

ANALISIS KUALITAS HASIL PREDIKSI KLASIFIKASI PENGGUNAAN LAHAN MENGGUNAKAN CA MARKOV MODEL BERDASARKAN PETA RENCANA TATA RUANG

Fauzi Janu Amarrohman¹, Tristika Putri¹, Bambang Sudarsono¹, Mochammad Awaluddin¹, Sawitri Subiyanto¹

¹Departemen Teknik Geodesi-Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, SH, Tembalang, Semarang-75123 Telp./Faks: (024) 736834
e-mail: fauzi.janu@gmail.com

(Diterima 17 Oktober 2020, Disetujui 4 Desember 2020)

ABSTRAK

Perubahan penggunaan lahan akibat aktivitas dan mobilitas masyarakat terjadi karena kebutuhan akan lahan yang semakin kompleks. Analisis spasial diperlukan untuk identifikasi perubahan penggunaan lahan yang selanjutnya ditinjau dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 8 Tahun 2013 tentang ketelitian peta RTRW. Pada penelitian ini, area studi yang diambil adalah Kabupaten Pati di sekitar Jalan Lingkar Selatan yang meliputi empat kecamatan. Dari data citra satelit resolusi tinggi akuisisi tahun 2009, 2015 dan 2019 dilakukan prediksi Tahun 2023 dan Tahun 2030 untuk mengetahui perkembangan wilayah sekitar Jalan Lingkar Selatan. Hasil prediksi penggunaan lahan menggunakan CA Markov tahun 2023 dibandingkan dengan prediksi tahun 2030 untuk mengetahui kualitas hasil prediksi klasifikasi penggunaan lahan tahun prediksi dengan interval data masukan sama dan melebihi interval data masukan dengan melakukan analisis kesesuaian dengan RTRW. Tahun 2023 kategori kesesuaian sebesar 95,41341%, sedangkan prediksi Tahun 2030 sebesar 95,41340%. Hal tersebut menunjukkan hasil prediksi perubahan penggunaan lahan dengan CA Markov untuk tahun yang sama dengan interval waktu data masukan memiliki perbedaan yang tidak signifikan dengan hasil prediksi dengan interval lebih lama jika dibandingkan dengan RTRW yang masih berlaku.

Kata Kunci: CA Markov, Jalan lingkar selatan, Kabupaten Pati, Perkembangan Wilayah, Penggunaan lahan

ABSTRACT

Land use changes due to community activities and mobility occur because of the increasingly complex need for land. Spatial analysis is needed to identify land use changes which are subsequently reviewed by the Regional Spatial Plan in accordance with Government Regulation Number 8 of 2013 concerning the accuracy of the RTRW map. In this study, the study area taken was Pati Regency around the South Ring Road which includes four districts. From the acquisition of high resolution satellite imagery data in 2009, 2015 and 2019, predictions were made for the years 2023 and 2030 to determine the development of the area around the South Ring Road. The results of the prediction of land use using CA Markov in 2023 will be compared with the prediction in 2030 to determine the quality of the prediction results of the classification of land use in the prediction year with the same input data interval and exceeding the input data interval by conducting a suitability analysis with the RTRW. In 2023, the category of conformity is 95.41341%, and in 2030 amounting to 95.41340%. This shows that the prediction results of land use change with CA Markov for the same year with the time interval of the input data have insignificant differences with the predicted results with longer intervals when compared to the current RTRW.

Keywords: CA Markov, South ring road, Pati Regency, Regional Development, Land use

1. PENDAHULUAN

Pembangunan Jalan Lingkar Selatan di Kabupaten Pati merupakan perwujudan peningkatan infrastruktur transportasi memiliki pengaruh di daerah sekitarnya. Dampak yang dirasakan akibat pembangunan jalan lingkar selatan ini adalah adanya perubahan penggunaan lahan. Jalan Lingkar

Selatan di Kabupaten Pati direncanakan Tahun 2006 dan mulai dilakukan pengerjaan pada Tahun 2007-2009 kemudian diresmikan pada Tahun 2019 (Putri, 2020). Pembangunan Jalan Lingkar Selatan di Kabupaten Pati meliputi 4 kecamatan merupakan perwujudan peningkatan infrastruktur transportasi memiliki pengaruh di daerah sekitarnya.

