

# PEMODELAN SPASIAL PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN DAN PREDIKSI TUTUPAN LAHAN KECAMATAN TELUK AMBON BAGUALA MENGGUNAKAN CA-MARKOV

## *Spatial Modeling of Land Cover Change and Land Cover Prediction of Teluk Ambon Baguala District Using CA-Markov*

Glendy Somae<sup>1\*</sup>, S Supriatna<sup>1</sup>, Heinrich Rakuasa<sup>1\*</sup>, Aufar Raynanda Lubis<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Geografi, FMIPA, Universitas Indonesia, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Teknik dan Pengelolaan Sumber Daya Air, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

\*Email Korespondensi: [glendy.somae@ui.ac.id](mailto:glendy.somae@ui.ac.id), [heinrichrakuasa02@gmail.com](mailto:heinrichrakuasa02@gmail.com)

Received: 7/12/2022 | Revised: 1/02/2023 | Accepted: 3/02/2023

DOI: <https://dx.doi.org/10.31314/jsig.v6i1.1832>

**Abstract** - Teluk Ambon Baguala District, is one of the sub-districts in Ambon City which has experienced a significant increase in population. Along with the increasing population, the need for residential, infrastructure and industrial land is increasing. This will certainly have an impact on the conversion of other cover to uncontrolled built-up land, environmental damage and natural disasters. This study aims to analyze land cover changes in Teluk Ambon Baguala District in 2014, 2018, 2022 and predict land cover models in 2026, 2030 and 2034. The driving factors used are slope, land height and distance from the road. This study uses the CA-Markov method to predict future land cover. The results of the analysis of changes and predictions of land cover in 2014, 2018, 2022, 2026, 2030 and 2034 show that built-up land continues to increase in area along with increasing population and the high demand for built-up land which is increasing.

**Keywords:** ca-markov, teluk ambon baguala district, land change, land cover

**Abstrak** – Kecamatan Teluk Ambon Baguala, merupakan salah satu Kecamatan di Kota Ambon yang mengalami peningkatan jumlah penduduk secara signifikan. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, kebutuhan terhadap lahan permukiman, infrastruktur dan industri juga semakin meningkat. Hal ini tentu akan berdampak pada konversi tutupan lain ke lahan terbangun yang tidak terkendali, kerusakan lingkungan dan bencana alam. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan tutupan lahan di Kecamatan Teluk Ambon Baguala pada Tahun 2014, 2018, 2022 dan memprediksi model tutupan lahan Tahun 2026, 2030 dan 2034. Driving factor yang digunakan yaitu kemiringan lereng, ketinggian lahan dan jarak dari jalan. Penelitian ini menggunakan metode CA-Markov untuk memprediksi tutupan lahan masa depan. Hasil analisis perubahan dan prediksi tutupan lahan Tahun 2014, 2018, 2022, 2026, 2030 dan 2034 menunjukkan lahan terbangun terus mengalami pertambahan luasan seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan tingginya kebutuhan akan lahan terbangun yang semakin meningkat.

**Kata kunci:** ca-markov, kecamatan teluk ambon baguala, perubahan lahan, tutupan lahan

## PENDAHULUAN

Kecamatan Teluk Ambon Baguala merupakan salah satu kecamatan di Kota Ambon yang mengalami peningkatan jumlah penduduk yang terus meningkat setiap tahun. Seiringnya dengan meningkatnya jumlah penduduk, kebutuhan terhadap ruang untuk permukiman, infrastruktur dan industri juga semakin meningkat. Hal tersebut berpengaruh terhadap sejauh mana ketersediaan dan kemampuan lahan dalam menopang kebutuhan manusia (Salakory & Rakuasa, 2022; Rakuasa et al., 2022). Permasalahan yang sering dijumpai dalam pemanfaatan lahan di Kota Ambon yaitu jumlah penduduk yang terus meningkat dan kebutuhan lahan yang terus meningkat tetapi ketersediaan dan luasan lahan dan jumlahnya relatif tetap (Sugandhi et al., 2022; Rakuasa & Somae, 2022). Hal tersebut berdampak pada penurunan daya dukung lahan di Kecamatan Teluk Ambon Baguala. Pemanfaatan lahan dapat diidentifikasi dari tutupan/penggunaan lahan yang ada. Tutupan lahan mengacu pada berbagai tutupan permukaan tanah baik berupa lahan pertanian, lahan terbangun, badan air, lahan terbuka dan lain sebagainya (Wang et al., 2019; Rakuasa et al., 2022). Menurut Girma et al., (2022), tutupan lahan adalah jenis lahan yang menggambarkan semua kondisi fisik di permukaan bumi. Keadaan fisik di permukaan tanah tersebut dapat berupa tutupan vegetasi, air dan tanah.

Perkembangan ekonomi yang cepat pada suatu daerah dapat menyebabkan perubahan tutupan lahan dan penggunaan lahan sehingga menghasilkan variasi kontras dari berbagai kelas penggunaan lahan dan tutupan lahan yang dapat diidentifikasi melalui peta penutup lahan (Parsa & Salehi, 2016; Rakuasa et al., 2022). Perubahan tutupan lahan dapat melibatkan konversi kelas lahan seperti konversi dari tutupan lahan hutan menjadi penggunaan lahan pertanian atau transisi dari hutan menjadi permukiman (Girma et al., 2022). Perubahan penggunaan/tutupan lahan lain menjadi lahan permukiman di Kecamatan Teluk Ambon Baguala terjadi karena pengaruh faktor politik/kebijakan dan sosial-ekonomi sehingga menyebabkan degradasi tanah dan air (Rakuasa et al., 2022), yang berdampak bagi ekosistem keanekaragaman hayati, perubahan iklim, kerusakan lingkungan dan menjadi faktor pemicu terjadinya banjir (Rakuasa et al., 2022) dan longsor (Rakuasa et al., 2022) yang terjadi.

