

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perubahan tutupan lahan merupakan suatu proses yang disebabkan oleh perubahan alih fungsi lahan dari jenis tutupan lahan satu ke jenis tutupan lahan lainnya yang dipengaruhi oleh perkembangan pembangunan dan urbanisasi (Alinda *et al.*, 2021). Perubahan ini sering kali terjadi sebagai konsekuensi dari proses pembangunan wilayah yang terus berkembang dan peningkatan kebutuhan manusia, yang secara langsung maupun tidak langsung dapat mendorong terjadinya alih fungsi lahan secara berkelanjutan (Prihatin, 2015). Perubahan tutupan lahan dipengaruhi oleh konsentrasi penduduk dan aktivitasnya, tingkat aksesibilitas terhadap pusat kegiatan dan kota, keberadaan jaringan transportasi dan infrastruktur jalan serta kemudahan mobilitas menuju suatu wilayah serta daya dukung lingkungan yang merupakan faktor penting yang turut berkontribusi terhadap perubahan tutupan suatu lahan (Metekohy *et al.*, 2016). Perubahan tutupan lahan seringkali berlangsung seiring dengan perkembangan suatu kota dan meningkatnya populasi sehingga dapat menyebabkan konversi lahan dapat terjadi secara terus-menerus (Sujatini, 2018)

Indonesia mengalami perubahan tutupan lahan yang signifikan selama beberapa decade terakhir, yang ditandai dengan penurunan luas hutan alam dan peningkatan alih fungsi lahan untuk aktivitas pertanian dan permukiman (Juniyanti *et al.*, 2020). Pertumbuhan penduduk dan pembangunan wilayah menjadi faktor utama yang mendorong tersebut, terutama melalui peningkatan permintaan lahan untuk pemukiman, industri dan infrastruktur lainnya. Pertumbuhan penduduk berperan penting dalam perubahan tutupan lahan, yang dapat menyebabkan bertambahnya permintaan lahan untuk berbagai kegiatan masyarakat, sehingga terjadi ketidaksesuaian antara penggunaan lahan eksisting dan peruntukan lahan (Agustamara, 2024).

Perubahan tutupan lahan banyak terjadi pada setiap wilayah di Indonesia. Kota metropolitan Semarang mengalami perkembangan yang signifikan dari tahun ke tahun. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2024, pada tahun 2023 jumlah penduduk Kota Semarang tercatat sebanyak 1.694.743 penduduk dengan kepadatan penduduk sebesar 4.534 jiwa per km² (BPS, 2024). Peningkatan jumlah penduduk ini menjadi faktor utama yang mendorong pertumbuhan berbagai aspek kehidupan manusia. Semakin banyak jumlah penduduk, akan meningkatkan kebutuhan lahan untuk pemukiman.

Peningkatan pertumbuhan jumlah penduduk berdampak pada peningkatan kebutuhan lahan. Fenomena alam perkembangan kota di Kota Semarang ditandai dengan perubahan dari sektor pertanian menjadi non pertanian dari tahun ke tahun (Rahmah *et al.*, 2020). Diperlukan pemantauan perubahan tutupan lahan secara tahunan melalui pemodelan perubahan tutupan lahan untuk dapat mengetahui perkembangan suatu kota. Kemajuan teknologi komputer, khususnya dalam bidang Sistem Informasi Geografis (SIG) memungkinkan dilakukannya kajian terhadap pemodelan perubahan tutupan lahan dengan mempertimbangkan berbagai faktor pendorong yang mempengaruhi perubahan tersebut. Salah satu model yang dapat digunakan adalah *Cellular Automata* (CA) yang dikombinasikan dengan model *Artificial Neural Network* (ANN) untuk meningkatkan akurasi prediksi hasil pemodelan (Saputra & Han, 2019).

