

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiv
SARI.....	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. LATAR BELAKANG.....	1
I.2 RUMUSAN MASALAH	2
I.3 TUJUAN	3
I.4 BATASAN MASALAH	3
I.5 LOKASI DAERAH PENYELIDIKAN	3
I.6. MANFAAT PENELITIAN	5
I.7. KAJIAN PUSTAKA DAN PENELITIAN TERDAHULU	5
BAB II GEOLOGI REGIONAL	7
II.1 FISIOGRAFI REGIONAL	7
II.1.1. Fisiografi Daerah Penelitian	8
II.2 STRATIGRAFI REGIONAL	10
II.3 TEKTONIK & STRUKTUR GEOLOGI REGIONAL.....	18
BAB III DASAR TEORI.....	22
III.1 KONSEP EKSPLORASI ENDAPAN EMAS DAN LOGAM DASAR	22
III.1.1. Sistem Epitermal	23
III.1.2. Sistem Porfiri.....	30
III.2 APLIKASI SIG DALAM EKSPLORASI.....	31
III.2.1 Analisis <i>WofE (Weight Of Evidence)</i>	31

III.2.1.1. Syarat probabilitas untuk penciri biner tunggal.....	32
III.2.1.2. Syarat probabilitas untuk penciri biner lebih dari satu	35
III.2.1.3. <i>Conditional Independence</i>	36
III.2.2 Citra ASTER	40
III.3 HIPOTESIS	45
BAB IV METODE PENELITIAN	46
IV.1 PENYIAPAN DATA <i>EVIDENCE</i>	47
IV.2 PENGOLAHAN DATA	47
IV.2.1. Pengolahan Data Hardcopy Peta Geologi	47
IV.2.2. Pengolahan data citra satelit ASTER	48
IV.2.3 Pengolahan Data Kontur	53
IV.2.4. Data titik deposit mineral/known deposit.....	54
IV.2.5 Pengolahan Data Spasial	54
IV.3 DIAGRAM ALIR PENELITIAN	56
IV.4 WAKTU PENELITIAN	57
BAB V DATA DAN PEMBUATAN PETA <i>EVIDENCE</i>	58
V.1 DATA	58
V.1.1. Deposit Mineral dan Titik Non Alterasi	58
V.1.2. Geologi Dan Struktur.....	75
V.1.4. Kontur.....	79
V.1.3. Alterasi.....	80
V.2 PETA <i>EVIDENCE</i>	80
V.2.1 Litologi	81
V.2.2 Struktur Geologi	83
V.2.3 Alterasi Hidrotermal	88
V.2.3.1. Alterasi kaolinit	88
V.2.3.2. Alterasi oksida besi.....	92
V.2.3.3. Validasi sebaran peta alterasi hidrotermal.....	95
V.2.3.4. Indeks vegetasi	96
V.3. ASOSIASI SPASIAL DEPOSIT MINERAL DENGAN PETA <i>EVIDENCE</i>	98

V.3.1. Kelurusan berarah NE-SW	99
V.3.2. Kelurusan berarah NW-SE	100
V.3.3. Batuan Induk.....	100
V.3.4. Batuan Intrusi	101
V.3.5. Alterasi Kaolinit Dan Alterasi Oksida Besi.....	102
V.3.6 Uji <i>Conditional Independence</i>	112
V.3.6.1. <i>Pairwise test/chisquare test</i>	112
V.3.6.2. <i>Overall test</i>	113
BAB VI PEMODELAN <i>WOFE (WEIGHT OF EVIDENCE)</i>	116
VI.1 HASIL PEMODELAN.....	116
VI.2 VALIDASI MODEL.....	118
VI.3 DISKUSI	119
VI.3.1. Validasi Lapangan.....	120
VI.3.2. Hubungan Peta Probabilitas <i>Posterior</i> dengan Tutupan Vegetasi	127
VI.3.3. Klaster Area Potensi Mineralisasi	128
VI.3.4. Pendekatan dan Pemodelan dengan Metode <i>Weight of Evidence</i>	131
BAB VII KESIMPULAN.....	134
VII.1. KESIMPULAN	134
VII.2. SARAN & REKOMENDASI.....	135
DAFTAR PUSTAKA.....	136
LAMPIRAN	140
Lampiran A.....	141
Lampiran B	142
Lampiran C	144
Lampiran D.....	149
Lampiran E	150

