

## APLIKASI PROGRAM ARC - SDM PADA PENGINDERAAN JAUH UNTUK PEMETAAN MINERAL EMAS

**Ceni Febi Kurnia Sari**

Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Papua, Indonesia

Jl. Gunung Salju, Amban Manokwari, Papua Barat

*Corresponding Author:* [ceniey15@gmail.com](mailto:ceniey15@gmail.com).

### ABSTRAK

Aplikasi program ARC - SDM pada *remote sensing* (penginderaan jauh) untuk mineral emas pada suatu daerah dapat diterapkan dengan cara membuktikan kecocokan hasil dari interpretasi citra satelit dengan kondisi di daerah penelitian. Metode *remote sensing* ini bisa memilih lokasi yang memiliki potensi keterdapatannya keberadaan endapan bahan galian dengan ciri-ciri tertentu sehingga dapat mempengaruhi aspek kegiatan eksplorasi, yakni waktu yang efisien. Dimana penggunaan metode *remote sensing* (penginderaan jauh) ini dapat mengurangi biaya eksplorasi karena hanya fokus pada daerah penelitian permukaan bumi yang lebih rinci pada daerah yang memiliki potensi lebih terhadap keberadaan bahan galian. Dengan menggunakan metode *remote sensing* berupa citra satelit landsat ETM8+ di kegiatan eksplorasi dapat menentukan luasnya permukaan tanah yang akan dilakukan, penelitian lebih lanjut secara rinci dalam waktu sesingkat mungkin serta memungkinkan untuk mampu membuat peta interpretasi geologi dalam waktu yang relatif singkat.

**Kata kunci:** Metode penginderaan jauh (*remote sensing*), kegiatan eksplorasi, pemetaan geologi, mineral emas.

### ABSTRACT

The application of the ARC - SDM program on remote sensing for gold minerals in an area can be implemented by proving the compatibility of the result of the interpretation of satellite image with conditions in the study area. Remote sensing method is able to detect potential locations with mineral deposits occurrence that has certain characteristics that can affect a certain aspect of exploration activities, namely time efficiency. The use of remote sensing method can reduce exploration costs because it only focuses on detailed surface area of research that have more potential for the existence of minerals. By using remote sensing method in the form of landsat ETM8+ in exploration activities can determine specific area to explore, researching in detail in the shortest time possible and to be able to produce accurate, valid and up-to-date data that makes it possible to create geological interpretation maps in a relatively short time.

**Keywords:** Remote sensing method, exploration activities, geological mapping, mineral gold.



[JTIP©Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

### PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi pada era MEA ini telah sangat cukup mengalami perubahan yang signifikan, tak terkecuali juga di bidang pertambangan yaitu salah satunya program aplikasi program ARC - SDM pada *remote sensing* (penginderaan jauh) untuk pemetaan mineral emas. Dimana tujuan dari aplikasi *remote sensing* (penginderaan jauh) pada suatu daerah

keterdapatannya endapan mineral emas pada daerah penyelidikan penelitian ini adalah agar dapat diterapkan dengan cara membuktikan kecocokan hasil dari interpretasi citra satelit pada hasil penelitian di lapangan [12]. Penginderaan jauh (*remote sensing*) merupakan suatu ilmu seni dan teknik untuk memperoleh informasi suatu daerah dan fenomena analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa harus kontak langsung dengan daerah tersebut. Dimana penggunaan metode

penginderaan jauh ini dapat menentukan luasnya permukaan tanah yang akan dilakukan. Serta dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dalam waktu yang lebih cepat [11]. Dimana pada penelitian ini menggunakan pemetaan geologi yang menggunakan metode *remote sensing* (penginderaan jauh) berupa citra satelit Landsat ETM8<sup>+</sup>.

Adapun hasil penelitian yang diperoleh dari interpretasi penginderaan jauh (*remote sensing*) berupa citra satelit Landsat ETM8<sup>+</sup> ini adalah interpretasi hidrotermal dari batuan teralterasi yang berasosiasi dengan cebakan mineral emas serta dapat juga digunakan sebagai basis data untuk pemetaan geologi pada kegiatan eksplorasi [8].

