



Gambar 7. Analisis hasil pengukuran *x-ray diffractometer* sedimen gua LS11-C3. M menunjukkan *Magnetite*, Q menunjukkan *Quartz*, H menunjukkan *Hematite* dan I menunjukkan *Ilmenite*.

Hasil perbandingan data pengukuran dengan *database* mineral menunjukkan variasi jenis mineral yang terkandung pada sampel sedimen gua LS11-C3 dari Gua Liang Luar. Kandungan jenis mineral yang bervariasi menunjukkan jenis mineral magnetik sangat mendominasi sampel sedimen gua LS11-C3. Perbandingan hasil pengukuran sampel LS11-C3 dapat dilihat pada gambar 8:

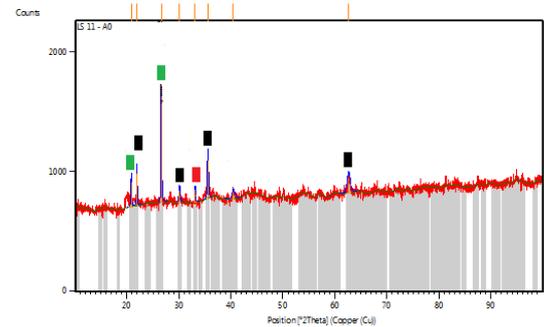


Gambar 8. Perbandingan hasil pengukuran XRD sampel sedimen Gua LS11-C3 dengan *database mineral Magnetite, Hematite, Ilmenite, Maghemite dan Quartz*

2. Penentuan Jenis Mineral Dengan Software Hight Score Plus

Penentuan jenis mineral secara manual dilakukan dengan menentukan sudut difraksi (2θ), intensitas relatif dan jarak antar bidang. Data sample LS11-A0 yang diperoleh secara manual dapat dilihat pada Tabel 2. Data pada Tabel 2 digunakan untuk mengetahui jenis mineral yang terkandung pada

sampel guano. Jenis mineral diketahui dengan mencocokkan intensitas dan sudut difraksi pada data dengan intensitas dan sudut difraksi mineral. Hasil pencocokkan jenis mineral magnetik dapat dilihat pada Gambar 9 :

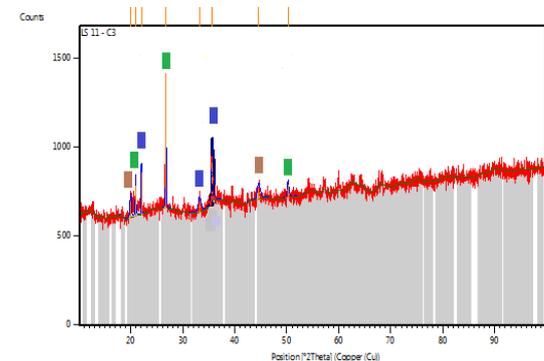


Gambar 9. Analisa Hasil Pengukuran X-Ray Diffraction Sedimen Gua LS11-A0

■ adalah magnetite
 ■ adalah hematite
 ■ adalah Quartz

Hasil pencocokkan diketahui adanya jenis mineral magnetik dan non magnetik yang terkandung pada sampel sedimen gua LS11-A0. Jenis mineral magnetik yang dapat diketahui yaitu *magnetite* dan *Hematite* sedangkan jenis mineral non magnetik yaitu *quartz*.

Jenis mineral magnetik yang terkandung pada sedimen gua sampel LS11-C3 dapat dilihat pada Gambar 10 adalah *Maghemite* dan *Ilmenite*. Jenis mineral non magnetik yang terkandung pada sampel adalah *quartz*.



Gambar 10. Analisa hasil pengukuran X-ray diffraction sedimen gua LS11-C3

■ adalah Quartz
 ■ adalah ilmenite
 ■ adalah maghemite

Jenis mineral magnetik yang terkandung pada sedimen gua sampel LS11-C3 adalah *Maghemite* dan *Ilmenite*. Jenis mineral non magnetik yang terkandung pada sampel LS11-C3 adalah *quartz*.

