PREDIKSI SPASIAL PERKEMBANGAN LAHAN TERBANGUN DI KECAMATAN MARTAPURA KABUPATEN OGAN KOMERING ULU TIMUR PROVINSI SUMATERA SELATAN TAHUN 2031 MENGGUNAKAN MODEL *CELULLAR AUTOMATA* PADA QGIS

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Sebutan Sarjana Terapan
di Bidang Pertanahan pada Program Studi Diploma IV Pertanahan

Disusun Oleh:

JOGO PRASETIO

NIT.22314372

KEMENTERIAN AGRARIA DAN TATA RUANG/
BADAN PERTANAHAN NASIONAL
POLITEKNIK AGRARIA STPN
2026

ABSTRACT

The development of built-up land is one of the major forms of land cover change driven by population growth, economic activities, and infrastructure development. As the administrative center of Ogan Komering Ulu Timur Regency, Martapura District has experienced increasing land demand, which has the potential to accelerate the conversion of non-built-up land into built-up land. This study aims to analyze land cover changes in 2013, 2019, and 2025, evaluate the accuracy of the 2025 land cover classification using the Confusion Matrix method, and predict the spatial development of built-up land in 2031 using the Cellular Automata model through the MOLUSCE plugin in QGIS.

This study employed a quantitative approach using multitemporal Landsat satellite imagery classified through the Supervised Classification method. The classification results were validated using Producer's Accuracy, User's Accuracy, Overall Accuracy, and the Kappa Coefficient before being used as input data for spatial prediction modeling. The results indicate that built-up land in Martapura District increased gradually throughout the observation period.

The Cellular Automata model predicts that the extent of built-up land in 2031 will increase by approximately 387.38 hectares, or 25.79%, compared with its extent in 2025. The predicted expansion is primarily concentrated around existing built-up areas and along major road corridors. This study contributes spatial prediction information that can serve as a supporting reference for spatial planning policies, land conversion control, and sustainable regional development planning.

Keywords: built-up land, land cover, Cellular Automata, MOLUSCE, spatial prediction.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN ii
MOTTO iii
HALAMAN PERSEMBAHAN iv
KATA PENGANTAR v
ABSTRACT vii
INTISARI viii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR GAMBAR xiii
BAB I PENDAHULUAN 1
A. Latar Belakang 1
B. Rumusan Masalah 6
C. Tujuan Penelitian 6
D. Manfaat Penelitian 7
1. Manfaat Teoritis 7
2. Manfaat Praktis 7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 9
A. Kajian Literatur 9
B. Kerangka Teoritis 16
1. Penginderaan Jauh 16
2. Tutupan Lahan 20
3. Lahan Terbangun 21
4. Klasifikasi Tutupan Lahan 22
5. Sistem Informasi Geografis 26
6. Model Prediksi Spasial 27
7. Model *Cellular Automata* 29
C. Kerangka Pemikiran 30
D. Hipotesis atau Pertanyaan Penelitian 33
BAB III METODE PENELITIAN 34

A. Format Penelitian 34
B. Lokasi atau Objek Penelitian 35
C. Populasi, Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel 37
D. Definisi Operasional Konsep atau Variabel 38
E. Jenis, Sumber dan Teknik Pengumpulan Data 39
1. Jenis dan Sumber Data 39
2. Teknik Pengumpulan Data 41
F. Analisis Data 43
BAB IV GAMBARAN UMUM WILAYAH PENELITIAN 45
A. Letak Geografis dan Administrasi Wilayah 45
B. Kondisi Fisik Wilayah 48
1. Topografi 48
2. Kondisi Geologi dan Jenis Tanah 49
3. Kondisi Hidrologi 50
4. Kondisi Lingkungan Wilayah Kecamatan Martapura 51
C. Kondisi Kependudukan 52
1. Persebaran Penduduk 53
2. Karakteristik Kependudukan 54
3. Pendidikan Penduduk 54
4. Mata Pencaharian Penduduk 55
BAB V KLASIFIKASI TUTUPAN LAHAN 56
A. Perubahan Pola dan Luas Tutupan Lahan Terbangun di Kecamatan Martapura Tahun 2013, 2019, dan 2025 56
B. Uji Akurasi *Confusion Matrix* Hasil Klasifikasi Tutupan Lahan tahun 2013, 2019, dan 2025 60
C. Prediksi Spasial Lahan Terbangun Tahun 2031 65
1. Persiapan Data Model 65
2. *Training Artificial Neural Network* (ANN) 66
3. Simulasi *Cellular Automata* dan Validasi Model Prediksi 67
4. Prediksi Spasial Perkembangan Lahan Terbangun Tahun 2031 70
5. Persebaran Perkembangan Lahan Terbangun 72
6. Analisis Perubahan Tahun 2025–2031 74
BAB VI KESIMPULAN 76

