

Pemanfaatan Prediksi Tutupan Lahan Berbasis Cellular Automata-Markov dalam Evaluasi Rencana Tata Ruang

Irland Fardani, Fhanji Alain Jauzi Mohmed, Ivan Chofyan

Masuk: 13 08 2020 / Diterima: 19 12 2020 / Dipublikasi: 31 12 2020
© 2020 Fakultas Hukum dan Ilmu Sosial UNDIKSHA dan IGI

Abstract Cirebon City has population that always increase, but the availability of land is not increase, because of this will makes a lot change in land cover in Cirebon Cities. For this reason, a city has a plan that called Regional Spatial Plan (RTRW) to maintain the conversion land make city growth well. The existence of Regional Spatial Plan can be evaluated every five year along with the development of the city. This study aims to assess the Cirebon City Spatial Plan by conducting land cover prediction based on Cellular Automata-Markov model, which applies the concept of do nothing model. Celullar automata is a model that predicts land cover change by considering the surrounding land cover. By using the 1999 and 2009 Landsat Satellite Imagery, then processed with a cellular automata model, a prediction of land cover in 2031 is obtained. From the results of the study, after comparing 2031 spatial plan and the predicted landcover in 2031, there are around 21.0 % of land cover that predicted will not match with the Spatial Plan in year 2031. The development of settlement area will be increase quite significant in the period 2019-2031, which is around 690 ha. With this model prediction of landcover, can be used as an input for the governments in evaluating Spatial Plan or controlling the land use change of Cirebon City.

Key words: Cellular Automata; Evaluation; Land Cover; Markov; Spatial Plan

Abstrak Kota Cirebon mempunyai jumlah penduduk yang terus bertambah, namun ketersediaan lahan tidak bertambah, hal ini mengakibatkan banyak perubahan tutupan lahan di Kota Cirebon. Dikarenakan hal ini, sebuah kota mempunyai Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) untuk menjaga perubahan lahan dan membuat city tumbuh dengan teratur. Keberadaan RTRW dapat di evaluasi tiap lima tahun sekali sejalan dengan pertumbuhan dari kota. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi Pola Ruang RTRW Kota Cirebon dengan pendekatan model prediksi tutupan lahan berbasis Cellular Automata-Markov. Celullar automata adalah sebuah model yang memprediksi perubahan tutupan lahan dengan mempertimbangkan tutupan lahan sekitar-nya. Dengan menggunakan Citra Satelit Landsat Tahun 1999 dan 2009, kemudian diproses dengan model cellular automata, maka didapatkanlah prediksi tutupan lahan tahun 2031. Dari hasil penelitian, dari hasil prediksi tutupan lahan tahun 2031 yang dioverlay dengan pola ruang RTRW tahun 2031, terdapat 21.9 % tutupan lahan yang diprediksi tidak akan sesuai dengan RTRW. Pertumbuhan kawasan permukiman akan bertambah cukup signifikan pada periode 2019-2031 yaitu sekitar 690 Ha. Dengan model perubahan lahan, dapat digunakan sebagai masukan bagi pemerintah kota Cirebon dalam mengavaluasi RTRW atau mengkotrol perubahan tutupan lahan di Kota Cirebon.

Kata kunci : Cellular Automata; Evaluasi; Landcover; Markov; RTRW

1. Pendahuluan

Perubahan lahan di perkotaan merupakan sebuah fenomena yang

lazim terjadi, definisi dari perubahan lahan adalah perubahan penggunaan sebuah lahan yang diakibatkan oleh aktivitas manusia dari sebuah fungsi ke fungsi lahan lainnya (FCRN, 2018).

Irland Fardani, Fhanji Alain Jauzi Mohmed, Ivan Chofyan
Universitas Islam Bandung, Indonesia

irland.fardani@unisba.ac.id

Perubahan lahan disebabkan oleh perkembangan penduduk yang mengharuskan manusia mengkonversi lahan untuk tempat manusia beraktifitas.

Perubahan lahan dapat dilihat dari sudut pandang pergerakan arus mobilitas dan kegiatan social ekonomi yang berdampak kepada kebutuhan ruang di perkotaan. Pemukiman merupakan hal utama dalam kebutuhan ruang diperkotaan, untuk itu pemukiman merupakan faktor paling penting dalam pembentukan kota (Yunus, 2000) dalam (Fitriana, Subiyanto, & Firdaus, 2017).

Perkembangan pertumbuhan kota dapat diprediksi secara spasial, dengan melihat pixel yang menggambarkan tutupan lahan dalam citra satelit. Perubahan tutupan lahan bisa diteliti menggunakan model *Hybrid Urban Expesion*, yaitu dengan mengkombinasikan data Pengideraan Jarak Jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang mensimulasikan proses perubahan perkotaan yang menyediakan informasi tentang pengaruh lingkungan pada urbanisasi yang akan datang (Wu, Liu, & Wang, 2010). Dari beberapa model prediksi perubahan lahan yang ada, model Cellular Automata menghasilkan hasil yang lebih baik dalam perkembangan perkotaan dibandingkan model matematika konvensional lainnya (Abutaleb, 2016). Dengan adanya studi perubahan lahan ini, pemerintah setempat dapat mengantisipasi lokasi-lokasi mana saja yang akan berubah secara drastis dan mengatur-nya agar lokasi tersebut tidak menjadi kumuh

Salah satu metode untuk memprediksi perubahan lahan adalah

dengan pendekatan Cellular Automata (CA). CA merupakan model yang dapat dikatakan memiliki sifat yang dinamis, dimana mengintegrasikan dimensei ruang dan waktu (Singh, 2003). Model CA dapat menggambarkan keadaan sebuah wilayah yang kompleks dengan sebuah aturan yang sederhana (Fardani, 2020). Pemodelan prediksi tutupan lahan ini menerapkan konsep *do nothing*, yaitu kondisi perkotaan dibiarkan sesuai dengan trend yang ada, tanpa ada campur tangan atau intervensi dari pemerintah.

