

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
SARI .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Maksud dan Tujuan.....	3
I.3. Batasan Masalah .....	3
I.4. Manfaat Penelitian .....	4
I.5. Lokasi dan Kesampaian Daerah .....	5
I.6. Peneliti Terdahulu dan Keaslian Penelitian.....	6
BAB II GEOLOGI REGIONAL .....	8
II.1. Stratigrafi Regional Papua .....	8
II.2. Geologi <i>Ertzberg Mining District (EMD)</i> .....	13
BAB III DASAR TEORI .....	18
III.1. Alterasi Hidrotermal.....	18
III.2. Endapan Porfiri .....	21
III.3. Endapan Skarn .....	23
III.4. Sifat Keteknikan Batuan .....	27
III.4.1. Sifat Indeks.....	28
III.4.2. <i>Rock Quality Designation</i> .....	30
III.4. Sistem Pertambangan Ambrukan ( <i>Block Caving</i> ).....	33
III.5. Zona Ambrukan pada Tubuh Bijih ( <i>Cave Zone</i> ) .....	36
III.6. Lumpur Basah ( <i>Wet Muck</i> ).....	38
III.7. Luncuran Lumpur Basah ( <i>Spill</i> ).....	41
III.8. Hipotesis .....	43
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN .....	45
IV.1. Metode Penelitian .....	45

IV.1.1. Pekerjaan Lapangan.....	45
IV.1.2. Pekerjaan Laboratorium.....	46
IV.2. Tahap Penelitian.....	47
IV.2.1. Tahap Persiapan .....	47
IV.2.2. Tahap Pengambilan Data .....	49
IV.2.3. Tahap Analisis Data .....	55
IV.2.4. Tahap Interpretasi Data .....	57
IV.2.5. Tahap Pembuatan Laporan .....	57
IV.3. Jadwal Penelitian.....	57
BAB V DATA DAN PEMBAHASAN .....	59
V.1. Geologi Daerah Penelitian .....	59
V.1.1. Litologi Daerah Penelitian .....	59
V.1.2. Struktur Geologi Daerah Penelitian.....	63
V.2. Alterasi Daerah Penelitian .....	64
V.2.1. Zona Alterasi Potasik.....	65
V.2.2. Zona Alterasi Filik.....	67
V.2.3. Zona Alterasi Propilitik.....	68
V.2.4. Zona Alterasi Argilik .....	70
V.2.5. Zona Alterasi Endoskarn.....	71
V.2.6. Zona Alterasi Eksoskarn .....	73
V.3. Data Riwayat Luncuran Lumpur Basah .....	75
V.3.1. Intensitas Luncuran Lumpur Basah .....	76
V.3.2. <i>Height of Draw (HOD)</i> pada Luncuran Lumpur Basah .....	78
V.4. Litologi Luncuran Lumpur Basah .....	80
V.4.1. Luncuran Lumpur Basah di Tambang DOZ Bagian Utara .....	81
V.4.2. Luncuran Lumpur Basah di Tambang DOZ Bagian Selatan .....	83
V.5. Karakterisasi Keteknikan Material Lumpur Basah .....	86
V.5.1. Luncuran Lumpur Basah di Tambang DOZ Bagian Utara .....	86
V.5.2. Luncuran Lumpur Basah di Tambang DOZ Bagian Selatan .....	88
V.6. Alterasi Pembentuk Material Lumpur Basah.....	91
V.6.1. Luncuran Lumpur Basah di Tambang DOZ Bagian Utara .....	92
V.6.2. Luncuran Lumpur Basah di Tambang DOZ Bagian Selatan .....	95
V.7. Mekanisme Luncuran Lumpur Basah .....	98
V.7.1. Sumber Material Lumpur Basah .....	99
V.7.2. Air Dalam Zona Ambrukan .....	104
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....	112

VI.1. Kesimpulan .....	112
VI.2. Saran.....	113
DAFTAR PUSTAKA .....	115
LAMPIRAN .....	117
LAMPIRAN 1 Deskripsi Petrografi .....	118
LAMPIRAN 2 Analisis <i>X-Ray Diffraction</i> .....	144
LAMPIRAN 3 Hasil Uji Ukuran Butir .....	156
LAMPIRAN 4 Hasil Uji Batas Konsistensi .....	163

