

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Perubahan Penggunaan Lahan**

Perubahan penggunaan lahan mempunyai pola yang tidak sama tergantung dari lokasi secara geografis (Kusrini, 2011). Sebagaimana pendapat (Fitriyanto, 2019), perubahan bentuk permukaan bumi, jumlah penduduk, *land value*, kemudahan akses, sarana dan prasarana dan daya dukung lahan merupakan sebab-sebab yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan. Analisis *landuse change* dapat digunakan untuk menganalisis tutupan atau penggunaan lahan di masa depan (Munibah, 2016). Penggunaan lahan atau tutupan lahan merupakan perwujudan material fisik permukaan bumi yang dapat menunjukkan korelasi antara proses alam dan proses sosial (Sampurno, 2016). Data yang akurat adalah salah satu faktor kunci dalam perbaikan ekosistem, hidrologi, dan model atmosfer (Miller, 2007). Saat ini perubahan kondisi lahan lebih didominasi oleh pengaruh aktivitas manusia dibandingkan dengan faktor alamiah (Giri, 2012). Sementara Farida (2004) menyebutkan bahwa pertumbuhan penduduk, permasalahan hak kepemilikan lahan, taraf kemiskinan, dan kebutuhan ekonomi yang semakin tinggi merupakan faktor yang mendorong masyarakat untuk membuka lahan dalam memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari.

Perbedaan penggunaan lahan dan tutupan lahan dapat diketahui dari penggunaan lahan yang berfokus pada tujuan dari fungsi lahan, contohnya tempat wisata, habitat flora dan fauna atau lahan pertanian sedangkan tutupan lahan berfokus pada topografi (Syahbana, 2013). Perubahan penggunaan lahan adalah peningkatan suatu penggunaan lahan dari satu jenis penggunaan ke penggunaan yang lain, diikuti dengan penurunan jenis penggunaan lahan yang lain dari suatu periode waktu ke waktu berikutnya, atau perubahan fungsi suatu lahan pada rentang waktu yang berbeda (Wahyunto, 2001) Perubahan penggunaan lahan pada umumnya dapat diamati dengan menggunakan data spasial dari peta penggunaan lahan pada titik tahun yang berbeda. Data spasial penginderaan jauh seperti citra satelit, radar, dan foto udara dapat dimanfaatkan dalam pengamatan perubahan penggunaan lahan.

## **2.2 Pemanfaatan Teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG)**

### **2.2.1 Teknologi Penginderaan Jauh**

Penginderaan jauh (*remote sensing*) adalah teknologi untuk menghasilkan data dari sebuah objek yang ingin diteliti dengan suatu alat yang tidak terhubung langsung. Aronoff (2004) menyatakan bahwa penginderaan jauh merupakan teknologi karena ia mengubah tenaga elektromagnetik menjadi citra maupun data digital. Selanjutnya citra dan data digital diubah lagi menjadi informasi yang bermanfaat untuk berbagai keperluan bagi kehidupan manusia. Teknologi penginderaan jauh digunakan untuk menganalisis permukaan bumi secara tidak langsung menggunakan bantuan sensor (Lillesand, 2015). Kegiatan penginderaan jauh tidak hanya melakukan pengambilan data saja tetapi diperlukan analisis data secara komputerisasi, interpretasi, analisis citra dan penyampaian data yang dihasilkan. Aktivitas penginderaan jauh dipengaruhi oleh penggunaan energi elektromagnetik (Jaya, 2021).

Penginderaan Jauh (*remote sensing*) memiliki empat komponen utama yang meliputi; a) sumber gelombang elektromagnetik; b) korelasi gelombang elektromagnetik dengan atmosfer; c) korelasi antara energi elektromagnetik dengan objek di permukaan bumi; dan d) sensor. Sumber energi satelit penginderaan jauh yang memakai sensor pasif ialah cahaya matahari, sedangkan sumber energi satelit penginderaan jauh yang memakai sensor aktif berasal dari gelombang atau radar yang terdapat di satelit itu sendiri (Hasyim, 2017).

