

PREDIKSI PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN MENGGUNAKAN CELLULAR AUTOMATA-MARKOV CHAIN

(Studi Kasus: Kecamatan Tanjungsari, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat)

Faizal Febriansyah¹, Aning Haryati, S.T., M.T.², Levana Apriani, S.T., M.T.²

¹Mahasiswa Teknik Geodesi Universitas Winaya Mukti, Bandung

²Dosen Pembimbing Teknik Geodesi Universitas Winaya Mukti, Bandung

²Dosen Pembimbing Teknik Geodesi Universitas Winaya Mukti, Bandung

ABSTRACT

The designation of Tanjungsari Subdistrict, Sumedang Regency into the Bandung Basin Urban Area as stipulated in Presidential Regulation Number 45 of 2018 can cause massive land cover changes in Tanjungsari Subdistrict. In addition, the increase in population that occurs will be directly proportional to the increase in the need for land for housing, livelihoods, and also economic activities. This research aims to model the prediction of land cover in Tanjungsari Subdistrict in 2034.

This research uses the Cellular Automata Markov Chains method in modeling land cover predictions with driving factors. The driving factor data used is a road network map, point of interest distribution map, and slope in Tanjungsari Subdistrict. The data used for satellite image classification is land cover data from 2019, 2021, and 2023 based on Sentinel-2 satellite images.

The results showed that land cover changes from 2019-2023 experienced an increase in the area of built-up land in contrast to the land cover of non-agricultural areas, agricultural areas, and open land which experienced a decrease. From the results of land cover prediction modeling in 2034, it was found that the land cover area of non-agricultural areas amounted to 1868.86 Ha, agricultural areas amounted to 1179.28 Ha, built-up land obtained an area of 1335.65 Ha and 2.31 Ha for open land.

Keywords: landcover, cellular automata, markov chains

ABSTRAK

Penetapan Kecamatan Tanjungsari, Kabupaten Sumedang ke dalam Kawasan Perkotaan Cekungan Bandung yang ditetapkan dalam Peraturan Presiden Nomor 45 Tahun 2018 dapat menyebabkan terjadinya perubahan tutupan lahan menjadi semakin masif di Kecamatan Tanjungsari. Selain itu, Peningkatan jumlah penduduk yang terjadi akan berbanding lurus dengan peningkatan kebutuhan akan lahan untuk keperluan tempat tinggal, sumber penghidupan, dan juga kegiatan ekonomi. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan prediksi tutupan lahan di Kecamatan Tanjungsari pada tahun 2034.

Penelitian ini menggunakan metode *Cellular Automata Markov Chains* dalam memodelkan prediksi tutupan lahan dengan *driving factor*. Data *driving factor* yang digunakan berupa peta jaringan jalan, peta sebaran *point of interest*, dan kemiringan lereng di Kecamatan

Tanjungsari. Data yang digunakan untuk klasifikasi citra satelit adalah data tutupan lahan hasil klasifikasi tahun 2019, 2021, dan 2023 berdasarkan citra satelit Sentinel-2.

Dari hasil penelitian menunjukkan perubahan tutupan lahan dari tahun 2019-2023 mengalami penambahan luas pada lahan terbangun berbeda dengan tutupan lahan daerah bukan pertanian, daerah pertanian, dan lahan terbuka yang mengalami penurunan. Dari hasil pemodelan prediksi tutupan lahan tahun 2034 didapatkan luasan tutupan lahan daerah bukan pertanian sebesar 1868,86 Ha, daerah pertanian sebesar 1179,28 Ha, lahan terbangun didapatkan luasan sebesar 1335,65 Ha dan sebesar 2,31 Ha untuk lahan terbuka.

Kata kunci: tutupan lahan, *cellular automata*, *markov chains*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Lahan merupakan aset ekonomi dan setiap unit lahan memiliki atribut-atribut yang unik seperti kualitas tanah, kemiringan lahan, ketinggian, dan aksesibilitas. Sementara itu permintaan terhadap lahan semakin lama semakin meningkat seiring dengan perkembangan jumlah penduduk dan kegiatan sosial ekonomi yang menyertainya (Muiz, 2009). Perubahan penggunaan lahan terjadi disebabkan oleh timbulnya tujuan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat yang seiring waktu meningkat.