3. Ukuran Butir

Ukuran Butir mineral berdasarkan hasil pengukuran X-Ray Diffractometer dapat diketahui dengan menggunakan Persamaan 3. Berdasarkan data 2θ dan FWHM dari XRD maka dapat diketahui ukuran butir mineral penyusun dari sampel sedimen gua LS11-A0 pada Tabel 5 :

Tabel 5. Ukuran butir kristal sampel sedimen gua LS11-A0

No.	2θ	FWHM	Ukuran Butir (nm)	Jenis Mineral
1	20.8257	0.1535	0.918408	<i>Quartz</i>
2	21.9131	0.1279	1.104209	<i>Magnetite</i>
3	26.6056	0.1279	1.113971	<i>Quartz</i>
4	30.1044	0.307	0.467688	<i>Magnetite</i>
5	33.1055	0.1535	0.942335	<i>Hematite</i>
6	35.5362	0.2047	0.711280	<i>Hematite</i>
7	40.4364	0.614	0.240648	<i>Magnetite</i>
8	62.5766	0.614	0.264252	<i>Magnetite</i>

Tabel 5 menunjukkan bahwa pada sampel sedimen gua LS11-A0 *Magnetite* memiliki ukuran butir 1.104209 nm pada sudut 21.9131° , 0.467688 nm pada sudut 30.1044° , 0.240648 nm pada sudut 40.4364° dan 0.264252 nm pada sudut 62.5766° . Rata-rata ukuran butir *Magnetite* yang terkandung pada sampel sedimen gua LS11-A0 adalah 0.51920 nm. *Hematite* terdapat pada sampel sedimen gua LS11-A8 dengan ukuran butir 0.942335 nm pada sudut 33.1055° dan 0.711280 nm pada sudut 35.5362° . Rata-rata ukuran butir *Hematite* terdapat pada sampel sedimen gua LS11-A0 adalah 0.826808 nm. Mineral non magnetik yang terdapat pada sampel sedimen gua LS11-A0 adalah *Quartz* yang memiliki rata-rata ukuran butir sebesar 1.01619 nm.

Perhitungan ukuran butir dari mineral sampel sedimen gua LS11-C3 dapat dilihat pada Tabel 6 :

Tabel 6. Ukuran butir kristal sampel sedimen gua LS11-C3.

No.	2θ	FWHM	Ukuran Butir (nm)	Jenis Mineral
1	19.9092	0.307	0.45854	<i>Ilmenite</i>
2	20.8828	0.1535	0.918492	<i>Quartz</i>
3	22.0038	0.1023	1.380743	<i>Hematite</i>
4	26.6737	0.1023	1.392932	<i>Quartz</i>
5	33.15	0.614	0.235611	<i>Maghemite</i>
6	35.6485	0.3582	0.406602	<i>Maghemite</i>
7	44.5519	0.614	0.244033	<i>Ilmenite</i>
8	50.1808	0.307	0.498699	<i>Quartz</i>

Tabel 6 menunjukkan bahwa sampel sedimen gua LS11-C3 mengandung mineral magnetik yaitu *Ilmenite* dan *Maghemite*. *Ilmenite* memiliki rata-rata ukuran butir 0.35129 nm. Sedangkan *Maghemite* memiliki rata-rata ukuran butir 0.32110 nm. Mineral non magnetik yang terdapat pada sampel sedimen gua LS11-C3 adalah *Quartz* yang memiliki rata-rata ukuran butir 0.93671 nm

4. Parameter Kisi

Pada data hasil pengukuran XRD yang telah dicocokkan dengan data JCPDF diperoleh fasa penyusun dari pasir kuarsa. Selain itu juga diperoleh struktur kristal yang meliputi parameter kisi (α , β , γ , a, b, dan c), grup ruang, sistem kristal yang terdapat pada mineral setiap sampel yang dapat dilihat pada Tabel 7:

