
Pemodelan Perubahan Penggunaan Lahan Menggunakan Metode Markov *Chain* di Kabupaten Bogor

Muhamad Azhar Fakhri¹, Muhammad Buce Saleh², Sri Lestari Munajati³.

^{1,2}Fakultas Kehutanan IPB University, ³Badan Informasi geospasial
f.azhar98@gmail.com

Article History

accepted 05/08/2021

approved 15/08/2021

published 11/09/2021

Abstrak

Kabupaten Bogor terletak berdekatan dengan Ibukota Negara yang menyebabkan perkembangan pembangunan yang pesat sehingga mempengaruhi terjadinya perubahan penggunaan lahan. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Bogor tahun 2000-2010 dan membangun model prediksi perubahan penggunaan lahan tahun 2017 dengan metode Markov Chain. Hasil penelitian diperoleh bahwa kelas penggunaan yang paling banyak terkonversi adalah tegalan/ladang menjadi penggunaan lahan lain sebesar 11.224 ha, sedangkan penggunaan lahan yang paling banyak bertambah adalah perkebunan sebesar 10.982 ha. Pemodelan perubahan penggunaan lahan dengan metode Markov Chain menggunakan tiga faktor peubah bebas yaitu jarak ke jalan, jarak ke pusat kota kecamatan dan kemiringan lereng. Ketiga faktor tersebut memiliki keterkaitan dengan perubahan penggunaan lahan dengan nilai 0,79 pada uji Cramer's V. Pemodelan yang dilakukan menghasilkan model proyeksi penggunaan lahan tahun 2017 dan mendapat nilai Kappa sebesar 0,87 sehingga bisa dikatakan pemodelan yang dilakukan telah berhasil dan dapat memproyeksikan perubahan penggunaan lahan di masa mendatang.

Kata kunci: faktor peubah bebas, Markov *Chain*, perubahan penggunaan lahan.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Seiring pesatnya perkembangan pembangunan dan jumlah penduduk akan mempengaruhi jumlah kebutuhan lahan. Sampai saat ini kebutuhan akan lahan terbangun semakin meningkat, sehingga mendesak lahan dengan tutupan alami untuk berubah fungsi. Hal ini merupakan konsekuensi logis dari pembangunan (Fajarini, 2014). Penggunaan lahan (*landuse*) menjadi sebuah ketertarikan bagi masyarakat karena informasi penggunaan lahan dapat dimanfaatkan untuk perencanaan dan pengelolaan suatu lahan sebagai suatu sumber daya yang menghasilkan. Penggunaan lahan menentukan dimana suatu aktivitas terjadi dan mencirikan bagaimana suatu kelompok masyarakat berkembang dan berkehidupan. Penggunaan lahan mempengaruhi pembangunan pada suatu lahan, kondisi lingkungan alam yang di dalamnya termasuk kualitas udara, air dan tanah, dan juga kegiatan perekonomian masyarakat (Goetz *et al.*, 2005).

Indonesia sebagai negara yang sedang giat-giatnya meningkatkan perekonomiannya melalui pembangunan tak terhindar dari dampak perubahan penggunaan lahan. Jumlah lahan pertanian di Indonesia diperkirakan terkonversi sekitar 150.000 ha per tahun (Apriyana, 2011). Selama periode tahun 1992-2002, luas lahan pertanian sawah yang terkonversi sebesar 187.720 ha per tahun. Jumlah tersebut terdiri dari 110.164 ha lahan pertanian yang berubah menjadi non pertanian dan 77.556 ha menjadi hortikultura (Septiana *et al.*, 2013). Perubahan penggunaan lahan yang terjadi dipengaruhi beberapa faktor baik dari segi ekonomi seperti jarak ke jalan, jarak ke pusat kota, dari segi fisik seperti kemiringan lereng, dan dari segi sosial yaitu kepadatan penduduk, dan pendapatan penduduk. Perubahan penggunaan lahan ini akan menjadi masalah apabila terjadi di kawasan yang sepatutnya terjaga. Hutan alam atau kawasan pertanian produktif yang beralih fungsi akan mempengaruhi produksi pangan dan memiliki dampak kerugian bagi lingkungan dari segi ekologis maupun konservatif (Pribadi *et al.*, 2006).

