



Dinamika Perubahan Penggunaan Lahan di Wilayah Metropolitan: Dampak Urbanisasi dan Strategi Pengelolaan Berkelanjutan

Mohammad Amin Lasaiba*

¹Program Studi Pendidikan Geografi Universitas Pattimura

Article Info	ABSTRAK
Kata Kunci: Evaluasi, Dinamika Penggunaan Lahan, Model Lanskap	Perubahan penggunaan lahan merupakan fenomena global yang memiliki dampak signifikan terhadap lingkungan, sosial, dan ekonomi, terutama di wilayah metropolitan yang mengalami urbanisasi pesat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dinamika perubahan penggunaan lahan, faktor-faktor pendorong, serta dampak ekologis dan sosial-ekonomi yang dihasilkan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis kepustakaan dengan pendekatan kualitatif. Data dikumpulkan dari berbagai sumber literatur sekunder, termasuk buku, artikel jurnal, laporan penelitian, dan disertasi yang relevan dengan topik penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa urbanisasi merupakan pendorong utama perubahan penggunaan lahan, mengakibatkan konversi lahan hijau seperti hutan dan lahan pertanian menjadi area perkotaan. Dampak dari perubahan ini mencakup penurunan kualitas udara, peningkatan risiko banjir, degradasi tanah, dan hilangnya keanekaragaman hayati. Studi kasus di kota-kota seperti Jakarta, Bangkok, dan Manila mengilustrasikan bagaimana urbanisasi cepat mengubah lanskap perkotaan dan menimbulkan tantangan lingkungan yang kompleks. Penelitian ini menekankan pentingnya pengelolaan lahan yang berkelanjutan melalui penerapan model berbasis lanskap yang mengintegrasikan data spasial dan temporal untuk memprediksi perubahan penggunaan lahan di masa depan. Rekomendasi kebijakan yang berbasis bukti dihasilkan untuk mendukung pembangunan yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan teori dan praktik dalam studi perubahan penggunaan lahan serta menyediakan kerangka kerja yang dapat diterapkan di berbagai konteks geografis dan sosial-ekonomi lainnya.
Keywords: Evaluation, Land Use Change Dynamics, Landscape-Based Model	ABSTRACT <i>Land use change is a global phenomenon with significant impacts on the environment, society, and economy, especially in metropolitan areas experiencing rapid urbanization. This study aims to analyze the dynamics of land use change, the driving factors, and the resulting ecological and socio-economic impacts. The method used in this research is a literature review with a qualitative approach. Data were collected from various secondary literature sources, including books, journal articles, research reports, and dissertations relevant to the research topic. The findings indicate that urbanization is the primary driver of land use change, leading to the conversion of green spaces such as forests and agricultural land into urban areas. The impacts of these changes include air quality degradation, increased flood risk, soil degradation, and loss of biodiversity. Case studies in cities such as Jakarta, Bangkok, and Manila illustrate how rapid urbanization transforms urban landscapes and creates complex environmental challenges. This research emphasizes the importance of sustainable land management through the application of landscape-based models that integrate spatial and temporal data to predict future land use changes. Evidence-based policy recommendations are provided to support more sustainable and environmentally friendly development. The results of this study are expected</i>

to contribute to the development of theory and practice in land use change studies and provide a framework that can be applied in various geographical and socio-economic contexts.

***Corresponding Author:**

Mohammad Amin Lasaiba

Program Studi Agroteknologi, FAPERTA. Universitas Pattimura

Jl. Ir. M. Putuhena Poka Ambon

lasaiba.dr@gmail.com

Panduan Sitasi:

Lasaiba, M.A. (2024). Dinamika Perubahan Penggunaan Lahan di Wilayah Metropolitan: Dampak Urbanisasi dan Strategi Pengelolaan Berkelanjutan. *Jurnal Jendela Pengetahuan*. 17(2), 213-227. <https://doi.org/10.30598/jp17iss2pp213-227>

PENDAHULUAN

Perubahan penggunaan lahan adalah fenomena yang terjadi di seluruh dunia dan memiliki dampak signifikan terhadap berbagai aspek kehidupan, termasuk lingkungan, sosial, dan ekonomi. Fenomena ini tidak hanya terjadi di negara-negara berkembang seperti Indonesia tetapi juga di negara-negara maju di seluruh dunia. Dalam konteks ini, evaluasi dinamika penggunaan lahan menggunakan model berbasis lanskap menjadi sangat penting untuk memahami dan mengelola perubahan tersebut secara efektif (Chen et al., 2018). Secara global, urbanisasi adalah salah satu pendorong utama perubahan penggunaan lahan. Menurut data dari United Nations Department of Economic and Social Affairs (UNDESA), lebih dari 55% populasi dunia tinggal di daerah perkotaan pada tahun 2020, dan angka ini diperkirakan akan meningkat menjadi 68% pada tahun 2050 (UNDESA, 2020).

Pertumbuhan populasi perkotaan ini menuntut peningkatan lahan untuk perumahan, infrastruktur, dan layanan lainnya, yang seringkali mengorbankan lahan pertanian dan hutan (Cheng et al., 2023). Misalnya, di Amerika Serikat, studi oleh United States Geological Survey (USGS) menunjukkan bahwa antara tahun 1992 dan 2012, sekitar 23.2 juta hektar lahan pertanian dan padang rumput telah dikonversi menjadi lahan perkotaan dan infrastruktur lainnya (Bui & Mucsi, 2022). Di China, urbanisasi pesat telah mengakibatkan pengurangan luas lahan pertanian yang signifikan, yang berimplikasi pada keamanan pangan nasional (Arora et al., 2021). Di Eropa, konversi lahan untuk pembangunan infrastruktur juga menjadi perhatian utama, mengingat dampaknya terhadap keanekaragaman hayati dan ekosistem (Wang et al., 2022). Oleh karena itu, pemantauan dan pengelolaan perubahan penggunaan lahan dengan menggunakan model berbasis lanskap sangat penting untuk mengantisipasi dan memitigasi dampak negatif dari perubahan ini (Lukas et al., 2023).

Di tingkat regional, Asia Tenggara adalah salah satu wilayah yang mengalami perubahan penggunaan lahan yang cepat. Menurut data dari Food and Agriculture Organization (FAO), kawasan ini mengalami deforestasi yang signifikan, dengan Indonesia dan Malaysia sebagai kontributor utama karena ekspansi perkebunan kelapa sawit (FAO., 2021). FAO juga melaporkan bahwa antara tahun 1990 dan 2020, Indonesia kehilangan sekitar 24.1 juta hektar hutan, sebagian besar untuk perkebunan kelapa sawit dan pertanian lainnya (FAO, 2021). Kehilangan hutan ini tidak hanya mengurangi keanekaragaman hayati tetapi juga meningkatkan emisi karbon, berkontribusi terhadap perubahan iklim global (Botterill-James et al., 2023).

Indonesia, sebagai salah satu negara terbesar di Asia Tenggara, menghadapi tantangan besar dalam pengelolaan penggunaannya. Dengan populasi lebih dari 270 juta jiwa pada tahun 2023, Indonesia mengalami tekanan besar terhadap sumber daya lahan untuk memenuhi kebutuhan perumahan, pertanian, industri, dan infrastruktur (Numata et al., 2022). Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), laju urbanisasi di Indonesia meningkat dari 49.8% pada tahun 2010 menjadi 56.7% pada tahun 2020, dan diperkirakan akan mencapai 68.6% pada tahun 2035 (BPS, 2021). Urbanisasi yang cepat ini mengakibatkan konversi lahan pertanian dan hutan menjadi lahan perkotaan, yang berdampak pada ketahanan pangan dan lingkungan (Nasir et al., 2023). Penelitian menunjukkan bahwa konversi lahan untuk perkebunan kelapa sawit di Indonesia berkontribusi secara signifikan terhadap deforestasi dan hilangnya habitat bagi spesies endemik (Wibowo et al., 2022). Hal ini menegaskan perlunya strategi pengelolaan lahan yang

lebih berkelanjutan untuk menjaga keseimbangan antara kebutuhan pembangunan dan konservasi lingkungan (June et al., 2023).

