

**ANALISIS STRUKTUR FRAKSI FASA KRISTAL
NATRIUM KLORIDA DARI *BRINE WATER* BLEDUG
KUWU SEBAGAI FUNGSI WAKTU KRISTALISASI
BERDASARKAN POLA DIFRAKSI SINAR X (*X RAY
DIFFRACTION*)**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan

mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Fisika



Diajukan Oleh :

Fariha Ulfa Rizqiya

07620022

Kepada

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2014



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/1889/2014

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Analisis Struktur Fraksi Fasa Kristal Natrium Klorida Dari *Brine Water* Bledug Kuwu Sebagai Fungsi Waktu Kristalisasi Berdasarkan Pola Diffraksi Sinar X (*X Ray Diffraction*)

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Fariha Ulfa Rizqiya
NIM : 07620022
Telah dimunaqasyahkan pada : 12 Juni 2014
Nilai Munaqasyah : A-
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang
a.n. Kaprodi Fisika

Frída Agung Rakhmadi, S.Si.,M.Sc.
NIP. 197805102005011003

Penguji I

Karmanto, S.Si., M.Sc.
NIP.19820504 200912 1 005

Penguji II

Asih Melati, S.Si.,M.Sc.
NIP. 198411102011012017

Yogyakarta, 26 Juni 2014
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan



Drs. H. Akh. Minhaji, M.A, Ph.D
NIP. 19580919 198603 1 002



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Pengajuan Munaqasyah

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : FARIHA ULFA RIZQIYA

NIM : 07620022

Judul Skripsi : Analisis Struktur Fraksi Fasa Kristal Natrium Klorida Dari *Brine Water* Bledug Kuwu Sebagai Fungsi Waktu Kristalisasi Berdasarkan Pola Difraksi Sinar X (*X Ray Diffraction*)

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi FISIKA Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Fisika Sains.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 05 Juni 2014
Pembimbing I

Retno Rahmawati, M.Si.
NIP. 19821116 200901 2 006

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Yogyakarta, 05 Juni 2014



Fariha Ulfa Rizqiya

07620022

PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan hati, skripsi ini kupersembahkan kepada :

- ❖ *Bunda'Q dan Ayah'Q tercinta beserta keluarga'Q tersayang yang telah mendoakan, memotivasi, dan mengajarku untuk selalu tersenyum dalam menghadapi masalah*
- ❖ *Suami'Q tercinta yang dengan ketulusan hati selalu mendampingi'Q dalam suka duka*
- ❖ *Agama'Q dan Almamater'Q UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta*



MOTTO

*“ Learn From the mistakes in the past, try by using a different way, and always
Hope for a successful future”*

Belajarliah dari kesalahan di masa lalu, mencoba dengan cara yang berbeda, dan selalu
berharap untuk sebuah kesuksesan di masa depan



KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, hanya kepada-Nyalah senantiasa kita memanjatkan puji dan syukur atas segala pertolongan dan ampunan-Nya di tengah-tengah kehidupan dunia yang bercorak nuansa yang kita hadapi.

Sholawatullah wa Salamullah, semoga senantiasa terhaturkan atas baginda *nabiyullah* Muhammad SAW sebagai utusan Allah SWT yang diharibahkan kepada kita dalam menopang landasan hidup di dunia ini.

Dengan segala do'a dan usaha, segala kekurangan dan keterbatasan, penulis telah berhasil menyelesaikan skripsi ini “guna memenuhi syarat menempuh sarjana SI”. Untuk itu, Penulis selalu mengharapkan partisipasi pembaca baik saran, masukan maupun kritik konstruktif.

Tersusunnya skripsi ini tidak lepas dari sentuhan-sentuhan tangan yang kreatif serta angan-angan yang inovatif dari segala pihak. Oleh karena itu, sebagai ungkapan terdalam rasa terima kasih sudah sepatutnya penulis panjatkan do'a *Jazakumullah Khairon Katsiran* terutama kepada:

1. Prof. Dr. H. Musa Asy'ari, M.A, P.hd selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga.
2. Drs. H. Akh. Minhaji, M.A, P.hd selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.

3. Bapak Frida Agung Rahmadi, M.Sc selaku Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
4. Ibu Retno Rahmawati, M.Si selaku pembimbing I, terima kasih telah sabar membimbing, mengarahkan penulis serta memberikan progres dan saran yang positif.
5. Ibu Nita Handayani, M. Si selaku pembimbing II, terima kasih telah membimbing penulis mengenai materi maupun redaksional.
6. Seluruh dosen program studi Fisika UIN Sunan Kalijaga.
7. Ayah dan Bundaku H. Umar Basyar dan Ibu Indanah Nuryatin, terima kasih sudah memberikan do'a, cinta, semangat serta dukungan baik spiritual maupun materiil. Semoga ayah dan bundaku senantiasa diberikan kekuatan, kesabaran dan kesehatan. Amiiiiin....
8. Suamiku tercinta Ach. Lotfi Gozali, terima kasih dengan ketulusan hati dan keiklasan selalu mendampingi, memotivasi serta memberikan pengarahan-pengarahan positif yang membangun. Semoga suamiku senantiasa diberikan perlindungan oleh-Nya. Amiiiiin...
9. Saudara-saudara kandungku tercinta Mas Zacky Bachroni, Mas Salafudin Amin, Mb Zulfa Rahmawati, Mb Astuti Zubaida, serta kedua adekku tersayang Fuad Saiful Fahmi dan Hilyatus Sa'adah, terima kasih selalu mendukung serta mengingatkan agar selalu fokus, semangat, tidak putus asa dan pantang menyerah dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga diberikan kesuksesan serta rizki yang berlimpah. Amiiin....

