

Pemodelan Spasial Lahan Terbangun Kota Jambi

Ayu Mardalena^{1*}, Supriatna¹, Muhammad Dimiyati¹

¹Department Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia.

* Email koresponden: ayu.mardalena@ui.ac.id.

Submitted: 2024-07-09 Revisions: 2024-12-06 Accepted: 2025-02-17 Published: 2024-02-17

©2024 Fakultas Geografi UGM dan Ikatan Geograf Indonesia (IGI)

©2025 by the authors. Majalah Geografi Indonesia.

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons

Attribution (CC BY SA) <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Abstrak. Kota Jambi memiliki kepadatan penduduk tertinggi di Provinsi Jambi, yang mendorong perubahan penggunaan lahan akibat ketidakseimbangan antara pertumbuhan populasi dan ketersediaan lahan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dinamika penutup lahan terbangun dari tahun 2013 hingga 2023 dan mensintesis prediksi penutup lahan terbangun tahun 2033 terhadap Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW). Penelitian ini menggunakan metode klasifikasi terbimbing dengan algoritma *Random Forest* (RF) pada citra satelit Landsat 8 untuk menganalisis perubahan dari tahun 2013, 2016, 2019, hingga 2023 yang telah diuji akurasi dan validasi menggunakan indeks kappa. Untuk prediksi penutup lahan masa depan tahun 2033, digunakan metode MLP-CAMC melalui perangkat lunak Terrset 2020, dengan mempertimbangkan variabel seperti lereng, jarak dari jalan, jarak dari badan air (sungai dan danau), jarak dari pusat ekonomi, jarak dari sekolah, dan jarak dari prasarana transportasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa luas lahan terbangun di Kota Jambi diproyeksikan meningkat secara signifikan hingga mencapai 11.892,52 hektar atau 70,41% dari total luas wilayah pada tahun 2033. Peningkatan ini terkonsentrasi di wilayah dengan kemiringan tanah datar hingga landai, dengan jarak dari jalan sebagai faktor paling berpengaruh. Pertumbuhan pesat lahan terbangun terutama terjadi di Kecamatan Paal Merah, Alam Barajo, dan Kota Baru. Dari sisi analisis kesesuaian dengan RTRW, pada tahun 2033 lahan terbangun diproyeksikan memiliki tingkat kesesuaian sebesar 90,5% terhadap kategori peruntukan lahan terbangun yang direncanakan, sementara 9,5% sisanya tergolong tidak sesuai. Penelitian ini menekankan pentingnya pengelolaan tata ruang yang terencana untuk mengantisipasi dampak negatif pertumbuhan lahan terbangun. Pengawasan ketat dan evaluasi RTRW secara berkala diperlukan guna mendukung pembangunan berkelanjutan di Kota Jambi.

Kata kunci: Lahan Terbangun; Kota Jambi; MLP-CAMC; RTRW

Abstract. Jambi experiences the highest population density in Jambi Province, which significantly impacts land use due to the mismatch between population growth and land availability. This study aims to analyze the dynamics of built-up area from 2013 to 2023 and synthesize projections for built-up area in 2033 in accordance with the Regional Spatial Plan (RTRW). The research employs a supervised classification method utilizing the *Random Forest* (RF) algorithm on Landsat 8 satellite imagery to track changes from the years 2013, 2016, 2019, and 2023, with accuracy validated using the kappa index. For forecasting land cover in 2033, the MLP-CAMC method was applied through Terrset 2020 software, incorporating factors such as slope, proximity to roads, distance from water bodies (including rivers and lakes), distance to economic centers, proximity to schools, and access to transportation infrastructure. The findings indicate a significant projected increase in built-up land in Jambi City, reaching 11,892.52 hectares or 70.41% of the total area by 2033. This growth is primarily concentrated in flat to gently sloping areas, with proximity to roads identified as the most influential factor. Notable expansion of built-up land is particularly observed in the subdistricts of Paal Merah, Alam Barajo, and Kota Baru. In terms of alignment with the RTRW, the projected built-up land for 2033 is anticipated to achieve a compatibility rate of 90.5% with the designated land-use categories, while 9.5% is classified as non-compliant. This study highlights the necessity of strategically planned spatial management to mitigate the adverse effects of built-up land expansion. Rigorous monitoring and regular evaluations of the RTRW are crucial to support sustainable development in Jambi City.

Keywords: Built-up Area; Jambi City; MLP-CAMC; Spatial Planning.

PENDAHULUAN

Kota Jambi, sebagai ibu kota Provinsi Jambi, memiliki peran strategis sebagai pusat pemerintahan, industri, dan perdagangan. Peran ini menjadikan Kota Jambi sebagai magnet migrasi penduduk dari wilayah sekitarnya, yang berkontribusi pada peningkatan jumlah penduduk secara signifikan (Tino et al. 2019). Berdasarkan BPS Kota Jambi (2023), pada tahun 2022 Kota Jambi memiliki kepadatan penduduk sebesar 3.647 jiwa/km² dengan jumlah penduduk sebanyak 619,6 ribu jiwa atau sebesar 17,06% dari total penduduk Provinsi Jambi. Tingginya kepadatan penduduk, diiringi dengan intensitas pembangunan yang meningkat, telah menimbulkan sejumlah

permasalahan lingkungan, termasuk banjir. Salah satu faktor utama yang memperburuk risiko banjir di Kota Jambi adalah penurunan muka tanah dengan rata-rata sebesar 11,29 cm per tahun (Akbar & Setiawan, 2022). Penurunan ini disebabkan oleh pembangunan infrastruktur, khususnya perumahan, yang sering kali tidak mempertimbangkan struktur geologi wilayah. Kondisi ini berdampak pada perubahan saluran sungai dan sistem drainase, sebagaimana dijelaskan oleh Irawan et al. (2021). Wilayah dengan muka tanah yang menurun cenderung mengalami gangguan pada sistem drainase, sehingga memperluas daerah genangan banjir.

Berdasarkan Infografis dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) (2023), banjir menjadi bencana yang paling mendominasi dengan jumlah kejadian sebanyak 1.504 kali di seluruh Indonesia. Kota Jambi, sebagai kota dengan kepadatan penduduk tertinggi di Provinsi Jambi, tidak luput dari dampak bencana ini. Pada tahun 2022, Pemerintah Kota Jambi mencatat sebanyak 22 kelurahan masuk kedalam kategori rawan banjir dengan 19 titik genangan (jambiprima.com, 2022). Akibatnya, pada bulan November 2022 sekitar 500 rumah di Kota Jambi terendam banjir (metrojambi.com, 2022). Tingginya kepadatan penduduk di Kota Jambi menimbulkan tekanan besar pada infrastruktur perkotaan, sementara kondisi lingkungan yang terus terdegradasi semakin memperburuk risiko banjir. Situasi ini menegaskan pentingnya pengelolaan tata ruang yang terencana dan berkelanjutan guna memitigasi risiko bencana banjir serta dampaknya terhadap masyarakat. Selain itu, mengingat karakteristik Kota Jambi yang rentan terhadap banjir, diperlukan evaluasi menyeluruh terhadap dinamika penutup lahan terbangun dan kesesuaiannya dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW).

