

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	Error! Bookmark not defined.
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b><i>ABSTRACT</i></b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>14</b>
1.1. Latar Belakang Penelitian	14
1.2. Rumusan Masalah	15
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian	16
1.4. Lokasi dan Kesampaian Penelitian	16
1.5. Waktu Penelitian	17
1.6. Hasil Penelitian	18
1.7. Manfaat	18
<b>BAB 2 METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>18</b>
2.1. Metodologi dan Tahapan Penelitian	18
2.1.1. Tahap Kerja Studio	18
2.1.2. Tahap Penelitian Lapangan	18
2.1.3. Tahap Analisis Data dan Pengolahan Data	19
2.1.4. Tahapan Penyajian Data	20
2.2. Peralatan Penelitian	21
<b>BAB 3 KAJIAN PUSTAKA</b>	<b>23</b>
3.1. Endapan dan Sistem Hidrothermal	23
3.2. Alterasi Hidrothermal	23
3.3. Skarn	26

3.3.1. Definisi	26
3.3.2. Variabel Pembentukan Skarn	27
3.3.3. Tahapan Pembentukan Skarn	29
3.3.4. Zonasi Alterasi Skarn	32
3.3.5. Tipe Zonasi Mineralisasi Bijih	33
3.3.6. Klasifikasi Skarn	34
3.3.7. Lingkungan Pembentukan Skarn	39
<b>BAB 4 GEOLOGI REGIONAL</b>	<b>43</b>
4.1. Fisiografi Regional	43
4.2. Stratigrafi Regional	47
4.3. Tektonik Regional	55
4.4. Struktur Geologi Regional	61
4.5. Magmatisme Regional	62
<b>BAB 5 PENYAJIAN DATA DAN ANALISIS</b>	<b>63</b>
5.1. Geologi Daerah Telitian	63
5.1.1. Stratigrafi Daerah Telitian	63
5.1.2. Struktur Geologi Daerah Telitian	76
5.2. Alterasi dan Mineralisasi Daerah Telitian	78
5.2.1. Zona Alterasi Daerah Telitian	78
5.2.2. Zonasi Skarn Daerah Telitian	101
5.2.3. Zonasi <i>Prograde – Retrograde</i> Skarn Daerah Telitian	107
5.2.4. Zonasi Mineralisasi Daerah Telitian	108
<b>BAB 6 STUDI KHUSUS SKARN</b>	<b>110</b>
6.1. Pendahuluan	110
6.2. Data Analisa	111
6.3. Hasil Analisa	112
6.4. Kesimpulan	121
<b>BAB 7 DISKUSI DAN PEMBAHASAN</b>	<b>122</b>
<b>BAB 8 KESIMPULAN</b>	<b>125</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>127</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>131</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Rincian waktu penelitian di Papua	17
Tabel 1.2.	Rincian waktu penelitian di Yogyakarta	17
Tabel 2.1.	Kedudukan data bor hole	19
Tabel 3.1.	Tabel intensitas ubahan mineral sekunder (Morrison, 1997)	24
Tabel 3.2.	Pola ubahan alterasi (Pirajno, 1992)	24
Tabel 5.1.	Kolom stratigrafi daerah telitian menurut peneliti (tanpa skala)	63
Tabel 5.2.	Tabel rata-rata kehadiran mineral sekunder pada tipe alterasi propilitik luar.	78
Tabel 5.3.	Grafik dan tabel rata-rata kehadiran mineral alterasi tipe propilitik dalam.	81
Tabel 5.4.	Grafik dan tabel rata-rata kehadiran mineral alterasi tipe endoskarn	84
Tabel 5.5.	Grafik dan tabel rata-rata kehadiran mineral alterasi tipe skarnoid.	86
Tabel 5.6.	Grafik dan tabel rata-rata kehadiran mineral alterasi pada tipe potasik.	89
Tabel 5.7.	Grafik dan tabel rata-rata kehadiran mineral alterasi tipe exoskarn 1.	92
Tabel 5.8.	Grafik dan rata-rata kehadiran mineral alterasi tipe exoskarn 2.	96
Tabel 5.9.	Grafik dan tabel rata-rata kehadiran mineral alterasi tipe exoskarn 3.	99
Tabel 6.1.	Interpretasi hubungan korelasi antar variabel menurut Walpole (1995).	110
Tabel 6.2.	Interpretasi hasil korelasi antar variabel terkait berdasarkan Sarwono (2006)	111
Tabel 6.3.	Tabel perhitungan rumus variabel mineral kalk silikat (X) dan kalkopirit (Y)	111
Tabel 6.4.	Grafik dan perhitungan koefisien korelasi mineral diopsid terhadap kalkopirit	112