10. Teman-temanku dan sahabat-sahabatku semua yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu serta adek-adekku semua di Fisika Material. Semoga kalian sukses dalam meniti masa depan kelak. Amiiin...

Penulis berharap mudah-mudahan karya ilmiah ini dapat memberikan sedikit sumbangan bagi kemajuan dan pengembangan di fisika UIN Sunan Kalijaga. Penulis berkeyakinan bahwa kesempurnaan dan kebenaran mutlak milik ilahi Robbi. Untuk itu, apabila dalam penyusunan karya ilmiah ini ada banyak kekurangan. Penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya.

Yogyakarta, 2014

Penulis

**ANALISIS STRUKTUR FRAKSI FASA KRISTAL NATRIUM KLORIDA
DARI *BRINE WATER* BLEDUG KUWU SEBAGAI FUNGSI WAKTU
KRISTALISASI BERDASARKAN POLA DIFRAKSI SINAR X (*X RAY
DIFFRACTION*)**

Fariha Ulfa Rizqiya

07620022

INTISARI

Telah dilakukan penelitian karakterisasi struktur fraksi fasa kristal natrium klorida dari *brine water* bledug kuwu sebagai fungsi waktu kristalisasi berdasarkan pola difraksi sinar x (*X Ray Diffraction*). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa struktur kristal garam dari difraksi sinar x dan menganalisa pengaruh waktu kristalisasi terhadap struktur kristal garam. Langkah awal pada penelitian ini adalah memanaskan air garam dengan suhu 100⁰C yang diambil dari sumber air asin (*brine water*) bledug kuwu. Selanjutnya, air garam dipanaskan dengan variasi waktu kristalisasi 21 jam, 22 jam, 23 jam, 24 jam dan 25 jam. Serbuk NaCl hasil percobaan dikarakterisasi dengan menggunakan alat XRD (*X Ray Diffraction*) untuk mengetahui bidang-bidang kristal, pembentukan fraksi fasa dan ukuran kristal yang terbentuk dan SEM (*Scanning electron Microscope*) untuk mengetahui morfologi sampel. Dari hasil karakterisasi XRD menunjukkan bahwa sampel NaCl *brine water* didominasi oleh struktur kubik pusat muka (*face centered cubic*). Hasil fraksi fasa menunjukkan garam pada *brine water* mengandung senyawa NaCl, KCl, NH₄Cl dan LiCl. Sedangkan berdasarkan hasil SEM ukuran partikel yang terbentuk didominasi oleh partikel NaCl dengan ukuran 33 μ m.

Kata Kunci : Difraksi sinar X, NaCl, Struktur kristal, Waktu Kristalisasi.

**ANALYSIS OF FRACTION STRUCTURE OF SODIUM CHLORIDE
CRYSTALLINE PHASE FROM BRINE WATER OF *BLEDUG KUWU* AS
CRYSTALLIZATION TIME FUNCTION BASED ON X RAY
DIFFRACTION PATTERN**

Fariha Ulfa Rizqiya

07620022

ABSTRACT

A study on the fraction structure of sodium chloride crystalline phase from brine water *bledug kuwu* as crystallization time function based on X Ray diffraction pattern was conducted. This study aimed to analyze crystal of salt from X Ray diffraction and analyze the influence of crystallization time on the crystal structure of salt. The first step in this study was heating salted water at 100°C from brine water source *bledug kuwu*. Next, salt water was heated with crystallization time variations 21 hours, 22 hours, 23 hours, 24 hours, and 25 hours. NaCl powders resulted were characterized using XRD (X Ray Diffraction) equipment to discover crystal fields, formation of phase fraction and crystal size formed and SEM (Scanning Electron Microscope) to discover the morphology of the samples. XRD characterization showed that NaCl sample of brine water is dominated by face centered cubic structure. Phase fraction showed that salt in brine water contains NaCl, KCl, NH₄Cl and LiCl compounds. While based on SEM the particles formed are dominated by NaCl particle in size 33µm.

