

PEMODELAN PERUBAHAN PENUTUPAN/PENGGUNAAN LAHAN DENGAN PENDEKATAN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK DAN LOGISTIC REGRESSION (STUDI KASUS: DAS CITARUM, JAWA BARAT)

Modeling Land Use/Cover Change Using Artificial Neural Network and Logistic Regression Approach (Case Study: Citarum Watershed, West Jawa)

Farid Ridwan¹⁾, Muhammad Ardiansyah²⁾, dan Komarsa Gandasasmita²⁾

¹⁾ Alumni Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian IPB, Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga Bogor 16680

²⁾ Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian IPB, Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga Bogor 16680

ABSTRACT

Land use / cover change may occur due to factors of socio, politic, economy, culture, nature and technology. Geographical Information System can be used to analysis of landuse and connecting to driving factors. This research objectives are : to map land use/cover change in Citarum Watershed between 2000 and 2010, and to model its changing using Artificial Neural Network (ANN) and Logistic Regression (Logit). Land use/cover is interpreted using Landsat of 2010 and 2010, while the model is developed using software Idrisi Selva. Factors used as driving factors used are distance to road, distance to river, district income, slope steepness and population density. The results show that the largest decreased area is sawah (31.873 ha) and rural areas is the largest increasing area (41.574 ha), Sawah areas have been converted to to agricultural area and rural area 24.863 ha and 24.106 ha respectively. Data validation shows that land of 2012 has produce good result where Kappa value is 0,9622 for ANN and value of 0,9642 for Logit. In this case, land use projection using ANN and Logit may predict area of land use change.

Keywords: Artificial Neural Network, land use / cover, Logistic Regression, model

ABSTRAK

Perubahan penutupan/penggunaan lahan dapat terjadi karena beberapa faktor antara lain faktor sosial, politik, ekonomi, budaya, alam, dan teknologi. Sistem Informasi Geografi (SIG) dapat digunakan untuk melihat perubahan itu dan menghubungkan faktor-faktor pendorong dengan perubahan yang terjadi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perubahan penutupan/penggunaan lahan di DAS Citarum periode tahun 2000-2010 dan memodelkan perubahan penutupan /penggunaan lahan DAS Citarum dengan pendekatan *Artificial Neural Network* (ANN) dan *Logistic Regression* (Logit). Perubahan penutupan/penggunaan lahan di DAS Citarum diinterpretasi dari citra Landsat tahun 2000 dan 2010. Pemodelan perubahan penggunaan lahan menggunakan *software* Idrisi Selva. Variabel faktor pendorong perubahan yang dipakai adalah jarak ke jalan, jarak ke sungai, pendapatan daerah, tingkat kemiringan lereng, kepadatan penduduk kabupaten dan kotamadya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sawah di DAS Citarum mengalami penurunan terluas sebesar 31.873 ha dan rural mengalami peningkatan terluas sebesar 41.574 ha. Sawah mengalami perubahan yang cukup besar menjadi lahan pertanian dan rural yaitu sebesar 24.863 ha dan 24.106 ha. Validasi peta proyeksi berdasarkan peta penggunaan lahan 2012 menunjukkan kesesuaian yang sangat baik dengan nilai Kappa 0,9622 untuk ANN dan 0,9642 untuk Logit. Proyeksi penggunaan lahan dengan pendekatan ANN dan Logit menunjukkan kedua pendekatan dapat memprediksikan wilayah perubahan penggunaan lahan.

Kata kunci: *Artificial Neural Network*, penutupan / penggunaan lahan, *logistic regression*, pemodelan

PENDAHULUAN

Penggunaan lahan adalah setiap bentuk intervensi manusia terhadap lahan dalam rangka memenuhi kebutuhan hidup baik materil maupun spiritual. Berbagai macam perlakuan dari manusia terhadap lahan akan menjadikan lahan tersebut berubah-ubah pemanfaatannya sesuai dengan kebutuhan manusia (Arsyad 1989).