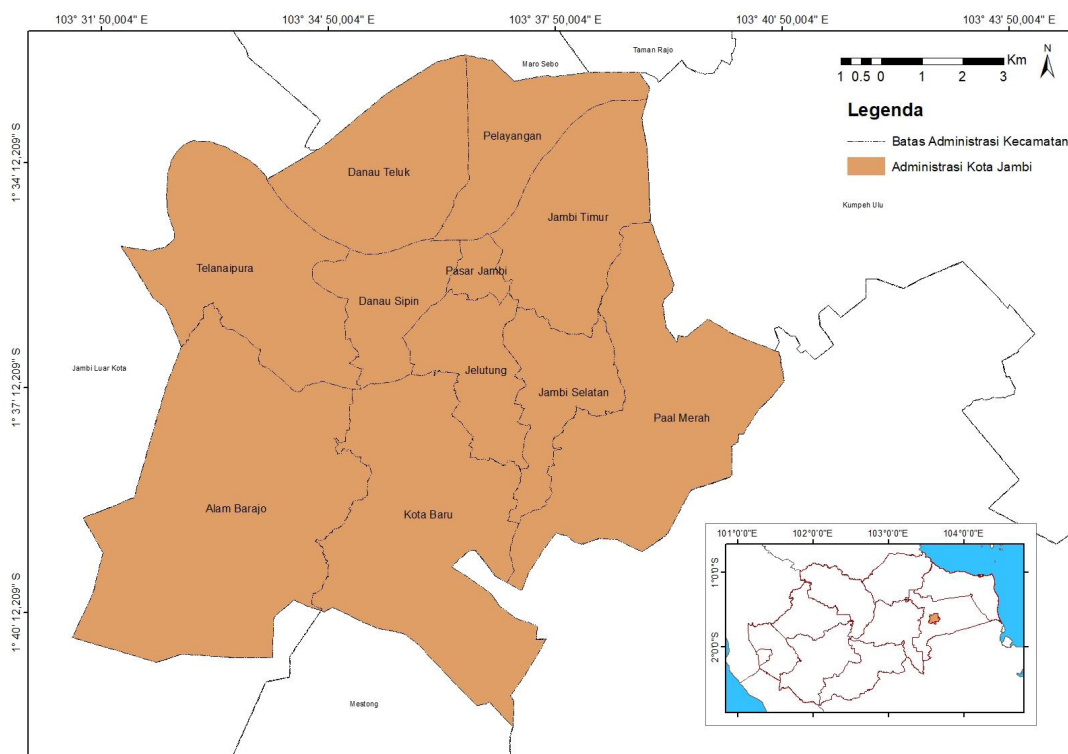
Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dinamika penutup lahan terbangun di Kota Jambi dari tahun 2013 hingga 2023 serta mensintesis hubungan antara model prediksi lahan terbangun Kota Jambi dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Jambi tahun 2033. Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian ini menggunakan metode prediksi penutup lahan berbasis *Cellular Automata-Markov Chain* (CA-MC) yang integrasi dari model *Multi-Layer Perceptron-Neural Networks* (MLP-NN). Pemodelan ini dipilih berdasarkan keunggulan model *Cellular Automata-Markov Chain* (CA-MC) sebagai metode yang paling efektif untuk memodelkan perubahan spasial-temporal LULC khususnya pada wilayah perkotaan dengan wilayah yang lebih luas dan alokasi yang lebih

tinggi (perkotaan dan penutup vegetasi) (Asadi et al., 2022; Girma et al., 2022; Mathewos et al., 2022). Model *Cellular Automata Markov Chain* (CA-MC) memungkinkan analisis prediktif berkelanjutan dengan fleksibilitas tinggi dalam mengintegrasikan karakteristik spasial dan temporal (Liu et al., 2020; Umar et al., 2021). Namun, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Gharaibeh et al., (2020) model CA-MC memiliki keterbatasan dalam menghasilkan perubahan penutup lahan dengan tidak mempertimbangan keberadaan variabel pendorong. Oleh karena itu, integrasi dari model *Multi-Layer Perceptron-Neural Networks* (MLP-NN) dan CA-MC dapat memberikan hasil model prediksi penutup lahan dimasa depan yang lebih akurat (Ambarwulan et al., 2023; Girma et al., 2022; Leta et al., 2021).

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan landasan ilmiah dalam pengelolaan tata ruang yang lebih efektif di Kota Jambi, khususnya dalam mengantisipasi dampak negatif akibat pertumbuhan lahan terbangun yang masif. Selain itu, penelitian ini juga memberikan kontribusi dalam mendukung pembangunan berkelanjutan melalui evaluasi dan perencanaan ruang yang lebih optimal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di wilayah Kota Jambi, yang merupakan Ibu Kota sekaligus Pusat Kegiatan Nasional (PKN) Provinsi Jambi, sebagaimana dinyatakan dalam Peraturan Walikota Jambi Nomor 20 Tahun 2023. Secara geografis, Kota Jambi terletak antara 6°8'LU – 11015' LS dan 94°45' -141°05'BT serta dilalui oleh garis khatulistiwa yang terletak pada garis lintang 0° (BPS Kota Jambi, 2023). Secara administrasi, Kota Jambi berbatasan langsung dengan enam wilayah kecamatan (Jambi Luar Kota, Mestong, Sungai Gelam, Kumpeh Ulu, Taman Rajo, dan Maro Sebo) yang keseluruhannya termasuk kedalam wilayah Kabupaten Muaro Jambi (Lihat Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

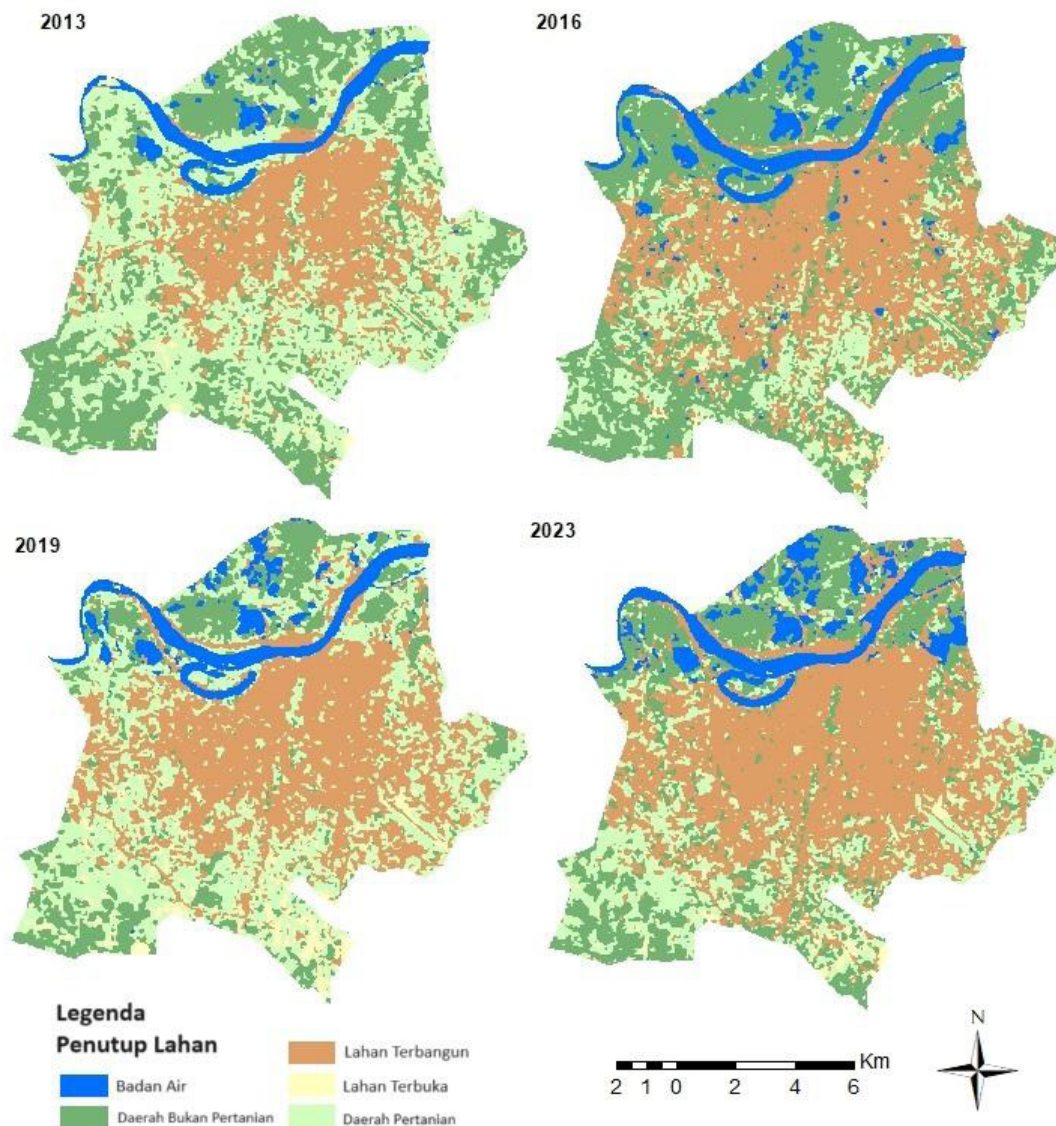
Kota Jambi dipilih sebagai lokasi penelitian karena memiliki karakteristik fisik yang unik, seperti tingginya kepadatan penduduk, tingginya tingkat urbanisasi, dan kerentanan terhadap bencana banjir, yang semuanya memberikan tantangan tersendiri dalam pengelolaan dan perencanaan wilayah.

