

DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
INTISARI	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Penelitian	1
1.2. Permasalahan Penelitian dan Pertanyaan Penelitian	7
1.2.1. Permasalahan Penelitian	7
1.2.2. Pertanyaan Penelitian	8
1.3. Tujuan dan Sasaran Penelitian	10
1.3.1 Tujuan Penelitian	10
1.3.2 Sasaran Penelitian	11
1.4. Manfaat Penelitian	12
1.5. Keaslian Penelitian	13
1.6. Batasan Operasional	22
II. TELAAH PUSTAKA DAN KERANGKA PEMIKIRAN	25
2.1. Telaah Pustaka	25
2.1.1. Lahan, Penggunaan Lahan dan Penutupan Lahan	25
2.1.2. Hutan, Kawasan Hutan dan Penggunaan Kawasan Hutan	27
2.1.3. Pertambangan Emas	29
2.1.4. Penginderaan Jauh	32
2.1.5. Sistem Informasi Geografis	47
2.1.6. Model dan Pemodelan Spasial	49



2.2.	Kerangka Pemikiran	60
III.	METODE PENELITIAN	64
3.1.	Data yang di perlukan	65
3.1.1.	Citra Penginderaan Jauh	65
3.1.2.	Data Spasial dan Peta-peta Pendukung	66
3.1.3.	Data Sekunder Tabular dan Tekstual	67
3.2.	Peralatan dan Perlengkapan	67
3.2.1.	Piranti Lunak	67
3.2.2.	Piranti Keras	67
3.2.3.	Perlengkapan Survei Lapangan	68
3.3.	Tahapan Penelitian	69
3.3.1.	Persiapan	69
3.3.2.	Pemrosesan Awal Citra Satelit	70
3.3.3.	Interpretasi Awal Citra Satelit	73
3.3.4.	Kajian Strategi Interpretasi	76
3.3.5.	Pengamatan dan Pemeriksaan Lapangan	78
3.3.6.	Pengolahan data Hasil Pemeriksaan Lapangan	79
3.3.7.	Pengujian Akurasi Interpretasi	79
3.3.8.	Eksplorasi dan Evaluasi Metode Fusi Citra	79
3.3.9.	Pengolahan Statistik	82
3.3.10.	Interpretasi dan Klasifikasi Multispektral	85
3.3.11.	Analisis Spasial Pola Keruangan Area Penambangan	86
3.3.12.	Pemodelan Spasial Prediksi Area Penambangan	88
3.3.13.	Tahap Penyusunan Laporan dan Pemetaan	89
IV	DISKRIPSI UMUM AREA PENELITIAN	
4.1.	Lokasi Penelitian	90
4.1.1.	Lokasi Administrasi Pemerintahan	90
4.1.2.	Lokasi Penelitian Berdasar Kawasan Hutan	92
4.1.3.	Aksesibilitas Daerah Penelitian	93
4.2.	Kondisi Fisik Daerah Penelitian	93
4.2.1.	Iklim	94



	95
4.2.3. Geomorfologi	97
4.3. Habitat dan Satwa Hutan Gunung Pani	98
4.3.1. Habitat Gunung Pani	98
4.3.2. Satwa Gunung Pani	99
4.3.3. Satwa Burung Gunung Pani	101
V INTERPRETASI CITRA SATELIT LANDSAT UNTUK IDENTIFIKASI AREA DAN POLA SPASIAL PENAMBANGAN EMAS RAKYAT DALAM KAWASAN HUTAN	105
5.1. Strategi Interpretasi Area Emas Penambangan dalam Kawasan Hutan	105
5.1.1. Hasil Pengamatan Lapangan area penambangan emas	105
5.1.2. Skala Usaha Pertambangan di Area Penelitian	107
5.1.3. Karakteristik Penambangan Emas oleh Masyarakat	109
5.1.4. Strategi Penafsiran Citra dengan Inferensi	116
5.2. Kunci Interpretasi Kegiatan Pertambangan Dalam Kawasan Hutan	118
5.3. Implementasi Strategi dan Kunci Interpretasi pada Citra Resolusi Sedang	120
5.5. Citra Multi Temporal untuk Memantau Perkembangan Area Tambang	127
5.6. Sebaran Spasial Lokasi Penambangan	132
5.6.1. Sebaran Vertikal Lokasi Penambang	132
5.6.2. Pola Sebaran Spasial Lokasi Penambangan	135
5.6.3. Variabel yang Berpengaruh Terhadap Pola Sebaran Spasial Lokasi Penambangan	138
VI METODE FUSI CITRA UNTUK MENINGKATKAN AKURASI INFORMASI SPASIAL PENAMBANGAN EMAS DALAM KAWASAN HUTAN	144
6.1. Metode Fusi Citra <i>Pan-Sharpening</i>	144
6.2. Evaluasi Kualitas Citra Hasil Fusi <i>Pan-Sharpening</i>	146
6.2.2. Evaluasi Secara Visual	146
6.2.2. Penilaian Secara Kuantitatif	150
6.3. Implementasi Metode Fusi Citra Terpilih untuk Interpretasi Penambangan Emas Rakyat dalam Kawasan Hutan	152