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1. Peta Provinsi Jawa Timur dan Lokasi Daerah Penelitian Kabupaten Pacitan dan Sekitarnya dalam arsiran abu-abu (http://id.wikipedia.org/wiki/Kabupaten_Pacitan dengan modifikasi).....	4
Gambar II.1. Peta Fisiografi Jawa Tengah (Van Bemmelen, 1949 dengan modifikasi).....	9
Gambar II.2. Peta geologi regional daerah Kabupaten Pacitan dan sekitarnya (Samodra dkk., 1992 dengan modifikasi).....	10
Gambar II.3. Struktur regional Jawa Timur (Sudrajat dan Untung, 1975).....	20
Gambar III.1. Model mineralisasi emas-tembaga di Wilayah Pasifik Baratdaya (Corbet dan Leach, 1996).....	23
Gambar III.2. Tipe sistem sulfida tinggi Southwest Pacific Corbett dan Leach, 1996	27
Gambar III.3. Ilustrasi diagram venn kalkulasi model <i>weight of evidence</i> T, area: B, pola pasangan penduga ada; B^- pola pasangan penduga tidak ada; D, adanya deposit mineral; D^- , tidak ada deposit mineral	35
Gambar III.4. Diagram <i>Venn</i> yang mengilustrasikan konsep <i>conditional independence</i> (Bonham C. 1994, dalam Caranza 2002)	37
Gambar III.5. Spektral reflektan dari laboratorium untuk dalam alterasi hidrotermal pada saluran ASTER dan ETM	42
Gambar III.6. Spektral reflektan dari laboratorium untuk dalam alterasi hidrotermal pada saluran ASTER dan ETM	43
Gambar IV.1. Diagram Alir Penelitian.....	56
Gambar V.1a. Singkapan mineralisasi emas di dalam terowongan penambangan rakyat....	59
Gambar V.1b. Gambar aktivitas PETI (penambangan emas tanpa ijin) di permukaan di Desa Kebonsari, Kecamatan Punung	59
Gambar V.2a. Aktivitas penambangan yang dilakukan oleh PT.GLI	60
Gambar V.2b. Material tailing hasil pengolahan raw material oleh PT.GLI dijadikan side dump di daerah Kluwih, Kecamatan Ngadirojo.....	60
Gambar V.3a. Singkapan mineralisasi logam dasar di dusun Kalitelu, tebal tanah penutup 10 meter dengan lebar zona bijih 20 meter.....	61
Gambar V.3b. Aktivitas penambangan PT.GLI di daerah Persilan, Kecamatan Tegalombo	61
Gambar V.4a. Mineralisasi logam mangan berupa pirolusit terdapat melensa dalam	