Tabel 6.5.	Grafik dan perhitungan koefisien korelasi mineral andradit terhadap kalkopirit	114
Tabel 6.6.	Grafik dan perhitungan koefisien korelasi mineral anhidrit terhadap kalkopirit	116
Tabel 6.7.	Grafik dan perhitungan koefisien korelasi mineral aktinolit - tremolit terhadap kalkopirit	118
Tabel 6.8.	Grafik dan perhitungan koefisien korelasi mineral serpentinit - talk terhadap kalkopirit	120

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Metode Penelitian	22
Gambar 3.1.	Tipe-tipe pembentukan skarn. A). Metamorfisme isokimia. B). Hasil reaksi skarn dari metamorfisme litologi yang berlapis-lapis. C). Hasil skarnoid yang berasal dari litologi yang tidak murni karbonat. D). Skarn hasil metasomatisme yang dikontrol oleh fluida	27
Gambar 3.2.	Tahapan evolusi dari endapan skarn yang berasosiasi dengan intrusi. A). Intrusi menyebabkan metamorfisme pada batuan sedimen. B). Terbentuk kalk-silikat mineral. C). Pembentukan skarn dangkal. D). Alterasi <i>retrograde</i> yang melibatkan air meteorik	28
Gambar 3.3.	Diagram komposisi penyusun mineral-mineral skarn berdasarkan tipe mineral ekonomis yang terkandung	29
Gambar 3.4.	Tahapan skarn <i>prograde</i>	30
Gambar 3.5.	Tahapan metasomatisme skarn	31
Gambar 3.6.	Tahap <i>retrograde</i> skarn	31
Gambar 3.7.	Zonasi pembentukan mineral-mineral fe-skarn	32
Gambar 3.8.	Lingkungan <i>oceanic subduction</i>	40
Gambar 3.9.	Lingkungan <i>continental subduction</i>	41
Gambar 3.10.	Lingkungan <i>subduction with granitic pluton intrusion</i>	41
Gambar 3.11.	Lingkungan <i>rifting</i> berasosiasi dengan magmatisme	42
Gambar 4.1.	Peta geografis Pulau Papua (Van Ufford, 1996)	43
Gambar 4.2.	4 daerah <i>lithotectonics</i> Pulau Papua (Cloos, 2004)	45
Gambar 4.3.	Stratigrafi regional Pulau Papua (Van Ufford, 1996)	54
Gambar 4.4.	Proses subduksi <i>intraoceanic</i> oleh Lempeng Australia terhadap <i>Outer Melanesia Terrane</i> (AUS – Lempeng Australia, PAC – Lempeng Pasifik, NGT – <i>New Guinea Trench</i> ) (Cloos, 2005).	55

Gambar 4.5.	Proses pembentukan kompleks akresi oleh Lempeng Australia terhadap <i>Outer Melanesian Arc Terrane</i> dan membentuk Formasi Makats (Cloos, 2005).	56
Gambar 4.6.	Proses pembentukan Pegunungan Tengah oleh Lempeng Australia terhadap <i>Outer Melanesia Terrane</i> dan menghasilkan sumber detritus silisiklastik (Cloos, 2005).	57
Gambar 4.7.	Proses pembentukan lipatan oleh Lempeng Australia terhadap <i>Outer Melanesia Terrane</i> dan melebarkan jalur sabuk pegunungan tengah (Cloos, 2005).	57
Gambar 4.8.	Proses pembentukan <i>Collisional Delamination</i> oleh Lempeng Australia terhadap <i>Outer Melanesia Terrane</i> (Cloos, 2005).	58
Gambar 4.9.	Proses <i>adiabatic decompression</i> akibat penipisan lempeng <i>bouyancy</i> positif dan negatif dari Lempeng Australia (AUS – Lempeng Australia, PAC – Lempeng Pasifik) (Cloos, 2005).	59
Gambar 4.10.	Proses pembentukan sesar mendatar akibat pengaruh Lempeng Carolina (AUS – Lempeng Australia, CAR – Lempeng Mikro Carolina) (Cloos, 2005.)	60
Gambar 4.11.	Proses pembentukan sesar mendatar akibat pengaruh Lempeng Carolina (AUS – Lempeng Australita, PAC – Lempeng Pasifik) (Cloos, 2005).	60
Gambar 4.12.	Peta geologi tambang PT. Freeport Indonesia, dengan kotak merah merupakan lokasi penelitian penulis.	61
Gambar 5.1.	A). Data bor satuan batupasir kuarsa. B). <i>Hand specimen</i> satuan batupasir kuarsa	64
Gambar 5.2.	Sayatan tipis satuan batupasir kuarsa pada Hole ID BG210W-02 kedalaman 3.65 meter	65
Gambar 5.3.	A). <i>Cross cutting relationship</i> dengan satuan intrusi porfiri diorit (garis merah). B). Kontak berangsur dengan satuan batulempung terubah (garis kuning)	66
Gambar 5.4.	A). Data bor satuan batulempung terubah. B). <i>Hand specimen</i> satuan batulempung terubah	66