### **2.2.2 Sistem Informasi Geografis (SIG)**

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sistem yang memfokuskan elemen geografis atau bagian keruangan (spasial) yang mengacu pada permasalahan di permukaan bumi. Istilah informasi geografis terdiri dari data tentang suatu lokasi dan data mengenai informasi yang diperoleh pada objek yang diteliti. SIG adalah *software* yang mempunyai empat fungsi dalam memproses data geografis; (a) *input*, (b) *output*, (c) manajemen data, (d) analisis dan rekayasa data (Prahasta, 2002).

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem informasi terkomputerisasi untuk mengolah data georeferensi yang berkembang pesat selama beberapa tahun terakhir. Keunggulan SIG adalah memudahkan pengguna untuk membuat kebijakan yang sangat relevan dengan aspek spasial. Teknologi ini memudahkan pemetaan tanah. Salah satunya adalah lokasi pertambangan (Wibowo, 2015). SIG terdiri atas *hardware*, *software* dan *brainware* yang mampu mengolah data dan informasi geografis (Jaya, 2002). Komponen-komponen dalam SIG menentukan pengembangan terhadap data yang akan diolah. Memudahkan pengambilan keputusan dan memecahkan masalah keruangan adalah fungsi dari SIG.

### **2.3 Indeks Vegetasi**

Indeks vegetasi adalah tingkat nilai warna hijau dari vegetasi yang didapatkan dari pengolahan sinyal digital data nilai kecerahan (*brightness*) beberapa band dari data sensor satelit. Kejadian fotosintesis pada daun dengan penyerapan cahaya merah oleh klorofil dan pemantulan cahaya inframerah dekat oleh jaringan mesofil akan membuat nilai kecerahan yang diterima sensor satelit pada kanal-kanal tersebut berbeda. Daerah non-vegetasi yang termasuk diantaranya wilayah Tubuh Air, lahan terbangun, lahan terbuka, dan daerah dengan kondisi vegetasi yang telah rusak akan menunjukkan nilai rasio yang rendah (minimum). Sebaliknya pada daerah dengan vegetasi sangat rapat dan kondisi sehat, perbandingan kedua kanal tersebut akan sangat tinggi (maksimum) (Hanif, 2015). Kerapatan vegetasi merupakan salah satu parameter untuk melihat tingkat kerusakan lahan, dikatakan bahwa lahan yang ditumbuhi vegetasi subur memiliki unsur hara tinggi menunjukkan kerapatan vegetasi yang tinggi.

#### **2.3.1 NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)**

Analisis NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) berfungsi untuk mengetahui kesehatan dan kerapatan vegetasi. Nilai NDVI yang mendekati +1 semakin baik (Kusumaningrum, 2013). Analisis NDVI dapat digunakan untuk mengetahui dampak dari parameter tingkat kehijauan tumbuhan dalam korelasinya dengan cadangan karbon yang tersimpan pada berbagai vegetasi (Hatulesila, 2017). Parameter ini kerapatan vegetasi dibagi menjadi 5 kelas dan

dikembangkan berdasarkan penelitian sebelumnya. Kondisi perubahan lingkungan menyebabkan vegetasi yang terdapat di sekitar tambang kekurangan air dan nutrisi serta menyebabkan daun terlihat menguning hingga kecoklatan (Romiyanto, 2015).

*Normalize Difference Vegetation Index* (NDVI) merupakan indeks nilai warna hijau pada tanaman. Dasarnya NDVI merupakan pengamatan dengan permukaan yang tidak sama akan merefleksikan berbagai jenis gelombang cahaya yang tidak sama. Vegetasi yang sedang melakukan fotosintesis akan menyerap sebagian besar gelombang merah sinar matahari dan mencerminkan gelombang inframerah dekat lebih tinggi. Daerah dengan vegetasi tercekam akan lebih banyak mencerminkan gelombang merah dan lebih sedikit pada gelombang inframerah dekat (Wulandari, 2020).