Penelitian ini dilakukan dengan metode kuantitatif berbasis analisis spasial. Pengumpulan data dilakukan melalui data primer dan sekunder. Data primer meliputi data penutup lahan yang diperoleh dari citra satelit Landsat 8 dengan resolusi

spasial 30 meter untuk tahun 2013, 2016, 2019, dan 2023. Data ini diperoleh dari USGS (*United States Geological Survey*) dan digunakan untuk analisis dinamika penutup lahan. Validasi data dilakukan melalui survei lapangan untuk memastikan keakuratan hasil klasifikasi. Data sekunder mencakup berbagai variabel fisik dan sosial, seperti data lereng yang diperoleh dari DEMNAS (*Digital Elevation Model Nasional*) dengan resolusi spasial 0,27-arcsecond (~8 meter) yang disediakan oleh Badan Informasi Geospasial, serta data jarak dari jalan, sungai, danau, sekolah, prasarana transportasi, dan pusat ekonomi

Tabel 1. Luas Penutup Lahan Kota Jambi tahun 2013- 2023 (Sumber : Analisis Data. 2023)

No	Klasifikasi	Luasan Per-Tahun (Ha)			
		2013	2016	2019	2023
1	Badan Air	897,51	1.240,75	1.179,84	1.357,07
2	Daerah Bukan Pertanian	4.927,03	6.148,21	2.656,49	3.848,92
3	Lahan Terbangun	3.903,98	6.328,26	7.337,36	8.412,00
4	Lahan Terbuka	196,74	148,52	616,23	217,28
5	Daerah Pertanian	7.018,10	3.077,64	5.153,45	3.108,11



Gambar 2. Peta Penutup Lahan Kota Jambi 2013-2023 (Sumber : Analisis Data. 2023).

yang bersumber dari peta RBI (Rupa Bumi Indonesia) dengan skala 1:50.000. Selain itu, data Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Jambi untuk tahun 2013–2033 dengan skala 1:25.000 diperoleh dari BAPPEDA Kota Jambi sebagai acuan kebijakan tata ruang.

Dinamika penutup lahan diperoleh melalui metode Supervised Classification menggunakan algoritma Random Forest (RF) yang diolah dari citra Landsat 8 dan diuji akurasi serta validasinya menggunakan indeks kappa. Prediksi penutup lahan dilakukan dengan metode MLP-CAMC (*Multi Layer Perceptron - Cellular Automata Markov Chain*) menggunakan perangkat lunak TerrSet 2020. Variabel pendorong dalam model prediksi meliputi jarak dari jalan, badan air (sungai dan danau), pusat ekonomi, sekolah, dan prasarana transportasi, sedangkan variabel pembatas meliputi lereng dan sempadan badan air. Hasil simulasi model divalidasi untuk mendapatkan prediksi penutup lahan yang akurat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dinamika Penutup Lahan Kota Jambi

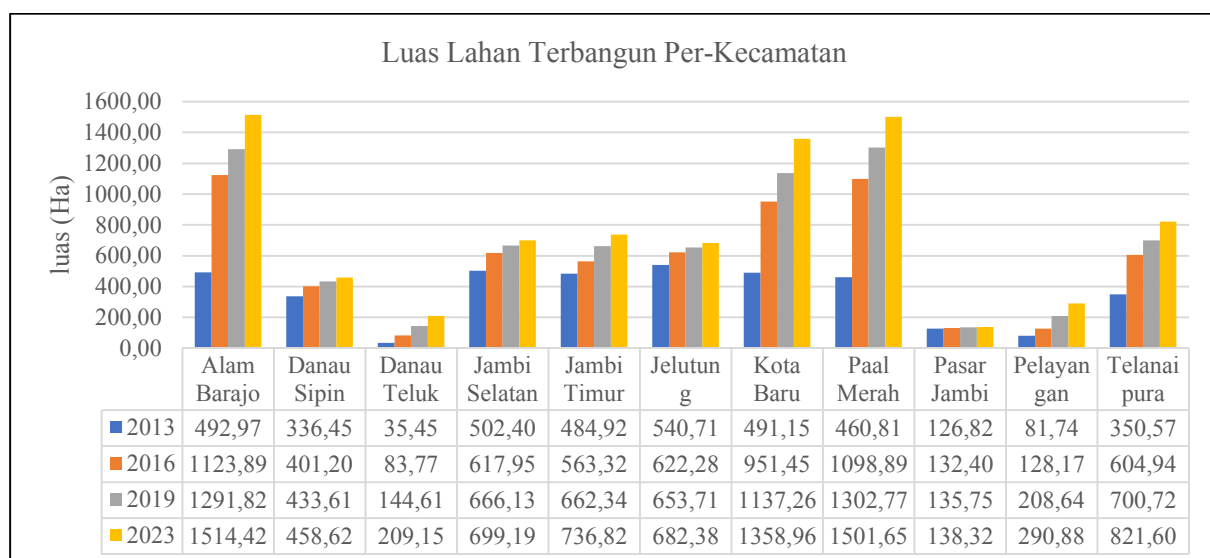
Hasil analisis penutup lahan setiap tahun diklasifikasikan ke dalam lima kategori, yaitu badan air, daerah pertanian, daerah non-pertanian, lahan terbangun, dan lahan terbuka, mengacu pada standar yang ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional (2010). Luas masing-masing kategori penutup lahan dapat dilihat pada Tabel 1, sementara distribusi spasialnya secara lebih rinci disajikan pada Gambar 2.

Perubahan penutup lahan di Kota Jambi selama periode 2013 - 2023 menunjukkan dinamika yang signifikan, sebagaimana yang tercermin dalam Tabel 1 dan Gambar 2. Pada tahun 2013, jenis penutup lahan yang mendominasi adalah daerah pertanian dengan luas 7.018,10 Ha atau sekitar 41,42% dari total keseluruhan diikuti oleh daerah bukan pertanian (4.927,03 Ha) dan lahan terbangun (3.903,98 Ha). Namun, pada tahun 2023, terjadi perubahan signifikan pada komposisi penutup lahan. Lahan terbangun meningkat drastis menjadi 8.412 Ha, mencerminkan pertumbuhan pembangunan yang pesat di Kota Jambi. Di sisi lain, luas daerah pertanian mengalami penurunan signifikan menjadi 3.108,11 Ha, dan daerah bukan pertanian menjadi 3.848,92 Ha. Peningkatan luasan lahan terbangun pada tahun 2023 berasal dari konversi daerah pertanian (3.696,18 Ha), daerah bukan pertanian (666,06 Ha), serta kontribusi kecil dari lahan terbuka (107,64 Ha) dan badan air (38,13 Ha). Konversi ini paling dominan terjadi di wilayah pinggiran Kota Jambi, seperti Kecamatan Paal Merah, Alam Barajo, dan Kota Baru, dimana ketersediaan lahan lebih luas memungkinkan pertumbuhan pembangunan yang pesat. Sebaliknya, di kecamatan seperti Pasar Jambi dan Jelutung, perubahan lahan terbangun cenderung lebih lambat karena terbatasnya ruang kosong di kawasan pusat kota.