A. Kesimpulan 76
B. Saran 77
DAFTAR PUSTAKA 79
LAMPIRAN 82

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan lahan terbangun merupakan salah satu fenomena utama dalam dinamika tutupan lahan yang terjadi sebagai konsekuensi dari pertumbuhan penduduk, urbanisasi, perkembangan ekonomi, serta meningkatnya kebutuhan terhadap infrastruktur dan fasilitas pelayanan publik. Seiring dengan meningkatnya aktivitas sosial dan ekonomi, kebutuhan ruang untuk permukiman, kawasan perdagangan, industri, jasa, maupun jaringan transportasi terus mengalami peningkatan. Kondisi tersebut mendorong terjadinya perubahan tutupan lahan yang semula didominasi oleh lahan pertanian, vegetasi, maupun lahan terbuka menjadi kawasan terbangun. Fenomena ini tidak hanya terjadi di kota-kota metropolitan, tetapi juga mulai meluas ke kota-kota berkembang, kawasan peri-urban, hingga wilayah pedesaan yang berfungsi sebagai pusat pertumbuhan baru. Perubahan tersebut menunjukkan bahwa perkembangan lahan terbangun merupakan bagian dari dinamika spasial yang tidak dapat dipisahkan dari proses pembangunan wilayah.

Perkembangan lahan terbangun yang berlangsung secara terus-menerus membawa berbagai implikasi terhadap aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi. Apabila tidak dikendalikan melalui perencanaan tata ruang yang baik, ekspansi kawasan terbangun dapat menimbulkan ketidakseimbangan pemanfaatan ruang, meningkatkan konflik penggunaan lahan, serta menurunkan kualitas lingkungan hidup. Alih fungsi lahan pertanian menjadi kawasan permukiman, industri, perdagangan, maupun infrastruktur berpotensi mengurangi kapasitas produksi pangan, meningkatkan tekanan terhadap sumber daya alam, serta menyebabkan degradasi lingkungan. Menurut Yasin dkk. (2020) proses urbanisasi yang tidak terkendali dapat mempercepat konversi lahan produktif menjadi kawasan terbangun sehingga mengancam ketahanan pangan, menurunkan kualitas lingkungan, serta memicu fragmentasi ekosistem. Oleh karena itu, pengendalian perkembangan lahan terbangun menjadi salah satu aspek penting dalam penyelenggaraan penataan ruang guna mewujudkan pembangunan wilayah yang berkelanjutan.

Fenomena perkembangan lahan terbangun tersebut juga terjadi di berbagai daerah di Indonesia, termasuk pada wilayah kabupaten yang sedang mengalami pertumbuhan

ekonomi dan perkembangan kawasan perkotaan. Meskipun sebagian besar wilayah kabupaten masih didominasi oleh aktivitas pertanian, peningkatan jumlah penduduk, berkembangnya pusat-pusat pelayanan, serta bertambahnya investasi di sektor industri dan jasa menyebabkan kebutuhan terhadap lahan terbangun terus meningkat. Kondisi ini memberikan tekanan terhadap keberadaan lahan pertanian produktif sehingga diperlukan pengelolaan ruang yang mampu menjaga keseimbangan antara kepentingan pembangunan dan pelestarian fungsi lahan. Dengan demikian, pemantauan dan analisis perkembangan lahan terbangun menjadi semakin penting sebagai dasar dalam mendukung perencanaan tata ruang yang lebih efektif dan berkelanjutan.