### **2.3.2 EVI (Enhanced Vegetation Index)**

*Enhanced Vegetation Index* (EVI) merupakan indeks vegetasi yang dioptimalisasi untuk mengurangi pengaruh latar belakang kanopi dan variasi atmosfer yang lebih baik dari metode NDVI (Andana, 2015). EVI lebih responsif untuk penentuan variasi struktur kanopi, termasuk *Leaf Area Index* (LAI), jenis kanopi, fisiogonomi tanaman, dan arsitektur kanopi dari pada NDVI yang umumnya hanya merespon untuk jumlah klorofil (Huete, 2002). Algoritma EVI dirancang untuk lebih tahan terhadap gangguan yang disebabkan oleh warna tanah (Sudiana, 2008).

## **2.4 Sistem Satelit Landsat**

Sistem satelit Landsat merupakan program NASA untuk observasi bumi dari luar angkasa. Citra landsat pertama ialah ERTS-1 (*Earth Resources Technology Satellite*) diterbitkan pada tahun 1972. Landsat 1 dan Landsat 2 sama dengan ERTS-2 yang diluncurkan pada tahun 1975. Satelit ini memiliki resolusi spasial 80 x 80 meter dengan sensor RBV (*Retore Beam Vidcin*) dan MSS (*Multi Spectral Scanner*). Dilanjutkan dengan seri satelit selanjutnya yaitu Landsat 3, 4, 5, 6, 7, 8 dan terbaru adalah Landsat 9 yang diorbitkan pada tahun 2021.

Tahun 1999 citra Landsat 7 diorbitkan dengan sensor ETM+ dengan resolusi 30 x 30 meter dan mempunyai 8 band spektral (*Visible, NIR, SWIR, MIR*), 60

meter (*thermal*), dan 15 meter (*panchromatic*). Sejak tahun 2003 citra Landsat 7 mengalami kerusakan *Scan Line Corrector* (SLC) yang mengakibatkan data citra tidak sempurna. Tahun 2013 Landsat 8 mulai diorbitkan dengan dilengkapi dua sensor yaitu *Operational Land Imager* (OLI) dengan 9 band spektral, dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) dengan 2 band spektral. Kekurangan pada sensor TIRS menghasilkan peningkatan kualitas sensor dengan peningkatan sensor TIRS-2 dan OLI-2. Setiap orbit memerlukan waktu sekitar 99 menit lebih dari 14,5 orbit setiap hari. Orbit ini mampu melakukan rotasi bumi dengan waktu  $\pm 16$  hari dapat dikatakan dalam waktu 16 hari mampu merekam suatu lokasi di permukaan bumi di posisi yang sama.

Citra Landsat 8 mempunyai salah satu kelebihan dapat dilihat pada jumlah saluran panjang gelombang yang dimiliki. Jumlah panjang gelombang dikelompokkan menjadi dua kategori yaitu *Onboard Operation Land Imager* (OLI) terdiri dari band 1 hingga band 9 dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS). Kategori OLI terdiri dari band 10 dan 11. Satu hari perekaman Landsat 8 dapat mengumpulkan 400 *scenes* citra atau 150 kali lebih banyak dari Landsat 7. Sensor OLI merekam citra pada spektrum panjang gelombang tampak, inframerah dekat, dan inframerah tengah yang memiliki resolusi spasial 30 meter, serta saluran pankromatik yang memiliki resolusi spasial 15 meter. Dua saluran spektral baru ditambahkan dalam sensor OLI ini, yaitu saluran *deep-blue* untuk kajian Tubuh Air laut dan *aerosol* serta sebuah saluran untuk mendeteksi awan cirrus. Saluran *quality assurance* juga ditambahkan untuk mengindikasikan keberadaan bayangan medan, awan, dan lain-lain. *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) merupakan sensor kedua yang tersemat dalam Landsat 8. TIRS berfungsi untuk mengindera suhu dan aplikasi lainnya, seperti pemodelan evapotranspirasi untuk memantau penggunaan air pada lahan teririgasi. TIRS merekam citra pada dua saluran inframerah termal dan didesain untuk beroperasi selama 3 tahun. Resolusi spasial yang dimiliki TIRS adalah 100 meter dan teregistrasi dengan sensor OLI sehingga menghasilkan citra yang terkalibrasi secara radiometrik dan geometrik serta terkoreksi medan dengan Level koreksi 1T dan disimpan dalam sistem 16-bit.

