

SKRIPSI

**STUDI ALTERASI HIDROTERMAL BATUAN GRANIT
FORMASI GRANIT GARBA MENGGUNAKAN METODE
PETROGRAFI DAN *X-RAY DIFFRACTION* PADA
DAERAH PANCUR PUNGAH DAN SEKITARNYA,
KABUPATEN OKU SELATAN, SUMATERA SELATAN**



**PIRDAUS SAPUTRA
03071182025009**

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

**STUDI ALTERASI HIDROTERMAL BATUAN GRANIT
FORMASI GRANIT GARBA MENGGUNAKAN METODE
PETROGRAFI DAN *X-RAY DIFFRACTION* PADA
DAERAH PANCUR PUNGAH DAN SEKITARNYA,
KABUPATEN OKU SELATAN, SUMATERA SELATAN**

Laporan ini sebagai bagian dari Tugas Akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Geologi



**PIRDAUS SAPUTRA
03071182025009**

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI ALTERASI HIDROTERMAL BATUAN GRANIT FORMASI GRANIT GARBA MENGGUNAKAN METODE PETROGRAFI DAN *X-RAY DIFFRACTION* PADA DAERAH PANCUR PUNGAH DAN SEKITARNYA, KABUPATEN OKU SELATAN, SUMATERA SELATAN

Laporan ini sebagai bagian dari Tugas Akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Geologi

Menyetujui,
Pembimbing 1



Dr. Ir. Idarwati, S.T., M.T.
NIP. 198306262014042001

Palembang, 7 Juni 2024

Menyetujui,
a.n. Pembimbing 2



Dr. Ir. Endang Wiwik Dyah Hastuti, M.Sc.
NIP. 195902051988032002

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Teknik Geologi



Dr. Ir. Idarwati, S.T., M.T.
NIP. 198306262014042001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Studi Alterasi Hidrotermal Batuan Granit Formasi Granit Garba Menggunakan Metode Petrografi dan *X-Ray Diffraction* Pada Daerah Pancur Pungah dan Sekitarnya, Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan, Sumatera Selatan” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada 7 Juni 2024.

Palembang, 8 Juni 2024

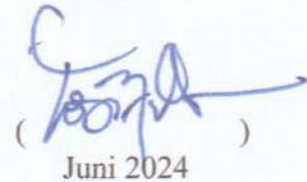
Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Tugas Akhir
Ketua: Prof. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc., Ph.D.

NIP. 195812261988111001

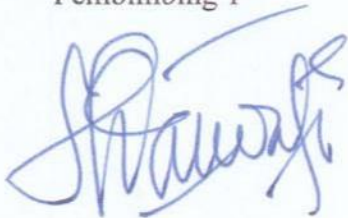

(Edy Sutriyono)
Juni 2024

Anggota: Yogie Zulkurnia Rochmana, S.T., M.T.

NIP. 198904222020121003


(Yogie Zulkurnia Rochmana)
Juni 2024

Menyetujui,
Pembimbing 1



Dr. Ir. Idarwati, S.T., M.T.
NIP. 198306262014042001

Palembang, 8 Juni 2024

Menyetujui,
a.n Pembimbing 2



Dr. Ir. Endang Wiwik Dyah Hastuti, M.Sc.
NIP. 195902051988032002

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Teknik Geologi



Dr. Ir. Idarwati, S.T., M.T.
NIP. 198306262014042001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Pirdaus Saputra

NIM : 030711820225009

Judul : Studi Alterasi Hidrotermal Batuan Granit Formasi Granit Garba Menggunakan Metode Petrografi dan *X-Ray Diffraction* Pada Daerah Pancur Pungah dan Sekitarnya, Kabupaten OKU Selatan, Sumatera Selatan

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dibuktikan terdapat unsur-unsur *plagiarisme*, saya bersedia skripsi ini di gugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S1) dibatalkan, serta di proses sesuai dengan peraturan yang berlaku pada (UU No. 20 Tahun 2003 Pasal 25 Ayat 2 dan Pasal 70).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, 7 Juni 2024
Yang Membuat Pernyataan,



Pirdaus Saputra
NIM. 03071182025009

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur tidak lupa penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT, karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Geologi Universitas Sriwijaya dengan judul “Studi Alterasi Hidrotermal Batuan Granit Formasi Granit Garba Menggunakan Metode Petrografi dan *X-Ray Diffraction* Pada Daerah Pancur Pungah dan Sekitarnya, Kabupaten OKU Selatan, Sumatera Selatan”. Dalam penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak, terkhusus kepada:

1. Kedua orang tua saya yaitu Bapak Kohar (Alm) dan Ibu Aliah beserta seluruh keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungannya sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Koordinator Program Studi Teknik Geologi UNSRI dan dosen pengajar beserta seluruh staff yang telah banyak memberikan ilmu dan pembelajarannya selama proses perkuliahan berlangsung.
3. Ibu Dr. Ir. Idarwati, S.T., M.T. dan Ibu Dr. Ir. Endang Wiwik Dyah Hastuti, M.Sc. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing dan memberikan motivasi serta membantu menyelesaikan masalah yang ada dalam skripsi ini.
4. Ibu Dr. Ir. Endang Wiwik Dyah Hastuti, M.Sc. selaku dosen pembimbing akademik saya juga yang telah mengarahkan dan memberikan saran masukan dari awal perkuliahan.
5. Bapak Kepala Desa beserta Masyarakat dari Desa Mehanggih, Desa Pancur Pungah, Desa Datar, Desa Kisau dan sekitarnya yang telah menyediakan tempat penginapan dan juga membantu selama kegiatan pengambilan data di lapangan.
6. Garba Squad, yaitu Muhammad Rendiansyah, Muhammad Faris Khoiri, Anggun Prihandayani dan Anisa Nurjanah yang telah membantu dan Bersama-sama pengambilan data di lapangan dan juga telah memberikan saran, dukungan dan masukannya.
7. Keluarga Cemara Laboratorium Petrologi yang selalu ada dan yang telah memberikan banyak cerita, pembelajaran serta kenangan indah didalamnya.
8. Laboratorium Kimia Analisa dan Instrumentasi Pengujian Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Sriwijaya yang telah membantu dan memberikan pencerahan dalam analisis XRD.
9. Devi Puspita Sari, Kak Olvi Melti Amelia dan Kak Rizka Chintya yang telah membantu memecahkan masalah dalam penyusunan laporan ini, juga telah memberikan saran, masukan, referensi dan bimbingan selama proses pembuatan laporan ini.
10. Angkatanku, Teknik Geologi 2020 yang selalu bersama - sama berjuang sampai pada titik ini, banyak sudah yang telah kita lewati baik suka maupun duka bersama – sama, canda tawa, cerita yang terukir tiada hentinya.