Perkembangan sosial, politik, ekonomi, budaya, teknologi, dan keadaan alam menyebabkan terjadinya perubahan penutupan/ penggunaan lahan. Perubahan penutupan/ penggunaan lahan ini dapat menuju ke arah yang positif yaitu pembangunan yang sesuai dengan perencanaan dan daya dukung lahan namun juga dapat menuju ke arah yang negatif seperti polusi udara, air, perubahan iklim lokal, dan hilangnya biodiversitas (Hu *et al.* 2008).

SIG dapat digunakan untuk mengamati perubahan penutupan/penggunaan lahan dan menghubungkan faktor-faktor pemicu dengan perubahan yang terjadi. Dalam mengamati perubahan lahan dapat digunakan citra satelit dengan jangka waktu yang berbeda dan kemudian diinterpretasi secara visual ataupun secara digital menggunakan kunci interpretasi dan *software* pengolahan gambar ataupun SIG. Analisis perubahan penutupan/penggunaan lahan dapat dilakukan dengan menggunakan suatu model. Model merupakan salah satu pendekatan untuk mempelajari sesuatu yang terjadi di alam ini. Pemodelan yang bersifat dinamis dapat memprediksi keadaan yang akan datang (Munibah 2008). Aspinall (2004) mengatakan bahwa berbagai pendekatan pemodelan telah digunakan untuk eksplorasi analisis perubahan penggunaan lahan antara lain Markov Chain (Muller dan Middleton 1994), Cellular Automata (Clarke *et al.* 1994), dan model empiris (Agarwal *et al.* 2002). Iswahyudi (2003) menerapkan model Markov untuk menganalisis mekanisme perubahan penggunaan lahan Kota Medan dan untuk mengetahui kecenderungan perubahan penggunaan lahan Kota Medan pada periode yang akan datang. Pijanowski *et al.* (2002) menggunakan ANN untuk memprediksi perubahan penggunaan lahan di Michigan, Amerika Serikat. Tasha (2012) juga menggunakan ANN untuk memprediksi dan membangun model penggunaan lahan di Kabupaten Bengkalis. Sementara Hu dan Lo (2007) menerapkan Logit untuk pemodelan pertumbuhan permukiman di Atlanta, Amerika Serikat.

Pemodelan perubahan penutupan/penggunaan lahan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan ANN dan Logit yang memodelkan potensi perubahan suatu lahan menjadi suatu lahan yang lain. Hasil pemodelan ini adalah peta proyeksi penutupan/penggunaan lahan ke tahun yang akan datang. Karena keterbatasan data, variabel independen (faktor pendorong) yang digunakan sebagai faktor pendorong terjadinya perubahan lahan yang digunakan antara lain jarak ke jalan dan pendapatan penduduk yang merupakan faktor pendorong dari sisi ekonomi, jarak ke sungai sebagai salah satu faktor budaya, kepadatan permukiman di kotamadya dan kabupaten sebagai salah satu faktor sosial, dan kemiringan lereng sebagai faktor alam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penutupan/ penggunaan lahan di DAS Citarum tahun 2000 dan 2010 dan memodelkan perubahan penutupan/ penggunaan lahan DAS Citarum dengan pendekatan ANN dan Logit.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di DAS Citarum dan analisis data dilakukan di Laboratorium Penginderaan Jauh dan Informasi Spasial, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Penelitian berlangsung mulai dari bulan Agustus 2011 sampai Januari 2012.

Data yang digunakan antara lain peta citra Landsat tahun 2000, 2010, dan 2012, peta Rupa Bumi Indonesia (RBI), data kepadatan penduduk (Tahun 2010), data pendapatan penduduk (Tahun 2010), dan peta *Digital Elevation Model* (DEM)-*Shuttle Radar Topography Mission*

(SRTM). Alat yang digunakan adalah seperangkat komputer dengan *software* Idrisi Selva dan ArcMap

Penelitian ini terbagi dalam beberapa tahap yaitu tahap persiapan, tahap pengolahan data, tahap pemodelan dan proyeksi penggunaan lahan, dan validasi peta proyeksi.

Tahap Persiapan

Tahap Persiapan dimulai dari pengumpulan data. Data yang dipersiapkan antara lain citra Landsat, peta administrasi DAS Citarum, peta RBI, data kepadatan dan pendapatan penduduk, serta peta DEM-SRTM.