Pemilihan Kota Cirebon sebagai lokasi studi karena Kota Cirebon mempunyai sebuah daya tarik bagi masyarakat disekitarnya untuk memperoleh pekerjaan ataupun mengembangkan usahanya. Akibatnya jumlah penduduk bertambah banyak dan bermunculan daerah-daerah industry (Long, Zou, & Liu, 2009), jika melihat sifat ketersediaan lahan yang bertambah sementara kebutuhan akan lahan semakin bertambah, hal ini memunculkan fenomena perubahan lahan di kota Cirebon yang membuat kota tidak aman, tidak nyaman, tidak efisien, Semakin banyaknya permasalahan di kota Cirebon menyebabkan tidak terkontrolnya penggunaan lahan oleh pemerintah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi Pola Ruang RTRW Kota Cirebon dengan pendekatan model prediksi tutupan lahan berbasis Cellular Automata-Markov. Cellular automata adalah sebuah model yang memprediksi perubahan tutupan lahan dengan mempertimbangkan tutupan lahan sekitar-nya

Berdasarkan RTRW Kota Cirebon tahun 2011-2031 kota Cirebon

mempunyai tujuan mewujudkan kota sebagai PKN dan pusat pelayanan regional berbasis perdagangan dan jasa didukung sektor pariwisata, Pendidikan dan budaya yang berdasarkan nilai nilai religious. Dengan dibukanya Tol Cipali yang meningkatkan aktivitas ekonomi dan sangat berpengaruh terhadap perubahan lahan (Prasetyo & Djunaedi, 2019), dengan belum adanya studi mengenai kesesuaian rencana tata ruang dengan perubahan lahan yang terjadi, maka studi evaluasi tata ruang dengan menggunakan pemodelan tutupan lahan berbasis tutupan lahan sangat penting untuk dilakukan.

2. Metode

Klasifikasi Citra

Klasifikasi citra satelit adalah proses pengelompokan Digital Number sebuah citra satelit yang kemudian akan diinterpretasikan sebuah tutupan lahan. Secara umum klasifikasi digital dibedakan dalam 2 kelas besar, , yakni klasifikasi terbimbing (Supervised) dan klasifikasi tidak terbimbing (Unsupervised). Metode supervised menghasilkan hasil yang optimal dalam pengklasifikasian tutupan lahan, namun dalam menginterpretasannya dilakukan secara manual dan membutuhkan pengetahuan yang cukup (Ma, Cheng, Li, Liu, & Ma, 2015), sementara klasifikasi Unsupervised biasanya menghasilkan satu optimasi hasil tutupan lahan pada skala tertentu(Espindola, Camara, Reis, Bins, & Monteiro, 2006).

Pada penelitian ini, klasifikasi citra dilakukan pada 3 data, yaitu Citra Satelit Landsat Tahun 1999, 2009 dan

2019 yang menghasilkan Tutupan lahan pada tiga tahun yang berbeda yaitu tahun 1999, 2009 dan 2019.

Cellular Automata – Markov

Cellular Automata adalah sebuah alat berbasis raster yang bisa digunakan secara efektif untuk pemodelan kota (Naghibi, Delavar, & Pijanowski, 2016)dan perubahan tata guna lahan (Stevens & Dragičević, 2007). Model CA pada umumnya digunakan untuk memprediksi perkembangan di masa lalu mempengaruhi masa depan melalui interaksi lokal di antara bidang tanah sebagaimana dipelajari oleh Wu dan Webster pada tahun 1998. Pada simulasi CA, pengulangan yang terjadi memiliki efek pada hasil hari pengulangan yang berhubungan. (T. Vera Damayanti Peruge, S. Arief, 2013)

Model *Markov Chain* adalah model proses stokastik yang menggambarkan bagaimana kemungkinan bentuk berubah bentuk lain. Model ini memiliki alat kunci-deskriptif, yang merupakan matriks probabilitas. Dalam model MC, dua peta penggunaan lahan yang berbeda pada titik waktu yang berbeda harus ada, kemudian dimungkinkan untuk menghitung probabilitas transisi antara langkah-langkah waktu ini

Ketetanggan Sel digunakan dalam pemodelan “Ketetanggan Von Neumann”, yaitu sebuah sel mempunyai 4 sel yang bertetangga secara langsung, yaitu di sebelah utara (N) sel tersebut, sebelah Timur (E) sel tersebut, sebelah selatan (S) sel tersebut dan sebelah barat (W) sel tersebut. Contoh sel ketetanggan Von

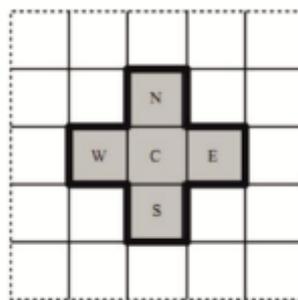
Neumann dapat dilihat pada Gambar 1. Sel yang disekitarnya tersebut, yang akan mempengaruhi perubahan sel yang ada di tengah (C).