Fenomena perubahan tutupan lahan yang terjadi karena pengaruh faktor politik/kebijakan dan sosial-ekonomi sehingga menyebabkan degradasi tanah dan air yang berdampak bagi ekosistem, keanekaragaman hayati, hingga perubahan iklim dapat dimodelkan melalui pemodelan perubahan tutupan lahan (Latue & Rakuasa, 2023). Perkembangan ekonomi yang cepat juga dapat menyebabkan perubahan penggunaan lahan sehingga menghasilkan variasi kontras dari berbagai kelas penggunaan lahan dan tutupan lahan yang dapat diidentifikasi melalui peta penutup lahan (Rakuasa et al., 2022). Perubahan tutupan lahan dapat melibatkan konversi kelas lahan seperti konversi dari tutupan lahan hutan menjadi penggunaan lahan pertanian atau transisi dari hutan menjadi permukiman (Rakuasa et al., 2022). Fenomena perubahan tersebut dilihat dalam periode waktu tertentu hingga prediksi perubahan di masa depan. Dengan demikian, model perubahan tutupan lahan adalah model yang menyajikan perubahan penggunaan lahan dan tutupan lahan dalam kurun waktu tertentu dan prediksi perubahan penggunaan lahan dan tutupan lahan dimasa yang akan datang (Wang et al., 2022).

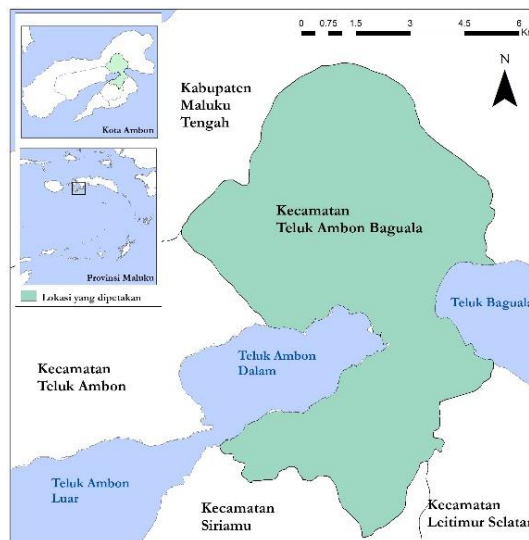
Penelitian ini menggunakan metode pemodelan CA-Markov yang diyakini cukup efektif untuk memprediksi perubahan tutupan lahan di masa yang akan datang. CA-Markov adalah model hibrida yang menggabungkan model CA dengan model MC (Xu et al., 2022). Model integrasi CA-Markov menghitung keadaan atau status sel berdasarkan keadaan sebelumnya kondisi sel tetangga, dan fungsi aturan transisi (Palmate et al., 2022). Model ini menggunakan pendekatan CA untuk mengontrol fungsi Markov untuk mempertimbangkan perubahan spasial dan temporal secara bersamaan (Latue & Rakuasa 2022). Untuk menggunakan CA dan menghasilkan peta potensi transisi tutupan lahan, model ini memerlukan peta kesesuaian lahan yang umumnya dianalisis dengan metode Multi Criteria Evaluation (MCE).

Bertambahnya jumlah penduduk Kecamatan Teluk Ambon Baguala setiap tahun berdampak pada perluasan lahan permukiman dan tentunya mempengaruhi perubahan tutupan lahan yakni konversi lahan bukan terbangun/permukiman menjadi lahan permukiman. Perubahan tutupan lahan yang terjadi berdampak pada kerusakan lingkungan, meningkatnya suhu permukaan daratan (Rakuasa, 2022) serta bencana alam yang terjadi (Rakuasa et al., 2022). Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan pemodelan spasial perubahan tutupan lahan dan prediksi tutupan lahan, serta arahan pengendaliannya yang dapat digunakan sebagai acuan untuk melakukan perencanaan tata ruang dengan memperhatikan aspek ekologis dan keberlanjutan

lingkungan di Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kota Ambon (Rakuasa & Pakniany, 2022). Prediksi dalam penelitian ini dilakukan dengan membuat suatu model tutupan lahan yang bersifat dinamik, yaitu dengan pendekatan Cellular Automata (CA) dan Markov Chain (MC). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan tutupan lahan di Kecamatan Teluk Ambon Baguala pada Tahun 2014, 2018, 2022 dan memprediksi model tutupan lahan Tahun 2026, 2030 dan 2034. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk pemerintah daerah dalam hal perencanaan tata ruang dengan memperhatikan aspek ekologis dan keberlanjutan lingkungan.