Tahap Pengolahan Data

Pengolahan data pada tahap awal adalah interpretasi citra Landsat secara visual yang menghasilkan peta penutupan/penggunaan lahan tahun 2000, 2010, dan 2012 dengan 12 kelas yaitu pertanian, agroforestri, tambak, rumput, tanaman hortikultur, sawah, hutan primer, rural, hutan sekunder, kebun teh, urban, dan tubuh air. Karena *software* Idrisi Selva harus menggunakan data raster, format peta (vektor) perlu dikonversi menjadi raster dengan ukuran piksel 100 x 100 m. Perubahan lahan dari tahun 2000 ke 2010 dijadikan sebagai variabel dependen dalam model, sedangkan hasil interpretasi 2012 digunakan sebagai dasar validasi peta proyeksi pemodelan.

Variabel independen yang dipakai dalam pemodelan antara lain peta jarak ke jalan, peta jarak ke sungai, peta kepadatan penduduk, peta pendapatan penduduk, dan peta elevasi. Peta jalan dan sungai diperoleh dari peta RBI skala 1:50.000. Peta jarak ke jalan dan jarak ke sungai dibuat dengan modul *Distance* pada Idrisi Selva. Jarak dihitung berdasarkan Euclidean, yaitu jarak dari satu objek ke objek lainnya. Sementara itu, data kepadatan penduduk digunakan untuk membuat peta kepadatan penduduk per piksel. Dalam penelitian ini, kepadatan penduduk dibedakan menjadi kepadatan penduduk urban dan rural. Urban adalah penduduk yang berada di Kota Bandung dan Kota Cimahi sedangkan penduduk rural adalah penduduk yang berada di wilayah kabupaten. Peta kepadatan penduduk dibuat dengan *Image Calculator* dengan memasukkan rumus :

$$P = 0,2402 * e^{(-0,9464 * (\text{jarak ke permukiman})/1000)}$$

dimana jarak ke permukiman dalam satuan meter. Peta kepadatan penduduk per piksel dibuat dengan rumus :

$$Pd = \rho * A * P * C$$

Dimana

Pd : peta kepadatan penduduk per piksel

ρ : kepadatan penduduk non spasial (penduduk km⁻²)

A : luas wilayah penyebaran populasi (km²) = 3,14 * (2 km)² = 12,5 km²

P : proporsi populasi

C : faktor konversi, dari 1 km² ke 1 piksel

Peta pendapatan penduduk diturunkan dari data pendapatan ke dalam atribut raster peta administrasi Kecamatan DAS Citarum. Peta SRTM digunakan untuk

membangun kontur. Dari kontur, dibuat peta lereng pada Idrisi dengan cara memilih menu GIS *Analysis - Surface Analysis - Topographic Variables - Slope*.

Tahap Pemodelan dan Proyeksi Penggunaan Lahan

Pemodelan dan proyeksi dilakukan dengan menggunakan menu *Land Change Modeler (LCM)* di dalam *software Idrisi Selva*. Tahapan yang digunakan antara lain *change analysis*, *transition potential*, dan *change prediction*. ANN dan Logit mempunyai tahapan yang hampir sama, hanya berbeda di dalam tahap *transition potential* pada saat pemilihan pendekatan yang diterapkan.

Pada tahap *change analysis*, peta penggunaan lahan tahun 2000 dijadikan sebagai *earlier land cover image* dan peta penggunaan lahan tahun 2010 digunakan sebagai *later land cover image*. Tahapan *change analysis* ini menghasilkan 23 kelas perubahan yang disebut dengan variabel dependen.

Tahapan selanjutnya adalah tahapan *transition potential* yang bertujuan untuk memprediksi lokasi yang berpotensi mengalami perubahan penggunaan lahan. Dalam tahapan ini, 23 variabel dependen dimodelkan satu per satu dengan 6 variabel independen ke dalam masing-masing model. Sebelum ditambahkan ke dalam model, variabel independen perlu diuji nilai Cramer's V untuk melihat keterkaitan antara variabel independen dengan variabel dependen. Rentang nilai Cramer's V berkisar antara 0-1, dimana nilai 0 menunjukkan ketidakterkaitan dan nilai 1 menunjukkan keterkaitan yang sangat erat. Selanjutnya *running model* dengan memilih pendekatan yang diterapkan, MLP *Neural Network* untuk ANN dan *Logistic Regression* untuk Logit.