Gambar 5.5.	Sayatan tipis satuan batulempung terubah pada Hole ID BG210W-01 pada kedalaman 174.65 meter	67
Gambar 5.6.	E). Garis merah menunjukkan adanya intrusi diorit (endoskarn) pada satuan batulempung terubah. F). Kontak gradasional dengan satuan hornfels (garis kuning).	68
Gambar 5.7.	A). Data bor satuan hornfels. B). <i>Hand specimen</i> satuan hornfels	68
Gambar 5.8.	Sayatan tipis satuan hornfels pada Hole ID BG210W-02 pada kedalaman 251,1 meter.	69
Gambar 5.9.	E). Kontak gradasional dengan satuan batulempung terubah dan satuan dolomit terubah (garis merah menunjukkan satuan hornfels).	70
Gambar 5.10.	A). Data bor satuan dolomit terubah. B). <i>Hand specimen</i> satuan dolomit terubah	70
Gambar 5.11.	Sayatan tipis marmer satuan dolomit terubah pada Hole ID BG210W-03 kedalaman 389 meter	71
Gambar 5.12.	Kontak gradasional dengan satuan hornfels (garis merah).	72
Gambar 5.13.	A). Data bor satuan breksi polimik. B). <i>Hand specimen</i> satuan breksi polimik (garis merah menunjukkan fragmen dan matriks, garis orange menunjukkan pengikat berupa fluida hidrothermal. C & D). Tekstur breksiasi yang terlihat jelas	73
Gambar 5.14.	Kontak gradasional dengan satuan dolomit terubah dan terdapat magnetit yang massif.	73
Gambar 5.15.	A). Data bor satuan intrusi porfiri diorit. B). <i>Hand specimen</i> satuan intrusi porfiri diorit.	74
Gambar 5.16.	Sayatan tipis satuan intrusi porfiri diorit pada Hole ID BG210W-01 kedalaman 126 meter	75
Gambar 5.17.	<i>Cross cutting relationship</i> pada satuan batupasir kuarsa	75
Gambar 5.18.	A & B) data bor BG210W-01 yang memperlihatkan adanya tekstur breksiasi dengan fragmen dan matriks yang terlihat jelas berupa batuan-batuan yang teralterasi kuat dengan pengikat berupa mineral diopsid ± serpentin – talk. C & D). Data bor	