Keywords: X ray diffraction, NaCl, crystal structure, crystallization time.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
INTISARI	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DARTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penelitian	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Studi Pustaka	6
2.2 Landasan Teori	8
BAB III METODE PENELITIAN	28
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	28
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	28
3.3 Metode Penelitian	30
3.4 Metode Analisis	31
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Hasil Penelitian	32
4.2 Pembahasan	39
BAB V KESIMPULAN	43
5.1 Kesimpulan	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	46

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Unsur-unsur sumber air asin (<i>brine water</i>) bledug kuwu.....	2
Tabel 3.1 Alat-alat penelitian	28
Tabel 4.1 Parameter bidang hkl NaCl dengan waktu kristalisasi 21 jam	32
Tabel 4.2 Parameter bidang hkl NaCl dengan waktu kristalisasi 22 jam	33
Tabel 4.3 Parameter bidang hkl NaCl dengan waktu kristalisasi 23 jam	33
Tabel 4.4 Parameter bidang hkl NaCl dengan waktu kristalisasi 24 jam	34
Tabel 4.5 Parameter bidang hkl NaCl dengan waktu kristalisasi 25 jam	34
Tabel 4.6 Fraksi fasa garam berdasarkan variasi waktu kristalisasi	35
Tabel 4.7 Fraksi fasa garam berdasarkan waktu kristalisasi 24 jam	35
Tabel 4.8 Ukuran parameter kisi senyawa garam klorida	35
Tabel 4.9 Ukuran partikel hasil SEM.....	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Panjang gelombang radiasi elektromagnetik	9
Gambar 2.2 Tabung sinar x	9
Gambar 2.3 Proses bremsstrahlung.....	11
Gambar 2.4 Produksi sinar x yang bersifat diskrit	12
Gambar 2.5 Spektrum sinar x	13
Gambar 2.6 Percobaan dua celah young	14
Gambar 2.7 Geometri percobaan dua celah.....	16
Gambar 2.8 Difraksi sinar x oleh kristal	19
Gambar 2.9 Skema difraktometer sinar x	20
Gambar 2.10 Struktur kristal	22
Gambar 2.11 Satuan sel dengan sumbu koordinat x, y, z	23
Gambar 2.12 Satuan sel dari 14 kisi-kisi bravais	24
Gambar 2.13 Struktur kristal NaCl	25
Gambar 2.14 Empat tampilan kisi sel satuan garam meja (NaCl)	26
Gambar 3.1 Diagram alir tahapan penelitian.....	29
Gambar 4.1 Hasil XRD sampel NaCl dengan waktu kristalisasi 21 jam	33
Gambar 4.2 Hasil XRD sampel NaCl dengan waktu kristalisasi 22 jam	33
Gambar 4.3 Hasil XRD sampel NaCl dengan waktu kristalisasi 23 jam	34
Gambar 4.4 Hasil XRD sampel NaCl dengan waktu kristalisasi 24 jam	34
Gambar 4.5 Hasil XRD sampel NaCl dengan waktu kristalisasi 25 jam	35
Gambar 4.6 Pola XRD Standar NaCl (JCPDS Card No. 88-2300)	36

Gambar 4.7 Pola XRD Standar KCl (JCPDS Card No.41-1476)	36
Gambar 4.8 Pola XRD Standar NH ₄ Cl (JCPDS Card No.07-0007)	37
Gambar 4.9 Pola XRD Standar LiCl (JCPDS Card No.01-0664)	37
Gambar 4.10 Hasil Uji Morfologi SEM	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Persen fraksi fasa hasil XRD sampel NaCl	46
Lampiran 2 Perhitungan bidang hkl	49
Lampiran 3 Perhitungan ukuran partikel dengan metode SEM	57
Lampiran 4 Dokumentasi Proses Penelitian	58

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Produksi garam merupakan salah satu isu nasional yang menjadi perhatian pemerintah saat ini. Indonesia sebagai sebuah negara kepulauan dengan panjang pesisir pantainya yang mencapai 81.000 km merupakan potensi yang tinggi untuk menghasilkan produksi garam dalam jumlah besar. Namun kenyataannya untuk mencukupi kebutuhan garam nasional, Indonesia masih harus melakukan impor garam. Sepanjang 2013, impor garam diprediksi akan mencapai 1,05 juta ton. Impor terpaksa dilakukan untuk memenuhi kebutuhan garam industri. Dalam Harian Republika (13-05-2013) memberitakan bahwa pemerintah sudah menargetkan produksi garam nasional mencapai 2,8 juta ton tiap tahunnya. Padahal berdasarkan perhitungan suplai kebutuhan total, kebutuhan garam Indonesia tahun 2013 diperkirakan akan mencapai 3,2 juta ton, yang terdiri dari garam konsumsi sebanyak 1,4 juta ton dan garam industri sebesar 1,8 juta ton.

Garam merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi masyarakat Indonesia terutama sebagai bumbu makanan dan pengawet makanan. Garam juga berperan penting dalam salinitas air laut dan dalam cairan ekstrakuler dari banyak organisme multiseluler. Garam bisa didapatkan dari air laut, air danau asin, deposit dalam tanah, tambang garam dan sumber air asin (*brine water*) dalam tanah contohnya bledug kuwu yang terdapat di kecamatan Purwodadi Jawa Tengah (Burhanudin, 2001).