Dalam penelitian ini data tutupan lahan tahun 1999 dan 2009 akan dimasukkan kedalam Cellular Automata yang akan menghasilkan

prediksi tutupan lahan tahun 2019. Hasil prediksi tutupan lahan tahun 2019 akan di validasi dengan tutupan lahan hasil klasifikasi citra landsat 2019. Jika tingkat akurasi mencukupi, maka model cellular automata ini akan digunakan untuk memprediksi tutupan lahan tahun 203.

Tabel 1. Indeks Kappa untuk Penilaian Akurasi Model

K	Stength of Agreement
<0.2	Poor
0.21-0.4	Fair
0.41-0.6	Moderate
0.61-0.8	Good
0.81-1.00	Very Good



Gambar 1. Ilustrasi Deimensi ketetanggan CA pada konsep Bon Neumann.

Landsat 5 TM dan Landsat 8 OLI untuk melihat perubahan tutupan lahan dari tahun 1999 – 2019. Oleh karena itu adapun analisis selanjutnya yaitu menggunakan model CA Markov.

Uji Akurasi Menggunakan Index Kappa

Uji akurasi adalah sebuah metode yang digunakan untuk memperlihatkan nilai error dari sebuah model yang dilakukan, agar dapat ditentukan besarnya tingkat keakuratan sebuah model. Uji Akurasi ini menguji tingkat keakuratan klasifikasi secara visual dari metode klasifikasi supervised. Uji akurasi yang diterapkan

pada penelitian ini adalah uji akurasi Kappa dengan bantuan matriks kesalahan (*confusion matrix*). Akurasi yang bisa digunakan yaitu akurasi pembuat (*producer's accuracy*), akurasi pengguna (*user's accuracy*), dan akurasi keseluruhan (*overall accuracy*). Maka dari itu akurasi ini sering disebut *index kappa* (Abdul M. Muhammad, 2016). Adapun Indeks Kappa dibagi dalam lima kategori dengan informasi detail pada **Tabel 1**.

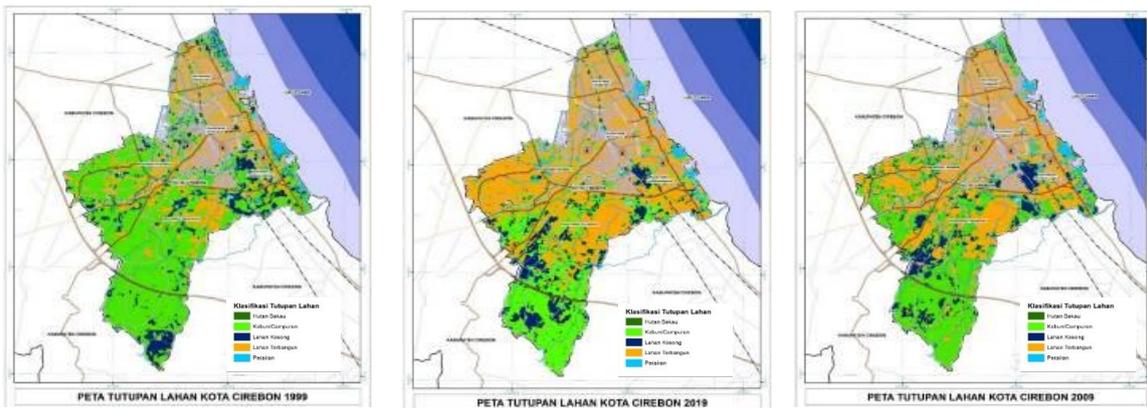
3. Hasil dan Pembahasan Hasil Klasifikasi Citra Satelit dan Tutupan Lahan

Pada studi menggunakan data citra tahun 1999 (Landsat TM 5), 2009

(Landsat TM 5) dan 2019 (Landsat 8) yang ditunjukkan pada **Gambar 2**. Data citra satelit ini nantinya akan digunakan untuk membuat peta tutupan lahan di Kota Cirebon.