Menurut Wahyunto dan Sunaryo (2001), Perubahan tutupan lahan adalah beralihnya suatu bentuk tutupan lahan ke bentuk lain yang diikuti dengan penambahan atau pengurangan jenis penggunaan yang tidak beraturan atau perubahan fungsi lahan yang tidak beraturan. Adanya data tentang perubahan tutupan lahan di berbagai wilayah cukup banyak dan umumnya bervariasi. Salah satu kecamatan di Kabupaten Sumedang yang mengalami perubahan tutupan lahan yakni Kecamatan Tanjungsari. Kecamatan Tanjungsari mengalami perubahan tutupan lahan karena beberapa faktor, terutama faktor pembangunan Jalan Tol Cileunyi–Sumedang–Dawuan (CISUMDAWU) dan juga pertumbuhan penduduk.

Berdasarkan data yang ditampilkan pada Badan Pusat Statistik (BPS) Kecamatan Tanjungsari tahun 2023 memperlihatkan angka jumlah

penduduk Kecamatan Tanjungsari tahun 2022 adalah 86.831 jiwa. Angka jumlah penduduk ini meningkat dari jumlah penduduk di Kecamatan Tanjungsari pada tahun 2014 yaitu 79.355 jiwa. Peningkatan jumlah penduduk ini juga akan berbanding lurus dengan peningkatan kebutuhan akan lahan untuk keperluan tempat tinggal, sumber penghidupan, dan juga kegiatan ekonomi. Dalam jangka panjang, peningkatan jumlah penduduk yang tidak diimbangi dengan pengaturan pembangunan yang baik dapat menyebabkan penambahan lahan terbangun yang tidak terkendali (Salakory & Rakuasa, 2022).

Kecamatan Tanjungsari merupakan salah satu kecamatan dari Kabupaten Sumedang yang termasuk pada Kawasan Cekungan Bandung. Hasil dari penelitian mengenai dinamika perkembangan perkotaan dan daya dukung lahan di Kawasan Cekungan Bandung menunjukkan bahwa pertumbuhan penduduk yang tinggi menyebabkan pertumbuhan lahan, lahan industri, dan lahan perdagangan dan jasa menjadi meningkat pula. Meningkatnya luas penggunaan lahan tersebut secara keseluruhan meningkatkan luasan kawasan terbangun (Kustiawan & Ladimananda, 2016).

Analisis berbasis spasial yang menggunakan data citra penginderaan jauh dan dikelola melalui Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat digunakan untuk memprediksi perubahan tutupan lahan. Mengkaji perubahan penggunaan lahan, termasuk menghitung luas, tingkat, dan pola perubahan, adalah salah satu cara untuk

mengetahui perubahan penggunaan lahan secara keruangan. Dalam penelitian ini, metode *Cellular Automata Markov Chain* (CA-Markov) digunakan untuk memprediksi perubahan tutupan lahan. Salah satu keuntungan dari model CA-Markov adalah metode ini digunakan untuk mengkaji mulai dari pola yang sederhana hingga pola yang kompleks dengan prinsip yang sederhana. Banyak model CA-Markov digunakan dalam bidang ilmu kebumih, salah satunya untuk mengkaji perubahan tutupan lahan. Dalam model CA-Markov ini, deteksi perubahan tutupan lahan didasarkan pada kemungkinan terjadinya perubahan lahan dari satu kondisi ke kondisi lain berdasarkan potensial perubahan kemungkinan terjadinya transisi.

Berdasarkan pengamatan latar belakang di atas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai perubahan tutupan lahan di Kecamatan Tanjungsari pada periode tahun 2019 - 2023 serta gambaran spasial perkembangan penggunaan tutupan lahan selama sepuluh (10) tahun ke depan agar dapat memprediksi serta menilai dampak negatif dari perubahan tutupan lahan secara dini.

METODE PENELITIAN

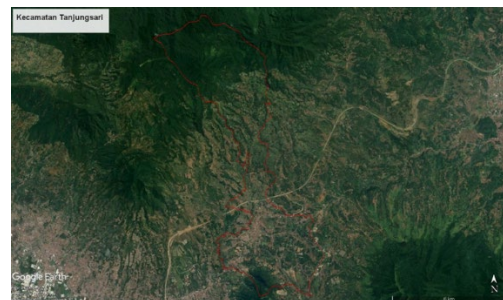
Metode penelitian yang digunakan untuk penelitian ini adalah metode kuantitatif. Metode kuantitatif yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena kualitas hubungan-hubungannya, tujuannya untuk mengembangkan dan menggunakan model-model matematis, teori-teori dan atau hipotesa yang berkaitan dengan fenomena. Penelitian ini menggunakan studi kasus untuk menganalisis perbedaan tutupan lahan pada tahun 2019, tahun 2021, dan tahun 2023 serta melakukan prediksi tutupan lahan pada tahun 2034. Penilaian kuantitatif terdiri dari metode pengumpulan, metode pengolahan dan metode analisis yang

selanjutnya akan dijelaskan sebagai berikut.

Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Tanjungsari, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat. Secara Astronomis, terletak antara $06^{\circ}48'09.15''$ - $06^{\circ}56'05.27''$ Lintang Selatan dan $107^{\circ}45'10.91''$ - $107^{\circ}50'03.49''$ Bujur Timur. Secara administratif letak geografis Kecamatan Tanjungsari terletak di bagian barat daya di Kabupaten Sumedang sama seperti Kecamatan Pamulihan dan Jatinangor (BPS, 2023). Berdasarkan posisi geografisnya, Kecamatan Tanjungsari memiliki batas-batas:

- Bagian utara: Kabupaten Subang;
- Bagian selatan: Kecamatan Cimanggung;
- Bagian barat: Kecamatan Sukasari dan Kecamatan Jatinangor;
- Bagian timur: Kecamatan Pamulihan dan Kecamatan Rancakalong.

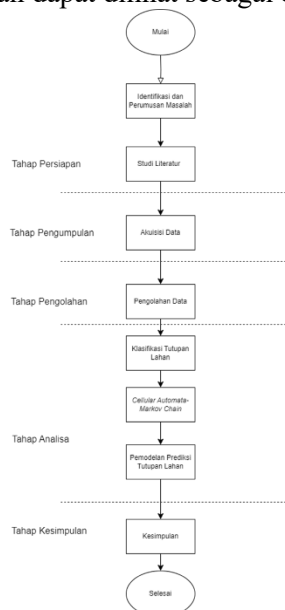


Gambar 1. Lokasi Penelitian

Kecamatan Tanjungsari terletak di ujung timur Kawasan Cekungan Bandung, berbatasan dengan Kabupaten Bandung dan Kota Bandung. Posisi strategis ini menjadikan Tanjungsari sebagai pintu gerbang yang menghubungkan wilayah Bandung Raya dengan Kabupaten Sumedang. Keunikan geografis ini menjadikan Tanjungsari penting dalam pengelolaan sumber daya alam dan perlindungan lingkungan di kawasan tersebut.

Kerangka Penelitian

Dengan adanya pemanfaatan sistem informasi geospasial untuk melakukan klasifikasi tutupan lahan. Penelitian ini melakukan kajian mengenai prediksi tutupan lahan menggunakan metode CA-Markov. Salah satu keuntungan dari model CA-Markov adalah dapat digunakan untuk memproses mulai dari pola yang sederhana sampai pola yang kompleks dengan prinsip yang sederhana. Banyak model CA-Markov digunakan dalam ilmu kebumihutan, salah satunya adalah untuk studi perubahan tutupan lahan. Kerangka pemikiran yang dibuat dalam penelitian dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 2. Kerangka Pemikiran

Tahap Pengolahan Data

Pada pengolahan citra untuk klasifikasi tutupan lahan menggunakan perangkat lunak *open source* yaitu *Google Earth Engine*. Berikut merupakan proses tahapan dari pengolahan data, mulai dari membuat data *driving factor* untuk pemodelan tutupan lahan sampai dengan pengolahan citra satelit Sentinel-2 menjadi peta tutupan lahan:

1. Pengolahan Data *Driving Factor*

Data *driving factor* terdiri dari kemiringan lereng, jarak dari jalan, dan

jarak dari PoI yang berupa fasilitas pendidikan dan fasilitas kesehatan. Untuk data kemiringan lereng dilakukan metode skoring, sedangkan untuk data jarak dari jalan dan juga jarak dari PoI dilakukan analisis jarak menggunakan *euclidean distance*. *Euclidean distance* merupakan jarak horizontal yang diukur dengan basis raster dari pusat piksel satu ke pusat piksel yang lain. Penggunaan *euclidean distance* ini dengan asumsi bahwa kondisi topografi pada wilayah penelitian relatif datar, sehingga jarak diukur secara linier (Setiadi, 2016).

