

DAFTAR ISI

JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
SARI	xxi
BAB I. PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Rumusan Masalah	4
I.3. Tujuan Penelitian	4
I.4. Lokasi Penelitian	4
I.5. Batasan Masalah	6
I.6. Manfaat Penelitian.....	6
I.7. Peneliti Terdahulu.....	7
I.8. Keaslian Penelitian.....	10
BAB II. GEOLOGI REGIONAL	13
II.1. Fisiografi Regional.....	13
II.2. Stratigrafi Regional.....	14

II.3. Struktur Geologi Regional.....	16
BAB III. DASAR TEORI.....	20
III.1. Alterasi Hidrotermal.....	20
III.1.1. Tipe alterasi hidrotermal.....	23
III.1.2. Hubungan alterasi hidrotermal dengan zona mineralisasi....	25
III.2. Endapan Epitermal.....	27
III.3. Endapan Epitermal Sulfidasi Tinggi.....	28
III.3.1. Sumber fluida hidrotermal pada epitermal sulfidasi tinggi .	29
III.3.2. Fase fluida pada endapan epitermal sulfidasi tinggi	30
III.3.3. Zonasi alterasi pada endapan epitermal sulfidasi tinggi.....	32
III.3.4. Faktor pengontrol pada endapan epitermal sulfidasi tinggi ...	34
III.3.5. Mineralisasi pada endapan epitermal sulfidasi tinggi	35
III.4. Pengayaan <i>Supergene</i>	36
III.4.1. Zonasi pada endapan pengkayaan sekunder.....	36
III.4.2. Syarat-syarat pembentukan endapan pengkayaan sekunder ..	39
III.4.3. Efek oksidasi pada endapan permukaan.....	39
III.4.4. Senyawa emas pada endapan permukaan.....	43
III.4.5. Mineralogi dan karakteristik emas tipe pengayaan <i>supergene</i>	43
III.6. Hipotesis.....	45
BAB IV. METODE PENELITIAN.....	47
IV.1. Data Penelitian.....	47
IV.2. Alat dan Bahan.....	47

IV.2.1. Alat.....	47
IV.2.2. Bahan.....	48
IV.3. Tahapan Penelitian.....	49
IV.3.1. Tahap persiapan dan studi pustaka.....	51
IV.3.2. Tahap pekerjaan lapangan.....	51
IV.3.3. Tahap preparasi sampel.....	52
IV.3.4. Tahap analisis data.....	53
IV.3.5. Tahap penyelesaian.....	55
IV.4. Jadwal Penelitian.....	57
BAB V. GEOLOGI DAERAH PENELITIAN	58
V.1. Geomorfologi Daerah Penelitian	58
V.2. Stratigrafi Daerah Penelitian.....	62
V.2.1. Satuan andesit.....	62
V.2.2. Satuan breksi	67
V.3. Struktur Geologi Daerah Penelitian.....	71
V.3.1. Struktur <i>pre-syn</i> mineralisasi.....	71
V.3.1.1. Mineralisasi tahap 1.....	71
V.3.1.2. Mineralisasi tahap 2.....	76
V.3.2. Struktur <i>post</i> mineralisasi	78
BAB VI. ALTERASI DAN MINERALISASI DAERAH PENELITIAN	84
VI.1. Alterasi Daerah Penelitian.....	82
VI.1.1. Alterasi silisifikasi	82
VI.1.2. Alterasi argilik lanjut	86

VI.1.3. Alterasi argilik.....	89
VI.1.4. Alterasi subpropilitik.....	91
VI.1.5. Breksi	95
VI.1.5.1. Breksi freatomagmatik	95
VI.1.5.2. Breksi hidrotermal	96
VI.2. Mineralisasi Daerah Penelitian.....	99
VI.2.1. Tekstur bijih	104
VI.2.2. Paragenesis mineral bijih	107
VI.2.3. Geokimia bijih.....	114
BAB VII. PENGAYAAN SEKUNDER DAERAH PENELITIAN.....	119
VII.1. Tingkat Oksidasi Daerah Penelitian.....	119
VII.1.1. Tingkat oksidasi sangat kuat.....	121
VII.1.2. Tingkat oksidasi kuat.....	122
VII.1.3. Tingkat oksidasi menengah	123
VII.1.4. Tingkat oksidasi lemah	124
VII.2. Hubungan Oksidasi dengan Geokimia Bijih.....	125
BAB VIII. PEMBAHASAN	130
VIII.1. Kontrol Geologi Terhadap Pembentukan Alterasi dan Mineralisasi.....	130
VIII.1.1. Kontrol litologi	130
VIII.1.2. Kontrol struktur geologi	132
VIII.2. Karakteristik, Tipe Endapan, Distribusi Alterasi dan Mineralisasi ..	133
VIII.2.1. Karakteristik alterasi dan mineralisasi	133
VIII.2.2. Tipe endapan pada daerah penelitian	135