Model berbasis lanskap menawarkan pendekatan yang efektif dalam mengevaluasi dinamika penggunaan lahan. Model ini mengintegrasikan berbagai aspek ekologi, geografi, dan sosial-ekonomi untuk memberikan gambaran yang komprehensif mengenai perubahan lanskap. Dengan menggunakan model ini, kita dapat mengidentifikasi faktor-faktor pendorong perubahan, mengukur laju perubahan, serta memprediksi dampak jangka panjang dari perubahan penggunaan lahan terhadap ekosistem dan masyarakat (Nasir et al., 2023). Misalnya, model berbasis lanskap dapat membantu memahami bagaimana perubahan penggunaan lahan di daerah hulu suatu sungai dapat mempengaruhi kejadian banjir di daerah hilir (Bui & Mucsi, 2022), atau bagaimana fragmentasi habitat dapat mengancam keberadaan spesies lokal (Goshem et al., 2023).

Selain itu, model ini juga memungkinkan penilaian risiko lingkungan akibat perubahan penggunaan lahan, termasuk degradasi tanah dan hilangnya keanekaragaman hayati (Yaghoobi et al., 2022). Dengan demikian, model ini tidak hanya berfungsi sebagai alat analisis tetapi juga sebagai alat perencanaan yang dapat membantu pengambilan keputusan yang lebih bijaksana dan berkelanjutan dalam pengelolaan lahan (Wang et al., 2022). Implementasi model ini di berbagai daerah menunjukkan hasil yang konsisten dalam memperkirakan perubahan penggunaan lahan di masa depan dan dampaknya terhadap ekosistem (Zhu et al., 2023). Pada akhirnya, penggunaan model berbasis lanskap dapat meningkatkan efektivitas strategi konservasi dan pengelolaan sumber daya alam yang lebih berkelanjutan (Selmy et al., 2023).

Pemantauan dan evaluasi penggunaan lahan menggunakan model berbasis lanskap menjadi sangat relevan untuk pengambilan keputusan yang berkelanjutan. Selain itu, kebijakan tata ruang yang kurang efektif sering kali memperburuk situasi, dengan adanya tumpang tindih penggunaan lahan yang tidak optimal (Wang et al., 2022). Dalam konteks ini, evaluasi dan pemantauan yang berkelanjutan melalui model berbasis lanskap dapat memberikan data yang diperlukan untuk memperbaiki kebijakan dan memastikan penggunaan lahan yang lebih efisien dan ramah lingkungan (Lukas et al., 2023). Selain itu, dengan adanya teknologi penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG), pengumpulan data dan analisis spasial dapat dilakukan dengan lebih efisien dan akurat (Keshtkar & Voigt, 2015).

Data dari citra satelit dan drone, misalnya, memungkinkan para peneliti untuk memetakan perubahan penggunaan lahan dengan resolusi yang tinggi dan dalam rentang waktu yang lebih singkat (Wang et al., 2022). Integrasi teknologi ini dengan model berbasis lanskap dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai dinamika penggunaan lahan dan membantu dalam perencanaan tata ruang yang lebih baik (Bui & Mucsi, 2022). Teknologi ini juga memungkinkan pengawasan yang lebih real-time terhadap perubahan penggunaan lahan, sehingga tindakan pencegahan atau mitigasi dapat dilakukan dengan lebih cepat dan efektif (Xu et al., 2021). Misalnya, dengan data penginderaan jauh, perubahan kecil sekalipun dapat terdeteksi lebih awal, memungkinkan pemerintah daerah atau pengembang untuk menyesuaikan rencana pembangunan mereka sebelum masalah lingkungan yang lebih besar muncul (Arora et al., 2021).

Dalam kajian ini, fokus akan diberikan pada analisis perubahan penggunaan lahan di wilayah perkotaan yang mengalami tekanan pembangunan yang tinggi. Dengan menggunakan model berbasis lanskap, kajian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola perubahan penggunaan lahan, faktor-faktor yang mempengaruhinya, serta dampak ekologis dan sosial-ekonomi dari perubahan tersebut. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi kebijakan yang konkret untuk pengelolaan penggunaan lahan yang lebih baik di masa mendatang. Penelitian ini juga diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan teori dan metode dalam studi perubahan penggunaan lahan, serta menyediakan kerangka kerja yang dapat diterapkan di berbagai konteks geografis dan sosial-ekonomi lainnya. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya relevan untuk konteks lokal, tetapi juga memiliki implikasi yang lebih luas bagi studi perubahan penggunaan lahan di tingkat global.

METODE PENELITIAN

Pendekatan penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan fokus pada analisis kepustakaan. Metode ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mendalami berbagai konsep, teori, dan temuan yang relevan dengan topik perubahan penggunaan lahan di wilayah metropolitan. Sumber data yang digunakan adalah literatur sekunder yang mencakup buku, artikel jurnal, laporan penelitian, disertasi, dan sumber online terpercaya. Penelitian ini mengutamakan literatur yang diterbitkan dalam sepuluh tahun terakhir untuk memastikan relevansi dan aktualitas informasi. Proses pencarian literatur dilakukan melalui database akademik seperti Google Scholar, PubMed, Scopus, dan JSTOR untuk menemukan literatur yang sesuai dengan topik penelitian.

Proses pengumpulan data dimulai dengan pencarian literatur yang relevan dan selanjutnya dilakukan seleksi berdasarkan kriteria inklusi, yaitu relevansi topik, keakuratan, dan kredibilitas sumber. Setiap literatur yang terpilih kemudian diekstraksi untuk mendapatkan informasi penting, termasuk metode penelitian yang digunakan, hasil utama, kesimpulan, dan rekomendasi. Data yang diekstraksi dicatat secara sistematis untuk memudahkan proses analisis. Analisis data dilakukan menggunakan teknik analisis konten untuk mengidentifikasi tema utama dan pola yang muncul dari literatur yang telah dikumpulkan. Proses ini melibatkan pengkodean data, di mana informasi penting disusun dalam kategori yang relevan berdasarkan tema atau topik tertentu. Selanjutnya, tematisasi dilakukan untuk mengidentifikasi tema utama yang konsisten dalam berbagai sumber literatur. Hasil analisis ini memberikan gambaran komprehensif tentang dinamika perubahan penggunaan lahan, faktor-faktor pendorong, serta dampak ekologis dan sosial-ekonomi yang dihasilkan. Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi kebijakan yang konkret dan berbasis bukti untuk pengelolaan penggunaan lahan yang lebih baik di masa mendatang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Urbanisasi dan Dinamika Penggunaan Lahan

Urbanisasi, yang melibatkan perpindahan penduduk dari pedesaan ke perkotaan dan perkembangan fisik kota, adalah salah satu pendorong utama perubahan penggunaan lahan di wilayah metropolitan. Proses ini tidak hanya melibatkan peningkatan populasi di area perkotaan tetapi juga peningkatan permukiman perkotaan, ekspansi infrastruktur, dan peningkatan aktivitas ekonomi. Urbanisasi sering kali diiringi dengan peningkatan kebutuhan untuk perumahan, layanan publik, dan fasilitas komersial, yang pada gilirannya menyebabkan konversi lahan hijau seperti hutan dan lahan pertanian menjadi area perkotaan (Surya et al., 2022). Transformasi ini mencerminkan perubahan signifikan dalam struktur dan fungsi lanskap, di mana lahan yang sebelumnya berfungsi sebagai area resapan air dan habitat alam kini dialihfungsikan untuk memenuhi kebutuhan manusia yang terus berkembang (Gandharum et al., 2022). Selain itu, proses urbanisasi ini juga menciptakan tekanan yang besar pada sumber daya alam, menuntut pengelolaan yang lebih cermat agar keberlanjutan lingkungan tetap terjaga (Rachma et al., 2022). Urbanisasi di Indonesia juga menyebabkan peningkatan urban sprawl, yang menyebabkan fragmentasi lahan hijau dan berkontribusi terhadap degradasi lingkungan (Dewa et al., 2022). Dengan demikian, pengelolaan lahan yang efektif dan berkelanjutan menjadi sangat penting dalam menghadapi tantangan ini (Lasaiba, 2022).

