

**PENGARUH TEMPERATUR KALSINASI TERHADAP STRUKTUR
MINERAL GRANIT YANG TERDAPAT DI NAGARI SURIAN
KECAMATAN PANTAI CERMIN KABUPATEN SOLOK.**

SKRIPSI

*Diajukan Kepada Tim Penguji Jurusan Fisika Sebagai Salah Satu Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Sains*



**JULIANSYAH
16038/2010**

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2015**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Pengaruh Temperatur Kalsinasi Terhadap Struktur Mineral
Granit Yang Terdapat Di Nagari Surian Kecamatan Pantai
Cermin Kabupaten Solok

Nama : Juliansyah

NIM : 16038

Proram Studi : Fisika

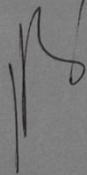
Jurusan : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 25 Agustus 2015

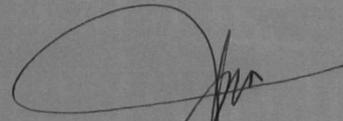
Disetujui oleh :

Pembimbing I



Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si
NIP. 19690120 199303 2 002

Pembimbing II



Dr. H. Ahmad Fauzi, M.Si
NIP. 19660522 199303 1 003

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Juliansyah
NIM : 16038
Proram Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

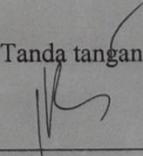
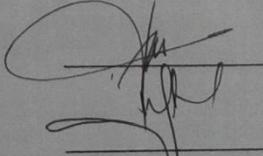
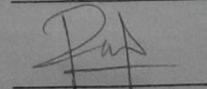
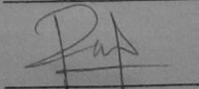
dengan judul :

Pengaruh Temperatur Kalsinasi Terhadap Struktur Mineral Granit Yang Terdapat Di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Solok

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi Program Studi Fisika Jurusan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang

Padang, 25 Agustus 2015

Tim Penguji

	Nama	Tanda tangan
Ketua	: Dr. Hj. Ratnawulan, M. Si	
Sekretaris	: Dr. H. Ahmad Fauzi, M.Si	
Anggota	: Dra. Syakbaniah	
Anggota	: Dra. Hj. Yenni Darvina, M.Si	
Anggota	: Dr. Ramli, S.Pd, M.Si	

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

Skripsi yang berjudul Pengaruh Temperatur Kalsinasi Terhadap Struktur Mineral Granit Yang Terdapat Di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Solok, adalah hasil karya saya sendiri dan belum pernah diajukan oleh orang lain untuk mendapatkan gelar akademik di Universitas Negeri Padang.

Dalam karya tulis ini tidak terdapat hasil karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali dikutip secara tertulis dengan jelas dan dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah tersebut dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan pada daftar pustaka.

Padang, 25 Agustus 2015



Juliansyah

2010/16038

ABSTRAK

Juliansyah : Pengaruh Temperatur Kalsinasi Terhadap Struktur Mineral Granit yang Terdapat di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Solok.

Indonesia adalah negara yang mempunyai potensi sumber daya alam yang melimpah. Salah satunya kaya akan potensi tambang mineral granit. Hingga kini keberadaan granit masih dieksploitasi dalam keadaan mentah (*raw material*) dan belum mempunyai nilai jual yang tinggi. Salah satu cara meningkatkan nilai granit adalah memurnikannya melalui proses kalsinasi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh temperatur kalsinasi terhadap fasa, struktur kristal dan ukuran butir dari mineral granit yang terdapat di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Solok Sumatera Barat.

Jenis penelitian ini bersifat eksperimen. Penelitian ini mengkaji pengaruh temperatur kalsinasi terhadap fasa, struktur dan ukuran butir pada mineral granit menggunakan *X-Ray Diffraction*, menentukan kandungan unsur dan senyawa pada mineral granit dengan menggunakan *X-Ray Fluorescence*, dan memvariasikan temperatur kalsinasinya dengan *furnace*. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fisika dan Laboratorium Jaminan Kualitas PT Semen Padang. Variasi temperatur kalsinasi yang dilakukan adalah pada temperatur 26⁰C (sebelum dikalsinasi), 500⁰C, 700⁰C, 800⁰C, 900⁰C dan 1000⁰C.

Hasil penelitian ini yaitu (1) Senyawa dominan yang terkandung pada mineral granit adalah silika dengan kadar 69,637% disusul senyawa Alumina 17,238% dan senyawa Kalsium Oksida dengan kadar 4,474%. (2) Berdasarkan pengujian dengan XRD, pada temperatur 26⁰C mineral yang dominan adalah kuarsa (SiO₂) dan *albite* (Na(AlSi₃O₈)). (3) Temperatur 500⁰C muncul mineral baru yaitu *feldspar*, temperatur 700⁰C muncul mineral kuarsa, *albite*, *feldspar* dan biotit, temperatur 800⁰C muncul mineral yang sama dengan temperatur 700⁰C, temperatur 900⁰C muncul mineral *tourmaline* dan temperatur 1000⁰C muncul mineral *coesite*. Akibat variasi temperatur kalsinasi, strukturnya mengalami perubahan dari *anorthic* ke monoklinik. (4) Ukuran butirnya juga mengalami perubahan dari 162,0150 nm pada temperatur 500⁰C turun menjadi 63,85472 nm, terjadi penambahan pada temperatur 700⁰C menjadi 74.5388 nm, pada temperatur 800⁰C kembali turun menjadi 51.10788 nm. Temperatur 900⁰C dan 1000⁰C ukuran butir kembali naik 53.667 nm dan 56.2036 nm. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa temperatur kalsinasi berpengaruh terhadap struktur granit di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Solok, Sumatera Barat.

KATA PENGANTAR

Syukur *Alhamdulillah* penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang maha memiliki ilmu dan maha luas ilmu-Nya berkat rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Pengaruh Temperatur Kalsinasi Terhadap Struktur Mineral Granit yang Terdapat di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Solok”. Skripsi ini merupakan bagian dari **Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi** tahun 2013 atas nama Dr. Ratnawulan, M.Si., Drs. Gusnedi M.Si., dan Yohandri, Ph.D dengan judul Karakterisasi Fisika Mineral Ekonomis Sumatera Barat Menggunakan Metode Difraksi Sinar-X dengan nomor kontrak 252/UN 35,4 PG/2014 Tanggal 17 April 2014. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana sains pada Program Studi Fisika, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

Kelancaran kegiatan penelitian dan penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak baik secara moril maupun secara materil. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si., sebagai Pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu, pikiran, saran dan tenaga serta kesabarannya untuk membimbing penulis dalam kegiatan penelitian dan penulisan skripsi ini.

2. Bapak Dr. H. Ahmad Fauzi, M.Si., sebagai Penasehat Akademis dan Pembimbing II yang telah banyak memberikan bantuan, bimbingan dan saran serta kesabarannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Dra. Syakbaniah, M.Si., Ibu Dra. Hj. Yenni Darvina, M.Si., Bapak Dr. Ramli, S.Pd, M.Si., selaku penguji pada skripsi ini.
4. Bapak Drs. Akmam, M.Si., sebagai Ketua Jurusan Fisika FMIPA UNP.
5. Ibu Hidayati, M.Si., sebagai ketua Program Studi Fisika FMIPA UNP.
6. Seluruh staf pengajar Jurusan Fisika yang telah membekali penulis dengan berbagai ilmu dan pengetahuan selama masa perkuliahan.
7. Bapak Rafmatias sebagai kepala urusan Laboran Jaminan Kualitas di PT. Semen Padang yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan Pengukuran XRD, Pemanasan sampel dan ilmu serta diskusi yang telah diberikan.
8. Bapak Aldinol Laboran Jaminan Kualitas di PT. Semen Padang yang telah membantu penulis dalam pengambilan data pada penelitian ini.
9. Rekan-rekan satu tim, atas kerjasama, bantuan, motivasi dan semangatnya dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Rekan-rekan mahasiswa jurusan Fisika FMIPA UNP yang selalu memotivasi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Kedua orang tua dan semua anggota keluarga atas pengertian yang besar, juga motivasi dan dorongan serta doa yang tulus yang diberikan kepada penulis selama proses penelitian dan penulisan skripsi ini.
12. Semua pihak yang telah membantu penulis untuk mewujudkan dan menyelesaikan studi yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam tulisan skripsi ini masih banyak terdapat kesalahan dan kelemahan. Untuk itu diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap mudah-mudahan skripsi ini berguna bagi pembaca semua. Semoga semua bantuan, kritik dan saran yang telah diberikan menjadikan masukan positif bagi kita.

Padang, 27 Januari 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	5
C. Batasan Masalah.....	6
D. Rumusan Masalah.....	6
E. Pertanyaan Penelitian.....	7
F. Tujuan Penelitian.....	8
G. Manfaat Penelitian.....	8
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Potensi Batu Granit di Kabupaten Solok Sumatera Barat.....	10
B. Mineral Granit.....	12
C. Struktur Kristal.....	21
D. Pengaruh Temperatur Kalsinasi.....	27
E. <i>X – Ray Diffraction</i>	32
F. <i>X – Ray Flourescence</i>	41

G. Hipotesis Penelitian	43
-------------------------------	----

BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian	45
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	45
C. Sampel Penelitian	45
D. Variabel Penelitian.....	46
E. Prosedur Penelitian	46
1. Persiapan Penelitian.....	46
2. Pelaksanaan Penelitian.....	47
3. Diagram Alir Penelitian.....	54
F. Instrumen Penelitian	55
G. Teknik Analisis Data	58

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian.....	59
1. Deskripsi Data.....	59
2. Analisis Data.....	69
B. Pembahasan	90
1. Kadar Kandungan Senyawa pada Granit	90
2. Pengaruh temperatur kalsinasi terhadap perubahan fasa	91
3. Pengaruh temperatur kalsinasi terhadap perubahan Struktur kristal Granit	92
4. Pengaruh temperatur kalsinasi terhadap perubahan ukuran butir kristal pada Granit.....	93

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan.....95

B. Saran.....97

DAFTAR PUSTAKA98

LAMPIRAN102

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1. Tujuh sistem kristal dan empat belas kisi Bravais	25
2. Sistem Kristal Dan Persamaan Jarak Antar Bidang	37
3. Komposisi Sampel Granit	46
4. Data hasil pengukuran XRF Granit	59
5. Data hasil pengukuran <i>x-ray diffraction</i> Granit sebelum di kalsinasi	61
6. Data hasil pengukuran XRD Granit sampel 500 ⁰ C	63
7. Data hasil pengukuran XRD Granit sampel 700 ⁰ C	64
8. Data hasil pengukuran XRD Granit sampel 800 ⁰ C	66
9. Data hasil pengukuran XRD Granit sampel 900 ⁰ C	67
10. Data hasil pengukuran XRD Granit sampel 1000 ⁰ C	69
11. Perbandingan data hasil pengukuran sampel sebelum di kalsinasi dengan database mineral	71
12. Perbandingan data hasil pengukuran sampel 500 ⁰ C dengan <i>database</i> mineral	73
13. Perbandingan data hasil pengukuran sampel 700 ⁰ C dengan <i>database</i> mineral	74
14. Perbandingan data hasil pengukuran sampel 800 ⁰ C dengan <i>database</i> mineral	76
15. Perbandingan data hasil pengukuran sampel 900 ⁰ C dengan <i>database</i> mineral	77
16. Perbandingan data hasil pengukuran sampel 1000 ⁰ C dengan <i>database</i> mineral	79
17. Fasa yang terbentuk pada masing-masing sampel Granit	81
18. Struktur penyusun Granit	83

