

Prediksi Spasial Tutupan Lahan Kota Cirebon dengan Menggunakan Model Cellular Automata Markov

Fhanji Alain Jauzi, Ivan Chofyan, Irland Fardani

Prodi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

fhaanji@gmail.com, chofyanivan@gmail.com, irland128@gmail.com

Abstract. Cirebon City is an attraction for people outside Cirebon city to enter Cirebon in order to develop a business or work. As a result the number of population grows and sprung the industrial areas, while the availability of land in the city does not undergo expansion then the pattern of development of land use becomes less regular, this raises the tendency that makes the city uncomfortable, unsafe, inefficient and this becomes a problem of urban classics anywhere. Based on This, it is necessary to do land cover change research in Cirebon City, the method used to see the change of land cover of Cirebon in the future is to use Supervised Land cover classification and Cellular automata analysis. Data used include satellite imagery of Landsat-7 SLC-on path/row 121/065 year 1999, satellite imagery of Landsat-8, OLI/TIRS path/row 121/065 year 2009, Landsat-8, OLI/TIRS path/row 121/065 year 2019, the existing road network map, slope map, altitude map, population density map, and other driving factor map. The result of classification of land cover of 1999 – 2019 shows the change in the area of land that wokeup. The Accuracy value obtained based on the validation process indicating the accuracy value of 0.7860. According to the table of parameters used is index kappa, the value of accuracy belongs to good category (good). The increase of land cover especially the land woke up by 17.85% with the difference between the area in the year 2019 with the year prediction 2031. Based on the predicted results of land cover distribution is more likely to spread towards the south of Cirebon.

Keywords: Supervised, Cellular Automata (CA), Satellite imagery, Landsat, Cirebon City.

Abstrak. Kota Cirebon merupakan daya tarik bagi penduduk luar Kota Cirebon untuk masuk ke Cirebon dalam rangka mengembangkan usaha ataupun pekerjaan. Akibatnya jumlah penduduk bertambah banyak dan bermunculan daerah-daerah industri, sementara ketersediaan tanah di perkotaan tidak mengalami perluasan maka pola perkembangan penggunaan lahan menjadi kurang teratur, hal ini menimbulkan kecenderungan yang membuat kota tidak nyaman, tidak aman, tidak efisien dan ini menjadi masalah klasik perkotaan dimana saja. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian perubahan tutupan lahan di Kota Cirebon, metode yang digunakan untuk melihat perubahan tutupan lahan kota Cirebon pada masa yang akan datang adalah menggunakan Klasifikasi Tutupan Lahan Supervised dan analisis Cellular Automata. Data-data yang digunakan antara lain citra satelit Landsat-7 SLC-on path/row 121/065 tahun 1999, citra satelit Landsat-8

OLI/TIRS path/row 121/065 tahun 2009, citra satelit Landsat-9 OLI/TIRS path/row 121/065 tahun 2019, peta jaringan jalan eksisting, peta kemiringan/slope, peta ketinggian, peta kepadatan penduduk, dan peta faktor pendorong lainnya. Hasil dari klasifikasi dari hasil tutupan lahan tahun 1999 – 2019 menunjukkan perubahan luas lahan yang terbangun. Nilai akurasi yang diperoleh berdasarkan proses validasi yang menunjukkan nilai akurasi sebesar 0.7860 . menurut tabel parameter yang digunakan yaitu index kappa, nilai akurasi tersebut termasuk kedalam kategori baik (Good). Peningkatan tutupan lahan khususnya lahan terbangun sebesar 17,85% yaitu dengan selisih antara luasan pada tahun 2019 dengan tahun prediksi 2031. Berdasarkan hasil prediksi tersebut arahan persebaran tutupan lahan terbangun lebih cenderung menyebar kearah selatan Kota Cirebon.

Kata Kunci: Supervised, Cellular Automata (CA), Citra Satelit, Landsat, Kota Cirebon.

1. Pendahuluan

Perkembangan wilayah kota merupakan satu fenomena yang terjadi karena pesatnya perkembangan penduduk dan mobilitas manusia. Hal tersebut mendorong makin meningkatnya penggunaan lahan. Perubahan penggunaan lahan wilayah kota yang terjadi, akan membentuk suatu pola dan arah perkembangan kota. Perubahan tersebut juga dapat ditinjau dari peningkatan aktivitas kegiatan sosial ekonomi dan pergerakan arus mobilitas penduduk kota yang pada akhirnya menuntut kebutuhan ruang bagi permukiman, karena dalam lingkungan perkotaan, perumahan permukiman menempati persentase penggunaan lahan terbesar dibandingkan dengan penggunaan lainnya. Cellular Automata merupakan model yang dapat dikatakan memiliki sifat yang dinamis, dimana mengintegrasikan dimensi ruang dan waktu dalam (Singh, 2003). Model CA sendiri sudah banyak diaplikasikan kedalam berbagai bidang ilmu kebumih diantaranya yaitu digunakan untuk kajian perubahan penggunaan lahan serta prediksi arahan perubahan dari penggunaan lahan itu sendiri pada masa yang akan datang.

Perkembangan fisi

perkembangan fisik kota hingga tahun 2030 agar tetap sesuai RTRW yang telah dibuat serta dapat dikendalikan dengan benar dan bijak oleh pemerintah Kota Cirebon. Kota Cirebon memiliki luas wilayah administrasi 37,36 km² yang terbagi kedalam lima kecamatan, yaitu : Harjamukti, Lemahwungkuk, Pekalipan, Kejaksan dan Kesambi. Harjamukti memiliki luas wilayah yang paling besar mencapai 47,15% sementara Pekalipan paling kecil hanya mencapai 4,18% (Sumber : BPS Kota Cirebon, 2018).