VIII.2.3. Distribusi alterasi dan mineralisasi.....	138
VIII.3. Proses dan Model Pembentukan Endapan	138
VIII.4. Mineralogi Emas	143
VIII.5. Pengayaan Sekunder Pada Daerah Penelitian.....	145
VIII.5.1. Kontrol litologi terhadap tingkat oksidasi	145
VIII.5.2. Kontrol alterasi terhadap tingkat oksidasi	147
VIII.5.3. Kontrol struktur geologi terhadap tingkat oksidasi	148
VIII.5.4. Zonasi pengkayaan sekunder.....	149
VIII.5.5. Pengaruh tingkat oksidasi terhadap kadar emas	151
VIII.5.6. Implikasi untuk eksplorasi	153
BAB IX. KESIMPULAN	155
DAFTAR PUSTAKA.....	157
LAMPIRAN.....	159

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Lokasi penelitian berada di Bukit Seruyung, Desa Pembelian, Kecamatan Sebuk, Kabupaten Nunukan, Kalimantan Utara.....	5
Gambar 1.2. Perbandingan topografi daerah penelitian terhadap penelitian Brojomusti, 2017	11
Gambar 2.1. Fisiografis dan gambaran tektonik Pulau Kalimantan (Darman dan Sidi, 2000).....	13
Gambar 2.2. Peta geologi Cekungan Tarakan (Pooley,2005).....	18
Gambar 2.3. Peta geologi regional daerah penelitian	19
Gambar 3.1. Alterasi dan hubungannya dengan mineralisasi dalam tipe endapan epitermal logam dasar (Guilbert dan Park, 1986).....	25
Gambar 3.2. Fase fluida alterasi dan mineralisasi (Corbett dan Leach,1996)....	32
Gambar 3.3. Zonasi alterasi pada endapan epitermal sulfidasi tinggi (Arribas, 1995).....	33
Gambar 3.4. Skema deposisi pada zona supergene (Webb 1995 dalam Robb,2005).....	38
Gambar 3.5. Mineral-mineral yang berada pada zona hipogen, zona <i>supergene</i> dan zona oksidasi yang dihubungkan dengan waktu pembentukan endapan supergene (Brimhall 1989 dalam Robb,2005).....	42
Gambar 4.1. Diagram alir penelitian.....	54

Gambar 5.1. Peta topografi awal pada daerah penelitian yang dibuat menggunakan citra LIDAR	56
Gambar 5.2. Peta geomorfologi daerah penelitian sebelum dilakukan penambangan	58
Gambar 5.3. Kenampakan satuan perbukitan vulkanik berlereng curam.....	59
Gambar 5.4. Kenampakan satuan geomorfik perbukitan vulkanik berlereng miring	60
Gambar 5.5. Peta geomorfologi daerah penelitian	61
Gambar 5.6. Klasifikasi batuan beku (Travis, 1955)	63
Gambar 5.7. Batuan andesit pada daerah penelitian A. Terdapat pada STA 115_01 dan mengalami alterasi subpropilitik B. terdapat pada STA 100_03 dan mengalami alterasi argilik lanjut.....	64
Gambar 5.8. Kenampakan sayatan tipis dari batuan andesit.....	64
Gambar 5.9. Klasifikasi ukuran butir (Wentworth, 1922)	67
Gambar 5.10. Klasifikasi batuan breksi pada sistem hidrotermal (Laznicka, 1988).....	67
Gambar 5.11. Kenampakan satuan breksi matriks mineral lempung pada daerah penelitian. (STA) 100_02. Tampak batuan yang menjadi fragmen pada breksi berukuran bongkah.....	68
Gambar 5.12. A.Kenampakan breksi <i>chaotic</i> polimik dengan matriks mineral lempung B. Kenampakan breksi <i>chaotic</i> monomik dengan matriks mineral lempung.....	69
Gambar 5.13. Kenampakan breksi <i>chaotic</i> polimik dengan matriks mineral lempung pada sayatan tipis A. Kenampakan pada polarisasi bersilang B. Kenampakan pada polarisasi sejajar	69
Gambar 5.14. Struktur kekar gerus di daerah penelitian (STA 70_04).....	72
Gambar 5.15. Analisis <i>rosenet</i> kekar gerus berarah barat daya-timur laut.	73

