

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tutupan Lahan

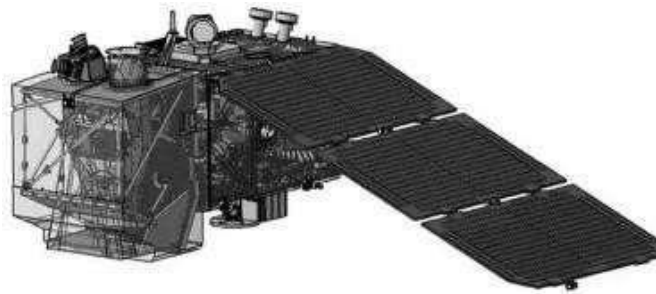
Tutupan lahan merupakan bentuk fisik dari suatu permukaan lahan, sedangkan penggunaan lahan lebih menekankan pada interaksi manusia dengan lingkungannya melalui berbagai aktivitas untuk memenuhi kebutuhan hidup. Pemanfaatan lahan menjadi faktor penting dalam perubahan lingkungan global. Secara umum, perubahan tutupan lahan di tingkat dunia memperlihatkan adanya dampak signifikan terhadap sistem lingkungan, baik secara fungsi maupun ekosistem bumi. Menurut Juniyanti (2020), perubahan tersebut dapat diartikan sebagai bentuk kerusakan, degradasi, hingga pergeseran fungsi lahan, yang pada akhirnya dapat menimbulkan hilangnya keanekaragaman hayati. Tutupan lahan juga bisa disebut sebagai kondisi biofisik lahan yang dapat diamati secara langsung, seperti vegetasi, air, serta hasil aktivitas manusia. Proses perubahan ini kemudian diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis penutup lahan menurut Badan Standardisasi Nasional (2010).

2.2 Perubahan tutupan lahan

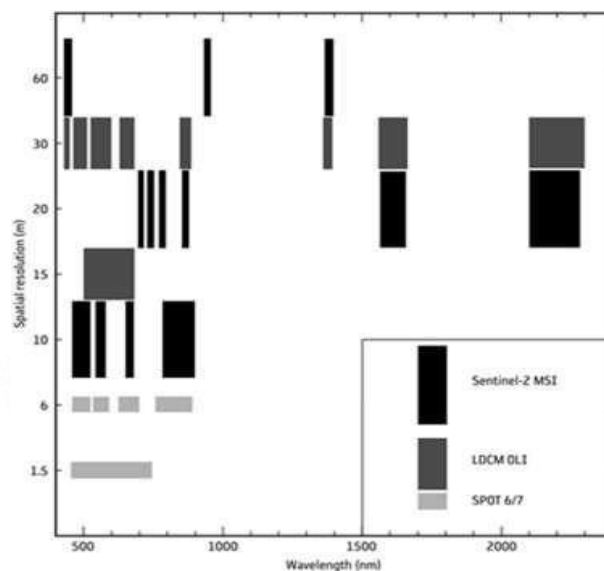
Perubahan tutupan lahan adalah proses kompleks dan dinamis yang melibatkan interaksi antara faktor alam dan aktivitas manusia, serta memberikan dampak nyata terhadap tanah, air, udara, maupun isu lingkungan global lainnya. Umumnya, perubahan ini lebih banyak dipengaruhi oleh faktor manusia dibandingkan faktor alami, meskipun keduanya dapat terjadi bersamaan. Beberapa penyebab perubahan antara lain pertumbuhan penduduk, kepadatan populasi, mata pencaharian, aksesibilitas, serta kebijakan pemerintah. Pertambahan jumlah penduduk biasanya mendorong pembukaan lahan baru, baik untuk permukiman maupun lahan budidaya. Selain itu, meningkatnya kebutuhan pangan juga menjadi alasan utama konversi lahan. Secara keseluruhan, faktor sosial-ekonomi masyarakat berperan besar dalam terjadinya perubahan tutupan lahan, karena terkait erat dengan pemenuhan kebutuhan hidup manusia (Sarihi dkk., 2020).