11. HMTG “SRIWIJAYA” yang menjadi tempat untuk pulang dan juga wadah untuk berinovasi dan berkreaitivitas, terkhusus Departemen kebanggaan PPSDM semoga berjaya selalu.
12. Seseorang yang namanya sudah tertulis di Lauhul Mahfudz sebagai motivator sehingga membuat penulis lebih bersemangat untuk menyelesaikan skripsi ini, semoga kita cepat dipertemukan walaupun masih belum ketemu sekarang.
13. Teruntuk diri ini sendiri yang sudah kuat menjalani masa perkuliahan selama 4 tahun ini, walaupun banyak rintang yang harus dihadapi dan membuat sedikit putus tetapi mampu bertahan sampe akhir (*I really appreciate myself*).

“Bermimpilah di Dalam Hidup, tapi Jangan Hidup di Dalam Mimpi”

“Tanpa Sasaran dan Rencana Meraihnya, Kamu Seperti Kapal yang Berlayar Tanpa Tujuan” – Fitzhugh Dodson

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan membantu bagi siapapun yang membacanya dalam melakukan kegiatan geologi lapangan. Saya menyadari bahwa skripsi ini memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, saya memohon maaf apabila terdapat penulisan kata yang kurang berkenan. Akhir kata saya ucapkan terimakasih.

Palembang, 7 Juni 2024

Penulis,



Pirdaus Saputra

NIM. 03071182025009

RINGKASAN

STUDI ALTERASI HIDROTERMAL BATUAN GRANIT FORMASI GRANIT GARBA MENGGUNAKAN METODE PETROGRAFI DAN *X-RAY DIFFRACTION* PADA DAERAH PANCUR PUNGAH DAN SEKITARNYA, KABUPATEN OKU SELATAN, SUMATERA SELATAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 7 Juni 2024

Pirdaus Saputra, Dibimbing oleh Dr. Ir. Idarwati, S.T., M.T. dan Dr. Ir. Endang Wiwik Dyah Hastuti, M.Sc.

Hydrothermal Alteration Study of Granite Rocks in the Garba Granite Formation Using Petrographic and X-Ray Diffraction Methods in the Pancur Pungah area and its surroundings, South OKU District, South Sumatra

XXIII + 65 Halaman, 15 Tabel, 54 Gambar, 6 Lampiran

RINGKASAN

Penelitian ini membahas mengenai Alterasi Hidrotermal Batuan Granit Formasi Granit Garba pada Daerah Pancur Pungah dan Sekitarnya, Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan, Sumatera Selatan. Keterbentukan batuan granit pada daerah penelitian mengalami proses alterasi hidrotermal yang terpengaruhi oleh aktivitas magmatik. Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan karakteristik megaskopis dan mikroskopis alterasi, menentukan mineral alterasi menggunakan analisis XRD, menentukan pola sebaran zona alterasi, menentukan tingkat intensitas alterasi, mengidentifikasi pengontrol terjadinya alterasi dan menjelaskan tahapan pembentukan zona alterasi berdasarkan himpunan mineral pada daerah penelitian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Petrografi dan *X-Ray Diffraction* (XRD). Analisis Petrografi bertujuan untuk mengidentifikasi komposisi mineral, karakteristik batuan, nama atau jenis batuan berdasarkan sifat optiknya dengan menggunakan mikroskop polarisasi. Analisis *X-Ray Diffraction* (XRD) merupakan salah satu analisis untuk mengetahui karakteristik suatu Kristal atau mineral dengan hasil berupa grafik. Metode difraksi umumnya digunakan untuk mengidentifikasi senyawa yang belum diketahui kandungannya dalam suatu padatan dengan cara membandingkan data difraksi dengan *database*. Berdasarkan hasil analisis Petrologi, Petrografi dan XRD ditemukannya mineral alterasi berupa kuarsa sekunder, biotit sekunder, serisit, klorit, epidot, natrolit, diaspor, wolastonit, dolomit dan kaolinit pada daerah penelitian. Himpunan mineral-mineral tersebut terdistribusi dengan sebaran zona alterasi pada daerah penelitian dikelompokkan menjadi tiga zona alterasi yaitu zona argilik (200 - 400°C), zona propilitik (200 - 300°C) dan zona filik (120 - 200°C). Intensitas alterasi yang terjadi pada daerah penelitian memiliki 3 tingkatan intensitas yaitu dengan intensitas lemah/*weak* (< 25%), intensitas sedang/*moderate* (26 – 50%) dan intensitas kuat/*strong* (51 – 75%). Faktor pengontrol terjadinya proses alterasi pada daerah penelitian yaitu suhu dan tekanan, struktur geologi, permeabilitas, durasi aktivitas hidrotermal, konsentrasi larutan hidrotermal dan karakteristik batuan sampling. Dapat diidentifikasi adanya 3 tahap pembentukan mineral alterasi berdasarkan analisis petrografi dan XRD. Pada *Stage* I mineral yang terbentuk adalah mineral primer

seperti kuarsa, alkali feldspar, plagioklas feldspar, hornblende, biotit, aktinolit. *Stage II* mineral primer mulai berubah akibat perubahan temperatur, dan mineral yang terbentuk ialah biotit sekunder, klorit, serisit, epidot dan diaspor. Kemudian pada *Stage III* dicirikan dengan mineral natrolit, siderit, kaolinit dan juga hadir urat kuarsa yang memotong mineral lain.

Kata Kunci: Granit Garba, Karakteristik, Pancur Pungah, Petrografi, XRD.

Menyetujui,
Pembimbing 1



Dr. Ir. Idarwati, S.T., M.T.
NIP. 198306262014042001


Palembang, 7 Juni 2024

Menyetujui,
a.n Pembimbing 2



Dr. Ir. Endang Wiwik Dyah Hastuti, M.Sc.
NIP. 195902051988032002

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Teknik Geologi



Dr. Ir. Idarwati, S.T., M.T.
NIP. 198306262014042001

SUMMARY

HYDROTHERMAL ALTERATION STUDY OF GRANITE ROCKS IN THE GARBA GRANITE FORMATION USING PETROGRAPHIC X-RAY DIFFRACTION METHODS IN THE PANCUR PUNGAH AREA AND ITS SURROUNDINGS, SOUTH OKU DISTRICT, SOUTH SUMATRA

Scientific paper in the form of a Final Assignment, June 7, 2024

Pirdaus Saputra, Supervised by Dr. Ir. Idarwati, S.T., M.T. and Dr. Ir. Endang Wiwik Dyah Hastuti, M.Sc.