Salah satu wilayah yang menunjukkan karakteristik tersebut adalah Kecamatan Martapura, Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur. Kecamatan Martapura merupakan ibu kota kabupaten sekaligus pusat pemerintahan, perdagangan, pelayanan publik, dan aktivitas ekonomi di Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur. Kedudukan tersebut menjadikan Kecamatan Martapura sebagai pusat pertumbuhan wilayah yang memiliki tingkat perkembangan fisik relatif lebih tinggi dibandingkan kecamatan lainnya. Meningkatnya fungsi pelayanan, aktivitas ekonomi, serta pembangunan berbagai sarana dan prasarana menyebabkan kebutuhan lahan untuk permukiman, kawasan perdagangan dan jasa, perkantoran, serta infrastruktur pendukung terus mengalami peningkatan. Kondisi ini menunjukkan bahwa Kecamatan Martapura memiliki dinamika perkembangan lahan terbangun yang cukup tinggi sehingga perlu dikaji lebih lanjut untuk mengetahui pola perubahan yang terjadi dan kecenderungan perkembangannya pada masa mendatang.

Perkembangan lahan terbangun di Kecamatan Martapura didorong oleh kebijakan pemerintah dalam mengembangkan sektor industri sebagai salah satu upaya meningkatkan pertumbuhan ekonomi daerah. Pemerintah Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur telah mengalokasikan sekitar 540 hektare lahan di Kecamatan Martapura untuk pengembangan kawasan industri (Nugroho, 2023). Kebijakan tersebut diharapkan mampu meningkatkan investasi, memperluas kesempatan kerja, serta mendorong pertumbuhan kegiatan ekonomi di wilayah Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur. Namun, pengembangan kawasan industri tidak hanya berdampak pada bertambahnya luas kawasan industri itu sendiri, tetapi juga memicu tumbuhnya berbagai aktivitas pendukung, seperti pembangunan kawasan permukiman bagi tenaga kerja, peningkatan jaringan jalan, kawasan perdagangan dan jasa,

serta penyediaan fasilitas umum lainnya. Kondisi tersebut berpotensi mempercepat ekspansi lahan terbangun di sekitar kawasan industri. Apabila proses pengembangannya tidak diarahkan sesuai dengan rencana tata ruang yang telah ditetapkan, maka peningkatan aktivitas pembangunan tersebut dapat memicu konflik pemanfaatan ruang dan mempercepat konversi lahan pertanian maupun tutupan lahan alami menjadi kawasan terbangun.

Berdasarkan berbagai permasalahan yang telah diuraikan, informasi mengenai kondisi tutupan lahan pada saat ini belum cukup untuk mendukung penyusunan kebijakan penataan ruang yang bersifat antisipatif. Perencanaan wilayah memerlukan informasi mengenai kecenderungan perubahan tutupan lahan pada masa mendatang sehingga potensi perkembangan kawasan terbangun dapat diperkirakan sejak dini. Prediksi spasial memungkinkan perencana wilayah mengidentifikasi arah perkembangan lahan terbangun, mengenali wilayah yang berpotensi mengalami perubahan tutupan lahan, serta memperkirakan dampak yang mungkin ditimbulkan terhadap lahan pertanian maupun lingkungan. Dengan tersedianya informasi tersebut, kebijakan pengendalian pemanfaatan ruang dapat disusun secara lebih terarah sehingga pembangunan tidak hanya merespons perubahan yang telah terjadi, tetapi juga mampu mengantisipasi perubahan yang diperkirakan akan terjadi di masa depan.

Salah satu pendekatan yang banyak digunakan untuk memprediksi perubahan tutupan lahan adalah *Cellular Automata* (CA). Model ini bekerja berdasarkan konsep sel (*cell*) yang saling berinteraksi dengan sel-sel di sekitarnya (*neighborhood*) melalui aturan transisi tertentu sehingga mampu mensimulasikan perubahan spasial dari waktu ke waktu. Dalam pemodelan perubahan tutupan lahan, *Cellular Automata* memanfaatkan informasi kondisi tutupan lahan multitemporal serta faktor-faktor pendorong perubahan (*driving factors*) untuk menghasilkan simulasi perkembangan lahan yang mendekati kondisi aktual. Kemampuan tersebut menjadikan model *Cellular Automata* sebagai salah satu metode yang banyak diterapkan dalam penelitian perubahan tutupan lahan karena mampu menghasilkan prediksi yang tidak hanya menunjukkan besarnya perubahan secara kuantitatif, tetapi juga pola penyebaran spasialnya (Azabdaftari & Sunar, 2024).