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1.</b> Luncuran lumpur basah di muka <i>drawpoint</i> .....	1
<b>Gambar 2.1.</b> Stratigrafi regional Papua (Hefton dan Penington, 2005) .....	13
<b>Gambar 2.2.</b> Penampang vertikal tambang bawah tanah EMD (Sunyoto et al., 2015) .....	14
<b>Gambar 2.3.</b> Peta geologi <i>Erstberg Mining District</i> (Sunyoto et al., 2015).....	15
<b>Gambar 3.1.</b> Tipe alterasi menurut Corbett dan Leach (1998) .....	19
<b>Gambar 3.2.</b> Model endapan porfiri (Lowell dan Guilbert, 1970) .....	22
<b>Gambar 3.3.</b> Fase pembentukan endapan porfiri (Corbett dan Leach, 1998)....	24
<b>Gambar 3.4.</b> Model pembentukan endapan skarn (Evans, 1993, dalam Meinert, 2005) .....	27
<b>Gambar 3.5.</b> Klasifikasi ukuran butir (ASTM, 1963) .....	29
<b>Gambar 3.6.</b> Penentuan nama untuk tanah berbutir halus (ASTM, 2006) .....	31
<b>Gambar 3.7.</b> Penentuan nama untuk tanah berbutir kasar (ASTM, 2006) .....	31
<b>Gambar 3.8.</b> Kurva plastisitas (ASTM, 2006).....	32
<b>Gambar 3.9.</b> Penampang Level <i>Undercut</i> dan Level Ekstraksi.....	35
<b>Gambar 3.10.</b> <i>Panel</i> dan <i>drawpoint</i> pada Level Ekstraksi.....	36
<b>Gambar 3.11.</b> Bentuk zona ambrukan di tambang dengan sistem <i>Block Caving</i> .....	37
<b>Gambar 3.12.</b> Model HOD pada sistem pertambangan ambrukan (Laubscher, 2000) .....	38
<b>Gambar 3.13.</b> Perbandingan material lumpur basah sebelum dan sesudah dibersihkan .....	40
<b>Gambar 3.14.</b> Indikasi luncuran pada muka <i>drawpoint</i> .....	42
<b>Gambar 3.15.</b> Kenampakan rembesan air pada muka <i>drawpoint</i> .....	42
<b>Gambar 3.16.</b> Bijih dengan sudut curam pada muka <i>drawpoint</i> .....	43
<b>Gambar 4.1.</b> Peta pengambilan sampel lumpur basah .....	51
<b>Gambar 4.2.</b> Peta pengambilan sampel petrografi .....	52
<b>Gambar 4.3.</b> Peta pengambilan sampel XRD .....	53
<b>Gambar 4.4.</b> Peta pengambilan sampel uji keteknikan .....	54
<b>Gambar 4.5.</b> Diagram alir penelitian.....	58
<b>Gambar 5.1.</b> Stratigrafi Tambang DOZ (Wicaksono et al., 2014).....	59
<b>Gambar 5.2.</b> Peta geologi level ekstraksi tambang DOZ, Papua.....	60
<b>Gambar 5.3.</b> Kenampakan litologi batugamping (kiri) dan batugamping terskarnisasi (kanan) secara megaskopis.....	61
<b>Gambar 5.4.</b> Kenampakan batugamping terskarnisasi secara mikroskopis, mineral kalsit sudah mulai digantikan oleh mineral lempung (Cal=kalsit, Clay=mineral lempung) .....	62
<b>Gambar 5.5.</b> Kenampakan litologi diorit (kiri) dan batugamping teralterasi (kanan)secara megaskopis.....	62
<b>Gambar 5.6.</b> Kenampakan litologi diorit teralterasi secara mikroskopis, terlihat kehadiran mineral sekunder seperti anhidrit dan serisit (Anh=anhidrit, Clay=mineral lempung, Pl=Plagioklas, Qz=Kuarsa, Ser=Serisit) .....	63
<b>Gambar 5.7</b> Kenampakan litologi diorit teralterasi potasik, terlihat fenokris batuan tergantikan oleh mineral biotit sekunder (Bt=biotit, Cal=kalsit, Ep=epidot, Fo=forsterit, Qz=kuarsa, Ser=serisit) .....	65