Perubahan penggunaan lahan yang terjadi akibat tuntutan akan adanya mutu kehidupan yang baik ini terjadi pada segala bentuk penggunaan lahan, baik perkotaan maupun perdesaan. Tren urbanisasi yang sering terjadi dapat memicu perubahan penggunaan lahan. Urbanisasi dari pendekatan demografis diartikan sebagai suatu proses peningkatan konsentrasi penduduk di perkotaan sehingga proporsi penduduk yang tinggal meningkat (Harahap, 2013). Penduduk cenderung untuk tinggal di perkotaan dibanding perdesaan karena perkotaan adalah pusat pembangunan, inovasi, budaya, dan kegiatan ekonomi (Pravitasari *et al.*, 2015).

Kabupaten Bogor letaknya berdekatan dengan Ibukota Negara Indonesia yaitu DKI Jakarta. Hal ini membawa pengaruh bagi Kabupaten Bogor baik dari segi perkembangan pembangunan, sosial ekonomi maupun kelembagaan yang akhirnya membawa perubahan dinamis dalam hal pemanfaatan lahan. Terjadinya perubahan penggunaan lahan ini seharusnya dapat dikendalikan dan diawasi supaya dampak negatifnya dapat diminimalisir namun kebutuhan akan lahan tetap terpenuhi. Langkah penting yang harus dilakukan agar proses pengendalian dan pengawasan perubahan penggunaan lahan dapat berjalan baik adalah melakukan prediksi untuk mencegah dampak negatif dari perubahan penggunaan lahan.

Pemodelan prediksi perubahan penggunaan lahan menggunakan metode Markov *Chain* dengan mempertimbangkan faktor-faktor pendorongnya merupakan model sederhana yang dapat diimplementasikan dengan cepat dan tidak membutuhkan data spasial yang kompleks untuk pemodelannya sehingga dapat memudahkan pengambil

kebijakan untuk menentukan keputusan dengan baik dan lebih mudah dalam melakukan pengawasan.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis perubahan penggunaan lahan tahun 2000-2010 di Kabupaten Bogor.
2. Menganalisis faktor perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Bogor
3. Membangun model prediksi perubahan penggunaan lahan menggunakan faktor pendorong dengan metode Markov *Chain*.

METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat yang dilaksanakan pada bulan April sampai November 2020.

Alat dan Data

Alat yang digunakan yaitu alat tulis, kamera, Laptop, *GPS*, *software* ArcGIS 10.3, Idrisi Selva 17.0, dan Microsoft Office. Data primer yang digunakan berupa *groundcheck* lapangan penggunaan lahan dan data sekunder berupa data Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI), Peta Penggunaan Lahan Tahun 2000, 2010, dan 2017, data jarak ke jalan, jarak ke pusat kota kecamatan, dan peta kemiringan lereng dari DEMNAS resolusi 10 m.

Prosedur Analisis Data

Prosedur analisis yang dilakukan yaitu, klasifikasi penggunaan lahan, pengolahan spasial untuk peubah bebas, pemodelan dan proyeksi perubahan penggunaan lahan, dan uji akurasi pemodelan perubahan penggunaan lahan.

Klasifikasi Penggunaan Lahan

Klasifikasi penggunaan lahan didapat berdasarkan hasil interpretasi Munajati *et al.* (2019) yang diperiksa kembali keakuratannya dengan cara *groundcheck* lapangan dan analisis visual data citra. Klasifikasi menghasilkan sembilan kelas tutupan lahan, diantaranya Hutan, Perkebunan/Kebun, Permukiman dan Tempat Kegiatan, Sawah, Semak Belukar, Tanah Kosong/Gundul, Tegalan/Ladang, Tubuh Air, dan Vegetasi Non Budidaya Lainnya.

Pengolahan Spasial untuk Peubah Bebas

Peubah bebas yang digunakan yaitu peta jarak dari jalan, jarak ke pusat kota kecamatan, dan peta kemiringan lereng. Peta jalan dan peta titik pusat kota kecamatan dibuat peta jaraknya menggunakan modul *GIS Analysis-Distance Operator-Distance* pada Idrisi Selva. Peta lereng dibuat dari data DEMNAS resolusi 10 m.

Peubah bebas akan diuji kehandalannya dengan melihat nilai *Cramer's V* dengan rentang nilai 0 sampai 1, dimana peubah bebas tersebut dapat digunakan jika nilai *Cramer's V* berada di atas 0.1 sehingga menunjukkan adanya keterkaitan dalam mendorong terjadinya perubahan.

Pemodelan dan Proyeksi Perubahan Penggunaan Lahan

Pemodelan dan proyeksi dilakukan dengan menggunakan *Land Change Modeler*

(LCM) pada software Idrisi Selva. Tahapan yang dilakukan adalah *Change Analysis*, *Transition Potential*, dan *Change Prediction*.