2. Klasifikasi Terbimbing

Proses klasifikasi terbimbing berfokus pada kemampuan perangkat lunak untuk mengklasifikasikan spektrum objek berdasarkan nilai digital pada setiap piksel citra. Pada citra Sentinel-2 tahun 2019, tahun 2021, dan tahun 2023 dilakukan kombinasi kanal (RGB 432) untuk menghasilkan tampilan *true color*, setelah itu melakukan pembuatan area sampel berdasarkan objek di lapang yang memiliki kenampakan dan karakteristik yang sama pada masing-masing kelas.

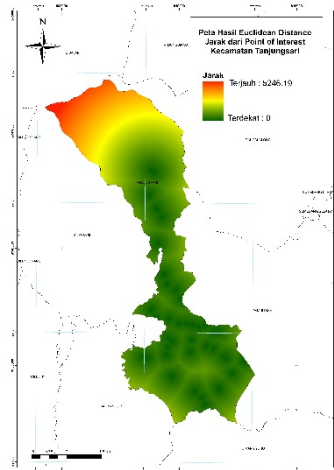
3. Pemodelan Prediksi Tutupan Lahan

Pada penelitian ini, permodelan CA-Markov digunakan untuk memproyeksikan perubahan penutupan lahan. *Cellular automata* digunakan untuk melakukan simulasi model tutupan lahan. *Cellular automata* membutuhkan matriks transisi yang menjelaskan mengenai peluang perubahan tutupan lahan berdasarkan perbandingan tutupan lahan pada tahun tertentu. Matriks transisi diperoleh dari hasil proses *markov chain*, yang merupakan matriks transisi yang menjelaskan peluang perubahan tutupan lahan pada tahun tertentu yang pada penelitian ini menggunakan tahun 2019 dengan tahun 2021.

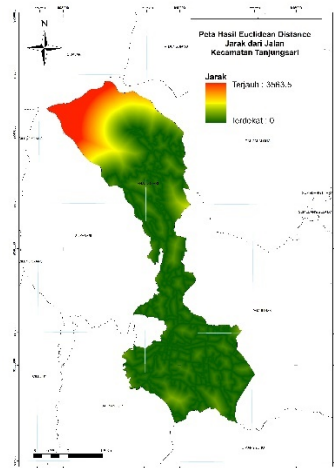
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengolahan *Driving Factor*

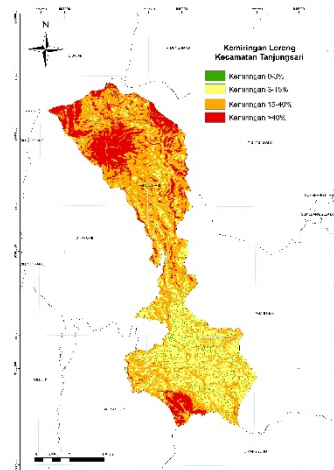
Dalam penelitian ini, faktor pendorong terdiri dari berbagai variabel spasial yang dapat memengaruhi perubahan tutupan lahan di lokasi tertentu. Setiap faktor pendorong memiliki pengaruh yang berbeda terhadap setiap jenis perubahan tutupan lahan. Untuk mengolah data faktor pendorong digunakan perangkat lunak SIG dengan menggunakan metode *euclidean distance* untuk data jarak dari jalan dan jarak dari PoI sedangkan untuk data kemiringan lereng menggunakan metode pembobotan.



