

# ANALISA PERBANDINGAN METODE CELLULAR AUTOMATA ANN DAN MARKOV UNTUK PREDIKSI TUTUPAN LAHAN DI KOTA BLITAR

Feny Arafah<sup>1)</sup>, Irenius Yopy Santrum<sup>2)</sup>, Dedy Kurnia Sunaryo<sup>3)</sup>, Hery Purwanto<sup>4)</sup>

<sup>1), 2), 3), 4)</sup> Program Studi Teknik Geodesi, Institut Teknologi Nasional Malang  
[Jl. Bendungan Sigura-gura No.2, Malang]

Email : [feny\\_arafah@lecturer.itn.ac.id](mailto:feny_arafah@lecturer.itn.ac.id)<sup>1)</sup>, [yopysantrum21@gmail.com](mailto:yopysantrum21@gmail.com)<sup>2)</sup>, [dkitn@lecturer.itn.ac.id](mailto:dkitn@lecturer.itn.ac.id)<sup>3)</sup>,  
[hery.purwanto@lecturer.itn.ac.id](mailto:hery.purwanto@lecturer.itn.ac.id)<sup>4)</sup>.

## ABSTRACT

The development of urban areas in Blitar City, which is triggered by population growth and mobility, has caused changes in land cover, especially the reduction in rice fields due to land conversion for housing and infrastructure. As land cover changes occur significantly, it is necessary to develop methods to predict land cover, one of the methods is Cellular Automata (CA). The objectives of this study are to determine the results of land cover classification and prediction in 2024 by utilizing Sentinel 2A image data and comparing its accuracy with field data. The CA methods used are the CA ANN and CA Markov methods. To predict land cover in 2024, land cover data for 2016 and 2020 is needed. From the results of Sentinel 2A image processing for 2016, 2020, and 2024 using the supervised classification maximum likelihood method, 5 land cover classes were obtained including residential class, industrial/commerce/office building class, rice field class, garden class, and urban forest/ green belt/city park. The results of the 2024 classification show that the land cover area for the residential class reached 41.97%, industrial buildings 3.33%, rice fields 43.00%, gardens 0.44%, and urban forests/green belts 11.26%, with results Accuracy tests on field validation data produced an overall accuracy value of 96.07% and kappa of 94.92%. To test the accuracy of land cover prediction results against field validation data, the CA-ANN method produces an overall accuracy value of 74.51% and kappa 65.57%, while the CA-Markov method produces an overall accuracy value of 68.63% and kappa 57.80%. Accuracy test of image classification results in 2024, the CA-ANN method produces an overall accuracy value of 72.54% and kappa 63.73%, while the CA-Markov method produces an overall accuracy value of 64.70% and kappa 53.40%. The accuracy test results show that the accuracy obtained by the CA-ANN method is classified as substantial suitability, while the accuracy obtained by the CA-Markov method is classified as medium suitability. This shows that in this study the CA-ANN method has better results for land cover prediction because it has a better level of accuracy than the CA-Markov method.

**Keywords :** Cellular Automata ANN, Cellular Automata Markov, Supervised Classification, Land Cover

## ABSTRAK

Perkembangan wilayah perkotaan di Kota Blitar yang dipicu oleh pertumbuhan penduduk dan mobilitas menyebabkan perubahan tutupan lahan, terutama dengan berkurangnya lahan persawahan akibat alih fungsi lahan untuk pemukiman dan infrastruktur. Adanya perubahan tutupan lahan yang terjadi secara signifikan, maka diperlukan pengembangan metode untuk melakukan prediksi tutupan lahan, salah satu metodenya adalah Cellular Automata (CA). Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil klasifikasi dan prediksi tutupan lahan tahun 2024 dengan memanfaatkan data citra Sentinel 2A serta membandingkan keakuratannya dengan data lapangan. Metode CA yang digunakan adalah metode CA ANN dan CA Markov. Untuk melakukan prediksi tutupan lahan tahun 2024 diperlukan data tutupan lahan tahun 2016 dan 2020. Dari hasil pengolahan data citra Sentinel 2A tahun 2016, 2020, dan 2024 dengan menggunakan metode klasifikasi terbimbing maximum likelihood, diperoleh 5 kelas penutupan lahan di antaranya kelas pemukiman, kelas bangunan industri/ perdagangan/perkantoran, kelas sawah, kelas kebun, dan kelas hutan kota/jalur hijau/taman kota. Hasil klasifikasi tahun 2024 menunjukkan bahwa luas untuk kelas pemukiman mencapai 41,97%, bangunan industri 3,33%, sawah 43,00%, kebun 0,44%, dan hutan kota/jalur hijau 11,26%, dengan hasil uji akurasi terhadap data validasi lapangan menghasilkan nilai Overall Accuracy sebesar 96,07% dan kappa 94,92%. Untuk uji akurasi hasil prediksi tutupan lahan terhadap data validasi lapangan, metode CA-ANN mempunyai nilai Overall Accuracy 74,51% dan kappa 65,57%, sedangkan untuk metode CA-Markov menghasilkan nilai Overall Accuracy 68,63% dan kappa 57,80%. Uji akurasi terhadap hasil klasifikasi citra tahun 2024, metode CA-ANN menghasilkan nilai overall accuracy 72,54% dan kappa 63,73%, sedangkan metode CA-Markov menghasilkan nilai overall accuracy 64,70% dan kappa 53,40%. Hasil uji akurasi tersebut menunjukkan bahwa akurasi yang diperoleh oleh metode CA-ANN tergolong ke kesesuaian substansial, sedangkan akurasi yang diperoleh oleh metode CA-Markov tergolong ke kesesuaian menengah. Hal ini menunjukkan bahwa dalam penelitian ini metode CA-ANN mempunyai hasil yang lebih baik untuk prediksi tutupan lahan karena mempunyai tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan metode CA-Markov.