Studi Alterasi Hidrotermal Batuan Granit Formasi Granit Garba Menggunakan Metode Petrografi dan X-Ray Diffraction Pada Daerah Pancur Pungah dan Sekitarnya, Kabupaten OKU Selatan, Sumatera Selatan

XXIII + 65 Pages, 15 Tables, 55 Pictures, 6 Appendix

SUMMARY

This research discusses the Hydrothermal Alteration of Granite Rocks of the Garba Granite Formation in the Pancur Pungah and Surrounding Areas, South Ogan Komering Ulu Regency, South Sumatra. The formation of granite rocks in the research area undergoes a hydrothermal alteration process that is influenced by magmatic activity. The purpose of this study is to determine the megascopic and microscopic characteristics of alteration, determine alteration minerals using XRD analysis, determine the pattern of alteration zone distribution, determine the level of alteration intensity, identify the controller of alteration and explain the stages of alteration zone formation based on the set of minerals in the study area. The methods used in this research are Petrographic and X-Ray Diffraction (XRD) methods. Petrographic analysis aims to identify mineral composition, rock characteristics, name or type of rock based on its optical properties using a polarizing microscope. X-Ray Diffraction (XRD) analysis is one of the analyzes to determine the characteristics of a crystal or mineral with the results in the form of a graph. The diffraction method is generally used to identify compounds of unknown content in a solid by comparing diffraction data with a database. Based on the results of Petrology, Petrography and XRD analysis, alteration minerals such as secondary quartz, secondary biotite, sericite, chlorite, epidote, natrolite, diasporite, wolastonite, dolomite and kaolinite were found in the study area. The set of minerals is set with the distribution of alteration zones in the study area grouped into three alteration zones, namely the argillic zone (200 - 400oC), propylitic zone (200 - 300oC) and phillitic zone (120 - 200oC). The intensity of alteration that occurs in the study area has 3 levels of intensity, namely with weak/weak intensity (< 25%), moderate/moderate intensity (26 - 50%) and strong/strong intensity (51 - 75%). Factors controlling the alteration process in the study area are temperature and pressure, geological structure, permeability, duration of hydrothermal activity, concentration of hydrothermal solution and characteristics of side rocks. Three stages of alteration mineral formation can be identified based on petrographic and XRD analysis. In Stage I the minerals formed are primary minerals such as quartz, alkali feldspar, plagioclase feldspar, hornblende, biotite, actinolite. Stage II primary minerals begin to change due to temperature changes, and the minerals formed are secondary biotite, chlorite, sericite, epidote and diasporite. Then in Stage III is characterized by the minerals natrolite, siderite, kaolinite and also present quartz veins that cut other minerals.

Keywords: Garba Granite, Characteristics, Pancur Pungah, Petrography, XRD.

Palembang, 7 Juni 2024

Menyetujui,
Pembimbing 1

Menyetujui,
Pembimbing 2



Dr. Ir. Idarwati, S.T., M.T.
NIP. 198306262014042001

Dr. Ir. Endang Wiwik Dyah Hastuti, M.Sc.
NIP. 195902051988032002

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Teknik Geologi



Dr. Ir. Idarwati, S.T., M.T.
NIP. 198306262014042001

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iv
UCAPAN TERIMAKASIH	v
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Maksud dan Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Lokasi dan Ketersampaian Daerah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pengertian Alterasi Hidrotermal	4
2.2 Konsep Terjadinya Alterasi Hidrotermal.....	4
2.3 Faktor Pengontrol Terjadinya Alterasi Hidrotermal.....	7
2.3.1 Suhu dan Tekanan	7
2.3.2 Struktur Lokal Batuan Samping	11
2.3.3 Sifat Kimia Fluida Hidrotermal.....	12
2.3.4 Permeabilitas Batuan	12
2.3.5 Karakteristik Batuan Samping	13
2.4 Pembagian Zona-Zona Alterasi	13
2.5 Tekstur Alterasi dan Mineralisasi	15
2.5.1 Tekstur <i>infilling</i> (pengisian)	15
2.5.2 Tekstur <i>Replacement</i> (Penggantian).....	17
2.5.3 Tekstur <i>Exolution</i> (Eksolusi).....	18
2.6 Petrografi	18
2.6.1 Tekstur Batuan	18

2.6.2	Tekstur <i>Interrelations</i> antar Mineral	19
2.6.3	Tekstur Aliran	20
2.6.4	Tekstur <i>Intergrowth</i>	20
2.6.4	Tekstur Overgrowth	22
2.7	Pola Sebaran dan Intensitas Alterasi.....	22
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1	Pendahuluan.....	24
3.2	Observasi Lapangan.....	25
3.2.1	Pengamatan Singkapan Batuan	25
3.2.2	Pengambilan Sampel Batuan.....	25
3.3	Analisis Laboratorium	26
3.3.1	Analisis Petrografi.....	26
3.3.2	Analisis <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	27
3.4	Kerja Studio	29
3.4.1	Pembuatan Peta	29
3.4.2	Olah Grafik XRD	29
3.5	Penyusunan Laporan.....	29
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1	Geologi Lokal Daerah Penelitian.....	30
4.1.1	Geomorfologi	30
4.1.2	Stratigrafi.....	32
4.1.3	Struktur Geologi	33
4.2	Karakteristik Megaskopis Batuan Granit Formasi Granit Garba.....	35
4.3	Karakteristik Mikroskopis Batuan Granit Formasi Granit Garba.....	38
4.4	Analisis XRD Batuan Granit Formasi Granit Garba	45
4.5	Zonasi Alterasi Batuan Granit Formasi Granit Garba	48
4.5.1.	Zona Argilik	50
4.5.2.	Zona Propilitik.....	51
4.5.3.	Zona Philik	52
4.6	Intensitas Alterasi Batuan Granit Formasi Granit Garba.....	54
4.6.1.	Intensitas Lemah	54
4.6.2.	Intensitas Sedang.....	55
4.6.3.	Intensitas Kuat.....	55

4.7 Faktor Pengontrol Alterasi Batuan Granit Formasi Granit Garba	56
4.7.1. Suhu dan Tekanan	57
4.7.2. Struktur Geologi	57
4.7.3. Permeabilitas	59
4.7.4. Durasi Aktivitas Hidrotermal	59
4.7.5. Konsentrasi Larutan Hidrotermal	59
4.7.6. Karakteristik Batuan Samping	60
4.8 Paragenesa Mineral Alterasi Batuan Granit Formasi Granit Garba	61
BAB V KESIMPULAN	64
DAFTAR PUSTAKA.....	xii