2.3 Satelit Sentinel 2A

Satelit Sentinel-2A resmi diluncurkan pada 23 Juni 2015, disusul Sentinel-2B pada 7 Maret 2017. Satelit ini digunakan untuk pemetaan daratan, pulau, pesisir, hingga wilayah perairan tertutup di seluruh dunia (Oktaviani & Kusuma, 2017). Kanal penginderaan Sentinel-2 dikembangkan dari *SPOT* dan *Landsat* dengan penambahan serta pelebaran kanal agar kualitas observasi bumi lebih baik. Perbandingan spektrum dan resolusi Sentinel-2 dengan *SPOT* dan *Landsat* ditunjukkan pada gambar 2.2



Gambar 2. 1 Satelit Sentinel 2 (Astrium GmbH)
 Sumber : *European Space Agency* (2012)



Gambar 2. 2 Cakupan spektrum tiap kanal dan resolusi spasial Sumber : *European Space Agency* (2012)

Resolusi spektral Sentinel-2 dibandingkan dengan Landsat (*LDCM OLI*) dan *SPOT* menunjukkan adanya perbedaan pada lebar sapuan. Sentinel-2 memiliki cakupan 290 km, lebih luas dibanding *LDCM OLI* sebesar 185 km. Satelit ini dilengkapi 13 kanal dengan fungsi berbeda, empat di antaranya beresolusi 10 m untuk kebutuhan klasifikasi penutup lahan. Enam kanal lain beresolusi 20 m yang dipakai untuk parameter tambahan, sementara tiga kanal sisanya beresolusi 60 m, khusus untuk koreksi atmosfer dan pemantauan *aerosol*. Dengan kombinasi resolusi tersebut, Sentinel-2 dinilai mampu mendeteksi variasi objek secara lebih detail (Oktaviani & Kusuma, 2017).

Tabel 2. 1 Spesifikasi teknis kanal pada *Sentinel-2* (dimodifikasi dari van der Meer dkk, 2014 dan Drusch dkk, 2012)

Nomor Kanal	Panjang Gelombang (nm)	Lebar Kanal (nm)	Resolusi Spasial (m)	Kegunaan
1	443	20	60	Koreksi <i>atmosferik</i> (hamburan aerosol)
2	490	65	10	Perkembangan vegetasi, <i>karotenoid</i> , keadaan tanah, koreksi atmosferik (hamburan aerosol);
3	560	35	10	Puncak sinar hijau, sensitif terhadap total klorofil pada vegetasi
4	665	30	10	<i>Absorpsi klorofil</i> maksimum
5	705	15	20	Konsolidasi koreksi <i>atmosferik</i> / dasar <i>fluoresensi</i> , posisi tepi kanal merah
6	740	15	20	Deteksi batas warna merah; koreksi <i>atmosferik</i> ; penerimaan beban aerosol
7	783	20	20	Indeks area daun, tepi puncak NIR
8	842	115	10	Indeks area daun
8b	865	20	20	Puncak NIR yang sensitif dengan total klorofil, biomassa, Indeks tepi daun dan protein; referensi penyerapan uap air; penerimaan beban dan tipe aerosol
9	945	20	60	Koreksi <i>atmosferik</i> untuk mengetahui absorpsi uap air
10	1380	30	60	Koreksi <i>atmosferik</i> untuk mengetahui awan yang tipis (<i>cirrus</i>)
11	1610	90	20	Sensitif terhadap lignin, pati dan hutan di atas biomassa tanah; pemisahan salju/ es/ awan
12	2190	180	20	Penilaian kondisi vegetasi; pembedaan tanah liat untuk pemantauan erosi tanah; perbedaan antara biomassa hidup, mati dan tanah.

2.4 *Google Earth Engine (GEE)*

Pada 2 Desember 2010, Google merilis teknologi bernama *Google Earth Engine (GEE)*, yaitu platform berbasis komputasi awan untuk mengolah citra satelit. Melalui *GEE*, data citra satelit dapat diakses secara daring tanpa biaya, sehingga pengguna bisa melakukan berbagai analisis permukaan bumi secara *real-time*. Sistem ini memungkinkan pengolahan citra satelit yang tersimpan di *cloud* dengan membangun algoritma tertentu untuk menjalankannya (Novianti, 2021).

