

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xvii
SARI .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Rumusan Masalah.....	4
I.3. Tujuan .....	4
I.4. Manfaat .....	4
I.5. Lokasi dan Kesampaian Daerah .....	5
I.6. Batasan Penelitian.....	6
I.6.1. Batasan lokasi.....	6
I.6.2. Batasan pembahasan.....	7
I.7. Peneliti Terdahulu.....	7
I.8. Keaslian Penelitian .....	12
<b>BAB II GEOLOGI REGIONAL .....</b>	<b>15</b>
II.1. Fisiografi Regional .....	15
II.2. Stratigrafi Regional .....	17
II.2.1. Batuan Ultramafik (Mub).....	20
II.2.2. Formasi Pitap (Ksp) .....	20
II.2.3. Formasi Haruyan (Kvh) .....	20
II.2.4. Formasi Tanjung (Tet) .....	21
II.2.5. Alluvium (Qa) .....	21
II.3. Struktur Geologi Regional .....	21

<b>BAB III DASAR TEORI DAN HIPOTESIS .....</b>	<b>24</b>
III.1 Endapan Epitermal .....	24
III.1.1 Tatanan tektonik .....	26
III.1.2 Asosiasi batuan .....	27
III.1.3 Alterasi hidrotermal .....	27
III.1.4 Karakteristik fluida .....	28
III.1.5 Paragenesa dan mineralogi bijih .....	30
III.2 Endapan Mesotermal.....	31
III.2.1 Tatanan tektonik .....	33
III.2.2 Asosiasi batuan .....	35
III.2.3 Alterasi hidrotermal .....	36
III.2.4 Karakteristik fluida .....	38
III.2.5 Paragenesa dan mineralogi bijih.....	39
III.3 Tekstur urat .....	42
III.4 Hipotesis .....	44
<b>BAB IV METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>46</b>
IV.1 Metodologi Penelitian .....	46
IV.1.1 Alat dan bahan .....	46
IV.1.2 Tahapan penelitian.....	48
IV.1.3 Metode pengamatan dan pekerjaan laboratorium.....	54
IV.2 Waktu Penelitian.....	59
<b>BAB V GEOLOGI DAERAH PENELITIAN.....</b>	<b>60</b>
V.1 Geomorfologi Daerah Penelitian .....	60
V.1.1 Satuan dataran tererosi.....	63
V.1.2 Satuan perbukitan intrusi .....	65
V.1.3 Satuan dataran banjir .....	68
V.1.4 Morfogenesis .....	69
V.2 Stratigrafi Daerah Penelitian .....	71
V.2.1 Satuan metaharzburgit .....	72
V.2.2 Satuan metadunit.....	75
V.2.3 Satuan metabatupasir .....	79

V.2.4 Satuan mikrodiorit .....	83
V.2.5 Endapan lempung kerikilan .....	88
V.3 Struktur Geologi Daerah Penelitian .....	90
V.3.1 Sesar .....	90
V.3.2 Kekar.....	96
<b>BAB VI ALTERASI, MINERALISASI DAN KARAKTERISTIK FLUIDA</b>	
<b>HIDROTHERMAL .....</b>	<b>97</b>
VI.1 Alterasi Hidrotermal Daerah Penelitian .....	97
VI.1.1 Alterasi silisifikasi .....	97
VI.1.2 Alterasi serisitisasi.....	100
VI.1.3 Alterasi argilik .....	103
VI.1.4 Mineralogi alterasi hidrotermal .....	106
VI.2 Mineralisasi Daerah Penelitian .....	107
VI.2.1 Karakteristik urat kuarsa .....	107
VI.2.2 Mineral bijih .....	111
VI.3 Karakteristik Fluida Hidrotermal.....	120
VI.3.1 Petrografi inklusi fluida.....	120
VI.3.2 Hasil mikrotermometri inklusi fluida .....	125
<b>BAB VII DISKUSI.....</b>	<b>128</b>
VII.1 Kontrol Geologi Terhadap Proses Mineralisasi .....	128
VII.1.1 Kontrol litologi.....	128
VII.1.2 Kontrol struktur geologi.....	134
VII.2 Fluida Hidrotermal .....	135
VII.3 Karakteristik Endapan Daerah Penelitian.....	137
VII.3.1 Tahapan mineralisasi.....	137
VII.3.2 Tipe endapan .....	140
VII.3.3 Model genetik endapan .....	142
<b>BAB VIII PENUTUP.....</b>	<b>146</b>
VIII.1 Kesimpulan .....	146
VIII.2 Saran.....	147
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>148</b>