Berdasarkan PP No. 22 tahun 2010 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Jawa Barat (RTRWP), Kota Cirebon termasuk kedalam Pusat Kegiatan Nasional (PKN) yang merupakan salah satu pengembangan Kawasan Metropolitan, serta merupakan bagian dari Kawasan andalan yaitu Ciayumajakuning (Cirebon - Indramayu - Majalengka - Kuningan). Ditetapkannya Kota Cirebon sebagai pengembangan Kawasan metropolitan menimbulkan perubahan penggunaan lahan, seiring dengan perubahan lahan maka meningkat pula pembangunan infrastruktur yang mengacu pada pemanfaatan lahan untuk merealisasikan tercapainya tujuan Kota Cirebon sebagai kota metropolitan. Kota Cirebon sebagai pusat pertumbuhan wilayah disekitarnya, mengakibatkan semakin tingginya arus urbanisasi ke Kawasan tersebut. Tingginya arus urbanisasi ini tidak terlepas dari adanya factor pendorong dan penarik yang mengadu nasib di Kota Cirebon.

Pemilihan Kota Cirebon sebagai lokasi studi karena Kota Cirebon merupakan daya tarik bagi penduduk luar Kota Cirebon untuk masuk ke Cirebon dalam rangka mengembangkan usaha ataupun pekerjaan. Akibatnya jumlah penduduk bertambah banyak dan bermunculan daerah-daerah industri, sementara ketersediaan tanah di perkotaan tidak mengalami perluasan maka pola perkembangan penggunaan lahan menjadi kurang teratur, hal ini menimbulkan kecenderungan yang membuat kota tidak nyaman, tidak aman, tidak efisien dan ini menjadi masalah klasik perkotaan dimana saja. Semakin kompleksnya masalah diperkotaan menyebabkan tidak terkontrolnya penggunaan lahan.

Berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Cirebon tahun 2011-2031 kota Cirebon termasuk kedalam struktur ruang pusat kegiatan nasional. Merujuk bersamaan dengan RPJP daerah Kota Cirebon tahun 2005-2025 visi dari Kota Cirebon yaitu dengan nuansa religious kota Cirebon menjadi kota perdagangan dan Jasa yang Maju dan Sejahtera. Dengan terpusatnya kegiatan perdagangan yang ada di Kota Cirebon sehingga mendorong banyak bagi para pendatang untuk mencari tempat tinggal untuk menetap atau hanya untuk bekerja. Atas dasar hal tersebut penelitian ini dimaksud untuk mengetahui perubahan perkembangan fisik wilayah kota Cirebon tahun 2031 dengan judul penelitian Prediksi Spasial Tutupan Lahan Kota Cirebon Dengan Menggunakan Model Cellular Automata (CA) Markov.

2. Landasan Teori

UU No. 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang yaitu Perencanaan tata ruang merupakan suatu proses untuk menentukan struktur ruang dan pola ruang yang meliputi penyusunan serta penetapan rencana tata ruang. Kawasan perkotaan adalah wilayah yang mempunyai kegiatan utama bukan pertanian dengan susunan fungsi Kawasan sebagai tempat permukiman perkotaan, pemusatan dan distribusi pelayanan jasa pemerintahan, pelayanan social dan kegiatan ekonomi (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat 2007). RTRW digunakan sebagai acuan dalam memprediksi, sehingga dapat dilakukan pengawasan terhadap perkembangan fisik kota hingga tahun 2030 agar tetap sesuai RTRW yang telah dibuat serta dapat dikendalikan dengan benar dan bijak oleh pemerintah Kota Cirebon.

Tutupan lahan adalah kenampakan material fisik permukaan bumi. Tutupan lahan dapat menyediakan informasi yang sangat penting untuk keperluan pemodelan serta untuk memahami fenomena alam yang terjadi di permukaan bumi. Tutupan lahan merupakan informasi dasar dalam kajian prediksi spasial tutupan lahan. Kelas penutup lahan dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu daerah bervegetasi dan daerah tak bervegetasi. Kategori daerah bervegetasi diturunkan dari pendekatan konsep struktur fisiognomi yang konsisten dari bentuk tumbuhan, bentuk tutupan, tinggi tumbuhan dan distribusi spasialnya. Sedangkan kategori daerah tidak bervegetasi mengacu pada aspek permukaan tutupan, distribusi atau kepadatan, dan ketinggian atau kedalaman objek.

Merupakan tahap interpretasi informasi pada citra yang dibuat berdasarkan kelas kategori tertentu. Klasifikasi multispektral merupakan sebuah algoritma yang digunakan untuk memperoleh informasi tematik dengan cara mengelompokkan suatu fenomena/obyek berdasarkan kriteria tertentu. Asmusa awal yang harus diperhatikan sebelum melakukan klasifikasi multispektral adalah bahwa tiap obyek dapat dikenali dan dibedakan berdasarkan nilai spektralnya. Klasifikasi citra biasanya dimanfaatkan dalam klasifikasi tutupan lahan. Secara umum, klasifikasi terbagi menjadi dua:

1. Klasifikasi tidak terbimbing (Unsupervised Classification)

Klasifikasi tidak terbimbing merupakan metode yang memberikan mandate sepenuhnya kepada system/computer untuk mengelompokkan data raster berdasarkan nilai digitalnya masing-masing, intervensi pengguna dalam hal ini diminimalisasi. Klasifikasi tak terbimbing memiliki kelemahan yaitu pencirian spectral dengan kelas informasi menjadi tidak konstan, sehingga perlu pemahaman yang lebih (Somantri, n.d.)

2. Klasifikasi terbimbing (Supervised Classification)

Klasifikasi terbimbing merupakan metode yang dipandu dan dikendalikan sebagian besar atau sepenuhnya oleh pengguna dalam proses pengklasifikasiannya. Intervensi pengguna dimulai sejak penentuan training area hingga tahap pengklasterannya. Klasifikasi terbimbing dalam hal ini mensyaratkan kemampuan pengguna dalam penguasaan informasi lahan terhadap areal kajian (Sanjoto, 2010).