BG210W-02 yang memperlihatkan tekstur breksiasi dan terdapat mineral magnetit dalam jumlah yang besar.	76
Gambar 5.19. E & F). Data bor BG210W-03 yang memperlihatkan adanya tekstur breksiasi dan fase <i>decalcification</i> dengan fragmen berupa marmer. G & H). Tekstur breksiasi yang sudah tidak terlihat pada akhir dari data bor BG210W-06.	77
Gambar 5.20. Grafik kehadiran mineral sekunder tipe alterasi propilitik luar	78
Gambar 5.21. A). Data bor yang memperlihatkan pirit yang memiliki tekstur <i>sandy pyrite</i> . B). Mineral berwarna hijau (epidot) yang hadir pada satuan batupasir kuarsa	79
Gambar 5.22. C-D-E). Batuan batuan yang teralterasi pada satuan batupasir kuarsa. C.2). Kehadiran mineral anhidrit (garis orange), mineral pirit (garis merah), mineral garnet (garis kuning). E.2). Urat berisi amfibol – anhidrit – garnet.	79
Gambar 5.23. Sayatan tipis tipe alterasi propilitik luar pada Hole ID BG210W-03 kedalaman 46 meter.	80
Gambar 5.24. Temperatur pembentukan tipe alterasi propilitik luar.	80
Gambar 5.25. Grafik kehadiran mineral sekunder tipe alterasi propilitik dalam	81
Gambar 5.26. A & B) Data bor yang menunjukkan tipe alterasi propilitik dalam. C). <i>Hand specimen</i> satuan intrusi diorit yang mengalami ubahan sedang. C.1). Keterdapatannya mineral epidot dan klorit.	82
Gambar 5.27. Sayatan tipis satuan intrusi porfiri diorit yang mengalami alterasi propilitik dalam pada Hole ID BG210W-05 kedalaman 215 meter.	82
Gambar 5.28. Temperatur pembentukan tipe alterasi propilitik dalam.	83
Gambar 5.29. Grafik kehadiran mineral sekunder tipe alterasi endoskarn	84
Gambar 5.30. A & B). Data bor yang memperlihatkan intrusi porfiri diorit yang berada di dalam satuan batulempung terubah dan memperlihatkan adanya mineral garnet. C). <i>Hand specimen</i> tipe alterasi endoskarn. C.1). Terdapat mineral garnet dan diopsid.	85
Gambar 5.31. Temperatur pembentukan tipe alterasi endoskarn	85
Gambar 5.32. Grafik kehadiran mineral sekunder tipe alterasi skarnoid	86



Gambar 5.33. Sayatan tipis tipe alterasi skarnoid pada Hole ID BG210W-05 kedalaman 380 meter.	87
Gambar 5.34. A & B). Data bor yang memperlihatkan adanya mineral diopsid dan epidot yang berselang-seling. C). <i>Hand specimen</i> tipe alterasi skarnoid. D). Kehadiran mineral garnet (garis merah), aktinolit (garis orange), mineral epidot (garis kuning).	87
Gambar 5.35. E & F) <i>Hand specimen</i> tipe alterasi skarnoid yang memiliki urat berupa diopsid (garis merah), garnet (garis oren) dan epidot	88
Gambar 5.36. Temperatur pembentukan tipe alterasi skarnoid.	88
Gambar 5.37. Grafik kehadiran mineral sekunder tipe alterasi potasik	89
Gambar 5.39. Sayatan tipis tipe alterasi potasik pada Hole ID BG210W-01 kedalaman 237.85 meter.	90
Gambar 5.38. A & B). Data bor yang menunjukkan tipe alterasi potasik ditandai dengan kemunculan mineral k.feldspar dan biotit. C). <i>Hand specimen</i> tipe alterasi potasik. D). Urat yang tersusun oleh mineral epidot – diopsid – garnet.	90
Gambar 5.40. Temperatur pembentukan tipe alterasi potasik.	91
Gambar 5.41. Grafik kehadiran mineral sekunder tipe alterasi exoskarn 1	92
Gambar 5.42. A & B). Data bor yang menunjukkan tipe alterasi exoskarn 1. C). <i>Hand specimen</i> tipe alterasi skarn dengan kehadiran mineral garnet (garis merah) anhidrit (garis kuning) dan diopsid (garis orange). D). Mineral garnet berukuran kerikil (1 cm).	93
Gambar 5.43. Sayatan tipis tipe alterasi exoskarn 1 pada Hole ID BG210W-03 pada kedalaman 350 meter.	94
Gambar 5.44. Sayatan mineragrafi yang menunjukkan keterdapatannya inklusi mineral kalkopirit pada mineral garnet yang tergantikan menjadi pirit dan magnetit.	94
Gambar 5.45. Temperatur pembentukan mineral tipe alterasi exoskarn 1.	95
Gambar 5.46. Grafik kehadiran mineral sekunder tipe alterasi exoskarn 2	96
Gambar 5.47. A & B). Data bor yang menunjukkan tipe alterasi exoskarn 2 dengan magnetit yang intens. C). <i>Hand specimen</i> tipe alterasi eksoskarn dengan kehadiran mineral aktinolit (garis merah), magnetit	