Sampel Sedimen	Jenis Mineral Magnetik	Parameter Kisi							Grup Ruang	Sistem kristal
		a(Å)	b(Å)	c(Å)	α	β	γ	V		
LS11-A0	<i>Magnetite</i>	5.9444	5.9247	16.775	90	90	90	P2/c	Monoclinic	
	<i>Hematite</i>	5.0356	5.04	13.75	90	90	120	R-3c	Rhombohedral	
	<i>Quartz</i>	4.921	4.921	5.4163	90	90	120	P3121	Hexagonal	
LS11-A8	<i>Magnetite</i>	8.3778	8.3778	8.3778	90	90	90	Fd-3m	Cubic	
	<i>Hematite</i>	5.028	5.028	13.73	90	90	120	R-3c	Rhombohedral	
	<i>Maghemite</i>	8.35	8.35	8.35	90	90	90	P4232	Cubic	
	<i>Anorthite</i>	8.21	12.95	14.16	99.22	115.93	91.2	P-1	Anorthic	
	<i>Quartz</i>	4.914	4.914	5.405	90	90	120	P3221	Hexagonal	
LS11-B2	<i>Magnetite</i>	8.3795	8.3795	8.3795	90	90	90	Fd-3m	Cubic	
	<i>Hematite</i>	5.038	5.038	13.776	90	90	120	R-3c	Rhombohedral	
	<i>Quartz</i>	4.9021	4.9021	5.3997	90	90	120	P3121	Hexagonal	
LS11-C2	<i>Magnetite</i>	8.3778	8.3778	8.3778	90	90	90	Fd-3m	Cubic	
	<i>Hematite</i>	5.038	5.038	13.772	90	90	120	R-3	Rhombohedral	
	<i>Cristobalite</i>	4.973	4.973	6.95	90	90	90	P41212	Tetragonal	
	<i>Quartz</i>	4.921	4.921	5.4163	90	90	120	P3121	Hexagonal	
LS11-C3	<i>Maghemite</i>	8.332	8.332	25.113	90	90	90	P41212	Tetragonal	
	<i>Ilmenite</i>	5.08	5.08	14.03	90	90	120	R-3	Rhombohedral	
	<i>Quartz</i>	4.9124	4.9124	5.4039	90	90	120	P3221	Hexagonal	
LS11-D1	<i>Magnetite</i>	8.3778	8.3778	8.3778	90	90	90	Fd-3m	Cubic	
	<i>Hematite</i>	5.038	5.038	13.776	90	90	120	R-3c	Rhombohedral	
	<i>Cristobalite</i>	4.9836	4.9836	6.9549	90	90	90	P41212	Tetragonal	
	<i>Grafit</i>	2.456	2.456	10.044	90	90	120	R3	Rhombohedral	

Tabel 7. Parameter Kisi Sampel Sedimen Gua Liang Luar Kabupaten Manggarai Barat Provinsi Nusa Tenggara Timur

Berdasarkan Tabel 7 terlihat bahwa parameter kisi dari mineral magnetik sedimen gua di Gua Liang Luar. Pada sampel LS11-A0 parameter kisi dari *magnetite* $a=5.944 \text{ \AA}$, $b=5.947 \text{ \AA}$ dan $c= 16,755$ dengan struktur kristal monoclinic dan grup ruang P2/c. *Hematite* dengan parameter kisi $a= 5,036$, $b= 5,04$ dan $c= 13,75$ serta dengan grup ruang R-3c dan sistim kristal rhombohedral.

Parameter kisi mineral magnetik pada sampel LS11-C3 yaitu *ilmenite* dengan parameter kisi $a=b=5,08$ dan $c=14,03$ serta grup ruang R-3 dan sistim kristal rhombohedral. *Maghemite* dengan parameter kisi $a=b=8,332$ dan $c= 25,113$ serta grup ruang P4212 dan sistim kristal tetragonal.

B. Pembahasan

1. Jenis Mineral Magnetik

Difraktogram hasil pengukuran *x-ray diffractometer* terhadap sampel sedimen gua dari Gua Liang Luar Kabupaten Manggarai Barat Provinsi Nusa Tenggara Timur menunjukkan bahwa jenis mineral magnetik lebih mendominasi dari pada jenis mineral non magnetik. Banyaknya mineral magnetik yang ditemukan pada sampel sedimen gua dari Gua Liang Luar disebabkan karena terletak pada kawasan karst yang terbentuk akibat pelarutan batu vulkanis dan terdapatnya gunung berapi disekitar gua.

