UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Karakteristik Alterasi-Mineralisasi Endapan Skarn Zn-Pb-Ag Gojo dan Karim, Kabupaten Lamandau, Provinsi Kalimantan Tengah
ROUL ROMADHONY HERLAMBANG, Dr. Arifudin Idrus, S.T., M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

SAMPUL
LEMBAR PERSETUJUAN i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI ii
KATA PENGANTAR iii
DAFTAR ISI v
DAFTAR GAMBAR viii
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR SINGKATAN xiii
SARI xiii
ABSTRACT xiv
BAB I PENDAHULUAN 1
I.1. Latar Belakang 1
I.2. Rumusan Masalah 3
I.3. Maksud dan Tujuan Penelitian 3
I.4. Batasan Penelitian 4
I.4.1. Batasan lokasi 4
I.4.2. Batasan Pembahasan 4
I.5. Manfaat Penelitian 5
I.5.1. Manfaat bagi bidang akademik dan riset 5
I.5.2. Manfaat bagi perusahaan 5
I.6. Lokasi dan Kesampaian Daerah Penelitian 5
I.7. Penelitian Terdahulu dan Keaslian Penelitian 6
BAB II GEOLOGI REGIONAL 12
II.1. Tatanan Tektonik 12
II.2. Stratigrafi Regional 13
II.3. Struktur Geologi Regional 15
II.4. Mineralisasi Regional 15
BAB III LANDASAN TEORI 19
III.1. Tinjauan Umum Endapan Skarn 19
III.2. Lingkungan Pembentukan Endapan Skarn 20
III.3. Mineralogi Endapan Skarn 21

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Karakteristik Alterasi-Mineralisasi Endapan Skarn Zn-Pb-Ag Gojo dan Karim, Kabupaten Lamandau, Provinsi Kalimantan Tengah
ROUL ROMADHONY HERLAMBANG, Dr. Arifudin Idrus, S.T., M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

III.4. Evolusi Skarn dalam Ruang dan Waktu 23
III.5. Model Endapan Skarn Zn-Pb-Ag 25
III.6. Geokimia Endapan Skarn 27
III.7. Geotermometri Sfalerit 30
BAB IV HIPOTESIS DAN METODE 33
IV.1. Hipotesis 33
IV.2. Alat dan Bahan 33
IV.3. Tahap Penelitian 35
IV.3.1. Tahap persiapan 35
IV.3.2. Tahap pekerjaan lapangan dan pemilihan sampel 35
IV.3.3. Tahap analisis data 36
IV.3.4. Tahap integrasi dan interpretasi data 43
IV.3.5. Tahap penyusunan laporan 43
IV.4. Metode Penelitian 43
IV.4.1. Analisis laboratorium 44
IV.5. Data Penelitian 46
BAB V ALTERASI DAN MINERALISASI 48
V.1. Alterasi Hidrotermal 48
V.1.1. Alterasi garnet+klinopiroksen 48
V.1.2. Alterasi epidot+klorit 54
V.1.3. Mineralogi Alterasi Hidrotermal 58
V.2. Mineralisasi Bijih 64
V.2.1. Jenis Mineral Logam 64
V.2.2. Tekstur Mineral Logam 69
V.2.3. Paragenesis Mineral 73
BAB VI KIMIA MINERAL 78
VI.1. Elemen Minor dalam Pirit 78
VI.2. Elemen Minor dalam Galena 81
VI.3. Elemen Minor dalam Sfalerit 83
VI.4. Geotermometri Sfalerit 85
BAB VII DISKUSI 88
VII.1. Kontrol Litologi terhadap Mineralisasi 88

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Karakteristik Alterasi-Mineralisasi Endapan Skarn Zn-Pb-Ag Gojo dan Karim, Kabupaten Lamandau, Provinsi Kalimantan Tengah
ROUL ROMADHONY HERLAMBANG, Dr. Arifudin Idrus, S.T., M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

VII.1.1. Batuan Intrusi 88
VII.1.2. Batuan Sedimen 90
VII.2. Karakteristik Endapan Zn-Pb-Ag 91
VII.2.1. Tahapan mineralisasi 91
VII.2.3. Interpretasi Proses Pembentukan 95
BAB VIII PENUTUP 97
VIII.1. Kesimpulan 97
VIII.2. Saran dan Rekomendasi 98
DAFTAR PUSTAKA 99
LAMPIRAN 1 PETROGRAFI 104
LAMPIRAN 2 MIKROSKOPI BIJIH 122
LAMPIRAN 3 *X-RAY DIFFRACTION (XRD)* 136
LAMPIRAN 4 SEM-EDX 142