Gambar 3 Hasil Pengolahan Data *Driving Factor* Jarak dari Jalan



Gambar 4 Hasil Pengolahan Data *Driving Factor* Jarak dari PoI

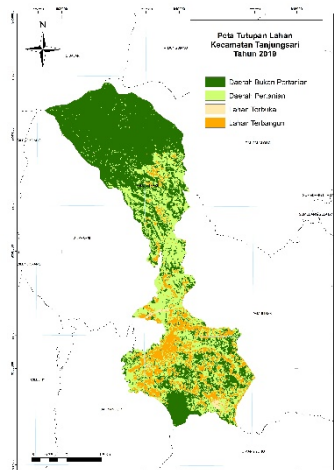


Gambar 5 Hasil Pengolahan Data *Driving Factor* Kemiringan Lereng

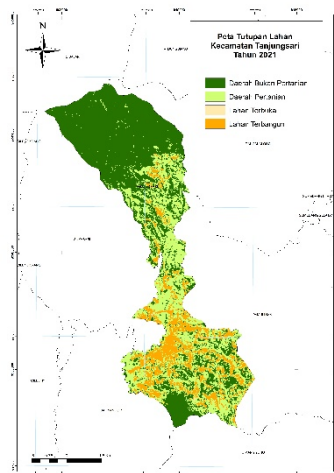
Pada pengujian *driving factor* jarak ke jalan, didapatkan nilai *Overall V* 0,2587. Hasil yang didapat juga menunjukkan bahwa *driving factor* jarak ke jalan memiliki pengaruh paling besar terhadap klasifikasi tutupan lahan daerah pertanian yaitu sebesar 0,5208, sedangkan untuk klasifikasi tutupan lahan daerah bukan-pertanian memiliki pengaruh terkecil yaitu 0. Nilai *overall V* pada *driving factor* jarak ke jalan sebesar 0,2587 sudah memenuhi syarat nilai batas minimum yaitu sebesar 0,15 karena menurut Eastman (2016), hasil uji Cramer's *V* dengan nilai 0,15 atau lebih tinggi pada pengujian *driving factor* dapat digunakan karena artinya faktor tersebut memiliki pengaruh sehingga dapat dilibatkan dalam pemodelan prediksi tutupan lahan.

B. Hasil Klasifikasi Citra Satelit

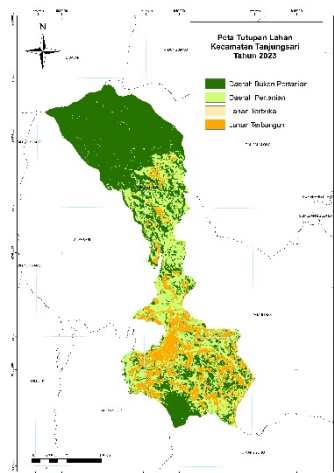
Klasifikasi pada penelitian ini menggunakan metode *random forest* melalui perangkat lunak *Google Earth Engine*. Pelatihan area yang digunakan didasarkan pada interpretasi visual dari citra Sentinel-2 pada tahun 2019, 2021, dan 2023. Jumlah area pelatihan untuk setiap kelas tutupan lahan disesuaikan dengan tahun perekaman citra satelit.



Gambar 6 Klasifikasi Tahun 2019



Gambar 7 Klasifikasi Tahun 2021



Gambar 8 Klasifikasi Tahun 2023

Luas tutupan lahan lahan terbangun terus meningkat dari tahun ke tahun. Dari tahun 2019 hingga 2021, terjadi penambahan sebesar 69.61 Ha atau

11,79%, kemudian peningkatan sebesar 76,1 Ha atau 11,53% pada tahun 2023, sehingga total luas lahan terbangun pada tahun 2023 adalah 736,05 Ha. Di sisi lain, tutupan kelas daerah vegetasi pertanian mengalami penurunan luas yang signifikan dari tahun 2019 hingga 2023, mengalami penurunan pada periode tahun 2019-2021 sebesar 1,25 Ha atau 0,09%, dan mengalami penurunan luas pada periode tahun 2021-2023 sebesar 73,04 Ha atau 4,97% sehingga luas total daerah pertanian pada tahun 2023 menjadi 1396,79 Ha. Hasil perbandingan luas tutupan lahan disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Luas Tutupan Lahan Tahun 2019-2023

Tutupan Lahan	Luas (Ha)		
	Tahun 2019	Tahun 2021	Tahun 2023
Daerah Bukan Pertanian	2286.1	2252,1	2253
Daerah Pertanian	1471.1	1469,8	1396,4
Lahan Terbangun	590.34	659,95	735,35
Lahan Terbuka	38.63	4,31	1,25
Total	4386,1	4386,1	4386,1

Pada tabel 1 dapat juga dilihat tutupan lahan daerah vegetasi bukan pertanian mengalami penurunan luas yang signifikan pada periode tahun 2019-2021, dengan penurunan luas hingga 33,93 Ha atau 1,48%. Pada periode tahun 2021-2023 juga mengalami penurunan luas dengan nilai yang lebih rendah dari periode sebelumnya yaitu sebesar 0,09 Ha. Hal yang sama juga terjadi pada kelas lahan terbuka yang juga mengalami penurunan luas yang signifikan pada periode tahun 2019-2021, dengan penurunan luas hingga 34,32 Ha atau 88,85% dan pada periode tahun 2021-2023 mengalami penurunan luas dengan nilai yang lebih rendah dari periode sebelumnya yaitu sebesar 3,06 Ha atau 70,97%.