19. Ukuran butir kristal sampel granit sebelum dipanaskan	84
20. Ukuran butir kristal sampel Granit setelah dipanaskan pada temperatur 500°C	85
21. Ukuran butir kristal sampel Granit setelah dipanaskan pada temperatur 700°C	86
22. Ukuran butir kristal sampel Granit setelah dipanaskan pada temperatur 800°C	87
23. Ukuran butir kristal sampel Granit setelah dipanaskan pada temperatur 900°C	88
24. Ukuran butir kristal sampel Granit setelah dipanaskan pada temperatur 1000°C	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Potensi Granit Sumatera Barat	11
2. Batu Granit	13
3. Struktur Kristal Kuarsa.....	15
4. Kristal Biovit dan Muscovit	17
5. Struktur Kristal Albit.....	18
6. Struktur Kristal feldspar	19
7. Struktur Kristal Turmalin	21
8. Susunan atom dalam (a) kristal (b) amorf	23
9. Sumbu dan sudut antar sumbu kristal	24
10. Empat Belas Kisi Bravais.....	25
11. Indeks miller pada beberapa bidang.....	27
12. Perubahan struktur mikro saat dikalsinasi.....	29
13. Energy dan pemuaiian	30
14. Efek kalsinasi	31
15. Diffraksi Bragg.....	34
16. Skema prinsip XRF	42
17. Pengambilan Sampel dan koordinat daerah	47
18. Lokasi granit di Surian	48
19. Mortal baja untuk menggerus granit	48
20. Pengayakan granit setelah dgerus	49
21. Pemberian label	50

22. Hasil pemanasan menggunakan <i>furnace</i>	50
23. Diagram Alir Penelitian	54
24. XRD tipe CubiX ³ Cement	55
25. <i>X-Ray Fluorescence (XRF)</i>	56
26. <i>Furnace</i>	56
27. Cawan Porselen	57
28. Spatula	57
29. Data hasil pengukuran XRD sampel Granit sebelum dikalsinasi	60
30. Data hasil pengukuran x-ray diffraction sampel 500 °C	62
31. Data hasil pengukuran x-ray diffraction sampel 700 °C	63
32. Data hasil pengukuran x-ray diffraction sampel 800 °C	65
33. Data hasil pengukuran x-ray diffraction sampel 900 °C	67
34. Data hasil pengukuran x-ray diffraction sampel 1000 °C	68
35. Analisis hasil pengukuran XRD sebelum kalsinasi.....	72
36. Analisis hasil pengukuran XRD sampel 500°C.....	73
37. Analisis hasil pengukuran XRD sampel 700°C.....	75
38. Analisis hasil pengukuran XRD sampel 800°C.....	76
39. Analisis hasil pengukuran XRD sampel 900°C.....	78
40. Analisis hasil pengukuran XRD sampel 1000°C.....	80
41. Pola XRD Granit	81
42. Grafik ukuran butir kristal setiap variasi temperatur.....	90

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	halaman
1. Pengukuran XRF Granit	102
2. <i>Database</i> untuk Mineral Penyusun Granit	104
3. Ukuran Butir Kristal Granit	135
4. Dokumentasi	144

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia adalah negara dengan potensi alam yang melimpah, khususnya bahan tambang mineral. Pengelolaan sumber daya mineral dapat dilakukan dengan menggali potensi-potensi mineral yang ada serta mengetahui kandungan di dalam sumber daya mineral tersebut. Identifikasi jenis mineral penting dilakukan untuk investasi kekayaan alam yang nantinya akan berdampak pada percepatan dan perluasan pembangunan ekonomi masyarakat (Ratnawulan, 2013). Percepatan dan perluasan pembangunan ekonomi Indonesia didukung oleh potensi demografi, kekayaan sumber daya alam serta posisi geografis Indonesia.

Sumatera Barat merupakan salah satu wilayah di Kepulauan Indonesia yang mempunyai tatanan geologi cukup kompleks. Tatanan geologi ini disebabkan letaknya di pertemuan tiga lempeng yaitu lempeng Eurasia di sebelah utara, lempeng Hindia Australia di sebelah selatan dan lempeng Pasifik di sebelah timur. Sumatera Barat yang berada di dekat tumbukan dua lempeng besar yaitu lempeng Hindia Australia dan Lempeng Eurasia disamping menerima akibat negatif yaitu daerah rawan bencana alam juga mendapat manfaat yaitu munculnya mineral-mineral ekonomis ke permukaan. Wilayah di Sumatera Barat yang memiliki potensi tambang mineral diantaranya Kabupaten Agam, Kabupaten Pasaman, Kabupaten Lima Puluh Kota, Kabupaten Solok Selatan, dan Kabupaten Solok.

Kabupaten Solok mempunyai potensi bahan tambang galian yang cukup beragam dan menjanjikan bagi para investor untuk berinvestasi, salah satu tambang mineral yang memiliki peluang investasi adalah batuan Granit. Granit merupakan batuan beku asam plutonik atau terbentuk dan membeku dalam kerak bumi. Keberadaan batuan Granit di Kabupaten Solok terutama di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin, belum dimanfaatkan secara maksimal. Hal ini disebabkan karena masyarakat sekitar belum mengetahui mineral yang terkandung dalam Granit.

Mineral Granit memiliki kandungan Ca dan Si sebagai unsur kandungan terbanyak dalam bentuk senyawa – senyawa SiO_2 , CaCO_3 , dan CaCl_2 . Tingkat kekerasan batu Granit 7 skala Mohs, kuat tekan 1180 – 2650 kg/cm^2 , Kepadatan rata-rata Granit adalah 2,75 gr/cm^3 dengan jangkauan antara 1,74 dan 2,80, bersifat kedap air, kaku (rigid), non-higroskopis dan memiliki koefisien ekspansi termal yang sangat rendah. (Manggasa, dkk. 1998).

Batuan Granit berdasarkan genesisnya dapat dikelompokkan menjadi tipe-I, tipe-S (Chappel & White, 2011), serta tipe A dan Tipe M (Winter, 2011). Tipe-I terbentuk oleh pembekuan magma (*igneous source*). Tipe-S terbentuk oleh pembekuan batuan sedimen yang meleleh akibat terpengaruh zona intrusi yang ada disekitarnya (*sedimentary sources*). Tipe-A berasal dari pelelehan pada zona *rifting* (*anorogenesis setting*). Tipe-M terbentuk langsung oleh pembekuan mantel pada batuan ofiolitik.

Batuan Granit bisa diidentifikasi dari batuan vulkanik ekstrusifnya. Menurut Raymond (2002), “batuan Granit Tipe-A berasosiasi dengan alkali riolit. Batuan Granit Tipe-S berasosiasi dengan aliran abu yang kaya silikat”. Batuan Granit Tipe-I berasosiasi dengan batuan riolit, dasit, dan andesit. Batuan Granit Tipe-M berasosiasi dengan gabbro, batuan tholeitik, serta andesit.

Batuan Granit memiliki komposisi kimia dengan kadar silika kurang lebih 50 % hingga 70 %, dimana pada suatu tubuh pegmatit kadar silika bisa mencapai 100 % (Raymond, 2002). Berdasarkan Gill (2010), “komposisi mineral utama batuan Granit adalah mineral kuarsa, alkali feldspar, plagioklas, piroksen, hornblende, biotit, muskovit, turmalin”. Menurut Lowres (2010:35), “komposisi mineral utama batuan Granit adalah kuarsa, hornblende, dan feldspar”. Identifikasi mineral pada batuan Granit pada umumnya mudah dilakukan pada hand specimen karena kristal pada batuan mudah dilihat dan dibedakan.

Jenis-jenis mineral komposisi batuan Granit dapat terbentuk ketika Granit diberikan temperatur. Menurut White (2004:137), “jenis mineral pada Granit dapat terdekomposisi dengan temperatur yang berbeda-beda”. Struktur biotit, kuarsa, dan feldspar dapat terbentuk pada temperatur 800 °C - 850 °C. Struktur kuarsa dan feldspar juga terbentuk pada temperatur 500 °C - 550 °C (e.g. Giletti, etc, 1985 dalam Harris, 2010:409). Menurut Hinsberg (2011:3), “struktur *tourmaline* terbentuk pada temperatur 725 °C - 950 °C”. Ray (2004) dalam penelitiannya memvariasikan temperatur sampel batuan Granit dengan

temperatur $590^{\circ}\text{C} - 770^{\circ}\text{C}$ menghasilkan struktur biotit. Struktur mika, kuarsa, dan feldspar dapat terbentuk pada temperatur $< 750^{\circ}\text{C}$ Brown (2013:1079).

Biotit (mika) memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan sehari – hari. Biotit sering dijadikan bahan pembuatan kondensator untuk penerapan frekwensi radio. Selain digunakan sebagai insulator dalam alat listrik tegangan tinggi, mika yang juga merupakan bias ganda biasanya digunakan untuk membuat lempeng gelombang paruh. Biotit juga dipakai untuk memisahkan konduktor listrik dalam kabel yang dirancang untuk memiliki sebuah tingkat tahan api agar menyediakan integritas sirkuit.

Berdasarkan tinjauan literatur tersebut, walaupun telah banyak peneliti sebelumnya yang meneliti tentang komposisi kandungan Granit terlihat bahwa setiap daerah memiliki komposisi yang berbeda, hal ini diakibatkan perbedaan struktur geologi suatu daerah. Selain itu, fasa pada temperatur yang sama akan berbeda jika komposisinya berbeda. Oleh karena itu, penting untuk melakukan penelitian yang mengungkap struktur dari batuan Granit. Struktur batuan Granit tersebut meliputi fasa pembentuk, sistem kristal, parameter kisi dan ukuran butirnya. Selain itu, potensi batuan Granit di Kabupaten Solok ini belum tereksplorasi.

Pada penelitian ini penulis ingin meneliti struktur Granit yang ada di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin, Kabupaten Solok Sumatra Barat dengan variasi temperatur kalsinasinya. Keberadaan Granit dapat diolah untuk membuka peluang baru dalam usaha pertambangan, sehingga menjadi

salah satu sumber ekonomi masyarakat setempat. Penelitian tentang peningkatan kualitas Granit perlu dilakukan dengan cara memberikan perlakuan temperatur. Pemberian temperatur bertujuan untuk mengetahui sifat fisis dari Granit, hal ini akan menjadi dasar untuk peneliti selanjutnya dalam melakukan pengembangan terhadap Granit. Kandungan yang terdapat pada Granit dapat diketahui dengan menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF) dan untuk menganalisis struktur Granit digunakan alat karakterisasi yaitu *X-Ray Diffraction* (XRD).

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, terdapat beberapa identifikasi masalah yaitu :

1. Belum diketahui kandungan senyawa dan mineral pada Granit yang terdapat di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Solok dengan menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF).
2. Belum diketahui pengaruh temperatur kalsinasi terhadap struktur kristal Granit yang terdapat di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Solok Sumatra Barat.
3. Belum diketahui pengaruh temperatur kalsinasi terhadap perubahan fasa batuan Granit yang terdapat di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Solok Sumatra Barat.
4. Belum diketahui pengaruh temperatur kalsinasi terhadap ukuran butir batuan Granit yang terdapat di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Solok Sumatra Barat.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Variasi temperatur 500 °C, 700 °C, 800 °C, 900 °C dan 1000 °C
2. Struktur mineral Granit yang diteliti adalah :
 - a. Fasa yang terbentuk
 - b. Sistem Kristal
 - c. Parameter kisi : a, b, c, α , β , γ dan grup ruang
 - d. Ukuran butir.

D. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan yaitu:

1. Senyawa apakah yang paling banyak terkandung pada Granit dan berapa kadar kandungan mineral pada Granit yang terdapat di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Solok dengan menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF)?
2. Bagaimana pengaruh temperatur kalsinasi terhadap struktur kristal Granit yang terdapat di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Solok Sumatra Barat?
3. Bagaimana pengaruh temperatur kalsinasi terhadap perubahan fasa batuan Granit yang terdapat di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Solok Sumatra Barat?

4. Bagaimana pengaruh temperatur kalsinasi terhadap ukuran butir batuan Granit yang terdapat di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Solok Sumatra Barat?

E. Pertanyaan Penelitian

Adapun pertanyaan penelitian ini adalah :

1. Senyawa apa yang paling dominan dari Granit dan berapa kadar kandungan mineral pada Granit yang terdapat di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Solok dengan menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF)?
2. Bagaimana pengaruh temperatur kalsinasi terhadap struktur kristal Granit yang terdapat di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Solok Sumatra Barat?
3. Bagaimana pengaruh temperatur kalsinasi terhadap perubahan fasa batuan Granit yang terdapat di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Solok Sumatra Barat?
4. Bagaimana pengaruh temperatur kalsinasi terhadap ukuran butir batuan Granit yang terdapat di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Solok Sumatra Barat?

F. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menyelidiki senyawa yang terkandung didalam Granit dan kadar kandungan mineral pada Granit yang terdapat di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Solok Sumatra Barat dengan menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF).
2. Menyelidiki pengaruh temperatur kalsinasi terhadap struktur kristal Granit yang terdapat di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Solok Sumatra Barat.
3. Menyelidiki pengaruh temperatur kalsinasi terhadap perubahan fasa batuan Granit yang terdapat di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Solok Sumatra Barat.
4. Menyelidiki pengaruh temperatur kalsinasi terhadap ukuran butir batuan Granit yang terdapat di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Solok Sumatra Barat.

G. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Bagi daerah terkait
 - a. Sebagai informasi mengenai sumber daya mineral yang dapat dikembangkan sebagai bahan industri seiring dengan kemajuan teknologi.
 - b. Untuk menambah aset daerah untuk kedepannya.

2. Bagi pembaca

- a. Menjadi sumber informasi mengenai sumber daya mineral yang dapat digunakan untuk perencanaan dan pengembangan wilayah serta pengembangan perekonomian daerah oleh Pemerintah Daerah yang bersangkutan, investor dan masyarakat lainnya yang membutuhkan.
- b. Menjadikan tambahan literature untuk peneliti selanjutnya.

3. Bagi penulis

- a. Sebagai syarat untuk menyelesaikan Program S1 di Jurusan Fisika Universitas Negeri Padang.
- b. Mengetahui banyaknya kandungan mineral Granit yang terdapat di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Solok.
- c. Mengetahui pengaruh temperatur terhadap karakteristik Granit yang terdapat di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Solok.
- d. Meningkatkan pemahaman dan penerapan ilmu fisika terutama pada bidang alat karakterisasi XRF dan XRD.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Potensi Batu Granit di Kabupaten Solok Sumatera Barat

Wilayah Indonesia merupakan daerah pertemuan tiga lempeng tektonik, yaitu Lempeng Indo-Australia, Eurasia dan Lempeng Pasifik. Aktivitas tektonik yang disebabkan oleh ketiga lempeng tersebut menyebabkan wilayah Indonesia memiliki potensi alam yang melimpah sehingga tidak sulit untuk menemukan bahan tambang mineral. Bahan tambang mineral mudah diperoleh karena kandungan di alam sangat banyak seperti yang terkandung pada granit. Posisi Sumatera Barat yang berada di dekat tumbukan dua lempeng besar menerima akibat negatif yaitu daerah rawan bencana alam juga mendapat manfaat yaitu munculnya mineral-mineral ekonomis.

Wilayah di Sumatera Barat yang memiliki potensi tambang granit diantaranya Kabupaten Agam, Kabupaten Pasaman, Kabupaten Lima Puluh Kota, Kabupaten Solok Selatan, dan Kabupaten Solok. Wilayah Solok dan Solok Selatan merupakan salah satu wilayah di Provinsi Sumatra Barat yang memiliki energy alternatif dan sumber daya mineral yang cukup memadai untuk dikelola, terutama potensi tambang granit, seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Potensi Granit Sumatera Barat. (BKPM Sumatera Barat 2013).

Gambar 1 memperlihatkan potensi granit di Sumatera Barat. Dari gambar terlihat bahwa sebagian besar wilayah Solok didominasi oleh mineral granit. Keadaan ini sangat mendukung wilayah Solok sebagai salah satu wilayah yang memiliki potensi tambang granit di Sumatera Barat.

Provinsi Sumatera Barat memiliki potensi pertambangan yang relatif banyak. Barang tambang yang potensial meliputi:

- a. Barang tambang yang diperoleh dari dalam bumi, antara lain : batubara, pasir besi, bijih timah, bijih nikel, bijih tembaga, bijih bauksit, bijih mangan, bijih emas dan perak, minyak bumi, gas bumi, yodium, belerang, bijih ranit dan posfor.
- b. Barang-barang galian, antara lain : batu, pasir, kapur, tanah liat, kaolin dan garam (BKPM, Sumatera Barat. 2013).

Potensi batu Granit di Sumatera barat terdapat hampir di seluruh Kabupaten. Salah satunya terdapat di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Solok.

Kabupaten Solok berada antara $00^{\circ}32'14''$ dan $01^{\circ}46'45''$ Lintang Selatan dan $100^{\circ}25'00''$ dan $101^{\circ}41'41''$ Bujur Timur. Topografi wilayahnya sangat bervariasi antara dataran, lembah dan berbukit-bukit, dengan ketinggian antara 329 meter – 1 458 meter di atas permukaan laut. Sumber daya alam di daerah tersebut dengan gunung-gunung dan perbukitan merupakan modal dan kekuatan yang sangat menjanjikan seperti potensi ekonomi di bidang pertambangan, kehutanan, perkebunan, dan potensi lainnya (Dinas Geologi Sumber Daya Mineral, 2013).

B. Mineral Granit.

Granit adalah jenis batuan intrusif, felsik, igneus yang umum dan banyak ditemukan. Granit kebanyakan besar, keras dan kuat, dan oleh karena itu banyak digunakan sebagai batuan untuk konstruksi. Kata granit berasal dari bahasa Latin *granum*. Bentuk dari batu granit terlihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Batu Granit

Gambar 2 merupakan Batu Granit yang berwarna terang dan berkomponen utama *albite* dan kuarsa. Selain *albite* dan kuarsa mineral yang sering ditemui pada granit seperti *feldspar*, *biotit*, *horenblenda* dan *muskovit* juga kadang dijumpai di dalam jumlah yang sedikit sebagai mineral tambahan sedangkan mineral pengiringnya (asesoris) adalah *zircon*, *sphene*, *apatit*, *magnetit*, dan *ilmenit*. Batu Granit terbentuk beberapa kilometer di dalam bumi dan membeku sebelum mencapai permukaan bumi. Dimana lapisan-lapisan batuan yang menutupi telah hancur oleh erosi, atau dimana granit itu telah diangkat oleh gaya pembentukan pegunungan-pegunungan maka batuan ini dapat dilihat (Katili dan Marks, 1998). Batuan Granit merupakan salah satu contoh batuan beku *intrusive*. Batuan beku *intrusive* adalah batuan beku yang proses pembekuannya berlangsung dibawah permukaan bumi.

Granit memiliki kandungan senyawa SiO_2 lebih dari 65% (silica), Al_2O_3 14.42% (alumina), K_2O 4.12%, Na_2O 3.69%, CaO 1.82%, FeO 1.68%, Fe_2O_3 1.22%, MgO 0.71%, TiO_2 0.30%, P_2O_5 0.12% dan MnO 0.05%. (Frost *etc*, 2001). Jadi dapat disimpulkan bahwa senyawa penyusun granit terbanyak adalah senyawa SiO_2 , hal ini terlihat dari warna granit yang lebih dominan dengan warna putih.

Granit (granite) memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- a) Fisik : padat, keras, tahan gores, tahan perubahan cuaca dan cairan kimia.
- b) Warna : putih, merah, coklat, hijau, hitam dan lain-lain.
- c) Corak : bintik hitam kecil dan bintik hitam besar.

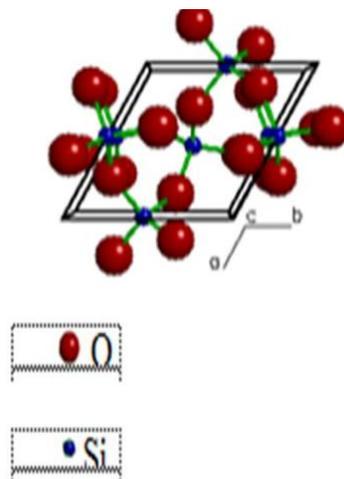
Granit adalah batuan beku dalam yang mempunyai kristal-kristal kasar dengan komposisi mineral dari kuarsa, feldspar, plagioklas sodium dan mineral lainnya. Sifat fisik batuan granit umumnya kompak, keras, warna bervariasi putih abu-abu, merah muda, kekuning-kuningan dan kerap kali kehijauan dipakai untuk bangunan-bangunan rumah (dinding, tembok, dll), monumen-monumen, bangunan air, jalan dan jembatan, sebagai batu hias (dekorasi) (Gehrels, *etc*, 2009).

Berdasarkan Gill (2010), “komposisi mineral utama batuan granit adalah mineral kuarsa, alkali feldspar, plagioklas, piroksen, hornblende, biotit, muskovit, turmalin”. Jenis-jenis mineral tersebut dapat terbentuk ketika Granit diberikan temperatur. Jenis-jenis mineral granit di antaranya :

a. Kuarsa (SiO_2)

Pada batu Granit terdapat lebih dari 65% mineral kuarsa (SiO_2). Kuarsa merupakan mineral silikat yang hanya disusun oleh silikon dan oksigen. Mineral kuarsa juga sering disebut silika karena komposisinya SiO_2 (Lowres. 2010:53). Karena struktur kuarsa mengandung dua atom oksigen untuk tiap atom silikon, maka tidak dibutuhkan lagi ion positif untuk menjadikan mineral kuarsa ini netral.

Struktur kristal kuarsa membentuk jaringan tiga dimensi yang lengkap antara ion oksigen disekitar ion silikon, sehingga membentuk suatu ikatan yang kuat antara keduanya. Akibatnya kuarsa tidak mempunyai bidang belahan, sangat keras dan resisten terhadap proses pelapukan. Menurut Joseph R. Smyth (2013), “Sistem kristal dari kuarsa adalah hexagonal, belahan bidang tidak ada, kekerasan 7, dan warna batuan kuarsa adalah Putih, kuning, ungu, dan biru”. Bentuk Struktur Kristal kuarsa terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur Kristal Kuarsa (Joseph R. Smyth. 2013: 5)

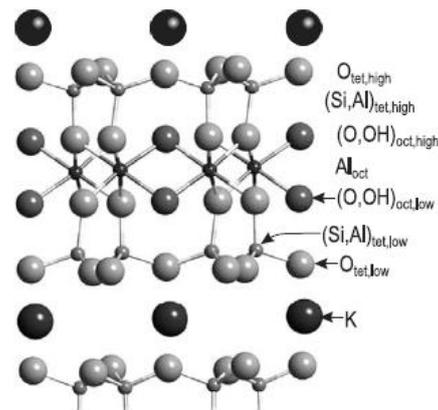
Gambar 3 memperlihatkan bahwa struktur kristal kuarsa berbentuk hexagonal. Menurut Asmuni (2001), “kuarsa (SiO_2) banyak dipakai sebagai bahan industri seperti keramik, sebagai bahan anorganik yang bukan logam”. Bahan dasar keramik berasal dari tambang (alam) yaitu : SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O dan lain-lain. Bahan keramik ini banyak dipakai berbagai bidang industri elektronik, bahan bangunan bahkan telah digunakan teknologi nuklir dan ruangan angkasa.

b. Biotit ($\text{KFeMg}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$) dan Muscovit

Biotit dan muscovit merupakan bagian dari kelompok mineral mika (Mica Group). Biotit merupakan kelompok mineral mika yang berwarna gelap. Ikatan mineral ini sangat lemah, sangat mudah membelah sepanjang bidang kristalnya. Mengkristal dari magma yang mengandung air pada batuan beku yang banyak mengandung silika, juga pada batuan sedimen dan metamorf (Geo- buletin. 2009). Menurut Lowres (2010), “sistem kristal biotit adalah monoklin, belahannya sempurna, dengan kekerasan 2,5 - 3 Skala Mohs, warnanya hijau, coklat, hitam, dan terdapat didalam batuan beku, seperti garnit sampai gabro.

Muskovit adalah jenis mineral mika yang sangat umum. Berwarna terang dengan kilap seperti mutiara (pearly) dan seperti mineral mika lainnya belahannya satu arah (Lowres.2010). Di dalam batuan muskovit sangat mudah dikenali karena sangat bercahaya. Menurut Schlegel, dkk (2006), “sistem kristal pada mineral muscovit berupa monoklin, belahannya sempurna, kekerasannya berkisar dari 2-

2,5 Mohs, dan warna mineral muscovit adalah bening dan transparan dalam lapisan tipis. Biotik dan Muskovit memiliki struktur kristal yang sama yaitu berupa monoklin. Struktur kristal biotit dan muscovit terlihat pada Gambar 4 berikut.