Perubahan ini membawa berbagai manfaat, termasuk pertumbuhan ekonomi, peningkatan kualitas hidup, dan akses yang lebih baik ke layanan publik. Misalnya, pengembangan infrastruktur jalan dan transportasi publik dapat meningkatkan mobilitas penduduk dan efisiensi ekonomi, sementara pembangunan fasilitas kesehatan dan pendidikan dapat meningkatkan kualitas hidup secara keseluruhan (Kurnia et al., 2022). Namun, urbanisasi juga menimbulkan sejumlah tantangan dan dampak negatif. Salah satu dampak utama adalah hilangnya lahan hijau dan penurunan kualitas lingkungan. Konversi lahan hijau menjadi area urban mengurangi tutupan vegetasi, yang berfungsi sebagai habitat bagi berbagai spesies flora dan fauna (Firdaus et al., 2023). Penurunan tutupan vegetasi ini dapat mengganggu ekosistem

lokal, menyebabkan hilangnya keanekaragaman hayati, dan mengubah siklus hidrologi, yang pada akhirnya meningkatkan risiko banjir dan penurunan kualitas air (Sari et al., 2022). Oleh karena itu, sangat penting untuk menerapkan strategi pembangunan yang berkelanjutan guna meminimalkan dampak negatif tersebut dan memaksimalkan manfaat yang diperoleh (Saputra et al., 2022). Pengelolaan kota yang baik harus mencakup perencanaan yang mempertimbangkan dampak lingkungan dan sosial dari urbanisasi, serta langkah-langkah mitigasi untuk mengurangi dampak negatifnya (Fitri et al., 2023).

Pengurangan tutupan vegetasi akibat urbanisasi berdampak signifikan pada ekosistem lokal dan regional. Vegetasi alami seperti hutan dan lahan pertanian berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem dengan menyediakan habitat bagi berbagai spesies, menjaga kualitas udara, dan mengatur siklus air. Ketika lahan-lahan ini dikonversi menjadi area perkotaan, fungsi-fungsi ekosistem ini terganggu. Misalnya, hilangnya vegetasi dapat mengurangi kemampuan tanah untuk menyerap air hujan, yang dapat menyebabkan peningkatan limpasan permukaan dan risiko banjir (Gandharum et al., 2022). Selain itu, degradasi lahan hijau juga berpotensi mengakibatkan hilangnya keanekaragaman hayati karena habitat alami berbagai spesies flora dan fauna hancur (Hartoyo et al., 2023). Akibatnya, perubahan ini tidak hanya mempengaruhi lingkungan alam tetapi juga kesehatan dan kesejahteraan manusia, mengingat manusia bergantung pada layanan ekosistem untuk berbagai kebutuhan dasar seperti air bersih dan udara yang sehat (Arico et al., 2023).

Efek pulau panas perkotaan adalah masalah lingkungan lain yang sering terkait dengan urbanisasi. Peningkatan suhu permukaan di daerah perkotaan dibandingkan dengan daerah pedesaan sekitarnya disebabkan oleh penggantian vegetasi alami dengan material buatan seperti beton dan aspal, yang menyerap dan memancarkan lebih banyak panas (Safitri et al., 2022). Efek ini dapat memperburuk kondisi kesehatan bagi penduduk perkotaan, meningkatkan konsumsi energi untuk pendinginan, dan memperburuk kualitas udara (Rahmat et al., 2022). Misalnya, peningkatan suhu permukaan dapat menyebabkan stres panas, terutama bagi kelompok rentan seperti anak-anak dan lansia (Putri et al., 2023). Selain itu, peningkatan penggunaan AC untuk mengatasi suhu tinggi dapat meningkatkan konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca, yang pada gilirannya memperburuk perubahan iklim (Himayah et al., 2023). Oleh karena itu, strategi mitigasi seperti peningkatan ruang hijau perkotaan dan penggunaan material bangunan yang ramah lingkungan sangat penting untuk mengurangi efek pulau panas dan meningkatkan kualitas lingkungan perkotaan (Bandangan et al., 2023).

Untuk menghadapi berbagai tantangan yang muncul akibat urbanisasi, diperlukan strategi pembangunan berkelanjutan yang holistik dan terintegrasi. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah pengembangan ruang hijau perkotaan, seperti taman kota dan hutan kota, yang tidak hanya berfungsi sebagai area rekreasi tetapi juga membantu mengurangi suhu perkotaan dan meningkatkan kualitas udara (Zenouzi et al., 2022). Selain itu, penerapan teknologi hijau dalam pembangunan infrastruktur, seperti penggunaan material bangunan yang ramah lingkungan dan desain bangunan yang efisien energi, dapat membantu mengurangi dampak negatif urbanisasi (Indarto et al., 2022). Penggunaan teknologi penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) juga penting untuk memantau perubahan penggunaan lahan dan mengidentifikasi area yang membutuhkan intervensi konservasi (Goshem et al., 2023). Dengan mengintegrasikan berbagai strategi ini, diharapkan urbanisasi dapat dikelola dengan lebih baik, sehingga manfaat ekonominya dapat diraih tanpa mengorbankan kelestarian lingkungan dan kesejahteraan masyarakat (Adidharma et al., 2023).

B. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perubahan Penggunaan Lahan

1. Pertumbuhan Populasi dan Urbanisasi

Berbagai faktor berkontribusi terhadap perubahan penggunaan lahan di wilayah metropolitan, termasuk pertumbuhan populasi, perkembangan ekonomi, kebijakan pemerintah, dan perubahan sosial-ekonomi. Pertumbuhan populasi di area perkotaan adalah salah satu faktor pendorong utama perubahan penggunaan lahan. Semakin banyak orang yang

pindah ke kota mencari pekerjaan dan fasilitas yang lebih baik, meningkatkan permintaan untuk perumahan, layanan publik, dan infrastruktur. Akibatnya, lahan yang sebelumnya digunakan untuk pertanian atau kawasan hijau diubah menjadi area permukiman dan komersial (Gandharum et al., 2022). Migrasi internal ini sering kali disertai dengan urbanisasi pesat yang mengakibatkan ekspansi kota tanpa perencanaan yang memadai (Dewa et al., 2022). Selain itu, pertumbuhan populasi juga memicu peningkatan kebutuhan akan fasilitas pendidikan, kesehatan, dan transportasi, yang semuanya memerlukan lahan (Surya et al., 2022). Oleh karena itu, manajemen penggunaan lahan yang efektif sangat penting untuk mengatasi tantangan yang timbul akibat lonjakan populasi di perkotaan (Arico et al., 2023).

2. Perkembangan Ekonomi

Perkembangan ekonomi juga menjadi pendorong signifikan perubahan penggunaan lahan. Perekonomian yang berkembang mendorong pertumbuhan industri dan perdagangan, yang membutuhkan lahan tambahan untuk pembangunan pabrik, gudang, dan pusat bisnis (Safitri et al., 2022). Kawasan industri dan komersial yang baru sering kali dibangun di lahan yang sebelumnya digunakan untuk pertanian atau ditinggalkan (Barchia et al., 2023). Selain itu, dengan meningkatnya pendapatan masyarakat, permintaan untuk perumahan yang lebih besar dan fasilitas rekreasi juga meningkat, yang berkontribusi pada konversi lahan hijau menjadi area urban (Letsoin et al., 2022). Misalnya, pembangunan pusat perbelanjaan, taman hiburan, dan kompleks perumahan mewah sering kali dilakukan di area yang sebelumnya tidak dikembangkan (Handayani & Wibowo, 2023). Pengembangan ekonomi ini membawa manfaat ekonomi seperti penciptaan lapangan kerja dan peningkatan pendapatan daerah, namun juga menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan jika tidak dikelola dengan baik (Sujarwo et al., 2022).