Unsur	Kadar Unsur dalam ppm
<i>Ca</i>	341,00 ppm
<i>Mg</i>	39,00 ppm
<i>Na</i>	8016,00 ppm
<i>K</i>	285,70 ppm
<i>Li</i>	9,81 ppm
<i>NH₃</i>	16,67 ppm
<i>Cl</i>	12702,99 ppm
<i>SO₄</i>	27,29 ppm
<i>HCO₃</i>	254,42 ppm
<i>H₂S</i>	4,53 ppm
<i>B</i>	44,98 ppm

Tabel 1.1 Kandungan unsur kimia air asin (*brine water*) bledug kuwu

Proses pengolahan garam di Indonesia masih dilakukan secara tradisional diantaranya dengan langkah-langkah sebagai berikut : Pertama, menguapkan dengan sinar matahari (*Solar evaporation*). Kedua, melakukan pengukuran kadar garam (kepekatan air laut), pengukuran dapat dilakukan dengan menggunakan alat Baumemeter (Be). Ketiga, garam yang sudah cukup tua (kadar garam tinggi) dikristalkan di kolam pengkristalan, hal ini dapat dilakukan dengan memperhatikan waktu kristalisasi (sebaiknya dibiarkan selama 5 hari di kolam pengkristalan). Keempat, setelah dikristalisasi dilakukan pencucian garam, hal ini perlu dilakukan agar garam bersih dari pengotor. Pencucian harus dilakukan dengan larutan garam pekat misalnya dapat dilakukan dengan menggunakan air laut sisa kristalisasi. Dan kelima, dikristalkan kembali dalam kolom kristalisasi (*crystallization column*) , (Burhanudin, 2001).

Dalam istilah kimia, garam dikenal dengan Natrium Klorida (NaCl), berbentuk kristal, berwarna putih, dapat larut dalam air, dan bersifat

transparan (Chemical Index, 1993). Ada beberapa faktor yang mempengaruhi pembentukan kristal garam diantaranya suhu, waktu kristalisasi dan konsentrasi. Menurut beberapa penelitian, waktu kristalisasi garam berpengaruh pada sifat fisis yang dimiliki bahan tersebut, diantaranya adalah ukuran kristal dan struktur kristal dari bahan tersebut. Semakin besar waktu pemanasan kristal, maka semakin besar ukuran butir kristalnya (Chindesari, 2011).

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui ukuran kristal dan struktur kristal suatu bahan adalah dengan metode difraksi sinar x. Padatan kristal seperti NaCl memiliki struktur kristal tertentu yang dapat dikenali dengan menggunakan analisis difraksi sinar x. Metode difraksi sinar x banyak digunakan karena cenderung relatif ekonomis dan mudah dikerjakan (Smallman, 1991). Berdasarkan beberapa fakta yang sudah dipaparkan, maka akan dilakukan penelitian dengan mengambil tema Analisis Struktur Fraksi Fasa Kristal Natrium Klorida Dari *Brine Water* Bledug Kuwu Sebagai Fungsi Waktu Kristalisasi Berdasarkan Pola Difraksi Sinar X (*X Ray Diffraction*).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan suatu masalah dengan judul relevan yaitu :

1. Bagaimana menganalisa struktur kristal garam bledug kuwu dari difraksi sinar x?
2. Bagaimana pengaruh waktu kristalisasi terhadap struktur kristal garam bledug kuwu?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan bertujuan sebagai berikut :

1. Menganalisa struktur kristal garam bledug kuwu dari hasil difraksi sinar x.
2. Menganalisa pengaruh waktu kristalisasi terhadap struktur kristal garam bledug kuwu.

1.4 Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini difokuskan sesuai dengan tujuan penelitian. Untuk menghindari meluasnya objek kajian dalam penelitian ini maka diberikan batasan-batasan sebagai berikut :

1. Pengambilan sampel air garam (*brine water*) di Bledug Kuwu kecamatan Purwodadi Jawa Tengah.
2. Menggunakan alat XRD dengan sumber radiasi Copper (Cu).
3. Analisis yang akan dilakukan untuk menentukan struktur kristal garam dan pengaruhnya terhadap waktu kristalisasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat mengenai pengaruh waktu kristalisasi garam terhadap analisa struktur kristal, sehingga dapat berguna untuk penelitian selanjutnya dalam meningkatkan kualitas mutu pengujian bahan.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara garis besar Penulisan dalam tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab diantaranya :

1. BAB I: merupakan pendahuluan yang berisi latar belakang penelitian, rumusan penelitian, tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penelitian.
2. BAB II: merupakan tinjauan pustaka dan landasan teori yang berisi uraian singkat tentang teori-teori yang menunjang materi tugas akhir.
3. BAB III: merupakan metode penelitian yang mengulas tentang langkah penelitian diantaranya alat dan bahan yang digunakan, prosedur penelitian, dan diagram penelitian.
4. BAB IV: merupakan hasil dan pembahasan yang berisi hasil-hasil eksperimen dan pembahasan-pembahasan hasil eksperimen.
5. BAB V: merupakan kesimpulan yang ditarik dari pembahasan penelitian.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan karakterisasi, maka dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Hasil analisa uji XRD menunjukkan struktur kristal dari *garam* yang diambil dari sumber air asin (*brine water*) bledug kuwu adalah kubik pusat muka (*face centered cubic*) yang terkandung dalam senyawa NaCl, KCl, serta LiCl dan kubus sederhana (*cubic primitive*) dalam senyawa NH₄Cl (*Ammonium Clorida*).
2. Semakin lama pemanasan mempengaruhi besarnya ukuran kristal dari sampel garam.