Dari citra satelit yang ada dilakukan proses pengklasifikasian supervised untuk mendapatkan kelas tutupan lahan, jumlah kelas tutupan lahan dari citra satelit bisa bermacam-maca dari mulai 5 sampai 8 kelas tutupan lahan(Zhang, Pham, Kalacska, & Turner, 2014), Hal ini tergantung dari kualitas citra satelit yang ada . Pada penelitian ini, untuk mengurangi kesalahan dalam klasifikasi citra satelit, tutupan lahannya hanya dibagi menjadi 5 kelas, yaitu: Terbangun, Lahan

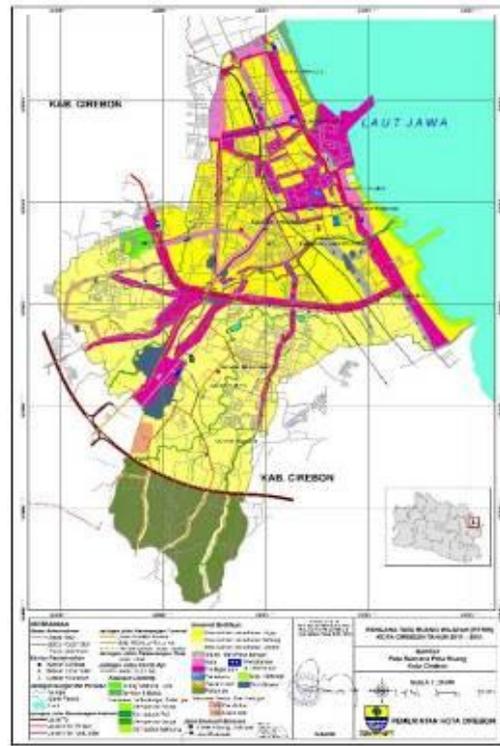
Kosong, Perairan dan Kebun Campuran. Hasil Klasifikasi tutupan lahan dapat dilihat pada Gambar 3 sementara luasan setiap tutupan lahan dapat dilihat pada Tabel 2. Dari Tabel 2 terlihat bahwa pada tahun 1999, dominasi tutupan Kota Cirebon masi berupa Kebun Campuran sebesar 56,82 %, namun pada tahun 2009 persentase kebun campuran yaitu sebesar 32,78 % sementara lahan terbangun mendominasi luasan Kota Cirebon sebesar 50.78 %. Dari tahun 2009 ke tahun 2019 perubahan tutupan lahan terus terjadi, dengan lahan terbangun bertambah menjadi 56.63 %.



Gambar 3. Peta Tutupan Lahan (a) Tahun 1999 (b) Tahun 2009 (c)

Tabel 2. Luas Tutupan Lahan Tahun 1999 dan 2009

NO	KELAS TUTUPAN LAHAN	LUAS (HA)			PERSENTASE		
		1999	2009	2019	1999	2009	2019
1	Hutan Bakau	34.92	9.32	11.26	0.89	0.24	0.29
2	Lahan Terbangun	1163.63	1994.63	2224.37	29.63	50.78	56.63
3	Lahan Kosong	397.95	388.83	443.43	10.13	9.90	11.29
4	Perairan	99.54	247.49	131.01	2.53	6.30	3.34
5	Kebun/Campuran	2231.71	1287.49	1117.69	56.82	32.78	28.46
JUMLAH		3927.76	3927.76	3927.76	100	100	100

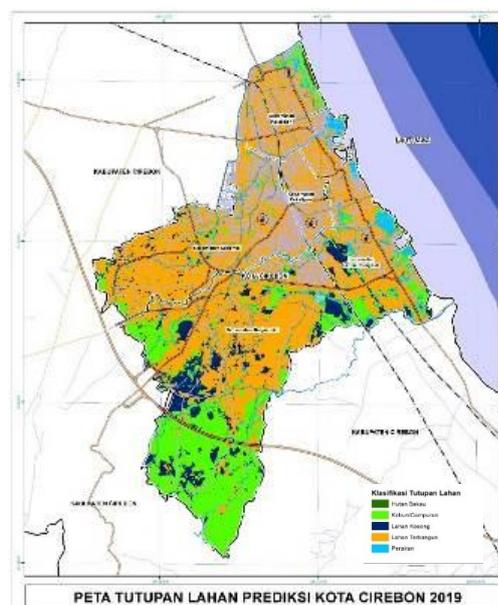


Gambar 4. Peta Pola Ruang Kota Cirebon

RTRW Kota Cirebon

RTRW Kota Cirebon mempunyai fokus pengembangan ke arah pusat pelayanan regional yang berbasis perdagangan jasa, dari Gambar 4 yang merupakan peta pola ruang kota

cirebon, dapat dilihat dominansi peruntukan lahan terbangun, yang terdiri dari zona perdagangan jasa seluas 568 ha dan zona permukiman seluas 1.934 Ha, yang jika ditotalakan akan mengcover sekitar 62 % dari seluruh luasan Kota Cirebon.



Gambar 5. Peta Tutupan Lahan Tahun 2019 Hasil prediksi

Hasil Prediksi Tutupan Lahan

Untuk mendapatkan model yang baik, model yang dibuat dengan ini harus diverifikasi dengan tutupan lahan yang sudah ada, dalam scenario ini dilakukan pemodelan prediksi tutupan lahan tahun 2019 yang hasilnya terlihat pada Gambar 5. Hasil perbandingan tutupan lahan hasil prediksi tutupan lahan tahun 2019 dan tutupan lahan eksisting dapat dilihat pada table 3. Dari table tersebut, perbedaan yang paling mencolok adalah luasan lahan terbangun yang berbeda nsekitar 9 %. Sementara luasan tutupan lahan yang lainnya tidak jauh berbeda. Jika dilihat dari sebaran secara spasial, terlihat di bagian selatan kota Cirebon terdapat perbedaan pada hasil prediksi tutupan

lahan 2019 dengan tutupan lahan 2019 eksisting, perbedaannya yaitu pada sebaran kebun campuran dan lahan kosong. Secara spasial terlihat bahwa lahan kosong dan kebun campuran pada tutupan lahan eksisting 2019 lebih banyak dibandingkan pada tutupan lahan 2019 hasil prediksi.