Pembuatan proyeksi penggunaan lahan dilakukan dalam tahap *change prediction*. Metode yang digunakan adalah *Markov Chain* dengan proyeksi ke tahun 2012. Dalam tahapan ini, proyeksi dilakukan dengan mengasumsikan bahwa perubahan yang akan terjadi di masa depan memiliki pola dan peluang yang serupa dengan pola perubahan yang terjadi selama periode waktu yang digunakan.

Hasil dari *crosstab* adalah tabel tabulasi silang dan nilai Kappa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan Lahan DAS Citarum tahun 2000 dan 2010

Berdasarkan hasil klasifikasi, DAS Citarum memiliki 12 penutupan/penggunaan lahan yaitu pertanian, perkebunan, tambak, rumput, tanaman hortikultur, sawah, hutan primer, urban, hutan sekunder, kebun teh, rural, dan tubuh air. Berikut luas penutupan/penggunaan lahan DAS Citarum tahun 2000 dan 2010 (Tabel 1).

Penggunaan lahan terluas di DAS Citarum pada tahun 2000 adalah sawah disusul pertanian, hutan sekunder, hutan primer, rural, agroforestri, tanaman hortikultur, urban, tubuh air, tambak, kebun teh, dan rumput. Sawah juga merupakan penggunaan lahan yang paling luas penurunan, yaitu 31.873 ha di tahun 2010, diikuti oleh hutan sekunder (15.641 ha), hutan primer (12.319 ha) dan tanaman hortikultur (10.308 ha). Sementara penggunaan lahan yang mengalami peningkatan adalah rural seluas 41.574 ha, urban (1.559 ha), rumput (39 ha), dan kebun teh (31 ha)

Hubungan Variabel Independen yang Digunakan dalam Pemodelan terhadap Perubahan Penutupan/penggunaan Lahan di DAS Citarum tahun 2000-2010

Sebelum melakukan pemodelan, ditentukan dahulu variabel independen atau faktor pendorong yang ingin dimasukkan ke dalam pemodelan. Variabel yang digunakan adalah jarak ke jalan, jarak ke sungai, kepadatan penduduk per piksel, pendapatan penduduk, dan kemiringan lereng. Jarak ke jalan dan jarak ke sungai digunakan sebagai faktor pendorong terjadinya perubahan dari faktor budaya atau masyarakat. Peta kepadatan dan pendapatan penduduk merupakan faktor terjadinya perubahan dari sosial dan ekonomi. Peta kemiringan lereng merupakan faktor fisik yang mempengaruhi perubahan penutupan/penggunaan lahan.

Tabel 1. Luas penutupan/penggunaan lahan di DAS Citarum tahun 2000 dan 2010

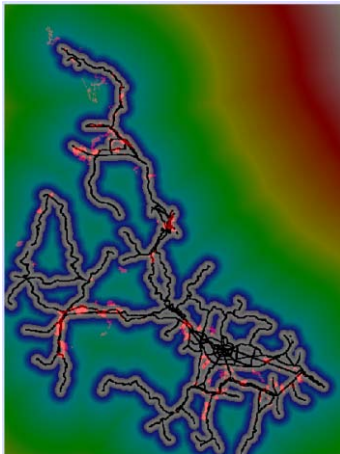
Penggunaan Lahan	Tahun 2000		Tahun 2010	
	Luas (ha)	% Luas	Luas (ha)	% Luas
Pertanian	117.299	17,79	123.969	18,80
Agroforestri	50.322	7,63	52.141	7,91
Tambak	13.178	2,00	11.073	1,68
Rumput	871	0,13	910	0,14
Tanaman hortikultur	39.675	6,02	49.983	7,58
Sawah	193.236	29,31	161.363	24,48
Hutan primer	77.950	11,82	65.631	9,96
Rural	22.751	3,45	64.325	9,76
Hutan sekunder	102.047	15,48	86.406	13,11
Kebun teh	3.672	0,56	3.641	0,55
Urban	18.636	2,83	20.195	3,06
Tubuh air	19.598	2,97	19.598	2,97
Total	659.235	100,00	659.235	100,00

Tahap Validasi Peta Proyeksi

Validasi peta proyeksi dilakukan dengan *crosstab* peta proyeksi terhadap peta penggunaan lahan tahun 2012.