Peningkatan kepadatan penduduk berbanding lurus dengan peningkatan kebutuhan penduduk atas ketersediaan tempat tinggal, barang, pangan, dan jasa. Dengan adanya pertambahan jumlah penduduk yang terus bertambah dapat mengakibatkan penggunaan lahan melanggar fungsi lahan seharusnya.

Analisis spasial diperlukan untuk mengetahui arah perkembangan wilayah sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan dan pembangunan periode selanjutnya. Analisis tersebut mempunyai korelasi dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 8 Tahun 2013 tentang ketelitian peta RTRW. Dengan adanya analisis spasial dapat mendukung terkait tata ruang dan penggunaan lahan dengan menerapkan simulasi yaitu pendekatan model (Forestriko, 2015). Berdasarkan pasal 18 ayat 4 Peraturan Daerah Kabupaten Pati No 5 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Pati Tahun 2010-2030, dijelaskan bahwa jalan lingkar selatan selatan (Kawasan perkotaan Pati dan Juwana) dikategorikan sebagai jalan arteri.

Dengan adanya pemodelan yang dinamik dan berbasis spasial sangat diperlukan untuk memprediksi kondisi wilayah dalam waktu yang akan datang. Pemodelan berbasis spasial dan bersifat dinamik dapat dilakukan dengan pendekatan Cellular Automata-Markov (CA-M). Pemodelan ini dapat diterapkan untuk mengetahui perubahan penggunaan lahan di suatu wilayah. Perubahan penggunaan lahan yang terjadi secara bertahap lebih mudah diekspresikan dengan model ini jika analisisnya berformat raster (Munibah, 2008).

Pemodelan Cellular Automata dipilih karena merupakan pendekatan yang dapat diterapkan dengan keadaan jalan lingkar selatan sebagai faktor pendukung dalam perubahan penggunaan lahan. Pemodelan ini diperlukan untuk melakukan analisis spasial untuk mengetahui arah perkembangan Kabupaten Pati sehingga dapat digunakan sebagai acuan dalam perencanaan pembangunan dimasa yang akan datang. Perencanaan yang tepat tentunya dapat mengurangi dampak negatif dan tidak terkendalinya populasi dan perkembangan ekonomi yang tidak merata.

Dalam penelitian ini mengkaji mengenai kesesuaian prediksi klasifikasi penggunaan lahan menggunakan metode CA Markov Tahun 2023 dan Tahun 2030, dengan ketentuan hasil prediksi memiliki interval waktu sesuai selang data masukan untuk prediksi tahun 2023 dan jika hasil prediksi penggunaan lahan yang melebihi interval waktu data masukan untuk hasil prediksi tahun 2030 dengan Peta Rencana Tata Ruang yang masih berlaku sebagai data pembandingnya. Tujuannya

adalah untuk mengetahui bagaimana tingkat kesesuaian klasifikasi penggunaan lahan berdasarkan banyak jumlah data dan interval data yang diketahui sehingga prediksinya akan memiliki tingkat kesesuaian yang tinggi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Desa-Kota (*Rural Urban Linkages*)

Konsep perkembangan wilayah pedesaan-perkotaan merupakan konsep pembangunan dengan memperhatikan keseimbangan lingkungan pembangunan pedesaan dan perkotaan. Pembangunan antar dua wilayah yaitu perkotaan dan pedesaan tidak boleh dipisah melainkan harus disatukan agar adanya korelasi antara masyarakat desa dan dorongan luar. Pembangunan pada area pedesaan akan berpengaruh terhadap kehidupan masyarakat pedesaan. Pembangunan di pedesaan sangat tergantung dengan adanya pembangunan di area perkotaan, dengan adanya pembangunan di perkotaan dapat dikaitkan dengan pembangunan di desa sehingga membuat adanya kelancaran dalam pembangunan (Douglas, 1998).