Uji Akurasi

Uji akurasi dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi prediksi penggunaan lahan tahun 2017 dengan peta penggunaan lahan 2017 aktual hasil interpretasi citra menggunakan Idrisi Selva. Secara matematik, akurasi kappa dapat dihitung dengan persamaan 1 (Jaya, 2014).
dimana:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r X_{i+} X_{+i}}{N^2 - \sum X_{i+} X_{+i}}$$

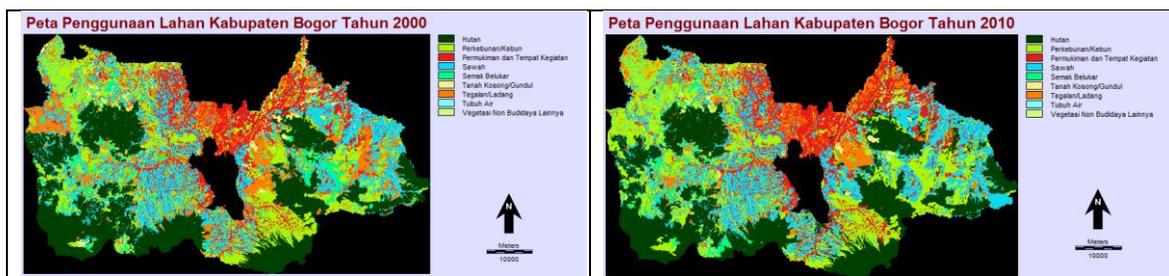
- K : nilai Kappa
- X_{ii} : nilai diagonal dari matriks baris ke- i dan kolom ke- i
- X_{+i} : jumlah piksel dalam kolom ke- i
- X_{i+} : jumlah piksel dalam baris ke- i
- N : banyaknya piksel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan Lahan di Kabupaten Bogor Tahun 2000 dan 2010

Tahun 2000 penggunaan lahan Kabupaten Bogor didominasi oleh hutan, perkebunan, sawah, dan permukiman dan tempat kegiatan. Penggunaan lahan hutan paling luas jika berdasarkan kecamatan berada di Kecamatan Nanggung, sedangkan paling kecil berada di Kecamatan Sukaraja. Lokasi penggunaan lahan hutan kebanyakan terdapat di bagian barat dan timur Kabupaten Bogor. Besarnya luasan hutan ini dipengaruhi juga oleh keberadaan Kawasan Taman Nasional Gunung Gede Pangrango dan Taman Nasional Gunung Halimun Salak.

Lokasi penggunaan lahan perkebunan/kebun tersebar secara merata di seluruh Kabupaten Bogor. Penggunaan lahan Sawah didominasi di bagian barat Kabupaten Bogor. Kecamatan dengan luas sawah terbesar yaitu Kecamatan Jonggol dan terkecil yaitu Kecamatan Cisarua. Penggunaan lahan permukiman dan tempat kegiatan tersebar cukup merata dengan luas terbesar ada di Kecamatan Cibinong dan luas terkecil ada di Kecamatan Sukajaya. Dominasi penggunaan lahan masih sama hingga tahun 2010 yaitu hutan, perkebunan, sawah, permukiman dan tempat kegiatan, hanya saja terdapat perbedaan luasan dan lokasi terbesar dan terkecil berdasarkan kecamatan.



Gambar 1. Penggunaan lahan tahun 2000 (kiri) dan 2010 (kanan)

Penggunaan lahan terbesar di Kabupaten Bogor tahun 2000 dan 2010 adalah hutan, perkebunan, sawah, permukiman dan tempat kegiatan. Penambahan luasan terbesar dalam kurun waktu sepuluh tahun dari tahun 2000 hingga 2010 didapati pada penggunaan lahan perkebunan yang bertambah sebesar 10.982 ha sedangkan penggunaan lahan yang mengalami pengurangan luas terbesar didapati pada tegalan yaitu sebesar 11.244 ha.