C. Pemodelan Tutupan Lahan 2023

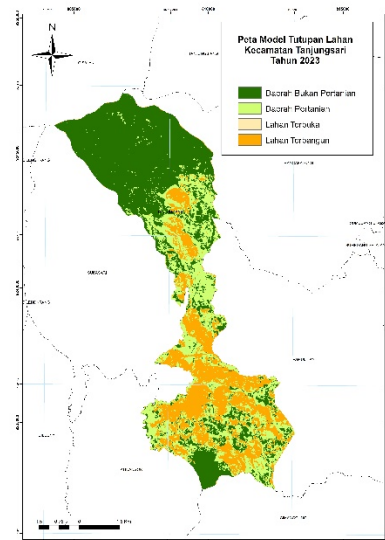
Hasil dari metode *markov chains* pada periode tahun 2019-2023 adalah peluang kelas daerah bukan pertanian, daerah pertanian, dan lahan terbuka menjadi lahan terbangun. Peluang kelas daerah bukan pertanian untuk berubah menjadi lahan terbangun adalah 0,0035, peluang kelas daerah pertanian berubah menjadi lahan terbangun adalah 0,0925, dan peluang lahan terbuka menjadi lahan terbangun yaitu 0,5951. Matriks probabilitas pemodelan tahun 2023 ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Matriks Probabilitas Pemodelan Tahun 2023

Tutupan Lahan	Daerah Bukan Pertanian	Daerah Pertanian	Lahan Terbangun	Lahan Terbuka
Daerah Bukan Pertanian	0,8967	0,0996	0,0035	0,0002
Daerah Pertanian	0,1284	0,7784	0,0925	0,0007
Lahan Terbangun	0,0044	0,1555	0,8392	0,0009
Lahan Terbuka	0,0031	0,3389	0,5951	0,0629

Tabel 2 menunjukkan nilai TPM simulasi tahun 2023, di mana nilai yang mendekati angka 1 menunjukkan bahwa ada kemungkinan lebih besar bahwa tutupan lahan akan berubah, sedangkan nilai yang paling rendah atau mendekati 0 menunjukkan bahwa tidak akan ada perubahan tutupan lahan. Nilai TPM tertinggi untuk menjadi tutupan lahan lahan terbangun adalah lahan terbuka dengan nilai 0.5951.

Luasan prediksi yang memiliki nilai lebih besar dari kondisi aktual ditemukan di kelas lahan terbangun dan lahan terbuka. Untuk lahan terbangun terjadi perbedaan antara prediksi dan aktual sebesar 352.76 Ha atau 47,93% dari kondisi data aktual. Untuk lahan terbuka terjadi perbedaan antara prediksi dan aktual sebesar 1,1 Ha atau 88% dari kondisi data aktual.



Gambar 9 Hasil Pemodelan Tutupan Lahan Tahun 2023

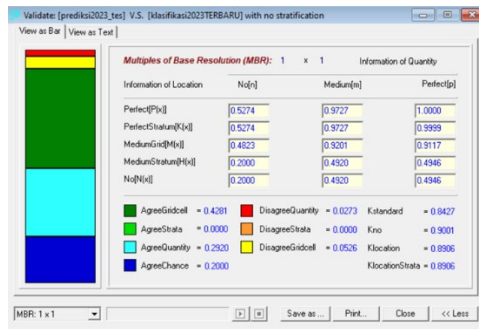
Luasan prediksi yang memiliki nilai lebih kecil dari kondisi aktual ditemukan di kelas daerah bukan pertanian dan daerah pertanian. Untuk daerah bukan pertanian terjadi perbedaan antara prediksi dan aktual sebesar 219,82 Ha atau 9,76% dari kondisi data aktual. Untuk daerah pertanian terdapat perbedaan antara prediksi dan aktual sebesar 134,04 atau 9,60% dari kondisi data aktual. Hasil perbandingan luas aktual dan prediksi tutupan lahan tahun 2023 ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Luas Aktual dengan Prediksi Tutupan Lahan Tahun 2023 Sampel

