

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	v
SARI.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Penelitian	3
1.4.1 Lokasi Penelitian.....	3
1.4.2 Batasan Masalah Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Keaslian Penelitian	6
BAB II GEOLOGI DAERAH SULIT AIR	9
2.1 Fisiografi	9
2.2 Stratigrafi.....	11
2.2.1 Anggota Batugamping Formasi Tuhur.....	11
2.2.2 Batuan Intrusi	12
2.2.3 Formasi Brani	13
2.2.4 Anggota Bawah Formasi Ombilin	13
2.2.5 Bahan Vulkanik Yang Tak Dipisah	14
2.3 Struktur Geologi	17
2.4 Magmatisme dan Mineralisasi Regional	20
BAB III DASAR TEORI	22
3.1 Definisi Endapan Skarn.....	22
3.2 Proses Pembentukan Skarn	26
3.3 Karakteristik Endapan Skarn Cu	29

3.3.1 Alterasi Endapan Skarn Cu	29
3.3.2 Mineralisasi Endapan Skarn Cu	32
BAB IV HIPOTESIS DAN METODOLOGI PENELITIAN.....	35
4.1 Hipotesis.....	35
4.2 Alat dan Bahan	36
4.3 Tahapan Penelitian	38
4.4 Metode Penelitian.....	40
4.5 Jadwal Penelitian dan Biaya Penelitian.....	49
BAB V GEOLOGI DAERAH PENELITIAN	51
5.1 Stratigrafi Daerah Penelitian	51
5.1.1 Satuan Batugamping Tuhur.....	54
5.1.2 Satuan Granodiorit Sulit Air	55
5.1.3 Satuan Marmer Tuhur	59
5.1.4 Satuan Granit Sulit Air.....	64
5.1.5 Satuan batupasir Ombilin.....	66
5.2 Struktur Geologi Daerah Penelitian	68
5.2.1 Kekar	68
5.2.2 Sesar	72
BAB VI ALTERASI HIDROTHERMAL	84
6.1 Tipe dan Sebaran Alterasi	84
6.1.1 Alterasi Piroksen-K-feldspar-Klorit-Epidot.....	88
6.1.2 Alterasi Garnet-Piroksen	91
6.1.3 Alterasi Garnet-Wollastonit-Piroksen	93
6.1.4 Alterasi Piroksen-Kuarsa ± Epidot.....	96
6.2 Geokimia Alterasi	98
6.2.1 Komposisi Oksida Batuan.....	98
6.2.2 Kesetimbangan Massa Batuan	103
6.2.3 Geokimia REE Pada Batuan Teralterasi	110
BAB VII MINERALISASI.....	115
7.1 Jenis dan Tipe Mineralisasi	115
7.2 Geokimia Bijih	121
BAB VIII DISKUSI.....	124

8. 1 Kontrol Geologi terhadap Mineralisasi	124
8.2 Karakteristik Endapan dan Paragenesa Mineral.....	126
8.3 Model Genetik Endapan Mineral	135
BAB IX PENUTUP	138
9.1 Kesimpulan.....	138
9.2 Saran dan Rekomendasi	140
9.2.1 Saran Penelitian Lanjutan.....	140
9.2.2 Rekomendasi	140
DAFTAR PUSTAKA	141
LAMPIRAN I	144
LAMPIRAN II	146
LAMPIRAN III.....	148
LAMPIRAN IV.....	150
LAMPIRAN V	152
LAMPIRAN VI.....	161
LAMPIRAN VII	197
LAMPIRAN VIII.....	209