**Tabel 2.1** Data Panjang Gelombang Citra Landsat 7

<b>Bands</b>	<b>Wavelength (micrometers)</b>
<i>Band 1 - Blue</i>	0.45 - 0.52
<i>Band 2 - Green</i>	0.52 - 0.60
<i>Band 3 - Red</i>	0.63 - 0.69
<i>Band 4 - Near Infrared (NIR)</i>	0.77 - 0.90
<i>Band 5 - Shortwave Infrared (SWIR) 1</i>	1.55 - 1.75
<i>Band 6 - Thermal</i>	10.40 - 12.50
<i>Band 7 - Shortwave Infrared (SWIR) 2</i>	2.09 - 2.35
<i>Band 8 - Panchromatic</i>	0.52 - 0.90

Sumber: USGS 2002

**Tabel 2.2** Data Panjang Gelombang Citra Landsat 8 dan 9

<b>Bands</b>	<b>Wavelength (micrometers)</b>	
	<b>Landsat 9 (OLI-2)</b>	<b>Landsat 8 (OLI)</b>
<i>Band 1 - Blue</i>	0.43 - 0.45	0.43 - 0.45
<i>Band 2 - Green</i>	0.45 - 0.51	0.45 - 0.51
<i>Band 3 - Red</i>	0.53 - 0.59	0.53 - 0.59
<i>Band 4 - Near Infrared (NIR)</i>	0.64 - 0.67	0.64 - 0.67
<i>Band 5 - Shortwave Infrared (SWIR) 1</i>	0.85 - 0.88	0.85 - 0.88
<i>Band 6 - Thermal</i>	1.57 - 1.65	1.57 - 1.65
<i>Band 7 - Shortwave Infrared (SWIR) 2</i>	2.11 - 2.29	2.11 - 2.29
<i>Band 8 - Panchromatic</i>	0.50 - 0.68	0.50 - 0.68
<i>Band 9 - Cirrus</i>	1.36 - 1.38	1.36 - 1.38
<i>Band 10 - Thermal Infrared (TIRS) 1</i>	10.60 - 11.19	10.60 - 11.19
<i>Band 11 - Thermal Infrared (TIRS) 2</i>	11.50 - 12.51	11.50 - 12.51

Sumber: USGS, 2022

## 2.5 Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI)

Penambangan emas tanpa izin (PETI) merupakan orang atau badan hukum yang aktivitasnya tidak memiliki izin dari dinas terkait (Anjami, 2017). Diketahui bahwa penambangan emas tanpa izin menggarisbawahi tidak sahnya kegiatan penambangan yang dilakukan oleh individu kelompok orang. Berdasarkan

mengatakan bahwa penambangan adalah segala kegiatan yang berkaitan dengan manajemen, eksplorasi, dan ekspansi mineral atau batubara. Undang-undang tersebut menyebutkan bahwa setidaknya dalam industri pertambangan ada tiga jenis izin; Izin Usaha Pertambangan (IUP); Izin Usaha Pertambangan Rakyat (IPR); dan Izin Pertambangan Khusus (IUPK). Oleh karena itu, undang-undang tersebut menggambarkan bahwa pertambangan tanpa izin adalah industri pertambangan yang tidak memiliki salah satu jenis izin pertambangan yang dipersyaratkan.