Hasil pengukuran menggunakan *x-ray diffractometer* terhadap sampel sedimen gua dari Gua Liang Luar menunjukkan bahwa *magnetite* dan *hematite* terdapat pada setiap sampel gua di Gua Liang Luar kecuali sampel LS11-C3. Hal ini menunjukkan bahwa adanya ketidakkonsistenan jenis mineral magnetik pada setiap lapisan. Tidak konsistennya jenis mineral magnetik pada setiap lapisan mengindikasikan bahwa transportasi mineral magnetik dari luar ke dalam gua terjadi pada iklim yang berbeda.

Intensitas yang dihasilkan untuk setiap sampel tidak sama karena jumlah sinar x yang diterima pada setiap sampel masing-masing sedimen berbeda-beda. Jenis mineral non magnetik yang ditemukan pada hasil analisis difraktogram disebabkan oleh sampel dari Gua Liang Luar yang digunakan tidak mengalami proses ekstraksi, sehingga semua mineral-mineral yang berada pada sampel terdeteksi oleh XRD.

Mineral magnetik yang dapat ditemukan pada sedimen yang berada pada daerah karst terjadi karena adanya transportasi mineral magnetik dari lingkungan luar ke dalam gua^[4]. Selain itu jenis mineral magnetik yang terbentuk juga dapat disebabkan oleh debu yang masuk kedalam gua akibat tiupan angin dan zat *chitin* yang dapat menyerap ion logam pada sedimen gua.

2. Ukuran Butir

Ukuran butir mineral dapat dipengaruhi oleh perubahan temperatur. Akibat meningkatnya temperatur maka difusi atom juga semakin meningkat, sehingga meningkat pula pembentukan nukleus-nukleus fasa baru yang sama. Antara nukleus-nukleus ini terdapat batas butir yang memisahkannya serta dipisahkan dengan pori-pori. Temperatur yang mengalami peningkatan, menyebabkan terjadi pengecilan/penghilangan pori-pori tersebut. Apabila pori-pori sangat mengecil maka mereka tidak mampu lagi mengunci batas butir terhadap pengaruh gaya pertumbuhan butir^[7]. Temperatur pemanasan yang terus meningkat

mengakibatkan ukuran butir semakin kecil^[8]. Pernyataan tersebut juga dikuatkan dalam penelitian^[9] yang menemukan bahwa ukuran butir semakin kecil akibat pertambahan temperatur.

3. Parameter Kisi

Parameter kisi sampel sedimen gua di Gua Liang Luar menunjukkan bahwa sampel sedimen LS11-A0 memiliki parameter kisi *a* yang lebih kecil dibandingkan *magnetite* di sampel lainnya. *Magnetite* yang terdapat pada sampel sedimen gua LS11-A0 memiliki sistim kristal monoclinic sedangkan pada sampel lainnya memiliki sistim kristal cubic. Hal ini menunjukkan adanya kekonsistenan dalam parameter kisi *magnetite* pada sampel LS11-A8, LS11-B2, LS11-C2, LS11-C3 dan LS11-D1 kecuali pada sampel LS11A0. Jenis mineral magnetik yaitu *hematite* memiliki kekonsistenan parameter kisi dengan sistim kristal rhombohedral. *Maghemite* terdapat pada sampel sedimen LS11-A8 memiliki sistim ruang cubic. Parameter *maghemite* ini memiliki kesamaan dengan parameter kisi sampel sedimen LS11-C3 dengan sistim kristal tetragonal, sedangkan *ilmenite* hanya terdapat pada sampel LS11-C3.