Keterkaitan antara desa dan kota sudah terjadi di wilayah Kabupaten pati. Kegiatan perdagangan di wilayah Pati melibatkan masyarakat pedesaan yang menjual hasil panen ke daerah pasar di pusat kota Pati. Sedangkan masyarakat perkotaan yang menjadi konsumen hasil produk pedesaan. Adanya keterkaitan fisik yang mempengaruhi pembangunan pedesaan dan perkotaan yaitu adanya elemen prasarana transportasi dan lingkungan serta terdapat keterkaitan ekonomi meliputi pola pasar, aliran barang, modal, dan segala sesutu yang berhubungan dengan produksi dan pola belanja konsumen. Keterkaitan penduduk dapat dilihat dari migrasi secara temporer ataupun permanen yang melakukan perjalanan penduduk ke tempat kerja. Linkages dapat diartikan sebagai bentuk keterkaitan berupa aliran, interaksi yang terjadi antara kota dan desa. Menurut Douglass (1998) keterkaitan desa dan kota dapat dilihat dari 5 tipe aliran: penduduk, produksi, komoditas, modal, informasi.

Adanya akses fisik berupa transportasi darat jalan lingkar selatan menjadi salah satu yang mempengaruhi adanya pembangunan di pedesaan dan perkotaan. Jalan lingkar selatan Pati berada diantara perkotaan dan pedesaan sehingga dapat menjadi alternatif untuk membantu keberlangsungan perekonomian di wilayah pedesaan dan perkotaan stabil. Adanya jalan lingkar selatan membuat adanya perubahan alih fungsi lahan dimana terdapat warga membuka toko serta memanfaatkan tanah disekitar jalan lingkar selatan untuk dijadikan pemukiman. Akses mobilitas masyarakat dapat berjalan lancar dikarenakan mengurangi kemacetan di area perkotaan. Dengan kata lain jalan lingkar selatan dapat mendukung *Rural Urban Linkages*.

2.2. Perubahan Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan tentunya akan mengalami perubahan seiring berjalannya waktu yang didukung dengan adanya pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat. Dengan adanya peningkatan pertumbuhan, perubahan penggunaan lahan merupakan suatu bentuk alih fungsi lahan dan bentuk kesesuaian lahan terhadap peruntukannya. Dalam hal ini perubahan penggunaan lahan di bantaran sungai menjadi berubah peruntukan fungsi lahannya sebagai pemukiman. Alih fungsi lahan tentunya terjadi karena adanya sistem dan peraturan yang belum tegas serta masih rendahnya sumber daya manusia dalam menanggapi hal tersebut serta adanya tidak terpenuhi kebutuhan akibat sumber daya alam yang terbatas (Suhardi & Hardoyo, 2011). Terjadinya perubahan lahan didasari atas ketidakseimbangan dan tidak sinkronan antara penyedia lahan dan kebutuhan lahan yang diinginkan. Hal ini terjadi karena permintaan meningkat sedangkan lahan yang tetap (Eko, 2012). Penggunaan lahan yang dinamis atau terjadi perubahan secara signifikan dapat diketahui dari pertumbuhan pembangunan dengan metode eksponensial, eksponensial termodifikasi, dan polinomial (Batty, 2007). Model yang berbanding lurus terjadi adanya pertumbuhan pembangunan yang berjalan konstan. Model eksponensial menjelaskan pertumbuhan yang terus bertambah serta model polinomial menjelaskan pertumbuhan pembangunan naik dan kecepatan turun.

2.3 Metode CA-Markov untuk Prediksi Perkembangan Penggunaan Lahan

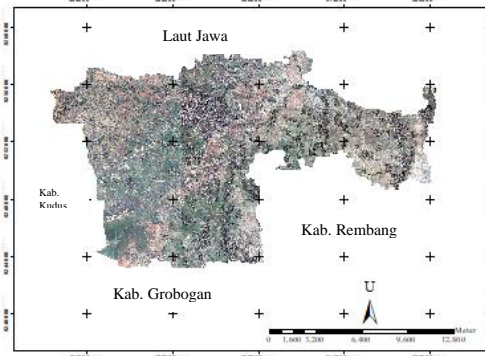
Dalam Baja (2012) Cellular Automata merupakan suatu model terdistribusi spasial didalam GIS dengan data yang terdiri atas grid. Pemodelan ini dapat dilakukan dengan format data GIS raster. Model ini dapat melakukan proses analisis spasial dengan syarat tutupan lahan terdapat dua image serta menghasilkan matrik probabilitas transisi, matri area transisi, dan satu set image probabilitas bersyarat. Matriks probabilitas dapat mengetahui perubahan katagori tutupan lahan. Matrik area transisi mengetahui jumlah piksel pada perubahan lahan secara temporal sesuai waktu yang ditentukan. Dalam matrik ini, baris mewakili tutupan lahan dengan tahun yang lebih lama dan kolom mewakili tutupan lahan dengan waktu yang baru. Image probabilitas bersyarat memungkinkan terjadinya perubahan penggunaan lahan menggunakan dua image tutupan lahan yang terjadi secara temporal berdasar waktu yang ditentukan.

3. PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1. Deskripsi Wilayah Penelitian

Secara astronomis Kabupaten Pati terletak antara 6°25' - 7°00' lintang selatan dan antara 100°50' - 111°15' bujur timur. Berdasarkan posisi

geografisnya, Kabupaten Pati memiliki batas-batas sebagai berikut; bagian utara berbatasan dengan Kab. Jepara dan Laut Jawa, bagian selatan berbatasan dengan Kab. Grobogan dan Blora, sebelah barat bersebelahan dengan Kab. Kudus dan Jepara, sedangkan bagian timur berbatasan dengan Kab. Rembang dan Laut Jawa. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Area Studi Penelitian

3.2. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Citra SPOT-6 Kab. Pati Tahun 2009, 2015 dan 2019 yang sudah terkoreksi geometrik serta Citra Pleiades Tahun 2019 sebagai *wrap map*, Peta RTRW Kabupaten Pati Tahun 2010-2030 Skala 1:25.000, Batas Administrasi Kabupaten Pati, dan data jalan lingkaran yang didapatkan di DPUPR. Selain itu, penelitian ini menggunakan data sekunder hasil luasan klasifikasi penggunaan lahan Kabupaten Pati yang diperoleh dari Putri, 2020.

4. METODOLOGI PENELITIAN

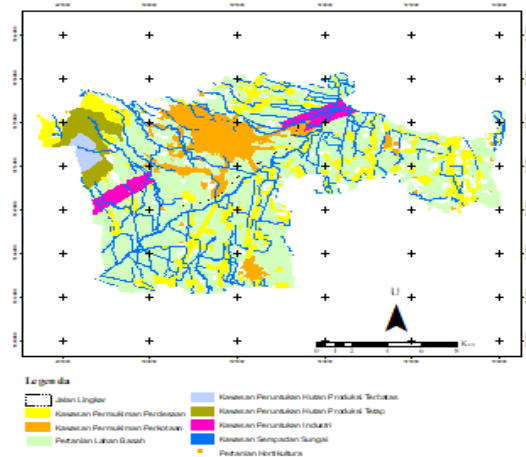
Penelitian ini menggunakan data citra SPOT 6 dan citra Pleiades. Karakter citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 3 *scene* citra SPOT 6 yaitu tahun 2009, 2015, dan 2019 yang digunakan untuk proses *digitasi on screen* untuk hasil skala 1:25.000 klasifikasi penggunaan lahan. Klasifikasi penggunaan lahan didapatkan dari proses *digitasi on screen* dengan acuan Rencana Tata Ruang Wilayah yang dibagi menjadi 14 klasifikasi. Citra Pleiades tahun 2020 digunakan untuk melakukan proses koreksi geometrik. Selain menggunakan data citra, terdapat beberapa data tambahan seperti batas administrasi 4 kecamatan yang dilalui jalan lingkaran selatan serta peta RTRW yang digunakan dalam proses analisis kesesuaian hasil prediksi. Untuk area studi kecamatan yang melingkupi sepanjang jalan lingkaran selatan mencakup 9 klasifikasi tutupan lahan. Setelah proses *digitasi* dilakukan proses topologi dengan aturan *must not overlap* dan *must not gap*. Setelah melakukan proses topologi, dilakukan rasterisasi

penggunaan lahan dengan format .img kemudian dilakukan pengkodean disimpan dengan ekstensi .avl. Kemudian dilakukan proses simulasi prediksi dengan *Cellular Automata* yang terbagi 2 pemodelan yaitu *module markov chain* dan CA markov. Pertama dengan *module markov* menghasilkan matriks transisi area, matriks probabilitas transisi, dan *image* probabilitas bersyarat yang akan digunakan dalam iterasi menggunakan CA Markov. Kemudian hasil prediksi penggunaan lahan dibandingkan dengan data peta RTRW untuk mengetahui kesesuaiannya. Analisis kesesuaian dengan Peta RTRW dilakukan sebagai validasi terhadap model prediksi yang dihasilkan. Dari hasil kesesuaian didapatkan hasil kesesuaian prediksi penggunaan lahan Tahun 2023 dan Tahun 2030.