**Kata Kunci :** Cellular Automata ANN, Cellular Automata Markov, Supervised Classification, Tutupan Lahan

## 1. Pendahuluan

Perkembangan wilayah perkotaan terjadi karena pesatnya pertumbuhan penduduk dan mobilitas manusia. Hal ini akan mendorong peningkatan kebutuhan lahan. Perubahan penutup lahan di wilayah perkotaan akan membentuk suatu pola dan arah perkembangan wilayah kota. Pergerakan mobilitas penduduk dan peningkatan mobilitas di perkotaan dapat digunakan untuk meninjau perubahan penutup lahan yang pada akhirnya akan meningkatkan jumlah kebutuhan ruang pemukiman (Jauzi et al., 2020).

Kota Blitar mempunyai tingkat pertumbuhan ekonomi yang tinggi. Berdasarkan data BPS Kota Blitar, kondisi pertumbuhan penduduk mengalami kenaikan dari tahun 2016 ke tahun 2020, dimana pada tahun 2016 mencapai 139.117 jiwa dan pada tahun 2020 sejumlah 142.798 jiwa. Menurut Tribun Jatim, pada Mei 2023 terdapat 4.000 orang dari luar kota yang melakukan perpindahan masuk ke Kota Blitar. Sejumlah orang yang melakukan perpindahan baik masuk dan pindah keluar berasal dari sekitar Kota Blitar, seperti Kabupaten Blitar, Malang, dan Kediri. Dengan meningkatnya migrasi penduduk dari desa ke kota, terjadi peningkatan beberapa kebutuhan, termasuk ketersediaan lahan perkotaan (Sampurno & Thoriq, 2016).

Pada awal tahun 2024, luas lahan persawahan di Kota Blitar berkurang, sebelumnya tahun 2023 luas lahan persawahan adalah 988 hektar dan tahun tinggal 980 hektar. Kondisi lahan persawahan yang terus berkurang disebabkan oleh banyaknya lahan yang mengalami alih fungsi akibat adanya pembangunan infrastruktur. Karena di dalam lingkungan perkotaan, permukiman yang paling mendominasi kebutuhan ruang dibandingkan dengan penggunaan lahan lainnya (Jauzi et al., 2020).

Berdasarkan permasalahan yang telah disampaikan perlu dilakukan suatu analisis perubahan tutupan lahan. Perubahan tersebut akan dikenali melalui pendekatan analisis citra dari penginderaan jauh (Huda et al., 2022). Dalam penginderaan jauh, terdapat metode yang digunakan untuk melakukan prediksi perubahan tutupan lahan, diantaranya metode *Cellular Automata*. Pendekatan *Cellular Automata* (CA) adalah salah satu cara untuk memprediksi perubahan tutupan lahan karena CA mengintegrasikan dimensi ruang dan waktu. Model CA menggunakan aturan yang sederhana untuk memperoleh gambaran keadaan suatu wilayah yang kompleks. Konsep *do nothing* digunakan dalam pemodelan prediksi tutupan lahan ini yang berarti kondisi perkotaan dibiarkan berkembang sesuai dengan perkembangan terkini tanpa intervensi pemerintah (Fardani et al., 2020). Banyak bidang ilmu alam telah menggunakan Model CA sendiri, misalnya untuk mempelajari perubahan penggunaan lahan dan memprediksi arahan perubahan penggunaan lahan yang akan datang (Jauzi et al., 2020). Metode CA yang digunakan dalam penelitian ini adalah CA-ANN dan CA-Markov. Kedua metode ini memiliki cara yang berbeda

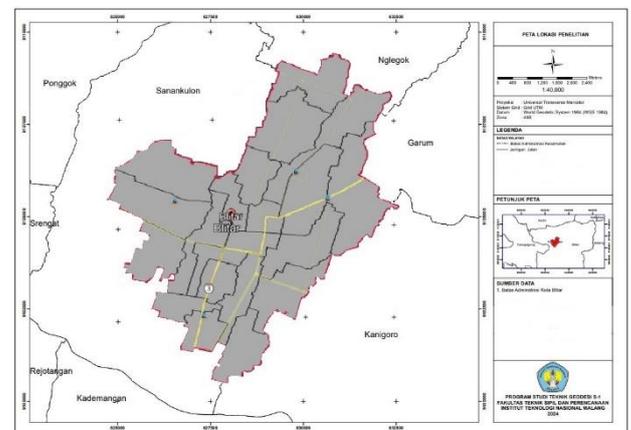
dalam menganalisis prediksi perubahan tutupan lahan. Metode CA-ANN menggunakan pendekatan pembelajaran mesin untuk memahami pola-pola kompleks dalam data historis dan memprediksi perubahan di masa depan, sedangkan metode CA-Markov menggunakan pendekatan probabilitas untuk memodelkan transisi antara keadaan sistem dari satu waktu ke waktu berikutnya (Syahputra et al., 2021).

Berdasarkan karakteristik dari kedua metode yang digunakan, perlu dikaji metode yang tepat dan paling sesuai untuk melakukan prediksi tutupan lahan di Kota Blitar. Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil klasifikasi dan prediksi tutupan lahan tahun 2024 dengan memanfaatkan data citra Sentinel 2A serta membandingkan keakuratannya dengan data lapangan. Sehingga melalui penelitian ini akan diperoleh metode yang tepat untuk memprediksi perubahan tutupan lahan yang sesuai dengan kondisi perubahan di Kota Blitar yang cukup beragam.