VII	KLASIFIKASI MULTISPEKTRAL DAN TRANSFORMASI SPEKTRAL SERTA PEMODELAN SPASIAL PREDIKSI AREA PENAMBANGAN EMAS RAKYAT BERBASIS CITRA LANDSAT	157
7.1.	Klasifikasi Multispektral Citra Landsat Area Kajian	157
7.1.1.	Klasifikasi Tak Terselia Citra Landsat-8 Area Kajian	158
7.1.2.	Klasifikasi Terselia Citra Landsat-8 Area Kajian	163
7.2.	Transformasi Spektral Indeks Mineral Lempung Citra Landsat-8 Area Kajian	169
7.2.1	Hasil Transformasi Spektral Indeks Mineral Lempung Area Kajian	170
7.2.2	Kesimpulan Transformasi Spektral Indeks Mineral Lempung Area Kajian	171
7.2.3	Pembahasan Transformasi Spektral Indeks Mineral Lempung Area Kajian	173
7.3.	Pemodelan Spasial Prediksi Perkembangan Area Penambangan Emas Rakyat	174
7.3.1.	Variabel Untuk Pemodelan Spasial Area Penambangan Rakyat	174
7.3.2.	Prediksi Perubahan Penutup Lahan dengan Rantai Markov	182
7.3.3.	Prediksi Perubahan Penutup Lahan dengan Cellular Automata dan Rantai Markov	184
VIII	PEMBAHASAN DAN TEMUAN PENELITIAN PEMANFAATAN CITRA SATELIT RESOLUSI MENENGAH LANDSAT UNTUK KAJIAN PENAMBANGAN EMAS RAKYAT DALAM KAWASAN HUTAN	
8.1.	Pembahasan Hasil Penelitian	187
8.1.1	Pembahasan Strategi Pengamatan Lapangan dan Kunci Interpretasi Penambangan Emas Rakyat pada Citra Resolusi Menengah Landsat	188
8.1.2	Pembahasan Pola Sebaran Spasial Lokasi Penambangan	190
8.1.3	Pembahasan Aplikasi Metode Fusi Citra Untuk Ekstraksi Informasi Penambangan dalam Kawasan Hutan	191
8.1.4	Pembahasan Klasifikasi Multispektral dan Transformasi Spektral Indeks Mineral Lempung untuk Identifikasi Area Penambangan Emas Rakyat	194
8.1.5	Pembahasan Pemodelan Spasial untuk Prediksi Perkembangan Area Penambangan dalam Kawasan Hutan	196
8.2.	Temuan penelitian	197



**IDENTIFIKASI AREA PENAMBANGAN EMAS DALAM KAWASAN HUTAN DAN PREDIKSI
PERUBAHANNYA MELALUI ANALISIS
SPASIAL BERBASIS CITRA SATELIT LANDSAT DI KABUPATEN POHUWATO PROVINSI
GORONTALO**

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

HERI SUNUPRAPTO, Drs. Prodio Danoedoro, MSc. Ph.D; Prof. Dr. Su Ritohardoyo, M.A
Universitas Gadjah Mada, 2017. Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