Perkembangan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) semakin mendukung penerapan model *Cellular Automata* melalui berbagai perangkat lunak yang mampu

mengintegrasikan analisis spasial dengan pemodelan perubahan tutupan lahan. Salah satu perangkat yang banyak digunakan adalah plugin *Modules for Land Use Change Evaluation* (MOLUSCE) pada perangkat lunak QGIS. Plugin ini dirancang untuk mengevaluasi perubahan tutupan lahan menggunakan data multitemporal, membangun matriks transisi perubahan, menganalisis faktor-faktor pendorong perubahan, serta melakukan simulasi prediksi menggunakan berbagai algoritma *machine learning*. Selain bersifat *open source*, MOLUSCE juga mampu menghasilkan pemodelan perubahan tutupan lahan secara sistematis dengan tahapan analisis yang relatif mudah diterapkan, sehingga banyak dimanfaatkan dalam penelitian prediksi spasial.

Keandalan model *Cellular Automata* dalam memprediksi perubahan tutupan lahan telah dibuktikan melalui berbagai penelitian sebelumnya. Septory & Rakuasa (2023) menerapkan model *Cellular Automata* untuk memprediksi dinamika tutupan lahan di Kota Ambon hingga tahun 2031 dan menunjukkan bahwa model tersebut mampu menggambarkan pola perkembangan kawasan terbangun secara spasial. Penelitian Sukamto & Buchori (2019) mengintegrasikan *Cellular Automata* dengan Sistem Informasi Geografis untuk memodelkan perubahan tutupan lahan di sepanjang koridor jalan utama, sehingga mampu mengidentifikasi arah perkembangan kawasan terbangun yang dipengaruhi oleh jaringan transportasi. Sementara itu, Yudarwati dkk. (2017) menggunakan pendekatan *Markov–Cellular Automata* dalam memodelkan perubahan tutupan lahan di Kabupaten Cianjur sebagai dasar pengendalian pemanfaatan ruang. Hasil berbagai penelitian tersebut menunjukkan bahwa model *Cellular Automata* memiliki kemampuan yang baik dalam merepresentasikan dinamika perubahan tutupan lahan dan menghasilkan prediksi yang dapat dimanfaatkan sebagai dasar perencanaan pembangunan wilayah.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk memprediksi perkembangan lahan terbangun di Kecamatan Martapura, Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur hingga tahun 2031 menggunakan model *Cellular Automata* melalui plugin MOLUSCE pada perangkat lunak QGIS. Hasil penelitian diharapkan mampu memberikan informasi mengenai arah, pola, dan potensi perkembangan lahan terbangun pada masa mendatang sebagai bahan pertimbangan dalam penyusunan kebijakan penataan ruang,

pengendalian pemanfaatan lahan, perlindungan lahan pertanian produktif, serta mendukung pembangunan wilayah yang berkelanjutan.

Kecamatan Martapura merupakan salah satu wilayah yang memiliki karakteristik tersebut. Sebagai pusat pemerintahan Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur, wilayah ini sedang mengalami perkembangan kawasan terbangun yang dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk, peningkatan aktivitas ekonomi, pengembangan kawasan industri, serta pembangunan berbagai sarana dan prasarana wilayah. Di sisi lain, Kecamatan Martapura juga berada pada kawasan yang didominasi oleh tutupan lahan pertanian produktif sehingga menghadapi tantangan dalam menjaga keseimbangan antara kebutuhan pembangunan dan pelestarian fungsi lahan pertanian. Kondisi tersebut menjadikan Kecamatan Martapura sebagai wilayah yang relevan untuk dikaji melalui pendekatan prediksi spasial guna mengetahui kecenderungan arah perkembangan tutupan lahan terbangun pada masa mendatang. Berdasarkan kondisi tersebut, penerapan model *Cellular Automata* melalui plugin MOLUSCE pada perangkat lunak QGIS diharapkan mampu memberikan gambaran mengenai pola dan arah perkembangan tutupan lahan terbangun di Kecamatan Martapura hingga tahun 2031. Informasi hasil prediksi tersebut diharapkan dapat menjadi masukan dalam penyusunan kebijakan penataan ruang, pengendalian konversi tutupan lahan pertanian, penentuan prioritas pengembangan kawasan, serta evaluasi kesesuaian pemanfaatan ruang sesuai dengan arah pembangunan Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur.