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta lokasi daerah penelitian Kecamatan X Koto Diatas, Kabupaten Solok, Sumatera Barat	4
Gambar 2.1	Peta fisiografi Pulau Sumatera dan daerah penelitian termasuk kedalam zona Pegunungan Barisan Depan	10
Gambar 2.2	Kenampakan fisiografi daerah Sulit Air dan sekitarnya menggunakan data DEM, kotak merah merupakan lokasi penelitian	10
Gambar 2.3	Peta geologi daerah Sulit Air, berdasarkan peta geologi lembar Solok	15
Gambar 2.4	Kolom stratigrafi Cekungan Ombilin	16
Gambar 2.5	Fase kompresi Jurasik Awal sampai Kapur dan elipsoid model. ...	18
Gambar 2.6	Fase <i>Tensional</i> Kapur Akhir sampai Tersier Awal dan elipsoid model	18
Gambar 2.7	Peta interpretasi kelurusan menggunakan data DEM, dan lokasi penelitian pada kotak berwarna kuning	19
Gambar 2.8	Pembentukan mineralisasi dan asosiasinya dengan busur magmatik berumur Jura Tengah-Kapur Awal.....	21
Gambar 3.1	Genesa endapan skarn	25
Gambar 3.2	Genesa endapan skarn	28
Gambar 3.3	Zonasi alterasi hidrotermal pada endapan skarn.	34
Gambar 3.4	Mineralisasi bijih pada endapan skarn Cu – (Au).	34
Gambar 4.1	Diagram alir penelitian	48
Gambar 5.1	Peta geologi daerah penelitian.....	52
Gambar 5.2	Penampang peta geologi daerah penelitian	53
Gambar 5.3	Singkapan Satuan marmer Tuhur dengan struktur perlapisan dan kristal kalsit yang halus.	54
Gambar 5.4	A) Singkapan kontak granodiorit Sulit Air dengan marmer Tuhur pada LP 2 Sungai Tambulun, B) Granodiorit teralterasi lemah, C) Granodiorit tidak teralterasi.....	57
Gambar 5.5	Sayatan tipis Satuan granodiorit teralterasi lemah kode sampel AF 2 GRD.....	57
Gambar 5.6	Klasifikasi kimiawi dan penamaan batuan plutonik menggunakan diagram perbandingan total SiO ₂ dengan total alkali (Na ₂ O+K ₂ O) dari Cox dkk., 1979 dalam Wilson, 1989. Garis putus putus berwarna merah merupakan batas alkalin dan subalkalin.....	58
Gambar 5.7	A) Singkapan litologi marmer kalsit pada Bukit Tangkoliang, B) dan C) kenampakan megaskopis marmer dengan dengan kristal kalsit.	62
Gambar 5.8	Sayatan tipis litologi marmer kalsit menunjukkan struktur <i>interlocking</i> dengan yang bervariasi, Cal= kalsit.	62