## METODE PENELITIAN

Pada kegiatan penyelidikan keterdapatan endapan emas di daerah penelitian ini digunakan beberapa data dasar. Adapun data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Data primer dalam penelitian pemetaan mineral emas ini adalah data yang dari hasil pengamatan langsung di lapangan. Serta untuk data sekunder pada aplikasi program ARC - SDM ini adalah berupa data Citra Landsat ETM8<sup>+</sup>, Citra DEM dan peta geologi. Metode yang dilakukan pada penelitian pemetaan mineral emas ini adalah metode survei dan pengamatan/observasi langsung, pengukuran, pemetaan serta analisis deskriptif kualitatif. Dimana survei yang dilakukan adalah survei eksplorasi geologi dan pemetaan. Peta dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta topografi; hasil pemetaan langsung turun di lapangan dengan skala 1 : 100.000. Metode deskriptif kualitatif [10] menyatakan bahwa suatu metode yang digunakan untuk menggambarkan atau menganalisis suatu penelitian tetapi tidak digunakan untuk membuat kesimpulan yang luas. Sedangkan pengertian dari metode deskriptif ini dapat diartikan sebagai prosedur pemecahan masalah yang diselidiki dengan menggambarkan keadaan subjek atau objek dalam penelitian yang pada saat sekarang berdasarkan fakta-fakta yang tampak atau yang ada (apa adanya sesuai fakta/kenyataan di lapangan).

## DASAR TEORI

### Penginderaan Jauh untuk Geologi dan Eksplorasi Mineral

Hasil interpretasi citra satelit ETM8<sup>+</sup> yang berhubungan dengan eksplorasi mineral adalah :

#### 1. Pemetaan Alterasi Hidrotermal

Zona alterasi dapat menjadi indikator kemungkinan keberadaan cebakan mineral emas di suatu lokasi. Kehadiran alterasi hidrotermal

dapat diketahui dengan mengambil beberapa kombinasi layer citra satelit ETM8<sup>+</sup> yang memiliki nilai reflektansi tinggi terhadap mineral emas diantaranya: layer 4 (0.636 0.673 m), layer 2 (0.452 0.512 m), layer 5 (0.851 0.879 m), layer 6 (1.566 1.651 m), layer 7 (2.107 2.294 m), dan layer 10 (10.60 11.19 m) yang digunakan dalam menentukan persebaran zona alterasi hidrotermal (Pour dan Hashim, 2014). Pada beberapa layer, dilakukan metode statistik yaitu metode membagi nilai panjang gelombang suatu layer dengan layer yang lain untuk memperjelas kenampakan suatu objek di permukaan bumi yang sulit atau tidak dapat dilihat oleh saluran tunggal (Pour dan Hashim, 2014). Perbandingan dilakukan pada beberapa layer, yaitu pada layer 4 dibandingkan dengan layer 2, dan layer 6 dibandingkan dengan layer 7 untuk mendapatkan nilai interpretasi yang semakin baik dari zona alterasi hidrotermal di permukaan. Pada kombinasi layer 4/2, 6/7, dan 5, keberadaan mineral hasil alterasi hidrotermal terekam sebagai warna kuning, selain itu, sistem pengairan dan pemukiman terekam sebagai warna merah. Vegetasi terekam sebagai warna biru kehijauan hingga hijau.

#### 2. Interpretasi Geologi

Selain untuk mengetahui lokasi cebakan mineral emas melalui alterasi batuan. Interpretasi geologi berdasarkan data penginderaan jauh bertujuan untuk memperbaharui peta geologi regional. Proses verifikasi juga dilakukan dalam tahapan interpretasi yang dimaksudkan sebagai dasar dalam pemetaan langsung di lapangan berupa informasi litologi dan struktur geologi.

Dalam interpretasi citra satelit ETM8<sup>+</sup> untuk pemetaan geologi dapat memperhatikan unsur rona pada citra landsat ETM8<sup>+</sup> tersebut. Rona adalah terang-gelapnya citra satelit yang mencerminkan ukuran banyaknya cahaya yang dipantulkan oleh suatu objek dan direkam oleh citra hitam putih. Rona dapat dihasilkan oleh batuan induk segar, tanah hasil pelapukan batuan, tubuh air, vegetasi, objek budaya, relief, dan kekasaran permukaan [12].