## METODE DAN DATA

Secara administrasi penelitian ini dilakukan di Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kota Ambon, Provinsi Maluku yang memiliki luas 8.089,10 ha. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Penelitian ini menggunakan data citra temporal Landsat 8 Tahun 2014, 2018, dan 2022 untuk menganalisis perubahan tutupan lahan. Faktor pendorong perkembangan lahan terbangun yang digunakan terdiri dari kemiringan lereng dan ketinggian lahan yang diperoleh dari pengolahan data *Digital Elevation Model* (DEM) Nasional lembar 2612-24 yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG). Data faktor pendorong jarak dari jalan diperoleh dari pengolahan data Peta Rupa Bumi Indonesi (RBI) skala 1: 5.000 yang diperoleh dari BIG. Peta tutupan lahan diklasifikasi secara sederhana menjadi 4 kelas yang terdiri dari lahan terbangun, lahan terbuka, lahan pertanian, dan badan air. Pengolahan tutupan lahan dimulai dari mengunduh data citra dari USGS kemudian melakukan koreksi *radiometrik* dan *geometrik* serta digitasi tutupan lahan secara *on screen*.



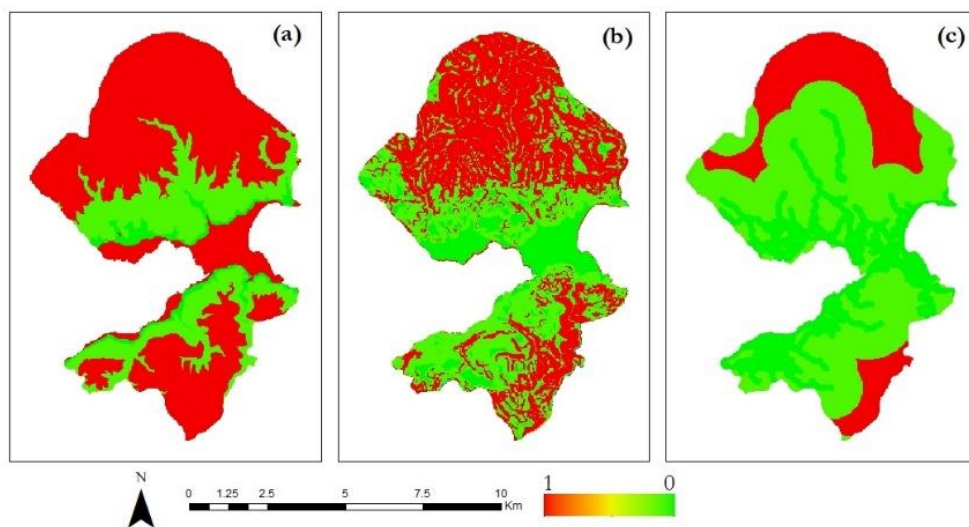
**Gambar 1.** Lokasi Penelitian

Variabel pendorong perubahan tutupan lahan merupakan faktor spasial yang mendorong terjadinya perubahan tutupan lahan. Variabel pendorong perubahan tutupan lahan di Kecamatan Teluk Ambon Baguala terdiri dari kemiringan lereng, ketinggian lahan dan jarak dari jalan. Variabel pendorong perubahan tutupan lahan diklasifikasi berdasarkan penelitian-penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya. Klasifikasi ketinggian lahan dimodifikasi dari penelitian Sugandhi et al., (2022), kemiringan lereng dari Rakuasa et al., (2022) dan jarak dari jalan dimodifikasi dari penelitian Latue & Rakuasa (2022). Ketiga variabel pendorong perubahan tutupan lahan kemudian diklasifikasi dan diberikan skor berdasarkan tingkat kesesuaian perkembangan permukiman di daerah tersebut, seperti disajikan pada Tabel 1. Wilayah yang sesuai akan diberi skor tinggi dan wilayah yang tidak sesuai akan diberi skor rendah. Pengolahan data variabel pendorong dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *ArcGIS 10.8*. Teknik pengolahan data spasial pada pengolahan ini mengeluarkan satu *output* yang berisikan semua *driving factors* yang digabungkan dengan menggunakan teknik *weighted sum overlay* (WSO). Kemudian setelah itu semua data dilakukan WSO yang bertujuan untuk membuat semua data tadi menjadi satu data dan data ini akan dibuat memiliki nilai diantara 0-1 (konsep *fuzzy logic*). Secara variabel pendorong tutupan lahan di Kecamatan Teluk Ambon Baguala dapat dilihat pada Gambar 2.

**Tabel 1.** Variabel pendorong perubahan tutupan lahan

| No | Variabel          | Klasifikasi    | Skor |
|----|-------------------|----------------|------|
| 1  | Kemiringan Lereng | 0 -3 %         | 3    |
|    |                   | 4 - 15 %       | 2    |
|    |                   | 15 -25 %       | 1    |
|    |                   | >25 %          | 1    |
| 2  | Ketinggian Lahan  | 0 - 2 m dpl    | 1    |
|    |                   | 3 - 7 m dpl    | 1    |
|    |                   | 8 – 25 m dpl   | 3    |
|    |                   | 26 - 100 m dpl | 2    |
|    |                   | > 100 m dpl    | 1    |
| 3  | Jarak dari Jalan  | 0 - 100 m      | 3    |
|    |                   | 101 - 1000 m   | 2    |
|    |                   | > 1000 m       | 1    |