Cellular Automata (CA) merupakan suatu model komputasi spasial yang digunakan untuk mensimulasikan dinamika sistem kompleks melalui representasi ruang dalam bentuk grid atau sel-sel diskrit. Menurut Xu *et al.*, (2023), *Cellular Automata* (CA) merupakan pendekatan penting dalam analisis spasial untuk mendeteksi dan memprediksi perubahan tutupan lahan. *Cellular Automata* (CA) bersifat fleksibel dan dapat dikombinasikan dengan model lain untuk meningkatkan akurasi prediksi perubahan spasial, salah satunya dapat dikombinasikan dengan model *Artificial Neural Network* (ANN). *Cellular Automata-Artificial Neural Network* (CA-ANN) merupakan pendekatan pemodelan spasial yang menggabungkan kekuatan dua metode. *Cellular Automata* (CA) dalam model ini digunakan untuk mensimulasikan dinamika spasial perubahan tutupan lahan berdasarkan aturan transisi lokal antar sel, sedangkan *Artificial Neural Network* (ANN) dilatih untuk mengenali pola kompleks dari faktor-faktor pendorong perubahan lahan yang memungkinkan prediksi perubahan tutupan lahan dengan akurasi yang lebih tinggi dibanding dengan penggunaan model secara terpisah. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Nabila, (2023) di Kabupaten Sleman untuk memprediksi perubahan tutupan lahan dan penelitian Sarastika *et al.*, (2023) di kawasan Sleman Barat untuk memprediksi konversi lahan pertanian diperoleh hasil bahwa model CA-ANN terbukti efektif dalam memodelkan perubahan tutupan lahan di berbagai wilayah dan memberikan informasi yang berguna untuk perencanaan tata ruang dan pengambilan keputusan yang baik.

Oleh karena itu, mengingat laju perubahan tutupan lahan di Kota Semarang yang terus berlangsung, penelitian ini penting untuk dilakukan karena perubahan

tersebut berpotensi memberikan dampak langsung terhadap kondisi lingkungan, tata ruang serta kualitas hidup masyarakat. Pertumbuhan penduduk yang cepat serta adanya urbanisasi dapat menyebabkan alih fungsi lahan yang tidak terkendali dan menyebabkan terjadinya banjir yang merupakan suatu bencana yang seringkali terjadi di Kota Semarang. Dengan adanya pemodelan perubahan tutupan lahan secara spasial dan temporal dapat memprediksi wilayah yang berpotensi mengalami konversi lahan di masa depan, menyusun kebijakan tata ruang yang tepat dan berkelanjutan serta dapat mengurangi resiko dampak negative dari pembangunan yang tidak terkendali. Hal tersebut yang menjadikan penelitian ini sangat penting untuk dilakukan, mengingat pesatnya perkembangan Kota Semarang sebagai kota Metropolitan.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana perubahan tutupan lahan di Kota Semarang pada tahun 2015, 2020 dan 2025?
2. Bagaimana prediksi perubahan tutupan lahan lahan di Kota Semarang pada tahun 2030 menggunakan model *Cellular Automata* dan *Artificial Neural Network*?
3. Bagaimana perubahan luasan tutupan lahan mangrove di Kota Semarang?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Data yang digunakan berupa citra Sentinel-2 tahun 2015, 2020 dan 2025 sebagai dasar analisis perubahan tutupan lahan.
2. Metode klasifikasi yang digunakan adalah klasifikasi terbimbing dengan algoritma *Random Forest* untuk menghasilkan peta tutupan lahan.
3. Faktor pendorong perubahan lahan yang digunakan dalam pemodelan meliputi data kemiringan lereng (*slope*), jarak terhadap jaringan jalan, jarak terhadap permukiman dan jarak terhadap sungai.
4. Prediksi tutupan lahan di masa mendatang dilakukan dengan mengimplementasikan model *Cellular Automata* (CA) dan *Artificial Neural Network* (ANN).

1.4. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis perubahan tutupan lahan tahun 2015,2020 dan 2025 di Kota Semarang
2. Memodelkan prediksi perubahan tutupan lahan di Kota Semarang menggunakan model *Cellular Automata* dan *Artificial Neural Network*
3. Menganalisis perubahan luasan tutupan lahan mangrove di Kota Semarang

1.5. Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu:

1. Bagi masyarakat, dapat memberikan informasi mengenai arah dan pola perkembangan wilayah sehingga dapat lebih siap menghadapi lingkungan, termasuk juga pergeseran fungsi lahan dari pertanian ke permukiman atau industri sehingga masyarakat dapat berpartisipasi dalam perencanaan tata ruang serta menjaga keseimbangan lingkungan.
2. Bagi akademisi, dapat menjadi alat analisis ilmiah untuk memahami dinamika spasial dan temporal tutupan lahan serta mengevaluasi dampaknya terhadap lingkungan dan pembangunan metode prediktif berbasis data spasial untuk dijadikan referensi dalam pengembangan teori dan praktik pengelolaan lahan yang berkelanjutan.
3. Bagi pemerintah, dapat dijadikan sebagai alat perencanaan dan pengawasan yang penting dalam penyusunan suatu kebijakan tata ruang. Pemerintah dapat mengantisipasi tekanan pembangunan terhadap lahan produktif, merancang kebijakan perlindungan lahan pertanian serta meningkatkan efektivitas penataan wilayah berdasarkan data spasial yang akurat dan prediktif.