Menurut Astuti (2002) permasalahan-permasalahan dalam aktivitas PETI antara lain; keselamatan kerja tidak terjamin karena menggunakan merkuri; pemilik mesin menanggung sendiri modal kerja; para pelaku PETI yang menggunakan alat tradisional tanpa adanya perlengkapan keselamatan yang memadai. Sedangkan menurut (Boateng, 2012) kegiatan PETI telah menyebabkan kerusakan lingkungan, eksploitasi sumberdaya mineral, kecelakaan tambang dan menyebabkan bencana alam. Maka, dapat ditarik kesimpulan bahwa kegiatan PETI tersebut dapat memberikan dampak pada penurunan kualitas lingkungan, K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) serta pencemaran kualitas air.

## **2.6 Teknik Penambangan Terbuka**

Teknik penambangan terbuka merupakan metode penambangan dengan aktivitas atau kegiatan tambang yang dilakukan dekat dengan permukaan bumi dan tempat kerja terhubung dengan udara luar. Metode penambangan terdiri dari dua metode yaitu teknik tambang terbuka teknik tambang tertutup. Teknik tambang terbuka memiliki kekurangan yaitu menyebabkan tingginya kerusakan lingkungan akibat pengerukan, akan tetapi memiliki resiko yang rendah terhadap kecelakaan pelaku tambang dan menguntungkan dari sisi ekonomi karena biaya yang digunakan lebih rendah jika dibandingkan dengan teknik tambang tertutup.

Teknik penambangan terbuka memiliki resiko tinggi bagi pekerja tambang dikarenakan wilayah terowongan tambang sangat mudah terjadi longsor namun lebih ramah lingkungan karena pengerukan dilakukan di bawah permukaan sehingga flora dan fauna yang berada diatas permukaan akan tetap terjaga (Ulrich, 2020). Sistem penambangan terbuka dimulai dari kegiatan *land clearing* atau

pembukaan lahan tambang dengan cara pembersihan lahan, *top soil* atau pengupasan tanah pucuk, *overburden* atau pengupasan tanah penutup dan *back filling* penutupan tanah penutup, kemudian masuk pada kegiatan eksploitasi dan terakhir kegiatan pasca tambang dan reklamasi.

## **2.7 Pengaruh Pertambangan Terhadap Perubahan Penggunaan Lahan**

Pengaruh pertambangan dapat menghabiskan luasan lahan yang tidak relevan dibandingkan dengan perubahan akibat aktivitas manusia lainnya, Pengaruh pertambangan ini sudah banyak diteliti di seluruh dunia salah satunya Indonesia mengenai imbas pertambangan terhadap perubahan penggunaan lahan (Wu, 2008). Terutama di Indonesia ada beberapa penelitian mengenai perubahan penggunaan lahan akibat kegiatan pertambangan yakni di Sulawesi Selatan (Hidayat, 2015), Bangka (Yunito, 2016) dan Belitung (Pirwanda, 2017). Kasus di Kabupaten Belitung mengenai perubahan penggunaan lahan yang diteliti merupakan akibat dari kegiatan penambangan timah inkonvensional berdasarkan tren penggunaan lahan dari tahun 2004 hingga 2011 dan penerapannya pada dokumen RTRW (Pirwanda, 2017). Sedangkan pada kasus di Kabupaten Bangka (Yunito, 2016) menyebutkan bahwa penggunaan lahan pertambangan timah terus meningkat setiap tahunnya. Penggunaan lahan untuk penambangan timah antara tahun 2004 sampai dengan tahun 2014 berupa semak, perkebunan, kebun campuran, rawa dan lahan terbuka. Selanjutnya (Hidayat, 2015) menyebutkan bahwa faktor yang paling signifikan penyebab terjadinya perubahan lahan akibat tambang yaitu alokasi dari RTRW terhadap fungsi kawasan, selain itu hasil penelitiannya juga menyebutkan masih terdapat perusahaan tambang yang berada pada kawasan lindung.