\*dpl = di atas permukaan laut

**Gambar 2.** Variabel pendorong; a) Ketinggian Lahan, b) Kemiringan Lereng, c) Jarak dari Jalan

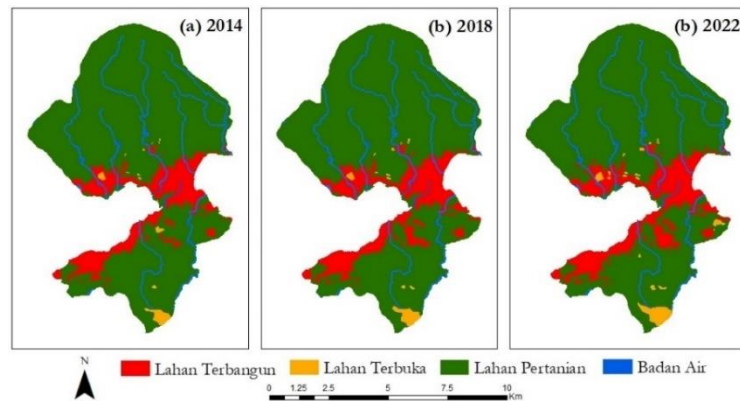
Model perubahan tutupan lahan adalah model yang menyajikan perubahan tutupan lahan dalam kurun waktu tertentu dan prediksi perubahan penggunaan lahan dan tutupan lahan dimasa yang akan datang. Pemodelan tutupan lahan Kecamatan Teluk Ambon Baguala Tahun 2026, 2030 dan 2034 dilakukan dengan menggunakan metode CA MC. CA MC merupakan model hibrida yang mengombinasikan model CA dengan model MC (Xu et al., 2022). CA MC merupakan metode yang umum digunakan untuk simulasi perubahan *Land Use Land Cover* (LULC) dengan mengestimasi suatu nilai piksel berdasarkan nilai awalnya, pengaruh *neighborhood* dan aturan transisi (Ajeeb et al., 2020). Pemodelan spasial perubahan tutupan lahan dan prediksi tutupan lahan dilakukan menggunakan perangkat lunak *IDRISI Selva 17*. Sebelum memodelkan tutupan lahan Tahun 2026, 2030 dan 2034, dilakukan dulu pengujian pada model awal Tahun 2022. Setelah model dihasilkan maka akan dilakukan pengujian akurasi model menggunakan perhitungan *Overall Accuracy* (OA)/Koefisien *Kappa* dengan akurasi <70% (Sancoko, (2017). Pada tahapan ini, jika nilai akurasi >70% maka dilakukan pemodelan tutupan lahan sampai ke Tahun 2026, 2030 dan 2034 dengan menggunakan variabel pendorong yang sudah ada.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

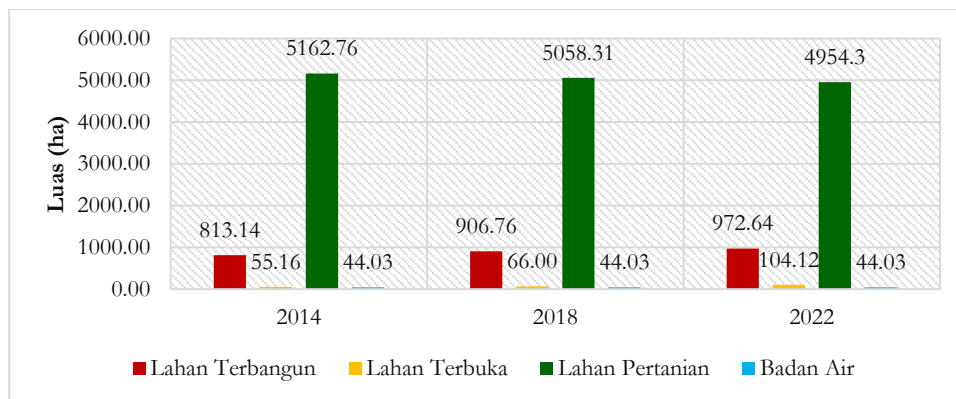
### Tutupan Lahan Tahun 2014, 2018, 2022

Jenis tutupan lahan permukiman dan lahan terbuka pada periode Tahun 2014, 2018, 2022 terus mengalami pertambahan luasan berbeda dengan jenis tutupan lahan pertanian dan tutupan lahan mengalami penurunan luasan. Hal ini dipengaruhi oleh terus meningkatnya jumlah penduduk yang bermukim Kecamatan Teluk Ambon Baguala yang membuat semakin tinggi kebutuhan akan lahan terbangun. Secara spasial tutupan lahan Kecamatan Teluk Ambon Baguala

Tahun 2014, 2018, 2022 dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



**Gambar 3.** Tutupan Lahan Kecamatan Teluk Ambon Baguala Tahun 2014, 2018, 2022



**Gambar 4.** Luas Tutupan Lahan Kecamatan Teluk Ambon Baguala Tahun 2014, 2018, 2022

Berdasarkan Gambar 3 dan 4 diketahui bahwa jenis tutupan lahan terbangun di Tahun 2014 seluas 813,14 ha mengalami pertambahan luas di Tahun 2018 menjadi 906,76 ha dan Tahun 2022 bertambah luas menjadi 972,64 ha. Jenis tutupan lahan terbuka juga mengalami peningkatan atau pertambahan luasan dimana di Tahun 2014 seluas 55,16 ha mengalami peningkatan menjadi 66 ha di Tahun 2018 dan 104,12 ha di Tahun 2022. Berbeda dengan jenis tutupan lahan pertanian yang mengalami penurunan luasan. Tahun 2014 lahan pertanian seluas 5.162,76 ha, mengalami penurunan luasan seluas 5.058,31 ha dan 4.954,3 ha di Tahun 2022 sedangkan tutupan lahan tubuh air tidak mengalami penurunan maupun pertambahan luasan.