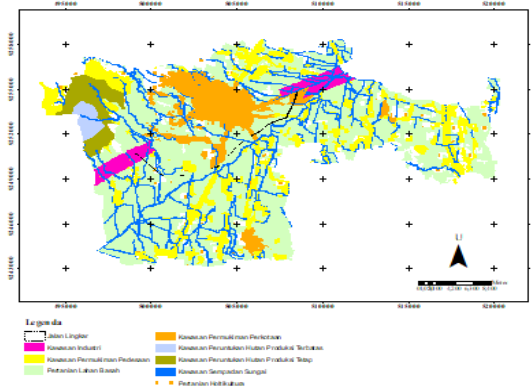
5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Prediksi Penggunaan Lahan tahun 2023 dan tahun 2030

Prediksi penggunaan lahan menggunakan CA Markoc Model dengan data masukan Citra SPOT-6 Kab. Pati Tahun 2009, 2015 dan 2019. Hasil prediksi penggunaan lahan tahun 2023 ditunjukkan pada Gambar 2 dan hasil prediksi penggunaan lahan tahun 2030 ditunjukkan pada Gambar 3.



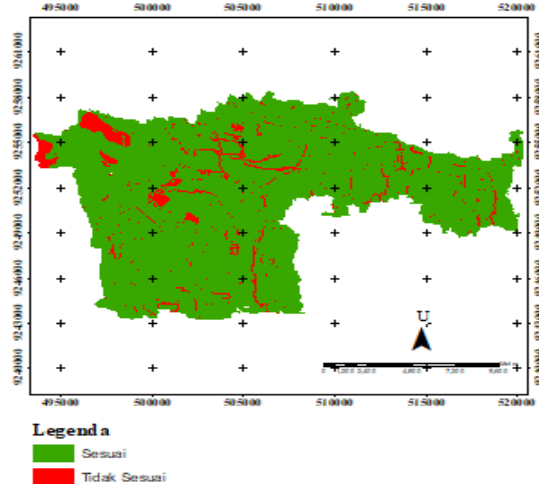
Gambar 2. Hasil prediksi penggunaan lahan tahun 2023



Gambar 3. Hasil prediksi penggunaan lahan tahun 2030

5.2. Hasil Kesesuaian Prediksi Tahun 2023 dengan Peta RTRW Kabupaten Pati Tahun 2010-2030

Hasil prediksi yang dilakukan selanjutnya dibandingkan dengan Peta RTRW Kabupaten Pati Tahun 2010-2030 untuk melihat kesesuaiannya dengan metode *overlay*. Kesesuaian hasil proyeksi Tahun 2023 sesudah dibangun jalan lingkar selatan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta Kesesuaian proyeksi Tahun 2023 interval tahun prediksi sama dengan data masukan dengan RTRW

Dapat dilihat pada peta bahwa hampir keseluruhan area penelitian mengalami kesesuaian dengan RTRW. Untuk mengetahui presentasi tingkat kesesuaian dapat dilihat pada Tabel 1.

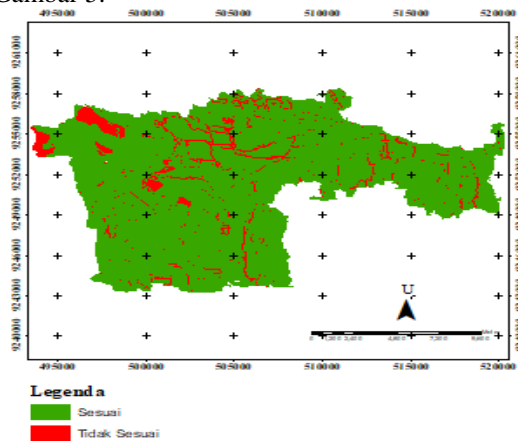
Tabel 1. Perbandingan Persentase Kesesuaian Proyeksi Tahun 2023