Cellular Automata adalah sebuah alat berbasis raster yang bisa digunakan secara efektif untuk pemodelan kota dan perubahan tata guna lahan. Model CA adalah pendekatan bottom-up dimana interaksi lokal atau neighbourhood dapat meningkatkan formasi pola-pola global yang kompleks. 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. Pola-pola yang kompleks dapat dibentuk setelah banyak pengulangan-pengulangan pada sebuah simulasi dalam (T. Vera Damayanti Peruge, S. Arief, 2013).

Analisis Cellular Automata (CA) Markov Chain -validasi model (2038) digunakan Kappa Koefisien (Wang, Hasbani, Wang, & Marceau, 2011) dalam (Sejati, Buchori and Rudiarto, 2019). Kappa statistik mencerminkan perbedaan antara kesepakatan yang sebenarnya dan kesepakatan yang diharapkan secara kebetulan. Misalnya, Kappa dari 0,85 berarti ada kesepakatan 85% lebih baik. Rumus untuk kappa digambarkan dalam persamaan (1)

$$Kappa = (P0 - Pe) / (1 - Pe) \dots\dots\dots (1)$$

di mana P0 adalah estimasi akurasi pengamatan dan Pe adalah akurasi pengamatan yang diharapkan. Uji akurasi digunakan untuk melihat tingkat kesalahan yang terjadi pada klasifikasi area contoh sehingga dapat ditentukan besarnya persentase ketelitian pemetaan. Evaluasi ini menguji tingkat keakuratan secara visual dari klasifikasi terbimbing. Uji akurasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji akurasi Kappa dengan bantuan matriks kesalahan (*confusion matrix*). Akurasi yang bisa dihitung terdiri dari akurasi pembuat (*producer's accuracy*), akurasi pengguna (*user's accuracy*), dan akurasi keseluruhan (*overall accuracy*). Maka dari itu akurasi ini sering disebut index kappa dalam jurnal (Abdul M. Muhammad, 2016). Adapun Indeks Kappa dibagi dalam lima kategori dengan informasi detail pada tabel sebagai berikut :

Tabel 1 Indeks Kappa untuk Penilaian Akurasi Model

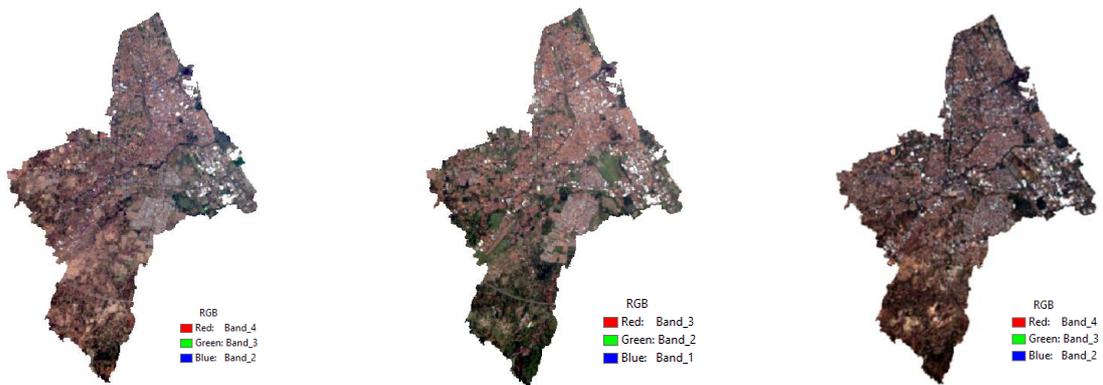
K	Stength of Agreement
<0.2	Poor
0.21-0.4	Fair
0.41-0.6	Moderate
0.61-0.8	Good
0.81-1.00	Very Good

Sumber : Anang W, 2019

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Klasifikasi Citra Satelit

Proses klasifikasi citra menggunakan metode klasifikasi supervised (terawasi). Dimana training sample wajib ditetapkan dalam klasifikasi metode terbimbing / terawasi dan benar-benar merupakan objek yang dimaksud. Pengambilan training sampel, yang perlu diperhatikan adalah jumlah polygon sampel harus memenuhi persyaratan akurasi, dengan jumlah minimal 3 (tiga) poligon setiap objek.