Tabel 1. Luas dan presentase penggunaan lahan di Kabupaten Bogor tahun 2000 dan 2010

Penggunaan Lahan	Tahun 2000		Tahun 2010	
	Luas (ha)	Persentase (%)	Luas (ha)	Persentase (%)
Hutan	82.549	27,6	82.332	27,5
Perkebunan/Kebun	60.395	20,2	71.377	23,9
Permukiman dan Tempat Kegiatan	47.576	15,9	51.217	17,1
Sawah	61.183	20,5	64.636	21,6
Semak Belukar	11.252	3,8	6.596	2,2
Tanah Kosong/Gundul	4.584	1,5	2.416	0,8
Tegalan/Ladang	28.337	9,5	17.093	5,7
Tubuh Air	2.297	0,8	2.289	0,8
Vegetasi Non Budidaya Lainnya	784	0,3	1.000	0,3
TOTAL	298.955	100	298.955	100

Hutan merupakan penggunaan lahan terbesar dibanding kelas penggunaan lahan lainnya yaitu sebesar 27,6 % pada tahun 2000 dengan luas 82.549 ha dan 27,5 % pada tahun 2010 dengan luas 82.332 ha. Terdapat pengurangan luasan pada periode tahun 2000 hingga tahun 2010. Pada tahun 2000, perkebunan memiliki luasan sebesar 60.395 ha atau 20,2 % dari luas keseluruhan wilayah. Tahun 2010 perkebunan memiliki luasan sebesar 71.377 ha atau merupakan 23,9 % dari luas keseluruhan wilayah. Berbeda dengan hutan, luasan perkebunan mengalami kenaikan yang signifikan selama periode sepuluh tahun dari tahun 2000 hingga tahun 2010. Hal ini menjadikan perkebunan mengalami pertambahan luas terbesar dibanding kelas penggunaan lahan lain. Luasan pemukiman dan tempat kegiatan mengalami kenaikan dari tahun 2000 sebesar 47.576 ha menjadi 51.217 ha di tahun 2010.

Luasan sawah pada tahun 2000 adalah 61.183 ha dan mengalami kenaikan menjadi 64.636 ha di tahun 2010. Perubahan ini merupakan hal yang wajar terjadi karena kebutuhan bahan pangan mayoritas masyarakat Indonesia yaitu beras. Kelas penggunaan lahan semak belukar ini memiliki luas 11.252 ha di tahun 2000 dan bertambah luasannya menjadi 6596 ha di tahun 2010. Kelas penggunaan lahan Tanah kosong/gundul mengalami pengurangan luas dari tahun 2000 ke tahun 2010 sebesar 0,7 %. Tegalan/ladang ini mengalami pengurangan luas yang cukup signifikan dari tahun 2000 ke 2010. Penurunan luas ini terjadi sebesar 3,7% dari luasan sebesar 28.337 ha menjadi 17.093 ha. Tubuh air cenderung tetap atau tidak berubah. Pada penelitian ini, didapati kelas penggunaan lahan tubuh air mengalami sedikit pengurangan luasan selama periode sepuluh tahun dari 2297 ha pada tahun 2000 menjadi 2289 ha di tahun 2010. Vegetasi non budidaya lainnya mengalami penambahan luasan dari tahun 2000 sebesar 784 ha menjadi 1000 ha.

Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 2000 dan 2010

Perubahan penggunaan lahan yang terjadi dalam kurun waktu dari tahun 2000 hingga tahun 2010 dianalisis menggunakan aplikasi Idrisi Selva 17.0 dengan metode *crosstab*

yang selanjutnya akan menghasilkan matriks transisi perubahan penggunaan lahan yang dapat dilihat pada Tabel 4. Hampir semua kelas penggunaan lahan mengalami konversi.

Kelas penggunaan lahan yang mengalami penambahan dan pengurangan luas adalah hutan, perkebunan, sawah, semak belukar, tanah kosong, tegalan, dan vegetasi non budidaya lainnya. Kelas penggunaan lahan tubuh air hanya mengalami pengurangan luasan yang tidak signifikan, sedangkan permukiman hanya mengalami penambahan luasan saja. Kelas penggunaan lahan yang mengalami penambahan luas terbesar adalah perkebunan. Perkebunan mengalami penambahan luas sebesar 10.982 ha dalam kurun waktu sepuluh tahun dari tahun 2000 ke 2010. Penambahan ini berasal dari penggunaan lahan lain dari yang paling besar adalah tegalan, selanjutnya hutan, semak belukar, sawah, tanah kosong, dan vegetasi non budidaya lainnya. Penambahan luas yang besar tersebut disebabkan penggunaan lahan perkebunan lebih menghasilkan nilai ekonomi, selain itu terjadinya alih fungsi lahan hutan dan kerjasama kemitraan bersama masyarakat pun menjadi alasan besarnya penambahan luas perkebunan dari penggunaan lahan hutan.