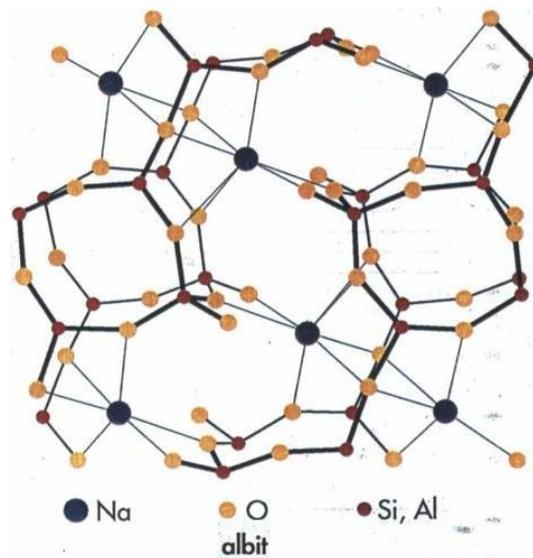
Gambar 4. Struktur Kristal Biovit dan Muscovit (Schlegel, dkk. 2006:3550)

Gambar 4 memperlihatkan bahwa struktur kristal biotit dan muscovit berbentuk monoklin. Terlihat struktur dari kristal biotit dan muscovit terdiri atas senyawa KFeMg_2 , $\text{AlSi}_3\text{O}_{10}$, dan $(\text{OH})_2$. Senyawa - senyawa tersebut saling berikatan dan membentuk satu kesatuan. Terlihat bahwa warna putih mewakili $\text{AlSi}_3\text{O}_{10}$, warna silver mewakili senyawa $(\text{OH})_2$, sedangkan warna hitam mewakili unsur K.

c. Albite ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$)

Nama albit sendiri diambil dari bahasa latin yaitu albus yang artinya putih. Albit juga merupakan kelompok alkali atau K-feldspar yang mana mempunyai range komposisi kimia dari $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ sampai

KAlSi_3O_8 . Albit mempunyai komposisi kimia kurang lebih 90% sodium dan 10% potasium (Lowres. 2010). Menurut Schlegel, dkk (2006), “sistem kristal pada mineral albit berupa Anorthic, belahannya sempurna, kekerasannya berkisar dari 6 – 6,5 Mohs, dan warna mineral albit adalah putih”. Bentuk struktur kristal albit dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini.

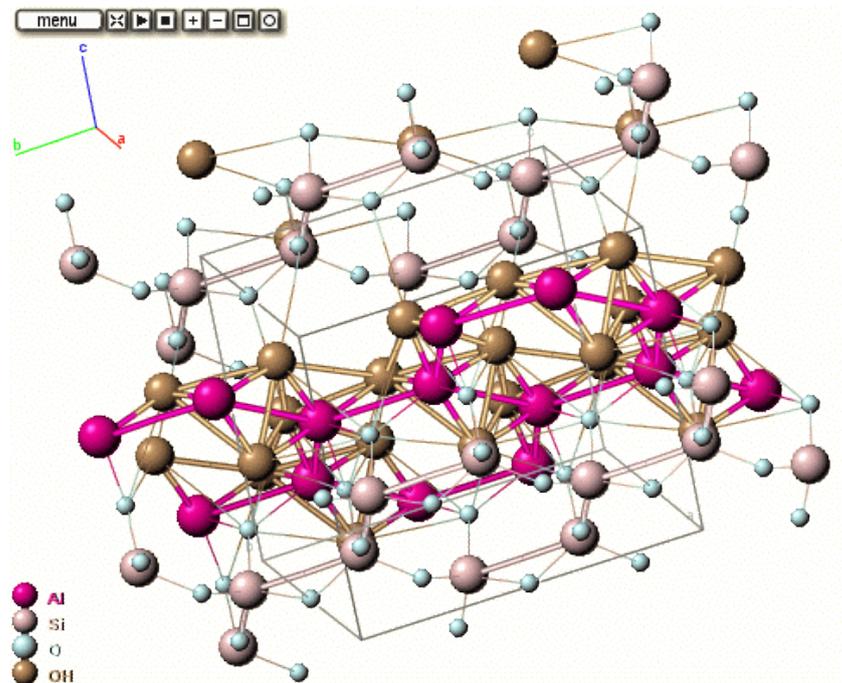


Gambar 5. Struktur Kristal Albit (Schlegel, dkk. 2006: 3552)

Gambar 5 memperlihatkan bahwa struktur kristal albit berbentuk anorthic. Terlihat struktur dari kristal albit terdiri atas unsur Na, O, Si, dan Al. Unsur – unsur tersebut saling berikatan dan membentuk satu kesatuan. Terlihat bahwa warna hitam mewakili unsur Na, warna kuning mewakili unsur O, sedangkan warna merah mewakili unsur Si dan Al.

d. Feldspar ((Ca_{0,2}Sr_{0,8}) (Al₂Si₂O₈))

Pada umumnya mineral feldspar ini terbentuk oleh proses pneumatolitik dan hidrotermal yang membentuk urat pegmatite. Feldspar di temukan pada batuan beku, batuan erupsi, dan metamorfosa, baik yang bersifat asam maupun basa (Lowres. 2010). Seluruh jenis feldspar umumnya mempunyai sifat fisik yang hampir sama, yaitu nilai kekerasan sekitar 6 – 6,5 skala mohs dan berat jenisnya sekitar 2,4 – 2,8 gram/ml, sistem kristal antara triklin atau monoklin, warna bervariasi mulai dari putih keabu-abuan, merah jambu, coklat kuning dan hijau (Kauffman. 1994). Bentuk struktur kristal feldspar dapat dilihat pada Gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Struktur Kristal feldspar (Okamura. 1974)

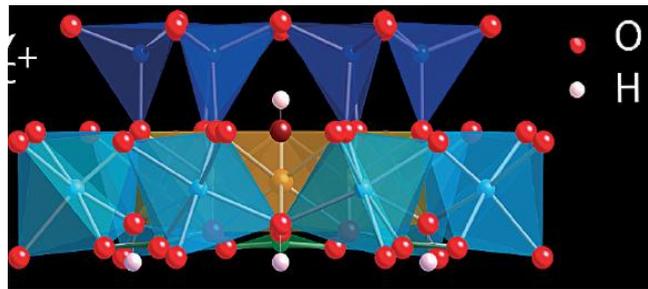
Gambar 6 memperlihatkan bahwa struktur kristal feldspar berbentuk monoclin. Terlihat struktur dari kristal feldspar terdiri atas unsur Al, Si, O, dan OH. Unsur – unsur tersebut saling berikatan dan membentuk satu kesatuan. Terlihat bahwa warna ungu mewakili unsur Al, warna merah muda mewakili unsur Si, warna biru mewakili unsur O, sedangkan warna kuning mewakili unsur OH.

e. Turmalin

Turmalin merupakan mineral boron silikat yang memiliki kandungan kimia seperti aluminium, besi, magnesium, sodium, lithium, atau kalium (Demirel, S. Dkk. 2009). Turmalin dikenal sebagai batu permata semi mulia yang memiliki warna yang beraneka ragam. Menurut Henry, dkk (2011), “bentuk turmalin adalah prisma yang memiliki tiga-sisi, di mana tidak dijumpai pada mineral yang lain”. Beberapa bentuk turmalin adalah dichroic, yaitu kristal tersebut berubah warna bila dilihat dari arah yang berbeda. Sifat fisik lain yang dapat diamati dari mineral ini adalah terdapat goresan yang dapat mengakibatkan mineral berwarna putih, tidak memiliki belahan dengan sifat pecahan yang konkoidal (Asmuni. 2001).

Formula Kimia dari turmalin adalah $XY_3Z_6 (T_6O_{18}) (BO_3)_3V_3W$, dimana $X = Na^{1+}, Ca^{2+}, K^{1+}$, $Y = Fe^{2+}, Mg^{2+}, Mn^{2+}, Al^{3+}, Li^{1+}, Fe^{3+}, Cr^{3+}$, $Z = Al^{3+}, Fe^{3+}, Mg^{2+}, Cr^{3+}$, $T = Si^{4+}, Al^{3+}, B^{3+}$, $B = B^{3+}$, $V = OH^{1-}, O^{2-}$, dan $W = OH^{1-}, F^{1-}, O^{2-}$ (Henry, dkk. 2011:895). Bentuk struktur kristal pada mineral turmalin adalah trigonal, dengan berat jenis

berkisar dari $2.9 - 3.2 \text{ g/cm}^3$. Warna mineral turmalin terdiri atas warna cokelat, Hitam, Hijau, Merah Muda, dan Merah dengan kekerasan 7 (Hinsberg, dkk. 2011). Bentuk struktur kristal mineral turmalin dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Struktur Kristal Turmalin (Hinsberg, dkk. 2011)

Gambar 7 memperlihatkan bahwa struktur kristal turmalin berbentuk monoclin. Terlihat struktur dari kristal turmalin terdiri atas unsur O, dan H. Unsur – unsur tersebut saling berikatan dan membentuk satu kesatuan. Terlihat bahwa warna merah mewakili unsur, dan warna putih mewakili unsur H.

C. Struktur Kristal

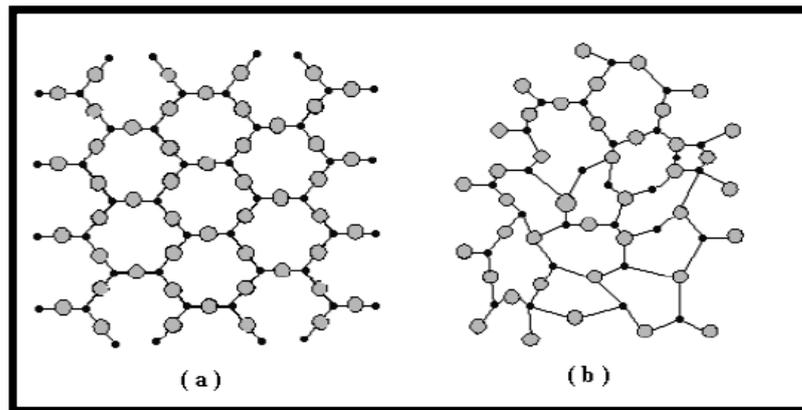
a. Kristal

Kristal terbentuk dari komposisi atom-atom, ion-ion atau molekul molekul zat padat yang memiliki susunan berulang dan jarak yang teratur dalam tiga dimensi. Pada hubungan lokal yang teratur, suatu kristal harus memiliki rentang yang panjang pada koordinasi atom-atom atau ion

dalam pola tiga dimensi sehingga menghasilkan rentang yang panjang sebagai karakteristik dari bentuk kristal tersebut.

Ditinjau dari struktur atom penyusunnya, bahan padat dibedakan menjadi tiga yaitu kristal tunggal (*monocrystal*), polikristal (*polycrystal*), dan *amorf* (Smallman, 2000: 13). Pada kristal tunggal, atom atau penyusunnya mempunyai struktur tetap karena atom-atom atau molekul-molekul penyusunnya tersusun secara teratur dalam pola tiga dimensi dan pola-pola ini berulang secara periodik dalam rentang yang panjang tak berhingga. Polikristal dapat didefinisikan sebagai kumpulan dari kristal-kristal tunggal yang memiliki ukuran sangat kecil dan saling menumpuk yang membentuk benda padat. Struktur *amorf* menyerupai pola hampir sama dengan kristal, akan tetapi pola susunan atom-atom, ion-ion atau molekul-molekul yang dimilikinya tidak teratur dengan jangka yang pendek.

Amorf terbentuk karena proses pendinginan yang terlalu cepat sehingga atom-atom tidak dapat dengan tepat menempati lokasi kisinya. Bahan seperti gelas, nonkristalin ataupun vitrus yaitu memiliki struktur yang identik dengan *amorf*. Susunan dua-dimensional simetris dari dua jenis atom yang berbeda antara kristal dan *amorf* ditunjukkan pada Gambar 8.