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Karakteristik Alterasi-Mineralisasi Endapan Skarn Zn-Pb-Ag Gojo dan Karim, Kabupaten Lamandau, Provinsi Kalimantan Tengah
ROUL ROMADHONY HERLAMBANG, Dr. Arifudin Idrus, S.T., M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Lokasi dari daerah penelitian dengan Pegunungan Schwaner yang melampar sepanjang Kalimantan Selatan-Barat (Setijadji, dkk., 2011). 13
Gambar 2.2. Lokasi dari endapan skarn yang berada di Pegunungan Schwaner, Lamandau, Kalimantan Tengah, berdasarkan peta Tebolai tahun 1990 (modified after Ayson, 1997; Baratang, 1997; Cooke and Kitto, 1997; dalam Idrus, dkk., 2011). 14
Gambar 2.3. Persebaran data kehadiran mineral logam di Kalimantan (Setijadji, dkk., 2010)..... 16
Gambar 3.1. Ilustrasi kesetimbangan fase metamorfik untuk reaksi terpilih di dalam sistem Ca-Mg-Al-Si-H_2O-CO_2 dimodifikasi dari Greenwood (1967) dan Kerrick (1974) (Meinert, 1992). 24
Gambar 3.2. Model sistem endapan porfiri Cu yang di dalamnya termasuk juga penggantian karbonat (skarn) distal Zn-Pb-Ag (Sillitoe, 2010)..... 28
Gambar 3.3. Grafik yang menunjukkan ketergantungan antara rasio Ga/Ge dalam sfalerit dan temperatur formasi. Grafik ini didapatkan berdasarkan kehadiran geotermometer Al/Si (Moller, 1985; 1987). 32
Gambar 4.1. Diagram alir penelitian yang menunjukkan tahapan penelitian beserta metode analisis data yang digunakan. 37
Gambar 4.2. Persebaran titik lokasi pengambilan sampel permukaan dan sampel bor di lokasi penelitian beserta arah profil sayatan titik bor (Herlambang, 2019)..... 38
Gambar 4.3. Profil sayatan A-A’ yang menampilkan litologi pada sumur E10275. Titik pengambilan sampel yang akan dianalisis hanya dilakukan pada sumur E10275_8. 39
Gambar 4.4. Profil sayatan B-B’ yang menampilkan litologi pada sumur E10700. Titik pengambilan sampel yang akan dianalisis hanya dilakukan pada sumur E10700_10. 40
Gambar 4.5. Profil sayatan C-C’ yang menampilkan litologi pada sumur E11150. Titik pengambilan sampel yang akan dianalisis hanya dilakukan pada sumur E11150_6. 41
Gambar 4.6. Profil sayatan D-D’ yang menampilkan litologi pada sumur E11650. Titik pengambilan sampel yang akan dianalisis dilakukan pada sumur E11650_3 dan E11650_4
42