### Genesa Mineral Emas

Pada umumnya emas ditemukan di dalam retakan-retakan batuan kuarsa dan dalam bentuk mineral yang terbentuk dari proses magmatisme dan vulkanisme, bergerak berdasarkan adanya panas di dalam bumi. Beberapa endapan terbentuk karena proses metasomatisme kontak dan larutan hidrotermal. Beberapa endapan terbentuk karena proses metasomatisme kontak dan aktifitas hidrotermal, yang membentuk tubuh bijih dengan

kandungan utama silica. Cebakan emas primer mempunyai bentuk sebaran berupa urat/vein dalam batuan beku, kaya besi dan berasosiasi dengan urat kuarsa. Cebakan primer merupakan cebakan yang terbentuk bersamaan dengan proses pembentukan batuan. Bahan galian yang termasuk kategori ini bervariasi mulai dari cebakan bijih (logam, emas-perak, tembaga, mangan, timbal, dll). Bentuk cebakan primer dapat berupa urat maupun porfiri [3].

**Alterasi Hidrotermal [4].**

Alterasi hidrotermal adalah perubahan mineral dan komposisi kimiawi yang terjadi pada batuan ketika batuan berinteraksi dengan larutan hidrotermal. Larutan hidrotermal merupakan suatu cairan panas yang berasal dari kulit bumi yang bergerak ke atas dengan membawa komponen pembentuk mineral bijih. Larutan hidrotermal pada suatu sistem dapat berasal dari air magmatik, air meteorik, atau air yang berisi mineral yang dihasilkan selama proses metamorfisme yang menjadi panas di dalam bumi dan menjadi larutan hidrotermal. Ketika terjadi kontak batuan dengan larutan hidrotermal, maka terjadi perubahan mineralogi dan perubahan kimia antara batuan dan larutan, di luar kesetimbangan kimia dan kemudian larutan akan mencoba kembali membentuk kesetimbangan. Perubahan-perubahan yang terjadi pada batuan tergantung pada beberapa hal, yaitu: temperatur, sifat kimia larutan hidrotermal, konsentrasi larutan hidrotermal, komposisi batuan sampling, durasi aktivitas hidrotermal dan permeabilitas.

Reaksi hidrotermal pada fase tertentu akan menghasilkan kumpulan mineral tertentu tergantung dari temperatur dan pH fluida dan disebut sebagai himpunan mineral, sehingga dengan munculnya mineral alterasi tertentu akan menunjukkan komposisi pH larutan dan temperatur fluida. Mineral-mineral hidrotermal yang menjadi penunjuk temperature pembentukan mineral yang terbentuk dari alterasi batuan pada kondisi pH netral. Ada beberapa jenis ubahan batuan atau alterasi, diantaranya adalah: albitisasi, argilisasi, epidotisasi, karbonatisasi, kloritisasi, serisitisasi, propilitisasi, propilit, greisenisasi, limonitisasi dan gossan.

**Endapan Epithermal [1].**

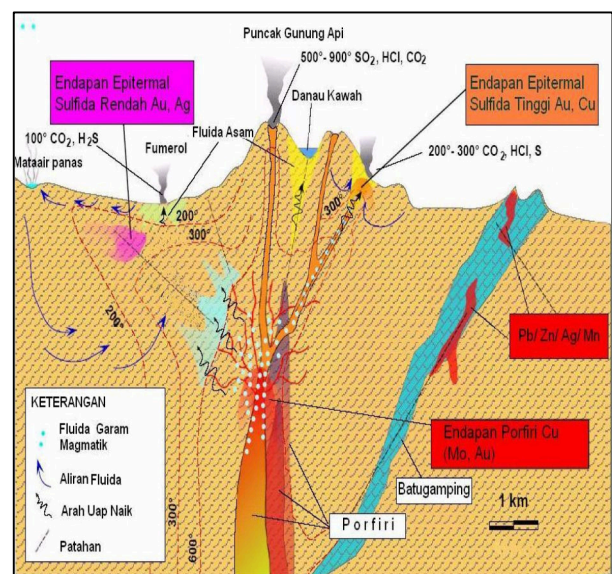
Endapan emas epithermal dapat dibagi 2 tipe yaitu :

a. Epithermal Low Sulfidation

Terbentuk dalam suatu system geothermal yang didominasi oleh air klorit dengan pH near-neutral, dimana terdapat kontribusi dominan dari sirkulasi air meteoric yang dalam dan mengandung CO<sub>2</sub>, NaCl, dan H<sub>2</sub>S.

b. Epithermal High Sulfidation

Terbentuk dalam suatu system magmatic-hydrothermal yang didominasi oleh fluida hidrotermal yang asam, dimana terdapat fluks larutan magmatic dan vapor yang mengandung H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, HCl, H<sub>2</sub>S, dan SO<sub>2</sub>, dengan variable input dari air meteorik lokal.