(garis oren), tremolit (garis kuning). D). Mineral aktinolit yang berada pada urat.	97
Gambar 5.48. Sayatan tipis tipe alterasi exoskarn 2 pada Hole ID BG210W-01 kedalaman 350 meter.	97
Gambar 5.49. Temperatur pembentukan tipe alterasi exoskarn 2.	98
Gambar 5.50. Grafik kehadiran mineral sekunder tipe alterasi exoskarn 3.	99
Gambar 5.51. A & B). Data bor yang menunjukkan tipe alterasi exoskarn 3. C). <i>Hand specimen</i> tipe alterasi exoskarn 3 dengan kehadiran fragmen dan matriks marmer (garis merah) dan pengikat berupa mineral diopsid ± serpentin – talk (garis orange). D). Breksi yang mengalami decalcification (garis orange)	100
Gambar 5.52. Temperatur pembentukan tipe alterasi exoskarn 3.	100
Gambar 5.53. Peta zonasi diopsid level 2700 – 2800 m.	102
Gambar 5.54. Peta zonasi andradit level 2700 – 2800 m.	103
Gambar 5.55. Peta zonasi anhidrit level 2700 – 2800 m.	104
Gambar 5.56. Peta zonasi aktinolit – tremolit level 2700 – 2800 m.	105
Gambar 5.57. Peta zonasi serpentin - talk level 2700 – 2800 m.	106
Gambar 5.58. Peta zonasi fase skarn level 2700 – 2800 m.	107
Gambar 5.59. Peta zonasi kalkopirit level 2700 – 2800 m.	108
Gambar 5.60. Peta zonasi pirit level 2700 – 2800 m.	109
Gambar 6.1. <i>Overlay</i> zona mineral kalkopirit (> 1%) dengan zonasi diopsid	113
Gambar 6.2. <i>Overlay</i> zona mineral kalkopirit (> 1%) dengan zonasi andradit	115
Gambar 6.3. <i>Overlay</i> zona mineral kalkopirit (> 1%) dengan zonasi anhidrit	117
Gambar 6.4. <i>Overlay</i> zona mineral kalkopirit (> 1%) dengan zonasi aktinolit-tremolit	119
Gambar 6.5. <i>Overlay</i> zona mineral kalkopirit (> 1%) dengan zonasi serpentin-talk	121
Gambar 7.1. Peta zonasi skarn level 2700 – 2800 m.	124

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Peta lintasan diamond drill hole sebaran batuan bawah permukaan penampang BG210W
- Lampiran 2. Peta sebaran batuan bawah permukaan penampang BG210W
- Lampiran 3. Peta lintasan diamond drill hole alterasi bawah permukaan penampang BG210W
- Lampiran 4. Peta alterasi bawah permukaan penampang BG210W
- Lampiran 5. Peta zonasi mineral anhidrat skarn bawah permukaan penampang BG210W
- Lampiran 6. Peta zonasi mineral hidrat skarn bawah permukaan penampang BG210W
- Lampiran 7. Peta zonasi skarn bawah permukaan penampang BG210W
- Lampiran 8. Peta zonasi mineralisasi sulfida bawah permukaan penampang BG210W
- Lampiran 9. Analisa petrografi
  - A. Sayatan 2 – A – S – 3.65
  - B. Sayatan 1 – A – T – 126
  - C. Sayatan 5 – A – L – 380
  - D. Sayatan 1 – A – Sh – 237,85
  - E. Sayatan 1 – A – Tw – 350
  - F. Sayatan 3 – A – Tw – 389
  - G. Sayatan 6 – A – Tw – 330
  - H. Sayatan 3 – M – A – S – 46
  - I. Sayatan 1 – A – L – 174.65
  - J. Sayatan 5 – A – T – 215
  - K. Sayatan 6 – A – Tw – 254
  - L. Sayatan 3 – A – Tw – 371
  - M. Sayatan 5 – A – S – 4,65
  - N. Sayatan 2 – A – Sh – 251,1
  - O. Sayatan 4 – A – Tw – 350

Lampiran 10. Analisa mineragrafi

- A. Sayatan 2 – A – S – 47.2
- B. Sayatan 2 – D – S – 152
- C. Sayatan 3 – V – S – 46
- D. Sayatan 4 – A – Tw – 372
- E. Sayatan 6 – A – Tw – 254
- F. Sayatan 1 – M – DL – 232

Lampiran 11. Deskripsi logging

- A. BG210W-01
- B. BG210W-02
- C. BG210W-03
- D. BG210W-04
- E. BG210W-05
- F. BG210W-06

Lampiran 12. *Detail core logging*