Uji Akurasi

Pada sebuah pemodelan, uji akurasi merupakan hal yang wajib keberadaannya. Uji akurasi menunjukkan perbedaan antara kondisi yang sebenarnya dengan kondisi yang diharapkan (hasil dari model). Pada model ini diterapkan Uji Akurasi dengan metode Kappa.

Tabel 3. Perbandingan Luasan Tutupan Lahan Eksisting Dan Hasil Prediksi Tahun 2019

No	Kelas Tutupan Lahan	Luas Tutupan Lahan 2019 (Ha)		Persentase Tutupan Lahan 2019 (%)	
		Eksisting	Prediksi	Eksisting	Prediksi
1	Hutan Bakau	11.26	9.22	0.29	0.23
2	Lahan Terbangun	2224.37	2564.17	56.63	65.28
3	Lahan Kosong	443.43	296.44	11.29	7.55
4	Perairan	131.01	232.33	3.34	5.91
5	Kebun/Campuran	1117.69	825.61	28.46	21.02
Jumlah		3927.76	3927.76	100.00	100.00

Classification agreement/disagreement

According to ability to specify accurately quantity and allocation

Information of Allocation	Information of Quantity		
	No[n]	Medium[m]	Perfect[p]
Perfect[P(x)]	P(n) = 0.5183	P(m) = 0.9500	P(p) = 1.0000
PerfectStratum[K(x)]	K(n) = 0.5183	K(m) = 0.9500	K(p) = 1.0000
MediumGrid[M(x)]	M(n) = 0.4420	M(m) = 0.8747	M(p) = 0.8714
MediumStratum[H(x)]	H(n) = 0.1667	H(m) = 0.4146	H(p) = 0.4109
No[N(x)]	N(n) = 0.1667	N(m) = 0.4146	N(p) = 0.4109

Kno = 0.8497
 Klocation = 0.8593
 KlocationStrata = 0.8593
 Kstandard = 0.7860

Gambar 6. Hasil Uji Akurasi Kappa

Dari hasil uji akurasi menunjukkan nilai akurasi sebesar 0.7860 yang terlihat pada **Gambar 6**. Pada penelitian yang lainnya, nilai kappa yang di dapat pada umumnya bernilai dibawah 0.75 (Sejati, Buchori, & Rudiarto, 2019). Nilai akurasi tersebut menunjukkan bahwa tutupan lahan tahun 2019 hasil prediksi menggunakan model CA dengan tutupan lahan tahun 2019 eksisting bersesuaian dalam hal luas maupun penyebaran spasialnya. Hal ini menunjukkan validasi data hasil prediksi CA menurut index kappa memiliki nilai akurasi kappa termasuk kedalam kategori baik (*Good*) sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil prediksi tutupan lahan 2031 dapat dikatakan baik dan dapat diterima (Fardani, 2020; Fitriana et al., 2017; Yagoub & Al Bizreh, 2014).

Prediksi Tutupan Lahan 2031

Setelah model yang dibangun dinyatakan baik melalui uji akurasi, maka lakukan prediksi tutupan lahan untuk tahun 2031 yang ditunjukkan pada

Gambar 7. Terlihat perkembangan perkotaan banyak berkembang ke arah timur dan selatan. Dari **Tabel 4** terlihat bahwa kelas tutupan lahan terbangun merupakan tutupan lahan yang paling luas di Kota Ciebon yaitu sekitar 2.914 Ha. Jika dibandingkan dengan tutupan lahan tahun 2019 terjadi kenaikan sekitar 690 Ha, hal ini menunjukkan perkembangan daerah perkotaan di Kota Cirebon pada periode 2019-2031 akan sangat tinggi.

Evaluasi Rencana Tata ruang

Kesesuaian dari setiap kelas antara peta Rencana Tata Ruang dengan peta Prediksi Tutupan Lahan tahun 2031, dihitung dari luas peta hasil overlay antara keduanya dan disajikan dalam bentuk luasan dan persentase. Sehingga akan didapatkan luasan yang sesuai berdasarkan hasil peta prediksi tutupan lahan 2031 dan tidak sesuai dengan peta Rencana Tata Ruang Kota Cirebon 2031. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kesesuaian Lahan

No.	Klasifikasi Pola Ruang RTRW 2031	Prediksi 2031	Kesesuaian	Luasan	Persentase
Budidaya					
1	Embung	Lahan Terbangun	Tidak Sesuai	2.64	0.07
2	Embung	Perairan	Sesuai	0.05	0.00
3	Industri dan Pergudangan	Kebun/Campuran	Tidak Sesuai	0	0.00
4	Industri dan Pergudangan	Lahan Terbangun	Sesuai	60.12	1.67
5	Industri dan Pergudangan	Perairan	Tidak Sesuai	2.49	0.07
6	IPAL	Kebun/Campuran	Tidak Sesuai	2.35	0.07
7	IPAL	Lahan Terbangun	Sesuai	4.7	0.13
8	IPAL	Perairan	Tidak Sesuai	5.52	0.15
9	Jasa	Kebun/Campuran	Tidak Sesuai	0.33	0.01
10	Jasa	Lahan Terbangun	Sesuai	100.98	2.81
11	Jasa	Perairan	Tidak Sesuai	6.53	0.18
12	Kesehatan	Lahan Terbangun	Sesuai	27.92	0.78
13	Kesehatan	Perairan	Tidak Sesuai	1.31	0.04
14	Lap. Olahraga	Lahan Kosong	Tidak Sesuai	0.02	0.00