Gambar 1. Model Fluida Sulfida Tinggi dan Rendah

Tabel 1. Karakteristik Fluida Sulfida Tinggi dan Rendah

	Sulfida Tinggi	Sulfida Rendah
Temperatur Formasi	100 – 300 °C	150 – 250 °C
Kedalaman Formasi	500 – 2000 m	0 – 1000 m
Batuan Induk	Andesit - Riodasit	Andesit – Riodasit - Riolit
Karakteristik Fluida	Ph asam, Oksidasi, Campuran antara air magmatik dan air meteorik	Ph netral, Reduksi, Dominan air meteorik
Alterasi	Terdekat : Argillik Lanjut – Asam Sulfat Pertengahan : Argillik – Argillik Tengah Terjauh : Propilit	Terdekat : Adularia-Serisit - Serisit-Argillik Pertengahan : Argillik Lanjut – Asam Sulfat Terjauh : Propilit – Zeolit
Tekstur	Vuggy dan Masif Silika (fine-grained quartz)	Urat Bijih, Band, Colloform dan Breksi
Logam	Cu, Au, As (Ag, Pb)	Au, Ag (Zn, Pb, Cu)



## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Citra Landsat ETM8+

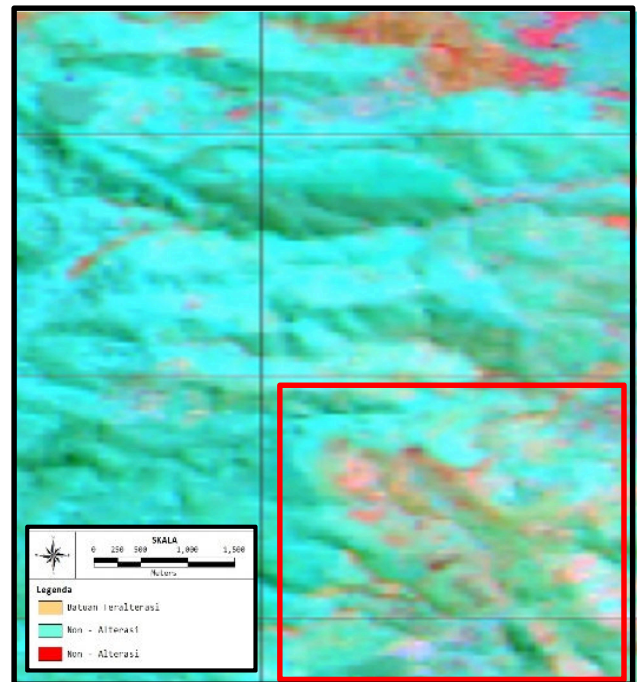
Citra Landsat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Citra Landsat ETM8+. Citra Landsat ETM8+ ini menggunakan pendekatan penentuan formasi dan alterasi yaitu komposisi dari band 4/2, 6/7 dan 5. Kehadiran alterasi hidrotermal dapat diketahui dengan mengambil beberapa kombinasi band yang memiliki nilai reflektansi tinggi terhadap mineral mineral alterasi hidrotermal.



Gambar 2. Citra Landsat ETM8+ [2].