DAFTAR PUSTAKA

- Cullity, B.D, 1978, *Elements of x-ray diffraction*, 2nd ed. Addison Wesley Metallurgy series, New York.
- Beiser, Arthur. 1990. *Concepts of modern physics*, 5th ed. McGraw-Hill, New York.
- Krane, Kenneth S. 1992. *modern physics*. Penerjemah : Hans J. Wospakrik. Penerbit : Universitas Indonesia (UI – Press).
- Smallman, R.E. 1991. *Metalurgie fisik modern*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Smallman, R.E, R.J. Bishop. 1983 . *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*. Erlangga, Jakarta.
- Smith and Hashemi. 2010. *Foundation of Materials Science and Engineering*, 5th Ed. McGrawHill.
- Wardana, Wisnu Arya. 2007 . *Teknologi Nuklir : Proteksi Radiasi dan Aplikasinya*. Penerbit : C.V ANDI OFFSET, Yogyakarta.
- Pratapa, Suminar. 2004. Prinsip-Prinsip Difraksi Sinar-X. Copyright : Surabaya.
- Effendy. 2004 . *Ikatan ionik dan cacat-cacat pada kristal ionik*. Bayumedia Publising : Malang.
- Wiyatmo, Yusman. 2007. Fisika Modern. Yogyakarta : Pustaka Pelajar.
- Giancoli, Douglass C. 2001 . Fisika . Erlangga : Jakarta.
- Cagnet, et. Al. 1971. *Atlas of optical Phenomena*. Springer-Verlag.
- Abdullah, Mikrajudin dan Khoirurrijal. 2009. Review: Karakterisasi Nanomaterial. *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi* **Vol. 2 No.1, februari 2009**.

- Chindesari, Patria Yudhantya Diaz Ayu. 2011. pengaruh ukuran butir kristal garam terhadap fortifikan. (Skripsi). Universitas Airlangga, Surabaya.
- Setyawan, Heru. 2012. Zat Padat. Teknik kimia FTI-ITS, Surabaya. Diakses 4 April 2013 [http://www.its.ac.id/personal/files/material/3125-heru-che-KF04 Solid. Pdf.](http://www.its.ac.id/personal/files/material/3125-heru-che-KF04%20Solid.Pdf)
- Cipto, Rubrik. 2013. Diperkirakan Surplus, Tahun Ini KKP Tak Impor Garam. Diakses 09 Januari 2013 <http://wartaekonomi.co.id/berita7268/diperkirakan-surplus-tahun-ini-kkp-tak-impor-garam.html>
- Ajeng Rizki Pitakasari. 2013. Produksi Garam Nasional. Diakses 13 mei 2013 <http://www.republika.co.id/>

Sumber Gambar :

<http://www.euronuclear.org/info/encyclopedia/bremsstrahlung.htm>

<http://scientificsentence.net/Equations/Quantum/index.php?key=yes&Integer=X-Rays> (2010)

<http://whs.wsd.wednet.edu/faculty/busse/mathhomepage/busseclasses/radiationphysics/lecturenotes/chapter12/chapter12.html>, (2011)

<http://www.physics.umd.edu>, 2009

LAMPIRAN

Lampiran 1

% FRAKSI VOLUME HASIL XRD SAMPEL GARAM

1. Sampel garam dengan waktu kristalisasi 21 jam

d (Å)	I/II	2θ (deg)	intensity count
3.22245	6	27.6600	31
2.82559	4	31.6400	23
2.79016	39	32.0525	200
1.98052	100	45.7768	515
1.62081	13	56.7521	68
1.40469	4	66.5116	23
1.39269	26	67.1602	134
1.38492	4	67.5878	19
<i>intensitas sampel</i>			1013

Intensitas fasa yang terdeteksi = 1013 counts

$$\% \text{ fraksi volume garam} = \frac{1013}{2361} \times 100\% = 43 \%$$

2. Sampel garam dengan waktu kristalisasi 22 jam

d (Å)	I/II	2θ (deg)	intensity (count)
2.79973	37	31.9400	890
2.78789	59	32.0792	1423
1.98450	100	45.6798	2408
1.62115	19	56.4691	450
1.40548	5	66.2530	112
1.39099	4	67.2530	92
<i>intensitas sampel</i>			5375