IX

9.1.	Kesimpulan	199
9.2.	Saran	200
DAFTAR PUSTAKA		202
LAMPIRAN		L1

Gambar	2.1	Skema Kerangka Pemikiran	59
Gambar	3.1	Sebagian peralatan survei/ pemeriksaan lapangan lapangan	69
Gambar	3.2	Ilustrasi pola sebaran spasial titik	87
Gambar	4.1	Peta lokasi area kajian secara administrasi pemerintahan	91
Gambar	4.2	Kondisi medan daerah penelitian didominasi perbukitan terjal yang banyak mengalami longsor batuan akibat kegiatan penambangan	97
Gambar	5.1	Cara menambang dengan membuat sumur dan gua untuk mengambil material (tanah/batuan) yang mengandung emas	110
Gambar	5.2	Talang yang dipasang pada badan sungai untuk menangkap pasir dan lumpur yang mengandung emas.	111
Gambar	5.3	Lereng bukit yang digali dan dilongsorkan untuk mendapatkan batuan/tanah yang mengandung emas	112
Gambar	5.4	Cara menambang dengan cara sedot dan semprot pada lembah sungai	113
Gambar	5.5	Lubang-lubang bekas galian tambang pada facet lereng bawah akibat cara penambangan semprot sedot dengan tenaga mesin	114
Gambar	5.6	Air buangan dari kegiatan penambangan emas yang keruh bergabung dengan aliran sungai Botudulanga yang relatif lebih jernih.	117
Gambar	5.7	Foto lapangan area tambang emas rakyat beserta kenampakannya pada citra satelit resolusi tinggi dan resolusi sedang.	120
Gambar	5.8	Peta citra menyajikan hasil penafsiran visual yang menggambarkan sebaran spasial penambangan emas rakyat rakyat di area penelitian tahun 2014	122
Gambar	5.9	Peta tematik penutup area penelitian lahan yang menggambarkan tipe penutup lahan termasuk sebaran spasial penambangan emas rakyat rakyat tahun 2014	123
Gambar	5.10	Area tambang hasil interpretasi terhadap citra Landsat multitemporal area penelitiahtahun 2000 sampai dengan tahun 2013 interval 3 tahun dan citra tahun 1991	129
Gambar	5.11	Perkembangan sebaran spasial area penambangan tahun 1991, 2000 dan tahun 2009	131
Gambar	5.12	Profil (potongan melintang) puncak bukit – lembah sungai menggambarkan sebaran vertikal cara menambang emas	133



Gambar	5.13	Sebaran spasial (horizontal) area penambangan emas rakyat pada area penelitian yang dibedakan berdasarkan tipe cara menambang. Hasil interpretasi visual citra resolusi tinggi Quick Bird	134
Gambar	5.14	Ilustrasi grafis pola sebaran spasial berdasar analisis rerata tetangga terdekat	137
Gambar	5.15	Variabel spasial yang berkorelasi dengan sebaran spasial lokasi penambangan	139
Gambar	5.16	Lokasi tambang emas rakyat yang berdekatan deangan sungai permanen	140
Gambar	6.1	Citra Landsat-8 OLI area studi (a) Citra Multispektral dalam resolusi spasial 30m (b) Citra Pankromatik dalam resolusi spasial 15m..	144
Gambar	6.2	Citra Landsat 8 OLI hasil penajaman spasial dengan delapan metode fusi citra (<i>image pan-sharpening</i>).	145
Gambar	6.3	Citra fusi (<i>pan-sharpened</i>) Landsat 8 OLI area studi. Evaluasi visual citra Landsat pan-sharpened dengan metode modifikasi IHS dapat mengidentifikasi area pertambangan emas rakyat ukuran besar maupun kecil serta membedakan jenis tutupan hutan dengan baik.	149
Gambar	6.4	Peta citra menyajikan sebaran spasial penambangan emas rakyat rakyat di area penelitian tahun 2014 yang ditafsir dari citra Landsat 8 hasil fusi modifikasi IHS.	155
Gambar	6.5	Peta penutup lahan area penelitian tahun 2014 menampilkan area tambang emas masyarakat yang ditafsir dari citra Landsat yang dipertajam dengan fusi metode IHS yang dimodifikasi (<i>Modified IHS</i>).	156
Gambar	7.1	Hasil klasifikasi tak terselia algoritma ISODATA dengan jumlah 20 kelas	159
Gambar	7.2	Hasil klasifikasi tak terselia algoritma ISODATA dengan jumlah 30 kelas	160
Gambar	7.3	Hasil klasifikasi tak terselia algoritma ISODATA dengan jumlah 50 kelas	161
Gambar	7.4	Hasil klasifikasi multispektral tak terselia dengan algoritma isodata citra Landsat 8 OLI rekaman tahun 2014 untuk mengidentifikasi area penambangan emas rakyat (ditampilkan dengan warna merah).	162
Gambar	7.5	Hasil klasifikasi citra Landsat OLI menggunakan 3 kombinasi aturan	167
Gambar	7.6	Citra hasil transformas IndeksMineral Lempungcitra Landsat-8 OLI	172