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Lokasi Daerah Penelitian	3
Gambar 2.1 Model Proses Hidrotermal (Hedenquiist <i>et al</i> , 1996; 2000)	5
Gambar 2.2. Sistem Hidrotermal beserta Komponen-Komponen (Henley dan Ellis, 1983).....	6
Gambar 2.3. Fase Tektonik yang Terjadi dalam Pembentukan Cekungan Sumatera Selatan (Pulonggono <i>et.al</i> , 1992)	11
Gambar 2.4. Pembagian Zona Alterasi Berdasarkan Himpunan Mineral Tertentu (Corbett dan Leach, 1997).....	14
Gambar 2.5. Model Pembentukan Zona Alterasi (Corbett dan Leach, 1998)	15
Gambar 2.6. Tekstur <i>Infilling</i> a) <i>Vuggy</i> , b) Kristal <i>Euhedral</i> , c) Tekstur <i>Zoning</i> , d) Perbedaan Ukuran Kristal, e) Tekstur <i>Crustiform</i> , f) Tekstur <i>Cockade</i> , g) Tekstur <i>Triangular</i> , h) Tekstur <i>Comb</i> , i) Pelapisan Simetris.....	16
Gambar 2.7. Tekstur <i>Replacement</i> a) <i>Pseudomorf</i> , b) Pergantian Mineral, c) <i>Vein</i> pada Batas Tidak Tegas, d) <i>Vein</i> Tidak Memotong, e) Mineral Tidak Sama Besar, f) Mineral Tumbuh Bersama.....	17
Gambar 2.8. Tekstur <i>Exolution</i> (a) Pemilahan Mineral (b) <i>Exolution</i> Lembaran (c) <i>Exolution</i> Butiran (d) <i>Rim Exolution</i>	18
Gambar 2.9. Tekstur Khusus <i>Interrelations</i> Antar Mineral (a) <i>Glomeroporphyritic</i> (b) <i>Intergranular</i> (c) <i>Intersetal</i> (d) <i>Ophitic</i> (e) <i>Poiklitic</i>	19
Gambar 2.10. Tekstur Aliran (a) <i>Trachytic</i> (b) <i>Hyalopilitic</i> (c) <i>Eutaxitic</i>	20
Gambar 2.11. Tekstur <i>Intergrowth</i> (a) <i>Graphic</i> , (b) <i>Granophiric</i> , (c) <i>Myrmekitic</i> , (d) <i>Perthite</i>	21
Gambar 2.12. Tekstur <i>Overgrowth</i> (a) <i>Corona</i> , (b) <i>Zoning</i>	22
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	24
Gambar 3.2. Diagram Klasifikasi Penamaan Batuan Beku Plutonik (IUGS, 1978)....	26
Gambar 3.3. Tahapan Preparasi Sampel sampai Pengujian XRD	27
Gambar 3.4. <i>X-Ray Diffractometer (XRD Machine)</i>	28
Gambar 3.5. Model Difraksi Bragg (Subaer, 2015).....	28
Gambar 4.1. Peta Geomorfologi Daerah Penelitian.....	32

Gambar 4.2.	Kolom Stratigrafi Lokal Daerah Penelitian.....	33
Gambar 4.3.	Kenampakan Bukti Sesar pada Litologi Granit Formasi Granit Garba Desa Mehanggin (A) Foto Jarak Jauh (B) Foto Jarak Dekat	34
Gambar 4.4.	Hasil Analisis Stereografis Sesar Mehanggin	34
Gambar 4.5.	Kenampakan Singkapan Batuan Granit Formasi Granit Garba yang Berada di Sungai Air Kisau (A) Lokasi Pengamatan 2 pada Desa Mehanggin, (B) Lokasi Pengamatan 17 pada Desa Pancur Pungah, (C) Lokasi Pengamatan 20 pada Desa Pancur Pungah, (D) Lokasi Pengamatan 21 pada Desa Mehanggin, (E) Lokasi Pengamatan 23 pada Desa Mehanggin	35
Gambar 4.6.	Kenampakan Singkapan Batuan Granit Formasi Granit Garba yang Berada di Sungai Air Kepyang Lokasi Pengamatan 5 Desa Pancur Pungah	36
Gambar 4.7.	Kenampakan Singkapan Batuan Granit Formasi Granit Garba yang Berada di Sungai Air Tekana (A) Lokasi Pengamatan 8 pada Desa Mehanggin, (B) Lokasi Pengamatan 10 pada Desa Pancur Pungah.	36
Gambar 4.8.	Kenampakan Mineral Sekunder pada Sampel Batuan Granit Formasi Granit Garba (A) Mineral Serisit pada Lokasi Pengamatan 23, (B) Mineral Serisit dan Klorit pada Lokasi Pengamatan 8.	37
Gambar 4.9.	Kenampakan <i>Vein</i> Pada Lokasi Pengamatan 2 Desa Pancur Pungah.	37
Gambar 4.10.	Foto Mikrograf Mineral Kuarsa pada Sampel KGr-05.	39
Gambar 4.11.	Foto Mikrograf Kenampakan <i>Vein</i> Kuarsa pada Sampel KGr-02	39
Gambar 4.12.	Kenampakan Tekstur Khusus yang Ditemukan (a) <i>Graphic</i> pada Sampel KGr-02, (b) <i>Graphic</i> pada Sampel KGr-02, (c) <i>Myrmekitic</i> pada Sampel KGr-05, (d) <i>Myrmekitic</i> pada Sampel KGr-23, (e) <i>Perthite</i> pada Sampel KGr-17, (f) <i>Perthite</i> pada Sampel KGr-08	40
Gambar 4.13.	Foto Mikrograf Mineral Plagioklas pada Sampel KGr-02.....	41
Gambar 4.14.	Foto Mikrograf Mineral Orthoklas pada Sampel KGr-20.....	41
Gambar 4.15.	Foto Mikrograf Mineral Hornblende pada Sampel KGr-23	42
Gambar 4.16.	Foto Mikrograf Mineral Biotit pada Sampel KGr-21	43
Gambar 4.17.	Foto Mikrograf Mineral Serisit pada Sampel KGr-10	43
Gambar 4.18.	Foto Mikrograf Mineral Klorit pada Sampel KGr-21	44
Gambar 4.19.	Foto Mikrograf Mineral Epidot pada Sampel KGr-20.....	44
Gambar 4.20.	Foto Mikrograf Mineral Aktinolit pada Sampel KGr-20.....	45