Intensitas fasa yang terdeteksi = 5375 counts

$$\% \text{ fraksi volume garam} = \frac{5375}{6724} \times 100\% = 80 \%$$

3. Sampel garam dengan waktu kristalisasi 23 jam

d (Å)	I/I_1	2θ (deg)	<i>intensity (count)</i>
3.25988	27	27.3362	87
3.22473	4	27.6400	12
2.84134	12	31.4600	38
2.81213	100	31.7954	320
1.99415	48	45.4468	154
1.70315	4	53.7800	14
1.69507	35	54.0574	111
1.62505	22	56.4691	71
1.41206	10	66.1200	33
1.40790	11	67.3400	34
1.39554	56	67.0050	179
1.38816	15	67.4087	48
1.38161	5	67.7716	15
1.36623	3	68.6400	10
<i>intensitas sampel</i>			1126

Intensitas fasa yang terdeteksi = 1126 counts

$$\% \text{ fraksi volume garam} = \frac{1126}{1848} \times 100\% = 60 \%$$

4. Sampel garam dengan waktu kristalisasi 24 jam

d (Å)	I/I_1	2θ (deg)	<i>intensity (count)</i>
2.82907	4	31.6000	41
2.80016	100	31.9349	994
1.98538	22	45.6584	215
1.40673	3	66.4025	34
1.39216	6	67.1892	56
<i>intensitas sampel</i>			1340

Intensitas fasa yang terdeteksi = 1340 counts

$$\% \text{ fraksi volume garam} = \frac{1340}{4002} \times 100\% = 33 \%$$

5. Sampel garam dengan waktu kristalisasi 25 jam

d (Å)	I/II	2θ (deg)	intensity (count)
3.26265	6	27.3125	12
3.24083	4	27.5000	8
3.21561	3	27.7200	6
2.83554	4	31.5260	8
2.81663	6	31.7433	12
2.79632	15	31.9800	32
2.77680	36	32.2108	75
2.00571	4	45.1700	9
1.98944	8	45.5600	17
1.97696	49	45.8641	102
1.72360	4	53.0916	9
1.72360	6	53.5500	12
1.70992	10	54.0260	21
1.69037	11	54.2200	24
1.69037	4	54.5360	9
1.63854	5	56.0833	11
1.63854	4	56.4015	8
1.62401	3	56.6300	7
1.61851	4	56.8400	9
1.61383	4	57.0200	8
1.43802	5	64.7783	10
1.40932	3	66.2650	6
1.40513	4	66.4880	9
1.40104	3	66.7075	6
1.38954	100	67.3325	209
1.38225	20	67.7356	42
1.37543	5	68.1175	11
<i>intensitas sampel</i>			692

Intensitas fasa yang terdeteksi = 692 counts

$$\% \text{ fraksi volume garam} = \frac{692}{2447} \times 100\% = 28 \%$$

Lampiran 2

PERHITUNGAN INDEKS MILLER

Diketahui : $a = 5.64 \text{ \AA} = 0.564 \text{ nm}$

$\lambda = 1.54056 \text{ \AA} = 0.154056 \text{ nm}$

$$a = \frac{\lambda}{2 \sin \theta} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

Dengan : $a = \text{Parameter kisi (nm)}$

$\lambda \text{ Cu} = \text{panjanggelombang (nm)}$

$h, k, l = \text{indeks miller}$

1. Sampel garam dengan waktu kristalisasi 21 jam

2θ	$h^2+k^2+l^2$	h	k	l
28.9006	3	1	1	1
32.0525	4	2	0	0
41.1758	6	2	1	1
45.7768	8	2	2	0
50.8853	9	3	0	0
56.7521	12	2	2	2
67.1602	16	4	0	0

- $$a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_1} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 14.4503} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{0.499080} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = 0.308679 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = (1.827140)^2$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = 3$$
- $$a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_2} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 16.02625} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{0.552155} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = 0.279008 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = (2.021447)^2$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = 4$$

- $a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_3} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
- $0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 20.5879} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
- $0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{0.703287} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
- $0.564 \text{ nm} = 0.219051 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
- $h^2 + k^2 + l^2 = (2.574742)^2$
- $h^2 + k^2 + l^2 = 6$

- $a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_4} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
- $0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 22.8884} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
- $0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{0.777874} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
- $0.564 \text{ nm} = 0.198047 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
- $h^2 + k^2 + l^2 = (2.847478)^2$
- $h^2 + k^2 + l^2 = 8$

- $a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_5} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
- $0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 25.44265} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
- $0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{0.859214} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
- $0.564 \text{ nm} = 0.179298 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
- $h^2 + k^2 + l^2 = (3.145601)^2$
- $h^2 + k^2 + l^2 = 9$

- $a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_6} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
- $0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 28.37605} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
- $0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{0.950512} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
- $0.564 \text{ nm} = 0.162076 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
- $h^2 + k^2 + l^2 = (3.479848)^2$
- $h^2 + k^2 + l^2 = 12$

- $a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_7} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
- $0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 33.5801} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{1.106204} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = 0.139265 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = (4.049833)^2$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = 16$$