Dari pengamatan variabel jarak ke jalan terlihat bahwa semakin mendekat ke jalan, semakin banyak penutupan/penggunaan lahan yang berubah menjadi

permukiman. Perubahan lahan pertanian-permukiman kabupaten umumnya terjadi di sepanjang jalan di bagian hilir DAS. Perubahan agroforestri-rural, tanaman hortikultur-rural, hutan primer-rural, dan hutan sekunder-rural terjadi di daerah hulu yang dekat dengan jalan. Perubahan lahan sawah-rural dan sawah-urban terjadi menyebar dan di lokasi yang dekat dengan jalan (Gambar 1).



Gambar 1. Peta *overlay* jarak ke jalan dengan perubahan sawah menjadi rural (warna merah)

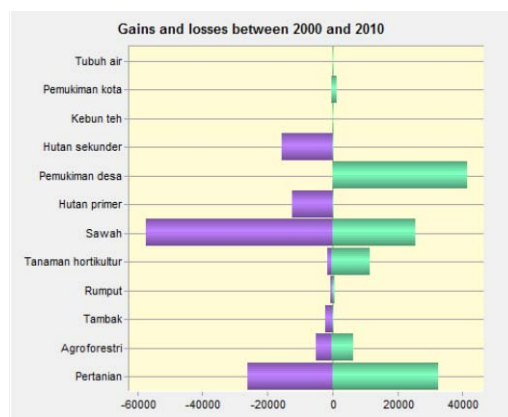
Dari pengamatan variabel jarak ke sungai dan kemiringan lereng terlihat bahwa perubahan suatu lahan menjadi sawah terjadi dekat dengan sungai dan berada di dataran yang relatif rendah. Perubahan penutupan/penggunaan lahan dapat terjadi di daerah dengan pendapatan agak kecil sampai sangat besar seperti di Kabupaten Karawang, Kabupaten Bekasi, Kabupaten Bogor, Kabupaten Purwakarta, Kabupaten Cianjur, Kabupaten Bandung bagian Timur, Kota Cimahi, dan Kota Bandung, sementara perubahan jarang terjadi di daerah Kabupaten Bandung bagian Barat. Pendapatan yang tinggi mengindikasikan aktifitas ekonomi yang tinggi pula yang dapat menyebabkan perubahan lahan di daerah maupun sekitar daerah tersebut.

Pemodelan dengan Pendekatan ANN dan Logit

1. Change Analysis

Pada tahap ini dihasilkan grafik penambahan dan pengurangan luas dari setiap penutupan/penggunaan lahan antara tahun 2000 dan 2010 (Gambar 2). Warna hijau menunjukkan penambahan luas sedangkan warna ungu menunjukkan pengurangan luas.

Dari Gambar 2 diketahui bahwa umumnya luas penutupan/penggunaan lahan bertambah dari konversi penggunaan lahan lain dan menurun akibat konversi ke penggunaan lahan lain. Penggunaan lahan yang bertambah dan berkurang luasnya adalah pertanian, agroforestri, rumput, tanaman hortikultur dan sawah. Penggunaan lahan yang bertambah dan tidak mengalami konversi adalah rural dan urban. Penggunaan lahan yang mengalami konversi dan tidak mengalami pertambahan adalah hutan primer, hutan sekunder, tambak, dan kebun teh. Penggunaan lahan yang tidak mengalami baik pertambahan maupun pengurangan luas adalah tubuh air.