Gambar 4.21. Foto Mikrograf Mineral Opak pada Sampel KGr-02.....	45
Gambar 4.22. Grafik Hasil Analisis XRD Sampel KGr-02.....	46
Gambar 4.23. Grafik Hasil Analisis XRD Sampel KGr-08.....	47
Gambar 4.24. Grafik Hasil Analisis XRD Sampel KGr-20.....	47
Gambar 4.25. Grafik Hasil Analisis XRD Sampel KGr-21.....	48
Gambar 4.26. Foto Mikrograf Batuan Granit pada Zona Argilik dengan Himpunan Mineral Qtz (Kuarsa), Ser (Serisit), Kl (Klorit), Ep (Epidot), Bt (Biotit) pada Sampel KGr-02.....	50
Gambar 4.27. Foto Mikrograf Batuan Granit pada Zona Propilitik dengan Himpunan Mineral Qtz (Kuarsa), Akt (Aktinolit), Ser (Serisit), Kl (Klorit), Bt (Biotit) pada Sampel KGr-05.....	51
Gambar 4.28. Foto Mikrograf Batuan Granit pada Zona Philik dengan Himpunan Mineral Qtz (Kuarsa), Ser (Serisit), Kl (Klorit), Bt (Biotit) pada Sampel KGr-08	53
Gambar 4.29. Foto Mikrograf Batuan Granit dengan Intensitas Lemah (<i>Weak</i>) (A) Sampel KGr-05 dan (B) Sampel KGr-23.....	55
Gambar 4.30. Foto Mikrograf Batuan Granit dengan Intensitas Sedang (<i>Moderate</i>) Sampel KGr-20	55
Gambar 4.31. Foto Mikrograf Batuan Granit dengan Intensitas Kuat (<i>Strong</i>) pada Sampel KGr 05.....	56
Gambar 4.32. Kenampakan Struktur Geologi Berupa <i>Fracture</i> pada Daerah Penelitian	57
Gambar 4.33. Kenampakan Struktur Geologi Berupa <i>Slickenside</i> pada Daerah Penelitian	58
Gambar 4.34. Model Struktur Geologi Pada Daerah Penelitian	58
Gambar 4.35. Foto Mikrograf Urat Kuarsa Pada Sampel KGr – 02.....	59
Gambar 4.36. Model Geologi Daerah Penelitian.....	60
Gambar 4.37. Model Tahapan Pembentukan Tipe Alterasi pada Daerah Penelitian yang mengacu pada tahapan pembentukan alterasi (Corbett dan Leach, 1998)	63

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Suhu Pembentukan Beberapa Mineral Menurut Para Ahli	8
Tabel 2.2. Mineral Ubahan Petunjuk Temperatur (Reyes, 1990).....	9
Tabel 2.3. Temperatur Keterbentukan Mineral Alterasi (Morrison, 1998).....	10
Tabel 2.4. Interval Temperatur Mineral pada Alterasi Hidrotermal	10
Tabel 2.5. Intensitas Alterasi (Brwone, 1989)	23
Tabel 4.1. Himpunan Mineral Berdasarkan Hasil Analisis Petrografi Batuan Granit Formasi Granit Garba.....	38
Tabel 4.2. Himpunan Mineral Berdasarkan Hasil Analisis XRD Batuan Granit Formasi Granit Garba.....	46
Tabel 4.3. Pembagian Zona Tipe Alterasi Berdasarkan Himpunan Mineral (Corbett dan Leach, 1998)	49
Tabel 4.4. Suhu Keterbentukan Mineral pada Zona Argilik (Reyes <i>et al.</i> , 1990; Lawless dan White,1997; Corbett dan Leach, 1998; Morison, 1998; dan Hedenquist, 2000).	51
Tabel 4.5. Suhu Keterbentukan Mineral pada Zona Propilitik (Reyes <i>et al.</i> , 1990; Lawless dan White,1997; Corbett dan Leach, 1998; Morison, 1998; dan Hedenquist, 2000)	52
Tabel 4.6. Suhu Keterbentukan Mineral pada Zona Philik (Reyes <i>et al.</i> , 1990; Lawless dan White,1997; Corbett dan Leach, 1998; Morison, 1998; dan Hedenquist, 2000)	54
Tabel 4.7. Intensitas Alterasi pada Batuan Granit Formasi Granit Garba (Browne, 1989)	54
Tabel 4.8. Faktor Pengontrol Terjadinya Alterasi pada Batuan Granit Formasi Granit Garba (Park dan MacDiarmid, 1964; Corbett dan Leach, 1998).	56
Tabel 4.9. Hasil Analisis Petrografi dan XRD pada Batuan Granit Formasi Granit Garba	61
Tabel 4.10. Paragenesa Pembentukan Mineral Alterasi pada Batuan Granit Formasi Granit Garba.....	62

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A. Tabulasi Data Lapangan
- Lampiran B. Peta Lintasan dan Pengamatan
- Lampiran C. Analisis Petrografi
- Lampiran D. Analisis XRD
- Lampiran E. Peta Zonasi Alterasi Hidrotermal
- Lampiran F. Peta Geologi

BAB I

PENDAHULUAN

Penelitian ini merupakan observasi lanjutan dari penelitian lapangan geologi sebelumnya yang difokuskan pada analisis yang lebih mendalam mengenai Alterasi Hidrotermal Batuan Granit Formasi Granit Garba di Pancur Pungah dan sekitarnya, Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan, Sumatera Selatan. Tujuan utama dari pendahuluan ini adalah berisikan data-data yang meliputi latar belakang untuk penelitian, termasuk masalah yang ada dan penyebabnya dengan batasannya, serta ketercapaian lokasi.

1.1 Latar Belakang

Secara regional, Cekungan Sumatera Selatan menunjukkan aktivitas tektonik yang terkait dengan peristiwa geologis yang membentuk Pulau Sumatera. Menurut Hall (2014), Pulau Sumatera merupakan pulau vulkanik yang terletak di bagian selatan *Sundaland*, dengan sejarah geologi yang dimulai sejak era Paleozoikum hingga Mesozoikum. Cekungan Sumatera Selatan berbatasan langsung di timurlaut dengan Kepulauan Sunda, di Lauttenggara dengan Wilayah Tinggian Lampung, di baratdaya dengan Punggungan Bukit Barisan, dan di baratlaut dengan Punggungan Dua Belas dan Tiga Puluh. Perkembangan ini terjadi selama era Mesozoikum dan dikenal sebagai *back arc basin* (cekungan belakang busur) (Pulunggono *et al.*, 1992).