<b>Gambar 5.8.</b>	Kenampakan batuan inti pemboran yang menunjukkan alterasi propilitik, terlihat adanya urat-urat terisi oleh mineral kuarsa (lingkaran hijau) dan anhidrit (lingkaran kuning) .....	66
<b>Gambar 5.9.</b>	Kenampakan litologi diorit teralterasi filik (Bt=biotit, Clay=mineral lempung, Chl=klorit, Qz=kuarsa) .....	67
<b>Gambar 5.10.</b>	Kenampakan batuan inti pemboran yang menunjukkan alterasi filik .....	68
<b>Gambar 5.11.</b>	Kenampakan litologi diorit teralterasi propilitik, terlihat fenokris batuan tergantikan oleh mineral klorit. (Bt=biotit, Chl=klorit, Dio=diopsid, Ep=epidot, Qz=kuarsa, Ser=serisit) .....	69
<b>Gambar 5.12.</b>	Kenampakan batuan inti pemboran yang menunjukkan alterasi propilitik dengan urat kuarsa (lingkaran kuning) dan urat klasit (lingkaran hijau) .....	70
<b>Gambar 5.13.</b>	Kenampakan litologi diorit teralterasi argilik secara megaskopis (gambar kiri, diatas urat magnetit) maupun secara mikroskopis (gambar kanan) (Amp=amfibol, Bt=biotit, Clay=mineral lempung, Chl=klorit, Qz=kuarsa, Ser=serisit, Trm= tremolit) .....	71
<b>Gambar 5.14.</b>	Kenampakan batuan inti pemboran yang menunjukkan alterasi argilik .....	72
<b>Gambar 5.15.</b>	Kenampakan litologi diorit teralterasi endoskarn, terlihat tekstur batuan beku masih dapat diamati (Anh=anhidrit, Bt=biotit, Clay=mineral lempung, Grt=arnet, Qz=kuarsa, Pl=plagioklas) ..	73
<b>Gambar 5.16.</b>	Kenampakan batuan inti pemboran teralterasi endoskarn, terlihat batuan berwarna merah tua dan hitam .....	74
<b>Gambar 5.17.</b>	Kenampakan litologi diorit teralterasi eksoskarn, terlihat tekstur batuan yang masih muncul (Cal=kalsit, Dio=diopsid, Fo=forsterit, Trm=tremolit) .....	75
<b>Gambar 5.19.</b>	Kenampakan batuan inti pemboran teralterasi eksoskarn .....	75
<b>Gambar 5.20.</b>	Peta persebaran dan intensitasnya luncuran lumpur basah di tambang DOZ. ....	77
<b>Gambar 5.21.</b>	Penampang vertikal geologi pada Panel 1A menunjukkan perbedaan angka HOD di tambang DOZ bagian utara dan selatan .....	79
<b>Gambar 5.22.</b>	Sampel luncuran lumpur basah dari panel 1A <i>drawpoint</i> 1W, sebelum dan sesudah dibersihkan .....	81
<b>Gambar 5.23.</b>	Hasil analisis XRD material lumpur pada sampel P1A-1W .....	82
<b>Gambar 5.24.</b>	Sampel luncuran lumpur basah dari panel 1E <i>drawpoint</i> 17E sebelum dan sesudah dibersihkan .....	83
<b>Gambar 5.25.</b>	Hasil analisis XRD material lumpur pada sampel P4-23W .....	85
<b>Gambar 5.26.</b>	Hasil plot PI dan LL tiap sampel lumpur basah tambang DOZ bagian utara pada kurva plastisitas .....	87
<b>Gambar 5.27.</b>	Hasil plot PI dan LL tiap sampel lumpur basah tambang DOZ bagian selatan pada kurva plastisitas .....	88
<b>Gambar 5.28.</b>	Hasil analisis XRD sampel P1E-2W menunjukkan persentase garnet lebih banyak dari persentase piroksen .....	93
<b>Gambar 5.29.</b>	Kenampakan mikroskopis sampel P1E-2W, menunjukkan tekstur batuan asal yang masih jelas dan kehadiran mineral sekunder yang	