Tutupan Lahan	Luas (Ha) Tahun 2023	
	Aktual	Prediksi
Daerah Bukan Pertanian	2252.02	2032.20
Daerah Pertanian	1396.79	1262.75
Lahan Terbangun	736.05	1088.81
Lahan Terbuka	1,25	2.35
Total	4386,1	4386,1

Luasan yang tidak sesuai antara model tutupan lahan dan data hasil klasifikasi menunjukkan perbedaan sebesar 707,72 ha, atau 16% dari data hasil klasifikasi. Luasan yang sesuai

antara model dengan data hasil klasifikasi mencapai nilai 84%. Langkah selanjutnya adalah melakukan proses validasi dengan tujuan untuk melihat tingkat akurasi model prediksi tutupan lahan. Proses validasi dilakukan dengan uji *kappa* di mana peta perubahan tutupan lahan tahun 2023 hasil klasifikasi citra digunakan sebagai data pembanding dan hasil model prediksi tutupan lahan tahun 2023 sebagai data dasarnya. Validasi ini bertujuan untuk melihat apakah model prediksi perubahan tutupan lahan yang telah dibuat dapat digunakan untuk memprediksi tutupan lahan pada periode yang lebih panjang lagi. Gambar 6 di bawah memperlihatkan hasil uji *kappa* yang telah dilakukan.



Gambar 10 Uji *Kappa* Model Prediksi Tutupan Lahan Tahun 2023

Gambar 10 menunjukkan hasil uji akurasi tutupan lahan hasil klasifikasi dengan tutupan lahan hasil model prediksi yang menghasilkan nilai *kappa* sebesar 0,8427 atau 84,27%. Hasil uji *kappa* tersebut sudah memperlihatkan tingkat akurasi yang sangat baik karena menurut Ghost, et al., (2017) hasil uji *kappa* >75% merupakan hasil yang sangat baik dan konsep pemodelan yang digunakan dapat dilanjutkan untuk model tutupan lahan tahun 2034.

D. Pemodelan Tutupan Lahan 2034

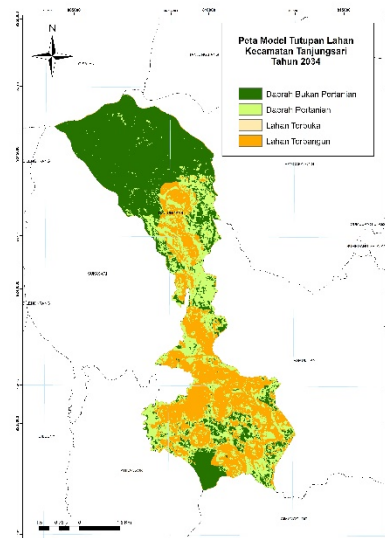
Pemodelan yang kedua adalah pemodelan tutupan lahan tahun 2034 dengan menggunakan *driving factor* yang sama dengan yang digunakan pada pemodelan tahun 2023. Pemodelan kedua ini tentu akan menghasilkan nilai

markovian yang berbeda. Berikut merupakan tabel 4 yang berisi *transition probability matrix* yang dihasilkan untuk pemodelan tahun 2034.

Tabel 4. Matriks Probabilitas Pemodelan Tahun 2034

Tutupan Lahan	Daerah Bukan Pertanian	Daerah Pertanian	Lahan Terbangun	Lahan Terbuka
Daerah Bukan Pertanian	0,8287	0,0833	0,0875	0,0004
Daerah Pertanian	0,3841	0,2906	0,3246	0,0006
Lahan Terbangun	0,1893	0,3771	0,4328	0,0008
Lahan Terbuka	0,23	0,3862	0,3831	0,0007

Berdasarkan pada tabel 4, nilai TPM tertinggi untuk berubah menjadi tutupan lahan lahan terbangun adalah lahan terbuka dengan nilai 0,3831, daerah pertanian memiliki nilai TPM sebesar 0,3246 untuk menjadi lahan terbangun, dan untuk daerah bukan pertanian memiliki nilai 0,0875 untuk berubah menjadi lahan terbangun. Sementara nilai yang mendekati 0 menunjukkan bahwa kecil kemungkinan terjadi perubahan tutupan lahan dari tutupan lahan satu ke tutupan lahan lainnya.