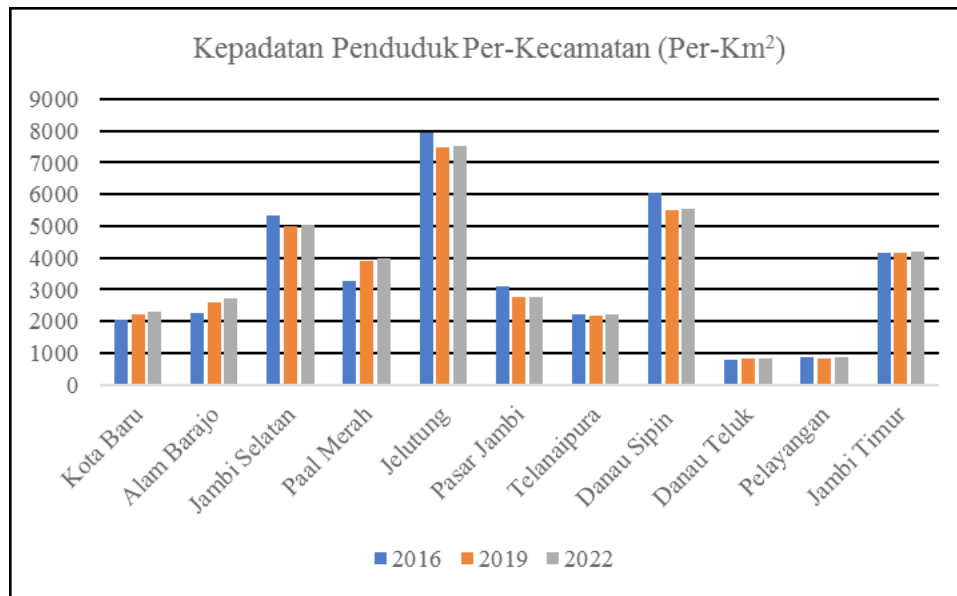
Penurunan signifikan terjadi pada daerah pertanian dan bukan pertanian mengindikasikan pergeseran fungsi lahan ke arah urbanisasi dan pembangunan infrastruktur. Perubahan ini tidak hanya menunjukkan tekanan urbanisasi yang intensif

Tabel 2. Arah Perubahan Penutup Lahan Tahun 2013 - 2023

Klasifikasi Tutupan Lahan	Luasan Tahun 2023 (Ha)					Total
	Badan Air	Daerah Bukan Pertanian	Lahan Terbangun	Lahan Terbuka	Daerah Pertanian	
Badan Air	853.84	4.24	38.13	0.04	1.26	897.51
Daerah Bukan Pertanian	302.34	2876.30	666.06	67.55	1014.79	4927.03
Lahan Terbangun			3903.98			3903.98
Lahan Terbuka	8.23	1.99	107.64	60.36	18.52	196.74
Daerah Pertanian	192.66	966.38	3696.18	89.34	2073.54	7018.10
Total	1357.07	3848.92	8412.00	217.28	3108.11	16943.37



Gambar 3. Dinamika Penutup Lahan Terbangun Per-Kecamatan Kota Jambi tahun 2013- 2023 (Sumber : Analisis Data. 2023).



Gambar 4. Kepadatan Penduduk Per-Kecamatan (per-km²) di Kota Jambi tahun 2016, 2019, dan 2022.
(Sumber : BPS Kota Jambi. 2023)

tetapi juga implikasi terhadap tata kelola ruang kota dan ekosistem. Hilangnya lahan hijau yang semula mendominasi, seperti daerah bukan pertanian dan daerah pertanian, berdampak pada keseimbangan lingkungan dan kapasitas daya dukung kota. Oleh karena itu, pengelolaan tata ruang yang lebih strategis dan berkelanjutan sangat diperlukan untuk mengurangi dampak negatif dari konversi lahan ini. Rincian lebih lanjut mengenai arah perubahan luasan tiap kategori penutup lahan dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 3 yang menggambarkan kompleksitas dinamika spasial penggunaan lahan akibat urbanisasi yang terus meningkat.

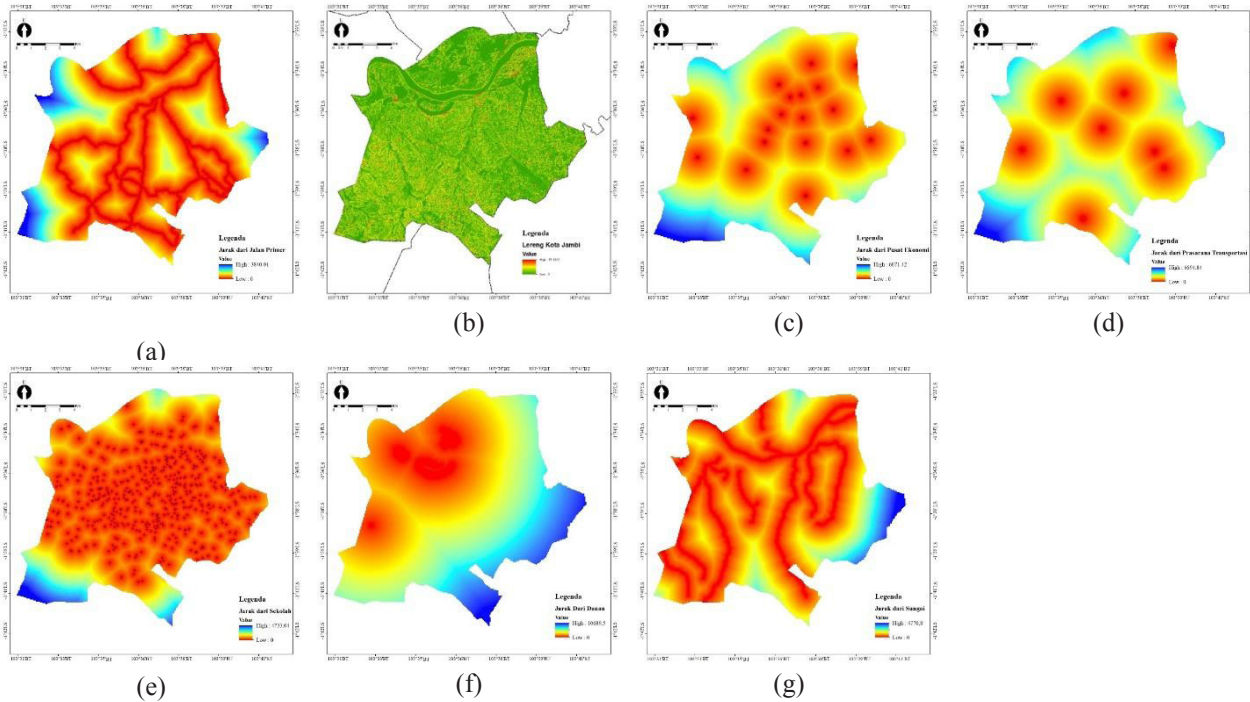
Perubahan penutup lahan di Kota Jambi juga terkait erat dengan perkembangan kepadatan penduduk di berbagai wilayah. Data dari BPS Kota Jambi (2023) menunjukkan bahwa wilayah yang mengalami peningkatan luas lahan terbangun tertinggi, seperti Kecamatan Paal Merah, Alam Barajo, dan Kota Baru, juga mengalami lonjakan kepadatan penduduk yang signifikan. Sebaliknya, wilayah dengan pertumbuhan penutup lahan yang lebih rendah, seperti Pasar Jambi dan Jelutung menunjukkan pertumbuhan populasi yang relatif stabil. Faktor-faktor seperti urbanisasi yang pesat, kebijakan tata ruang, serta tekanan pembangunan infrastruktur menjadi pendorong utama dinamika ini. Dampaknya terlihat jelas pada struktur ekosistem dan tata kelola perkotaan. Untuk menggambarkan hubungan ini, Gambar 4 menyajikan diagram kepadatan penduduk per kecamatan pada tahun 2016, 2019, dan 2022 yang diambil dari data BPS Kota Jambi.