Gambar 5.9	A) Kontak granodiorit dengan Satuan marmer Tuhur pada LP 2, B) kontak granit dengan Satuan marmer Tuhur pada LP 10 C) kenampakan megaskopis marmer garnet-piroksen berbutir kasar, D) singkapan hornfels piroksen-kuarsa berbutir halus.	63
Gambar 5.10	Sayatan tipis litologi marmer garnet-piroksen dipotong oleh urat kalsit, Cal = kalsit, Ep=epidot, Cpx=klinopiroksen, Grt=garnet.	63
Gambar 5.11	Sayatan tipis litologi hornfels piroksen-kuarsa dipotong oleh urat kalsit, Cal = kalsit, Ep=epidot, Qz=kuarsa.....	63
Gambar 5.12	A) Singkapan litologi granit pada LP 51 Sungai Tambulun, B) kenampakan megaskopis litologi granit	65
Gambar 5.13	Sayatan tipis Satuan granit teralterasi sedang kode sampel AF 50 GRN, kenampakan polarisasi silang (kiri) dan polarisasi sejajar (kanan), Ser = Serisit, Ms= Muskovit, Qz = kuarsa, Chl= klorit.	65
Gambar 5.14	A) dan B) Singkapan batupasir sisipan batulanau dengan struktur perlapisan, C) kontak ketidak selarasan <i>nonconformity</i> antara Satuan marmer Tuhur dengan Satuan batupasir Ombilin pada LP 64, D) kontak ketidak selarasan <i>nonconformity</i> antara intrusi granodiorit dengan Satuan batupasir Ombilin pada LP 77.....	67
Gambar 5.15	Analisis diagram mawar dan stereografis untuk mendapatkan arah umum kekar gerus pada daerah penelitian.	70
Gambar 5.16	Analisis kekar gerus untuk menentukan tegasan utama pada daerah penelitian menggunakan analisis stereografis.....	70
Gambar 5.17	Struktur geologi kekar yang berkembang pada daerah penelitian: (A) kekar pada Satuan granodiorit Sulit Air. (B, C dan D) kekar pada Satuan marmer Tuhur.....	71
Gambar 5.18	Singkapan kekar tarik dilapangan pada Satuan marmer Tuhur terisi mineral malakit, azurit, kalsit dan kuarsa.	71
Gambar 5.19	Foto bentang alam lembah sesar : (A) Sesar Tambulun 1 dipotong oleh Sesar Tambulun 2, kemudian Sesar Tambulun 2 dipotong oleh Sesar Tambulun 3, (B) Sesar Tambulun 1 dipotong oleh Sesar Tangkoliang dan Sesar Tambulun 3, kemudian Sesar Bukit Bua memotong Sesar Tangkoliang.	74
Gambar 5.20	Analisis stereografis Sesar Tambulun 1 pada lokasi pengamatan 77.....	74
Gambar 5.21	(A) Zona kelurusan Sesar Tambulun 1 pada lokasi pengamatan 77 memotong Satuan marmer Tuhur (Azimut foto: N 290°E), (B) Kekar penyerta Sesar Tambulun 1, (C dan D) Kelurusan sesar Tambulun 1 pada lokasi pengamatan 53.	75
Gambar 5.22	Analisis stereografis Sesar Bukit Bua pada lokasi pengamatan 80.	77
Gambar 5.23	Zona kelurusan Sesar dan kekar penyerta Sesar Bukit Bua pada lokasi pengamatan 80 yang memotong Satuan granodiorit Sulit Air (Azimut foto: N 340°E).	77

Gambar 5.24	Analisis stereografis Sesar Tambulun 2 pada lokasi pengamatan 2.....	79
Gambar 5.25	Zona kelurusan Sesar Tambulun 2 pada lokasi pengamatan 2 memotong Satuan marmer Tuhur (Azimut foto: N 145°E).....	79
Gambar 5.26	Analisis stereografis Sesar Tambulun 3 pada lokasi pengamatan 20.....	81
Gambar 5.27	Zona kelurusan dan kekar penyerta Sesar Tambulun 3 pada lokasi pengamatan 20 memotong Satuan marmer Tuhur (Azimut foto: N 185°E).....	81
Gambar 5.28	Analisis stereografis Sesar Tangkoliang pada lokasi pengamatan 43.....	83
Gambar 5.29	(A) Bidang Sesar Tangkoliang pada lokasi pengamatan 43 memotong Satuan marmer Tuhur (Azimut foto: N 37°E), (B) Gores garis dan arah pergerakan sesar.	83
Gambar 6.1	(A) Singkapan alterasi skarn pada LP 2 Sungai Tambulun (B) kontak zona alterasi piroksen-wollastonit-garnet dengan marmer (C) kontak zona alterasi garnet-wollastonit-piroksen dengan zona alterasi garnet-piroksen, (D) singkapan intrusi granodiorit pada LP 2, (E) kontak zona alterasi piroksen-K-feldspar-klorit-epidot dengan zona alterasi garnet-piroksen.	85
Gambar 6.2	Peta alterasi pada daerah penelitian.....	86
Gambar 6.3	Penampang alterasi pada daerah penelitian	87
Gambar 6.4	(A) Alterasi endoskarn pada intrusi granodiorit dengan hadirnya klinopiroksen (B) alterasi endoskarn pada intrusi granodiorit dengan hadirnya mineral K-feldspar, piroksen dan epidot, (C) singkapan kontak intrusi granodiorit dengan marmer pada LP 17, (D) kontak zona alterasi garnet-piroksen (eksoskarn) dengan zona alterasi piroksen-K-feldspar-epidot-klorit (endoskarn).....	89
Gambar 6.5	(A) Sampel alterasi endoskarn pada intrusi granodiorit dengan hadirnya klinopiroksen, K-feldspar, dan dipotong urat kuarsa, (B) sampel alterasi endoskarn pada intrusi granodiorit dengan hadirnya klinopiroksen.	90
Gambar 6.6	(A) Sayatan tipis granodiorit yang mengalami alterasi endoskarn teralterasi sedang kode sampel AF 2.1 GRD, kenampakan polarisasi silang (kiri) dan polarisasi sejajar (kanan), Cpx= klinopiroksen, Pl = plagioklas, Hbl = hornblenda, Qz = kuarsa, Chl = klorit, Ep= epidot, Opq = mineral opak.	90
Gambar 6.7	(A) Singkapan alterasi garnet-piroksen yang telah mengalami pengkayaan supergen pada Bukit Tambulun, (B) kontak alterasi garnet-piroksen dengan intrusi granodiorit pada LP 17 pada Sungai Tambulun.	92