Tabel 2. Matriks perubahan penggunaan lahan tahun 2000 sampai tahun 2010

2000/2010 (ha)	HT	PK	PM	SWH	SB	TK	TGL	TA	VNB	TOTAL (2000)
HT	76.013	3.990	41	1.324	1.079	77	4	0	21	82.549
PK	777	51.728	1.269	3.144	61	150	3.197	0	69	60.395
PM	0	0	47.576	0	0	0	0	0	0	47.576
SWH	288	2.196	720	55.677	372	148	1.740	0	43	61.183
SB	443	3.356	63	2.075	4.901	286	96	0	34	11.252
TK	21	1.611	591	167	15	1.624	469	0	86	4.584
TGL	4.791	8.483	957	2.241	117	122	11.575	0	51	28.337
TA	0	0	0	4	1	1	2	2.289	0	2.297
VNB	0	15	0	5	51	7	10	0	696	784
TOTAL (2010)	82.332	71.377	51.217	64.636	6.596	2.416	17.093	2.289	1.000	298.955

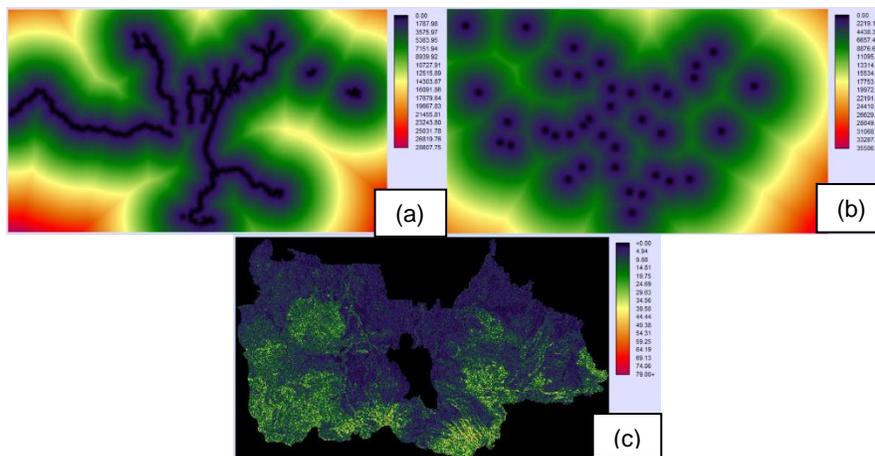
Keterangan: HR=Hutan PK=Perkebunan PM=Permukiman SWH=Sawah SB=Semak Belukar TK=Tanah Kosong TGL=Tegalan/Ladang TA=Tubuh Air VNB=Vegetasi Non Budidaya Lainnya

Kelas penggunaan lahan yang mengalami penurunan luas paling besar adalah tegalan. Luas tegalan pada tahun 2000 sebesar 28.337 ha mengalami konversi ke penggunaan lahan lain sebesar 11.224 ha hingga pada tahun 2010 menjadi sebesar 17.093 ha. Pengurangan luas ini paling besar terkonversi menjadi perkebunan, selanjutnya hutan, sawah, permukiman, semak belukar, tanah kosong, dan vegetasi non budidaya lainnya. Pengurangan luas tegalan yang signifikan ini sesuai dengan penelitian Fajarini (2014) yang juga mendapati tegalan sebagai kelas penggunaan lahan yang paling banyak terkonversi pada periode tahun 1989 hingga 2013. Hal ini dikarenakan kebanyakan tegalan di Kabupaten Bogor terdapat pada lokasi dengan kelas kelerengan yang landai, dekat dengan permukiman dan mudah dijangkau.

Kelas penggunaan lahan yang mengalami penambahan luas dan tidak terkonversi adalah permukiman dan tempat kegiatan. Luas permukiman bertambah dari luas asalnya sebesar 47.576 ha di tahun 2000 menjadi sebesar 51.217 ha di tahun 2010. Terjadinya penambahan luas permukiman disebabkan meningkatnya jumlah penduduk di Kabupaten Bogor dan sekitarnya sehingga kebutuhan akan lahan terbangun pun ikut meningkat.

Faktor Peubah Bebas Perubahan Penggunaan Lahan

Peubah bebas yang digunakan pada pemodelan dalam penelitian ini adalah jarak ke jalan, jarak ke pusat kota kecamatan, dan kemiringan lereng. Peubah bebas jarak ke jalan dan jarak ke kota kecamatan merupakan faktor pendorong perubahan dari segi ekonomi karena berhubungan dengan infrastruktur. Jalan yang digunakan sebagai peubah bebas adalah jalan arteri, jalan kolektor, dan jalan tol. Titik pusat kota kecamatan didasarkan pada lokasi masing-masing kantor kecamatan di Kabupaten Bogor. Daerah dengan banyak akses jalan dan berada dekat dengan pusat kota pada umumnya mendorong adanya perubahan penggunaan lahan di daerah itu. Hal ini disebabkan daerah dengan banyak jalan membuat akses keluar masuk menjadi mudah, selain itu keberadaan pusat kota kecamatan membuat pembangunan infrastruktur terjadi di sekitarnya. Semakin dekat suatu daerah dengan jalan dan pusat kota maka semakin banyak juga terjadi perubahan penggunaan lahan (Kubangun *et al.*, 2016).