Pengaruh Variabel Terhadap Perubahan Penutup Lahan

Pengaruh variabel terhadap perubahan penutup lahan di Kota Jambi berdasarkan hasil sub-model MLP secara berturut-turut dari variabel yang paling berpengaruh adalah jarak dari jalan, lereng, jarak dari pusat ekonomi, jarak dari prasarana, jarak dari sekolah, jarak dari danau dan jarak dari sungai (lihat pada Gambar 5). Kota Jambi yang merupakan wilayah dengan dominasi penutup lahan terbangun sehingga perubahan penutup lahan yang terjadi sangat dipengaruhi oleh adanya aktivitas penduduk. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Zhang et al., (2023) menjelaskan bahwa adanya kemudahan dalam aksesibilitas suatu lahan dapat

menyebabkan peningkatan perubahan penutup lahan khususnya lahan terbangun. Selain itu, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Purwanto, (2013) juga disebutkan bahwa variabel jarak dari jalan merupakan variabel yang memiliki pengaruh yang signifikan tertinggi setelah lahan tidak tergenang di wilayah Kota Jambi selama periode penelitian tahun 2005-2011. Temuan dalam penelitian ini juga menunjukkan pola yang sama terhadap perubahan penutup lahan meskipun pada penelitian ini tidak menggunakan variabel lahan tidak tergenang. Variabel jarak dari jalan primer dan lereng merupakan variabel yang memiliki tingkat pengaruh paling tinggi di Kota Jambi. Variabel jarak dari jalan primer merupakan variabel yang paling berpengaruh pada perubahan penutup lahan di Kota Jambi khususnya pada perubahan penutup lahan daerah pertanian dan lahan terbuka menjadi lahan terbangun, sedangkan pada variabel lereng paling tinggi mempengaruhi perubahan dari penutup lahan daerah bukan pertanian menjadi badan air dan penutup lahan badan air menjadi lahan terbangun. Meskipun Kota Jambi memiliki kemiringan lereng yang relatif datar, tetapi di beberapa titik lokasi terdapat kemiringan-kemiringan lereng dengan kategori curam hingga terjal (>15%). Hal ini sesuai dengan penelitian penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Leta et al., (2021) yang menyatakan bahwa kemiringan lereng yang landai disuatu wilayah merupakan variabel yang berpengaruh dalam perkembangan kawasan khususnya kawasan permukiman dan berpengaruh pada distribusi perkotaan karena dampaknya terhadap konversi daerah bukan pertanian dan lahan pertanian.

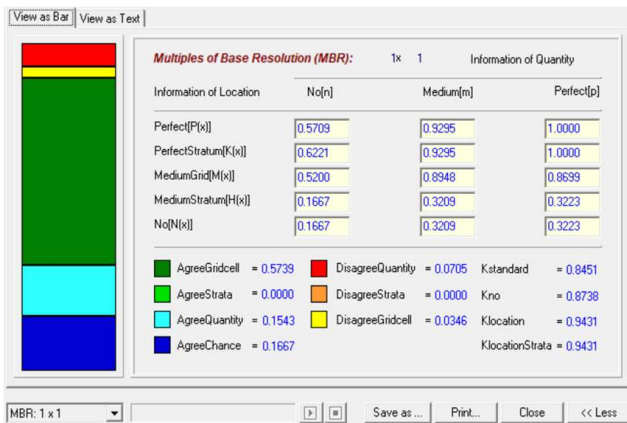
Disisi lain, variabel jarak dari sarana dan prasarana seperti pusat ekonomi, prasarana transportasi, dan sekolah tidak memiliki pengaruh yang signifikan di Kota Jambi dibandingkan variabel lainnya. Hal tersebut dikarenakan wilayah Kota Jambi yang memiliki ketersediaan lahan yang kecil pada wilayah pusat kota sehingga perkembangan lahan terbangun menuju kearah luar pusat kota tidak bergantung pada sarana prasarana tetapi berfokus pada kemudahan aksesibilitas (jalan). Temuan ini memiliki persamaan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Kumar et al., (2021) di Kota Dehradun, India, namun berbeda dengan



Gambar 5. Peta Variabel Penutup Lahan : (a) jarak dari jalan, (b) lereng, (c) jarak dari pusat ekonomi, (d) jarak dari prasarana, (e) jarak dari sekolah, (f) jarak dari danau, dan (g) jarak dari sungai (Sumber : Analisis Data. 2023).

Tabel 3. Matrik Probabilitas Perubahan (Sumber : Analisis Data. 2023).

Penutup Lahan	Badan Air	Daerah Bukan Pertanian	Lahan Terbangun	Lahan Terbuka	Daerah Pertanian
Badan Air	0,9292	0,0126	0,0553	0,0000	0,0029
Daerah Bukan Pertanian	0,0601	0,5707	0,1466	0,0136	0,2090
Lahan Terbangun	0,0455	0,0170	0,5795	0,2424	0,1155
Lahan Terbuka	0,0285	0,1469	0,5278	0,0138	0,2829
Daerah Pertanian	0,0030	0,0046	0,9848	0,0007	0,0069



a)

Result of ROC**

AUC = 0.814681

The following section lists detailed statistics for each threshold.

With each threshold, the following 2x2 contingency table is calculated:

Simulated by threshold	Reality (reference image)	
	1	0
1	A (number of cells)	B (number of cells)
0	C (number of cells)	D (number of cells)
For the given reference image:	A+C=444	B+D=75732

b)

Gambar 6. Hasil Uji Akurasi: a) Indeks Kappa; b) ROC (Sumber : Analisis Data. 2023).

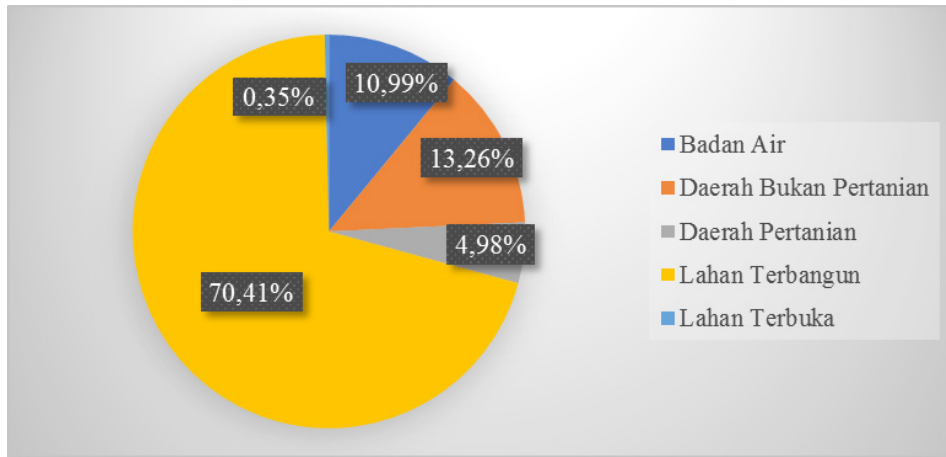
penelitian yang dilakukan oleh Dede et al., (2022) di wilayah Kota Cirebon. Pada penelitian yang dilakukan oleh Kumar et al., (2021) variabel yang digunakan merupakan jarak ke sekolah dimana variabel tersebut memiliki pengaruh yang tidak signifikan jika dibandingkan dengan jarak ke jalan. Sedangkan pada penelitian Dede et al., (2022) variabel yang

digunakan merupakan jarak dari pusat ekonomi (CBD) yang memiliki pengaruh yang lebih tinggi terhadap perkembangan perkotaan dibandingkan aksesibilitas di daerah tersebut. Hal tersebut dikarenakan adanya persamaan dan perbedaan karakteristik persebaran penutup lahan perkotaan dimana pada wilayah Kota Dehradun pusat kota didominasi kerapatan