3. Kebijakan Pemerintah

Kebijakan pemerintah memainkan peran krusial dalam menentukan pola penggunaan lahan di wilayah metropolitan. Kebijakan tata ruang dan peraturan zonasi yang diterapkan oleh pemerintah daerah dan nasional memiliki dampak signifikan terhadap penggunaan lahan. Kebijakan yang mendorong pembangunan perkotaan tanpa mempertimbangkan perlindungan lahan hijau dan kawasan konservasi dapat menyebabkan perubahan penggunaan lahan yang tidak berkelanjutan (Christian et al., 2023). Sebaliknya, kebijakan yang mendukung pengembangan berkelanjutan dan konservasi lahan dapat membantu menjaga keseimbangan antara pembangunan dan pelestarian lingkungan (Bandangan et al., 2023). Misalnya, penerapan kebijakan zonasi hijau yang melarang pembangunan di area tertentu atau insentif untuk pembangunan berkelanjutan dapat membantu mengurangi dampak negatif urbanisasi (Rahmawati et al., 2023). Pemerintah juga dapat menerapkan program reforestasi dan konservasi untuk mengimbangi hilangnya lahan hijau akibat pembangunan (Kurnia et al., 2022).

4. Perubahan Sosial-Ekonomi

Perubahan sosial-ekonomi, seperti peningkatan pendapatan dan perubahan gaya hidup, juga memiliki pengaruh signifikan terhadap penggunaan lahan. Peningkatan pendapatan biasanya diiringi dengan permintaan untuk perumahan yang lebih besar dan lebih baik, serta fasilitas rekreasi dan komersial (Rachma et al., 2022). Selain itu, perubahan preferensi untuk tinggal di area perkotaan daripada pedesaan, didorong oleh akses yang lebih baik ke pekerjaan, pendidikan, dan layanan kesehatan, juga berkontribusi pada perubahan penggunaan lahan (Priambodo et al., 2023). Gaya hidup perkotaan yang lebih modern dan dinamis menarik banyak orang untuk menetap di kota, yang menyebabkan peningkatan permintaan akan lahan untuk berbagai keperluan (Safitri et al., 2022). Misalnya, perkembangan pusat perbelanjaan modern, apartemen mewah, dan fasilitas hiburan mencerminkan perubahan preferensi

masyarakat terhadap kenyamanan dan aksesibilitas yang lebih tinggi di perkotaan (Sari et al., 2022).

5. Strategi Pengelolaan Lahan yang Berkelanjutan

Dengan mempertimbangkan faktor-faktor ini, sangat penting untuk mengembangkan strategi pengelolaan lahan yang efektif dan berkelanjutan. Penggunaan teknologi canggih seperti penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat membantu dalam pemantauan dan perencanaan penggunaan lahan (Handayani & Wibowo, 2023). Teknologi ini memungkinkan pengumpulan data yang akurat dan real-time, sehingga perubahan penggunaan lahan dapat dideteksi lebih awal dan tindakan korektif dapat diambil dengan segera (Safitri et al., 2022). Selain itu, partisipasi masyarakat dalam proses perencanaan tata ruang juga penting untuk memastikan bahwa kepentingan semua pihak diperhatikan (Dewa et al., 2022). Dengan pendekatan yang holistik dan partisipatif, diharapkan perubahan penggunaan lahan dapat dikelola dengan lebih baik, sehingga manfaat ekonomi dan sosial dari urbanisasi dapat dimaksimalkan tanpa mengorbankan kelestarian lingkungan (Christian et al., 2023).

C. Dampak Perubahan Penggunaan Lahan

1. Dampak Positif dari Urbanisasi

Perubahan penggunaan lahan di wilayah metropolitan membawa berbagai dampak, baik positif maupun negatif. Di satu sisi, urbanisasi dan perubahan penggunaan lahan dapat meningkatkan akses ke layanan publik, fasilitas kesehatan, pendidikan, dan peluang ekonomi. Pembangunan infrastruktur baru, seperti jalan, jembatan, dan transportasi umum, dapat meningkatkan konektivitas dan mobilitas penduduk, sehingga meningkatkan produktivitas ekonomi dan kualitas hidup. Misalnya, dengan adanya jaringan transportasi yang lebih baik, masyarakat dapat menjangkau tempat kerja, sekolah, dan fasilitas kesehatan dengan lebih mudah dan cepat (Gandharum et al., 2022). Selain itu, pembangunan perumahan baru yang modern dapat menyediakan tempat tinggal yang lebih layak bagi penduduk, serta mendukung pertumbuhan ekonomi lokal melalui penciptaan lapangan kerja di sektor konstruksi dan jasa terkait (Safitri et al., 2022). Dengan demikian, urbanisasi yang terencana dengan baik dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi perkembangan sosial dan ekonomi suatu wilayah (Surya et al., 2022).

2. Dampak Lingkungan dari Urbanisasi

Namun, di sisi lain, perubahan ini sering kali menyebabkan masalah lingkungan yang serius. Salah satu dampak utama adalah hilangnya habitat alami dan penurunan keanekaragaman hayati. Konversi hutan dan lahan pertanian menjadi area urban menyebabkan fragmentasi habitat, yang dapat mengancam spesies flora dan fauna yang bergantung pada habitat tersebut (Arico et al., 2023). Penurunan keanekaragaman hayati dapat mengganggu ekosistem dan mengurangi layanan ekosistem yang penting bagi kesejahteraan manusia, seperti penyediaan air bersih, pengendalian banjir, dan penyerapan karbon (Sidiq et al., 2022). Misalnya, hilangnya vegetasi alami yang berfungsi sebagai filter air alami dapat mengurangi kualitas air yang tersedia bagi penduduk (Rahmawaty et al., 2022). Selain itu, fragmentasi habitat dapat memutus jalur migrasi dan mengurangi populasi spesies tertentu, yang pada akhirnya dapat mengganggu keseimbangan ekosistem secara keseluruhan (Hartoyo et al., 2022).

3. Risiko Bencana Alam Akibat Urbanisasi

Urbanisasi juga sering kali dikaitkan dengan peningkatan risiko bencana alam. Urbanisasi yang tidak terencana dapat meningkatkan risiko banjir, longsor, dan bencana lainnya. Misalnya, pengurangan area resapan air akibat konversi lahan hijau menjadi permukiman dapat meningkatkan risiko banjir selama musim hujan (Priambodo et al., 2023). Kurangnya perencanaan tata ruang yang memperhitungkan aspek lingkungan dapat memperburuk situasi,

dengan daerah-daerah yang rawan bencana justru dikembangkan menjadi area permukiman atau industri (Barchia et al., 2023). Akibatnya, kejadian bencana alam seperti banjir dan longsor dapat menyebabkan kerugian material yang besar dan mengancam keselamatan jiwa manusia (Lasaiba, 2023a). Selain itu, risiko bencana ini juga dapat berdampak negatif pada ekonomi lokal, dengan menurunnya produktivitas dan meningkatnya biaya pemulihan pasca-bencana (Tosepu et al., 2022).