## 2. Pembahasan

### Lokasi Penelitian

Lokasi studi kasus dari penelitian ini adalah Kota Blitar. Secara astronomi terletak di koordinat bujur timur  $112^{\circ} 14' - 112^{\circ} 28'$  dan lintang selatan  $8^{\circ} 2' - 8^{\circ} 10'$ . Berikut adalah gambaran lokasi wilayah Kota Blitar :



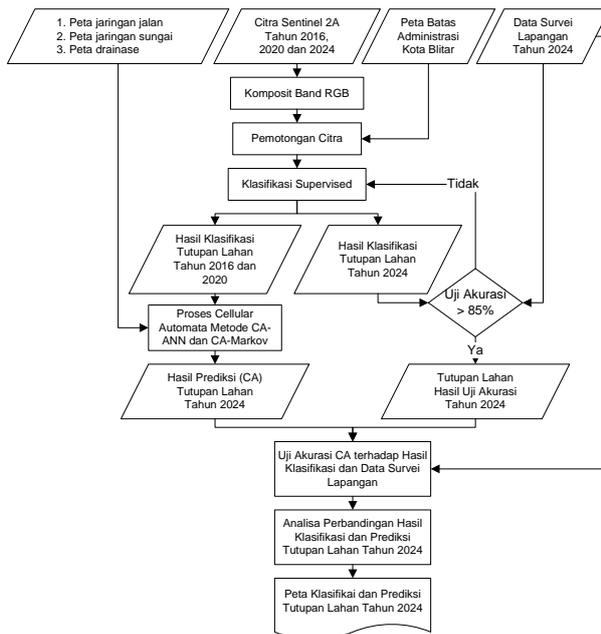
Gambar 1. Lokasi Penelitian Kota Blitar

### Metode Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

- Citra satelit Sentinel-2A tahun 2016, 2020, dan 2024 yang digunakan untuk prediksi dan klasifikasi tutupan lahan.
- Peta batas administrasi Kota Blitar yang digunakan untuk memotong citra sesuai lokasi penelitian dan pembuatan *layout* peta.
- Data survei lapangan tutupan lahan tahun 2024 untuk proses uji akurasi hasil prediksi dan klasifikasi tutupan lahan.
- Peta jaringan jalan, jaringan sungai dan drainase yang digunakan sebagai parameter pendukung untuk model prediksi tutupan lahan.

Tahapan penelitian ini dijabarkan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 2 berikut ini :



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Proses penelitian ini dimulai dengan proses pengolahan data citra Sentinel-2A tahun 2016, 2020, dan 2024 dengan melakukan komposit band RGB menggunakan band 432, untuk kemudian dilakukan pemotongan citra berdasarkan lokasi penelitian menggunakan Peta Batas Administrasi Kota Blitar. Tahapan selanjutnya melakukan klasifikasi terbimbing metode *Maximum Likelihood*. Klasifikasi terbimbing menggunakan teknik klasifikasi citra berdasarkan pola perbedaan hasil tampilan permukaan objek yang didapatkan dari proses interpretasi data citra. Hal utama pada metode ini adalah variasi jenis dan jumlah sampel objek (*training area*) hasil interpretasi yang digunakan untuk proses klasifikasi (Mandala et al, 2020). *Maximum likelihood* dilakukan dengan memanfaatkan nilai probabilitas maximum dan memperoleh hasil klasifikasi dengan *training area* (Septiani et al, 2019).

Pembuatan kelas tutupan lahan berdasarkan SNI 7645-1:2014 untuk skala 1:50.000 atau 1:25.000 dan disesuaikan dengan kondisi kenampakan objek di Kota Blitar, yaitu terdiri dari 5 kelas meliputi pemukiman, bangunan industri, sawah, kebun dan hutan (hutan kota, jalur hijau, dan taman kota). Setelah proses klasifikasi, hasil tutupan lahan tahun 2016 dan 2020 selanjutnya akan digunakan untuk proses prediksi tutupan lahan tahun 2024 menggunakan metode CA-ANN dan CA-Markov. Proses prediksi metode CA-ANN diolah menggunakan *software QuantumGIS*, sedangkan metode CA-Markov diolah menggunakan *software TerrSet Idrisi*. Dalam melakukan prediksi tutupan lahan, terdapat parameter pendukung yaitu jaringan jalan, jaringan sungai dan jaringan drainase agar hasil prediksi lebih akurat.

Proses selanjutnya adalah melakukan uji akurasi terhadap hasil klasifikasi tutupan lahan tahun 2024 dan hasil prediksi metode CA-ANN dan CA-Markov tahun

2024. Uji akurasi dilakukan dengan menggunakan data tutupan lahan hasil validasi lapangan untuk melihat tingkat akurasi antara data hasil klasifikasi dan prediksi. Metode pengambilan sampel yang dilakukan dalam proses validasi lapangan adalah metode *simple random sampling*, menggunakan formula Anderson yaitu (Prakoso et al, 2018):

$$N = 4pq / e^2 \quad \dots (1)$$

Keterangan : N = banyaknya sampel lapangan; p = ketelitian yang diinginkan; q = selisih antara 100 dan nilai p; dan e = batas kesalahan maksimal yang ditoleri dalam sampel.

Tingkat ketelitian yang diinginkan dalam penelitian adalah 85%, sedangkan tingkat kesalahan adalah 10%, maka :  $N = 4.85.15 / 100 = 51$  sampel. Sampel harus diletakkan secara merata pada seluruh area penelitian Kota Blitar. Setelah memperoleh data tutupan lahan lapangan, selanjutnya dilakukan perhitungan uji akurasi metode matriks konfusi untuk memperoleh nilai *Overall Accuracy* dan *Kappa*. Tingkat akurasi dari hasil klasifikasi menggunakan data penginderaan jauh yang dapat diterima adalah nilai *Overall accuracy* dan *Kappa* > 85% (Andiko et al, 2019). Perhitungan nilai *Overall Accuracy* dan *Kappa* adalah sebagai berikut (Marlina, 2022):

$$Overall Accuracy = \frac{\sum_i X_{ii}}{N} \times 100\% \quad \dots (2)$$

$$Kappa (k) X_{ii} = \frac{N - \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r X_{i+} - X_{i+}}{N^2 \sum X_{i+} X_{i+}} \times 100 \quad \dots (3)$$

Keterangan,  
 $X_{ii}$  = nilai diagonal matriks kontingensi baris ke-i dan kolom ke-i  
 $X_{i+}$  = jumlah piksel dalam baris ke-i  
 $X_{+i}$  = jumlah piksel dalam kolom ke-i  
 N = jumlah titik sampel  
 X = nilai diagonal dari matriks baris ke-i dan kolom ke-i.