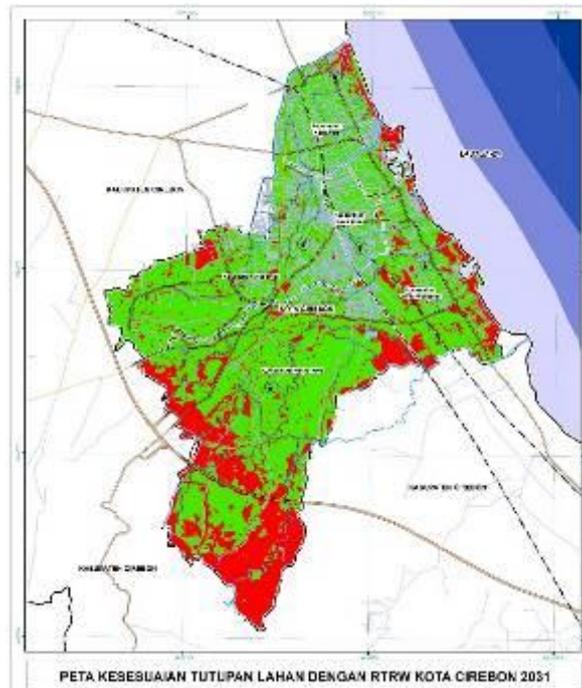
No.	Klasifikasi Pola Ruang RTRW 2031	Prediksi 2031	Kesesuaian	Luasan	Persentase
15	Lap. Olahraga	Lahan Terbangun	Sesuai	10.67	0.30
16	Lap. Olahraga	Perairan	Tidak Sesuai	0.5	0.01
17	Pariwisata	Kebun/Campuran	Tidak Sesuai	0.01	0.00
18	Pariwisata	Lahan Terbangun	Sesuai	3.51	0.10
19	Pariwisata	Perairan	Sesuai	1.56	0.04
20	Pemukaman	Kebun/Campuran	Tidak Sesuai	5.05	0.14
21	Pemukaman	Lahan Kosong	Sesuai	22.45	0.62
22	Pemukaman	Lahan Terbangun	Tidak Sesuai	25.01	0.69
23	Pemukaman	Perairan	Tidak Sesuai	5.64	0.16
24	Pendidikan	Kebun/Campuran	Tidak Sesuai	0.06	0.00
25	Pendidikan	Lahan Kosong	Tidak Sesuai	15.19	0.42
26	Pendidikan	Lahan Terbangun	Sesuai	30.05	0.83
27	Pendidikan	Perairan	Tidak Sesuai	2.43	0.07
28	Perdagangan	Kebun/Campuran	Tidak Sesuai	5.54	0.15
29	Perdagangan	Lahan Kosong	Tidak Sesuai	1.66	0.05
30	Perdagangan	Lahan Terbangun	Sesuai	534.54	14.85
31	Perdagangan	Perairan	Tidak Sesuai	56.14	1.56
32	Perkantoran	Lahan Terbangun	Sesuai	3.42	0.10
33	Perkantoran	Perairan	Tidak Sesuai	0.07	0.00
34	Pertahanan & Keamanan	Kebun/Campuran	Tidak Sesuai	0.29	0.01
35	Pertahanan & Keamanan	Lahan Kosong	Tidak Sesuai	0.27	0.01
36	Pertahanan & Keamanan	Lahan Terbangun	Sesuai	6.06	0.17
37	Pertahanan & Keamanan	Perairan	Tidak Sesuai	0.64	0.02
38	Pertanian	Kebun/Campuran	Sesuai	286.23	7.95
39	Pertanian	Lahan Kosong	Tidak Sesuai	48.59	1.35
40	Pertanian	Lahan Terbangun	Tidak Sesuai	27.36	0.76
41	Pertanian	Perairan	Tidak Sesuai	1.73	0.05
42	Perumahan Kepadatan Rendah	Kebun/Campuran	Tidak Sesuai	171.11	4.75
43	Perumahan Kepadatan Rendah	Lahan Kosong	Tidak Sesuai	15.22	0.42
44	Perumahan Kepadatan Rendah	Lahan Terbangun	Sesuai	26.62	0.74
45	Perumahan Kepadatan Rendah	Perairan	Tidak Sesuai	1.42	0.04
46	Perumahan Kepadatan Sedang	Kebun/Campuran	Tidak Sesuai	93.43	2.60
47	Perumahan Kepadatan Sedang	Lahan Kosong	Tidak Sesuai	79.29	2.20
48	Perumahan Kepadatan Sedang	Lahan Terbangun	Sesuai	972.52	27.02
49	Perumahan Kepadatan Sedang	Perairan	Tidak Sesuai	43.93	1.22
50	Perumahan Kepadatan Tinggi	Kebun/Campuran	Tidak Sesuai	16.18	0.45
51	Perumahan Kepadatan Tinggi	Lahan Kosong	Tidak Sesuai	4.88	0.14
52	Perumahan Kepadatan Tinggi	Lahan Terbangun	Sesuai	811.61	22.55
53	Perumahan Kepadatan Tinggi	Perairan	Tidak Sesuai	53.57	1.49
Sub Total Budidaya				3599.41	100.00