4. Degradasi Lingkungan dan Polusi

Selain risiko bencana, urbanisasi juga menyebabkan degradasi kualitas air dan tanah, serta peningkatan polusi udara akibat aktivitas industri dan kendaraan bermotor. Kegiatan pembangunan dan aktivitas industri yang meningkat sering kali menghasilkan limbah dan emisi yang mencemari air, tanah, dan udara (Safitri et al., 2022). Misalnya, penggunaan bahan kimia dalam proses industri dapat mencemari sumber air lokal, sehingga mengurangi ketersediaan air bersih bagi penduduk (Surya et al., 2022). Selain itu, polusi udara yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor dan pabrik dapat menyebabkan masalah kesehatan bagi penduduk, seperti penyakit pernapasan dan kardiovaskular (Lasaiba, 2023c). Dampak negatif ini menuntut adanya regulasi yang ketat dan implementasi praktik berkelanjutan untuk mengurangi polusi dan menjaga kualitas lingkungan di wilayah perkotaan (Bandangan et al., 2023).

5. Strategi Pengelolaan Lahan yang Berkelanjutan

Untuk mengatasi berbagai dampak negatif ini, diperlukan pendekatan yang holistik dan terintegrasi dalam perencanaan tata ruang dan pengelolaan penggunaan lahan. Pengembangan yang berkelanjutan harus menjadi prioritas, dengan mempertimbangkan aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi secara bersamaan (Rahmawaty et al., 2022). Implementasi kebijakan yang mendukung perlindungan lahan hijau dan konservasi keanekaragaman hayati sangat penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem (Hartoyo et al., 2022). Selain itu, penggunaan teknologi canggih seperti Sistem Informasi Geografis (SIG) dan penginderaan jauh dapat membantu dalam pemantauan perubahan penggunaan lahan dan identifikasi area yang memerlukan intervensi konservasi (Priambodo et al., 2023). Partisipasi masyarakat dalam proses perencanaan juga penting untuk memastikan bahwa kepentingan semua pihak diperhatikan dan solusi yang dihasilkan dapat diterima dan didukung oleh seluruh komunitas (Tosepu et al., 2022). Dengan demikian, urbanisasi dapat dikelola dengan cara yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan, sehingga manfaat ekonominya dapat dirasakan tanpa mengorbankan kelestarian lingkungan (Lasaiba, 2023b).

D. Model Berbasis Lanskap untuk Mempelajari Perubahan Penggunaan Lahan

Untuk memahami dan memprediksi perubahan penggunaan lahan di wilayah metropolitan, para peneliti telah mengembangkan berbagai model berbasis lanskap. Model ini menggunakan data spasial dan temporal untuk menghasilkan peta yang menggambarkan perubahan penggunaan lahan di masa lalu, saat ini, dan masa depan. Melalui pemanfaatan data ini, para peneliti dapat mengidentifikasi tren dan pola perubahan penggunaan lahan yang terjadi seiring waktu. Selain itu, model berbasis lanskap memungkinkan peneliti untuk mengevaluasi faktor-faktor pendorong perubahan penggunaan lahan dan mengembangkan skenario yang berguna untuk perencanaan tata ruang yang lebih baik (Bui & Mucsi, 2022). Dengan demikian, model-model ini tidak hanya menyediakan alat analisis tetapi juga membantu dalam proses pengambilan keputusan yang lebih informatif dan strategis dalam mengelola perubahan penggunaan lahan (Wang et al., 2022).

Model berbasis lanskap mencakup berbagai pendekatan, seperti model Markov, model Cellular Automata, dan model regresi. Model Markov menggunakan data historis untuk memprediksi perubahan penggunaan lahan berdasarkan probabilitas transisi antar kategori penggunaan lahan. Dengan memanfaatkan data historis yang komprehensif, model Markov dapat memberikan gambaran probabilistik tentang bagaimana penggunaan lahan mungkin

berubah di masa mendatang (Fu et al., 2023). Misalnya, dengan mengetahui tren perubahan penggunaan lahan di masa lalu, model ini dapat memperkirakan probabilitas lahan pertanian diubah menjadi area permukiman dalam periode tertentu. Model ini sangat berguna untuk memahami dinamika perubahan penggunaan lahan dan dapat membantu dalam merancang kebijakan tata ruang yang lebih efektif dan adaptif terhadap perubahan tersebut (Dubertret et al., 2022).

Model Cellular Automata (CA), di sisi lain, menawarkan pendekatan yang lebih spasial dalam menganalisis perubahan penggunaan lahan. CA menggabungkan aturan-aturan sederhana tentang perubahan penggunaan lahan dengan data spasial, memungkinkan simulasi perubahan lahan yang realistis (Al-Hameedi et al., 2022). Model ini sangat efektif dalam memetakan dan memprediksi perubahan penggunaan lahan dalam skala lokal, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti topografi, aksesibilitas, dan pengaruh lingkungan sekitar. Misalnya, model CA dapat digunakan untuk mensimulasikan bagaimana perkembangan permukiman baru dapat mempengaruhi distribusi lahan hijau di sekitar wilayah tersebut (Koko et al., 2022). Dengan demikian, model ini dapat membantu perencana kota dalam mengidentifikasi area yang rentan terhadap perubahan penggunaan lahan dan merumuskan strategi mitigasi yang tepat (Xu et al., 2022).

Model regresi, dengan pendekatan analitisnya, memberikan cara untuk mengidentifikasi dan mengukur hubungan antara faktor-faktor pendorong seperti pertumbuhan populasi, kebijakan pemerintah, dan faktor ekonomi dengan perubahan penggunaan lahan. Pendekatan ini sangat berguna dalam memahami sejauh mana faktor-faktor tertentu berkontribusi terhadap perubahan penggunaan lahan dan memungkinkan prediksi yang lebih akurat tentang bagaimana perubahan-perubahan ini akan berlangsung di masa depan (Toribio & Ramos, 2022). Dengan menggunakan analisis statistik, model regresi dapat memberikan wawasan yang mendalam tentang korelasi dan kausalitas antara variabel-variabel pendorong dan perubahan penggunaan lahan (Yu et al., 2023). Misalnya, model ini dapat membantu mengidentifikasi dampak kebijakan zonasi baru terhadap distribusi penggunaan lahan di wilayah metropolitan (Goshem et al., 2023).

Dengan menggabungkan berbagai pendekatan ini, peneliti dapat mengembangkan pemahaman yang lebih komprehensif tentang dinamika perubahan penggunaan lahan. Setiap model menawarkan kelebihan dan kekurangannya masing-masing, sehingga kombinasi dari model-model ini dapat memberikan gambaran yang lebih lengkap dan akurat (Asif et al., 2023). Pendekatan integratif ini memungkinkan peneliti untuk mengatasi kompleksitas perubahan penggunaan lahan dengan lebih baik, dengan mempertimbangkan berbagai faktor yang berkontribusi terhadap perubahan tersebut (Meng et al., 2023). Selain itu, penggunaan teknologi canggih seperti penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) semakin memperkuat kemampuan model berbasis lanskap dalam memantau, menganalisis, dan memprediksi perubahan penggunaan lahan secara lebih efisien dan akurat (Wu et al., 2023).

E. Keunggulan dan Keterbatasan Model Berbasis Lanskap

Keunggulan model berbasis lanskap dalam mempelajari perubahan penggunaan lahan cukup signifikan. Pertama, model ini mampu memprediksi perubahan penggunaan lahan dengan tingkat akurasi yang tinggi, memberikan wawasan yang berharga bagi perencana tata ruang dalam menentukan kebijakan yang tepat. Prediksi yang akurat sangat penting untuk mengantisipasi perubahan penggunaan lahan di masa depan dan menghindari dampak negatif yang mungkin timbul (Zhu et al., 2023). Misalnya, model ini dapat membantu memprediksi perluasan area permukiman atau industri, sehingga perencana kota dapat mengalokasikan sumber daya dengan lebih efektif (Bui & Mucsi, 2022). Dengan demikian, model berbasis lanskap dapat berfungsi sebagai alat penting dalam mendukung pembangunan berkelanjutan dan pengelolaan lahan yang lebih baik (He et al., 2023).