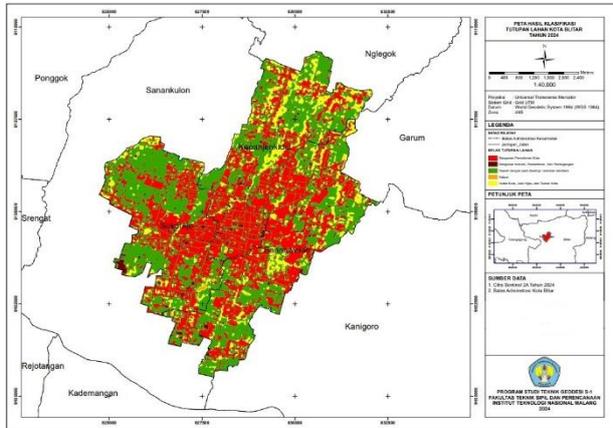
Hasil model prediksi CA diuji tingkat akurasinya menggunakan data lapangan dan hasil klasifikasi tahun 2024. Uji akurasi model prediksi CA ini memanfaatkan titik sampel yang sama dengan hasil klasifikasi. Dalam proses uji akurasi, terdapat beberapa kelas kesesuaian model prediksi berdasarkan hasil nilai *Overall Accuracy* dan *Kappa* yaitu kelas tidak ada kesesuaian (< 0), kelas kesesuaian kecil (0,01 – 0,20), kelas kesesuaian cukup (0,21 – 0,40), kelas kesesuaian menengah (0,41 – 0,60), kelas kesesuaian substansial (0,61 – 0,80), dan kelas kesesuaian mendekati sempurna (0,81 – 0,99). (Wibowo & Harintaka, 2023).

Proses selanjutnya adalah melakukan analisa perbandingan luasan dan tampilan visualisasi masing-masing kelas tutupan lahan tahun 2024 hasil klasifikasi dan prediksi. Terakhir, dilakukan pembuatan Peta Tutupan Lahan Tahun 2024 hasil klasifikasi dan prediksi metode CA-ANN dan CA-Markov.

**Hasil Penelitian**

**1. Hasil Klasifikasi Tutupan Lahan Tahun 2024**

Hasil proses klasifikasi tutupan lahan tahun 2024 terdiri dari 5 kelas, yaitu pemukiman, bangunan industri, sawah, kebun dan hutan. Tampilan hasilnya sebagai berikut:



**Gambar 2. Hasil Klasifikasi Tutupan Lahan 2024**

Masing-masing luasan kelas tutupan lahan tahun 2024 adalah :

**Tabel 1. Luas Klasifikasi Tutupan Lahan Tahun 2024**

| No.          | Kelas Tutupan Lahan | Luasan        |                |
|--------------|---------------------|---------------|----------------|
|              |                     | Ha            | Persentase (%) |
| 1            | Pemukiman           | 1391,4        | 41,96%         |
| 2            | Bangunan Industri   | 110,5         | 3,33%          |
| 3            | Sawah               | 1425,8        | 43,01%         |
| 4            | Kebun               | 14,5          | 0,44%          |
| 5            | Hutan               | 373,3         | 11,26%         |
| <b>TOTAL</b> |                     | <b>3315,5</b> | <b>100%</b>    |

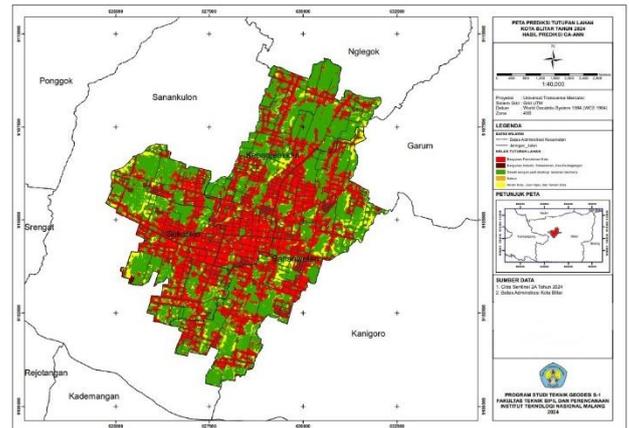
Berdasarkan Tabel 1, hasil klasifikasi tutupan lahan tahun 2024 menunjukkan bahwa kelas yang mendominasi adalah sawah sebesar 43,01%, sedangkan untuk kelas paling kecil adalah kebun sebesar 0,44%.

**2. Hasil Prediksi Tutupan Lahan Tahun 2024**

Prediksi tutupan lahan tahun 2024 dibuat menggunakan data acuan hasil klasifikasi tutupan lahan periode sebelumnya, yaitu tahun 2016 dan 2020. Prediksi dibuat dengan mempertimbangkan parameter pendukung yaitu jaringan jalan, jaringan sungai, dan jaringan drainase agar hasil prediksi lebih akurat. Berikut adalah hasil dari prediksi tutupan lahan tahun 2024 menggunakan metode CA-ANN dan Markov.

**a. Metode CA-ANN**

Hasil dari pengolahan CA-ANN adalah model prediksi tutupan lahan pada tahun mendatang, model dibuat menjadi tutupan lahan pada tahun 2024. Hasil metode CA-ANN terdiri dari 5 kelas, yaitu pemukiman, bangunan industri, sawah, kebun dan hutan. Tampilan hasilnya adalah :



**Gambar 3. Hasil Prediksi Tutupan Lahan 2024 Metode CA-ANN**

Masing-masing luasan kelas prediksi tutupan lahan tahun 2024 metode CA-ANN adalah berikut:

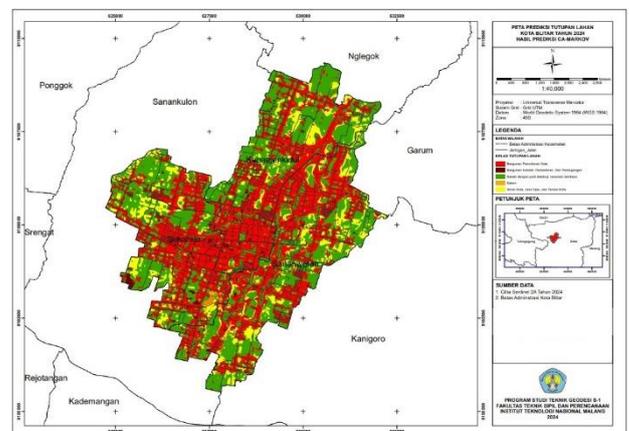
**Tabel 2. Luas Prediksi Tutupan Lahan Tahun 2024 Metode CA-ANN**

| No.          | Kelas Tutupan Lahan | Luasan        |                |
|--------------|---------------------|---------------|----------------|
|              |                     | Ha            | Persentase (%) |
| 1            | Pemukiman           | 1502,6        | 45,32%         |
| 2            | Bangunan Industri   | 32,5          | 0,98%          |
| 3            | Sawah               | 1551,7        | 46,80%         |
| 4            | Kebun               | 10,7          | 0,32%          |
| 5            | Hutan               | 218,0         | 6,58%          |
| <b>TOTAL</b> |                     | <b>3315,5</b> | <b>100%</b>    |

Berdasarkan Tabel 2, hasil metode CA-ANN menunjukkan bahwa kelas yang mendominasi adalah sawah sebesar 46,80%, sedangkan untuk kelas paling kecil adalah kebun sebesar 0,32%.

**b. Metode CA-Markov**

Hasil dari pengolahan CA-Markov adalah model prediksi tutupan lahan pada tahun mendatang, model dibuat menjadi tutupan lahan pada tahun 2024. Hasil metode CA-Markov terdiri dari 5 kelas, yaitu pemukiman, bangunan industri, sawah, kebun dan hutan. Tampilan hasilnya adalah :



**Gambar 4. Hasil Prediksi Tutupan Lahan 2024 Metode CA-Markov**

Masing-masing luasan kelas prediksi tutupan lahan tahun 2024 metode CA-Markov adalah berikut:

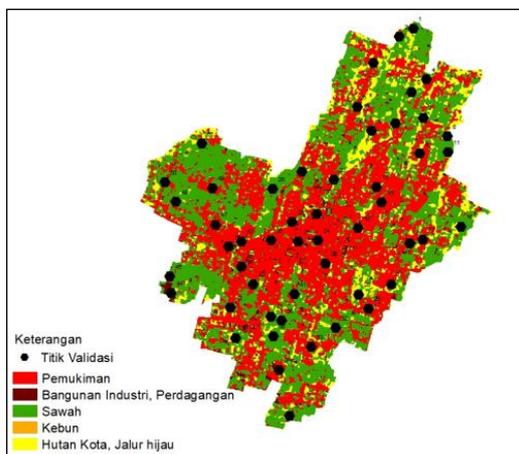
**Tabel 3.** Luas Prediksi Tutupan Lahan Tahun 2024 Metode CA-Markov

| No.          | Kelas Tutupan Lahan | Luasan          |                |
|--------------|---------------------|-----------------|----------------|
|              |                     | Km <sup>2</sup> | Persentase (%) |
| 1            | Pemukiman           | 1477,6          | 44,57%         |
| 2            | Bangunan Industri   | 78,2            | 2,36%          |
| 3            | Sawah               | 1373,2          | 41,42%         |
| 4            | Kebun               | 22,6            | 0,68%          |
| 5            | Hutan               | 364,0           | 10,97%         |
| <b>TOTAL</b> |                     | <b>3315,5</b>   | <b>100%</b>    |

Berdasarkan Tabel 3, hasil metode CA-Markov menunjukkan bahwa kelas yang mendominasi adalah pemukiman sebesar 44,57%, sedangkan untuk kelas paling kecil adalah kebun sebesar 0,68%.

**3. Uji Akurasi Tutupan Lahan Tahun 2024**

Uji akurasi digunakan untuk mengetahui tingkat keakurasian tutupan lahan hasil pengolahan citra dibandingkan dengan kondisi tutupan lahan di lapangan. Metode pengambilan sampel pada proses pengambilan data lapangan adalah metode *simple random sampling*, menggunakan formula Anderson. Dalam uji akurasi titik sampel yang digunakan sebanyak 51 titik sampel dengan jumlah sampel tiap kelas sesuai dengan kondisi tutupan lahan di Kota Blitar. Sampel pemukiman sebesar 14 titik sampel, bangunan industri, perdagangan, dan perkantoran sebanyak 8 titik, sawah sebanyak 13 titik sampel, kebun sebanyak 5 titik sampel, dan hutan kota, jalur hijau, dan taman kota sebanyak 11 titik sampel. Untuk penyebaran 51 titik sampel validasi dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 5.** Penyebaran Titik Sampel Uji Akurasi

**a. Uji Akurasi Klasifikasi Tutupan Lahan Tahun 2024**

Hasil uji akurasi antara klasifikasi tutupan lahan pengolahan citra dan kondisi tutupan lahan di lapangan diperoleh nilai Overall Accuracy dan Kappa yang berikut ini:

**Tabel 4.** Uji Akurasi Klasifikasi Tutupan Lahan Tahun 2024

| Kelas                   | SURVEY LAPANGAN TAHUN 2024 |     |     |     |     |       |
|-------------------------|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-------|
|                         | LC1                        | LC2 | LC3 | LC4 | LC5 | Total |
| HASIL CITRA TAHUN 2024  | LC1                        | 14  | 0   | 0   | 0   | 14    |
|                         | LC2                        | 0   | 8   | 0   | 0   | 8     |
|                         | LC3                        | 0   | 0   | 13  | 0   | 13    |
|                         | LC4                        | 0   | 0   | 2   | 3   | 5     |
|                         | LC5                        | 0   | 0   | 0   | 0   | 11    |
|                         | <b>Total</b>               | 14  | 8   | 15  | 3   | 11    |
| Total Sampel            | 51                         |     |     |     |     |       |
| <b>Overall Accuracy</b> | <b>96,07</b>               |     |     |     |     |       |
| <b>Kappa</b>            | <b>94,92</b>               |     |     |     |     |       |

Keterangan :

- LC1 : Pemukiman
- LC2 : Bangunan Industri
- LC3 : Sawah
- LC4 : Kebun
- LC5 : Hutan

Berdasarkan Tabel 4, diperoleh hasil uji akurasi klasifikasi tutupan lahan tahun 2024 di Kota Blitar mempunyai nilai *Overall Accuracy* sebesar 96,07% dan *Kappa* 94,92%. Hal ini berarti bahwa hasil klasifikasi tutupan lahan Kota Blitar tahun 2024 dapat digunakan untuk proses analisis selanjutnya karena sudah memenuhi syarat uji akurasi > 85%.