satuan lava andesit-breksi aliran lava daerah Nambakan, Kecamatan Bandar	61
Gambar V.4b. Perbesaran/zoom dari Gambar V.4a	61
Gambar V.5. Lokasi penambangan bijih besi yang berasosiasi dengan mangan di daerah Pongangan, Kecamatan Tegalombo	62
Gambar V.6. Zona alterasi hidrotermal, di daerah Kasihan, Kecamatan Tegalombo, Kabupaten Pacitan (Tun, 2007)	63
Gambar V.7a. Singkapan andesit termineralisasi seperti berlembar mengandung mineral magnetit (batu besi) di Desa Klesem, Kecamatan Kebonagung.	63
Gambar V.7b. <i>Zoom out</i> mineralisasi bijih (Gambar V.7a)	63
Gambar V.8. Kondisi morfologi Gunung Gembes. Desa Jeruk dimana tersingkap vein dengan tebal 10m, arah N40°E, rekahan terisi hematit, cuaca cerah, arah lensa menghadap ke N90°E (CV. MWA, 2005)	67
Gambar V.9. Peta Geologi hardcopy tanpa skala seluruh Kecamatan di Kab.Pacitan. A) Kec.Punung, B) Kec. Arjosari, C) Kec.Nawangan, D) Kec.Bandar, E) Kec.Tegalombo, F) Kec.Tulakan, G) Kec.Ngadirojo, H) Kec.Sudimoro, I) Kec.Pacitan, K)Kec.Pringkuku, L)Kec.Donoroho, M)Kec.Kebonagung	76
Gambar V.10. Peta Geologi Semidetil Daerah Kabupaten Pacitan (Widiasmoro, 2003 dalam CV.Geomap, 2007 dengan modifikasi)	77
Gambar V.11. Stratigrafi daerah penelitian Kabupaten Pacitan	78
Gambar V.12. Data Kontur Kabupaten Pacitan dari BAKOSURTANAL	79
Gambar V.13. Citra ASTER daerah penelitian Kabupaten Pacitan terdiri dari 2 scenes	80
Gambar V.14. Peta evidence batuan induk (<i>hostrock</i>) daerah penelitian	82
Gambar V.15. Peta evidence intrusi sumber panas/ <i>heat source</i> daerah penelitian	83
Gambar V.16. Peta hillshade dem inklinasi 315°,0°,45°,90°	85
Gambar V.17. Peta kombinasi hillshade dem inklinasi 315°,0°,45°,90° dan kelurusan hasil dari penarikan manual/ <i>on screen</i>	86
Gambar V.18. Kelurusan berarah NE-SW	87
Gambar V.19. Kelurusan berarah NW-SE	87
Gambar V.20. Zona alterasi kaolinit dengan menggunakan metode <i>defoliant</i> , alterasi kaolinit terlihat dari piksel yang terang	89

Gambar V.21. Zona alterasi kaolinit setelah dilakukan proses <i>threshold</i> . Kotak berupa area konsesi milik perusahaan setempat	92
Gambar V.22. Zona alterasi oksida besi dengan menggunakan metode <i>defoliant</i> , alterasi oksida besi terlihat dari piksel yang terang.....	93
Gambar V.23. Zona alterasi oksida besi setelah dilakukan proses <i>threshold</i> . Bulatan hijau berupa lokasi deposit. 1 adalah alterasi oksida besi dan 0 adalah non alterasi.	94
Gambar V.24. <i>NDVI</i> daerah penelitian.....	97
Gambar V.25. Klasifikasi tutupan lahan daerah penelitian	97
Gambar V.26a. Diagram memperlihatkan nilai <i>studentized C</i> , <i>C</i> dan persentase keterdapatan deposit emas dan logam dasar dengan jarak <i>buffer</i> untuk kelurusan NE-SW	103
Gambar V.26b. Diagram memperlihatkan nilai <i>studentized C</i> , <i>C</i> dan persentase keterdapatan deposit emas dan logam dasar dengan jarak <i>buffer</i> untuk kelurusan NW-SE.....	103
Gambar V.26c. Diagram memperlihatkan nilai <i>studentized C</i> , <i>C</i> dan persentase keterdapatan deposit emas dan logam dasar dengan jarak <i>buffer</i> untuk batuan induk (hostrock)	104
Gambar V.26d. Diagram memperlihatkan nilai <i>studentized C</i> , <i>C</i> dan persentase keterdapatan deposit emas dan logam dasar dengan jarak <i>buffer</i> untuk batuan intrusi (heatsource).....	104
Gambar V.26e. Diagram memperlihatkan nilai <i>studentized C</i> , <i>C</i> dan persentase keterdapatan deposit emas dan logam dasar dengan jarak <i>buffer</i> untuk alterasi Kaolinit.....	105
Gambar V.26f. Diagram memperlihatkan nilai <i>studentized C</i> , <i>C</i> dan persentase keterdapatan deposit emas dan logam dasar dengan jarak <i>buffer</i> untuk alterasi Oksida besi	105
Gambar V.27a.1 Peta <i>buffer</i> kelurusan NE-SW	106
Gambar V.27a.2.Peta <i>favorable</i> kelurusan NE-SW diambil dari jarak cutoff 500m	106
Gambar V.27b.1. Peta <i>buffer</i> kelurusan NW-SE	107
Gambar V.27b.2. Peta <i>favorable</i> kelurusan NW-SE	107
Gambar V.27c.1. Peta <i>buffer</i> batuan induk (hostrock).....	108
Gambar V.27c.2. Peta <i>favorable hostrock</i> (batuan induk)	108