**Gambar 5.** Konversi tutupan lahan lainnya menjadi lahan terbangun

Berdasarkan Gambar 5 terlihat bahwa perkembangan lahan terbangun di Kecamatan Teluk Ambon Baguala yang terus meningkat seiring dengan laju pertumbuhan penduduk, dengan ketersediaan lahan yang sesuai relatif tetap, akibatnya terjadinya ketimpangan antara kebutuhan lahan dengan lahan yang tersedia (Salakory & Rakuasa, 2022; Rakuasa & Somae, 2022). Pengembangan kawasan permukiman lebih diarahkan pada wilayah perbukitan, sebagai konsekuensi kebutuhan penduduk dan pengembangan infrastruktur pemerintah terhadap lahan yang menyebabkan beragam kompetisi penggunaan pada lahan yang sama, dengan meningkatnya tuntutan terhadap kebutuhan lahan.

### Prediksi Tutupan Lahan

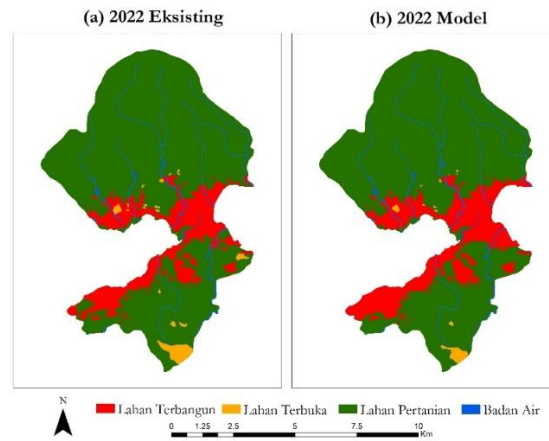
Prediksi tutupan lahan pada penelitian ini dilakukan dua kali, pertama adalah simulasi pada tutupan lahan Tahun 2022 untuk mengetahui akurasi dari *driving factor* yang digunakan. Hasil simulasi Tahun 2022 kemudian dilakukan uji akurasi/uji kappa, jika nilai kappa >70% maka model pertama dikatakan layak untuk dilakukan pemodelan kedua. Pemodelan kedua dilakukan dengan memprediksikan tutupan lahan masa depan yakni Tahun 2026, 2030 dan 2034. *Transition Probability Matrix* (TPM) merupakan nilai dari besaran kemungkinan perubahan tutupan lahan dari satu kelas tutupan lahan ke tutupan lahan. Nilai TPM pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

**Table 1.** Transition Probability Matrix (TPM)

|              |                 | Lahan Terbangun | Lahan Terbuka | Lahan Pertanian | Badan Air |
|--------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|-----------|
| 2017 ke 2022 | Lahan Terbangun | 0.8490          | 0.0000        | 0.1510          | 0.0000    |
|              | Lahan Terbuka   | 0.2409          | 0.7591        | 0.0000          | 0.0000    |
|              | Lahan Pertanian | 0.1398          | 0.0274        | 0.8328          | 0.0000    |
|              | Badan Air       | 0.0500          | 0.0500        | 0.0500          | 0.8500    |
|              |                 | Lahan Terbangun | Lahan Terbuka | Lahan Pertanian | Badan Air |
| 2022 ke 2026 | Lahan Terbangun | 0.8427          | 0.0910        | 0.0664          | 0.0000    |
|              | Lahan Terbuka   | 0.0500          | 0.8500        | 0.0500          | 0.0500    |
|              | Lahan Pertanian | 0.1151          | 0.0532        | 0.8317          | 0.0000    |
|              | Badan Air       | 0.0500          | 0.0500        | 0.0500          | 0.0500    |
|              |                 | Lahan Terbangun | Lahan Terbuka | Lahan Pertanian | Badan Air |
| 2026 ke 2030 | Lahan Terbangun | 0.8354          | 0.0957        | 0.0689          | 0.0000    |
|              | Lahan Terbuka   | 0.0500          | 0.8500        | 0.0500          | 0.0500    |
|              | Lahan Pertanian | 0.1269          | 0.0592        | 0.8138          | 0.0000    |
|              | Badan Air       | 0.0500          | 0.0500        | 0.0500          | 0.0500    |
|              |                 | Lahan Terbangun | Lahan Terbuka | Lahan Pertanian | Badan Air |
| 2030 ke 2034 | Lahan Terbangun | 0.8283          | 0.1004        | 0.0713          | 0.0000    |
|              | Lahan Terbuka   | 0.0500          | 0.8500        | 0.0500          | 0.0500    |
|              | Lahan Pertanian | 0.1384          | 0.0652        | 0.7964          | 0.0000    |
|              | Badan Air       | 0.0500          | 0.0500        | 0.0500          | 0.0500    |