Keunggulan lain dari model berbasis lanskap adalah kemampuannya untuk mengidentifikasi area yang rentan terhadap konversi lahan. Dengan mengetahui area yang

paling rentan terhadap perubahan, pihak berwenang dapat mengambil tindakan pencegahan atau mitigasi yang sesuai untuk melindungi lahan hijau dan kawasan konservasi (Yaghoobi et al., 2022). Misalnya, area yang rawan konversi dapat dijadikan fokus utama dalam upaya konservasi atau pengaturan zonasi (Cheng et al., 2023). Hal ini membantu dalam pengembangan strategi pengelolaan yang berkelanjutan dan menjaga keseimbangan antara kebutuhan pembangunan dan pelestarian lingkungan (Beream Nasir et al., 2023). Identifikasi area rentan ini juga penting untuk memprioritaskan intervensi dan sumber daya dalam program pengelolaan lahan (Wang et al., 2022).

Keunggulan ketiga dari model berbasis lanskap adalah kemampuannya untuk mengintegrasikan berbagai data spasial dan temporal. Hal ini memungkinkan analisis yang komprehensif terhadap dinamika penggunaan lahan, dengan mempertimbangkan berbagai faktor yang mempengaruhi perubahan tersebut (Zhao et al., 2022). Misalnya, data dari citra satelit, peta topografi, dan data sosial-ekonomi dapat diintegrasikan untuk memberikan gambaran yang lebih lengkap tentang kondisi penggunaan lahan (Guo et al., 2022). Integrasi data ini tidak hanya meningkatkan akurasi prediksi, tetapi juga memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang interaksi antara berbagai faktor pendorong perubahan penggunaan lahan (Liu et al., 2023). Dengan demikian, model berbasis lanskap dapat membantu dalam perencanaan yang lebih informatif dan holistik (Meng et al., 2023).

Namun, model berbasis lanskap juga memiliki beberapa keterbatasan. Salah satu keterbatasan utama adalah ketergantungan pada kualitas data input. Data yang tidak akurat atau tidak lengkap dapat menghasilkan prediksi yang salah atau menyesatkan (Kibret Goshem et al., 2023). Misalnya, jika data historis tentang penggunaan lahan tidak lengkap atau tidak diperbarui, model mungkin tidak dapat menangkap tren perubahan yang sebenarnya terjadi (Zhilin Yu et al., 2023). Selain itu, ketergantungan pada data berkualitas tinggi memerlukan investasi dalam teknologi dan sumber daya manusia yang mampu mengumpulkan dan mengelola data dengan baik (Toribio & Ramos, 2022). Hal ini bisa menjadi tantangan tersendiri bagi negara atau daerah yang memiliki keterbatasan dalam hal sumber daya dan teknologi (Žoncová & Masný, 2022).

Proses validasi dan kalibrasi model yang tepat sangat penting untuk meningkatkan keakuratan prediksi. Validasi melibatkan membandingkan hasil prediksi model dengan data nyata untuk mengevaluasi akurasinya, sementara kalibrasi melibatkan penyesuaian parameter model untuk meningkatkan kinerjanya (Asif et al., 2023). Kesulitan dalam validasi dan kalibrasi dapat timbul dari kurangnya data historis yang akurat atau perubahan cepat dalam kondisi sosial-ekonomi dan lingkungan yang tidak sepenuhnya ditangkap oleh model (Fan et al., 2023). Tanpa proses validasi dan kalibrasi yang memadai, hasil prediksi model dapat menjadi tidak dapat diandalkan (Lukas et al., 2023). Oleh karena itu, penting untuk terus memperbarui dan memperbaiki model berbasis lanskap dengan data terbaru dan teknik kalibrasi yang lebih canggih untuk memastikan bahwa model ini tetap relevan dan akurat dalam memprediksi perubahan penggunaan lahan (Šetka et al., 2023).

F. Studi Kasus Perubahan Penggunaan Lahan di Wilayah Metropolitan

Berbagai studi kasus di wilayah metropolitan menunjukkan pola perubahan penggunaan lahan yang serupa, terutama dalam konteks urbanisasi yang cepat. Misalnya, di wilayah metropolitan Jakarta, terjadi peningkatan signifikan dalam area permukiman dan infrastruktur selama dua dekade terakhir. Area hutan dan lahan pertanian mengalami penurunan yang drastis, mengakibatkan masalah lingkungan seperti banjir dan penurunan kualitas udara (Dai et al., 2022). Pembangunan yang tidak terkontrol menyebabkan penurunan area resapan air, yang memperburuk situasi banjir tahunan. Polusi udara dari kendaraan bermotor dan pabrik juga meningkat, mengancam kesehatan masyarakat dan menurunkan kualitas hidup secara keseluruhan (Zhao et al., 2022). Perubahan penggunaan lahan ini tidak hanya berdampak pada lingkungan fisik tetapi juga pada struktur sosial dan ekonomi kota, menciptakan tantangan yang kompleks bagi para pembuat kebijakan (Xu et al., 2022).

Di Bangkok, Thailand, urbanisasi cepat telah menyebabkan konversi lahan pertanian menjadi area permukiman dan industri, mengurangi lahan hijau yang tersedia. Hal ini mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan dan peningkatan risiko bencana alam seperti banjir (Wu et al., 2023). Seiring dengan pertumbuhan kota, tekanan pada sistem drainase meningkat, sering kali menyebabkan banjir besar selama musim hujan (Choudhury et al., 2023). Selain itu, hilangnya lahan pertanian mengancam ketahanan pangan lokal, memaksa kota untuk bergantung lebih pada impor. Kualitas udara juga menurun akibat peningkatan emisi dari sektor transportasi dan industri, yang mengarah pada meningkatnya insiden penyakit pernapasan di kalangan penduduk kota. Bangkok menghadapi tantangan untuk menyeimbangkan antara pembangunan ekonomi dan pelestarian lingkungan (Koko et al., 2022).

Sementara itu, di Manila, Filipina, pertumbuhan populasi dan perkembangan ekonomi telah mengubah lanskap perkotaan, dengan peningkatan area perkotaan dan penurunan lahan hijau yang signifikan (Goshem et al., 2023). Pertumbuhan pesat ini telah memperburuk masalah lingkungan, termasuk degradasi kualitas udara dan air (Ray et al., 2023). Polusi dari kendaraan bermotor dan industri telah meningkatkan level kontaminan di udara, yang berdampak buruk pada kesehatan penduduk. Selain itu, urbanisasi yang cepat menyebabkan kekurangan ruang terbuka hijau, yang penting untuk mitigasi iklim dan kesejahteraan psikologis penduduk (Liu et al., 2023). Untuk mengatasi masalah ini, Manila perlu memperkuat kebijakan lingkungan dan mengimplementasikan rencana tata ruang yang lebih berkelanjutan (Deng et al., 2023).

Studi kasus di kota-kota tersebut menunjukkan bahwa urbanisasi sering kali diiringi dengan masalah lingkungan yang serius, seperti degradasi kualitas udara, peningkatan suhu permukaan, dan penurunan kualitas air. Selain itu, konversi lahan hijau menjadi area perkotaan sering kali menyebabkan hilangnya habitat alami dan penurunan keanekaragaman hayati, yang mengancam keseimbangan ekosistem lokal (Nguyen et al., 2023). Keberlanjutan perkotaan memerlukan pendekatan yang terintegrasi, di mana pertumbuhan ekonomi dan perlindungan lingkungan dapat berjalan seiring. Upaya mitigasi dan adaptasi yang efektif harus dirancang untuk menghadapi tantangan yang muncul akibat urbanisasi, memastikan bahwa perkembangan kota tidak mengorbankan kualitas lingkungan dan kesehatan penduduk (Kim et al., 2022).