No.	Penggunaan Lahan	2023	RTRW	Sesuai	Sesuai (%)
		Luas (ha)	Luas (ha)	Luas (ha)	
1	Jalan Lingkar	22,135	0,000	0	0,00000%
2	Kawasan Industri	557,466	554,340	550,492	99,30591%
3	Kawasan Permukiman Pedesaan	3422,189	2486,564	2474,35	99,50879%
4	Kawasan Permukiman Perkotaan	2017,799	1833,440	1730,083	94,36264%
5	Kawasan Peruntukan Hutan Produksi Terbatas	266,130	266,062	265,8644	99,92565%
6	Kawasan Peruntukan Hutan Produksi Tetap	799,788	801,655	798,9598	99,66383%
7	Kawasan Sempadan Sungai	3237,256	3943,676	3216,485	81,56060%
8	Kawasan Pertanian Holtikultura	1529,484	1542,919	1516,605	98,29454%
9	Kawasan Pertanian Lahan Basah	10742,76	10732,780	10592,14	98,68963%
	Jumlah	22596	22161,435	21144,98	95,41341%

Pada Tabel 1 kesesuaian prediksi tahun 2023, persentase kesesuaian diperoleh dari luas lahan yang sesuai dibandingkan dengan luas RTRW Kabupaten Pati Tahun 2010-2030 kemudian dikalikan 100%. RTRW Kabupaten Pati dijadikan acuan dalam kesesuaian prediksi tahun 2023. Penggunaan lahan yang paling sesuai adalah Kawasan produksi peruntukan hutan produksi terbatas sebesar **99,92565%**. Sedangkan tingkat kesesuaian rendah ditunjukkan penggunaan lahan jalan lingkar selatan sebesar **0,00%** dikarenakan pada RTRW Pola Ruang tidak terdapat klasifikasi jalan lingkar selatan, namun jalan lingkar selatan terdapat pada RTRW Struktur Ruang. Secara keseluruhan, kesesuaian lahan prediksi tahun 2023 dengan RTRW Kabupaten Pati sebesar **95,41341%**.

5.3 Hasil Kesesuaian Prediksi Tahun 2030 dengan Peta RTRW Kabupaten Pati Tahun 2010-2030

Hasil prediksi yang dilakukan selanjutnya dibandingkan dengan Peta RTRW Kabupaten Pati Tahun 2010-2030 untuk melihat kesesuaiannya. Kesesuaian hasil proyeksi Tahun 2030 sesudah dibangun jalan lingkar selatan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Peta Kesesuaian proyeksi Tahun 2030 interval tahun prediksi sama dengan data masukan dengan RTRW

Dapat dilihat pada peta bahwa hampir keseluruhan pada area penelitian mengalami kesesuaian dengan RTRW. Untuk mengetahui presentasi tingkat kesesuaian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Persentase Kesesuaian Proyeksi Tahun 2030

No.	Penggunaan Lahan	2030	RTRW	Sesuai	Sesuai (%)
		Luas (ha)	Luas (ha)	Luas (ha)	
1	Jalan Lingkar	22,136	0,000	0,000	0,00000%
2	Kawasan Industri	557,468	554,340	550,490	99,30555%
3	Kawasan Permukiman Pedesaan	3534,566	2486,564	2474,350	99,50879%
4	Kawasan Permukiman Perkotaan	2125,854	1833,440	1730,083	94,36264%
5	Kawasan Peruntukan Hutan Produksi Terbatas	266,130	266,062	265,864	99,92565%
6	Kawasan Peruntukan Hutan Produksi Tetap	799,788	801,655	798,960	99,66383%
7	Kawasan Sempadan Sungai	3124,742	3943,676	3216,485	81,56060%
8	Kawasan Pertanian Holtikultura	1509,110	1542,919	1516,605	98,29454%
9	Kawasan Pertanian Lahan Basah	10655,240	10732,780	10592,141	98,68963%
	Jumlah	22596	22161,435	21144,98	95,41340%