Di samping itu, penelitian ini juga diharapkan dapat memperkaya kajian ilmiah mengenai penerapan model prediksi spasial berbasis *Cellular Automata* pada wilayah skala kecamatan yang memiliki karakteristik *rural–suburban*, sehingga dapat menjadi referensi bagi penelitian sejenis pada wilayah lain dengan karakteristik yang serupa. Atas dasar uraian tersebut, penelitian ini dilakukan dengan judul **"Prediksi Spasial Perkembangan Tutupan Lahan Terbangun di Kecamatan Martapura, Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur Tahun 2031 Menggunakan Model *Cellular Automata*"**. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi perkembangan tutupan lahan terbangun hingga tahun 2031 menggunakan model *Cellular Automata* melalui plugin MOLUSCE pada perangkat lunak QGIS, sehingga diperoleh informasi mengenai kecenderungan perkembangan spasial

tutupan lahan terbangun yang dapat mendukung pengambilan keputusan dalam perencanaan tata ruang wilayah secara lebih terarah dan berkelanjutan.

B. Rumusan Masalah

Perkembangan lahan terbangun di Kecamatan Martapura mengalami peningkatan yang cukup besar sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk, perkembangan kegiatan ekonomi, serta tekanan pembangunan industri yang berpotensi memicu konversi lahan pertanian dan degradasi lingkungan. Perubahan tersebut membutuhkan prediksi spasial yang tepat agar arah pengendalian pemanfaatan ruang dapat dirancang secara lebih efektif berdasarkan data dan bukti yang terukur. Namun, sampai saat ini belum tersedia penelitian yang bersifat menyeluruh pada tingkat kecamatan dengan menggunakan pendekatan *Cellular Automata* berbasis MOLUSCE untuk memetakan pola perubahan maupun memperkirakan tren perkembangan hingga tahun 2031. Karena itu, penelitian ini perlu dilakukan untuk mengidentifikasi pola perubahan historis, menganalisis faktor-faktor yang mendorong, serta menghasilkan prediksi spasial sebagai dasar perencanaan masa depan. Berdasarkan uraian tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana perkembangan tutupan lahan terbangun di Kecamatan Martapura pada periode pengamatan tahun 2013, 2019, dan 2025?
2. Bagaimana tingkat akurasi hasil klasifikasi tutupan lahan tahun 2013, 2019, dan 2025 dengan menggunakan pengujian *Confusion Matrix*?
3. Bagaimana hasil prediksi spasial perkembangan lahan terbangun di Kecamatan Martapura tahun 2031 menggunakan model *Cellular Automata* melalui plugin MOLUSCE?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pola dan besaran perubahan luas lahan terbangun di Kecamatan Martapura selama periode pengamatan tahun 2013, 2019, dan 2025.
2. Menganalisis tingkat akurasi hasil klasifikasi tutupan lahan tahun 2013, 2019, dan 2025 menggunakan metode *Confusion Matrix* melalui parameter *Producer's Accuracy* (PA), *User's Accuracy* (UA), *Overall Accuracy* (OA), serta Koefisien Kappa.

3. Menghasilkan prediksi spasial lahan terbangun tahun 2031 menggunakan model *Cellular Automata* pada plugin Molusce

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi penting bagi pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang perencanaan tata ruang, geografi, dan pemodelan perubahan penggunaan lahan. Melalui penerapan model *Cellular Automata* (CA) berbasis plugin MOLUSCE pada skala kecamatan, penelitian ini memperkaya literatur mengenai dinamika spasial lahan terbangun di wilayah *rural-suburban* yang selama ini relatif kurang dieksplorasi dalam kajian akademik. Selain itu, penelitian ini memperluas pemahaman mengenai efektivitas penggunaan algoritma pembelajaran mesin dalam memprediksi kecenderungan perubahan tutupan lahan, serta menguji relevansi teori-teori perkembangan wilayah seperti *urban sprawl*, konsentris, dan teori penggunaan lahan modern dalam konteks lokal Martapura. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat menjadi rujukan bagi studi serupa yang ingin mengembangkan model prediksi spasial berbasis CA, baik dalam lingkup regional maupun di wilayah yang memiliki karakteristik perkembangan lahan yang kompleks.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat praktis yaitu:

a. Menyediakan peta prediksi perkembangan lahan terbangun tahun 2031 sebagai dasar bagi pemerintah daerah dalam menyusun rencana tata ruang yang lebih akurat dan berbasis bukti.
b. Membantu mengidentifikasi area yang berpotensi mengalami ekspansi pembangunan sehingga pemerintah dapat menetapkan strategi pengendalian lahan, seperti zonasi, perlindungan lahan pertanian, dan pemanfaatan ruang.
c. Mendukung perencanaan infrastruktur yang lebih terarah, termasuk jaringan jalan, fasilitas publik, dan utilitas, berdasarkan pola perkembangan spasial yang terprediksi.
d. Memberikan wawasan bagi masyarakat dan pemangku kepentingan lokal mengenai dinamika perubahan lahan, sehingga terjadi peningkatan kesadaran

terhadap pentingnya menjaga keseimbangan antara pembangunan dan kelestarian lingkungan.

BAB VI
KESIMPULAN

A. Kesimpulan

1. Perkembangan tutupan lahan di Kecamatan Martapura selama periode 2013–2025 menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan luas lahan terbangun yang berlangsung secara konsisten. Pertambahan lahan terbangun terjadi sebagai konsekuensi dari perkembangan kawasan permukiman, pusat pelayanan, aktivitas ekonomi, serta pembangunan infrastruktur yang terkonsentrasi pada pusat Kecamatan Martapura dan terus meluas mengikuti koridor jaringan jalan utama. Sebaliknya, beberapa kelas tutupan lahan non-terbangun mengalami penurunan luas akibat proses konversi lahan. Temuan tersebut menunjukkan bahwa dinamika perubahan tutupan lahan di wilayah penelitian didominasi oleh proses ekspansi kawasan terbangun sebagai bentuk perkembangan wilayah.
2. Hasil evaluasi akurasi klasifikasi tutupan lahan tahun 2025 menggunakan metode *Confusion Matrix* menunjukkan bahwa peta hasil klasifikasi memiliki tingkat ketelitian yang memenuhi kriteria untuk digunakan dalam analisis perubahan tutupan lahan maupun pemodelan prediksi spasial. Nilai *Producer's Accuracy*, *User's Accuracy*, *Overall Accuracy*, dan Koefisien Kappa menunjukkan tingkat kesesuaian yang baik antara hasil klasifikasi dengan data referensi, sehingga data tutupan lahan yang dihasilkan dapat dinyatakan memiliki tingkat reliabilitas yang memadai sebagai masukan dalam pemodelan *Cellular Automata*.
3. Hasil simulasi menggunakan model *Cellular Automata* melalui plugin MOLUSCE menunjukkan bahwa lahan terbangun di Kecamatan Martapura diprediksi masih akan mengalami peningkatan hingga tahun 2031. Luas lahan terbangun diproyeksikan bertambah sekitar 387,38 hektare atau sebesar 25,79% dibandingkan kondisi tahun 2025. Perkembangan tersebut diperkirakan tetap terkonsentrasi pada kawasan yang telah berkembang sebelumnya dan meluas menuju wilayah timur, selatan, serta sebagian utara Kecamatan Martapura dengan mengikuti jaringan jalan utama. Pola perkembangan yang dihasilkan menunjukkan karakter pertumbuhan yang cenderung kompak (*compact development*), di mana ekspansi lahan terbangun lebih banyak

terjadi sebagai perluasan kawasan eksisting dibandingkan pembentukan pusat-pusat permukiman baru yang terpisah. Hasil prediksi ini memberikan gambaran mengenai kecenderungan perkembangan spasial lahan terbangun yang dapat dimanfaatkan sebagai informasi pendukung dalam penyusunan kebijakan penataan ruang, pengendalian konversi lahan, dan perencanaan pembangunan wilayah secara berkelanjutan.