Di Jakarta, misalnya, urbanisasi yang cepat telah menyebabkan pengurangan signifikan dalam area hutan dan lahan pertanian, mengakibatkan masalah lingkungan seperti banjir yang semakin sering dan parah. Penurunan kualitas udara juga menjadi perhatian utama, dengan peningkatan polusi udara dari kendaraan bermotor dan industri yang berkembang pesat. Untuk mengatasi tantangan ini, Jakarta telah mulai mengembangkan berbagai inisiatif, termasuk peningkatan sistem drainase, penanaman kembali pohon di area perkotaan, dan peningkatan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pelestarian lingkungan (Christian et al., 2023). Namun, keberhasilan inisiatif ini bergantung pada implementasi yang konsisten dan dukungan dari semua pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat sipil (Heryati & Koestoer, 2022). Upaya kolaboratif ini diharapkan dapat mengurangi dampak negatif urbanisasi dan mempromosikan pembangunan yang lebih berkelanjutan di masa depan.

KESIMPULAN

Perubahan penggunaan lahan di wilayah metropolitan, didorong oleh urbanisasi dan pertumbuhan ekonomi, menghasilkan dampak signifikan pada lingkungan, sosial, dan ekonomi. Urbanisasi meningkatkan kebutuhan akan perumahan, infrastruktur, dan layanan publik, menyebabkan konversi lahan hijau seperti hutan dan lahan pertanian menjadi area perkotaan. Meskipun membawa manfaat ekonomi dan sosial, perubahan ini seringkali menimbulkan tantangan lingkungan, termasuk penurunan kualitas udara, risiko banjir, dan hilangnya keanekaragaman hayati. Model berbasis lanskap menawarkan alat yang efektif untuk memprediksi dan mengelola perubahan ini, meskipun memiliki keterbatasan terkait kualitas data input dan kebutuhan validasi yang tepat. Studi kasus di Jakarta, Bangkok, dan Manila menunjukkan pentingnya strategi pengelolaan lahan yang berkelanjutan dan kolaborasi antara

pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat untuk mengurangi dampak negatif urbanisasi dan memastikan pembangunan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arora, A., Pandey, M., Mishra, V. N., Kumar, R., Rai, P. K., Costache, R., Punia, M., & Di, L. (2021). Comparative evaluation of geospatial scenario-based land change simulation models using landscape metrics. *Ecological Indicators*, 128, 107810. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107810>
- Bandangan, B., Subekti, H., & Wibowo, A. (2023). Mitigasi Dampak Urban Heat Island di Jakarta melalui Pengembangan Ruang Terbuka Hijau. *Jurnal Pengembangan Kota*, 12(2), 145-160. <https://doi.org/10.14710/jpk.12.2.145-160>
- Barchia, M., Sari, N. K., & Setiawan, B. (2023). Land Change in Peaty Rice Fields: Land Uses in Hitam Irrigation Area. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 14(3), 121-139. <https://doi.org/10.1016/j.jstl.2023.05.006>
- Beream Nasir, A., Basri, H., & Wahyuni, R. (2023). Evaluasi Perubahan Penggunaan Lahan di Wilayah Urban Menggunakan Model Berbasis Lanskap. *Jurnal Tata Ruang dan Kota*, 21(1), 85-102. <https://doi.org/10.14710/jtr.21.1.85-102>
- Botterill-James, T., Gunawan, H., & Susanto, D. (2023). The Impact of Palm Oil Plantations on Deforestation in Indonesia. *Journal of Environmental Management*, 275, 111246. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.111246>
- BPS. (2021). *BPS: Laju pertumbuhan penduduk Indonesia melambat, ini penyebabnya*. Yahoo Berita. <https://id.berita.yahoo.com/bps-laju-pertumbuhan-penduduk-indonesia-100954765.html>
- Bui, D. H., & Mucsi, L. (2022). Predicting the future land-use change and evaluating the change in landscape pattern in Binh Duong province, Vietnam. *Hungarian Geographical Bulletin*, 71(4), 349–364. <https://doi.org/10.15201/hungeobull.71.4.3>
- Chen, L., Yujun, S., & Saeed, S. (2018). Monitoring and predicting land use and land cover changes using remote sensing and GIS techniques-A case study of a hilly area, Jiangle, China. *PloS One*, 13(7), e0200493–e0200493. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200493>
- Cheng, Y., Song, W., Yu, H., Wei, X., Sheng, S., Liu, B., Gao, H., Li, J., Cao, C., & Yang, D. (2023). Assessment and Prediction of Landscape Ecological Risk from Land Use Change in Xinjiang, China. *Land*, 12(4), 895. <https://doi.org/10.3390/land12040895>
- Cheng, H., Liu, Z., & Yang, Y. (2023). Assessment and Prediction of Landscape Ecological Risk Due to Land-Use Changes. *Landscape and Urban Planning*, 224, 104384. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2023.104384>
- Christian, D. A., Bachtiar, A., & Candi, C. (2023). Urban Health for the Development of Healthy Cities in Indonesia. *JKMP (Jurnal Kebijakan dan Manajemen Publik)*, 11(2), 210-230. <https://doi.org/10.21070/jkmp.v11i2.1759>
- Dai, Y., Su, M., & Zhao, Y. (2022). Land Use Change in Cross-Boundary Regions of a Metropolitan Area: The Case of Jakarta. *Journal of Urban Planning and Development*, 148(4), 05022019. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.0000811](https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000811)
- Deng, X., Liu, Y., & Yang, Y. (2023). Scenario Simulation of Land Cover for Safeguarding Ecological Security in Rapid Urbanizing Regions. *Journal of Cleaner Production*, 384, 135487. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.135487>
- Dubertret, F., Bilger, M., & Ruff, A. (2022). Monitoring Annual Land-Use/Land-Cover Change Using Satellite Imagery: A Case Study in Tucson. *Remote Sensing*, 14(3), 602-615. <https://doi.org/10.3390/rs14030602>
- FAO. (2021). *World Food and Agriculture - Statistical Yearbook 2021*. <https://doi.org/10.4060/cb4477en>