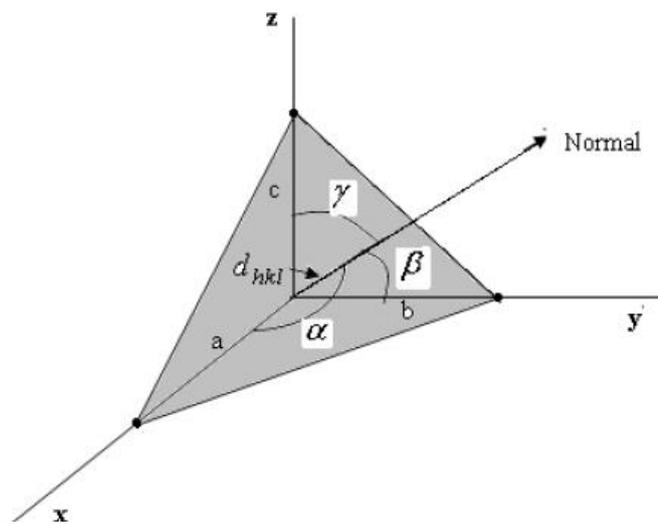
Gambar 8. (a). Susunan atom kristal. (b). Susunan atom amorf (Smallman.2000)

Gambar 8 dapat dilihat posisi suatu atom kecil berada diantara tiga atom besar yang mengelilingi disebut dengan tatanan rentangan dekat. Perbedaan suatu kristal dan amorf dapat dilihat dari tatanan susunan kelompok segitiga atomnya. Gambar 8a. Memperlihatkan kelompok segitiga atom tersusun secara teratur satu dengan yang lainnya, sehingga posisi atom tambahan (tatanan rentangan-jauh) dengan mudah dapat ditebak. Susunan lainnya pada Gambar 8b. Tatanan rentangan-dekat tampak dengan jelas namun tatanan rentang jauh tidak ada, sehingga perbedaan antara amorf dengan kristal terlihat dari pola susunan atom-atomnya.

b. Sistem Kristal

Periodisitas tiga dimensional yang merupakan karakteristik kristal dapat menggunakan beberapa geometri yang berbeda. Atom atau ion dari suatu volume berukuran kecil disebut dengan sel satuan. Semua sel satuan di dalam kristal identik (Van Vlack, 2004).

Suatu kristal terdiri dari jutaan atom yang dapat dinyatakan dengan ukuran, bentuk, dan susunan sel satuan dengan pola pengulangan yang menjadi ciri khas dari suatu kristal. Sumbu-sumbu a , b , dan c adalah sumbu-sumbu yang dikaitkan dengan parameter kisi Kristal seperti yang terlihat pada gambar 9



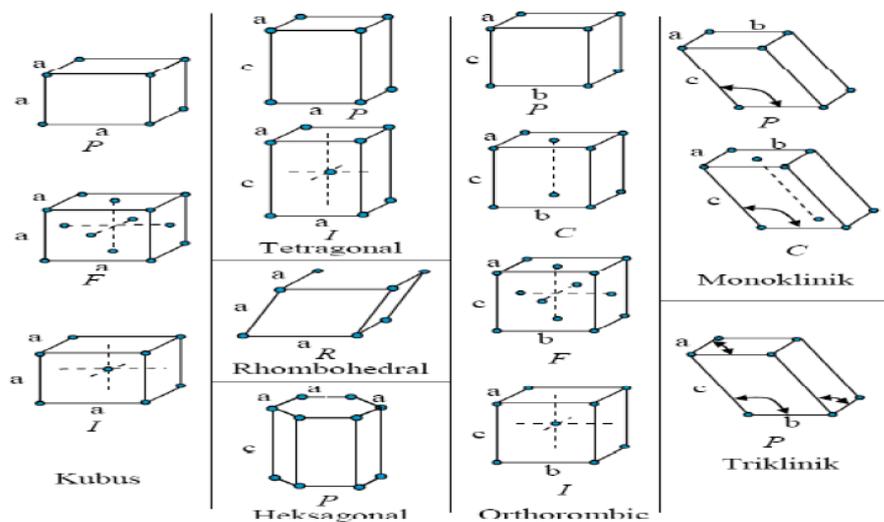
Gambar 9. Sumbu dan sudut antar sumbu kristal (Abdullah, 2010)

Gambar 9 memperlihatkan sumbu dan sudut antar sumbu kristal. Untuk α , β , dan γ merupakan sudut antara sumbu-sumbu referensi kristal. Variasi sudut aksial dan variasi ukuran relatif dari dimensi a , b , c akan menghasilkan tujuh sistem kristal yang tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Tujuh sistem kristal dan empat belas kisi Bravais (Van Vlack, 2004)

No	Sistem Kristal	Parameter Kisi	Kisi Bravais	Simbol
1	Kubik	$a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	Simpel Pusat badan Pusat muka	P I C
2	Monoklinik	$a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = 90^\circ \neq \gamma$	Simpel Pusat Dasar	
3	Triklinik	$a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = 90^\circ \neq \gamma$	Simpel	P
4	Tetragonal	$a = b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	Simpel Pusat Badan	P I
5	Orthorombik	$a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	Simpel Pusat Dasar Pusat Badan Pusat Muka	P C I F
6	Trigonal	$a = b = c$ $\alpha = \beta = 90^\circ, \gamma = 120^\circ$	Simpel	P
7	Rhombohedral	$a = b \neq c$ $\alpha = \beta = 90^\circ, \gamma = 120^\circ$	Simpel	P

Sesuai dengan ketujuh sistem yang ada pada Tabel 1, terdapat 14 pola titik yang disebut dengan kisi Bravais yang terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Empat Belas Kisi Bravais

Kisi – kisi pada Gambar 10 mendefinisikan suatu pengulangan titik yang periodik. Kita dapat “menggantung” atom – atom, molekul-molekul, atau kombinasi atom lain di titik – titik kisi.

c. Bidang Kristal

Suatu kristal memiliki beberapa bidang atom yang akan mempengaruhi sifat dan perilaku material, sehingga bermanfaat untuk mengidentifikasi berbagai bidang dalam kristal. Baik bidang, maupun arah bidang dapat dinyatakan dalam 3 angka yang disebut dengan *indeks miller*.

Untuk membedakannya, maka :

1. Untuk arah bidang digunakan simbol atau lambang [h, k, l]

Contoh : [1, 1, 1]

2. Untuk bidang kristal digunakan lambang (h, k, l)

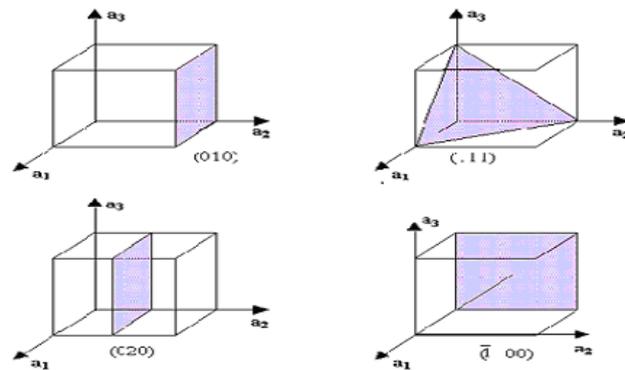
Contoh : (1, 1, 1)

Bidang kisi yang paling mudah digambarkan adalah bidang-bidang yang membatasi sel satuan di samping bidang lainnya (Van Vlack, 2004)

d. Indeks miller

Dalam sistem tiga dimensi, kisi kristal akan membentuk pasangan bidang sejajar dan berjarak sama yang disebut bidang kisi. Bidang kisi ini akan menentukan arah permukaan dari suatu kristal. Arah suatu bidang dapat dinyatakan dengan parameter numeriknya. Indeks Miller merupakan harga kebalikan dari parameter numerik yang dinyatakan

dengan simbol $(h k l)$. Gambar 11 menunjukkan beberapa contoh indeks miller pada beberapa bidang.



Gambar 11. Indeks miller pada beberapa bidang

Gambar 11 menunjukkan indeks miller pada beberapa bidang. Terlihat pada gambar bidang-bidang tersebut diberi tanda (010) , (111) , (020) , dan (100) bilangan pada tanda kurung (hkl) disebut *indeks Miller*. Bidang berwarna gelap pada Gambar 11 dapat digunakan untuk penentuan indeks (hkl) .

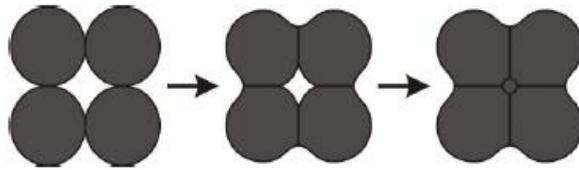
D. Pengaruh Temperatur Kalsinasi

Proses kalsinasi didefinisikan sebagai pengerjaan bijih pada temperatur tinggi tetapi masih dibawah titik leleh tanpa disertai penambahan reagen dengan maksud untuk mengubah bentuk senyawa dalam konsentrat (Febriana, 2011). Temperatur kalsinasi berpengaruh terhadap ukuran butir kristal, perubahan fasa, serta perubahan struktur dari material.

a. Pengaruh temperatur terhadap ukuran butir kristal

Temperatur pemanasan yang terus meningkat mengakibatkan semakin besar pula proses oksidasi dari sampel yang mengakibatkan ukuran butir kristal semakin besar. Terjadinya pertambahan besar ukuran butir disebabkan oleh meningkatnya temperatur sehingga proses difusi dan oksidasi semakin besar pula. Sehingga semakin banyak nukleus-nukleus maghemit yang terbentuk. Dengan semakin lama pemanasan nukleus-nukleus ini akan saling menyatu dan membentuk ukuran butir kristal yang besar (Cornell, 2003). Hal ini diperkuat dengan pola difraksi sinar-x dimana ketika temperatur dinaikkan puncak difraksi muncul semakin tinggi dan tajam sehingga lebar setengah puncak semakin kecil karena ukuran kristal berbanding terbalik dengan nilai lebar setengah puncak maka ukuran kristal semakin besar.

Menurut Smallman (2000), "bilamana pori sangat kecil, mereka tidak mampu lagi mengunci batas butir terhadap pengaruh gaya pertumbuhan butir". Selama pemanasan struktur mikro akan berubah, baik fasa maupun ukuran butiran. Dengan 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 dan dipisahkan dengan pori-pori. Maka akibat temperatur yang dinaikkan secara terus menerus, terjadi pengecilan/penghilangan butir tersebut. Peristiwa tersebut dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Perubahan struktur mikro saat dikalsinasi (Ramlan, 2011)

Gambar 12 terlihat antara nukleus-nukleus ini terdapat batas butir yang memisahkannya serta dipisahkan dengan pori-pori. Ketika temperatur dinaikkan secara terus menerus, menyebabkan terjadi pengecilan/penghilangan pori-pori tersebut (Ramlan, 2011). Suhu pemanasan yang terus meningkat mengakibatkan semakin besar proses oksidasi dari sampel yang mengakibatkan ukuran butir kristal semakin besar. Setelah dilakukan proses kalsinasi terhadap sampel maka ikatan antar serbuk akan semakin kuat. Meningkatnya ikatan bahan menjadi lebih kompak. Dalam hal ini ukuran butir juga berpengaruh terhadap kompaktibilitas bahan.

Menurut Cullity (1956: 20), “perhitungan ukuran butir kristal menggunakan persamaan Scherrer”.

$$t = \frac{0,9 * \lambda}{B * \cos \theta} \quad (1)$$

dimana t adalah ukuran butir, λ adalah panjang gelombang, θ adalah sudut difraksi dan β adalah lebar puncak (rad).

Berdasarkan uraian peneliti sebelumnya mengenai pengaruh temperatur terhadap ukuran butir, granit yang juga merupakan bahan galian dengan mineral penyusunnya juga akan berpengaruh pada

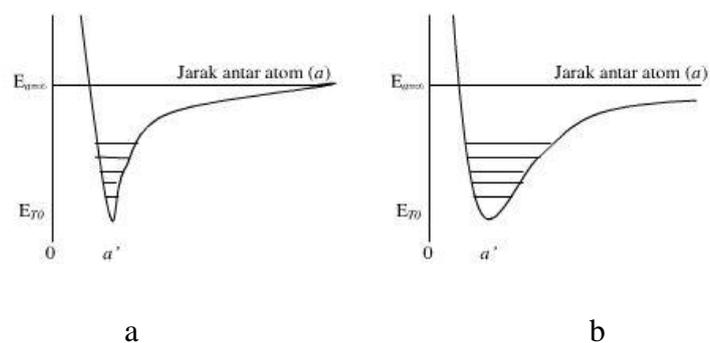
pemberian variasi temperatur. Pemberian temperatur pemanasan pada sampel akan mengakibatkan oksidasi yang mengakibatkan ukuran butir kristal semakin membesar.

b. Pengaruh temperatur terhadap fasa dan struktur kristal

Istilah “fasa” berkaitan dengan keadaan materi yang terpisah dan dapat diidentifikasi. Istilah ini dapat diterapkan pada material kristalin maupun nonkristalin dan merupakan cara yang mudah untuk menyatakan struktur materi (Smallman, 2000).