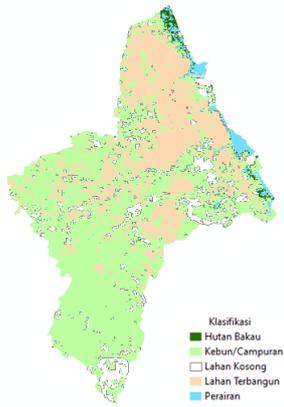


Gambar 1. Komposit Peta Landsat 7 1999

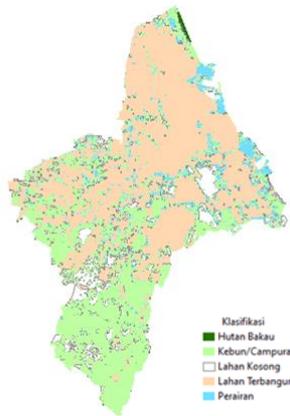
Gambar 1. Komposit Peta Landsat 8 2009

Gambar 1. Komposit Peta Landsat 8 2019

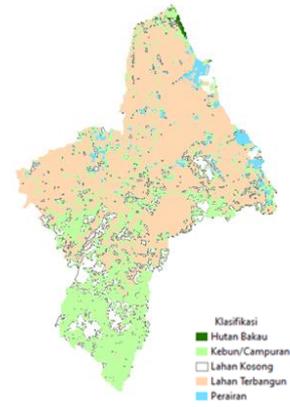
Tahapan pertama yaitu melakukan penggabungan beberapa peta landsat agar menjadi 1 peta citra satelit. Pada Klasifikasi supervised tahun 1999 yaitu menggunakan landsat 7 yang diambil berdasarkan pada tanggal 05 September 1999, pertama kali proses yang dilakukan yaitu melakukan composite band pada peta landsat 7 1999 dengan komposisi band 321. Kemudian pada tahun 2009, Pada Klasifikasi supervised menggunakan landsat 7 yang diambil berdasarkan pada tanggal 27 Mei 2009, pertama kali proses yang dilakukan yaitu melakukan composite band pada peta landsat 7 2009 dengan komposisi band 123. Dan yang terakhir yaitu pada tahun 2019, Pada Klasifikasi supervised menggunakan landsat 8 yang diambil berdasarkan pada tanggal 07 November 2019, pertama kali proses yang dilakukan yaitu melakukan composite band pada peta landsat 8 2019 dengan komposisi band 432.



Gambar 4. Komposit Peta Landsat 7 1999



Gambar 5. Komposit Peta Landsat 8 2009



Gambar 6. Komposit Peta Landsat 8 2019

Tabel 2 Klasifikasi Tutupan Lahan

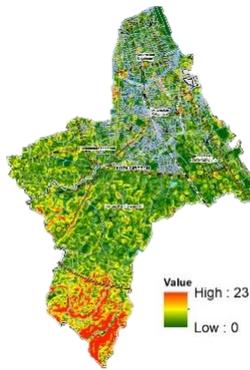
No	Tutupan Lahan	Luasan (Ha)		
		1999	2009	2019
1	Hutan Bakau	34.92	9.32	11.26
2	Lahan Terbangun	1163.63	1994.63	2224.37
3	Lahan Kosong	397.95	388.83	443.43
4	Perairan	99.54	247.49	131.01
5	Kebun/Campuran	2231.71	1287.49	1117.69
Jumlah		3927.76	3927.76	3927.76

Sumber : Hasil Analisis, 2020

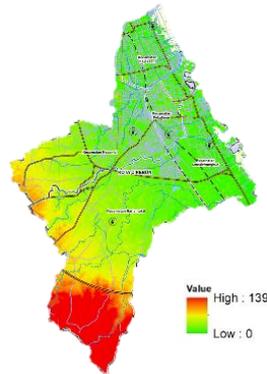
Berdasarkan klasifikasi citra di atas, tutupan lahan kota Cirebon pada tahun 1999 didominasi oleh Kebun/Campuran dengan persentase 56,82% dengan luas 2231,71 Ha sedangkan tutupan lahan paling kecil yaitu hutan bakau dengan persentase 0,89% dengan luasan 34,92 Ha. Kemudian tutupan lahan kota Cirebon pada tahun 2009 didominasi oleh lahan terbangun dengan persentase 50,78% dengan luas 1994,63 Ha sedangkan tutupan lahan paling kecil yaitu hutan bakau dengan persentase 0,24% dengan luasan 9,32 Ha. selain itu juga kemudian terjadi peningkatan pada klasifikasi perairan yaitu sebesar persentase 6,30% dengan luasan 247,49 Ha. Hal tersebut dipengaruhi oleh kondisi eksisting dari Citra Satelit yang digunakan serta pada saat proses Analisa berlangsung teridentifikasi perubahan pada Kawasan pesisir Kota Cirebon. Selain itu pula dapat dipengaruhi penurunan muka air tanah di bagian Utara Kota Cirebon atau daerah pesisir Kota Cirebon. Dan tutupan lahan kota Cirebon pada tahun 2019 didominasi oleh lahan terbangun dengan persentase 56,63% dengan luas 2224,37 Ha sedangkan tutupan lahan paling kecil yaitu hutan bakau dengan persentase 0,29% dengan luasan 11,26 Ha

Cellular Automata (CA) Markov

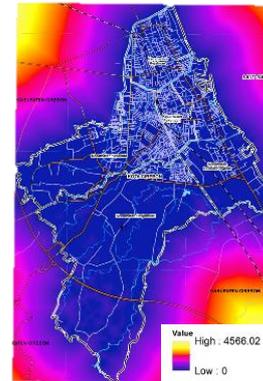
Model Cellular Automata pada penelitian ini digunakan untuk memprediksi sebaran tutupan lahan pada tahun 2031 dengan memperhitungkan kedalam beberapa parameter. Parameter dalam analisis yang telah dilakukan di antaranya diambil beberapa parameter yang digunakan dalam proses input analisis kedalam program Terrset. Dimana parameter tersebut diproses oleh program komputer (Terrset) dengan analisis Cellular Automata. Adapun faktor pendorong yang digunakan di antaranya sebagai berikut:



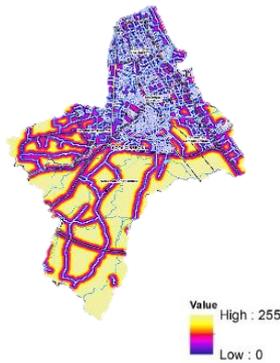
Gambar 7. Kemiringan



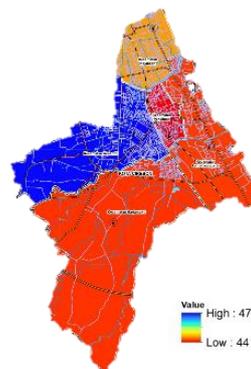
Gambar 8. Elevasi/Ketinggian



Gambar 9. Jarak Kota (Urban Distance)