Gambar V.27d.1. Peta buffer intrusi (heatsource).....	109
Gambar V.27d.2. Peta favorable intrusi (heatsource) dengan jarak cutoff 4000m	109
Gambar V.27e.1. Peta buffer alterasi kaolinit	110
Gambar V.27e.2. Peta <i>favorable</i> alterasi kaolinit.....	110
Gambar V.27f.1. Peta buffer alterasi oksida besi	111
Gambar V.27f.2. Peta favorable alterasi oksida besi dengan jarak cutoff 300m	111
Gambar VI.1. Peta probabilitas posterior (favorable) potensi emas dan logam dasar di daerah penelitian menghadirkan 6 peta evidence.	117
Gambar VI.2 Peta probabilitas <i>posterior</i> multiklas di daerah penelitian	119
Gambar VI.3a. Singkapan di bawah permukaan di dalam terowongan penambangan rakyat urat breksi hidrotermal yang berasosiasi dengan malakit dan azurit dan terdapat ubahan alterasi kaolinit.....	120
Gambar VI.3b. Permukaan dari area penambangan terdapat alterasi oksida besi pada tebing yang telah <i>dibenching</i> , terdapat aktivitas pengolahan oleh rakyat, menurut informasi setempat diperkirakan telah dijual \pm 500 ton <i>raw</i> material dari lokasi ini.	120
Gambar VI.4a. Terowongan penambangan rakyat arah vertikal.....	121
Gambar VI.4b. Mineralisasi logam pada tebing di daerah desa Gondang, kec.Nawangan berjarak 5 meter dari VI.2a.....	121
Gambar VI.5. Mineralisasi logam sulfida tembaga dan seng di sepanjang tebing aliran sungai daerah desa Gondang, kecamatan Nawangan	121
Gambar VI.6. Singkapan mineralisasi pada urat kuarsa lebar 2 m (a) sudah dilakukan penambangan oleh masyarakat lokal, mineral galena dan sfalerit hadir melimpah terdapat pada urat (c), mineral malakit hijau pada permukaan mengindikasikan potensi tembaga (b)	122
Gambar VI.7. (Gambar perbesaran kiri) Singkapan mineralisasi logam tembaga dan alterasi silisifikasi hadir mineral sphalerit, pirit dan malakit (kiri), urat kuarsa sepanjang aliran sungai di desa Wonokarto mengandung logam.....	123
Gambar VI.8a. (kiri) Andesit termineralisasi, terkekarkan, terisi urat-urat kuarsa terdapat struktur <i>vuggy</i> dan <i>dogteeth</i> membawa mineral logam emas dan perak	123
Gambar VI.8b. Penyebaran mineralisasi berarah N100°E dengan panjang \pm 15m menuju ke puncak bukit.....	123