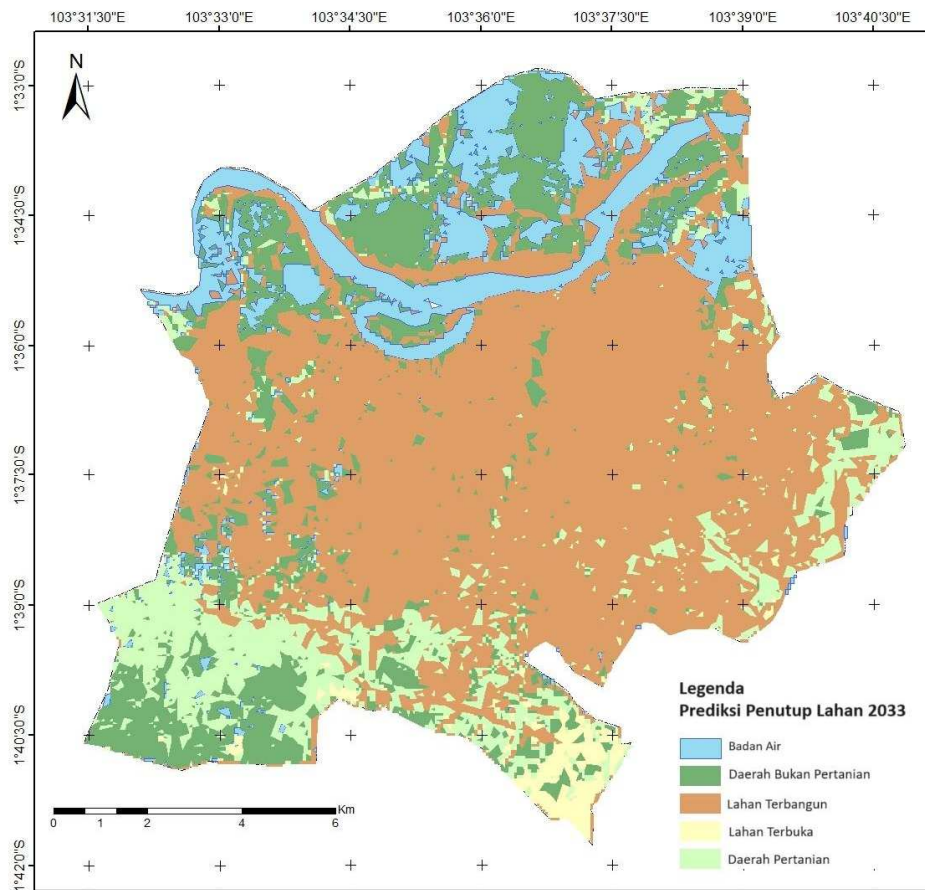
yang tinggi pada penutup lahan terbangun sedangkan pada wilayah Kota Cirebon memiliki tingkat kerapatan penutup lahan terbangun yang rendah pada daerah pusat kota. Selain itu, adanya perbedaan ruang lingkup dan karakteristik wilayah yang dilakukan pemodelan menyebabkan pengaruh variabel disetiap wilayah akan berbeda-beda. Berdasarkan pengaruh variabel-variabel tersebut, pola perkembangan perubahan penutup lahan di Kota Jambi sangat dipengaruhi oleh jarak dari jalan sehingga memiliki akses yang mudah untuk perkembangan penutup lahan terbangun. Selain itu, dominasi penutup lahan terbangun yang tinggi dan ketersediaan lahan yang rendah di pusat Kota Jambi memiliki pengaruh yang besar pada perkembangan perubahan penutup lahan yang bergerak menuju kearah luar.

Prediksi Penutup Lahan

Prediksi penutup lahan tahun 2033 diperoleh berdasarkan hasil pembuatan sub-model MLP berdasarkan tahun penutup lahan 2016-2019 yang menghasilkan berbagai peta yang berpotensi mengalami perubahan pada tahun 2023. Dalam prosesnya, prediksi penutup lahan pada metode MLP dilakukan dengan memiliki secara acak piksel pada sub-model yang mengalami transisi. Sub-model MLP yang dihasilkan berjumlah 15 dengan akurasi setiap sub-model yang dibangun memiliki tingkat akurasi lebih dari 80% pada 10 sub-model dan 60-80% pada 5 sub-model. Hasil sub-model MLP ini selanjutnya divalidasi pada penutup lahan tahun prediksi yang telah dibuat sebelumnya untuk memastikan tingkat akurasi model. Untuk mendapatkan hasil yang optimal, validasi



Gambar 7. Persentase Luasan Penutup Lahan Kota Jambi Tahun 2033 (Sumber : Analisis Data. 2023).



Gambar 8. Peta Prediksi Penutup Lahan Kota Jambi Tahun 2033 (Sumber : Analisis Data. 2023).

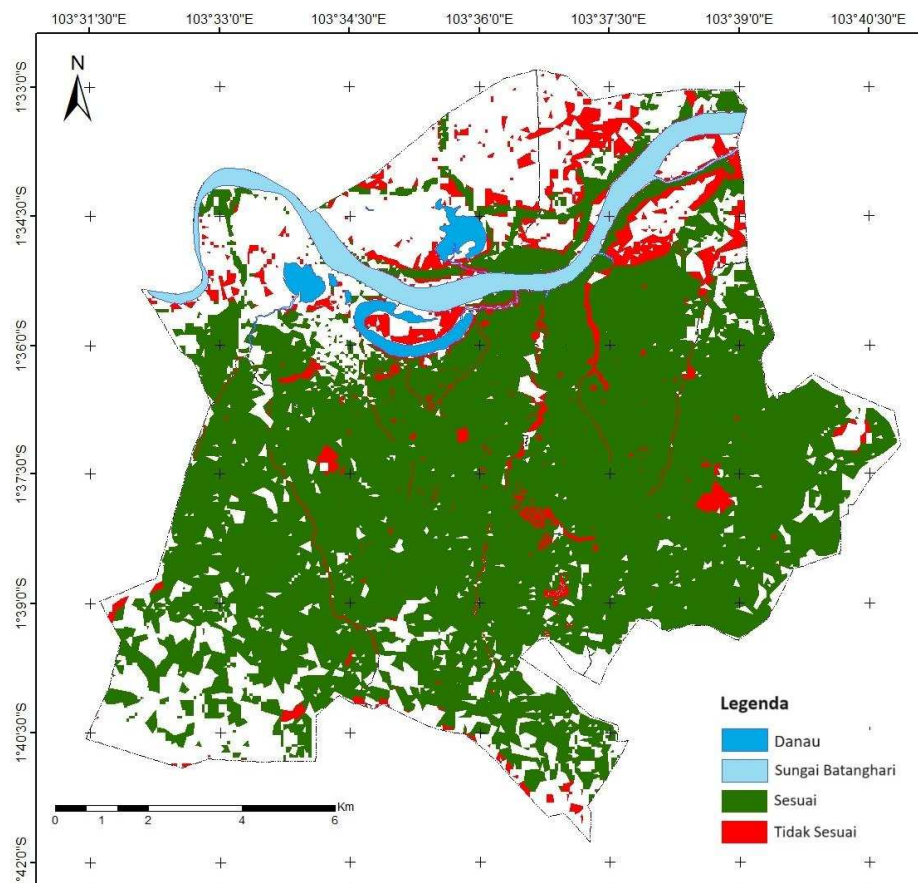
dilakukan berdasarkan dua metode yaitu indeks kappa dan ROC (*Relative Operating Characteristic*) dengan nilai AUC (*Area Under Curve*). Hasilnya menunjukkan bahwa tingkat akurasi model yang dibuat berdasarkan indeks kappa sebesar 0,84 dan validasi ROC sebesar 0,82 (Gambar 6). Angka validasi kappa sebesar 0,84 menunjukkan bahwa model yang dilakukan sudah baik dan bisa diterima untuk dilakukan pada tahap selanjutnya (Alam et al., 2023), begitupun dengan hasil ROC yang menunjukkan bahwa semakin mendekati angka 1 hasil model tersebut semakin mendekati sempurna (Taheri et al., 2021). Setelah diterima, pembuatan prediksi penutup lahan tahun 2033 dilakukan dengan data masukan berupa matriks transisi kemungkinan perubahan tahun 2033 yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan kemungkinan terjadinya perubahan penutup lahan tahun 2033 berdasarkan sub-model yang telah dilakukan uji akurasi dan validasi. Nilai pada tabel menunjukkan besaran kemungkinan terjadinya perubahan dimana semakin mendekati angka satu, penutup lahan tersebut memiliki tingkat kemungkinan perubahan yang tinggi begitupun sebaliknya semakin mendekati angka nol penutup lahan tersebut tidak mengalami kemungkinan terjadinya perubahan. Dari matriks probabilitas perubahan menghasilkan luasan prediksi penutup lahan kota jambi tahun 2033 (Lihat Gambar 7) dan sebaran prediksi penutup lahan Kota Jambi (Lihat Gambar 8). Persentase luasan penutup lahan Kota Jambi tahun 2033 didominasi oleh lahan terbangun yang memiliki luasan sebesar 11.892,52 Ha atau 70% dari total luas wilayah Kota Jambi. Luasan terkecil pada prediksi penutup lahan tahun 2033 adalah penutup lahan terbuka dengan luasan sebesar 59,22 Ha atau 0,35% dari total luas wilayah Kota Jambi.