<b>LAMPIRAN 1 SURAT KP/TA .....</b>	<b>153</b>
<b>LAMPIRAN 2 PETA LINTASAN .....</b>	<b>155</b>
<b>LAMPIRAN 3 PETA GEOMORFOLOGI .....</b>	<b>157</b>
<b>LAMPIRAN 4 PETA GEOLOGI DAN PETA PERSEBARAN URAT KUARSA .....</b>	<b>159</b>
<b>LAMPIRAN 5 PETA STRUKTUR GEOLOGI .....</b>	<b>162</b>
<b>LAMPIRAN 6 PETROGRAFI .....</b>	<b>164</b>
<b>LAMPIRAN 7 XRD .....</b>	<b>218</b>
<b>LAMPIRAN 8 MINERAGRAFI .....</b>	<b>227</b>
<b>LAMPIRAN 9 GEOKIMIA BATUAN DAN BIJIH .....</b>	<b>244</b>
<b>LAMPIRAN 10 INKLUSI FLUIDA .....</b>	<b>247</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. a. Grafik permintaan dan penawaran W; b. Produksi Sb dunia .....	2
Gambar 1.2. Endapan urat kuarsa pembawa W, Sb dengan kandungan Au di Pulau Sebuku .....	2
Gambar 1.3. Peta lokasi penelitian dari PT SILO .....	6
Gambar 2.1. Fisiografi regional Pulau Kalimantan .....	15
Gambar 2.2. Kolom stratigrafi regional Lembar Kotabaru.....	19
Gambar 2.3. Peta geologi regional Pulau Sebuku.....	19
Gambar 2.4. Evolusi tektonik Pegunungan Meratus .....	23
Gambar 3.1. Model alterasi sistem epitermal sulfidasi rendah dan model alterasi sistem epitermal sulfidasi tinggi .....	25
Gambar 3.2. Mekanisme fluida pembentuk endapan epitermal sulfidasi tinggi dan epitermal sulfidasi rendah .....	29
Gambar 3.3. Mekanisme zonasi logam di sistem hidrotermal endapan epitermal	31
Gambar 3.4. Klasifikasi endapan mesotermal .....	32
Gambar 3.5. Tatanan tektonik endapan emas mesotermal.....	34
Gambar 3.6. Model tektonik <i>shear zone</i> yang menghasilkan struktur sigmoidal..	35
Gambar 3.7. Serpih sebagai <i>hostrock</i> pada mineralisasi urat kuarsa pembawa W di Nyakabingo .....	35
Gambar 3.8. Dimensi urat kuarsa pengisi rekahan .....	37
Gambar 3.9. Model inklusi fluida hidrotermal .....	39
Gambar 4.1. Diagram alir tahapan penelitian .....	53
Gambar 5.1. Kenampakan morfologi daerah penelitian berdasarkan data LIDAR .....	61