KESIMPULAN

Berdasarkan difraktogram dan perbandingan hasil pengukuran dengan *database* mineral yang dihasilkan menggunakan *x-ray diffraction* menunjukkan bahwa jenis mineral magnetik yang terkandung pada sedimen gua dari Gua Liang Luar Nusa Tenggara Timur pada setiap sampel memiliki kandungan jenis mineral yang sama yaitu *magnetite* (Fe_3O_4) dan *hematite* (Fe_2O_3) kecuali sampel sedimen gua LS11-C3. Sementara ukuran butir mineral magnetik sampel sedimen gua di Gua Liang Luar tergolong *single-domain* (SD) dengan ukuran ≤ 100 nm. *Magnetite* dengan rata-rata ukuran butir 0.476429 nm dan ukuran butir terbesar 1.10421 nm, *Maghemite* dengan ukuran butir terbesar 0.4679 nm dan rata-rata ukuran butir 0.437229. *Hematite* dengan ukuran butir terbesar 1.380743 nm dengan rata-rata ukuran butir 0.74136 nm. *Ilmenite* yang terdapat pada sampel sedimen gua di Gua Liang Luar memiliki ukuran butir terbesar 0.45854 nm dengan rata-rata ukuran butir 0.351287 nm. Parameter kisi *Magnetite* yang terdapat pada sampel sedimen gua LS11-A0 memiliki system kristal *monoclinic* dengan $a=5,944 \text{ \AA}$ sedangkan pada sampel lainnya memiliki sistim kristal *cubic* dengan $a=8,3778 \text{ \AA}$. Mineral magnetik *hematite* memiliki kekonsistenan parameter kisi *a*, *b*, dan *c* yang sama yaitu $a=b=5,03 \text{ \AA}$, $c=13,7 \text{ \AA}$ dengan sistim kristal *rhombohedral* dan grup ruang R-3c. *Maghemite* memiliki parameter kisi dengan $a=b=8,35 \text{ \AA}$, $c=25,113 \text{ \AA}$ dengan grup ruang P412 dan sistim kristal *tetragonal*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bijaksana, S. 2002. *Analisis Mineral magnetik Dalam Masalah Lingkungan*. Bandung: Jurnal Geofikasi, 1, 19-27.
- [2] Ao Hong. 2010. *Mineral-magnetic signal of long-term climatic variation in Pleistocene fluvio-lacustrine sediments, Nihewan Basin (North China)*. Journal of Asian Earth Sciences 39 (2010) 692–700.
- [3] Niarti, Desupriati. 2012. *Penentuan Jenis Mineral Magnetik Guano Dari Gua Solek Dan Gua Rantai Kecamatan Lareh Sago Halaban Kabupaten Lima Puluh Kota Menggunakan Metode X-Ray Diffraction*. Padang: UNP.
- [4] Hamdi. 2010. *Konsistensi Sifat Magnetik Guano Dari Dua Goa Kelelawar Di Kabupaten 50 Kota Sumatera Barat*. Prossiding Seminar dan Rapat Tahunan BKS-PTN.
- [5] Cullity, B. D. 2006. *Elements of X-Ray Diffraction*. Massachusetts: Universitas of Nortre Dame.
- [6] Smallman R. E., R. J. Bishop. 2000. *Metallurgi fisik Modern dan Rekayasa Materil*. Jakarta: Erlangga.
- [7] Surahmat, Munatsir, dan Triwikantoro. 2009. *Sintesis Silika Berbasis Pasir Alam Bancar Menggunakan Metode Kopersipitasi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- [8] Chandrasekar, Govindasamy. 2007. *Synthesis of Hexagonal and Cubic Mesoporous Silica Using Power Plant Bottom Ash*. Republic of Korea. *Microporous and Mesoporous Material* 111 (2008) 455-462.
- [9] Santosa, A. 2008. *Analisis Struktur Kristal dan Komposisi Fasa Lapisan Tungsten Carbide/Cobalt (WC-Co) yang dibuat dengan Menggunakan Metode HVOF*. Universitas Indonesia.
- [10] Ghufron, M., M. A. Baqiya, Mashuri, Triwikantoro, and Darminto. 2011. *Phase Transition Fe_3O_4/Fe_2O_3 Nanocomposites By Sintering Process*. *Jurnal Sains Material Indonesia*. ISSN: 1411-1098.
- [11] Amilius, Z, Sudjono, H. K, Rusnaeni, N. 1999. *Aplikasi X-Ray Diffraction dan Scanning Electron Microscope untuk Analisis Bahan*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia PUSLITBANG Fisika Terapan: Bandung.