Gambar	7.7	Peta hasil klasifikasi spektral-energi transformasi Indeks Mineral Lempung	173
Gambar	7.8	Peta penutup lahan hasil klasifikasi multispektral citra Landsat tahun 1994	176
Gambar	7.9	Peta penutup lahan hasil klasifikasi multispektral citra Landsat tahun 2004	177
Gambar	7.10	Peta penutup lahan hasil klasifikasi multispektral citra Landsat tahun 2014	178
Gambar	7.11	Penutup lahan tiga periode hasil klasifikasi dengan kombinasi aturan terpilih sebagai input pemodelan.	179
Gambar	7.12	Empat peta tematik sebagai variabel perubahan dalam pemodelan prediksi area penambangan	182
Gambar	7.13	Penutup lahan 2014 prediksi hasil pemodelan berbasis analisis Rantai Markov	183
Gambar	7.14	Perbandingan antara area penambangan hasil prediksi Markov-Cellular Automata dengan hasil interpretasi citra Landsat 8	185
Gambar	7.15	Peta penutup lahan simulasi tahun 2014 dan 2024 hasil prediksi dengan algoritma CA-Markov	186
Gambar	7.16	Peta area penambangan simulasi tahun 2014 dan 2024 hasil prediksi dengan algoritma CA-Markov	186

Tabel 1.1	Penelitian terdahulu dikelompokkan sesuai topik penelitian	18
Tabel 2.1	Perbandingan spesifikasi band pada Landsat-7 ETM+ dan Landsat-8 OLI and TIRS	47
Tabel 4.1	Nama Kecamatan, Ibu Kota Kecamatan dan Luas Wilayah Kabupaten Pohuwato	92
Tabel 4.2	Data Unsur Iklim Area Penelitian	94
Tabel 4.3	Jenis-jenis mamalia, Reptilia dan Amfibi yang ditemukan di kawasan Gunung Pani dan Cagar Alam Panua dsk.	100
Tabel 4.4	Jenis-jenis burung di kawasan Gunung Pani dsk.	102
Tabel 5.1	Kunci interpretasi (umum) penambangan emas rakyat pada citra satelit	118
Tabel 5.2	Kunci interpretasi penambangan emas rakyat pada citra satelit resolusi tinggi dan resolusi sedang (menengah)	119
Tabel 5.3	Luas penutup lahan area penelitian tahun 2014 hasil penafsiran awal	125
Tabel 5.4	Luas penutup lahan area penelitian tahun 2014 setelah pencermatan penafsiran	126
Tabel 5.5	Penutup lahan yang berubah menjadi area tambang setelah pencermatan penafsiran	126
Tabel 5.6	Hasil analisis rerata tetangga terdekat lokasi penambangan emas rakyat	136
Tabel 5.7	Sebaran lokasi tambang pada formasi geologi (jenis batuan)	141
Tabel 5.8	Sebaran lokasi penambangan pada kelas lereng	141
Tabel 5.9	Sebaran lokasi penambangan pada fungsi kawasan hutan	142
Tabel 5.10	Sebaran lokasi penambangan pada jarak dari sungai	142
Tabel 6.1	Skor evaluasi visual citra Landsat-8 yang dipertajam (<i>pan-sharpened</i>) dihasilkan dari delapan metode yang berbeda	147
Tabel 6.2	Perbandingan skor penilaian citra hasil fusi (<i>pan-sharpened</i>) oleh peneliti dengan beberapa ahli	148
Tabel 6.3	Rasio luas kelas hasil klasifikasi tidak terawasi yang dihasilkan dari citra asli dan citra fusi hasil proses penajaman menggunakan delapan metode	151
Tabel 6.4	Statistik diskriptif untuk masing-masing citra hasil klasifikasi dari delapan metode penajaman spasial (<i>pan-sharpening</i>).	152



IDENTIFIKASI AREA PENAMBANGAN EMAS DALAM KAWASAN HUTAN DAN PREDIKSI PERUBAHANNYA MELALUI ANALISIS SPASIAL BERBASIS CITRA SATELIT LANDSAT DI KABUPATEN POHUWATO PROVINSI GORONTALO

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

HERI SUNUPRAPTO, Drs. Prodjo Danoedoro, MSc. Ph.D; Prof. Dr. Su Ritohardoyo, M.A

Tabel	6.5	Isi-as penutup lahan area penelitian tahun 2014 setelah pencermatan penafsiran	153
Tabel	7.1	Skema klasifikasi penutup lahan yang diterapkan daerah penelitian	165
Tabel	7.2	Statistik citra hasil transformasi Indeks Mineral Lempung	170
Tabel	7.3	Kisaran nilai piksel untuk penutup lahan dari citra hasil transformasi Indeks Mineral Lempung	171
Tabel	7.4	Variabel perubahan yang dipilih sebagai input dalam model prediksi	180