- Gambar 5.2. Kenampakan satuan dataran tererosi (A) dan satuan dataran banjir (B) yang difoto dari stasiun pengamatan 134 dengan kamera menghadap ke arah barat..... 63
- Gambar 5.3. Satuan dataran tererosi tersusun oleh metaharzburgit yang menjadi kawasan pertambangan (difoto dari stasiun pengamatan 109 dengan kamera menghadap ke arah timur)..... 64
- Gambar 5.4. Satuan dataran tererosi tersusun oleh lapisan limonit tebal yang menjadi sumber bijih besi dan nikel laterit (difoto dari stasiun pengamatan 017 dengan kamera menghadap ke arah barat)..... 65
- Gambar 5.5. Kenampakan satuan dataran tererosi dengan litologi metabatupasir (A) dan satuan perbukitan intrusi dengan litologi mikrodiorit (B) yang difoto dari stasiun pengamatan 176 dengan kamera menghadap ke arah selatan..... 66
- Gambar 5.6. Satuan perbukitan intrusi yang tersusun oleh litologi berupa mikrodiorit (difoto dari stasiun pengamatan 007 dengan kamera menghadap barat laut)..... 67
- Gambar 5.7. a. Kenampakan satuan dataran banjir berupa tubuh aliran sungai (difoto dari stasiun pengamatan 070 dengan kamera menghadap ke arah tenggara); b. Kenampakan satuan dataran banjir berupa rawa-rawa (difoto dari stasiun pengamatan 072 dengan kamera menghadap ke arah barat) ..... 68
- Gambar 5.8. Kesebandingan stratigrafi regional menurut Rustandi dkk (1995) dengan stratigrafi daerah penelitian ..... 72
- Gambar 5.9. a. Singkapan metaharzburgit pada stasiun pengamatan 192 (kamera menghadap ke utara); b. Sampel setangan metaharzburgit menunjukkan warna lapuk cokelat kehijauan dengan warna segar hitam kehijauan; c. Kenampakan fotomikrograf sampel AN.192 pada kondisi polarisasi sejajar; d. Kondisi polarisasi bersilang menunjukkan adanya mineral enstatit, forsterit dan lizardit..... 74
- Gambar 5.10. a. Singkapan metadunit pada stasiun pengamatan 019 (kamera menghadap ke barat); b. Sampel setangan metadunit menunjukkan warna lapuk cokelat kehijauan; c. Kenampakan fotomikrograf sampel AN.018 pada kondisi polarisasi sejajar; d. Kondisi polarisasi bersilang menunjukkan adanya mineral forsterit dan antigorit..... 76

- Gambar 5.11. a. Singkapan serpentinit pada stasiun pengamatan 086 (kamera menghadap ke timur); b. Sampel setangan serpentinit menunjukkan warna lapuk hijau kecokelatan; c. Kenampakan fotomikrograf sampel AN.086 pada kondisi polarisasi sejajar; d. Kondisi polarisasi bersilang menunjukkan adanya mineral lizardit, antigorit dan krisotil ..... 77
- Gambar 5.12. a. Singkapan tanah laterit hasil lapukan dunit pada stasiun pengamatan 017 (kamera menghadap ke barat); b. Sampel tanah laterit dari STA AN.016 dengan kadar besi yang cukup tinggi .... 78
- Gambar 5.13. a. Singkapan metabatupasir tersilisifikasi pada stasiun pengamatan 207 (kamera menghadap ke barat laut); b. Singkapan metabatupasir lapuk pada stasiun pengamatan 104 dengan kedudukan batuan N210°E/65° (kamera menghadap ke utara); c. Sampel setangan metabatupasir tersilisifikasi; d. Sampel setangan metabatupasir terlapukkan..... 80
- Gambar 5.14. a. Kenampakan fotomikrograf sampel metabatupasir AN.207 pada kondisi polarisasi sejajar; b. Kondisi polarisasi bersilang menunjukkan adanya mineral kuarsa, klorit dan mineral opak; c. Kenampakan fotomikrograf sampel perselingan metabatupasir dan metabatulanau AN.278 yang mengalami silisifikasi pada kondisi polarisasi sejajar; d. Kondisi polarisasi bersilang menunjukkan adanya mineral kuarsa, biotit dan mineral opak ..... 81
- Gambar 5.15. a. Singkapan filit pada stasiun pengamatan 057 (kamera menghadap ke utara); b. Sampel setangan filit yang berwarna merah kekuningan dan menunjukkan foliasi telah mengalami proses pelapukan ..... 81
- Gambar 5.16. a. Singkapan batuan tersilisifikasi pada stasiun pengamatan 033 (kamera menghadap ke timur); b. Sampel batuan tersilisifikasi berwarna merah; c. Lempung berwarna putih kecokelatan pada stasiun pengamatan 043 (kamera menghadap utara) dengan *vein-veinlet* kuarsa; d. Sampel lempung berwarna putih kecokelatan .. 83
- Gambar 5.17. a. Singkapan mikrodiorit bukit utara pada stasiun pengamatan 011 (kamera menghadap ke barat daya); b. Sampel mikrodiorit lapuk berwarna coklat di bagian luar dan berwarna abu-abu di bagian dalam; c. Singkapan mikrodiorit Bukit Halaban pada stasiun pengamatan 006 (kamera menghadap ke utara); d. Sampel mikrodiorit bukit selatan berwarna abu-abu kehijauan..... 84