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Karakteristik Alterasi-Mineralisasi Endapan Skarn Zn-Pb-Ag Gojo dan Karim, Kabupaten Lamandau, Provinsi Kalimantan Tengah
ROUL ROMADHONY HERLAMBANG, Dr. Arifudin Idrus, S.T., M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.1. Kenampakan megaskopis dari batuan intrusi yang mengalami alterasi skarn garnet+klinopiroksen. 49
Gambar 5.2. Kenampakan batuan dinding berupa batugamping yang telah mengalami proses alterasi hidrotermal skarn garnet+klinopiroksen. A: Kenampakan megaskopis dari batugamping terskarnkan. B: Kenampakan megaskopis dari garnet skarn. C: Kenampakan megaskopis dari skarn. D: Kenampakan megaskopis dari garnet skarn. 50
Gambar 5.3. Kenampakan secara mikroskopis dari batuan intrusi berupa garnet skarn yang telah mengalami alterasi hidrotermal garnet+klinopiroksen dengan dominasi mineral garnet sebagai mineral penyusun utamanya. 51
Gambar 5.4. Kenampakan secara mikroskopis dari batuan dinding berupa batugamping yang telah mengalami alterasi eksoskarn Prograde yang menunjukkan kenampakan mineral wollastonit yang berbentuk euhedral. 51
Gambar 5.5. Hasil analisis *X-ray diffraction* terhadap diorit kuarsa yang mengalami alterasi hidrotermal berupa alterasi garnet+klinopiroksen (skarn Prograde)..... 52
Gambar 5.6. Hasil analisis *X-ray diffraction* terhadap batugamping yang mengalami alterasi hidrotermal berupa alterasi garnet+klinopiroksen (skarn Prograde)..... 53
Gambar 5.7. Kenampakan dari sampel batuan dinding yang mengalami alterasi hidrotermal skarn epidot+klorit. 55
Gambar 5.8. Kenampakan mikroskopis dari batuan dinding berupa batugamping yang mengalami alterasi hidrotermal epidot+klorit menunjukkan karakteristik adanya proses retrograde. 56
Gambar 5.9. Hasil analisis *X-ray diffraction* terhadap batuan dinding berupa batugamping yang mengalami alterasi hidrotermal epidot+klorit menunjukkan karakteristik adanya proses retrograde. 57
Gambar 5.10. Kenampakan secara mikroskopi hasil analisis petrografi yang menunjukkan komposisi mineral penyusun batulanau hornfelsik..... 60
Gambar 5.11. Data hasil analisis *X-ray diffracttion* yang menunjukkan melimpahnya mineral kuarsa pada batuan yang mengalami silisifikasi. 61
Gambar 5.12. Fotomikrograf sampel skarn retrograde yang menunjukkan keterdapatan kelompok mineral klorit hasil dari alterasi hidrotermal pada batuan dinding. 62

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Karakteristik Alterasi-Mineralisasi Endapan Skarn Zn-Pb-Ag Gojo dan Karim, Kabupaten Lamandau, Provinsi Kalimantan Tengah
ROUL ROMADHONY HERLAMBANG, Dr. Arifudin Idrus, S.T., M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.13. Fotomikrograf dari sampel batuan terskarnkan yang mengandung kelompok mineral kalk-silikat berupa garnet (Grt), klinopiroksen (Cpx), dan epidot (Ep)..... 63
Gambar 5.14. Foto sampel setangan dari bijih Zn-Pb-Ag yang mengandung beberapa mineral sulfida seperti pirit (Py), sfalerit (Sp), dan galena (Gn) pada lokasi penelitian. 66
Gambar 5.15. Fotomikrograf dari sampel bijih Zn-Pb-Ag yang mengandung beberapa mineral kolompok silika seperti pirit (Py), kalkopirit (Ccp), sfalerit (Sp), galena (Gn) di lokasi penelitian (PPL: kiri; XPL: kanan).ni..... 66
Gambar 5.16. Fotomikrograf dari sampel bijih Zn-Pb-Ag mengandung mineral kalkopirit yang menginklusi mineral sfalerit (*chalcopyrite disease*). 66
Gambar 5.17. Foto setangan dari sampel bijih magnetit yang mengandung kelompok mineral oksida seperti magnetit (Mag), hematit (Hem), dan Limonit (Lm) di lokasi penelitian..... 68
Gambar 5.18. Fotomikrograf dari sampel bijih magnetit yang menunjukkan kandungan kelompok mineral oksida berupa magnetit (Mag)..... 68
Gambar 5.19. Tekstur kristalisasi simultan antara sfalerit (Sp), galena (Gn), pirit (Py), dan pada sampel mikroskopi bijih dari sampel bijih Zn-Pb-Ag dengan nomor sampel 08 dalam kondisi PPL (kiri) dan XPL (kanan). 70
Gambar 5.20. Tekstur pengisian rongga batulanau oleh pirit (Py) pada sampel mikroskopi bijih dengan nomor sampel 12 dalam kondisi PPL (kiri) dan XPL (kanan). 71
Gambar 5.21. Tekstur pengisian rongga pirit (Py) oleh magnetit (Mag) pada sampel mikroskopi bijih dengan nomor sampel 14 dalam kondisi PPL (kiri) dan XPL (kanan)..... 71
Gambar 5.22. Tekstur penggantian pirit oleh oksida besi pada sampel mikroskopi bijih dengan nomor sampel 20 dalam kondisi PPL (kiri) dan XPL (kanan). 72
Gambar 6.1 Foto dan puncak intensitas dari tiap elemen dalam mineral pirit yang terdeteksi oleh analisis SEM-EDX. 79
Gambar 6.2. Foto SEM dan puncak intensitas dari beberapa mineral galena yang terdeteksi oleh analisis SEM-EDX. 82
Gambar 6.3. Foto SEM dan puncak intensitas dari beberapa mineral sfalerit yang terdeteksi oleh analisis SEM-EDX..... 84
Gambar 6.4. Grafik yang menunjukkan ketergantungan antara rasio Ga/Ge dalam sfalerit dan temperatur formasi. Grafik ini berdasarkan kehadiran geotermometer Al/Si (Moller, 1985; 1987). 86