Gambar 5.16. Struktur kekar ekstensi di daerah penelitian. A. Kenampakan urat kuarsa-hematit (STA70_04) B. Kenampakan urat sulfida (STA 70_04)	74
Gambar 5.17. Analisis <i>rosenet</i> kekar ekstensi berarah barat laut-tenggara	75
Gambar 5.18. Analisis <i>rosenet</i> kekar gerus berarah barat laut-tenggara.....	77
Gambar 5.19. Analisis <i>rosenet</i> kekar ekstensi berarah barat daya-timur laut.....	77
Gambar 5.20. Zona hancuran batuan yang mengindikasikan terjadi pergeseran batuan akibat sesar.	79
Gambar 5.21. Pembagian struktur geologi daerah penelitian	79
Gambar 5.22. Peta geologi daerah penelitian.....	80
Gambar 5.23. Sayatan geologi daerah penelitian.....	81
Gambar 6.1. A. Kenampakan batuan teralterasi silisifikasi (kuarsa <i>vuggy</i>) pada STA 85_01 B. Kenampakan batuan teralterasi silisifikasi (silika masif) pada STA 90_01	83
Gambar 6.2. Kenampakan petrografi alterasi silisifikasi sayatan HSO8 A. Polarisasi bersilang B. Polarisasi sejajar	84
Gambar 6.3. Kenampakan batuan teralterasi argilik lanjut di lapangan pada STA 75_02.....	87
Gambar 6.4. Kenampakan batuan teralterasi argilik lanjut pada sayatan tipis A. Polarisasi bersilang B. Polarisasi sejajar	87
Gambar 6.5. Kenampakan batuan teralterasi argilik di lapangan (STA 100_03)	89
Gambar 6.6. Kenampakan batuan teralterasi argilik pada pengamatan sayatan tipis A. Polarisasi bersilang B. Polarisasi sejajar	90
Gambar 6.7. Kenampakan batuan teralterasi subpropilitik pada STA 115_02..	92

Gambar 6.8.	Kenampakan batuan teralterasi subpropilitik pada sayatan tipis	
	A. Polarisasi bersilang B. Polarisasi sejajar	92
Gambar 6.9.	Peta alterasi daerah penelitian	94
Gambar 6.10.	Sampel batuan breksi freatomagmatik pada daerah penelitian	95
Gambar 6.11.	Kenampakan satuan breksi matriks mineral silika pada daerah penelitian. (STA 80_02) Breksi matriks mineral silika ini berbatasan dengan satuan andesit	96
Gambar 6.12.	A. Breksi matriks silika <i>jigsawfit</i> B. Breksi matriks silika tekstur <i>crackle</i>	97
Gambar 6.13.	Kenampakan breksi matriks silika pada sayatan tipis A. Kenampakan pada polarisasi bersilang B. Kenampakan pada polarisasi sejajar	97
Gambar 6.14.	Emas terdapat di antara kuarsa dan mempunyai bentuk euhderal	105
Gambar 6.15.	Kovelit terlihat menyebar pada batuan (sampel HABP5)	106
Gambar 6.16.	A. Tekstur penggantian pirit oleh kovelit (sampel HABP1) B. Tekstur penggantian pirit oleh goetit (sampel HABP2)	107
Gambar 6.17.	Tekstur <i>intergrowth</i> pada sampel HABP4	107
Gambar 6.18.	Kenampakan paragenesis mineral bijih pada STA 100_01. Terlihat pirit dan bornit digantikan oleh kovelit serta hematit menggantikan kovelit	109
Gambar 6.19.	Kenampakan paragenesis mineral bijih pada STA 80_06. Terlihat pirit digantikan oleh goetit	109
Gambar 6.20.	Kenampakan paragenesis mineral bijih pada STA 100_01. Terlihat kalkopirit digantikan oleh bornit, bornit digantikan oleh kovelit	110
Gambar 6.21.	Kenampakan paragenesis mineral bijih pada STA 70_06. Terlihat galena digantikan oleh pirit	111