No.	Klasifikasi Pola Ruang RTRW 2031	Prediksi 2031	Kesesuaian	Luasan	Persentase
Lindung					
1	Ruang Terbuka Hijau	Lahan Kosong	Sesuai	0.07	0.03
2	Ruang Terbuka Hijau	Lahan Terbangun	Tidak Sesuai	22.63	8.38
3	Ruang Terbuka Hijau	Perairan	Sesuai	1.46	0.54
4	Sempadan Pantai	Hutan Bakau	Sesuai	0.34	0.13
5	Sempadan Pantai	Kebun/Campuran	Tidak Sesuai	2.23	0.83
6	Sempadan Pantai	Lahan Kosong	Tidak Sesuai	0.12	0.04
7	Sempadan Pantai	Lahan Terbangun	Tidak Sesuai	17.09	6.33
8	Sempadan Pantai	Perairan	Sesuai	10.56	3.91
9	Sempadan Rel	Kebun/Campuran	Tidak Sesuai	0.73	0.27
10	Sempadan Rel	Lahan Kosong	Tidak Sesuai	0.15	0.06
11	Sempadan Rel	Lahan Terbangun	Sesuai	19.51	7.23
12	Sempadan Rel	Perairan	Tidak Sesuai	3.16	1.17
13	Sempadan Sungai	Kebun/Campuran	Tidak Sesuai	22.08	8.18
14	Sempadan Sungai	Lahan Kosong	Tidak Sesuai	2.25	0.83
15	Sempadan Sungai	Lahan Terbangun	Sesuai	129.36	47.92
16	Sempadan Sungai	Perairan	Tidak Sesuai	17.75	6.58
54	Tambak & Bakau	Hutan Bakau	Sesuai	5.16	1.91
55	Tambak & Bakau	Kebun/Campuran	Tidak Sesuai	4.33	1.60
56	Tambak & Bakau	Lahan Kosong	Tidak Sesuai	0.15	0.06
57	Tambak & Bakau	Lahan Terbangun	Tidak Sesuai	8.93	3.31
58	Tambak & Bakau	Perairan	Tidak Sesuai	1.88	0.70
Sub Total Lindung				269.94	100.00
Total				3869.36	100

Berdasarkan hasil overlay antara peta pola ruang Kota Cirebon dengan hasil prediksi tutupan lahan 2031, dibagi kedalam dua Kawasan yaitu meliputi Kawasan Budidaya dan Kawasan lindung. Hasil overlay dari kedua data tersebut bertujuan untuk mengetahui kesesuaian antara hasil prediksi dengan rencana kawasan.

Berdasarkan Tabel 4 terlihat bahwa pada Kawasan Lindung, hasil prediksi menunjukkan terdapat 166,46 ha atau 4,23 % Kawasan yang sudah sesuai dengan peruntukan RTRW sementara itu terdapat 103,48 Ha atau 2,63 daerah yang tidak sesuai dengan peruntukan di RTRW. Untuk Kawasan Budidaya, hasil prediksi menunjukkan

2.903 Ha atau 73,8 % daerah yang sudah sesuai peruntukan RTRW sementara itu 756 Ha atau 19,2 % daerah yang tidak sesuai dengan peruntukannya. Dari perhitungan tersebut jika dikalkulasikan secara total maka terdapat 78,1 % wilayah yang diprediksi nantinya akan sesuai dengan RTRW sementara ada 21,9 % yang diprediksi nantinya tidak akan sesuai dengan RTRW. Untuk peta kesesuaian lahan pola ruang Kota Cirebon dapat dilihat pada Gambar 8. Terlihat bahwa ketidaksesuaian digambarkan dengan warna merah, dominan terjadi ketidaksesuaian di daerah selatan Kota Cirebon dan di sepanjang pantai Kota Cirebon.



Gambar 8 Peta Kesesuaian Tutupan Antara RTRW dengan Prediksi Tutupan Lahan Tahun 2031

Tabel 6. Luasan Tutupan Lahan Kota Cirebon 1999, 2009, 2019 dan 2031

No	Kelas Tutupan Lahan	Luas (Ha)			
		1999	2009	2019	2031
1	Hutan Bakau	34.92	9.32	11.26	9.17
2	Lahan Terbangun	1163.63	1994.63	2224.37	2914.88
3	Lahan Kosong	397.95	388.83	443.43	204.96
4	Perairan	99.54	247.49	131.01	224.93
5	Kebun/Campuran	2231.71	1287.49	1117.69	573.83