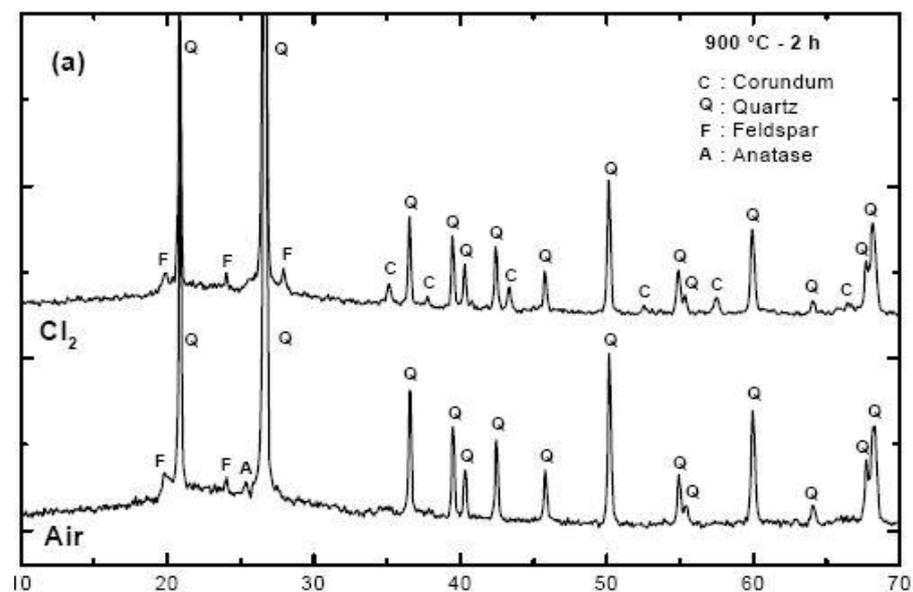
Contoh air dan es, keduanya memiliki struktur H_2O . air dan es dapat dikatakan berbeda fasa karena keduanya memiliki komposisi ataupun struktur yang berbeda serta terjadi diskontinuitas antara keduanya (Van Vlack, 2004).

Berubahnya fasa dan struktur dari material akibat temperatur disebabkan karena ketika suatu material dipanaskan maka akan terjadi peningkatan energi memungkinkan atom-atom bergetar pada jarak antar atom yang lebih besar. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Energy dan pemuaian, a. Bahan padat dengan ikatan kuat dan b. Bahan padat dengan ikatan lemah. (Van Vlack, 1995)

Pada Gambar 13 memperlihatkan bagaimana pengaruh energi terhadap jarak antar atom, semakin besar energi yang diberikan maka jarak antar atom akan semakin menjauh. Berubahnya jarak antar atom maka akan mempengaruhi struktur dan fasa dari material. Untuk suatu level energi tertentu (suhu), atom-atom dapat saling menjauhi dengan lebih mudah dan lebih sulit untuk menekannya. Apabila suatu atom memiliki cukup energi untuk mendobrak ikatannya maka akan terjadi proses difusi, atom-atom melompat keposisi baru (Van Vlack, 1995). Pengaruh energi terhadap jarak antar atom, yaitu semakin besar energi yang diberikan maka jarak antar atom akan semakin menjauh. Berubahnya jarak antar atom maka akan mempengaruhi struktur dan fasa dari material. Gambar 14 menunjukkan efek kalsinasi akibat pemberian temperatur kalsinasi.



Gambar 14. Efek kalsinasi (Gonzalez, 2009:8)

Berdasarkan Gambar 14 terlihat bahwa efek kalsinasi akibat pemberian temperatur merubah fasa dan struktur dari suatu material. Semakin tinggi temperatur yang diberikan maka ada fasa yang hilang dan mengakibatkan puncak pada fasa yang lainnya menjadi lebih tinggi.

E. X - Ray Diffraction

a. Difraksi sinar x

Verifikasi dalam struktur kristal yang sangat baik adalah melalui difraksi sinar x. Difraksi sinar x pada material terjadi akibat dua fenomena:

- 1) Hamburan oleh tiap atom
- 2) Interferensi gelombang oleh tiap atom–atom tersebut. Interferensi ini terjadi karena gelombang yang dihamburkan oleh atom memiliki koherensi dengan gelombang datang dan demikian pula dengan mereka sendiri. (Pratapa, 2004)

Apabila suatu material dikenai sinar x maka intensitas sinar x yang ditransmisikan lebih kecil dari intensitas sinar datang. Hal ini disebabkan adanya penyerapan oleh material dan juga penghamburan oleh atom dalam material tersebut. Berkas sinar yang dihantarkan tersebut ada yang saling menghilangkan karena fasenya berbeda dan ada juga yang saling menguatkan karena fasenya sama.

Berkas sinar x yang saling menguatkan disebut sebagai berkas difraksi. Persyaratan yang harus dipenuhi agar berkas sinar x yang

dihamburkan merupakan berkas difraksi dikenal sebagai Hukum Bragg. Hukum Bragg menyatakan bahwa perbedaan lintasan berkas difraksi sinar x harus merupakan kelipatan panjang gelombang, secara matematis dirumuskan:

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

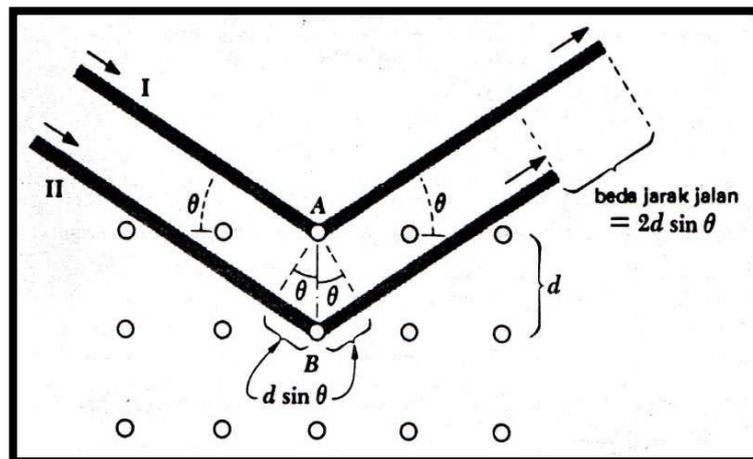
dengan n bilangan bulat 1, 2, 3 λ adalah panjang gelombang sinar x , d adalah jarak antar bidang, dan θ adalah sudut difraksi. Keadaan ini membentuk pola interferensi yang saling menguatkan untuk sudut-sudut yang memenuhi hukum Bragg. Gejala ini dapat diamati pada grafik hubungan antara intensitas spektrum karakteristik sebagai fungsi sudut 2θ .

Untuk menentukan sudut θ dalam kristal/anoda adalah sistem kristal/atom dan parameter atau arah difraksi ditentukan oleh bentuk dan ukuran sel satuannya. Dengan mengukur sudut θ maka jarak antar bidang kristal/atom kubik yaitu θ dapat ditentukan dari persamaan:

$$D_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{h^2+k^2+l^2}} \quad (3)$$

Dengan a konstanta kisi, d jarak antar bidang, dan hkl adalah indeks Miller dari suatu bidang. Jika θ dan indeks bidang (h, k, l) yang mendifraksikan sinar x diketahui, maka konstanta kekisiannya dapat diketahui juga dengan menggunakan persamaan sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar sudut difraksi, maka jarak antarbidang (h, k, l) semakin kecil (Jamaludin K, 2010).

Syarat yang diperlukan supaya radiasi yang dihamburkan oleh atom kristal membentuk interferensi konstruktif dapat diperoleh dari Gambar 15.



Gambar 15. Diffraksi Bragg (Beiser, 1992)

Suatu berkas sinar x yang panjang gelombangnya λ jatuh pada kristal dengan sudut θ terhadap permukaan keluarga bidang bragg yang jarak antaranya d . Sebekas sinar mengenai atom A pada bidang pertama dan atom B pada bidang berikutnya, dan masing-masing atom menghamburkan sebagian berkas. Interferensi konstruktif hanya terjadi antara sinar terhambur yang sejajar dan beda jaraknya tepat λ , 2λ , 3λ , dan sebagainya. Jadi beda jarak harus $n\lambda$, dan n menyatakan bilangan bulat. Berkas cahaya yang dihamburkan oleh A dan B yang memenuhi ialah yang bertanda I dan II.

Syarat Bragg merupakan persyaratan pertama terhadap I dan II ialah sudut hambur bersama-sama dengan sudut jatuh θ dari berkas semula (persyaratan ini tidak bergantung dari panjang gelombang serupa

dengan pemantulan yang biasa dalam optika : sudut datang = sudut pantul). Persyaratan kedua ialah $2d \sin \theta = n \lambda$ $n = 1,2,3,\dots$ karena sinar II harus menempuh jarak $2d \sin \theta$ lebih jauh dari sinar I. bilangan n menyatakan orde berkas yang di hambur. (Beiser, 1987).

Arah berkas yang dipantulkan oleh atom dalam kristal ditentukan oleh geometri dari kisi kristal yang bergantung pada orientasi dan jarak bidang kristal. Suatu kristal yang memiliki simetri kubik ($a = b = c$, $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$) dengan ukuran parameter kisi, $a = b = c$, maka sudut-sudut berkas yang didifraksikan dari bidang-bidang kristal (hkl) dapat dihitung dengan rumus jarak antar bidang sebagai berikut:

$$\frac{1}{d^2} = \left(\frac{h^2 + k^2 + l^2}{a^2} \right) \quad (4)$$

Dengan menerapkan hukum Bragg dari Persamaan (2) dan mensubstitusikan ke Persamaan (4), sehingga diperoleh persamaan:

$$\frac{4 \sin^2 \theta}{\lambda^2} = \left(\frac{h^2 + k^2 + l^2}{a^2} \right) \quad (5)$$

$$\sin^2 \theta = \frac{\lambda^2}{a^2} (h^2 + k^2 + l^2) \quad (6)$$

a , b , dan c adalah parameter kisi dan h k l adalah indeks untuk menyatakan arah bidang kristal (indeks miller). Dari Persamaan (5), parameter kisi dan kristal dapat ditentukan. Untuk menentukan parameter kisi $a = b = c$, akan diperoleh persamaan :

$$\sin^2 \theta \cdot 4 a^2 = \lambda^2 (h^2 + k^2 + l^2) \quad (7)$$

$$a = \frac{\lambda}{\sin \theta} \sqrt{\frac{(h^2 + k^2 + l^2)}{4}} \quad (8)$$

Struktur kristal ditentukan dengan difraksi sinar-X. Jarak interplanar dapat dihitung hingga empat atau lebih angka signifikan dengan mengukur sudut difraksi. Ini merupakan dasar untuk menentukan jarak inter atomik dan menghitung jari-jari (Van Vlack, 2004). Penentuan orientasi kristal dilakukan dengan mengamati pola berkas difraksi sinar-X yang dipantulkan oleh kristal. Untuk XRD, pola difraksi diamati sebagai fungsi sudut 2θ . Pola difraksi yang terjadi kemudian dibandingkan dengan JCPDS sebagai data standar.

Untuk menentukan Jarak antar bidang-bidang kristal (hkl) pada ke tujuh kisi Bravais jika teridentifikasi sistem kristal pada material maka dapat menggunakan persamaan seperti pada Tabel 2 (Cullity, 1956:).