Gambar 11 Hasil Pemodelan Tutupan Lahan Tahun 2034

Menurut hasil pengolahan model tutupan lahan Kecamatan Tanjungsari tahun 2034 menggunakan *Cellular Automata Markov Chain*, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.9 didapatkan luasan tutupan lahan daerah bukan pertanian sebesar 1868,86 ha, daerah pertanian dengan luas 1179,28 ha, lahan terbangun didapatkan luasan sebesar 1335,65 ha dan luasan 2,31 Ha untuk lahan terbuka.

Pada setiap periodenya, luasan jenis tutupan lahan lahan terbangun selalu mengalami kenaikan. Luasan tutupan lahan lahan terbangun pada periode tahun 2019 adalah 590,34 ha, lalu mengalami kenaikan pada periode tahun 2021 menjadi 659,95 ha, pada tahun 2023 kembali naik menjadi 736,05 ha, dan juga kenaikan terjadi pada model prediksi perubahan tutupan lahan tahun 2034 di mana naik menjadi 1335,65 ha.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis pada bab sebelumnya adalah

1. Perubahan tutupan lahan di Kecamatan Tanjungsari menunjukkan tren penurunan luasan dari tahun 2019 hingga 2023. Penurunan terjadi pada kelas tutupan lahan daerah vegetasi bukan pertanian sebesar 34,02 Ha atau 1,49%, daerah pertanian sebesar 74,29 Ha atau 5,05%, dan lahan terbuka sebesar 37,38 atau 96,76%. Semua tutupan lahan tersebut mengalami penurunan karena alih fungsi lahan untuk memenuhi kebutuhan akan lahan terbangun seperti permukiman. Peningkatan luasan terjadi pada kelas lahan terbangun yaitu sebesar 145,71 Ha atau 24,68%. Peningkatan tersebut sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk sehingga perlu dilakukan pembangunan untuk memenuhi kebutuhan.
2. Menurut model prediksi Cellular Automata Markov Chain tahun 2034, terdapat 1868,86 ha jenis

tutupan lahan daerah bukan pertanian, 1179,28 Ha untuk daerah pertanian, 1335,65 Ha untuk lahan terbangun, dan 2,31 Ha untuk lahan terbuka.

SARAN

Adapun saran yang bisa dijadikan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya yaitu antara lain:

1. Mengkombinasikan digitasi *on screen* dengan klasifikasi untuk mendapatkan hasil klasifikasi yang baik.
2. Menambahkan *driving factor* seperti jarak dari sungai, jarak dari pusat kegiatan ekonomi, dan ketinggian lahan (wilayah pesisir) untuk mendapatkan hasil pemodelan yang akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. (2023). *Kecamatan Tanjungsari Dalam Angka 2023*. Kabupaten Sumedang: Badan Pusat Statistik.
- Eastman. (2016). *IDRISI Selva Tutorial*. Worcester: Idrisi Production.
- Ghosh, P., Mukhopadhyay, A., Chanda, A., Mondal, P., Akhand, A., Mukherjee, S., . . . Hazra, S. (2017). Application of Cellular automata and Markov-chain model in geospatial environmental modeling-A review." *Remote Sensing Applications. Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 5, 64-77
- Kustiawan, I., & Ladimananda, A. (2016). Pemodelan Dinamika Perkembangan Perkotaan dan Daya Dukung Lahan di Kawasan Cekungan Bandung. *Tataloka*, 14(2), 98-112.
- Muiz, A. (2009). Analisis Perubahan Penggunaan Lahan di Kabupaten

Sukabumi. *Bogor: Sekolah Pascasarjana IPB.*

- Salakory, M., & Rakuasa, H. (2022). Modeling of Cellular Automata Markov chain for predicting the carrying capacity of Ambon City. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan* 12(2), 372-387.
- Setiadi, D. (2016). Prediksi perubahan lahan pertanian sawah sebagian Kabupaten Klaten dan sekitarnya menggunakan cellular automata dan data penginderaan jauh. *Jurnal Bumi Indonesia*, 5(1), 79437.
- Wahyunto, M.Z, A., A, P., & Sunaryo. (2001). Studi Perubahan Penggunaan Lahan di Sub DAS Citarik, Jawa Barat dan DAS Kaligarang, Jawa Tengah. *Prosiding Seminar Nasional Multifungsi Lahan Sawah. Balai Penelitian Tanah Bogor.*