Gambar 2. Grafik penambahan dan pengurangan luas tahun 2000-2010

Sebagai misal rural mengalami penambahan luas sebesar 41.574 ha dan tidak mengalami penurunan luas. Pertanian mengalami penambahan luas sebesar 32.641 ha dan penurunan sebesar 25.971 ha. Sawah mengalami penambahan luas sebesar 25.543 ha dan penurunan sebesar 57.416 ha. Tanaman hortikultur mengalami penambahan luas sebesar 11.929 ha dan penurunan luas sebesar 1.621 ha. Agroforestri mengalami penambahan luas sebesar 6.884 ha dan penurunan luas sebesar 5.065 ha. Permukiman kota mengalami penambahan luas sebesar 1.559 ha dan tidak mengalami penurunan luas. Rumput mengalami penambahan 787 ha dan penurunan luas sebesar 748 ha. Hutan primer mengalami penambahan luas sebesar 16 ha dan penurunan luas sebesar 12.335 ha. Kebun teh, tambak, dan hutan sekunder tidak mengalami penambahan luas namun mengalami penurunan luas masing-masing 31 ha, 2.105 ha, dan 15.641 ha. Sedangkan untuk tubuh air tidak mengalami penambahan maupun penurunan luas. Dari tahapan ini juga dihasilkan peta 23 kelas perubahan lahan dari tahun 2000 ke tahun 2010 (Gambar 3).

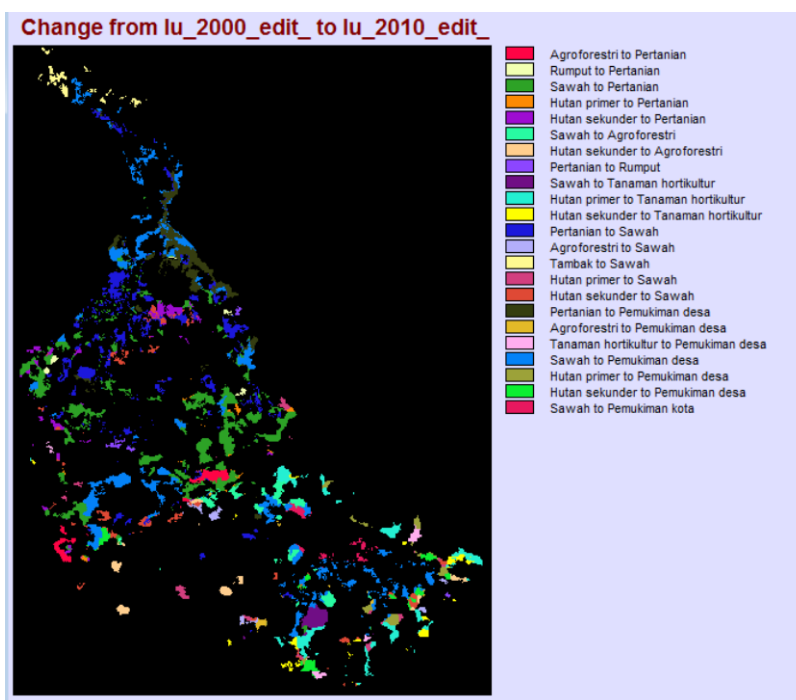
2. Transition Potential

Tahap ini menghitung potensi dan memprediksi lokasi terjadinya suatu perubahan penutupan/penggunaan lahan. Dalam tahapan ini, Logit tidak dapat menghitung potensi dan memprediksi terjadinya beberapa perubahan lahan antara lain tambak menjadi sawah, hutan sekunder menjadi rural, dan rumput menjadi pertanian.

3. Change Prediction

Tahap ini menggunakan hasil dari tahap transition potential untuk dijadikan peta proyeksi. Tahap ini juga menghasilkan juga tabel Markov Chain yang berisikan peluang terjadinya perubahan penggunaan lahan (Gambar 4).

Nilai peluang terjadinya perubahan di dalam tabel didasarkan pada perubahan penutupan/penggunaan lahan tahun 2000-2010. Peluang perubahan yang terjadi dari tahun 2000-2010 merupakan gambaran dari peluang terjadinya perubahan di masa yang akan datang. Pada matriks peluang perubahan, nilai peluang berkisar antara 0-1 yang mana 0 menunjukkan tidak adanya peluang perubahan penutupan/penggunaan lahan sedangkan 1 menunjukkan peluang pasti berubah.