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Karakteristik Alterasi-Mineralisasi Endapan Skarn Zn-Pb-Ag Gojo dan Karim, Kabupaten Lamandau, Provinsi Kalimantan Tengah
ROUL ROMADHONY HERLAMBANG, Dr. Arifudin Idrus, S.T., M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 7.1. Diorit kuarsa (01-02-OC-2A) yang merupakan batuan intrusi teridentifikasi di lokasi penelitian. Batuan ini telah teralterasi kloritisasi dengan intensitas rendah. Terlihat mineral biotit telah terubah menjadi mineral klorit..... 89
Gambar 7.2. Diorit (10-22-E10275_8) yang merupakan batuan intrusi telah teridentifikasi di lokasi penelitian. Batuan ini telah tidak mengalami alterasi hidrotermal. Terlihat bahwa mineral plagioklas dan kuarsa mendominasi kehadiran mineral yang ada. 89

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Karakteristik Alterasi-Mineralisasi Endapan Skarn Zn-Pb-Ag Gojo dan Karim, Kabupaten Lamandau, Provinsi Kalimantan Tengah
ROUL ROMADHONY HERLAMBANG, Dr. Arifudin Idrus, S.T., M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Mineralogi skarn – mineral umum, grup mineral, Singkatan, dan serinya (Meinert, 1992; dengan modifikasi). 22
Tabel 4.1. Daftar peralatan yang digunkan untuk analisis laboraturium dan fungsinya 34
Tabel 4.2. Daftar bahan untuk pekerjaan laboraturium..... 35
Tabel 5.1. Kelimpahan mineral alterasi yang dijumpai di setiap tipe alterasi hidrotermal..... 59
Tabel 5.2. Kompilasi mineral logam dari sampel blok poles yang diamati..... 64
Tabel 5.3. Hubungan paragenesa antara mineral sulfida dan oksida. 77
Tabel 6.1. Hasil analisis SEM-EDX dari mineral pirit yang menunjukkan komposisi elemen (%berat). 79
Tabel 6.2. Jumlah konten pada penelitian ini dan Klasifikasi tipe pirit berdasarkan jumlah konten Co dan Ni serta perbandingannya (Xuexin, 1984). 80
Tabel 6.3. Hasil analisis SEM-EDX dari mineral galena yang menunjukkan komposisi elemen (wt.%). 82
Tabel 6.4. Hasil analisis SEM-EDX dari mineral sfalerit yang menunjukkan komposisi elemen (wt.%). 84
Tabel 7.1. Paragenesis alterasi dan mineralisasi bijih endapan skarn Gojo dan Karim..... 93

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Karakteristik Alterasi-Mineralisasi Endapan Skarn Zn-Pb-Ag Gojo dan Karim, Kabupaten Lamandau, Provinsi Kalimantan Tengah
ROUL ROMADHONY HERLAMBANG, Dr. Arifudin Idrus, S.T., M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR SINGKATAN

- Pl : Plagioklas
- Qz : Kuarsa
- Bt : Biotit
- Kfs : K-feldspar
- Chl : Klorit
- Py : Pirit
- Cal : Kalsit
- Grt : Garnet
- Ser : Serisit
- Ves : Vesuvianit
- Clay : Mineral Lempung
- Op : Mineral Opak
- Wo : Wollastonit
- Cpx : Klinopiroksen
- Fa : Fayalit
- Ep : Epidot
- Tr : Tremolit
- Ccp : Kalkopirit
- Gn : Galena
- Sp : Sfalerit
- Lm : Limonit
- Hem : Hematit
- Mag : Magnetit
- Apy : Arsenopirit
- Fe : Besi
- Pb : Timbal
- Zn : Seng
- S : Sulfur
- Cd : Kadmium
- Co : Kobalt
- Ni : Nikel
- As : Arsenik
- Ag : Perak
- Au : Emas
- Hg : Merkuri
- Sb : Antimoni
- Se : Selenium
- Ga : Gallium
- Ge : Germanium
- Mg : Magnesium
- Ca : Kalsium