Gambar 6.22. Kenampakan paragenesis mineral bijih pada STA 70_06.....	112
Gambar 6.23. Kenampakan paragenesis mineral bijih pada STA 80_01.....	113
Gambar 6.24. Kenampakan paragenesis mineral bijih pada STA 100_01.....	113
Gambar 6.25. Peta kadar emas daerah penelitian.....	115
Gambar 6.26. Peta kadar emas ditampilkan dengan peta geologi	116
Gambar 6.27. Peta kadar emas ditampilkan dengan peta alterasi.....	117
Gambar 6.28. Peta kadar emas ditampilkan dengan struktur geologi	118
Gambar 7.1. Contoh singkapan pengamatan tingkat oksidasi.....	120
Gambar 7.2. Batuan yang mengalami oksidasi sangat kuat pada STA 80_05.	121
Gambar 7.3. Batuan yang mengalami oksidasi kuat pada STA 80_01	122
Gambar 7.4. Batuan yang mengalami oksidasi menengah pada STA 85_01...	123
Gambar 7.5. Batuan yang mengalami oksidasi lemah pada STA 70_04	124
Gambar 7.6. Peta oksidasi daerah penelitian.....	127
Gambar 7.7. Peta oksidasi bertampalan dengan peta kadar emas	128
Gambar 7.8. Sketsa <i>channel sampling</i> pada STA 80_01	129
Gambar 8.1. Peta tampalan alterasi dan litologi.....	132
Gambar 8.2. Alterasi daerah penelitian yang dihubungkan dengan model Stoffegren (1987).....	139
Gambar 8.3. Model endapan epitermal sulfidasi tinggi (Corbett,2002). Model daerah penelitian ditunjukkan kotak biru.....	143
Gambar 8.4. Kenampakan butir emas berukuran halus.....	144
Gambar 8.5. Hubungan rasio Au terhadap lingkungan pembentukan	145
Gambar 8.6. Tampalan antara peta oksidasi dan litologi	146

Gambar 8.7. Tampilan antara peta oksidasi dan alterasi	148
--	-----

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Tipe-tipe alterasi berdasarkan himpunan mineral (Guilbert dan Park, 1986).....	24
Tabel 3.2. Perbedaan epitermal sulfidasi tinggi dan rendah.....	28
Tabel 3.3. Kelimpahan mineral bijih pada endapan epitermal sulfidasi tinggi (White dan Hedenquist, 1995 dalam Corbett 2002).....	36
Tabel 3.4. Perbandingan mineralogi emas (Fedchuk <i>et.al</i> 1978 dalam Macdonald 2007).....	44
Tabel 4.1. Daftar alat dan fungsinya dalam penelitian.....	48
Tabel 4.2. Jadwal penelitian tugas akhir.....	55
Tabel 5.1. Klasifikasi relief berdasarkan sudut lereng dan beda tinggi (van Zuidam, 1979).....	57
Tabel 5.2. Klasifikasi bentukan asal berdasarkan genesa dan sistem pewarnaan (van Zuidam, 1983).....	57
Tabel 6.1. Paragenesis mineral bijih (pirit, kovelit, bornit, hematit) dari Gambar 6.18.....	109
Tabel 6.2. Paragenesis mineral bijih (pirit, goetit) dari Gambar 6.19.....	110
Tabel 6.3. Paragenesis mineral bijih (kalkopirit, kovelit, bornit) dari Gambar 6.20.....	111
Tabel 6.4. Paragenesis mineral bijih (pirit, kovelit, bornit, hematit) dari Gambar 6.21.....	111

Tabel 6.5. Paragenesis mineral bijih (pirit, kovelit, bornit, hematit) dari Gambar 6.22	112
Tabel 6.6. Paragenesis mineral bijih (pirit, kovelit, bornit, hematit) dari Gambar 6.23	113
Tabel 6.7. Paragenesis mineral bijih (pirit, kovelit, bornit, hematit) dari Gambar 6.24	114
Tabel 8.1. Daftar mineral yang dijumpai di daerah penelitian	133
Tabel 8.2. Tabel suhu pembentukan mineral alterasi daerah penelitian berdasarkan Pirajno,2009	135
Tabel 8.3. Tipe endapan epitermal di daerah penelitian.....	137
Tabel 8.4. Karakteristik endapan epitermal sulfidasi tinggi di daerah penelitian	140
Tabel 8.5. Tabel bentuk butir emas (Gray,1992)	144

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Struktur Geologi	161
Lampiran 2. Petrografi	175
Lampiran 3. Mineragrafi	200
Lampiran 4. <i>X-Ray Diffraction</i>	217
Lampiran 5. ASD	231
Lampiran 6. Assay.....	233