4. Penutup

Dari perhitungan evaluasi pola ruang RTRW Kota Cirebon dan prediksi tutupan lahan, jika dikalkulasikan secara total maka terdapat 78,1 % wilayah yang diprediksi nantinya akan sesuai dengan RTRW sementara ada 21,9 % yang diprediksi nantinya tidak akan sesuai dengan RTRW. Model yang dikembangkan ini menggunakan pendekatan *do nothing*, hal ini berarti perkembangan kota dibiarkan sesuai dengan *trend* yang ada. Dari gambaran pendekatan *do nothing* ini, maka bisa

dijadikan salah satu inputan untuk pemerintah Kota Cirebon untuk membuat kebijakan atau Langkah antisipatif, agar penyimpangan pola ruang di akhir periode RTRW Kota Cirebon tidak terlalu terjadi seperti yang digambarkan oleh model tutupan lahan, hal ini bisa diantisipasi dengan mengembangkan pemodelan prediksi tutupan lahan Cellular Automata-Markov yang menerapkan konsep *Do Something* atau *menambahkan scenario*, yaitu dengan melakukan

intervensi/kebijakan sebagai input dari model yang nantinya akan dikembangkan. Dengan adanya pemodelan tutupan lahan ini, dapat menjadi inputan bagi para perencana tata ruang, ketika menentukan perencanaan kota atau mengevaluasi RTRW dapat mempertimbangkan hasil dari model prediksi tutupan lahan.

Daftar Pustaka

- Abdul M. Muhammad, J. A. (2016). Identifikasi Jenis Tutupan Lahan Di Kawasan Kphp Poigar Dengan Metode Maximum Likelihood. *Cocos*, 7(2).
- Abutaleb, K. (2016). Modeling of urban change using remote sensing data and cellular automata technique. *Arabian Journal of Geosciences*, 1–10. <https://doi.org/10.1007/s12517-016-2696-z>
- Espindola, G. M., Camara, G., Reis, I. A., Bins, L. S., & Monteiro, A. M. (2006). Parameter selection for region-growing image segmentation algorithms using spatial autocorrelation. *International Journal of Remote Sensing*, 27(14), 3035–3040. <https://doi.org/10.1080/01431160600617194>
- Fardani, I. (2020). Landuse change prediction model based on Cellular Automata (CA) method in Bandung City. *Journal of Physics: Conference Series*, 1469(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1469/1/012030>
- FERN. (2018). *What is land use and land use change*. Retrieved from <http://fcrn.org.uk/about/supporters-funding-policy>
- Fitriana, A., Subiyanto, S., & Firdaus, H. (2017). Model Cellular Automata Markov Untuk Prediksi Perkembangan Fisik Wilayah Permukiman Kota Surakarta Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geodesi Undip*.
- Long, H., Zou, J., & Liu, Y. (2009). Differentiation of rural development driven by industrialization and urbanization in eastern coastal China. *Habitat International*, 33(4), 454–462. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2009.03.003>
- Ma, L., Cheng, L., Li, M., Liu, Y., & Ma, X. (2015). Training set size, scale, and features in Geographic Object-Based Image Analysis of very high resolution unmanned aerial vehicle imagery. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 102, 14–27. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2014.12.026>
- Mitsova, D., Shuster, W., & Wang, X. (2011). A cellular automata model of land cover change to integrate urban growth with open space conservation. *Landscape and Urban Planning*, 99(2), 141–153. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.10.001>
- Naghibi, F., Delavar, M. R., & Pijanowski, B. (2016). Urban growth modeling using cellular automata with multi-temporal remote sensing images calibrated by the artificial bee colony optimization algorithm. *Sensors (Switzerland)*, 16(12). <https://doi.org/10.3390/s16122122>
- Prasetyo, S. A., & Djunaedi, A. (2019). Perubahan Perkembangan Wilayah Sebelum Dan Sesudah Pembangunan Jalan Tol. *Jurnal Litbang Sukowati: Media Penelitian Dan Pengembangan*, 3(1), 14. <https://doi.org/10.32630/sukowati.v3i1.98>
- Singh, A. K. (2003). Modelling Land Use Land Cover Changes Using Cellular Automata in a Geo-Spatial Environment. *Geo-Information Science*.

- Stevens, D., & Dragičević, S. (2007). A GIS-based irregular cellular automata model of land-use change. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 34(4), 708–724. <https://doi.org/10.1068/b32098>
- T. Vera Damayanti Peruge, S. Arief, et al. (2013). *Model Perubahan Penggunaan Lahan Menggunakan Cellular Automata-Markov Chain di Kawasan Mamminasata*. 7.
- Wu, D., Liu, A. E. J., & Wang, A. S. (2010). *Simulating urban expansion by coupling a stochastic cellular automata model and socioeconomic indicators*. 235–245. <https://doi.org/10.1007/s00477-009-0313-3>
- Yagoub, M. M., & Al Bizreh, A. A. (2014). Prediction of Land Cover Change Using Markov and Cellular Automata Models: Case of Al-Ain, UAE, 1992-2030. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 42(3), 665–671. <https://doi.org/10.1007/s12524-013-0353-5>
- Zhang, J., Pham, T. T. H., Kalacska, M., & Turner, S. (2014). Using Landsat Thematic Mapper records to map land cover change and the impacts of reforestation programmes in the borderlands of southeast Yunnan, China: 1990-2010. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 31(1), 25–36. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2014.01.006>