Lokasi penelitian didasarkan pada Lembar Geologi Regional daerah Baturaja berskala 1:250.000 yang telah diteliti sebelumnya oleh Gafoer, S., Amin, T.C., dan Pardede, R. (1993) yaitu pada Formasi Granit Garba (Kgr), dengan luas daerah penelitian ini adalah 4 x 5 km dengan luasan 20 km² pada skala 1:25.000. Formasi Granit Garba (Kgr) merupakan batuan granit yang mengintrusi batuan andesit Formasi Garba dan metamorf Formasi Tarap. Berdasarkan penelitian terbaru dari penarikan umur absolut yang dilakukan oleh peneliti terdahulu dengan menggunakan metode K-Ar mendapatkan hasil bahwa Granit Garba yang tersebar luas pada Pegunungan Garba terbentuk pada Kapur Akhir (Handini *et al.*, 2017). Fase Kapur Awal - Kapur Akhir adalah durasi subduksi *Meso-Tethys* yang terletak seluruh ke arah *West Sumatera Block*. Akibatnya, *Woyla Arc* ini mengalami proses akresi dan juga kolisi oleh *West Sumatera Block*. Pada saat kolisi terjadi, hal ini menghasilkan batuan yang berasal dari *Woyla Arc* dan batuan dengan endapan sedimen hasil akresi pada lempeng kontinental seperti yang ditemukan pada daerah penelitian. Proses ini juga menyebabkan terbentuk *magmatic arc* berupa Pegunungan Garba yang dikenal juga dengan sebutan Granit Garba (KGr). Granit yang bersifat asam (*Granitic*) mengintrusi batuan di atasnya yaitu filit dari Formasi Tarap (PCt) dan andesit dari Formasi Garba (KJg).

Pegunungan Garba adalah salah satu dari tempat yang ada di Indonesia di mana terdapat persebaran batuan granit. Dataran tinggi ruang bawah tanah yang membentuk Bukit Garba di Muara Dua, Sumatera Selatan telah diidentifikasi dengan menggunakan Citra Landsat Band 432 dan 753 (Idarwati *et al.*, 2018). Dari data lapangan diketahui bahwa pada citra Landsat 432 dan 753 daerah citra berwarna hijau tua dengan tingkat

resistensi tinggi merupakan batuan kristal berupa batuan granit. Keterbentukan batuan granit pada daerah penelitian mengalami proses alterasi hidrotermal yang terpengaruhi oleh aktivitas magmatik. Telah dilakukannya penelitian alterasi pada Formasi Garba dimana faktor yang mengontrol terjadinya alterasi ialah karakteristik batuan sampling yaitu Formasi Granit Garba (Amelia, 2022). Hal tersebut sangat menarik untuk dilakukannya pembaruan dan pembuktian pada Formasi Granit Garba yang juga mengalami alterasi, dikarenakan Formasi Granit Garba merupakan formasi yang mengintrusi Formasi Garba. Untuk mengetahui luasan alterasi dan intensitas alterasi di lokasi penelitian, maka diperlukan analisis yang lebih detail dengan menggunakan analisis petrografi dan XRD berdasarkan keterdapatan alterasi yang teramati secara megaskopis pada batuan granit.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah berisikan sejumlah pertanyaan yang perlu dijawab dengan dimaksudkan untuk memperjelas masalah atau isu yang dibahas pada daerah penelitian. Berikut adalah pertanyaan-pertanyaan yang akan dibahas dalam penelitian ini:

1. Bagaimana karakteristik mineral secara megaskopis dan mikroskopis alterasi pada batuan granit Formasi Granit Garba?
2. Bagaimana analisis XRD pada batuan granit Formasi Granit Garba?
3. Bagaimana luasan dan batas zona alterasi hidrotermal yang ada di daerah penelitian?
4. Bagaimana tingkat intensitas alterasi hidrotermal yang terjadi di daerah penelitian?
5. Hal apa saja yang dapat mengontrol terjadinya alterasi hidrotermal pada daerah penelitian?
6. Bagaimana tahapan pembentukan zonasi alterasi berdasarkan kumpulan mineral di daerah penelitian ini?

1.3 Maksud dan Tujuan

Penelitian ini dimaksudkan untuk menganalisis tingkat intensitas alterasi hidrotermal batuan granit dan juga pola sebaran zona alterasi yang ada di daerah penelitian. Berikut adalah tujuan dari penelitian ini:

1. Menentukan karakteristik mineral secara megaskopis dan mikroskopis alterasi pada batuan granit Formasi Granit Garba.
2. Menentukan analisis XRD pada batuan granit Formasi Granit Garba.
3. Menentukan luasan dan batas zona alterasi hidrotermal yang ada di daerah penelitian.
4. Menentukan tingkat intensitas alterasi hidrotermal yang terjadi di daerah penelitian.
5. Mengidentifikasi hal yang dapat mengontrol terjadinya alterasi hidrotermal pada daerah penelitian.
6. Menjelaskan *stage* pembentukan zona alterasi berdasarkan himpunan mineral yang ada di daerah penelitian.

1.4 Batasan Masalah

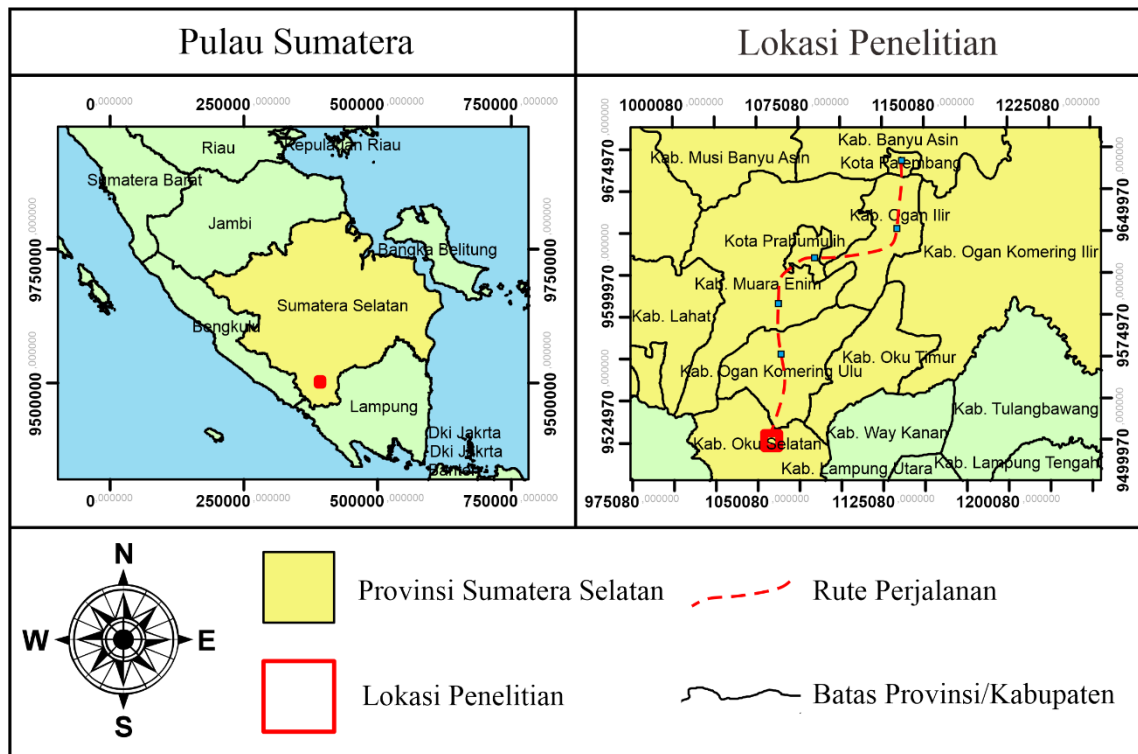
Isu-isu yang akan dibahas dan diselesaikan dalam penelitian ini meliputi batasan masalah yang diidentifikasi dengan batasan-batasan penelitian dan beberapa aspek yang