- Gambar 6.8** (A) Sampel alterasi garnet-piroksen dipotong urat kuarsa (B) sampel alterasi garnet-piroksen yang telah mengalami pengkayaan supergen dengan hadirnya mineral krisokola.92
- Gambar 6.9** Sayatan tipis alterasi garnet-piroksen dipotong oleh urat kuarsa yang mengandung mineral bijih, kenampakan polarisasi silang (kiri) dan polarisasi sejajar (kanan), Cpx= klinopiroksen, Grt = garnet, Opq = mineral opak, Ox = mineral oksida.92
- Gambar 6.10** (A) Singkapan alterasi garnet-wollastonit-piroksen pada tambang terbuka Tambulun, (B) singkapan alterasi garnet-wollastonit-piroksen dengan mineralisasi mengikuti bidang perlapisan yang masih tersisa, (C) mineralisasi bornit pada alterasi garnet-wollastonit-piroksen.94
- Gambar 6.11** (A) Sampel alterasi garnet-wollastonit-piroksen dipotong urat kuarsa (B) sampel alterasi garnet-wollastonit-piroksen yang mengalami pengkayaan supergen dengan hadirnya mineral malakit, azurit.95
- Gambar 6.12** (A) Sayatan tipis alterasi garnet-wollastonit-piroksen yang mengandung mineral bijih, (B) Sayatan tipis alterasi garnet-wollastonit-piroksen dipotong oleh urat kuarsa, kenampakan polarisasi silang (kiri) dan polarisasi sejajar (kanan).95
- Gambar 6.13** (A) Singkapan alterasi piroksen-kuarsa pada Sungai Tambulun, (B) kontak zona alterasi garnet-piroksen dengan zona alterasi piroksen-kuarsa pada LP 49.97
- Gambar 6.14** (A) Sampel alterasi piroksen-kuarsa berwarna abu-abu kehijauan, (B) sampel alterasi piroksen-kuarsa dipotong oleh urat kalsit *barren*.97
- Gambar 6.15** (A) Sayatan tipis alterasi piroksen-kuarsa±epidot dipotong oleh urat kalsit *barren*, kenampakan polarisasi silang (kiri) dan polarisasi sejajar (kanan).97
- Gambar 6.16** Grafik pengeplotan oksida utama batuan intrusi, marmer dan hornfels yang teralterasi maupun yang tidak teralterasi menggunakan *Harker diagram* untuk melihat hubungan dan sebaran oksida utama pada semua sampel batuan yang dilakukan analisis geokimia.99
- Gambar 6.17** Grafik pengeplotan oksida utama pada batuan intrusi yang teralterasi maupun yang tidak teralterasi menggunakan *Harker diagram*.100
- Gambar 6.18** Grafik pengeplotan oksida utama marmer yang teralterasi maupun yang tidak teralterasi menggunakan *Harker diagram*. ...101
- Gambar 6.19** Grafik pengeplotan oksida utama batuan hornfels yang teralterasi menggunakan *Harker diagram*.102