Gambar 3. Peta 23 kelas perubahan lahan dari tahun 2000-2010

Given :	Probability of changing to :												
	Pertanian	Agroforestri	Tambak	Rumput	Tanaman ho	Sawah	Hutan primer	Pemukiman	Hutan sekun	Kebun teh	Pemukiman	Tubuh air	
Pertanian	0.9280	0.0000	0.0000	0.0065	0.0000	0.0506	0.0000	0.0149	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Agroforestri	0.0155	0.9782	0.0000	0.0000	0.0000	0.0050	0.0001	0.0012	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Tambak	0.0000	0.0000	0.9631	0.0001	0.0000	0.0369	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Rumput	0.6925	0.0015	0.0000	0.3047	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	
Tanaman hortikultur	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9916	0.0023	0.0000	0.0061	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Sawah	0.0508	0.0078	0.0000	0.0000	0.0038	0.9032	0.0000	0.0320	0.0000	0.0000	0.0024	0.0000	
Hutan primer	0.0014	0.0000	0.0000	0.0000	0.0217	0.0083	0.9635	0.0051	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Pemukiman desa	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Hutan sekunder	0.0066	0.0053	0.0000	0.0000	0.0054	0.0142	0.0000	0.0037	0.9649	0.0000	0.0000	0.0000	
Kebun teh	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0016	0.0000	0.9983	0.0000	0.0000	
Pemukiman kota	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
Tubuh air	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	

Gambar 4. Matriks peluang perubahan penutupan/penggunaan lahan

Sebagai misal, peluang terjadinya pertanian menjadi sawah adalah 0,0506 yang berarti kecil kemungkinan terjadinya perubahan tersebut. Peluang terjadinya pertanian menjadi kebun teh adalah 0,0000 yang berarti tidak ada kemungkinan terjadinya perubahan pertanian menjadi kebun teh di masa yang akan datang.

4. Luas Penutupan/Penggunaan Lahan Peta Proyeksi

Luas penutupan/penggunaan lahan peta proyeksi yang dihasilkan oleh metode ANN dan Logit tidak jauh berbeda. Berikut disajikan luas penutupan/penggunaan lahan peta tahun 2012 ANN dan Logit.

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa perbedaan jumlah luas yang paling besar terdapat pada jenis penutupan/penggunaan lahan pertanian dengan selisih 1.119 ha. Untuk jenis penutupan/penggunaan lahan yang lain besar selisih luasnya dibawah 1.000 ha. Untuk tanama

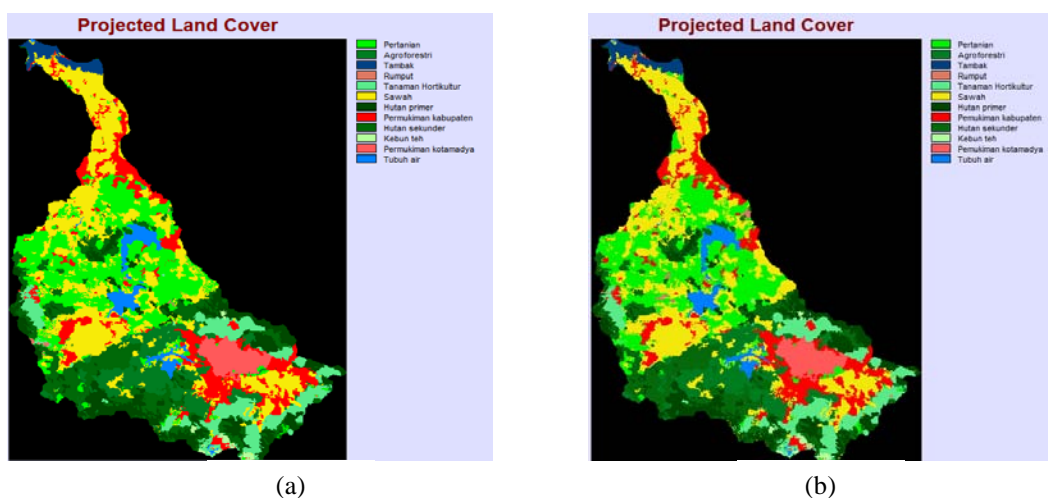
hortikultur, hutan primer, kebun teh, urban, dan tubuh air luas lahannya sama. Luas lahan yang sama menunjukkan bahwa ANN dan Logit dalam penelitian ini memiliki kesamaan dalam memprediksi beberapa perubahan penggunaan lahan.