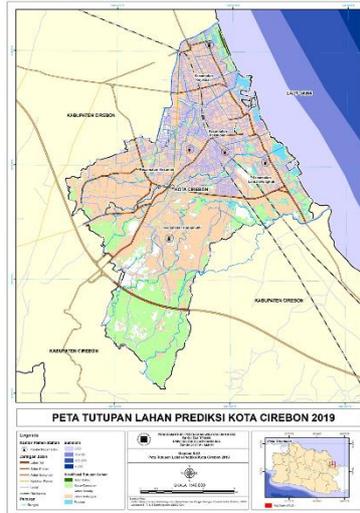


Gambar 1 Jarak Jalan (*Distance From Road*)



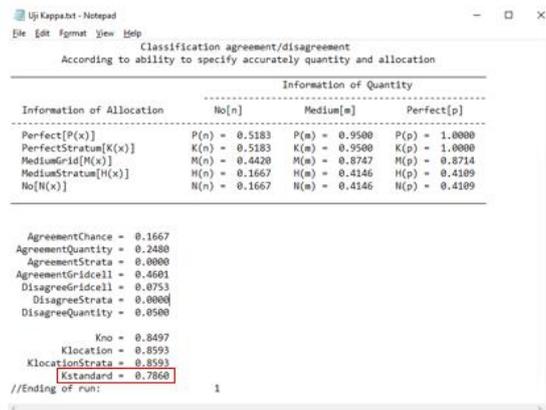
Gambar 1. Kepadatan Penduduk

Proses Validasi data dilakukan untuk menguji kriteria permodelan Markov pada software Terrset dalam memperoleh prediksi tutupan lahan tahun 2031. Validasi diperlukan untuk mengetahui seberapa akurat data yang dilakukan dapat diakui kebenarannya. Validasi data dilakukan dengan mengambil rentang waktu 10 tahun sebelumnya yaitu dengan menggunakan data peta tutupan lahan tahun 1999 dan tahun 2009. dengan input penggunaan lahan tahun 1999 dan tahun 2009 dilakukan prediksi tutupan lahan pada tahun 2019 sehingga memperoleh tutupan lahan 2019. Hal ini bertujuan untuk memperoleh peta prediksi yang akan digunakan dalam analisis validasi data. sedangkan hasil prediksi tutupan lahan pada tahun 2019 dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 1. Peta Tutupan Lahan Prediksi Kota Cirebon 2019

Proses validasi data tutupan lahan dilakukan dengan menggunakan uji kappa dan mengoverlay peta tutupan lahan tahun 2019 eksisting dengan peta tutupan lahan tahun 2019 hasil prediksi permodelan Markov. Hasil overlay yang diolah dalam software Terrset menunjukkan nilai akurasi sebesar 0.7860. Nilai akurasi tersebut menunjukkan bahwa tutupan lahan tahun 2019 hasil prediksi menggunakan Markov dengan tutupan lahan tahun 2019 eksisting bersesuaian dalam hal luas maupun penyebarannya. Namun memang terdapat beberapa yang tidak tepat namun berdasarkan hasil tersebut dapat digunakan untuk prediksi pada tahun 2031. Hal ini menunjukkan validasi data hasil prediksi Markov menurut indeks 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.



Gambar 2. Hasil Uji Kappa Klasifikasi Prediksi Tutupan Lahan Kota Cirebon tahun 2019

Prediksi tutupan lahan pada tahun 2031 dilakukan dengan menggunakan permodelan Markov pada software Terrset. Hasil prediksi tersebut diperoleh dengan mengkalikan matriks transisi Markov periode 2009-2019 dengan vektor pada (matriks satu kolom) peluang terjadinya perubahan setiap kelas tutupan lahan pada tahun 2019. Transisi Markov sendiri diperoleh berdasarkan hasil perhitungan matriks perubahan tutupan lahan dengan menggunakan persamaan Markov (Tabel 3) Matriks transisi Markov tahun 2009-2019, dan peta perubahan tutupan lahan tahun 2019

Tabel 3 Matriks Probabilitas Transisi *Markov* tahun 2009-2019

	Cl. 1	Cl. 2	Cl. 3	Cl. 4	Cl. 5
Class 1	0.5860	0.1212	0.1313	0.0000	0.1614
Class 2	0.0000	0.9999	0.0000	0.0000	0.0000
Class 3	0.0327	0.2268	0.6097	0.0000	0.1309
Class 4	0.0000	0.0000	0.1498	0.4658	0.3843
Class 5	0.0168	0.3583	0.1693	0.0000	0.4556

Sumber: Hasil Analisis, 2020

Keterangan :

1. Class 1 = Hutan Bakau
2. Class 2 = Lahan Terbangun
3. Class 3 = Lahan Kosong
4. Class 4 = Perairan
5. Class 5 = Kebun/Campuran

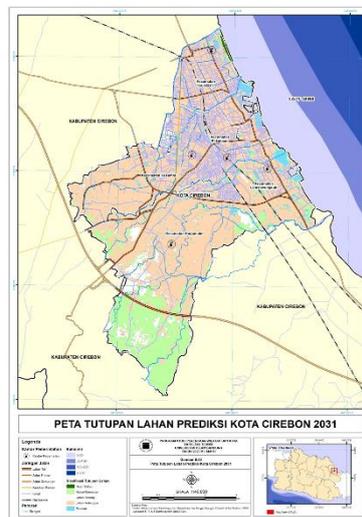
Tabel 4 Tutupan Lahan Kota Cirebon tahun 1999, 2009, 2019, dan Prediksi 2031

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
Jumlah		3927.76	3927.76	3927.76	3927.76