harus dipenuhi selama berlangsungnya penelitian. Berikut adalah topik-topik yang membatasi ruang lingkup penelitian ini:

1. Analisis Petrografi, mencakup tekstur hingga struktur yang terbentuk oleh komposisi mineral yang ada pada batuan granit Formasi Granit Garba.
2. Analisis *X-Ray Diffraction* (XRD), mencakup penentuan mineral berdasarkan grafik hasil analisis XRD batuan granit Formasi Granit Garba.

1.5 Lokasi dan Ketersampaian Daerah

Secara batas administratif, daerah studi khusus penelitian ini memiliki luas 20 km² dan berlokasi di Daerah Pancur Pungah dan Sekitarnya, Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan. Lokasi penelitian (Gambar 1.1) dapat dijangkau dari Kota Palembang dengan menggunakan kendaraan bermotor atau empat roda, perjalanan melalui Jalan Lintas Tengah Sumatera menuju Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan dengan waktu perjalanan sekitar 7 jam. Dari Kota Muaradua, lokasi studi dapat dicapai dalam waktu sekitar 30 menit menggunakan kendaraan bermotor atau empat roda.



Gambar 1.1. Lokasi Daerah Penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Barber, A. J. dan Crow, M. J. 2005. *Pre-Tertiary stratigraphy*. In: Barber, A. J., Crow, M. J. dan Milsom, J. S. (Eds.). Sumatra: Geology, Resources and Tectonic Evolution. Geological Society London Memoir, 31, 24-53.
- Barnes, H. 1979. *Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits*. Interscience Publication.
- Bowles, J. 2021. *Diaspore*. *Encyclopedia of Geology (Second Edition)*. P:442-451.
- Browne, P. 1989. *Hydrothermal Alteration and Geothermal Systems*. Auckland: Geothermal Institute (Unpublished).
- Corbett, G dan Leach, T. 1988. *Southwest Pacific Rim Gold-Copper Systems: Structure, Alteration, and Mineralization*. USA: Society of Economic Geologist.
- Corbett, G dan Leach, T. 1996. *Southwest Pacific Rim Gold-Copper Systems: Structure, Alteration, and Mineralization*. SEG Special Publication No. 6.
- Corbett, G dan Leach, T. 1997. *Southwest Pacific Rim Gold-Copper System: Structure, Alteration, and Mineralization*. Australia, Short Course Manual, 238 p.
- Corbett, G dan Leach, T. 2000. *Epithermal Gold for Explorationist*. Australia, The Australian Institute of Geoscientists.
- Corbett, G dan Leach, T., 2008. *Influence of Magmatic Arc Geothermal Systems on Porphyry-Epithermal Au-Cu-Ag Exploration Models: Alteration Hydrothermal*. Australia: PO Box 282, Willoughby.
- Craig, J., et al. 1994. *Ore Microscopy and Ore Petrography*. A Willey-Interscience Publications.
- De Coster, G.L. 1974. *The Geology of The Central and South Sumatera Basin*. Proceeding Indonesian Petroleum Association 3rd Annual Convention.
- Deer, W. et al. 2013. *An Introduction to the Rock Forming Minerals*. London: The Mineralogical Society.
- DeRudder, R. D, dan Cael. W. B. 1962. *Stevensite and Talc-Hydrothermal Alteration Products of Wollastonite*. Clays Clay Miner. 11, 188-19.
- Fossen, H., 2010. *Structural Geology*. New York: Cambridge University Press.
- Gafoer, S., Amin, T.C., dan Pardede, R. 1993. *Geological Map of The Baturaja Quadrangel, Sumatera (1: 250.000)*. Indonesia: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

- Ginger, D. dan Fielding, K. 2005. *The Petroleum Systems and Future Potential of The South Sumatra Basin*. Proceeding Indonesian Petroleum Association (IPA), The 30th Annual Convention & Exhibition, Jakarta.
- Hall, R. 2014. *Sundaland: Basement Character, Structure dan Plate Tectonic Development*. Proceeding Indonesian Petroleum (IPA 09-G-13).
- Handini, E., et al. 2017. *Petrologi Batuan Alas Cekungan (Basement) Pra-Tersier di pegunungan Garba, Sumatera*. Joint Convention Malang.
- Hedenquist, D. 1995. *Epithermal Gold Deposits: Styles, Characteristics and Exploration*. Society of Economic Geologists Newsletter 23, pp. hal. 1-13.
- Hedenquist, J. W., 2000. *Exploration for Epithermal Gold Deposits*. Gold in 2000: Review in Economic Geology, Vol. 13.
- Hugget, R. J., 2017. *Fundamentals of Geomorphology (Fourth Edition)*. New York: Routledge Fundamentals of Physical Geography.
- Idarwati et al. 2018. *Revealing Granitic Basement of Garba Hill, Muara Dua Region, South Sumatera Based on Landsat Images, Structure, and Petrography*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
- Idarwati et al. 2021. *History Woyla Arc of the Garba Complex: Implications for Tectonic Evolution of the South Sumatra Region, Indonesia*. Journal of Geoscience and Environment Protection.
- Idarwati et al. 2021. *The Geologic Process of The Saka River area: Related to the History Woyla Elevated Ocean in The South Sumatra Island Region, Republic of Indonesia*. Journal of Physics: Conference Series.
- Kamal A., Argakoesoemah R.M.I., Solichin. 2008. *A proposed basin-scale lithostratigraphy for South Sumatra Basin*. Indonesian Association of Geologist: Sumatra Stratigraphy Workshop, Bandung: Institut Teknologi Bandung, p. 85-97.
- Kementrian Pekerjaan Umum, 2013. *Peta Administratif Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan*. Sumatera Selatan.
- Kerr, P., 1959. *Optical Mineralogist (Third Edition)*. New York Toronto, London, Kogakusha Cpmpany, inc., Tokyo: Mc. Graw - Hill Book Company, Inc., hal. 442.
- Kusnama dan Andi, Mangga S. 2007. *Perkembangan Geologi dan Tektonik Pratersier pada Mintakat Kuantan Pegunungan Dua Belas dan Mintakat Gumai-Garba, Sumatera Selatan*. Bandung: Jurnal Geologi dan Sumber Daya Mineral.
- Lagat, J., 2009. *Hydrothermal Alteration Mineralogy in Geothermal Fields with Case Examples from Olkaria Domes Geothermal Field*. Kenya: Short Course IV on Exploration for Geothermal Resources, UNU-GTP.