- Gambar 5.18. a. Kenampakan fotomikrograf sampel mikrodiorit AN.173 pada kondisi polarisasi sejajar; b. Kondisi polarisasi bersilang menunjukkan adanya mineral plagioklas dan klorit ..... 85
- Gambar 5.19. Penentuan tipe batuan beku plutonik di daerah penelitian menggunakan diagram *Total Alkali Silika* (TAS) yang memanfaatkan perbandingan kelimpahan  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$  vs  $\text{SiO}_2$  .... 86
- Gambar 5.20. Penentuan afinitas magma batuan di daerah penelitian dengan memanfaatkan perbandingan kelimpahan  $\text{K}_2\text{O}$  vs  $\text{SiO}_2$  ..... 86
- Gambar 5.21. a. Bongkah batuan berupa perselingan batupasir dengan batulempung tersilisifikasi pada stasiun pengamatan 012 (kamera menghadap ke arah selatan); b. Sampel batuan menunjukkan batas antara perselingan batupasir dan batulempung tersilisifikasi dengan mikrodiorit ..... 87
- Gambar 5.22. a. Endapan lempung-kerikilan berupa akumulasi fragmen-fragmen batuan di tubuh sungai musiman pada stasiun pengamatan 228 (kamera menghadap ke arah utara); b. Salah satu sampel berupa fragmen besi laterit yang telah mengalami kompaksi..... 89
- Gambar 5.23. Kenampakan bidang sesar anjak pada batuan metaharzбургit di stasiun pengamatan 109 (kamera menghadap ke arah selatan)..... 91
- Gambar 5.24. Kenampakan bidang sesar geser mendatar kanan Bagu pada batuan mikrodiorit di stasiun pengamatan 014 (kamera menghadap ke arah tenggara) ..... 92
- Gambar 5.25. Kenampakan bidang sesar geser mendatar kiri Sungai Pinang pada batuan metaharzбургit di stasiun pengamatan 188 (kamera menghadap ke arah tenggara) dan analisis arah gaya utama pembentuk sesar ..... 93
- Gambar 5.26. Kenampakan bidang sesar geser mendatar kiri Halaban pada batuan metadunit di stasiun pengamatan 085 (kamera menghadap ke arah barat laut) dan analisis arah gaya utama pembentuk sesar..... 94
- Gambar 5.27. Kenampakan bidang sesar geser mendatar kanan Tabirah pada batuan metabatupasir di stasiun pengamatan 033 (kamera menghadap ke arah tenggara) dan analisis arah gaya utama pembentuk sesar ..... 95