Sumber: Hasil Analisis, 2020

Berdasarkan hasil prediksi tutupan lahan tahun 2031 menunjukkan bahwa pada setiap masing-masing kelas memiliki peluang perubahan peningkatan maupun penurunan luasan. Melihat hasil yang diperoleh prediksi tutupan lahan Kota Cirebon pada tahun 2031 memperlihatkan terjadinya peningkatan yang signifikan namun terdapat juga penurunan namun tidak signifikan. Hal ini dapat dilihat berdasarkan kelas tutupan lahan yang dipengaruhi oleh kegiatan aktivitas manusia yang mengalami peningkatan luas seperti lahan terbangun. Adapun kelas tutupan lahan kosong dan kebun/campuran terjadi penurunan dan kenaikan yang diakibatkan dengan adanya peningkatan kebutuhan lahan terbangun seperti bertambahnya jumlah penduduk serta bermunculan daerah-daerah industri dan perumahan di Kawasan Kota Cirebon seperti terlihat pada matriks transisi Markov pada (Tabel 4). Selain itu juga terjadi penurunan untuk kelas tutupan lahan hutan bakau namun tidak terlalu signifikan bahkan luasannya hampir mendekati tutupan lahan pada tahun 2009, 2019 dan tahun prediksi 2031. Berdasarkan (Tabel 4) luas lahan terbangun pada tahun 2019 yaitu 56,63% dari total luas Kawasan penelitian, luasan ini berubah menjadi 74,21% pada tahun 2031, sehingga kelas lahan terbangun mengalami peningkatan sebesar 17,85% . hal ini dapat dilihat pada matriks transisi (Tabel 3) bahwa kelas C3 (Lahan Kosong) akan terkonversi menjadi C2, C3 dan C5. Hal ini dipengaruhi dengan adanya faktor kegiatan aktivitas penduduk, sehingga permintaan

lahan terbangun semakin meningkat. Selain kelas lahan terbangun yang mengalami peningkatan adapun kelas tutupan lahan perairan mengalami peningkatan namun tidak signifikan yaitu sebesar 93,82 Ha dengan persentase 2,39%. Selain kelas lahan terbangun yang mengalami peningkatan secara signifikan. Berbeda dengan kelas lainnya yang mengalami penurunan, beberapa diantaranya mengalami penurunan diantaranya luasan kelas hutan bakau sebesar 2,09 Ha dengan persentase 0,06% yaitu dari 11,26 Ha pada tahun 2019 persentase sebesar 0,29% menjadi 9,17 Ha pada tahun prediksi 2031 persentase sebesar 0,23% dari total luas wilayah Kawasan penelitian. Selain itu juga luasan kelas Kebun/Campuran mengalami penurunan sebesar 543,86 Ha persentase sebesar 13,85% yaitu dari 1117,69 Ha pada tahun 2019 persentase sebesar 28,46% menjadi 573,83 Ha pada tahun prediksi 2031 persentase sebesar 14,61%. Hal ini juga dapat ditunjukkan pada matriks transisi (Tabel 3) bahwa C5 (Kebun/Campuran) terkonversi menjadi C2 dan C5. Penurunan luas yang terjadi pada tutupan lahan yang bersifat alami dapat dikatakan cukup besar terutama perubahan tutupan lahan Kebun/Campuran. Untuk melihat lebih jelas peta tutupan lahan prediksi Kota Cirebon tahun 2031 dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3. Peta Tutupan Lahan Prediksi Kota Cirebon 2031

Berdasarkan hasil prediksi tutupan lahan Kota Cirebon pada tahun 2031, arahan perkembangan Kota Cirebon mengarah ke daerah bagian Selatan diantaranya Kecamatan Harjamukti dan Kecamatan Pekalipan. Kawasan yang memiliki perubahan tutupan lahan terbangun yang signifikan berada Kecamatan Harjamukti dengan total Kawasan terbangun sebesar 1066,00 Ha dengan persentase sebesar 27,14% serta Kawasan yang dapat sudah dapat dikatakan tidak berkembang lagi terpadat di Kecamatan Pekalipan dengan total kawasan terbangun sebesar 156,73 Ha dengan persentase sebesar 3,99% artinya Kawasan tersebut sudah tidak dapat dibangun kembali. Maka dari itu dengan terbatasnya luas administrasi Kota Cirebon Langkah untuk membatasi pembangunan secara meluas. Perlunya dilakukan pembangunan secara vertical dengan tujuan untuk meminimalkan penggunaan lahan yang semakin terbatas. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat berdasarkan tabel 5 Tutupan Lahan Prediksi Kota Cirebon Per-Kecamatan tahun 2031.

Tabel 5 Tutupan Lahan Prediksi Kota Cirebon Per-Kecamatan tahun 2031

Kecamatan	Klasifikasi	Luasan	Persentase
Kec. Harjamukti	Kebun/Campuran	518.30	13.20
	Lahan Kosong	184.30	4.69
	Lahan Terbangun	1066.00	27.14
	Perairan	51.85	1.32
Kec. Kejaksaan	Hutan Bakau	8.32	0.21
	Kebun/Campuran	9.85	0.25
	Lahan Kosong	0.09	0.00
	Lahan Terbangun	339.69	8.65
	Perairan	14.57	0.37
Kec. Kesambi	Kebun/Campuran	5.38	0.14
	Lahan Kosong	10.71	0.27
	Lahan Terbangun	819.26	20.86
	Perairan	44.72	1.14
Kec. Lemahwungkuk	Hutan Bakau	0.60	0.02
	Kebun/Campuran	37.47	0.95
	Lahan Kosong	8.64	0.22
	Lahan Terbangun	539.76	13.74
	Perairan	109.65	2.79
Kec. Pekalipan	Kebun/Campuran	0.06	0.00
	Lahan Terbangun	156.73	3.99
	Perairan	1.82	0.05
Total		3927.76	100.00

Sumber: Hasil Analisis, 2020

Perbandingan Tutupan Lahan Prediksi tahun 2031 dengan Pola Ruang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Cirebon 2031