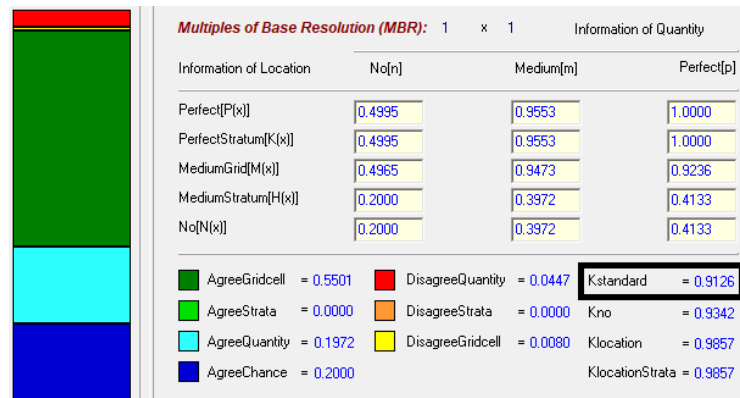
Nilai TPM berkisar antara 0-1, dimana 0 menunjukkan tidak ada kemungkinan perubahan tutupan lahan, sedangkan 1 menunjukkan tutupan lahan. Dalam matriks probabilitas transisi, pada Table 1 diketahui bahwa lahan terbuka dan lahan pertanian memiliki nilai probabilitas yang paling tinggi untuk berubah menjadi lahan terbangun disetiap model prediksi. Pada periode 2018-2022 nilai TPM lahan terbuka paling tinggi untuk berubah menjadi lahan terbangun yaitu 0.2409, pada periode 2022-2026 nilai TPM lahan pertanian yang paling tinggi untuk berubah menjadi lahan terbangun yaitu 0.1269. Pada periode prediksi Tahun 2026 ke 2030 dan 20230 ke 2034 nilai tutupan lahan pertanian memiliki nilai probabilitas tertinggi untuk berubah menjadi lahan terbangun.

Setelah dilakukan simulasi pertama maka langkah selanjutnya adalah validasi model. Validasi dilakukan dengan membandingkan prediksi tutupan lahan Tahun 2022 dengan peta tutupan lahan aktual Tahun 2022. Prediksi tutupan lahan Tahun 2022 dilakukan melalui analisis CA dengan menggunakan data Tahun 2014 sebagai tahun awal dan data Tahun 2018 sebagai tahun kedua seperti dijelaskan sebelumnya. Hasil simulasi model CA untuk memprediksi tutupan lahan Tahun 2022 disajikan pada Gambar 6.



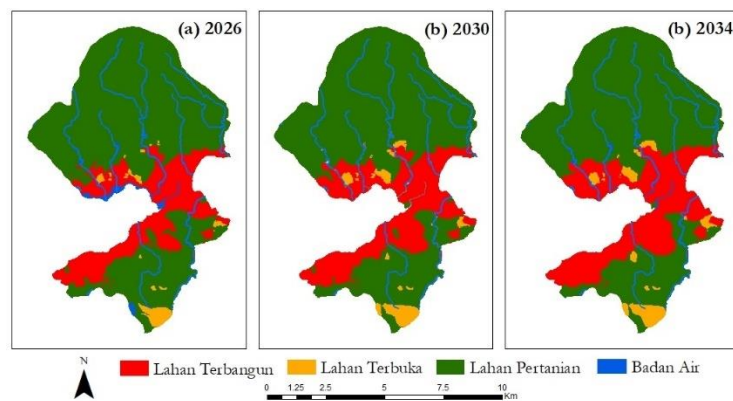
**Gambar 6.** Perbandingan hasil model 2022 dan eksisting Tahun 2022

Berdasarkan hasil tersebut telah dilakukan uji validasi dengan membandingkan secara statistik antara peta hasil simulasi dengan peta eksisting (Gambar 7). Hasil uji validasi yang diperoleh yaitu nilai OA sebesar 91.26% di Kecamatan Teluk Ambon Baguala dan yang menunjukkan bahwa simulasi model yang dilakukan sangat baik. Berdasarkan hasil tersebut maka model dengan *input* 3 (tiga) variabel bebas yang diujikan dapat digunakan untuk memprediksi perubahan tutupan lahan Tahun 2026, 2030 dan 2034.

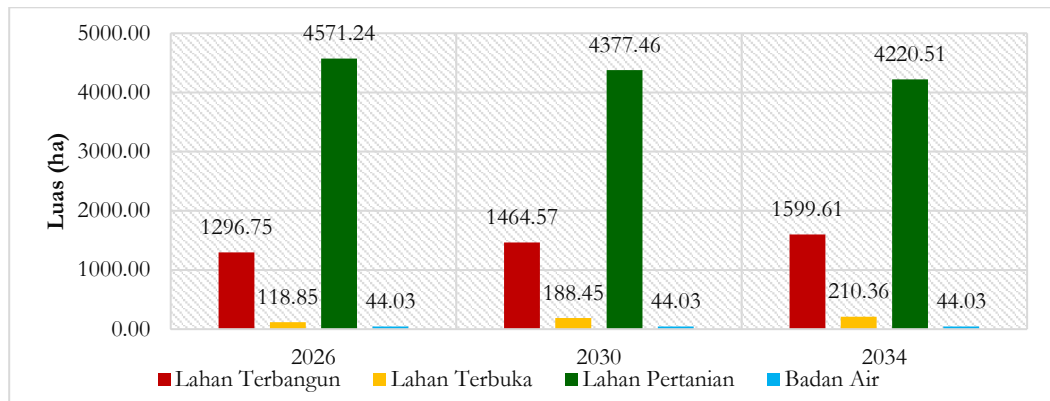


**Gambar 7.** Hasil Uji Akurasi Nilai Kappa model Tutupan Lahan Tahun 2022

Berdasarkan hasil pengolahan prediksi model tutupan lahan di Tahun 2026, 2030 dan 2034 menggunakan CA MC diketahui jenis tutupan lahan permukiman dan tutupan lahan terbuka terus mengalami penambahan luasan dan untuk jenis tutupan lahan pertanian terus mengalami penurunan luasan dan jenis tutupan lahan badan air tidak mengalami penambahan dan pengurangan luasan (Gambar 9).