2.5 *Klasifikasi Tutupan Lahan*

Menurut Badan Standardisasi Nasional (2010), tutupan lahan didefinisikan sebagai kondisi biofisik pada permukaan bumi yang dapat diamati. Tutupan tersebut merupakan hasil dari aktivitas, pengelolaan, maupun intervensi manusia pada jenis lahan tertentu untuk tujuan produksi, perubahan, atau pemeliharaan. Secara umum, penutup lahan dikelompokkan menjadi dua, yaitu wilayah bervegetasi dan wilayah tanpa vegetasi. Berikut adalah beberapa kelas Klasifikasi penutup lahan (Badan Standardisasi Nasional, 2010):

1. Permukiman
Areal atau lahan yang digunakan sebagai lingkungan tempat tinggal atau lingkungan hunian dan tempat kegiatan yang mendukung kehidupan
2. Daerah Pertanian
Lahan yang dimanfaatkan untuk menanam tanaman pangan maupun hortikultura. Kawasan ini biasanya sudah dimodifikasi, diganti, atau diatur oleh manusia sehingga vegetasi yang tumbuh merupakan hasil budidaya.
3. Pertambangan
Lahan terbuka sebagai akibat aktivitas pertambangan, dimana penutup lahan, batu ataupun material bumi lainnya dipindahkan oleh manusia.
4. Lahan Terbuka
Lahan tanpa tutupan baik yang bersifat alami, semi alami maupun artifisial. Menurut karakteristik permukaannya, lahan terbuka dapat dibedakan menjadi *consolidated* dan *unconsolidated surface*.
5. Hutan Lahan Kering
Hutan yang tumbuh dan berkembang di habitat lahan kering yang dapat berupa hutan dataran rendah, perbukitan, pegunungan, atau hutan tropis dataran tinggi.

2.6 *Support Vector Machine (SVM)*

Support Vector Machine (SVM) merupakan salah satu metode machine learning berjenis klasifikasi terawasi. Algoritma ini bersifat nonparametrik karena tidak bergantung pada asumsi distribusi data maupun hubungan

variabel. Prinsip kerjanya adalah mencari batas pemisah dengan margin maksimum, yaitu garis pemisah yang memiliki jarak paling jauh dari titik data setiap kelas. Dengan cara ini, SVM dapat membentuk pemisah yang optimal untuk mengklasifikasikan data baru secara akurat sekaligus menjaga tingkat generalisasi. Fokus utamanya adalah memperoleh hasil klasifikasi yang baik, kesalahan rendah, dan tetap mampu digunakan pada data lain di luar sampel pelatihan.

Dalam penerapannya, SVM memanfaatkan fungsi pemetaan non-linear untuk memproyeksikan data ke ruang berdimensi lebih tinggi. Selanjutnya, digunakan fungsi kernel guna menentukan parameter pemisah data. Kombinasi tersebut memungkinkan SVM melakukan klasifikasi secara linier maupun non-linier dengan tingkat ketepatan yang baik (Aji Purboyo dkk., 2024). SVM dalam penelitian ini digunakan untuk mengklasifikasikan tujuh kategori penutup lahan, yaitu:

- A) Badan Air,
- B) Hutan Sekunder dan Kebun Campuran,
- C) Lahan Pertanian Basah,
- D) Lahan Pertanian Kering,
- E) Perkebunan,
- F) Lahan Terbangun,
- G) Hutan Primer (Aji Purboyo dkk., 2024).