Gambar 2. Faktor peubah bebas perubahan (jarak ke jalan (a), jarak ke pusat kota kecamatan (b), dan kemiringan lereng(c)

Pada Gambar 2 diatas, warna hitam menunjukkan bahwa lahan tidak mengalami perubahan sedangkan warna lainnya mengalami perubahan. Daerah dengan akses jalan terdapat banyak perubahan di daerah tersebut, sedangkan daerah yang jauh dari akses jalan yang terdapat sedikit perubahan penggunaan lahan. Tren perubahan penggunaan lahan yang terjadi di sekitar jalan dan pusat kota kecamatan adalah dari lahan terbuka menjadi lahan terbangun seperti permukiman dan tempat kegiatan.

Kemiringan lereng adalah faktor peubah bebas terjadinya perubahan penggunaan lahan dari segi kondisi fisik lahan. Kelas lereng mulai dari datar hingga sangat curam memiliki perbedaan dari segi penggunaan lahan. Kemiringan lereng di Kabupaten Bogor yang datar hingga landai lebih banyak berada di bagian utara, sedangkan bagian selatan lebih banyak kelas agak curam, curam dan sangat curam. Kelas lereng yang semakin datar umumnya lebih banyak mengalami perubahan penggunaan lahan daripada kelas lereng yang semakin curam karena pengelolaan lahan di daerah dengan kelas lereng datar lebih mudah daripada kelas lereng yang curam. Perubahan yang terjadi di kelas lereng datar dan landai biasanya adalah perubahan menjadi lahan yang terbangun.

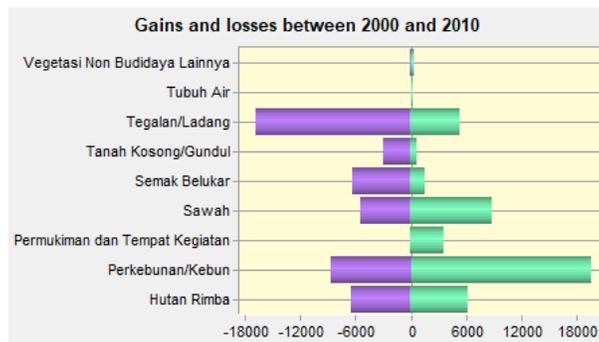
Faktor peubah bebas yang digunakan dalam pemodelan perubahan penggunaan lahan dari tahun 2000 ke 2010 ini diuji korelasinya dengan uji *Cramer's V*. Berdasarkan

hasil uji korelasi, ketiga faktor mendapat nilai sebesar 0,7991 dengan *P Value* 0,000. Nilai *Cramer's V* yang lebih dari 0,1 dapat diartikan bahwa faktor peubah bebas dapat digunakan, sedangkan nilai *Cramer's V* lebih dari 0,4 menunjukkan faktor peubah bebas memiliki keterjelasan yang sangat baik. *P Value* yang didapat memang biasanya sangat rendah karena *P Value* menunjukkan bahwa *Cramer's V* tidak berbeda secara signifikan dari 0. Semakin kecil *P Value* tidak mengindikasikan bahwa faktor semakin baik, tetapi *P Value* yang tinggi bisa mengindikasikan bahwa faktor dapat ditolak. Nilai yang didapat dari hasil uji korelasi ini menunjukkan bahwa jarak ke jalan, jarak ke pusat kota kecamatan dan kemiringan lereng berpengaruh terhadap perubahan penggunaan lahan.

Pemodelan dan Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 2017

Change analysis

Analisis perubahan penggunaan lahan menghasilkan grafik penambahan dan pengurangan luasan lahan. Berdasarkan grafik penambahan dan pengurangan luas dapat diketahui secara jelas bahwa umumnya kelas penggunaan lahan mengalami penambahan luas dari hasil konversi penggunaan lahan lain dan mengalami pengurangan luasan akibat konversi ke penggunaan lahan lain.