**b. Uji Akurasi Prediksi Tutupan Lahan Tahun 2024**

Uji akurasi prediksi tutupan lahan tahun 2024 dilakukan dua kali, yaitu diuji terhadap data lapangan dan diuji terhadap data hasil klasifikasi tutupan lahan tahun 2024. Metode yang digunakan adalah matrik konfusi, dengan melihat nilai *Overall Accuracy* dan *Kappa* > 85%. Berikut ini adalah hasil dari perhitungan matrik konfusi:

**Tabel 5.** Uji Akurasi Prediksi Tutupan Lahan Tahun 2024

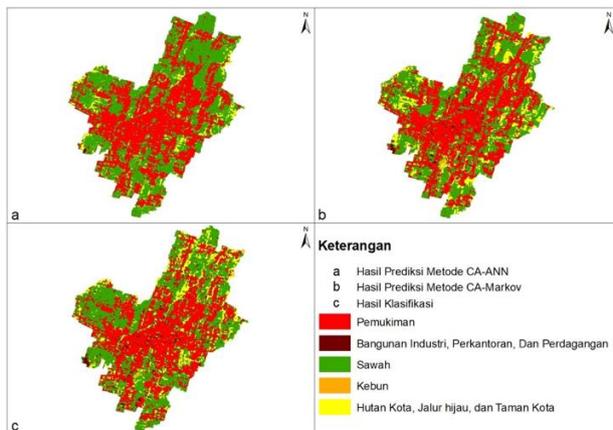
| No. | Metode    | Data Lapangan |        | Hasil Klasifikasi |        |
|-----|-----------|---------------|--------|-------------------|--------|
|     |           | Overall       | Kappa  | Overall           | Kappa  |
| 1   | CA-ANN    | 74,51%        | 65,57% | 72,54%            | 63,72% |
| 2   | CA-Markov | 68,62%        | 57,80% | 64,70%            | 53,40% |

Berdasarkan Tabel 5, hasil uji akurasi prediksi tutupan lahan tahun 2024 di Kota Blitar menggunakan metode CA-ANN dan Markov mempunyai nilai *Overall Accuracy* dan *Kappa* kurang dari 85%. Hal ini dapat dikatakan bahwa hasil prediksi tutupan lahan Kota Blitar tahun 2024 kurang sesuai/akurat terhadap data lapangan dan hasil klasifikasi. Berdasarkan Wibowo & Harintaka, 2023, kelas kesesuaian dalam validasi model prediksi untuk metode CA-ANN berada pada kesesuaian substansial (0,61-0,80) dan untuk metode CA-Markov berada pada kesesuaian menengah (0,41-0,60).

**4. Analisa Hasil Prediksi Tutupan Lahan Tahun 2024**

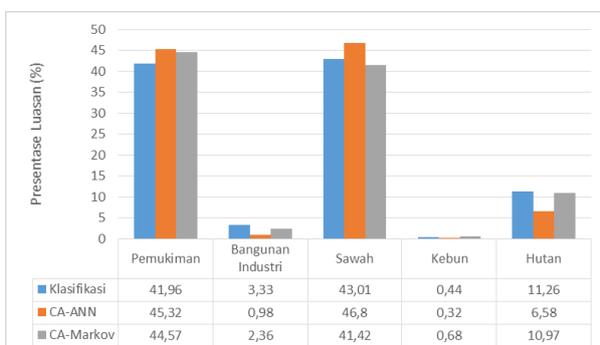
Berikut ini merupakan tampilan visual dari hasil prediksi dan klasifikasi tutupan lahan Kota Blitar tahun 2024. Dari ketiga gambar dibawah merupakan gambar hasil prediksi tutupan lahan Kota Blitar tahun 2024 dan hasil klasifikasi citra Kota Blitar tahun 2024, dimana gambar (a) merupakan hasil prediksi tutupan lahan

menggunakan metode CA-ANN, dan gambar (b) merupakan hasil prediksi tutupan lahan menggunakan metode CA-Markov, sedangkan gambar (c) merupakan gambar tutupan lahan hasil klasifikasi citra.



**Gambar 6.** Perbandingan Visualisasi Prediksi dan Klasifikasi Tutupan Lahan Tahun 2024

Berdasarkan tampilan visual dari hasil prediksi tutupan lahan metode CA-ANN menunjukkan bahwa kelas pemukiman dan sawah lebih mendominasi dibandingkan dengan kelas lainnya, menandakan area-area ini lebih luas dalam memprediksi yang dihasilkan oleh metode CA ANN. Sebaliknya, hasil visual dari metode CA-Markov menunjukkan bahwa kelas pemukiman adalah yang paling dominan, diikuti oleh sawah dan hutan. Dari hasil tampilan visual dari kedua metode prediksi di atas metode CA-Markov lebih mendekati hasil klasifikasi citra karena keduanya menunjukkan urutan yang sama, kelas pemukiman sebagai yang paling dominan, diikuti oleh sawah, kemudian hutan, dan bangunan industri serta kebun sebagai yang paling sedikit. Sementara itu hasil prediksi metode CA-ANN memiliki pola dominasi yang serupa, urutan dominasi antara kelas pemukiman dan sawah lebih seimbang, dan urutan hutan serta kelas lainnya tidak sepenuhnya sesuai dengan hasil klasifikasi citra. Berikut ini adalah perbandingan luasan hasil klasifikasi dan prediksi tutupan lahan tahun 2024:



**Gambar 7.** Perbandingan Luasan Prediksi dan Klasifikasi Tutupan Lahan Tahun 2024

### 3. Kesimpulan

Hasil dari klasifikasi tutupan lahan tahun 2024 menggunakan metode klasifikasi terbimbing *maximum likelihood* menunjukkan bahwa luas tutupan lahan untuk kelas pemukiman mencapai 41,97%, bangunan industri 3,33%, sawah 43,00%, kebun 0,44%, dan hutan kota/jalur hijau 11,26%, dengan hasil uji akurasi terhadap data validasi lapangan menghasilkan nilai *Overall Accuracy* 96,07% dan *Kappa* 94,92%. Untuk uji akurasi hasil prediksi tutupan lahan terhadap data validasi lapangan, metode CA-ANN menghasilkan nilai *Overall Accuracy* 74,51% dan *Kappa* 65,57%, sedangkan untuk metode CA-Markov menghasilkan nilai *Overall Accuracy* 68,63% dan *Kappa* 57,80%. Uji akurasi terhadap hasil klasifikasi citra tahun 2024, metode CA-ANN menghasilkan nilai *Overall Accuracy* 72,54% dan *Kappa* 63,73%, sedangkan metode CA-Markov menghasilkan nilai *Overall Accuracy* 64,70% dan *Kappa* 53,40%. Hasil uji akurasi tersebut menunjukkan bahwa akurasi yang diperoleh oleh metode CA-ANN tergolong ke kesesuaian substansial, sedangkan akurasi yang diperoleh oleh metode CA-Markov tergolong ke kesesuaian menengah. Hal ini menunjukkan bahwa dalam penelitian ini metode CA-ANN mempunyai hasil yang lebih baik untuk prediksi tutupan lahan karena menghasilkan tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan metode CA-Markov. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan parameter pendukung perubahan tutupan lahan yang lebih banyak lagi agar hasil prediksi tutupan lahan dapat memperoleh tingkat akurasi yang lebih baik.

### Daftar Pustaka

Andiko, J.A., Duryat, dan Darmawan, A. (2019). Efisiensi Penggunaan Citra Multisensor untuk Pemetaan Tutupan Lahan. *Jurnal Sylva Lestari* 7(3): 342-349.

Badan Pusat Statistik. 2016. Kota Blitar Dalam Angka 2016. Juli. BPS Kota Blitar.

Badan Pusat Statistik. 2020. Kota Blitar Dalam Angka 2020. April. BPS Kota Blitar.

Badan Pusat Statistik. 2024. Kota Blitar Dalam Angka 2024. Februari. BPS Kota Blitar.

ESA. (2015). Sentinel-2 User Handbook.

Fardani, I., Alain, F., Mohmed, J., & Chofyan, I. (2020). Pemanfaatan Prediksi Tutupan Lahan Berbasis Cellular Automata-Markov dalam Evaluasi Rencana Tata Ruang 21(2): 157–169.

Huda, H. A. N., Hasyim, A. W., & Johannes, P. (2022). Identifikasi perubahan tutupan lahan di kota batu menggunakan Metode penginderaan jauh. *Planning for Urban Region and Environment (PURE)* 11(0341): 153–160.

Jauzi, F. A., Chofyan, I., & Fardani, I. (2020). Prediksi Spasial Tutupan Lahan Kota Cirebon dengan Menggunakan Model Cellular Automata Markov. *Prosiding Perencanaan Wilayah Dan Kota* 6(2), 206–219.

Mandala, M., Indarto, Arifin, F.F., dan Hakim, F.L. (2020). Aplikasi Citra Sentinel-2 untuk Pemetaan Tutupan dan Peruntukan Lahan pada Tingkat Desa. *Jurnal Geografi* 12(02): 108-201.

Marlina, Dwi. (2022). Klasifikasi Tutupan Lahan pada Citra Sentinel-2 Kabupaten Kuningan dengan NDVI dan Algoritme Random Forest. *Jurnal STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)* 7(1): 41-49.

Prakoso, D. T., Sasmito, B., & Hani'ah. (2018). Pemanfaatan Enhanced Built-Up and Bareness Index (EBBI) untuk Pemetaan Kawasan Terbangun dan Lahan Kosong di Kota Semarang. *Jurnal Geodesi Undip* 7(4): 325-333.

Sampurno, R. M., & Thoriq, A. (2016). Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Citra Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) di Kabupaten Sumedang. *Jurnal Teknotan*, 10(1).

Septiani, R., Citra, I Putu A., dan Nugroho, A.S.A. (2019). Perbandingan Metode Supervised Classification dan Unsupervised Classification terhadap Penutup Lahan di Kabupaten Buleleng. *Jurnal Geografi* 16(2): 90-96.