Tingginya luasan lahan terbangun pada tahun 2033 sejalan dengan matriks kemungkinan terjadinya perubahan dimana hampir setiap penutup lahan seperti daerah bukan pertanian, lahan terbuka dan daerah pertanian mengalami kemungkinan perubahan yang tinggi menjadi lahan terbangun. Jika dilihat berdasarkan persebaran penutup lahannya, pada tahun 2033 lahan terbangun di Kota Jambi paling tinggi tersebar di lima kecamatan yaitu Alam Barajo (2.786,06 Ha), Paal Merah (2.201,09 Ha), Kota Baru (2.151,56 Ha), Jambi Timur (990,36 Ha) dan Telanaipura (880,142 Ha).

Analisis Prediksi Penutup Lahan Terbangun terhadap RTRW

Berdasarkan RTRW Kota Jambi tahun 2013-2033 dilakukan analisis kesesuaian prediksi lahan terbangun tahun 2033 untuk memperoleh hasil prediksi lahan terbangun agar dapat mengoptimalkan perencanaan ruang dan mengurangi risiko bencana yang terjadi. Tingkat kesesuaian diklasifikasikan kedalam dua klasifikasi yaitu sesuai dan tidak sesuai. Klasifikasi sesuai diperoleh berdasarkan hasil *overlay* prediksi penutup lahan terbangun dengan penggunaan lahan RTRW berupa Permukiman, Perkantoran, Bandara, IPA, Industri, Cagar Budaya, HANKAM, Pendidikan, Kesehatan, Kawasan Transportasi, Perdagangan dan Jasa, RTNH, wisata, dan sektor informal. Sedangkan klasifikasi tidak sesuai diperoleh berdasarkan hasil *overlay* prediksi penutup lahan terbangun dengan penggunaan lahan RTRW berupa RTH, Sempadan Danau, Sempadan Sungai, dan TPA Sanitary Lan. Kriteria klasifikasi ini dilakukan berdasarkan Badan Standarisasi Nasional, (2014) dan Peraturan Daerah Kota Jambi Nomor 09 Tahun 2013.



Gambar 9. Peta Kesesuaian Lahan Terbangun terhadap RTRW tahun 2033 (Sumber : Analisis Data. 2023).

Hasil analisis kesesuaian prediksi lahan terbangun tahun 2033 memiliki tingkat kesesuaian yang tinggi dengan RTRW Kota Jambi sebesar 10.634,5 Ha atau setara dengan 90,5 % dari total lahan terbangun. Sementara itu, kategori “tidak sesuai” hanya sebesar 1.116,5 Ha atau setara dengan 9,5%. Peta kesesuaian ini dapat dilihat pada Gambar 9, yang menggambarkan distribusi spasial kategori sesuai dan tidak sesuai di Kota Jambi. Tingginya persentase kesesuaian menunjukkan bahwa perencanaan tata ruang telah mengakomodasi kebutuhan pembangunan perkotaan secara efektif. Namun, hasil ini juga menyoroti pentingnya pengawasan yang lebih ketat terhadap aktivitas pembangunan di wilayah-wilayah yang termasuk kategori “tidak sesuai” terutama di kawasan lindung seperti Kecamatan Pelayangan dan Danau Teluk. Pemerintah Kota Jambi perlu meningkatkan pengawasan terhadap izin pendirian pembangunan di kawasan lindung untuk menghindari pelanggaran tata ruang. Selain itu, evaluasi dan kajian ulang terhadap RTRW sangat diperlukan, khususnya untuk wilayah sempadan sungai dan danau. Langkah ini penting untuk memastikan arahan peruntukan yang lebih optimal, sehingga mampu mendukung pertumbuhan kawasan permukiman di Kota Jambi tanpa mengorbankan kelestarian lingkungan.

KESIMPULAN

Dinamika perubahan penutup lahan di Kota Jambi selama periode penelitian (2013, 2016, 2019, dan 2023) menunjukkan perubahan yang signifikan, terutama pada peningkatan luas lahan terbangun. Peningkatan ini sebagian besar terjadi akibat konversi penutup lahan vegetasi, yaitu daerah bukan pertanian dan daerah pertanian, menjadi lahan terbangun. Perkembangan lahan terbangun tercatat paling pesat di Kecamatan Paal Merah, Alam Barajo, dan Kota Baru, yang merupakan wilayah dengan ketersediaan lahan relatif luas dan karakteristik topografi yang mendukung. Model prediksi penutup lahan tahun 2033 yang dikembangkan dalam penelitian ini memperhitungkan variabel-variabel spasial seperti jarak dari jalan, kemiringan lereng, jarak dari pusat ekonomi, jarak dari prasarana, jarak dari sekolah, serta kedekatan dengan danau dan sungai. Hasil prediksi menunjukkan bahwa lahan terbangun akan semakin mendominasi, mencakup lebih dari 50% total luas wilayah Kota Jambi pada tahun 2033. Persebaran lahan terbangun diproyeksikan terjadi terutama di wilayah dengan kemiringan tanah yang datar hingga landai (<15%), di mana variabel jarak dari jalan menjadi faktor yang paling berpengaruh terhadap pola perkembangan. Berdasarkan analisis kesesuaian dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Jambi, perkembangan lahan terbangun menunjukkan tingkat kesesuaian yang tinggi. Namun, perhatian khusus diperlukan untuk wilayah seperti Kecamatan Danau Teluk dan Pelayangan, yang memiliki peruntukan utama sebagai kawasan ruang terbuka hijau. Pengawasan yang lebih ketat terhadap penggunaan lahan di wilayah ini sangat diperlukan untuk memastikan kesesuaian dengan fungsi ekologis yang telah direncanakan, sekaligus mendukung pengelolaan tata ruang yang berkelanjutan. Penelitian lanjutan disarankan untuk memetakan lebih rinci daerah yang berpotensi terkena bencana, terutama banjir, di Kota Jambi. Fokus pada integrasi data spasial terkait risiko bencana dengan model prediksi penutup lahan akan membantu mengidentifikasi kawasan yang membutuhkan prioritas mitigasi. Selain itu, analisis dampak perubahan penutup lahan terhadap kapasitas sistem drainase dan risiko banjir dapat memberikan rekomendasi tata kelola lahan yang lebih adaptif dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Departemen Geografi, FMIPA Universitas Indonesia yang sudah memberikan dukungan dalam penulisan penelitian ini. Selain itu ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Dinas PUPR Kota Jambi yang sudah memberikan data untuk mendukung penelitian ini. Penelitian ini tidak didanai oleh sumber pendanaan eksternal