Gambar 3. Grafik penambahan dan pengurangan luas penggunaan lahan tahun 2000 dan 2010 (ha)

Penggunaan lahan yang mengalami penambahan dan pengurangan luasan adalah hutan, perkebunan, sawah, semak belukar, tanah kosong, tegalan, dan vegetasi non budidaya lainnya. Penggunaan lahan yang mengalami penambahan luas dan tidak terkonsversi ke penggunaan lahan lain adalah permukiman dan tempat kegiatan. Penggunaan lahan yang mengalami konversi ke penggunaan lahan lain tetapi tidak mendapat penambahan luasan adalah tubuh air. Konversi dari penggunaan lahan tubuh air tidak signifikan karena memang sifat tubuh air yang cenderung tetap dan tidak berubah.

Transition Potensial

Potensi perubahan penggunaan lahan dihitung dan diprediksi lokasi terjadinya. Tahap ini menghasilkan peta lokasi potensi perubahan penggunaan lahan yang selanjutnya dimasukkan ke dalam model perubahan penggunaan lahan. Berdasarkan hasil yang didapat setelah melakukan tahap ini, didapat 54 model potensial perubahan penggunaan lahan. Masing-masing kelas penggunaan lahan selain permukiman dapat dimodelkan kecuali perubahan vegetasi non budidaya lainnya menjadi pemukiman. Perubahan penggunaan lahan yang tidak dapat dimodelkan ini terjadi karena peubah bebas yang dimodelkan memiliki peluang terjadinya perubahan yang sangat kecil.

Change Prediction

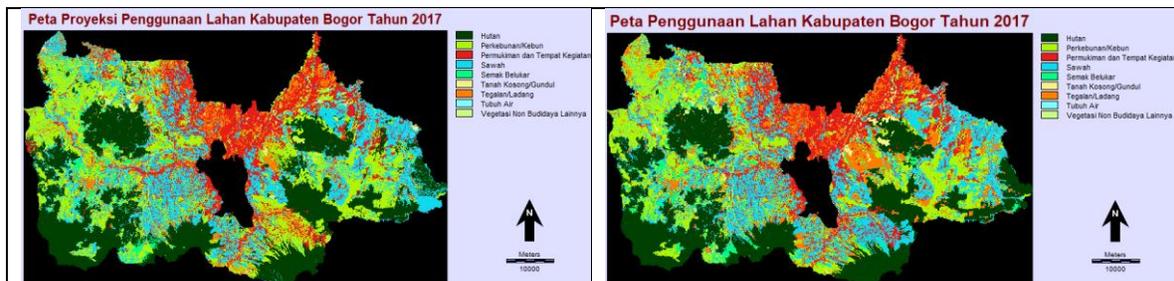
Perubahan penggunaan lahan selama periode tahun 2000 hingga 2010 yang telah dihitung potensi perubahannya, selanjutnya dilakukan pemodelan menggunakan metode Markov *Chain* untuk melakukan proyeksi penggunaan lahan di tahun 2017. Penelitian dengan menggunakan metode Markov *Chain* ini pernah dilakukan oleh Fajarini (2014) yang memprediksi perubahan penggunaan lahan pada tahun 2013 di Kabupaten Bogor. Prediksi yang dihasilkan memiliki nilai ketepatan sebesar 80,49%.

Tahapan ini menghasilkan matriks peluang terjadinya perubahan penggunaan lahan. Nilai peluang terjadinya perubahan di dalam matriks didasarkan pada perubahan penggunaan lahan dari tahun 2000 hingga 2010. Matriks peluang perubahan penggunaan lahan memiliki nilai peluang berkisar antara 0 sampai 1. Angka 0 menunjukkan tidak adanya peluang perubahan penggunaan lahan di masa yang akan datang karena pada tahun 2000 hingga 2010 juga tidak terjadi perubahan. Angka 1 menunjukkan peluang yang pasti berubah/tetap.

Uji Akurasi Model

Pemodelan yang telah dilakukan menggunakan metode Markov *Chain* akan menghasilkan peta proyeksi penggunaan lahan pada tahun 2017. Peta proyeksi ini selanjutnya diuji akurasinya berdasarkan peta penggunaan lahan tahun 2017 untuk melihat kesesuaian antara peta hasil proyeksi dengan peta penggunaan lahan tahun 2017 yang sebenarnya. Uji akurasi ini menghasilkan nilai Kappa atau kesesuaian antara jumlah kolom dan baris maksimal 1,00.