Melalui kombinasi band 4/2, 6/7, dan 5 dapat diketahui penyebaran mineral alterasi hidrotermal. Hasil dari interpretasi mineral alterasi hidrotermal dikenali dari kenampakan warna oranye-coklat. Persebaran mineral alterasi hidrotermal dideteksi berada pada bagian utara, tenggara, dan barat dari daerah penelitian. Setelah dilakukan interpretasi dengan mengkombinasikan beberapa band untuk mengetahui keberadaan alterasi hidrotermal kemudian hasil citra tersebut akan di overlay dengan peta geologi, yang digunakan sebagai acuan dasar dalam penentuan formasi geologi lokasi penelitian. Pengolahan ini menggunakan bantuan perangkat lunak Arc SDM untuk mengklasifikasikan formasi permukaan berdasarkan spectral warna dan rona dari citra landsat dan dikombinasikan dengan peta geologi bersistem. Hasil dari interpretasi yaitu warna biru menandakan rona yang diduga sebagai

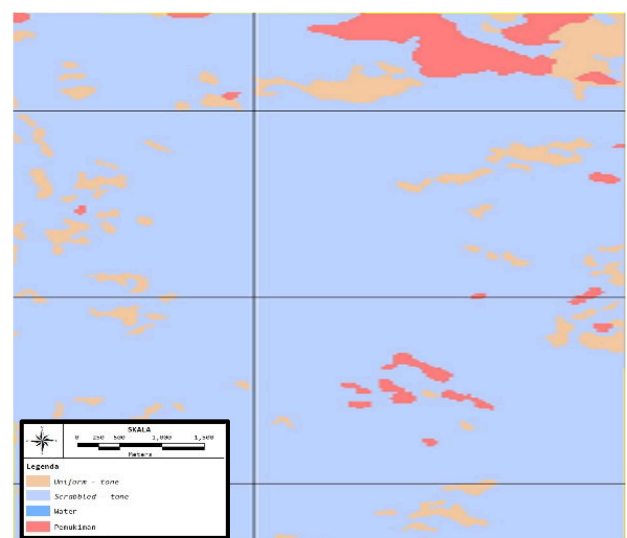
bayangan bukit dengan ukuran bervariasi dan tidak teratur, serta diduga sebagai lava muda dan tua. Warna coklat muda menandakan rona dengan pendugaan sebagai alluvium.



Gambar 3. Peta Interpretasi Citra Landsat ETM8+ [9].

### Citra DEM

Pengolahan citra DEM dilakukan dengan mendeliniasi arah atau pola kelurusan yang terlihat pada kenampakan relief citra DEM dan dikorelasikan dengan topografi permukaan pola kelurusan dimaksud merupakan gambaran relief permukaan bumi yang dapat berbentuk seperti punggung yang kemudian dilakukan perhitungan kerapatan densitas pola kelurusan [14].

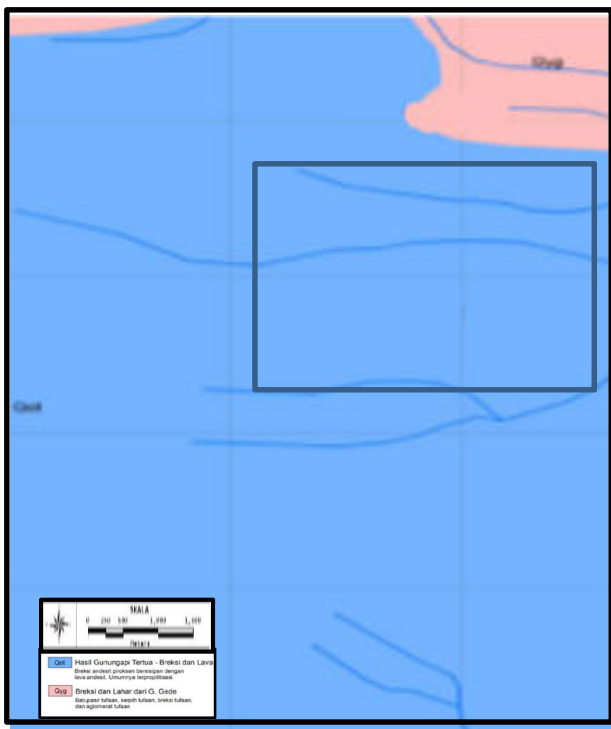


Gambar 4. Peta Sebaran Formasi

### Peta Geologi Daerah Penelitian [7].

Peta Geologi yang digunakan dalam penelitian ini merupakan Peta Geologi dengan skala 1 : 100.000 yang memberikan informasi berupa formasi batuan, litologi batuan, stratigrafi dan struktur geologi. Peta geologi ini digunakan sebagai data yang akan dikorelasikan dengan data lainnya dalam penentuan daerah yang berpotensi adanya keterdapatan deposit emas.