Dalam perbandingan tutupan lahan prediksi ini dengan peta RTRW Kota Cirebon, Proses analisis yang dilakukan hanya Pola ruang tidak termasuk kesesuaian program pemanfaatan ruang, kesesuaian lokasi pemanfaatan ruang dan pemberian nilai kesesuaian pemanfaatan ruang seperti yang tertera dalam Permen ATR no. 9 tahun 2017 tentang pedoman pemantauan dan evaluasi pemanfaatan ruang. Selain itu terdapat perbedaan kelas antara peta rencana tata ruang dengan peta prediksi tutupan lahan. Maka dari itu peneliti mengklasifikasikan kembali sesuai dengan tutupan lahan prediksi. Kesesuaian dari setiap kelas antara peta Rencana Tata Ruang dengan peta Tutupan Lahan dihitung dari luas peta hasil overlay antara keduanya dan disajikan dalam bentuk luasan dan persentase dari hasil kedua overlay. Perbandingan hasil dari analisis prediksi tutupan lahan pada tahun 2031 dengan Pola Ruang (RTRW Kota Cirebon tahun 2011-2031), didapatkan berdasarkan hasil analisis Cellular Automata Markov didapatkan luasan terbesar yaitu klasifikasi lahan terbangun sebesar 2914,88 Ha dengan persentase 74,21% sedangkan untuk luasan terkecil yaitu klasifikasi hutan bakau dengan luasan 9,17 Ha dengan persentase sebesar 0,23%. Sedangkan berdasarkan Pola Ruang RTRW Kota Cirebon didapatkan luasan terbesar yaitu klasifikasi lahan terbangun sebesar 3256,62 Ha dengan persentase sebesar 82,91% dan untuk luasan terkecil yaitu hutan bakau sebesar 20,46 Ha dengan persentase sebesar 0,52%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai akurasi yang diperoleh berdasarkan proses validasi yang menunjukkan nilai akurasi sebesar 0.7860. menurut tabel parameter yang digunakan yaitu index kappa, nilai akurasi tersebut termasuk kedalam kategori baik (Good). Oleh karena itu analisis untuk prediksi tutupan lahan pada tahun 2031 dapat dilakukan.
2. Peningkatan tutupan lahan khususnya lahan terbangun sebesar 17,85% yaitu dengan selisih antara luasan pada tahun 2019 dengan tahun prediksi 2031. Serta pada tutupan lahan lainnya mengalami penurunan, penurunan luas yang terjadi pada tutupan lahan yang bersifat alami dan dapat dikatakan cukup besar yaitu pada tutupan lahan kebun/campuran sebesar 13,85% yaitu dengan selisih antara luasan pada tahun 2019 dengan tahun prediksi 2031. Berdasarkan hasil prediksi tersebut arahan persebaran tutupan lahan terbangun lebih cenderung menyebar kearah selatan Kota Cirebon.
3. Perbandingan hasil dari analisis prediksi tutupan lahan pada tahun 2031 dengan Pola Ruang (RTRW Kota Cirebon tahun 2011-2031), didapatkan berdasarkan hasil analisis Cellular Automata Markov didapatkan luasan terbesar yaitu klasifikasi lahan terbangun sebesar 2914,88 Ha dengan persentase 74,21% sedangkan untuk luasan terkecil yaitu klasifikasi hutan bakau dengan luasan 9,17 Ha dengan persentase sebesar 0,23%. Sedangkan berdasarkan Pola Ruang RTRW Kota Cirebon didapatkan luasan terbesar yaitu klasifikasi lahan terbangun sebesar 3256,62 Ha dengan persentase sebesar 82,91% dan untuk luasan terkecil yaitu hutan bakau sebesar 20,46 Ha dengan persentase sebesar 0,52%.
4. Berdasarkan hasil analisis trend perubahan prediksi tutupan lahan perkecamatan pada tahun 2031 menunjukan bahwa Kecamatan Harjamukti, Kecamatan Kesambi, dan Kecamatan Lemahwungkuk merupakan kecamatan yang akan berkembang. Serta untuk Kecamatan Pekalipan dan Kecamatan Kejaksan kedua kecamatan tersebut sudah tidak dapat berkembang lagi karena terbatasnya lahan kosong yang tersedia di dua kecamatan tersebut. Sehingga perlunya dilakukan pembangunan secara vertical dengan tujuan untuk meminimalkan penggunaan lahan yang semakin terbatas.
5. Berdasarkan hasil perbandingan antara prediksi tutupan lahan menggunakan CA Markov dengan Rencana Pola Ruang RTRW Kota Cirebon, didapatkan bahwa terjadi pengurangan luasan untuk Kawasan lindung sebesar 101,13 Ha, dan untuk Kawasan Budidaya terjadi peningkatan sebesar 754,81 Ha. maka berdasarkan hasil perbandingan tersebut dapat diketahui pada saat merencanakan kawasan budidaya perlu dikendalikan kembali pembangunan yang ada serta untuk Kawasan lindung perlu di tambahkan kembali agar sesuai dengan standar kriteria penataan suatu kota.

5. Saran

Saran Teoritis

1. Berdasarkan hasil temuan pada saat analisis, dengan menggunakan metode analisis cellular automata markov ini menunjukkan bahwa hasil perubahan tutupan lahan lebih kecil dibandingkan dengan RTRW, sehingga hasil prediksi ini hanya dijadikan sebagai peringatan arahan perubahan tutupan lahan terbangun khususnya sebagai upaya pengendalian pembangunan pada saat melakukan revisi RTRW Kota Cirebon.
2. Dalam penelitian ini, variabel yang digunakan akan berpengaruh terhadap perubahan tutupan lahan sehingga perlu ditambahkan kembali beberapa variabel yang digunakan hal ini akan berpengaruh pada saat scenario perubahan tutupan lahan sehingga akan cepat.
3. Tingkat kedalaman peta yang digunakan yang harus lebih di detailkan kembali misalkan menggunakan RDTR ataupun RTBL. Hal tersebut dikarenakan akan mempengaruhi tingkat validasi pada saat hasil analisis telah dilakukan.