- Gambar 6.20** Grafik hasil pengeplotan nilai konsentrasi oksida/unsur antara granodiorit *least altered* (C^0_i) terhadap granodiorit yang mengalami alterasi piroksen-K-feldspar-epidot-klorit (C^a_i). Keterangan:komponen oksida dinyatakan dalam satuan wt% sementara unsur dalam ppm.105
- Gambar 6.21** Grafik hasil pengeplotan nilai konsentrasi oksida/unsur antara marmer *least altered* (C^0_i) terhadap teralterasi garnet-piroksen dan garnet-wollastonit-piroksen (C^a_i). Keterangan:komponen oksida dinyatakan dalam satuan wt% sementara unsur dalam ppm.107
- Gambar 6.22** Grafik hasil pengeplotan nilai konsentrasi oksida/unsur antara hornfels *least altered* (C^0_i) terhadap hornfels yang mengalami alterasi piroksen- kuarsa-epidot-klorit (C^a_i). Keterangan:komponen oksida dinyatakan dalam satuan wt% sementara unsur dalam ppm.109
- Gambar 6.23** *Spider diagram* normalisasi MORB (kiri) dan normalisasi kondrit (Sun dan McDonough,1989) (kanan) pada granodiorit, marmer dan hornfels.114
- Gambar 7.1** Singkapan mineralisasi pada daerah penelitian, A) mineralisasi bornit dan azurit dalam bentuk urat, B) mineralisasi bornit dan kalkosit mengikuti bidang perlapisan batuan pada lokasi pengamatan 8, C) dan D) mineralisasi kalkopirit memotong bidang perlapisan batuan hadir dalam bentuk urat-urat kuarsa halus pada lokasi pengamatan 17. 118
- Gambar 7.2** Fotomikrograf sayatan poles LI 8.3 MAR dengan mineralisasi bornit, kalkopirit, kalkosit dan kovelit. 118
- Gambar 7.3** Fotomikrograf sayatan poles LI 8.4 MAR dengan mineralisasi bornit, kalkosit, magnetit dan malakit. 119
- Gambar 7.4** Fotomikrograf sayatan poles LI 8.5 MAR dengan mineralisasi bornit, kalkopirit dan kovelit. 119
- Gambar 7.5** Fotomikrograf sayatan poles LI 40 MAR dengan mineralisasi bornit, kalkopirit, magnetit, hematit dan kovelit. 120
- Gambar 7.6** Fotomikrograf sayatan poles AF 49.2 AND dengan mineralisasi pirit dan kalkopirit..... 120
- Gambar 7.7** Grafik hubungan antara unsur Cu terhadap unsur yang lain yang dominan seperti Au, Ag, Zn, Pb, Mn, As, dan Bi..... 123
- Gambar 8.1** Genesa pembentukan skarn pada daerah penelitian. 137

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Koordinat daerah penelitian.	3
Tabel 1.2	Hasil penelitian terdahulu.....	8
Tabel 3.1	Mineral skarn dan anggotanya (Meinert, 2005).	31
Tabel 4.1	Alat dan bahan untuk pekerjaan lapangan.....	36
Tabel 4.2	Alat dan bahan untuk pekerjaan studio.	37
Tabel 4.3	Alat dan bahan untuk pekerjaan laboratorium.	37
Tabel 4.4	Ringkasan penggunaan laboratorium	41
Tabel 4.5	Jadwal kegiatan penelitian	49
Tabel 5.1	Data kedudukan kekar gerus di lapangan.....	69
Tabel 5.2	Data kedudukan kekar tarik di lapangan	69
Tabel 7.1	Konsentrasi unsur logam pada batuan menggunakan analisis <i>fire assay</i> -AAS.....	122
Tabel 8.1	Perbedaan karakteristik skarn dengan penelitian sebelumnya	130
Tabel 8.2	Paragenesa mineral endapan skarn.....	132
Tabel 8.3	Rangkuman karakteristik endapan skarn pada daerah penelitian dengan endapan skarn pada Ertsberg dan Muara Sipongi.....	133