- Gambar 5.28. Kenampakan kekar gerus pada batuan harzburgit di stasiun pengamatan 190 (kamera menghadap ke arah utara) dan analisis arah gaya utama pembentuk kekar ..... 96
- Gambar 6.1. a. Sampel setangan metabatupasir yang mengalami alterasi silisifikasi berubah warna menjadi lebih putih; b. Sampel setangan metabatupasir tersilisifikasi menunjukkan perubahan warna menjadi lebih merah; c. Kenampakan metabatupasir yang lebih kompak akibat proses alterasi silisifikasi ..... 98
- Gambar 6.2. a. Mineralogi metabatupasir tersilisifikasi berdasarkan hasil analisis XRD secara *bulk powder* pada sampel 032; b. Mineralogi metabatupasir tersilisifikasi berdasarkan hasil analisis XRD secara *bulk powder* pada sampel 276B ..... 99
- Gambar 6.3. Sampel metabatupasir yang mengalami alterasi serisitisasi berubah warna menjadi lebih putih keabu-abuan ..... 101
- Gambar 6.4. a. Mineralogi metabatupasir terserisitisasi berdasarkan hasil analisis XRD secara *bulk powder* pada sampel 042 b. Mineralogi metabatupasir terserisitisasi berdasarkan hasil analisis XRD secara *bulk powder* pada sampel 276A ..... 102
- Gambar 6.5. Kenampakan sampel metabatupasir yang lebih lunak akibat proses alterasi argilik ..... 104
- Gambar 6.6. a. Mineralogi metabatupasir teralterasi argilik berdasarkan hasil analisis XRD secara *clay* pada sampel 029 b. Mineralogi metabatupasir teralterasi argilik berdasarkan hasil analisis XRD secara *clay* pada sampel 043 ..... 105
- Gambar 6.7. a. Kenampakan singkapan urat kuarsa A di lokasi penelitian (kamera menghadap ke timur laut); b. Sampel setangan urat kuarsa dari stasiun pengamatan 031; c. Kenampakan fotomikrograf sampel urat AN.031 pada kondisi polarisasi sejajar; d. Kondisi polarisasi bersilang menunjukkan urat didominasi oleh mineral kuarsa dengan tekstur berongga; e. Kenampakan fotomikrograf sampel AN.077 pada kondisi polarisasi sejajar; f. Kondisi polarisasi bersilang menunjukkan batuan tersilisifikasi didominasi oleh mineral kuarsa kriptokristalin dengan beberapa veinlet-veinlet kuarsa ..... 108
- Gambar 6.8. Tekstur urat kuarsa yang dijumpai pada lokasi penelitian. a. Masif; b. Berongga; c. Membilah; d. *Drussy* ..... 109

- Gambar 6.9. a. Kenampakan singkapan urat kuarsa B di lokasi penelitian (kamera menghadap ke arah timur laut); b. Sampel setangan urat kuarsa dari stasiun pengamatan 256; c. Tekstur urat kuarsa yang dijumpai pada lokasi penelitian berupa sisir; d. Tekstur sakaroidal ..... 110
- Gambar 6.10. a. Kenampakan bongkah urat kuarsa pada lokasi penelitian (kamera menghadap ke arah barat); b. Sampel setangan bongkah urat kuarsa dari stasiun pengamatan 234; c. Kenampakan bongkah urat kuarsa pada lokasi penelitian (kamera menghadap ke arah utara); d. Sampel setangan bongkah urat kuarsa dari stasiun pengamatan 026 ..... 111
- Gambar 6.11. a. Kenampakan bijih sebagai *veinlet* maupun menyebar karena breksiasi; b. Kenampakan bijih yang diseminasi pada sampel 034 ..... 112
- Gambar 6.12. a. Kenampakan tekstur primer pengisian rekahan pada wolframit sampel AN.031; b. Kenampakan tekstur primer pengisian rekahan mineral stibnit diantara mineral wolframit sampel AN.031; c. Kenampakan tekstur primer pengisian rekahan mineral pirit diantara mineral wolframit sampel AN.031; d. Kenampakan tekstur primer pengisian rekahan mineral stibnit diantara mineral wolframit sampel AN.031; e. Kenampakan tekstur primer pengisian rekahan pada emas (Dok. PT SILO) ..... 115
- Gambar 6.13. Kenampakan tekstur *overgrowth* pada mineral wolframit oleh mineral arsenopirit sampel AN.234 ..... 116
- Gambar 6.14. Kenampakan tekstur sekunder berupa penggantian mineral sampel AN.031 ..... 117
- Gambar 6.15. Kenampakan breksiasi mineral bijih dan mineral *gangue* pada sampel AN.031 ..... 117
- Gambar 6.16. a. Sampel urat kuarsa pada stasiun pengamatan 027A yang digunakan untuk analisis inklusi fluida; b. Kenampakan hasil petrografi inklusi fluida yang menunjukkan inklusi primer dan sekunder dengan monofase (L), monofase (V) dan bifase (L+V) ..... 122
- Gambar 6.17. a. Sampel urat kuarsa pada stasiun pengamatan 027B yang digunakan untuk analisis inklusi fluida; b. Kenampakan hasil petrografi inklusi fluida yang menunjukkan inklusi primer dan sekunder dengan monofase (L), bifase (L+V) dan multifase (S+L+V) ..... 123