Tabel 2. Sistem Kristal Dan Persamaan Jarak Antar Bidang

No	Sistem Kristal	Persamaan Jarak Antar Bidang
1	Kubik	$\frac{1}{d^2} = \left(\frac{h^2 + k^2 + l^2}{a^2} \right)$
2	Rombohedral	$\frac{1}{d^2} = \frac{h^2 + k^2 + l^2 \sin^2 \alpha + (hk + kl + hl)(\cos^2 \alpha)}{a^2 (1 - 3 \cos^2 \alpha + 2 \cos^3 \alpha)}$
3	Tetragonal	$\frac{1}{d^2} = \frac{h^2 + k^2 + l^2}{a^2} + \frac{l^2}{c^2}$
4	Orthorombik	$\frac{1}{d^2} = \frac{h^2}{a^2} + \frac{k^2}{b^2} + \frac{l^2}{c^2}$
5	Monoklinik	$\frac{1}{d^2} = \frac{1}{\sin^2 \beta} \left(\frac{h^2}{a^2} + \frac{k^2 \sin^2 \beta}{b^2} + \frac{l^2}{c^2} - \frac{2 hl \cos \beta}{ac} \right)$
6	Heksagonal	$\frac{1}{d^2} = \frac{4}{3} \left(\frac{h^2 + hk + k^2}{a^2} \right) + \frac{l^2}{c^2}$
7	Triklinik	$\frac{1}{d^2} = \frac{2}{V^2} (S_{11}h^2 + S_{22}k^2 + S_{33}l^2 + S_{12}hk + 2S_{23}kl + 2S_{13}hl)$ $S_{11} = b^2c^2 \sin^2 \alpha$ $S_{22} = a^2c^2 \sin^2 \beta$ $S_{33} = a^2b^2 \sin^2 \gamma$ $S_{12} = abc^2 (\cos \alpha \cos \beta - \cos \gamma)$ $S_{23} = a^2bc (\cos \beta \cos \gamma - \cos \alpha)$ $S_{31} = ab^2c (\cos \gamma \cos \alpha - \cos \beta)$

Tabel 2 sistem kristal dan persamaan jarak antar bidang. Sistem kristal tersebut meliputi Kubus, Tetragonal, Rhombohedral, Heksagonal, Orthorombik, Monoklinik, dan Triklik. Masing-masing dari sistem

kristal ini dibedakan atas Persamaan jarak antar bidang seperti yang ditampilkan pada Tabel 2.

b. Faktor Struktur

Faktor struktur digunakan untuk menentukan intensitas hamburan oleh struktur atom tertentu. Dalam menentukan faktor struktur maka harus ditentukan terlebih dahulu intensitas yang dihamburkan oleh satu atom.

Faktor struktur merupakan penjumlahan dari gelombang yang terhambur oleh tiap partikel. Sehingga dapat disimpulkan :

$$F_{hkl} = \sum_1^N f_n e^{2\pi i (hu + kv + lw)} \quad (9)$$

dimana f adalah faktor hamburan, F adalah faktor struktur, N merupakan jumlah gelombang terhambur, h, k, l adalah bidang kristal dan u, v, w : koordinat atom.

Faktor struktur (F) merupakan pengaruh struktur kristal pada intensitas berkas yang didifraksikan (Cullity, 1956). Faktor struktur akan menentukan intensitas yang muncul pada difraktogram yang berperan penting dalam menentukan karakteristik dari kisi kristal. Nilai faktor struktur bergantung pada arah difraksi.

1) Faktor struktur pada simple kubik (*simple cubic*)

Simplest cubic adalah sebuah bagian sel yang hanya memiliki satu atom asli, dengan kata lain mempunyai fraksi koordinat 0 0 0.

Sehingga faktor strukturnya :

$$F = f e^{2\pi i(0)} = f \text{ sehingga } F^2 = f^2 \quad (10)$$

Artinya intensitas selalu muncul pada sembarang nilai hkl

2) Faktor struktur pada sel kubik pusat badan (*simple cubic*)

Sel ini mempunyai dua atom yang sejenis berada pada $0\ 0\ 0$ dan $\frac{1}{2}\ \frac{1}{2}\ \frac{1}{2}$, sehingga faktor strukturnya :

$$F = fe^{2\pi i(0)} + fe^{2\pi i(\frac{h}{2} + \frac{k}{2} + \frac{l}{2})} = f[1 + fe^{\pi i(h+k+l)}] \quad (11)$$

Ketika $(h+k+l)$ genap maka $F=2f$ dan $F^2=4f^2$

Ketika $(h+k+l)$ ganjil maka $F=0$ dan $F^2=4f^2$

Artinya, intensitas muncul jika nilai $h+k+l$ bilangan ganjil, dan intensitas tidak muncul pada $h+k+l$ bilangan genap.

3) Faktor struktur pada sel kubik pusat muka (*simple cubic*)

Sel ini berisi empat atom sejenis berada pada 000 , $\frac{1}{2}\ \frac{1}{2}\ 0$, $\frac{1}{2}\ \frac{1}{2}\ 0$, dan $0\ \frac{1}{2}\ \frac{1}{2}$.

$$F = fe^{2\pi i(0)} + fe^{2\pi i(\frac{h}{2} + \frac{k}{2})} + fe^{2\pi i(\frac{h}{2} + \frac{l}{2})} + fe^{2\pi i(\frac{k}{2} + \frac{l}{2})}$$

$$F = 1 + fe^{\pi i(h+k)} + fe^{\pi i(h+l)} + fe^{\pi i(k+l)} \quad (12)$$

Jika h , k , dan l sama, maka ada tiga kesimpulan $(h+k)$, $(h+l)$, dan $(k+l)$ merupakan bilangan bulat genap dan setiap syarat pada persamaan di atas bernilai 1. Maka :

$$F=4f$$

$$F^2=16f^2 \quad (13)$$

Jika h , k , dan l tidak sama, maka jumlah dari tiga eksponensial adalah -1, baik dua dari indeks gasal dan satu genap atau dua genap dan satu gasal. Sebagai contoh h dan l genap dan k gasal, misalnya 012. Sebagai contoh h dan l genap, dan k ganjil. Maka :

$$F=0$$

$$F^2=0 \quad (14)$$

Artinya, intensitas muncul jika $h+k+l$ semua ganjil atau genap, dan intensitas tidak muncul ketika $h+k+l$ campuran ganjil dan genap

c. Ukuran butir kristal

Lebar peak XRD adalah merupakan fungsi dari ukuran partikel, maka ukuran kristal (D) dinyatakan dalam Persamaan Scherrer berikut (Abdullah, 2010):

$$D = K \frac{\lambda}{B \cos(\theta_B)} \quad (15)$$

Dengan D adalah ukuran (diameter) kristalin, λ (lamda) adalah panjang gelombang pada 1.54 Å, θ_B adalah sudut Bragg, B adalah FWHM satu puncak yang dipilih, dan K adalah konstanta material yang nilainya kurang dari satu. Nilai yang umumnya dipakai untuk $K \approx 0,9$.

Bentuk lain lebih umum lagi adalah menggunakan parameter B bukan sebagai FWHM dari puncak difraksi, tetapi menggunakan B dari persamaan Warren, yaitu:

$$B = \sqrt{FWHM_{sp}^2 - FWHM_{st}^2} \quad (16)$$

Dengan $FWHM_{sp}^2$ adalah lebar puncak difraksi sampel pada setengah maksimum dan $FWHM_{st}^2$ adalah lebar puncak difraksi Kristal yang sangat besar yang lokasi puncaknya berada di sekitar lokasi puncak sampel yang akan dihitung. Tetapi, umumnya $FWHM_{st}^2$ sangat kecil

sehingga persamaan (16) dapat dianggap sebagai aproksimasi yang cukup baik (Abdullah, 2010).

F. *X - Ray Fluorescence (XRF)*

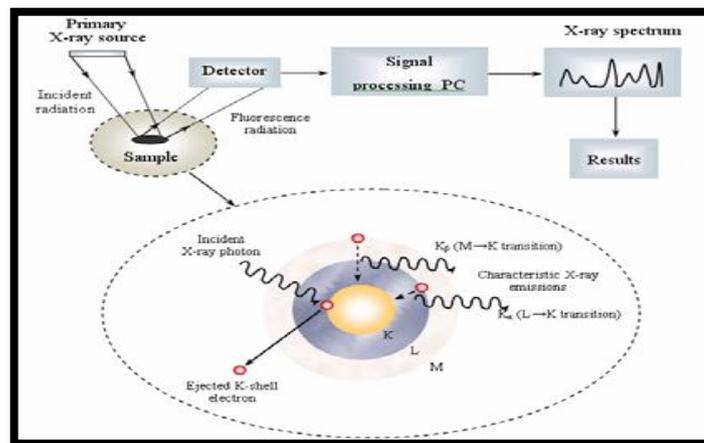
X-Ray Fluorescence merupakan suatu teknik analisis untuk identifikasi serta penentuan konsentrasi elemen yang ada pada padatan, bubuk ataupun sample cair yang dapat menganalisa unsur-unsur yang membangun suatu material. Teknik ini juga dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi unsur berdasarkan pada panjang gelombang dan jumlah sinar X yang dipancarkan kembali setelah suatu material ditembak dengan sinar X berenergi tinggi. Secara umum, XRF spektrometer mengukur panjang gelombang komponen material secara individu dari emisi fluoresensi yang dihasilkan sampel saat diradiasi dengan sinar-X (PANalytical, 2009).

Metode XRF secara luas digunakan untuk menentukan komposisi unsur suatu material. Karena metode ini cepat dan tidak merusak sampel, metode ini dipilih untuk aplikasi di lapangan dan industri untuk kontrol material. Tergantung pada penggunaannya, XRF dapat dihasilkan tidak hanya oleh sinar-X tetapi juga sumber eksitasi primer yang lain seperti partikel alfa, proton atau sumber elektron dengan energi yang tinggi (Viklund, 2008).

Prinsip percobaan XRF adalah prinsip eksitasi dan emisi sinar X elektron-elektron pada suatu atom/unsur yang dianalisa akibat pemberian sinar X pada sampel. Apabila terjadi eksitasi sinar-X primer yang berasal

dari tabung sinar X atau sumber radioaktif mengenai sampel, sinar-X dapat diabsorpsi atau dihamburkan oleh material. Proses dimana sinar-X diabsorpsi oleh atom dengan mentransfer energinya pada elektron yang terdapat pada kulit yang lebih dalam disebut efek fotolistrik.

Selama proses ini, bila sinar-X primer memiliki cukup energi, elektron pindah dari kulit yang di dalam menimbulkan kekosongan. Kekosongan ini menghasilkan keadaan atom yang tidak stabil. Apabila atom kembali pada keadaan stabil, elektron dari kulit luar pindah ke kulit yang lebih dalam dan proses ini menghasilkan energi sinar-X yang tertentu dan berbeda antara dua energi ikatan pada kulit tersebut seperti Gambar 16. Emisi sinar-X dihasilkan dari proses yang disebut X Ray Fluorescence (XRF).



Gambar 16. Skema prinsip XRF (Viklund, 2008).

Gambar 14 menjelaskan bahwa ketika sinar x ditembakkan ke sampel, maka sebagian energi diserap oleh sampel dan sebagian lagi dipantulkan kembali. Energi yang diserap sampel adalah energi yang kurang

dari batas ambang energi ikat atom dalam sampel tersebut, dan energi yang lebih tinggi dari energi ikat atom dalam sampel (melebihi energi ambang) akan dipantulkan. Energi yang dipantulkan ini merupakan energi elektron yang keluar dari permukaan sampel akibat disinari sinar x. Energi ini akan ditangkap oleh detektor. Dari detektor akan dihubungkan ke komputer sehingga data dari struktur sampel ini akan dapat dianalisis melalui komputer.

G. Hipotesis Penelitian

Mineral Granit memiliki kandungan Ca dan Si sebagai unsur kandungan terbanyak dalam bentuk senyawa – senyawa SiO_2 , CaCO_3 , dan CaCl_2 . Tingkat kekerasan batu granit 7 skala Mohs, kuat tekan 1180 – 2650 kg/cm^2 , Kepadatan rata-rata granit adalah 2,75 gr/cm^3 dengan jangkauan antara 1,74 dan 2,80, bersifat kedap air, kaku (rigid), non-higroskopis dan memiliki koefisien ekspansi termal yang sangat rendah. (Manggasa, dkk. 1998). Pada penelitian Raymond (2002), batuan granit memiliki komposisi kimia dengan kadar silika kurang lebih 50 % hingga 70 %. Pada penelitian Lowres (2010), batuan granit memiliki kandungan kadar silika sebesar 58%.

Jenis-jenis mineral komposisi batuan granit dapat terbentuk ketika Granit diberikan temperatur. Menurut White (2004:137) Jenis mineral pada Granit dapat terdekomposisi dengan temperatur yang berbeda-beda. Struktur biotit, kuarsa, dan feldspar dapat terbentuk pada temperatur 800 °C - 850 °C. Struktur kuarsa dan feldspar juga terbentuk pada temperatur 500 °C - 550 °C

(e.g. Giletti, etc, 1985 dalam Harris, 2010:409). Menurut Hinsberg (2011:3), “struktur tourmaline terbentuk pada temperatur 725 °C - 950 °C”. Ray (1980:421) dalam penelitiannya memvariasikan temperatur sampel batuan Granit dengan temperatur 590 °C - 770°C menghasilkan struktur biotit. Struktur mika, kuarsa, dan feldspar dapat terbentuk pada temperatur < 750 °C Brown (2013:1079).