**Gambar 8.** Model tutupan lahan Tahun 2026, 2030 dan 2034



**Gambar 9.** Luas model tutupan lahan Tahun 2026, 2030 dan 2034

Berdasarkan hasil pemodelan CA MC diprediksi lahan terbangun Tahun 2026 mengalami peningkatan seluas 1.296,75 ha, Tahun 2030 seluas 1.464,57 ha dan Tahun 2034 seluas 1.599,61 ha. Lahan terbuka juga mengalami peningkatan luasan Tahun 2026 seluas 118,85 ha, bertambah luas 188,45 ha pada Tahun 2030 dan 210,36 ha pada Tahun 2034. Kelas tutupan lahan pertanian mengalami penurunan luasan dari Tahun 2026 seluas 4.571,24 ha, dan terus mengalami penurunan luas pada Tahun 2030 seluas 4.377,46 ha dan Tahun 2034 seluas 4.220,51 ha. Tutupan lahan badan air tidak mengalami penambahan dan pengurangan luasan. Perkembangan lahan terbangun pada Tahun 2026, 2030 dan 2034 terus mengalami peningkatan yang signifikan. Pada bagian utara, selatan dan barat, lahan terbangun mulai melebar dari jalan kolektor akibat sudah tidak terdapat lagi lahan non-terbangun yang berbatasan langsung dengan jalan. Lahan pertanian sudah mulai berubah menjadi lahan terbangun akibat kebutuhan akan lahan yang meningkat setiap tahunnya.

Menurut Utami et al., (2019), lahan terbangun akan terus mengalami pertambahan luasan seiring terjadinya pertumbuhan penduduk yang semakin bertambah dan tingginya permintaan akan lahan di wilayah tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu mengestimasi atau memahami tren perubahan tutupan lahan di masa depan berdasarkan tren perubahan tutupan lahan di masa lalu dan variabel pendorongnya di Kecamatan Teluk Ambon Baguala. Hasil analisis dan prediksi perubahan tutupan lahan di Kecamatan Teluk Ambon Baguala diharapkan dapat digunakan sebagai bahan evaluasi dalam pengambilan kebijakan terkait penataan ruang dan pemanfaatan ruang di Kota Ambon khususnya di Kecamatan Teluk Ambon Baguala kedepannya.

## KESIMPULAN

Secara spasial perubahan tutupan lahan di Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kota Ambon cukup signifikan. Selama rentang 4 tahun terakhir (2014, 2018, 2022), perubahan lahan terbangun terus bertambah. Arah pertambahan luas lahan terbangun cenderung mengikuti topografi dan jaringan jalan. Tutupan lahan pertanian terus mengalami perubahan menjadi lahan terbangun dikarenakan kebutuhan untuk lahan yang semakin meningkat setiap tahunnya. Hasil prediksi pada Tahun 2026, 2030 dan 2034 juga menunjukkan bahwa lahan terbangun akan terus mengalami pertambahan luasan seiring dengan jumlah penduduk dan permintaan akan lahan yang semakin meningkat, oleh karena itu hasil penelitian ini sangat bermanfaat dalam memprediksi perubahan tutupan lahan pada masa yang akan datang sebagai bahan untuk mengevaluasi penataan ruang dan pemanfaatan ruang eksisting kedepannya. Diharapkan penelitian serupa kedepannya dapat menggunakan citra satelit tinggi yang memiliki resolusi spasial yang lebih baik untuk menganalisis perubahan tutupan lahan kedepannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ajeeb, R., Aburas, M. M., Baba, F., Ali, A., & Alazaiza, M. Y. D. (2020). The Prediction of Urban Growth Trends and Patterns using Spatio-temporal CA-MC Model in Seremban Basin. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 540(1), 012028. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/540/1/012028>
- Albertus Yogo Dwi Sancoko. (2017). *Model Spasial Perubahan Penggunaan Tanah Studi Kasus Das Komering, Sumatera Selatan*. Universitas Indonesia.
- Amini Parsa, V., & Salehi, E. (2016). Spatio-temporal analysis and simulation pattern of land