2.7 *Random Forest (RF)*

Dalam penerapannya, *Random Forest* membangun pohon prediksi dengan teknik sampling acak yang terarah. Setiap pohon keputusan dibuat dengan menggunakan prediktor secara acak, lalu hasilnya digabungkan. Prediksi akhir ditentukan dengan cara *majority vote* pada klasifikasi, sedangkan untuk regresi dihitung nilai rata-ratanya. Metode ini terbukti memiliki akurasi yang tinggi, mampu menghadapi outlier maupun noise, serta bekerja lebih cepat dibandingkan *bagging* dan *boosting* (Afdhal dkk., 2022). Namun demikian, terdapat sejumlah parameter yang memengaruhi kinerja *Random Forest*. Parameter utama yang berpengaruh dalam mencegah overfitting dan meningkatkan prediksi antara lain:

- *N Estimators*, yaitu jumlah pohon yang dibentuk (biasanya berkisar antara 10–100).
- *Max Depth*, yang mengatur kedalaman pohon.

- *Criterion*, kriteria penilaian pemisahan seperti “Gini” atau “Entropy”.
- *Minimal Samples Split*, jumlah minimum data pada sebuah node agar dapat dipisah lebih lanjut.
- *Max Features*, jumlah maksimum variabel yang dipertimbangkan pada setiap pemisahan.

Pengaturan parameter-parameter tersebut berperan penting dalam menentukan kualitas hasil prediksi yang dihasilkan oleh model.

Selain parameter tersebut, *Random Forest* juga memiliki berbagai keunggulan. Metode ini mampu memberikan hasil akurasi yang tetap baik meskipun terdapat data hilang, tahan terhadap *outliers*, serta efisien dalam menyimpan data. Selain itu, algoritma ini juga dapat memilih fitur penting sehingga menyederhanakan proses klasifikasi. Kombinasi tersebut menjadikan *Random Forest* sebagai metode yang efektif, karena tetap menghasilkan model yang kuat meskipun menggunakan parameter yang relatif sederhana (Marlina Haiza dkk., 2023).

2.8 Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya terkait dengan analisis tutupan lahan menggunakan metode *Random Forest* dan *Support Vector Machine* telah banyak dilakukan. Berikut beberapa penelitian tersebut yang telah dirangkum dalam tabel 2.

POLITEKNIK SINAR MAS
BERAU COAL

Tabel 2. 2 Penelitian Sebelumnya

No	Judul	Penulis	Tahun	Metode	Hasil
1.	Perbandingan Hasil Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Metode <i>Artificial Neural Network</i> (ANN), <i>Support Vector Machine</i> (SVM), dan <i>Random Forest</i> (RF) dengan Bahasa Pemrograman R	(Putri & Handayani)	2024	metode <i>Artificial Neural Network</i> , <i>Support Vector Machine</i> , dan <i>Random Forest</i> ,	Di antara ketiga metode <i>machine learning</i> yang diuji, <i>Random Forest</i> menunjukkan performa paling unggul dengan nilai <i>overall accuracy</i> mencapai 93,33% serta <i>kappa accuracy</i> sebesar 91,07%. Metode <i>Support Vector Machine</i> menempati posisi kedua dengan <i>overall accuracy</i> sebesar 91,11% dan <i>kappa accuracy</i> sebesar 88,11%. Sementara itu, metode <i>Artificial Neural Network</i> memperoleh hasil terendah dibandingkan kedua metode lainnya, yaitu <i>overall accuracy</i> 91,11% dan <i>kappa accuracy</i> 88,08%
2.	Komparasi Algoritma <i>Support Vector Machine</i> Dan <i>Random Forest</i> Untuk Analisis Sentimen Metaverse	(Putri Kumala Sari)	2024	Metode <i>Support Vector Machine</i> , dan <i>Random Forest</i>	Pada penelitian ini, algoritma <i>Random Forest</i> yang dikombinasikan dengan metode <i>SMOTE</i> menghasilkan performa terbaik dengan akurasi 91%, sedangkan <i>SVM</i> hanya mencapai 90%. Penerapan <i>SMOTE</i> membantu memperbaiki keseimbangan data, terutama dalam klasifikasi sentimen positif. Meskipun terdapat <i>trade-off</i> antara <i>recall</i> dan <i>precision</i> pada kedua algoritma, <i>Random Forest</i> mampu memberikan keseimbangan yang lebih optimal