Menurut Altman (1990) nilai kappa 0,81-1,00 menunjukkan kesepakatan yang sangat baik, nilai kappa 0,61-0,80 adalah baik, nilai kappa 0,41-0,60 adalah sedang, 0,21-0,40 kurang dari sedang, dan nilai kappa <0,21 dikatakan buruk. Nilai Kappa yang didapat dari hasil uji akurasi ini sebesar 0,87. Hasil akurasi dari tiap penggunaan lahan tahun 2017 aktual maupun proyeksi kebanyakan mendapat nilai *Producer-User Accuracy* yang sangat baik berdasarkan pada kelas penggunaan lahannya.



Gambar 4. Penggunaan lahan 2017 proyeksi (kiri) dan aktual (kanan)

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Perubahan penggunaan lahan yang terjadi selama periode tahun 2000 hingga 2010 cukup dinamis berdasarkan faktor peubah bebas yang digunakan. Peubah bebas jarak ke jalan, ke pusat kecamatan dan kemiringan lereng mempengaruhi terhadap perubahan penggunaan lahan dan dapat dimasukkan dalam model. Kelas penggunaan lahan yang

paling banyak mengalami penurunan luasan adalah tegalan yang terkonversi sebesar 11.224 ha ke penggunaan lahan lain, sedangkan kelas penggunaan lahan yang paling banyak bertambah luasannya dari konversi lahan lain adalah perkebunan yang bertambah sebesar 10.982 ha. Kelas penggunaan lahan yang konsisten bertambah luasannya adalah permukiman dari sebesar 47.576 ha di tahun 2000 menjadi sebesar 51.217 ha di tahun 2010. Pemodelan perubahan penggunaan lahan yang dilakukan dengan menggunakan metode Markov *chain* mendapat nilai kappa sebesar 0,87 sehingga dapat diasumsikan bahwa pemodelan ini dapat melakukan proyeksi perubahan penggunaan lahan dengan sangat baik.

Saran

Metode Markov *chain* yang digunakan untuk pemodelan perubahan penggunaan lahan dapat dikatakan berhasil dengan tiga faktor peubah bebas yang digunakan. Namun faktor peubah bebas yang digunakan masih sedikit, oleh karena itu diperlukan faktor peubah bebas lainnya seperti kepadatan penduduk, pendapatan penduduk dan jenis tanah yang bisa ditambahkan dalam pemodelan agar proyeksi yang dihasilkan semakin baik dan dapat dipercaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Altman DG. 1990. *Practical Statistic for Medical Research*. CRC Press.
- Apriyana N. 2011. Kebijakan Pengendalian Konversi Lahan Pertanian Dalam Rangka Mempertahankan Ketahanan Pangan Nasional: Studi Kasus Pulau Jawa [Internet]. [diakses 10 maret 2020] tersedia di <http://www.bappenas.go.id/>.
- Fajarini R. 2014. Dinamika Perubahan Penggunaan Lahan dan Perencanaan Tata Ruang Di Kabupaten Bogor. Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Goetz SJ, Shortle JS, Bergstrom JC. *Land Use Problems and Conflicts Causes, Counsequences and Solutions*. 2005. New York (US): Routledge.
- Harahap, FR. 2013. Dampak Urbanisasi Bagi Perkembangan Kota di Indonesia. *Jurnal society* 1(1): 35-45.
- Jaya INS. 2014. *Analisis Citra Digital Perspektif Penginderaan Jauh untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam*. Bogor (ID): IPB Press.
- Kubangun SH, Haridjaja O, Gandasasmita K. 2016. Model Perubahan Penutupan/Penggunaan Lahan untuk Identifikasi Lahan Kritis di Kabupaten Bogor, Kabupaten Cianjur, dan Kabupaten Sukabumi. *Majalah Ilmiah Globe*. 18(1): 21-32.
- Munajati SL, Kartodihardjo H, Saleh MB, Nurwadjadi. 2019. Sensitivity analysis of ecosystem service especially food provisioning due to the dynamics of land use change in Bogor Regency. Publikasi IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciene. doi:10.1088/1755-1315/399/1/012040.
- Pravitasari AE, Saizen I, Tsutsumida N, Rustiadi E, Pribadi DO. 2015. Local Spatially Dependent Driving Forces of Urban Expansion in an Emerging Asian Megacity: The Case of Greater Jakarta (Jabodetabek). *Journal of Sustainable Development*, 8(1): 108-119.
- Pribadi DO, Shiddiq D, Ermyanila M. 2006. Model Perubahan Tutupan Lahan dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 7:35-51. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan.
- Septiana A, Iswati A, Panuju DR. 2013. Paddy Field Land Use Dynamics in Karawang Regency and Its Relevancy with Regional Urban Land Use Plan [Internet]. [diakses 14 Juni 2020]. Tersedia di <http://pwk.undip.ac.id/>