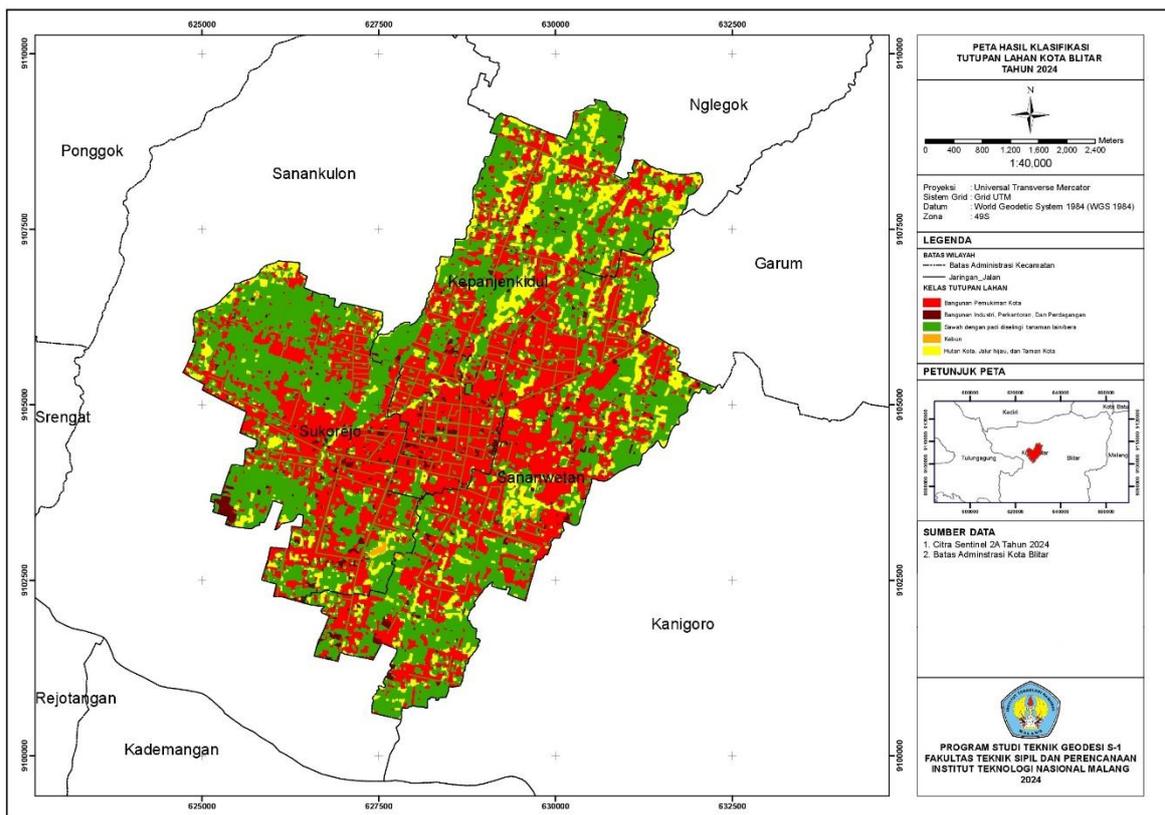
Standar Nasional Indonesia. (2010). Klasifikasi Penutup Lahan. SNI 7645-1:2014.

Syahputra, yudi armand, Saleh, B. M., & Puspaningsih, N. (2021). Prediksi Perubahan Tutupan Lahan Dengan Model Markov Chain dan ANN- Markov di DAS Krueng Aceh. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai* 5(2).

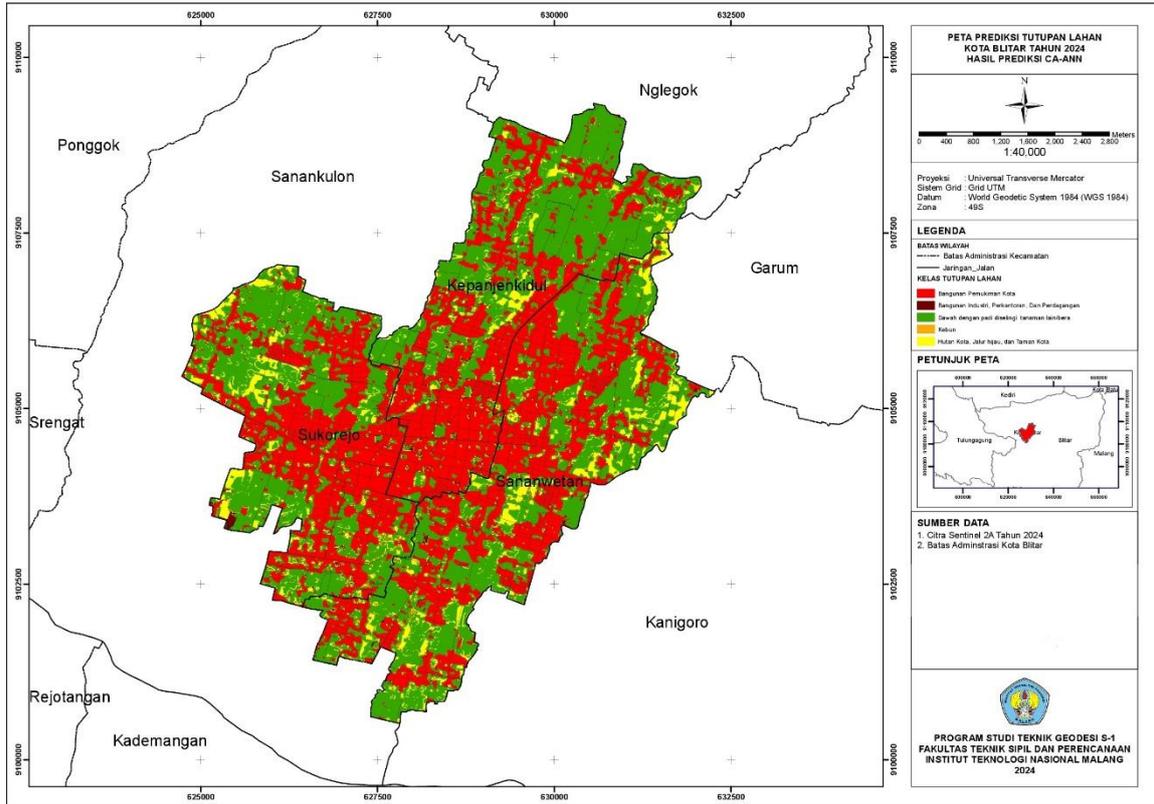
Wibowo, R. A., & Harintaka, H. (2023). Pembuatan Model Prediksi Lahan Terbangun di Kabupaten Kulon Progo dengan Citra Satelit Penginderaan Jauh. *Geoid* 19(1): 18.

Lampiran

1. Peta Klasifikasi Tutupan Lahan Tahun 2024



2. Peta Prediksi Tutupan Lahan Metode CA-ANN Tahun 2024



3. Peta Prediksi Tutupan Lahan Metode CA-Markov Tahun 2024