Saran Praktis

1. Dalam penentuan arahan penggunaan lahan, pemerintah Kota Cirebon sebaiknya dibuat kebijakan terkait pengendalian akan pengembangan lahan terbangun diantaranya yaitu dengan membatasi pertumbuhan lahan seperti permukiman, industri dan perdagangan terutama pada wilayah pesisir.
2. Untuk Kawasan bagian utara kota Cirebon khususnya pesisir, perlunya dilakukan penanaman kembali hutan mangrove dimana pada Kawasan tersebut mengalami penurunan Kawasan lindung. Sehingga nantinya akan mengakibatkan abrasi serta terjadi penurunan permukaan tanah yang terdapat di Kota Cirebon.

Daftar Pustaka

- [1] Abdul M. Muhammad, Johan A. 2016. "Identifikasi Jenis Tutupan Lahan Di Kawasan Kphp Poigar Dengan Metode Maximum Likelihood." Vol 7, No 2 tahun 2016. Manado. Cocos 7(2).
- [2] Alkaf, Muhamad, Khursatul Munibah, and Omo Rusdiana. 2014. "Model Spasial Perubahan Penggunaan Lahan di Taman Nasional Gunung Merbabu Dan Daerah Penyangganya." Vol. 16 No. 1, Bogor. Majalah Ilmiah Globe. Hal 43-50.
- [3] Al Mukmin, Sendi Akhmad, A. Wijaya, and A. Sukmono. 2016. "Analisis Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Distribusi Suhu Permukaan Dan Keterkaitannya Dengan Fenomena Urban Heat Island." Vol 5, No. 1. Semarang: Jurnal Geodesi Undip. ISSN : 2337-845X.
- [4] Ambarwati, L., R. Verhaeghe, A. J. Pel, and B. van Arem. 2014. "Investigating the Effects of Improving Public Transport System Linkage to Spatial Strategy on Controlling Urban Sprawl: Evidence from Surabaya City, Indonesia." Vol 138, Malang. In WIT Transactions on the Built Environment,., ISSN 1743-3509.
- [5] Arsanjani, Jamal Jokar, Marco Helbich, Wolfgang Kainz, and Ali Darvishi Boloorani. 2012. "Integration of Logistic Regression, Markov Chain and Cellular Automata Models to Simulate Urban Expansion." Volume 21, April 2013. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. Page 265-275.
- [6] Badan Standardisasi Nasional. 2010. "Klasifikasi Penutup Lahan." SNI 7654.
- [7] Deep, Shikhar, and Akansha Saklani. 2014. "Urban Sprawl Modeling Using Cellular Automata." Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science. Vol 17, Issue 2, India: School of Environment & Natural Resources, Doon University, Dehradun. Page 179-187.
- [8] Fitriana, A., S. Subiyanto, and H. Firdaus. 2017. "Model Cellular Automata Markov Untuk Prediksi Perkembangan Fisik Wilayah Permukiman Kota Surakarta Menggunakan Sistem Informasi Geografis." Vol. 6, No. 4. Semarang. Jurnal Geodesi Undip. Hal. 246-253.
- [9] Kushardono, Dony. 2017. "Klasifikasi Penutup/Penggunaan Lahan Dengan Data Satelit Penginderaan Jauh Hiperspektral (Hyperion) Menggunakan Metode Neural Network Tiruan." Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital. Vol. 13, No. 2. Jakarta Timur: Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (Lapan). Hal 85:96.
- [10] Lestari, Rizki Ayu, Endrawati Fatimah, and Lita Sari Barus. 2017. "Identifikasi Perkembangan Perkotaan Metropolitan Cirebon Raya." Seminar Nasional Cendekiawan 3 (Buku 2): Hal 199–205.
- [11] Munibah, Khursatul. 2008. "Model Spasial Perubahan Penggunaan Lahan/Penutupan Lahan Dengan Pendekatan Cellular Automata : Studi Kasus Das Cidanau, Provinsi Banten." Vol 10, Issue 2. Bogor. Globe 10(2). Hal : 108–

- 20.
- [12] Nahib, Irmadi. 2016. “Prediksi Spasial Dinamika Areal Terbangun Kota Semarang Dengan Menggunakan Model Regresi Logistik.” Vol 18, Issue 2. Semarang. Majalah Ilmiah Globe. Hal 95.
 - [13] Peraturan Daerah Kota Cirebon Nomor 9 Tahun 2008 Tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah (RPJPD) Kota Cirebon Tahun 2005 – 2025.
 - [14] Peraturan Daerah Nomor 22 Tahun 2010 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Jawa Barat Tahun 2009-2029.
 - [15] Peraturan Daerah Kota Cirebon Nomor 8 Tahun 2012 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Cirebon Tahun 2011 – 2031.
 - [16] Sejati, Anang Wahyu, Imam Buchori, and Iwan Rudiarto. 2019. “The Spatio-Temporal Trends of Urban Growth and Surface Urban Heat Islands over Two Decades in the Semarang Metropolitan Region.” *Sustainable Cities and Society*. Vol 46. Semarang. Article Page 101:432.
 - [17] Singh, Anuj Kumar. 2003. “Modelling Land Use Land Cover Changes Using Cellular Automata in a Geo-Spatial Environment.” Thesis. ITC Faculty Geo-Information Science and Earth Observation. Enschede, The Netherlands.
 - [18] T. Vera Damayanti Peruge, S. Arief, et al. 2013. “Model Perubahan Penggunaan Lahan Menggunakan Cellular Automata-Markov Chain Di Kawasan Mamminasata.”. Makassar. Hal. 7.
 - [19] Undang-Undang Nomor. 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang.
 - [20] Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2011 Tentang Informasi Geospasial.