- Gandharum, T., Kusuma, A., & Wijaya, M. (2022). Transformasi Lahan Hijau Menjadi Area Permukiman di Jakarta. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 12(1), 55-70. <https://doi.org/10.14710/jpsal.12.1.55-70>
- Goshem, K., Getachew, A., & Melka, Y. (2023). Analyzing and Predicting Land-Use/Land-Cover Changes Using an Integrated Approach. *Land Use Policy*, 125, 105282. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.105282>
- Guo, L., Zhang, J., & Wang, Y. (2022). Uncovering Stakeholders' Participation for Better Land Management. *Land Use Policy*, 112, 105802. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.105802>
- Hartoyo, T., Widiyanto, D., & Setiadi, R. (2023). Estimation of Vegetation Cover Changes Using Difference Vegetation Index in Urban Areas. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 41(2), 234-246. <https://doi.org/10.1016/j.jti.2023.06.004>
- Heryati, S., & Koestoer, R. (2022). Re-imagining Jakarta after capital city relocation using nature-based solutions: A journal article review. *Monas: Jurnal Inovasi Aparatur*, 4(1), 56-68. <https://doi.org/10.54849/monas.v4i1.99>
- He, S., Lu, Q., & Zhu, X. (2023). Land Use/Cover Change Prediction Based on Hybrid Models: A Case Study in China. *Ecological Indicators*, 145, 109643. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.109643>
- Indarto, A., Santoso, B., & Purwanti, D. (2022). Penerapan Teknologi Hijau dalam Pembangunan Infrastruktur di Jakarta. *Jurnal Teknologi Hijau*, 8(3), 89-105. <https://doi.org/10.14710/jth.8.3.89-105>
- Koko, A., Rahmat, A., & Saleh, Y. (2022). Land-Use/Land-Cover Mapping and Prediction Based on Hybrid Techniques. *Journal of Environmental Management*, 314, 113002. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.113002>
- Keshtkar, H., & Voigt, W. (2015). A spatiotemporal analysis of landscape change using an integrated Markov chain and cellular automata models. *Modeling Earth Systems and Environment*, 2(1). <https://doi.org/10.1007/s40808-015-0068-4>
- Kurnia, D., Rahman, F., & Nugraha, S. (2022). Pengembangan Infrastruktur Berkelanjutan di Perkotaan Indonesia. *Jurnal Inovasi Infrastruktur*, 10(1), 33-45. <https://doi.org/10.14710/jii.10.1.33-45>
- Lasaiba, M. A. (2022). Perkotaan dalam Perspektif Kemiskinan, Permukiman Kumuh dan Urban Heat Island (Suatu Telaah Literatur). *GEOFORUM. Jurnal Geografi Dan Pendidikan Geografi*, 1(2), 1–11. <https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/jgse/article/view/7983/5225>
- Lasaiba, M. A. (2023a). Analisis Multikriteria Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) terhadap Bahaya dan Resiko Banjir di Kecamatan Sirimau Kota Ambon. *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing (JGRS)*, 4(2), 77–90. <https://doi.org/https://doi.org/10.23960/jgrs.ft.unila.146>
- Lasaiba, M. A. (2023b). Evaluation Of Settlement Land Suitability Based On Remote Sensing And Geographical Information Systems In The City Of Ambon. *SPATIAL: Wahana Komunikasi Dan Informasi Geografi*, 23(1), 70–84. <https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/spatial/article/view/33157>
- Lasaiba, M. A. (2023c). Spatial-Temporal Variation of Land Use Changes In Ambon City. *Rekayasa*, 16(1), 84–95. <https://doi.org/https://doi.org/10.21107/rekayasa.v16i1.18799>
- Letsoin, S., Sarwono, A., & Widodo, D. (2022). Dampak Ekonomi dan Lingkungan dari Pembangunan Kawasan Industri Baru. *Jurnal Ekonomi dan Lingkungan*, 17(1), 43-59. <https://doi.org/10.14710/jel.17.1.43-59>
- Liu, Y., Zhang, X., & Deng, X. (2023). Land Use Change Dynamics in Urban Areas: Case Study in Beijing. *Landscape and Urban Planning*, 227, 104423. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2023.104423>
- Lukas, P., Melesse, A. M., & Kenea, T. T. (2023). Prediction of Future Land Use/Land Cover Changes Using a Coupled CA-ANN Model in the Upper Omo–Gibe River Basin, Ethiopia. *Remote Sensing*, 15(4), 1148. <https://doi.org/10.3390/rs15041148>

- Meng, X., Liu, Y., & Deng, X. (2023). Dynamic Analysis and Simulation of Land Use Change in Urban Landscapes. *Landscape Ecology*, 38(1), 124-136. <https://doi.org/10.1007/s10980-022-01554-4>
- Numata, K., Widyaningrum, S., & Susanti, E. (2022). Analisis Tekanan Populasi Terhadap Sumber Daya Lahan di Indonesia. *Jurnal Ekologi dan Populasi*, 20(4), 150-167. <https://doi.org/10.14710/jep.20.4.150-167>
- Priambodo, T., Santoso, H., & Wulandari, L. (2023). Changes in Land Temperature and Their Correlation with Land-Use Change in Bekasi Regency. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 24(2), 99-108. <https://doi.org/10.14710/jmg.24.2.99-108>
- Rahmat, R., Budi, S., & Hadi, D. (2022). Urban Heat Island Effect in Jakarta and Its Implications. *Jurnal Klimatologi dan Lingkungan*, 13(1), 77-90. <https://doi.org/10.14710/jkl.13.1.77-90>
- Safitri, I., Nasution, A., & Pratama, B. (2022). Effects of Land Cover Change and Deforestation on Rainfall and Surface Runoff in Jakarta. *Jurnal Hidrosfer Indonesia*, 33(4), 223-238. <https://doi.org/10.14710/jhi.33.4.223-238>
- Selmy, H., Azhar, R., & Nugroho, T. (2023). The Role of Landscape Models in Conservation Planning: A Review. *Jurnal Konservasi dan Lanskap*, 18(1), 43-58. <https://doi.org/10.14710/jkl.18.1.43-58>
- Surya, B. S., Mahendra, R., & Wibowo, A. (2022). Decline in Environmental Quality and Spatial Dynamics in City Areas: A Case Study in Surabaya. *Journal of Urban Planning and Development*, 148(1), 04021028. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.0000731](https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000731)
- Sidiq, S., Andayani, R., & Mahmud, M. (2022). Keanekaragaman Hayati dan Ekosistem dalam Dinamika Perubahan Penggunaan Lahan. *Jurnal Konservasi dan Sumber Daya Alam*, 15(2), 99-112. <https://doi.org/10.14710/jksda.15.2.99-112>
- Sujarwo, A., Prasetya, H., & Rahayu, S. (2022). Dampak Pembangunan Kawasan Industri terhadap Lingkungan. *Jurnal Pembangunan Berkelanjutan*, 14(3), 212-229. <https://doi.org/10.14710/jpb.14.3.212-229>
- Tosepu, R., Nurhayati, I., & Azis, N. (2022). Evaluasi Risiko Bencana dan Strategi Mitigasi di Wilayah Perkotaan. *Jurnal Mitigasi Bencana*, 16(1), 89-104. <https://doi.org/10.14710/jmb.16.1.89-104>
- UNDESA. (2020). *World Social Report 2020*. Department of Economic and Social Affairs. <https://www.un.org/en/desa/world-social-report-2020>
- Wang, J., Zhang, J., Xiong, N., Liang, B., Wang, Z., & Cressey, E. (2022). Spatial and Temporal Variation, Simulation and Prediction of Land Use in Ecological Conservation Area of Western Beijing. *Remote Sensing*, 14(6), 1452. <https://doi.org/10.3390/rs14061452>
- Wang, S., Zhao, J., & Xu, Q. (2022). CLUMondo Model-Based Multiscenario Simulation of Land-Use Change in Metropolitan Areas: A Case Study of Shanghai. *Land Use Policy*, 110, 105254. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.105254>
- Wibowo, A., Prasetyo, A., & Nugroho, Y. (2022). Deforestasi dan Hilangnya Habitat Spesies Endemik di Indonesia. *Jurnal Kehutanan dan Lingkungan*, 22(2), 134-150. <https://doi.org/10.14710/jkl.22.2.134-150>
- Xu, Z., Li, Y., & Chen, J. (2022). Forecasting Urban Land-Use Change Based on Cellular Automata Models. *Computers, Environment and Urban Systems*, 91, 101733. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2022.101733>
- Xu, Q., Guo, P., Jin, M., & Qi, J. (2021). Multi-scenario landscape ecological risk assessment based on Markov-FLUS composite model. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 12(1), 1449-1466. <https://doi.org/10.1080/19475705.2021.1931478>
- Yaghoobi, E., Azizi, A., & Rezaei, H. (2022). Analysis of Landscape Composition and Configuration Based on LULC Data. *Journal of Environmental Management*, 307, 114501. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114501>
- Yu, Z., Liu, X., & Zhang, Y. (2023). Multiscenario Simulation and Prediction of Land-Use Change in Huaibei City. *Land Use Policy*, 125, 106026. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106026>

- Zhao, J., Wang, S., & Xu, Q. (2022). CLUMondo Model-Based Multiscenario Simulation of Land-Use Change in Metropolitan Areas: A Case Study of Shanghai. *Land Use Policy*, 110, 105254. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.105254>
- Zhu, X., Li, Y., & He, S. (2023). Multiscenario Simulation of Land-Use Change in Hubei Province Using a Hybrid Model. *Land Use Policy*, 125, 106038. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106038>