Dengan memvariasikan temperatur, juga mengakibatkan berubahnya ukuran butir dari granit. Menurut pendapat Abdullah (2010) selama pemanasan terjadi maka akan terjadi penyatuan maupun pemisahan partikel-partikel nanomaterial untuk membentuk fasa baru. Sesuai dengan teori yang dipaparkan Smallman (2000), “bahwa dengan 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 dan dipisahkan dengan pori-pori. Maka akibat temperatur yang dinaikan secara terus menerus, terjadi pengecilan/penghilangan butir tersebut.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada hasil pengukuran menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF) dapat diketahui kadar kandungan mineral pada Granit di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Solok Sumatera Barat yang paling dominan adalah Si dengan komposisi 61,389 % selanjutnya diikuti Al 14,67 % dan Fe 9,319 %.
2. Pemberian variasi temperatur kalsinasi pada Granit yang terdapat di Nagari Surian mempengaruhi fasa granit yang terbentuk. Pada sampel tanpa dikalsinasi, ditemukan 2 jenis fasa yaitu kuarsa dan albite. Pada sampel 500⁰C ditemukan 3 jenis fasa meliputi kuarsa, *albite* dan *feldspar*. Sampel 700⁰C dan 800⁰C terdapat 4 jenis fasa seperti kuarsa, *albite*, *feldspar* dan biotit, sedangkan untuk sampel 900⁰C terdapat 3 jenis fasa seperti kuarsa, *albite* dan *tourmaline* dan pada 1000⁰C ditemukan 3 fasa yaitu kuarsa, *albite* dan *coesite*.
3. Pemberian variasi temperatur kalsinasi pada Granit yang terdapat di Nagari Surian mempengaruhi perubahan struktur Granit yang terbentuk. Perubahan struktur yang terjadi dari sistem *anorthic* dengan unit sel

$a=8.256 \text{ \AA}$, $b=12.842 \text{ \AA}$ dan $c=14,088 \text{ \AA}$ ke struktur *monoclinic* dengan $a=8.1372 \text{ \AA}$, $b=12,78 \text{ \AA}$ dan $c=14,009 \text{ \AA}$.

4. Pemberian variasi temperatur kalsinasi pada Granit yang terdapat di daerah Nagari Surian mempengaruhi ukuran butir yang terbentuk. Meningkatnya temperatur kalsinasi ukuran butir granit ada yang meningkat sampai dengan suhu tertentu dan kemudian menurun, seperti ukuran butir kuarsa sebelum dipanaskan diperoleh sebesar 162,0150 nm, pada suhu 500°C turun menjadi 63,85472 nm dan kembali terjadi penambahan ukuran butir pada suhu 700°C yaitu 74.53886 nm, pada suhu 800°C kembali turun menjadi 51.1078 nm. Ukuran butir *feldspar* diperoleh 64,02487 nm pada suhu 500°C , terjadi penambahan pada suhu 700°C dengan rata-rata ukuran butir 79.78267 nm dan mineral *feldspar* hilang pada suhu 900°C . Ukuran butir *biotite* terlihat pada variasi temperatur kalsinasi 700°C sebesar 94.98582 nm, dan terjadi penurunan ukuran butir pada variasi temperatur kalsinasi 800°C sebesar 76.93394 nm dan fasa *biotite* hilang pada temperatur kalsinasi 900°C . Ukuran butir *tourmaline* terbentuk pada suhu 900°C yaitu 61,9342 nm dan hilang pada suhu 1000°C . Sedangkan ukuran butir *coesite* mulai terbaca pada variasi temperatur kalsinasi 1000°C yaitu 64.3705 nm.

B. Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan penulis berdasarkan hasil penelitian adalah berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penggunaan XRD hanya dapat mengkarakterisasi struktur kristal, perubahan fasa dan ukuran butir secara perhitungan. Agar dapat memahami lebih jelas, maka lebih baik kita juga menggunakan AFM (*Atomic Force Microscopy*) yang dapat memperlihatkan gambaran struktur atom dalam 3 dimensi. Hal ini karena metode *X-ray Diffraction* tidak bisa mendeskripsikan struktur morfologi dengan baik. Oleh sebab itu sebaiknya dilakukan penelitian lanjutan mengenai struktur morfologi menggunakan metode AFM (*Atomic Force Microscopy*) dan *Photomicrograf*. Hasil karakterisasi dari AFM dianalisis lebih lanjut dengan *energy Dispersive X-Ray Analyzer* agar dapat menganalisis komposisi mineral.

Pada penelitian ini, umumnya perubahan fasa granit yang banyak terjadi adalah fasa kuarsa. Kuarsa dapat digunakan sebagai bahan utama industri kimia, industri cat, industri keramik, alat optik. Oleh karena itu, dalam pengolahan granit dapat dioptimalkan oleh Dinas Energi dan Sumber daya Mineral, Pemerintah Daerah, investor, dan masyarakat terutama pada fasa kuarsa sebagai peluang investasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. dan Khairurrijal. 2010. Karakterisasi Nanomaterial Teori Penerapan dan Pengolahan Data. CV Rezki Putra: Bandung.
- Asmuni. 2001. *Karakterisasi Pasir Kuarsa (SiO₂) Dengan Metode Xrd*. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengatahuan Alam Universitas Sumatera Utara.
- Badan Koordinasi Penanaman Modal (BPKM) Sumatera Barat. 2013. Potensi Pertambangan Sumatera Barat.
- Beiser, Arthur. 1992. *Konsep Fisika Modern*. Jakarta: Erlangga.
- Brown, Michael. 2013. *Granite: From genesis to emplacement*. GSA Bulletin; July/August 2013; v. 125; no. 7/8; p. 1079–1113; doi: 10.1130/B30877.1; 14 figures.
- Chappell, B. W. And White, J. R. 2011. *Two contrasting granite types: 25 years later*. Australian Journal of Earth Sciences (2011) 48, 489–499
- Chullity, B. D. 2006. *Element of X-ray Diffraction (XRD)*. Massachusetts : University of Nortre Dame
- Cornell, R.M., and Scwertman. U., 2003. *The Iron Oxides: Structure, Reaction, Occurences and Uses*, WILEY-VCH GmbH&Co, KgaA, Weinheim, Germany, ISBN: 3-527-30274-3
- Demirel, S. Dkk. 2009. *Geology And Chemical Variations In Tourmaline From The Quartz – Tourmaline Breccias Within The Kerkenez Granite - Monzonite Massif, Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey*. The Canadian Mineralogist Vol. 47, pp. 787 – 799 (2009) DOI: 10.3749/carumin.47.4.787
- Dinas Geologi Sumber Daya Mineral. 2013. Laporan Pemetaan Geologi Kabupaten Solok. Propinsi Sumatra Barat: Dinas Pertambangan Dan Energi.
- Febriana, Eni. 2011. Kalsinasi dolomit lamongan untuk pembuatan kalsium-magnesium oksida, sebagai bahan baku kalsium dan magnesium karbonatpresipitat. Tesis Fakultas Teknik. Jakarta : UI
- Frost, B. R., Barnes, C. G., Collins, W. J., Arculus, R. J., Ellis, D. J. & Frost, C. D. (2001). *A geochemical classification for granitic rocks*. *Journal of Petrology* 42, 2033-2048.

- Gehrels, G. E. & Boghossian, N. D. (2000). *Tectonics of the Coast Mountains, SE Alaska and Coastal British Columbia: Geological Society of America Special Paper 343*. Boulder, Colorado: Geological Society of America, pp. 61-76.
- Geo- buletin. 2009. *Praktikum Geologi Fisik*. Geologi ITB
- Gill, R. (2010). *Igneous Rocks and Processes, A Practical Guide*. Oxford: Wiley-Blackwell.
- Gonzalez, J.A. *et all*. *Phase transformations in clays and kaolins produced by thermal treatment in chlorine and air atmospheres*. San Luis, Argentina, pp. 1-8.
- Harris, C. And Vogeli, J. 2010. *Oxygen Isotope Composition Of Garnet In The Peninsula Granite, Cape Granite Suite, South Africa: Constraints On Melting And Emplacement Mechanisms*. South African Journal Of Geology, 2010, Volume 113.4 Page 401-412
- Hinsberg, V. J. V. Hendry, D. J. And Marschall, H. R. 2011. *Tourmaline : An Ideal Indicator Of Its Host Environment*. The Canadian Mineralogist Vol. 49, Pp. 1 - 16 (2011) Doi 10. 3749/Canmin.49.1.1
- Henry, D. J. Dkk. 2011. *Nomenclature Of Tha Tourmaline - Supergroup Minerals*. American Mineralogist, Volume 96, pages 895 – 913, 2011
- Jamaluddin K. 2010. *Makalah Fisika Material XRD*. Kendari : Universitas Halueleo
- Joseph R. Smyth. 2013. *Quartz*. Adopt-a-1 gal Project Example Paper
- Katili dan Marks. 1998. *Geologi*. Jakarta: Departemen Urusan Research Nasional
- Kauffman, R.A. and Van Dyk, D., 1994, Feldspars: in Carr, D.D. and others, eds., *Industrial minerals and rocks (6th edition)*: Littleton, CO., Soc. for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc., p. 473-481
- Lowres. 2010. *Minerals: The Building Blocks Of Rocks*. Physical Properties Of Minerals
- Manggasa, Andrias, dkk, 2004, *Sintesis dan Karakterisasi Komposit Partikel Granit-Resin Epoksi*. Departemen perindustrian dan perdagangan.
- Okamura, FP. Ghose, S. And Ohashi, H. *Structurer and Crystal Chemistry of Calcium Tschermak's Pyroxene, CaAlAlSiO₆*. American Mineralogist, Volume 59, pages 549-557, 1974

- PANalytical. 2009. X-ray Fluorescence Spectrometr. <http://www.panalytical.com/index.cfm?pid=130>. diakses tanggal 8 November 2013
- Pratapa, Suminar. 2004. *Prinsip-Prinsip Difraksi Sinar-X*, makalah seminar XRD disampaikan di Padang.
- Ramlan dan Akhmad A,B. 2011. *Pengaruh Temperatur dan Waktu Sintering terhadap Sifat Bahan Porselen untuk Bahan Elektrolit Padat (Komponen Elektronik)*. Jurnal Penelitian Sains. Volume 14 Nomer 3(B) 14305
- Ratnawulan.2013. *Usulan Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi*.UNP
- Ray B. 2004. *The granite of the South-Easth Asian Tin Belt*. Int Journ Earth Sciences 88: 752-763
- Raymond, L. A. (2002). *The Study of Igneous, Sedimentary, and Metamorphic Rocks, 2nd Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Schlegel, M.L., Nagy, K.L., Fenter, P., Sturchio, N.C., 2006. *Structures of quartz (10 $\bar{1}$ 0)- and (10 $\bar{1}$ 1)-water interfaces determined by X-ray reflectivity and atomic force microscopy of natural growth surfaces*. Geochim. Cosmochim. Acta 66, 3037–3054.
- Smallman R.E., R.J. Bishop. 2000. *Metalurgi Fisik Modern dan rekayasa Material*. Jakarta: Erlangga.
- Van Vlack Lawrence H. 2004. *Elemen-elemen ilmu dan rekayasa material*. Edisi keenam. Jakarta : Erlangga.
- Viklund, A.2008. Teknik Pemeriksaan Material Menggunakan XRF, XRD dan SEM-EDS, <http://labinfo.wordpress.com/>. Diakses tanggal 30 September 2013
- White, Allan J.R. 2004. *Granite Melt Forming Reactions. The Ishihara Symposium: Granites and Associated Metallogenesis*. Geoscience Australia 137
- Winter, J. D. (2011). *An Introduction to Ignous and Metamorphic Petrology*. New Jersey: Prentice Hall.
- Zakaria, 2003. *Analisis Kandungan Mineral Magnetik pada Batuan Beku dari Daerah Istimewa Yogyakarta dengan Metode X-Ray Diffiaction*, skripsi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Haluoleo : Kendari.