2. Sampel garam dengan waktu kristalisasi 22 jam

2θ	$h^2+k^2+l^2$	h	k	l
28.9545	3	1	1	1
32.0792	4	2	0	0
41.0822	6	2	1	1
45.6798	8	2	2	0
50.8913	9	3	0	0
56.7392	12	2	2	2
66.4691	16	4	0	0

- $$a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_1} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 14.47725} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{0.499991} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = 0.308117 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = (1.830473)^2$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = 3$$
- $$a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_2} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 16.0396} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{0.552603} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = 0.278782 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = (2.023086)^2$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = 4$$
- $$a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_3} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 20.5411} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{0.701758} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = 0.219528 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = (2.569148)^2$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = 6$$

- $a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_4} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
 $0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 22.8399} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
 $0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{0.776314} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
 $0.564 \text{ nm} = 0.198445 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
 $h^2 + k^2 + l^2 = (2.842097)^2$
 $h^2 + k^2 + l^2 = 8$

- $a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_5} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
 $0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 25.44565} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
 $0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{0.859309} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
 $0.564 \text{ nm} = 0.179278 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
 $h^2 + k^2 + l^2 = (3.145952)^2$
 $h^2 + k^2 + l^2 = 9$

- $a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_6} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
 $0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 28.3696} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
 $0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{0.950314} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
 $0.564 \text{ nm} = 0.162110 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
 $h^2 + k^2 + l^2 = (3.479119)^2$
 $h^2 + k^2 + l^2 = 12$

- $a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_7} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
 $0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 33.23455} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
 $0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{1.096135} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
 $0.564 \text{ nm} = 0.140544 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$
 $h^2 + k^2 + l^2 = (4.012978)^2$
 $h^2 + k^2 + l^2 = 16$

3. Sampel garam dengan waktu kristalisasi 23 jam

2θ	$h^2+k^2+l^2$	h	k	l
28.6611	3	1	1	1
31.7954	4	2	0	0

40.8285	6	2	1	1
45.4465	8	2	2	0
54.0574	11	3	1	1
56.5905	12	2	2	2
67.0050	16	4	0	0

- $$a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_1} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 14.33055} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{0.495031} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = 0.311204 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = (1.812316)^2$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = 3$$
- $$a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_2} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 15.8977} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{0.547841} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = 0.281205 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = (2.00565)^2$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = 4$$
- $$a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_3} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 20.41425} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{0.697610} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = 0.220833 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = (2.553966)^2$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = 6$$
- $$a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_4} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 22.72325} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{0.777256} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = 0.198204 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = (2.845553)^2$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = 8$$

- $$a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_5} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 27.0287} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{0.908873} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = 0.169502 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = (3.327394)^2$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = 11$$

- $$a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_6} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 28.29525} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{0.948030} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = 0.162501 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = (3.470747)^2$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = 12$$

- $$a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_7} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 33.5025} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{1.103946} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = 0.139550 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = (4.041562)^2$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = 16$$

4. Sampel garam dengan waktu kristalisasi 24 jam

2θ	$h^2+k^2+l^2$	h	k	l
28.7985	3	1	1	1
31.9349	4	0	0	0
41.0443	6	2	1	1
45.6584	8	2	2	0
67.1892	16	2	2	2

- $$a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_1} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 14.39925} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{0.497354} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = 0.309751 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = (1.820817)^2$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = 3$$

- $$a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_2} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 15.96745} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{0.550182} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = 0.280009 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = (2.014220)^2$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = 4$$

- $$a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_3} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 20.52215} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{0.701138} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = 0.219722 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = (2.566879)^2$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = 6$$

- $$a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_4} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 22.8292} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{0.775970} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = 0.198533 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = (2.840837)^2$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = 8$$

- $$a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_5} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 33.5946} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{1.106626} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = 0.139212 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = (4.051374)^2$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = 16$$

5. Sampel garam dengan waktu kristalisasi 25 jam

2θ	$h^2+k^2+l^2$	h	k	l
32.2108	4	2	0	0

41.3000	6	2	1	1
45.8641	8	2	2	0
67.3325	16	4	0	0

- $$a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_1} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 16.1054} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{0.554810} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = 0.277673 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = (2.031166)^2$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = 4$$

- $$a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_2} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 20.65} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{0.705316} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = 0.218421 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = (2.582169)^2$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = 6$$

- $$a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_3} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 22.93205} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{0.779278} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = 0.197690 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = (2.852951)^2$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = 8$$

- $$a = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin \theta_4} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{2 \sin 33.66625} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