	masih minim (Act=aktinolit, Clay=mineral lempung, Pl=plagioklas, Qz=kuarsa, Ser=serisit, Trm=tremolit) .....	94
<b>Gambar 5.30</b>	Hasil analisis XRD sampel P1I-3E menunjukkan dominasi komponen karbonat, dan persentase piroksen lebih banyak dari persentase garnet.....	95
<b>Gambar 5.31</b>	Kenampakan mikroskopis sampel P1I-3E, menunjukkan tekstur batuan asal yang masih terlihat jelas dan kehadiran mineral sekunder yang masih minim.....	94
<b>Gambar 5.32.</b>	Hasil analisis XRD sampel P4-23W menunjukkan dominasi mineral illit, smektit, dan klorit. Hadir juga mineral gipsium dan mineral margarit .....	96
<b>Gambar 5.33.</b>	Kenampakan mikroskopis sampel P4-23W (Act=aktinolit, Bt=biotit, Chl=Klorit, Clay=Mineral lempung, Ser=serisit).....	96
<b>Gambar 5.34.</b>	Hasil analisis XRD sampel P1C-23E menunjukkan persentase mineral klorit dan kaolinit yang meningkat. Persentase mineral grup olivin juga cukup tinggi .....	97
<b>Gambar 5.35.</b>	Kenampakan mikroskopis sampel P1C-23E, menunjukkan kehadiran mineral sekunder yang melimpah (Bt=biotit, Dio=diopsid, Chl=Klorit, Clay=Mineral lempung, Ep=Epidot, Trm=tremolit) .....	98
<b>Gambar 5.36.</b>	Integrasi peta geologi tambang DOZ level ekstraksi dengan peta persebaran luncuran lumpur basah .....	101
<b>Gambar 5.37.</b>	Penampang alterasi A-B menunjukkan zona alterasi propilitik dan argilik serta lokasi luncuran lumpur basah di level ekstraksi....	102
<b>Gambar 5.38.</b>	Penampang alterasi C-D menunjukkan zona alterasi argilik dan lokasi luncuran lumpur basah di level ekstraksi.....	103
<b>Gambar 5.39.</b>	Menunjukkan perbedaan kenampakan litologi diorit dengan RQD <50% (gambar kiri) dan RQD>50% (gambar kanan) pada inti pemboran.....	104
<b>Gambar 5.40.</b>	Penampang vertikal E-F di panel II yang menunjukkan blok model angka RQD di dalam zona hancuran .....	105
<b>Gambar 5.41.</b>	Penampang vertikal geologi G-H yang menampilkan data elevasi muka air tanah secara periodik .....	107
<b>Gambar 5.42.</b>	Grafik yang menunjukkan hubungan antara elevasi muka air tanah dengan curah hujan permukaan di area tambang DOZ.....	108
<b>Gambar 5.43.</b>	Lokasi pengukuran dan pengambilan sampel data <i>tracer test</i> yang dikombinasikan dengan peta permukaan di atas tambang DOZ	109
<b>Gambar 5.44.</b>	Citra Lidar permukaan tambang DOZ .....	110
<b>Gambar 5.45.</b>	Penampang vertikal A-B menunjukkan geologi regional tambang DOZ yang menunjukkan tepi zona hancuran dan sesar .....	111

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1.</b> Alterasi vertikal dan lateral pada zona EESS (Rubin dan Kyle, 1996)	16
<b>Tabel 3.1.</b> Pembagian tipe alterasi menurut Corbett dan Leach (1998)	20
<b>Tabel 3.2.</b> Klasifikasi plastisitas (Das, 2010)	30
<b>Tabel 3.3.</b> Klasifikasi RQD (Deere, 1964)	33
<b>Tabel 4.1.</b> Tahapan dan waktu penelitian	57
<b>Tabel 5.1.</b> Akumulasi luncuran lumpur basah di tambang DOZ dan persebarannya pada tiap <i>drawpoint</i>	78
<b>Tabel 5.2.</b> Perbedaan karakteristik luncuran lumpur basah di tambang bagian utara dan selatan	85
<b>Tabel 5.3.</b> Rangkuman hasil analisis sifat indeks batuan pada tiap sampel	86
<b>Tabel 5.4.</b> Perbandingan hasil analisis sifat indeks lumpur basah di tambang DOZ bagian utara dan bagian selatan	90
<b>Tabel 5.5.</b> Rangkuman hasil pengujian XRD	91
<b>Tabel 5.6.</b> Data muka air tanah di zona hancuran tambang DOZ periodik	105
<b>Tabel 5.7.</b> Hasil pengukuran <i>tracer test</i> di tambang DOZ	109

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Deskripsi Petrografi .....	118
<b>Lampiran 2.</b> Analisis <i>X-Ray Diffraction</i> .....	144
<b>Lampiran 3.</b> Hasil Uji Ukuran Butir .....	156
<b>Lampiran 4.</b> Hasil Uji Batas Plastisitas.....	163