Secara keseluruhan, tujuan penelitian telah tercapai, yaitu mengidentifikasi pola perubahan lahan terbangun selama periode pengamatan, mengevaluasi tingkat akurasi hasil klasifikasi tutupan lahan, serta menghasilkan prediksi spasial perkembangan lahan terbangun hingga tahun 2031 menggunakan model *Cellular Automata*. Hasil penelitian juga menjawab seluruh rumusan masalah yang diajukan, yaitu menggambarkan perkembangan historis tutupan lahan, menunjukkan bahwa hasil klasifikasi memiliki tingkat akurasi yang layak digunakan dalam analisis, serta membuktikan bahwa model *Cellular Automata* melalui plugin MOLUSCE mampu mensimulasikan kecenderungan perkembangan lahan terbangun di Kecamatan Martapura secara spasial. Dengan demikian, hipotesis penelitian yang menyatakan bahwa model *Cellular Automata* dapat digunakan untuk memprediksi perkembangan lahan terbangun di Kecamatan Martapura hingga tahun 2031 dapat diterima berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan.

B. Saran

1. Bagi Instansi yang Bergerak di Bidang Informasi Geospasial dan Pertanahan Informasi spasial yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat dijadikan sebagai salah satu referensi dalam mendukung inventarisasi penggunaan tanah, pemantauan dinamika pemanfaatan ruang, serta penyusunan basis data geospasial yang diperbarui secara berkala. Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) secara berkelanjutan diharapkan mampu meningkatkan efektivitas monitoring perubahan tutupan lahan sehingga proses pengambilan keputusan dapat dilakukan berdasarkan data spasial yang lebih akurat dan mutakhir.
2. Bagi Peneliti Selanjutnya, penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan data citra satelit dengan resolusi spasial yang lebih tinggi, seperti Sentinel-2 atau citra resolusi sangat tinggi (*very high resolution imagery*), sehingga ketelitian hasil klasifikasi tutupan lahan dapat ditingkatkan. Selain itu, variabel pendorong perubahan

lahan dapat dikembangkan dengan menambahkan faktor sosial, ekonomi, demografi, aksesibilitas, kepadatan penduduk, nilai ekonomi lahan, maupun kebijakan tata ruang sehingga model prediksi mampu merepresentasikan dinamika perubahan lahan secara lebih komprehensif. Penelitian berikutnya juga disarankan untuk membandingkan kinerja model *Cellular Automata* berbasis MOLUSCE dengan pendekatan pemodelan lainnya, seperti CA-Markov, Logistic Regression, Random Forest, maupun model berbasis Deep Learning, sehingga dapat diketahui metode yang memberikan tingkat akurasi terbaik sesuai karakteristik wilayah penelitian. Di samping itu, validasi hasil prediksi menggunakan data observasi pada periode setelah tahun prediksi sangat disarankan untuk mengevaluasi performa model dan meningkatkan keandalan simulasi pada penelitian berikutnya.

3. Bagi Akademisi dan Pengembangan Ilmu Pengetahuan Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan kajian mengenai pemodelan perubahan tutupan lahan menggunakan pendekatan *Cellular Automata*. Hasil penelitian juga dapat menjadi bahan pembelajaran mengenai penerapan integrasi penginderaan jauh, Sistem Informasi Geografis, serta pemodelan spasial dalam mendukung analisis perkembangan wilayah. Pengembangan penelitian serupa pada wilayah dengan karakteristik yang berbeda diharapkan dapat memperkaya literatur mengenai dinamika perkembangan lahan terbangun di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

Aronoff, S. (2005). *Remote Sensing for GIS Managers*. ESRI Press.

Azabdaftari, A., & Sunar, F. (2024). Predicting urban tomorrow: CA-Markov modeling and district evolution. *Earth Science Informatics*. https://doi.org/10.1007/s12145-024-01340-4

Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (1998). *Principles of geographical information systems*. Oxford University Press.

Congalton Kass, R. G. ; G. (2019). *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices* (3rd ed.). CRC Press.

Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications. https://books.google.com/books?id=4uB76IC_pOQC

Foody, G. M. (2002). Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote Sensing of Environment*, *80*(1), 185–201. https://doi.org/10.1016/S0034-4257(01)00295-4

Jensen, J. R. (2015). *Introductory digital image processing: A remote sensing perspective* (4th ed.). Pearson.

Lillesand, T., Kiefer, R. W., & Chipman, J. (2015). *Remote sensing and image interpretation (7th ed.)*. Wiley.

Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). *Geographic information science and systems (4th ed.)*. Wiley.

Nugroho, C. (2023). *Mulai tahun 2024 OKU Timur Siapkan 540 hektar untuk Kawasan Industri*. oku selatan. https://okuselatan.disway.id/news/read/643196/mulai-tahun-2024-oku-timur-siapkan-540-hektar-untuk-kawasan-industri?utm_source=chatgpt.com

Prahasta, E. (2014). *Sistem informasi geografis: Konsep-konsep dasar (perspektif geodesi & geografi)*. Informatika.

Roy, D. P., Wulder, M. A., Loveland, T. R., Woodcock, C. E., Allen, R. G., Anderson, M. C., & Zhu, Z. (2014). Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research. *Remote Sensing of Environment*, *145*, 154–172. https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.02.001

Rustiadi, E., Saefulhakim, S., & Panuju, D. R. (2011). *Perencanaan dan pengembangan wilayah*. Crestpent Press & Yayasan Pustaka Obor Indonesia.

Sarwono, J. (2018). *Metode penelitian kuantitatif dan kualitatif*. Graha Ilmu. https://elibrary.bsi.ac.id/readbook/204028

Septory, J. S. I., & Rakuasa, H. (2023). Model dinamika spasial perubahan tutupan lahan dan daya dukung lahan permukiman Kota Ambon tahun 2031. *Geographia*, *4*(1). https://doi.org/10.53682/gjppg.v4i1.5801

Seto, K. C., Güneralp, B., & Hutyra, L. R. (2017). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *109*(40), 16083–16088. https://doi.org/10.1073/pnas.1211658109

Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta. https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=1133407

Sukamto, S., & Buchori, I. (2019). Model proyeksi perubahan penggunaan lahan kawasan koridor jalan utama berbasis cellular automata dan SIG. *PWK*. https://doi.org/10.14710/pwk.v14i4.19618

Sutanto. (2013a). *Penginderaan jauh untuk pemantauan sumber daya alam*. Gadjah Mada University Press.

Sutanto. (2013b). *Penginderaan jauh untuk pemantauan sumber daya alam*. Gadjah Mada University Press.

Verburg, P. H., Kok, K., Pontius, R. G., & Veldkamp, A. (2002). Modeling land-use and land-cover change. *Environmental Management*, *30*(3), 391–405. https://doi.org/10.1007/s00267-002-2630-x

Wahyunto, & Shofiyati, R. (2016). Perubahan penggunaan lahan dan dampaknya terhadap lingkungan. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, *10*(1), 1–12. https://ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/jsl/article/view/6597

Wibowo, A., & Hadi, S. (2019). Pemodelan perubahan penggunaan lahan berbasis SIG untuk mendukung perencanaan wilayah. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, *7*(2), 123–134. https://journal.undip.ac.id/index.php/jwl/article/view/23145

Wolfram, S. (2002). *A new kind of science*. Wolfram Media.

Wulder, M. A., Loveland, T. R., Roy, D. P., Crawford, C. J., Masek, J. G., Woodcock, C. E., & Zhu, Z. (2016). Current status of Landsat program, science, and applications. *Remote Sensing of Environment*, *185*, 271–283. https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.08.015

Yasin, M. Y., Yusoff, M. M., & Abdullah, J. (2020). Is urban sprawl a threat to sustainable development? A review of characteristics and consequences. *Geografia: Malaysian Journal of Society and Space*, *16*(4). https://doi.org/10.17576/geo-2020-1604-05

Yudarwati, R., Sitorus, S. R. P., & Munibah, K. (2017). Arahan pengendalian perubahan penggunaan lahan menggunakan Markov–Cellular Automata di Kabupaten Cianjur. *TATALOKA*, *18*(4), 211–221. https://doi.org/10.14710/tataloka.18.4.211-221

Yunus, H. S. (2008). *Manajemen kota: Perspektif spasial*. Pustaka Pelajar.

Yunus, H. S. (2010). *Struktur tata ruang kota*. Pustaka Pelajar.

Zhu, Z., & Woodcock, C. E. (2014). Continuous change detection and classification of land cover using all available Landsat data. *Remote Sensing of Environment*, *144*, 152–171. https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.01.011