- use/cover changes, case study: Naghadeh, Iran. *Journal of Urban Management*, 5(2), 43–51. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jum.2016.11.001>
- 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/https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100419>
- Heinrich Rakuasa, G. S. (2022). Analisis Spasial Kesesuaian dan Evaluasi Lahan Permukiman di Kota Ambon. *Jurnal Sains Informasi Geografi (J SIG)*, 5(1), 1–9. <https://doi.org/DOI:http://dx.doi.org/10.31314/j%20sig.v5i1.1432>
- Latue, P. C., & Rakuasa, H. (2023). Analysis of Land Cover Change Due to Urban Growth in Central Ternate District, Ternate City using Cellular Automata-Markov Chain. *Journal of Applied Geospatial Information*, 7(1), 722–728. <https://doi.org/https://doi.org/10.30871/jagi.v7i1.4653>
- Novia Utami, N. D., Supriatna, & Anggrahita, H. (2019). Spatial Dynamics Model of Land Availability and Mount Merapi Disaster-Prone Areas in Sleman Regency, Yogyakarta Special Region Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 311(1), 012021. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/311/1/012021>
- Palmate, S. S., Wagner, P. D., Fohrer, N., & Pandey, A. (2022). Assessment of Uncertainties in Modelling Land Use Change with an Integrated Cellular Automata–Markov Chain Model. *Environmental Modeling & Assessment*, 27(2), 275–293. <https://doi.org/10.1007/s10666-021-09804-3>
- Philia Christi Latue, H. R. (2022). Dinamika Spasial Wilayah Rawan Tsunami di Kecamatan Nusaniwe, Kota Ambon, Provinsi Maluku. *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing (JGRS)*, 3(2), 77–87. <https://doi.org/https://doi.org/10.23960/jgrs.2022.v3i2.98>
- Rakuasa, H., & Pakniansy, Y. (2022). Spatial Dynamics of Land Cover Change in Ternate Tengah District, Ternate City, Indonesia. *Forum Geografi*, 36(2), 126–135. <https://doi.org/DOI:10.23917/forgo.v36i2.19978>
- Rakuasa, H., Helwend, J. K., & Sihasale, D. A. (2022). Pemetaan Daerah Rawan Banjir di Kota Ambon Menggunakan Sistim Informasi Geografis. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan Dan Profesi Kegeografian*, 19(2), 73–82. <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/jg.v19i2.34240>
- Rakuasa, H., Salakory, M., & Latue, P. C. (2022). Analisis dan Prediksi Perubahan Tutupan Lahan Menggunakan Model Celular Automata-Markov Chain di DAS Wae Ruhu Kota Ambon. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 9(2), 285–295. <https://doi.org/https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2022.009.2.9>
- Rakuasa, H., Salakory, M., & Mehdil, M. C. (2022). Prediksi perubahan tutupan lahan di DAS Wae Batu Merah, Kota Ambon menggunakan Cellular Automata Markov Chain. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)*, 6(2), 59–75. <https://doi.org/https://doi.org/10.36813/jplb.6.2.59-75>
- Rakuasa, H. (2022). Analisis Spasial Temporal Suhu Permukaan Daratan/ Land Surface Temperature (LST) Kota Ambon Berbasis Cloud Computing: Google Earth Engine. *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*, 27(3), 194–205. <https://doi.org/10.35760/ik.2022.v27i3.7101>
- Rakuasa, H., Sihasale, D. A., & Latue, P. C. (2022). Model Tutupan Lahan di Daerah Aliran Sungai Kota Ambon Tahun 2031: Studi Kasus DAS Wai Batu Gantung, Wai Batu Gajah, Wai Tomu, Wai Batu Merah Dan Wai Ruhu. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 9(2), 473–486. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2022.009.2.29>
- Rakuasa, H., Supriatna, S., Karsidi, A., Rifai, A., Tambunan, M. ., & Poniman K, A. (2022). Spatial Dynamics Model of Earthquake Prone Area in Ambon City. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1039(1), 012057. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1039/1/012057>
- Rakuasa, H., Supriatna, S., Tambunan, M. P., Salakory, M., & Pinoa, W. S. (2022). Analisis Spasial Daerah Potensi Rawan Longsor Di Kota Ambon Dengan Menggunakan Metode Smorph. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 9(2), 213–221. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2022.009.2.2>
- Rakuasa, H., Sihasale, D, A., Mehdila, M,C, A. P. W. (2022). Analisis Spasial Tingkat Kerawanan Banjir di Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kota Ambon. *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing (JGRS)*, 3(2), 60–69. <https://doi.org/https://doi.org/10.23960/jgrs.2022.v3i2.80>

- 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 (JPSSL)*, 12(2), 372–387. <https://doi.org/https://doi.org/10.29244/jpsl.12.2.372-387>
- Sugandhi, N., Supriatna, S., Kusratmoko, E., & Rakuasa, H. (2022). Prediksi Perubahan Tutupan Lahan di Kecamatan Sirimau, Kota Ambon Menggunakan Celular Automata-Markov Chain. *JPG (Jurnal Pendidikan Geografi)*, 9(2), 104–118. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.20527/jpg.v9i2.13880>
- Wang, Q., Wang, H., Chang, R., Zeng, H., & Bai, X. (2022). Dynamic simulation patterns and spatiotemporal analysis of land-use/land-cover changes in the Wuhan metropolitan area, China. *Ecological Modelling*, 464, 109850. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2021.109850>
- Wang, R., Cai, M., Ren, C., Bechtel, B., Xu, Y., & Ng, E. (2019). Detecting multi-temporal land cover change and land surface temperature in Pearl River Delta by adopting local climate zone. *Urban Climate*, 28, 100455. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.uclim.2019.100455>
- Xu, T., Zhou, D., & Li, Y. (2022). Integrating ANNs and Cellular Automata–Markov Chain to Simulate Urban Expansion with Annual Land Use Data. *Land*, 11(7), 1074. <https://doi.org/10.3390/land11071074>