Gambar VI.9. Aktivitas penambangan dan pengolahan emas di desa Kebonsari, kecamatan Punung, a. (kiri) Pengolahan dengan memakai mesin gelondong raksa, b. Hasil penambangan masyarakat yang dimasukkan karung.....	124
Gambar VI.10. Singkapan andesit termineralisasi mengandung logam tembaga lebar mineralisasi 5 meter, terdapat bekas aktivitas penambangan rakyat	125
Gambar VI.11. Validasi lapangan (field checking) terhadap peta probabilitas <i>posterior</i> multiklas.....	126
Gambar VI.12. Klasifikasi tutupan lahan dengan probabilitas <i>posterior</i> multiklas	128
Gambar VI.13. Area target prospek potensi mineralisasi emas dan logam dasar di daerah penelitian	129
Gambar VI.14. Diagram yang menunjukkan nilai bobot positif (W+) keseluruhan peta <i>evidence</i> yang dipakai dalam memprediksi peta keterdapatan deposit emas dan logam dasar	132

DAFTAR TABEL

Tabel II.1. Stratigrafi regional Pegunungan Selatan Jawa Timur (Samodra dkk.,1992 dimodifikasi Penulis)	17
Tabel III.1. Tabel kontingensi untuk uji <i>pairwise conditional independence</i> berdasarkan nilai piksel yang terdapat deposit mineral.....	38
Tabel III.2 <i>Band ratio</i> yang biasa dilakukan dalam pemetaan mineral-mineral menggunakan citra ASTER (Kalinowski and Oliver, 2004).....	41
Tabel IV.1. Garis besar metodologi penelitian (modifikasi dari Rojash, 2003).....	46
Tabel IV.2. Waktu Penelitian dan Penyusunan Tesis.....	57
Tabel V.1. <i>Assay</i> data hasil penyelidikan mineral logam Dirjen ESDM Bandung tahun 1997	64
Tabel V.2. <i>Training point</i> batuan non alterasi	67
Tabel V.3. Data <i>training point</i> oksida besi.....	69
Tabel V.4. Data <i>training point</i> kaolinit	70
Tabel V.5. Data training point deposit mineral di daerah penelitian.....	72
Tabel V.6. Analisis <i>directed principal component</i> dari rasio saluran citra ASTER untuk mendeteksi mineral kaolinit dengan metode <i>defoliant</i>	85
Tabel V.7. Nilai klasifikasi piksel non alterasi kaolinit dengan <i>thresholding</i>	86
Tabel V.8. Analisis <i>directed principal component</i> dari rasio saluran citra ASTER untuk mendeteksi mineral oksida besi (limonit/hematit) dengan metode <i>defoliant</i>	89
Tabel V.9. Tingkat keakuratan alterasi hidrotermal dari hasil validasi dengan data pemetaan terdahulu	92
Tabel V.10. Nilai <i>chi square</i> sebagai uji <i>conditional independence</i> antara peta <i>evidence</i> kelurusan NE-SW (B1) dan kelurusan NW-SE (B2) yang berhubungan dengan kehadiran deposit emas dan logam dasar	112
Tabel V.11. Nilai <i>chi square</i> sebagai uji <i>conditional independence</i> enam pasangan peta biner <i>evidence</i> yang berhubungan dengan kehadiran emas dan logam dasar	113
Tabel V.12. Ringkasan hasil <i>overall test</i> dari peta probabilitas <i>posterior</i>	114
Tabel VI.1.Data hasil pengolahan berdasarkan hubungan deposit dengan jarak	

(buffer) peta <i>evidence</i> yang disesuaikan berdasarkan <i>conditionally independence</i> (derajat kebebasan) dan memiliki nilai statistik <i>contrast</i> yang signifikan dalam memprediksi kehadiran deposit emas dan logam dasar di daerah penelitian	117
Tabel VI.2.Keterdapatan deposit model dan validasi dalam peta <i>posterior</i> , peta <i>posterior</i> berasal dari 6 peta <i>evidence</i>	118