## **2.8 Dampak Positif dan Negatif Penambangan Emas Tanpa Izin**

Soemarwoto (2005) mengatakan bahwa dampak adalah perubahan yang terjadi akibat dari suatu kegiatan yang bersifat alami, kimia, fisik, atau biologis. Selain itu, Dampak lingkungan pembangunan juga diartikan sebagai perbedaan kondisi lingkungan sebelum dan sesudah pembangunan, terutama kegiatan pertambangan yang menyebabkan dampak terhadap lingkungan. Dampak penambangan mengakibatkan perubahan lingkungan karena kegiatan

pendayagunaan yang dapat berbentuk positif dan negatif. Akibat yang disebabkan oleh industri penambangan cukup signifikan dalam perubahan lingkungan. Aktivitas pertambangan menyebabkan degradasi lahan, hilangnya flora dan fauna, perubahan topografi serta mempengaruhi ekosistem alami dan tersisa lubang-lubang bekas tambang, timbunan limbah atau keduanya.

Penambangan mempengaruhi ketidakseimbangan unsur hara dan peningkatan kelarutan unsur-unsur beracun. Lahan pada areal pasca penambangan umumnya mengalami kerusakan parah akibat material tambang, untuk mendapatkan material tersebut tanah harus disingkirkan terlebih dahulu dan ditumpuk pada daerah lain yang digunakan sebagai areal penimbunan bekas tambang. Penambangan memiliki potensi untuk meninggalkan kerusakan pada area bekas tambang bila tidak dikelola dengan baik. Limbah sisa proses penggalian emas yang ditumpuk menyebabkan tanah tidak memiliki aktivitas biologi dan menurunkan estetika apabila tidak ada usaha reklamasi untuk memulihkan kembali daerah pasca tambang tersebut (Kartosudjono, 1994). Menurut Salim (2006) segala aktivitas penambangan akan menghasilkan pengaruh positif dan negatif. Pengaruh positif dari kegiatan di daerah pertambangan adalah; meningkatkan perkembangan pendapatan nasional; meningkatkan perkembangan pendapatan daerah; menjadi lapangan pekerjaan bagi masyarakat setempat; meningkatkan pendapatan masyarakat setempat; mengembangkan usaha mikro kecil dan menengah bagi masyarakat setempat dan meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Selanjutnya pengaruh negatif dari kegiatan di sektor pertambangan meliputi; menurunnya kualitas lingkungan; meningkatkan beban bagi masyarakat adat dan menurunnya kualitas hidup warga setempat.

## **2.9 Penambangan Emas Tanpa Izin dari Perspektif Lingkungan**

Beberapa studi mengungkapkan bahwa kegiatan pertambangan secara langsung juga berdampak besar terhadap permasalahan lingkungan. Yendi (2015) berpendapat bahwa pemanfaatan sumber daya alam yang meningkat akibat kegiatan manusia salah satunya penambangan emas tanpa izin, telah mengakibatkan terganggunya siklus hidup flora dan fauna di wilayah tersebut.

Studi yang sama diungkapkan oleh Romiyanto (2015) dan Ramadan (2001) mengungkapkan pandangan yang sama bahwa kegiatan penambangan emas tanpa izin dapat menyebabkan kerusakan lahan, meliputi: pembentukan lubang, vegetasi yang tercekam, dan pencemaran air. Dampak penambangan emas di sekitar sungai seperti lubang galian, kerusakan vegetasi, serta pencemaran air dapat menjadi indikator dalam penentuan perkembangan alih fungsi lahan (Romiyanto, 2015). Dimana kerusakan lingkungan akibat pertambangan emas tanpa izin yang diamati secara temporal dapat digunakan untuk menghitung besar perubahan dan arah perkembangan perubahan lahan. Lubang galian jelas mudah untuk diinterpretasi secara visual dengan menganalisis perubahan bentuk dan ukuran galian tambang secara visual. Begitu pula alih fungsi lahan akibat adanya kerusakan vegetasi yang juga menjadi faktor yang mudah untuk diamati. Terakhir variabel pencemaran air yang mengakibatkan adanya perubahan warna air sungai dapat diamati baik secara visual maupun melalui uji tertentu. Sehingga kerusakan lahan akibat pertambangan emas tanpa izin menjadi indikator penting yang dapat diukur melalui model spasial kerusakan lahan.