Gambar 6.18. a. Sampel urat kuarsa pada stasiun pengamatan 031 yang digunakan untuk analisis inklusi fluida; b. Kenampakan hasil petrografi inklusi fluida yang menunjukkan inklusi primer dan sekunder dengan monofase (V) dan bifase (L+V) .....	123
Gambar 6.19. a. Sampel urat kuarsa pada stasiun pengamatan 077 yang digunakan untuk analisis inklusi fluida; b. Kenampakan hasil petrografi inklusi fluida yang menunjukkan inklusi primer dan sekunder dengan monofase (L), monofase (V) dan bifase (L+V).....	124
Gambar 6.20. a. Histogram pengukuran temperatur homogenisasi sampel urat kuarsa; b. Histogram pengukuran temperatur leleh; c. Histogram salinitas .....	127
Gambar 7.1. Diagram harker oksida utama batuan beku di lokasi penelitian ..	131
Gambar 7.2. Ilustrasi pembentukan daerah penelitian (modifikasi dari Soesilo dkk, 2015) .....	132
Gambar 7.3. Penentuan tatanan tektonik batuan metamorf asal sedimen klastik .....	133
Gambar 7.4. Pola kecenderungan fluida berdasarkan pengeplotan Th-salinitas dari hasil pengukuran inklusi fluida, garis hijau (pendinginan sederhana), garis merah (pendidihan dengan pendinginan minimal) dan garis hitam putus-putus (inklusi mengalami <i>necking down</i> ) .....	136
Gambar 7.5. <i>Paleodepth</i> pembentukan endapan modifikasi diagram Haas (1971) dalam Shepherd dkk (1985).....	136
Gambar 7.6. Tipe endapan berdasarkan hasil pengeplotan antara temperatur homogenisasi dengan salinitas berdasarkan modifikasi diagram Wilkinson (2001).....	142
Gambar 7.7. Model genetik endapan mesotermal daerah penelitian dibandingkan dengan model endapan mesotermal oleh Groves (1993) dalam Groves dkk (1998).....	145

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Hasil penelitian terdahulu dan relevansinya dengan penelitian ini.....	13
Tabel 3.1. Perbedaan endapan epitermal sulfidasi tinggi dan rendah .....	24
Tabel 4.1. Perlengkapan lapangan dan kegunaannya .....	46
Tabel 4.2. Waktu penelitian .....	59
Tabel 5.1. Hubungan ketinggian absolut dengan morfografi (Van Zuidam, 1983) .....	62
Tabel 5.2. Klasifikasi bentukan asal berdasarkan genesa dan sistem pewarnaan (Van Zuidam, 1983) .....	62
Tabel 6.1. Mineralogi penciri alterasi hidrotermal di lokasi penelitian .....	106
Tabel 6.2. Paragenesa mineral logam pada endapan urat kuarsa.....	119
Tabel 6.3. Nilai rata-rata hasil pengukuran mikrotermometri .....	126
Tabel 7.1. Perbandingan karakteristik endapan di lokasi penelitian dengan endapan mesotermal di area Canadian Cordillera .....	143