Berdasarkan peta geologi daerah, lokasi penelitian didominasi oleh batuan hasil gunung api pada bagian Tengah hingga Selatan daerah penelitian, yang terdiri dari breksi andesit piroksen yang bersisipan dengan lava andesit yang secara keseluruhan batuan tersebut terpropilitisasi serta membentuk daerah perbukitan. Selain itu pada bagian Utara daerah penelitian merupakan daerah dengan batuan breksi dan lahar dari gunung yang terdiri dari batupasir tufaan, serpih tufaan, breksi tufaan dan aglomerat tufaan [1].



Gambar 5. Peta Geologi Daerah Penelitian

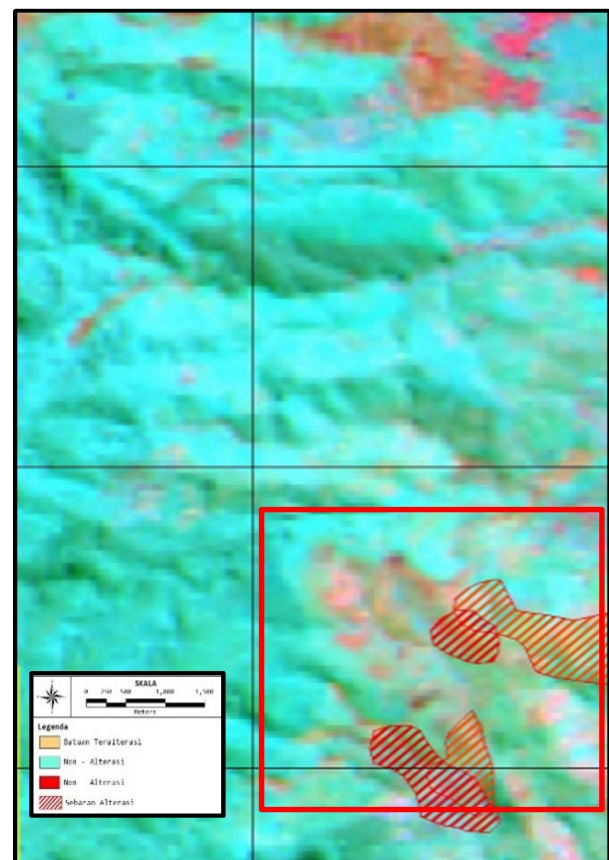
### Penyebaran Mineral Emas [6].

Berdasarkan hasil dari interpretasi citra landsat ETM8<sup>+</sup> [15] terhadap rona dan warna, warna biru muda menandakan rona yang diduga sebagai bayangan bukit dengan ukuran bervariasi dan tidak teratur, serta diduga sebagai lava muda dan tua. Berdasarkan Peta Geologi, lokasi penelitian didominasi oleh batuan hasil gunungapi pada bagian tengah hingga selatan daerah penelitian, yang terdiri dari breksi andesit piroksen yang bersisipan dengan

lava andesit yang secara keseluruhan batuan tersebut terpropilitisasi serta membentuk daerah perbukitan. merupakan formasi yang diduga adanya keterdapatan mineral emas.

Berdasarkan hasil dari interpretasi citra landsat ETM8<sup>+</sup> terhadap alterasi hidrotermal dikenali dari kenampakan warna oranye-coklat. Persebaran mineral alterasi hidrotermal dideteksi berada pada bagian utara.

Hasil pendugaan tersebut perlu dibuktikan dengan pengamatan di lapangan untuk keterdapatan batuan dan alterasi yang terjadi. Sehingga hasil interpretasi citra landsat ini dijadikan acuan dalam pengamatan di lapangan.



Gambar 6. Peta Sebaran Mineral Emas

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil interpretasi penginderaan jauh dengan menggunakan program ARC - SDM di daerah penelitian, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil dari interpretasi citra landsat ETM8<sup>+</sup> terhadap rona dan warna, daerah penelitian merupakan batuan yang tersusun pada formasi lava muda dan tua.