KONTRIBUSI PENULIS

Penulis Pertama mendisain metode penelitian, analisis data, dan membuat naskah publikasi; **Penulis Kedua** melakukan analisis data dan interpretasi hasil; dan **Penulis Ketiga** review metode dan naskah publikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, G. D. P. N., & Setiawan, B. (2022). Analisis Penurunan Muka Tanah Kota Jambi Dengan Metode Differential Interferometry Synthetic Aperture Radar Tahun 2016 - 2021. *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing*, 3(1), 20-29. <https://doi.org/10.23960/jgrs.2022.v3i1.71>
- Alam, S., Hasan, F., Debnath, M., & Rahman, A. (2023). Morphology and land use change analysis of lower Padma River floodplain of Bangladesh. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(7). <https://doi.org/10.1007/s10661-023-11461-w> PMID:37358657
- Ambarwulan, W., Yulianto, F., Widiatmaka, W., Rahadiati, A., Tarigan, S. D., Firmansyah, I., & Hasibuan, M. A. S. (2023). Modelling land use/land cover projection using different scenarios in the Cisadane Watershed, Indonesia: Implication on deforestation and food security. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 26(2), 273-283. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2023.04.002>
- Anonim. (2022a, February 9). 22 Kelurahan Rawan banjir, Pemkot Jambi Alokasikan Rp 25 Miliar. <https://jambiprima.Com/Read/2022/02/09/14301/22-Kelurahan-Rawan-Banjir-Pemkot-Jambi-Alokasikan-Rp-25-Miliar/>.
- Anonim. (2022b, November 12). Sebanyak 500 Rumah Terendam Banjir di Kota Jambi. <https://Www.Metrojambi.Com/Metro/13556027/Sebanyak-500-Rumah-Terendam-Bajir-Di-Kota-Jambi>.
- Asadi, M., Oshnooei-Nooshabadi, A., Saleh, S. S., Habibnezhad, F., Sarafraz-Asbagh, S., & Van Genderen, J. L. (2022). Urban Sprawl Simulation Mapping of Urmia (Iran) by Comparison of Cellular Automata-Markov Chain and Artificial Neural Network (ANN) Modeling Approach. *Sustainability (Switzerland)*, 14(23), 15625. <https://doi.org/10.3390/su142315625>
- Badan Standarisasi Nasional. (2010). Klasifikasi penutup lahan-Bagian 1: Skala kecil dan menengah. Badan Standarisasi Nasional. www.bsn.go.id
- BNPB. (2023, December 4). Infografis Bencana Alam Indonesia Tahun 2022. <https://Bnpb.Go.Id/Infografis/Infografis-Bencana-Tahun-2022>.
- BPS Kota Jambi. (2023). Kota Jambi Dalam Angka 2023 (BPS Kota Jambi, Ed.). BPS Kota Jambi.
- Dede, M., Asdak, C., & Setiawan, I. (2022). Spatial dynamics model of land use and land cover changes: A comparison of CA, ANN, and ANN-CA. *Register: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, 8(1), 38-49. <https://doi.org/10.26594/register.v8i1.2339>
- Gharaibeh, A., Shaamala, A., Obeidat, R., & Al-Kofahi, S. (2020). Improving land-use change modeling by integrating ANN with Cellular Automata-Markov Chain model. *Heliyon*, 6(9), e012069. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e012069> PMID:33024869 PMID:33024869 PMCid:PMC7527583
- Girma, R., Fürst, C., & Moges, A. (2022). Land use land cover change modeling by integrating artificial neural network with cellular Automata-Markov chain model in Gidabo river basin, main

- Ethiopian rift. *Environmental Challenges*, 6, 100419. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100419>
- Irawan, L. Y., Sumarmi, Bachri, S., Panoto, D., Pradana, I. H., & Faizal, R. (2021). Landslides susceptibility mapping based on geospatial data and geomorphic attributes (a case study: Pacet, Mojokerto, East Java). In Sumardi (Ed.), *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 747, Issue 1). IOP Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/747/1/012002>
- Kumar, V., Singh, V. K., Gupta, K., & Jha, A. K. (2021). Integrating Cellular Automata and Agent-Based Modeling for Predicting Urban Growth: A Case of Dehradun City. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 49(11), 2779-2795. <https://doi.org/10.1007/s12524-021-01418-2>
- Leta, M. K., Demissie, T. A., & Tränckner, J. (2021). Modeling and prediction of land use land cover change dynamics based on land change modeler (Lcm) in nashe watershed, upper blue Nile basin, Ethiopia. *Sustainability (Switzerland)*, 13(7), 3740. <https://doi.org/10.3390/su13073740>
- Liu, H., Zheng, M., Liu, J., & Zheng, X. (2020). Sustainable land use in the trans-provincial marginal areas in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 157. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104783>
- Mathewos, M., Lencha, S. M., & Tsegaye, M. (2022). Land Use and Land Cover Change Assessment and Future Predictions in the Matenchose Watershed, Rift Valley Basin, Using CA-Markov Simulation. *Land*, 11(10), 1632. <https://doi.org/10.3390/land11101632>
- Nasional, B. S. (2014). Standar Nasional Indonesia Klasifikasi penutup lahan. www.bsn.go.id
- Peraturan Daerah Kota Jambi Nomor 09 Tahun 2013 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Jambi Tahun 2013-2033, Pub. L. No. 09, Peraturan Daerah Kota Jambi (2013).
- Peraturan Walikota Jambi Nomor 20 Tahun 2023 Tentang Rencana Kerja Pemerintah Daerah (RKPD) Kota Jambi Tahun 2024, Pub. L. No. 20, Bappeda Kota Jambi (2023).
- Purwanto, T. (2013). *Perubahan Penggunaan Lahan Pada Wilayah Sub-Urban Kota Jambi [Tesis]*. Universitas Indonesia.
- Taheri, K., Missimer, T. M., Mohseni, H., Fidelibus, M. D., Fathollahy, M., & Taheri, M. (2021). Enhancing spatial prediction of sinkhole susceptibility by mixed waters geochemistry evaluation: application of ROC and GIS. *Environmental Earth Sciences*, 80(14). <https://doi.org/10.1007/s12665-021-09763-8>
- Tino, S., Junaidi, A. ; Prodi, Y., Pembangunan, E., Ekonomi, F., & Bisnis, D. (2019). Faktor-faktor yang mempengaruhi migrasi masuk di Kota Jambi (studi kasus etnis Jawa di Kelurahan Buluran Kenali). *Ekonomi Sumberdaya Dan Lingkungan* , 8(1), 2303-1220. <https://doi.org/10.22437/jels.v8i1.11964>
- Umar, D. A., Ramli, M. F., Tukur, A. I., Jamil, N. R., & Zaudi, M. A. (2021). Detection and prediction of land use change impact on the streamflow regime in Sahelian river basin, northwestern Nigeria. *H2Open Journal*, 4(1), 92-113. <https://doi.org/10.2166/h2oj.2021.065>
- Zhang, Z., Hörmann, G., Huang, J., & Fohrer, N. (2023). A Random Forest-Based CA-Markov Model to Examine the Dynamics of Land Use/Cover Change Aided with Remote Sensing and GIS. *Remote Sensing*, 15(8), 2128. <https://doi.org/10.3390/rs15082128>