- McCaffrey, R. 2009. *The Tectonic Framework of The Sumatran Subduction Zone*. The Annual Review of Earth and Planetary Sciences.
- Morrison, K. 1998. *Magmatic-Related Hydrothermal System*. Australia: Short course manual.
- Mulyaningsih, S. 2018. *Kristalpgrafi dan Mineralogi*. Yogyakarta: AKPRIND PRESS.
- Nursanto, Edy., Idrus, Arifuddin., Amijaya, Hendra., Pramumijoyo, Subagyo. 2011. *Keterdapatan dan Tipe Mineral Batubara serta Metode Analisisnya*. Jurnal teknologi Technoscientia. ISSN: 1979-8415.
- Park, G. A., 1986. *The Geology of Ore Deposits*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Peacock, D. C. P., Sanderson, D.J. and Rotevaten, A. 2017. *Relationships Between Fractures*. Journal of Structural Geology.
- Pirajno, F. 1992. *Hydrothermal Systems*. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Pirajno, F. 2009. *Hydrothermal Processes and Mineral System*. Berlin: Springer Science Business Media B.V.
- Pirajno, F., 1992. *Hydrothermal Mineral Deposites, Principles and Fundamental Concepts for the Exploration Geologist*. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris
- Pirajno, F., 2008. *Hydrothermal Processes and Mineral System*. Australia: Springer.
- Pulunggono, A. dan Cameron, N.R. 1984. *Sumatran Microplates, Their Characteristics and Their Role in the Evolution of the Central and South Sumatra Basins*. Proceedings Indonesian Petroleum Association (IPA) 13th Annual Convention, hlm. 121-143.
- Reyes, A. G., 1994. *Petrological Identification of Multiple Heat Sources in The Bacon - Manito Geothermal System*. The Philippines, New Zealand: Institute of Geological and Nuclear Science.
- Reyes, A. G., 2000. *Petrology and Mineral Alteration in Hydrothermal Systems: From Diagenesis to Volcanic Catastrophes*. New Zealand: United Nation University Geothermal Training Programme.
- Reyes, A. G., et al. 1993. *Petrology and Geochemistry of Alto Peak, a Vapour-Cored Hydrothermal System*. Lyete Province, Philippines, in Sussman, D., Ruaya, J.R., Reyes, A.G., and Hedenquist, J.W., eds., Geothermal systems of the Philippines: Geothermics, v. 22, p. 479-519.

- Reyes, A. G. 1990. *Petrology of Philippine Geothermal System and the Application of Alteration Mineralogy to Their Assessment*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, v.43, p. 279-309.
- Ryacudu, R. 2008. *Tinjauan Dstratigrafi Paleogen Sumatera Selatan*. Sumatera Stratigraphy Workshop, Ikatan ahli Geologi Indonesia, 99-114.
- Sillitoe, R. H dan Hedenquist, J. W. 2003. *Linkages Between Volcano-Tectonic Settings, Ore-Fluid Compositions, and Epithermal Precious Metal Deposits*. Society of Economic Geologists Special Publication 10, 315–343.
- Sillitoe, R. H. 2010. *Porphyry Copper Systems*. Society of Economic Geologists, Inc. Economic Geology, v. 105, pp. 3–41.
- Simpson, C. 1985. *Deformation of Granitic Rocks across the Brittle-Ductile Transition*. Journal of Structural Geology, 7, 503-511.
- Streckeisen, A. 1974. *Classification and Nomenclature of Plutonic Rocks, Recommendation of the IUGS Subcommision on the Systematic of Igneous Rock*. v.63, p. 773-785.
- Subaer. 2015. *Pengantar Fisika Geopolimer*. Jakarta: DP2M Dikti.
- Sutanto dan Suharwanto. 2011. *Mineral Optik 1*. Yogyakarta: UPN Veteran Yogyakarta.
- Thompson dan Thomson. 1996. *Alteration and Epithermal Mineralization in The Maspua Ria Volcanic Centre: Kalimantan Tengah*. Journal of Geochemical Exploration, v.50, p. 429-456.
- Thompson, A. J. B. dan Thompson, J. F. H. 1996. *Atlas of Alteration a Field and Petrographic Guide to Hydrothermal Alteration Minerals*. Geological Association of Canada. Mineral Deposits Division, Canada.
- Twidale, C.R. 2004. *River Patterns and Their Meaning*. Earth-Science Reviews 67. P:159 – 218.
- White, N. C. 1996. *Hydrothermal Alteration in Porpyry Copper System*. s.l.: Unpublished.
- Whitney, D. L. 2010. *Abbreviations for Names of Rock-Forming Minerals*. American Mineralogist, pp. Volume 95. pages 185-187.
- Widyatmanti, W., Wicaksono, I. & Syam, P. D. R. 2016. *Identification of Topographic Elements Composition Based on Landform Boundaries from Radar Interferometry Segmentation (Preliminary Study on Digital Landform Mapping)*. s.l., International Conference and Exhibition on Remote Sensing & GIS.

- Widyawati, N. 2012. *Analisa Pengaruh Heating Rate terhadap tingkat Kristal dan Ukuran Butir Lapisan BZT yang Ditumbuhkan dengan Metode Sol Gel*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Wilson, M. 1989. *Igneous Petrogenesis*. London: Harper Collins Academic, Hammersmith.
- Winter, J. D. 2014. *Principles of Igneous and Metamorphic Petrology, Second Edition*. UK: Pearson Education Limited.