2. Berdasarkan hasil dari interpretasi citra landsat ETM8<sup>+</sup> terhadap alterasi hidrotermal, daerah penelitian pada bagian utara merupakan daerah alterasi sebagai pembawa mineral emas.
3. Perlu dilakukan pengamatan di lapangan untuk membuktikan hasil interpretasi citra landsat ETM8<sup>+</sup> dengan program ARC-SDM ini sehingga dapat disinkronkan hasilnya dengan keadaan di lokasi sebenarnya.
4. Dalam kegiatan eksplorasi, *remote sensing* (penginderaan jauh) ini memegang peranan penting dalam hal untuk mengisolasi potensi endapan biji berdasarkan model penginderaan jauh. Dimana penggunaan metode *remote sensing* (penginderaan jauh) ini dapat mengurangi biaya eksplorasi karena hanya fokus pada daerah penelitian permukaan bumi yang lebih rinci pada daerah yang memiliki potensi lebih terhadap keberadaan bahan galian. Dengan menggunakan metode *remote sensing* (penginderaan jauh) ini kegiatan eksplorasi dapat menentukan luasnya permukaan tanah yang akan dilakukan, penelitian lebih lanjut secara rinci dalam waktu sesingkat mungkin. Metode pemetaan untuk kegiatan eksplorasi geologi mineral emas yang menggunakan data penginderaan jauh berupa citra satelit Landsat ETM8<sup>+</sup> ini diharapkan mampu menghasilkan data yang akurat, valid dan terkini yang memungkinkan untuk membuat peta interpretasi geologi dalam waktu yang relatif singkat.
- [6]. Hilman, P.M, 2004, Mineral potential mapping for epithermal gold mineralization using Geographic Information Systems (GIS) technique, University of Western Australia.
- [7]. Kemp, L, 2001, ArcSDM and DataXplore User Guide, US Geological Survey, Geological Survey of Canada.
- [8]. Muhari, Aldi Gustian, Aplikasi Penginderaan Jauh (Remote Sensing) Menggunakan Landsat-8 Untuk Formasi Pembawa Batubara di Desa Salikung Kecamatan Muara Uya, Kabupaten Tabalong Provinsi Kalimantan Selatan, Skripsi, Universitas Islam Bandung, Program Studi Teknik Pertambangan, Bandung, 2018.
- [9]. Raines, G.L, 2001, Resources Materials for A GIS Spatial Analysis Course, U.S. Geological Survey, Washington.
- [10]. Sugiyono Dr. Prof, 2017, *Metode Penelitian Kualitatif*, Alfabeta.
- [11]. Sutanto, 1992, *Metode Penelitian Penginderaan Jauh*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- [12]. Soetoto S.U, *Penginderaan Jauh untuk Geologi*, Penerbit Ombak, Yogyakarta, 2015.
- [13]. Tsoukalas, L.H & Uhrig R.E, 1997, *Fuzzy and Neural Approaches in Engineering*, Jhon Wiley and Sons, New York.
- [14]. Wyborn, L.A.I., Galagher, R & Mernagh, T, 1995, Using GIS for Mineral Potential Evaluation in Areas with Few Known Mineral Occurrences, In: Second National Forum on GIS in The Geosciences Forum, 199 211, Australian Geological Survei Organisation, Canberra.
- [15]. Zadeh, L.A, 1965, Fuzzy sets. *Information and Control* 8, 338-353.

## DAFTAR PUSTAKA

### Artikel:

- [1]. Berger & Henley, R.W, 1989, E Epithermal Gold Deposit in Volcanic Terranes, 131 164. Blackie, Glasgow and London.
- [2]. Bonham-Carter, G.F, 1998, *Geographic Information Systems for Geoscientists Modelling with GIS*, Pergamon, Ontario.
- [3]. Caranza, J.M & Hale, M, 2002, *Geologically Constrained Mineral Potential Mapping*, ITC Publications No. 86, Nedherland.
- [4]. Crosta, A.P & Robelo, A, 1993, Assesing Landsat TM for Hydrothermal Alteration Mapping in Central-Western Barzil, Calgary, Alberta, Canada, 1173-1187.
- [5]. Hedenquist, J.W., Izawa, E., Arribas, A & White, N.C, 1996, *Epithermal Gold Deposits : Style, Characteristics and Exploration*. Society of Resource Geology, Tokyo, Japan.