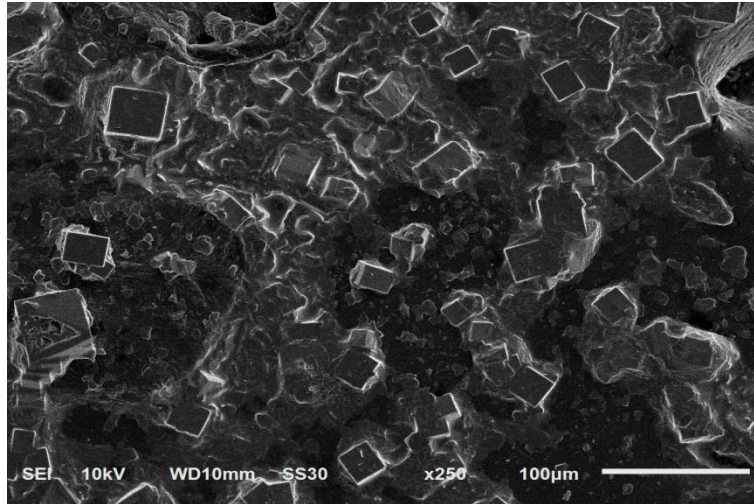
$$0.564 \text{ nm} = \frac{0.154056 \text{ nm}}{1.108708} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$0.564 \text{ nm} = 0.138950 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = (4.059014)^2$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = 16$$

Lampiran 3

PERHITUNGAN UKURAN PARTIKEL DENGAN METODE SEM

- $x_1 = \frac{\text{Skala Partikel}}{\text{Panjang Skala Bar}} \times 100 \mu = \frac{1,2 \text{ cm}}{2,4 \text{ cm}} \times 100 \mu\text{m} = 50 \mu\text{m}$
- $x_2 = \frac{\text{Skala Partikel}}{\text{Panjang Skala Bar}} \times 100 \mu = \frac{0,8 \text{ cm}}{2,4 \text{ cm}} \times 100 \mu\text{m} = 33,3 \mu\text{m}$
- $x_3 = \frac{\text{Skala Partikel}}{\text{Panjang Skala Bar}} \times 100 \mu = \frac{1,5 \text{ cm}}{2,4 \text{ cm}} \times 100 \mu\text{m} = 62,5 \mu\text{m}$
- $x_4 = \frac{\text{Skala Partikel}}{\text{Panjang Skala Bar}} \times 100 \mu = \frac{0,7 \text{ cm}}{2,4 \text{ cm}} \times 100 \mu\text{m} = 29,2 \mu\text{m}$
- $x_5 = \frac{\text{Skala Partikel}}{\text{Panjang Skala Bar}} \times 100 \mu = \frac{0,8 \text{ cm}}{2,4 \text{ cm}} \times 100 \mu\text{m} = 33,3 \mu\text{m}$
- $x_6 = \frac{\text{Skala Partikel}}{\text{Panjang Skala Bar}} \times 100 \mu = \frac{0,5 \text{ cm}}{2,4 \text{ cm}} \times 100 \mu\text{m} = 20,8 \mu\text{m}$
- $x_7 = \frac{\text{Skala Partikel}}{\text{Panjang Skala Bar}} \times 100 \mu = \frac{0,8 \text{ cm}}{2,4 \text{ cm}} \times 100 \mu\text{m} = 33,3 \mu\text{m}$
- $x_8 = \frac{\text{Skala Partikel}}{\text{Panjang Skala Bar}} \times 100 \mu = \frac{0,8 \text{ cm}}{2,4 \text{ cm}} \times 100 \mu\text{m} = 33,3 \mu\text{m}$
- $x_9 = \frac{\text{Skala Partikel}}{\text{Panjang Skala Bar}} \times 100 \mu = \frac{0,8 \text{ cm}}{2,4 \text{ cm}} \times 100 \mu\text{m} = 33,3 \mu\text{m}$
- $x_{10} = \frac{\text{Skala Partikel}}{\text{Panjang Skala Bar}} \times 100 \mu = \frac{0,8 \text{ cm}}{2,4 \text{ cm}} \times 100 \mu\text{m} = 33,3 \mu\text{m}$
- $x_{11} = \frac{\text{Skala Partikel}}{\text{Panjang Skala Bar}} \times 100 \mu = \frac{0,8 \text{ cm}}{2,4 \text{ cm}} \times 100 \mu\text{m} = 33,3 \mu\text{m}$
- $x_{12} = \frac{\text{Skala Partikel}}{\text{Panjang Skala Bar}} \times 100 \mu = \frac{0,7 \text{ cm}}{2,4 \text{ cm}} \times 100 \mu\text{m} = 29,2 \mu\text{m}$
- $x_{13} = \frac{\text{Skala Partikel}}{\text{Panjang Skala Bar}} \times 100 \mu = \frac{0,7 \text{ cm}}{2,4 \text{ cm}} \times 100 \mu\text{m} = 29,2 \mu\text{m}$
- $x_{14} = \frac{\text{Skala Partikel}}{\text{Panjang Skala Bar}} \times 100 \mu = \frac{1,0 \text{ cm}}{2,4 \text{ cm}} \times 100 \mu\text{m} = 41,6 \mu\text{m}$
- $x_{15} = \frac{\text{Skala Partikel}}{\text{Panjang Skala Bar}} \times 100 \mu = \frac{1,0 \text{ cm}}{2,4 \text{ cm}} \times 100 \mu\text{m} = 41,6 \mu\text{m}$