Pada Tabel 2 kesesuaian prediksi tahun 2030 diatas, persentase kesesuaian diperoleh dari luas lahan yang sesuai dibandingkan dengan luas RTRW Kabupaten Pati Tahun 2010-2030 kemudian dikalikan 100%. RTRW Kabupaten Pati dijadikan acuan dalam kesesuaian prediksi tahun 2030. Penggunaan lahan yang paling sesuai adalah Kawasan produksi peruntukan hutan produksi terbatas sebesar **99,92565%**. Sedangkan tingkat kesesuaian rendah ditunjukkan penggunaan lahan jalan lingkar selatan sebesar **0,00%** dikarenakan pada RTRW Pola Ruang tidak terdapat klasifikasi jalan lingkar selatan, namun jalan lingkar selatan terdapat pada RTRW Struktur Ruang. Secara keseluruhan, kesesuaian lahan prediksi tahun 2030 dengan RTRW Kabupaten Pati sebesar **95,41340%**.

5.4 Analisis Kualitas Prediksi Klasifikasi Penggunaan Lahan Menggunakan CA Markov

Berdasarkan hasil luas dari prediksi Tahun 2023 dan Tahun 2030 penentuan kualitas prediksi klasifikasi penggunaan lahan menggunakan CA-Markov dapat dilakukan dengan RTRW. Berdasarkan hasil yang telah diperoleh, adanya perbedaan hasil luasan klasifikasi penggunaan lahan pada Tahun 2023 sebagai prediksi sesuai interval waktu data masukan dan Tahun 2030 sebagai prediksi melebihi interval waktu data masukan. Perbedaan luasan terjadi pada klasifikasi penggunaan lahan Kawasan Peruntukan Industri sebesar **0,0020 Ha**.

Prediksi Tahun 2030 pada Kawasan Peruntukan Industri lebih luas dibandingkan pada Tahun 2023. Hal tersebut disebabkan adanya arah perubahan penggunaan lahan menuju ke Kecamatan Margorejo dengan ditunjukkan adanya pengaruh adanya jalan lingkar selatan.

6. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hasil prediksi penggunaan lahan pada tahun 2023 sebagai data prediksi yang memiliki interval waktu data masukan dan hasil prediksi penggunaan lahan 2030 yang merupakan data prediksi yang melebihi interval waktu data masukan mengalami pengaruh tidak begitu signifikan.

Hasil prediksi penggunaan lahan pada area penelitian di Kabupaten Pati memiliki persentase kesesuaian yang tinggi baik pada aspek lokasi maupun luasnya saat dibandingkan dengan RTRW yang masih berlaku. Kesesuaian prediksi penggunaan lahan tahun 2030 dengan RTRW Kabupaten Pati sebesar **95,41341%** dan kesesuaian prediksi penggunaan lahan tahun 2030 dibandingkan dengan RTRW Kabupaten Pati sebesar **95,41340%**.

*Gunungpati Kota Semarang (Vol. 25).
Majalah Geografi Indonesia.*

DAFTAR PUSTAKA

- Baja, S. (2012). Perencanaan Tata Guna Lahan dalam Pengembangan Wilayah – Pendekatan Spasial dan Aplikasinya.
- Batty, M. (2007). Cities and Complexity Understanding Cities with Cellular Automata. *Agent-Based Models and Fractals*.
- C. R. Paramisivam, & V. (2019). Chapter : An Introduction to Various Spatial Analysis Technique. *Elseiver*.
doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815413-7.00003-1>.
- Darmawan, A. (2009). *Predicing Future Land-Cover Change Using Probabilistic Cellular Automata Model*.
- Douglas, M. (1998). A Regional Network Strategy for Reciprocal Rural-Urban Linkages : An Agenda for Policy Research with Reference to Indonesia. *20*(1).
- Eko, T. &. (2012). Perubahan Penggunaan Lahan dan Kesesuaiannya terhadap RDTR di wilayah Peri-Urban Studi kasus: Kecamatan Mlati. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*, *8*, 330-340.
- Forestriko. (2015). Aplikasi Citra Landsat Untuk Pemodelan Prediksi Spasial Perkembangan Lahan Terbangun (Studi kasus: Kota Muntilan).
doi:<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2150.7282>
- Suhardi & Hardoyo, S. R. (2011). *Perubahan Penggunaan Lahan dan Faktor yang Mempengaruhinya di Kecamatan*