Validasi Peta Proyeksi Penutupan/Penggunaan Lahan Pendekatan ANN dan Logit Berdasarkan Peta Penggunaan Lahan Tahun 2012

Hasil pemodelan menghasilkan peta proyeksi penutupan/penggunaan lahan yang bisa dilihat pada Gambar 5. Peta proyeksi ini divalidasi berdasarkan peta penutupan/penggunaan lahan tahun 2012 (Gambar 6). Validasi dilakukan untuk melihat kesesuaian peta proyeksi penutupan/ penggunaan lahan dengan peta penutupan/ penggunaan lahan tahun 2012.

Tabel 2. Luas penutupan/penggunaan lahan peta tahun 2012 ANN dan Logit

Penutupan/Penggunaan Lahan	2012 ANN (ha)	2012 Logit (ha)	Selisih (ha)
Pertanian	125.829	124.710	1119
Agroforestri	52.237	52.726	489
Tambak	10.664	11.073	409
Rumput	1086	1716	630
Tanaman hortikultur	52.182	52.182	0
Sawah	154.458	154.049	409
Hutan primer	63.235	63.235	0
Rural	72.359	72.039	320
Hutan sekunder	83.364	83.684	320
Kebun teh	3.641	3.641	0
Urban	20.582	20.582	0
Tubuh air	19.598	19.598	0
Total	659.235	659.235	0



Gambar 5. Peta proyeksi penutupan/penggunaan lahan tahun 2012 dengan pendekatan ANN (a) dan Logit (b)

Nilai kappa atau kesesuaian (kesepakatan) antara jumlah kolom dan baris maksimal 1,00. Menurut Bhisma (1997) nilai Kappa > 0,75 menunjukkan kesepakatan yang sangat baik, nilai Kappa = 0,04–0,75 kesepakatan baik dan bila nilai Kappa < 0,40 kesepakatan lemah. Nilai kappa untuk ANN adalah 0,9643 dan untuk Logit 0,9650. Nilai ini menunjukkan bahwa proyeksi penutupan/penggunaan lahan 2012 kedua metode mempunyai kesepakatan yang sangat baik terhadap penutupan/penggunaan lahan tahun 2012 hasil interpretasi.

SIMPULAN

Perubahan penutupan/penggunaan lahan di DAS Citarum yang terjadi selama tahun 2000 sampai 2010 dan 2012 sangat dinamis. Penggunaan lahan sawah menurun secara konsisten baik 2000-2010 maupun 2010-2012, sedangkan penggunaan lahan yang konsisten bertambah adalah urban dan rural.

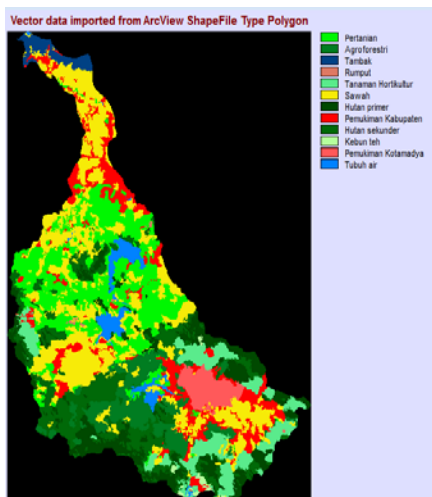
Model ANN dan Logit dapat melakukan proyeksi penutupan/penggunaan lahan dengan sangat baik dengan nilai Kappa masing-masing 0,9622 dan 0,9642.

DAFTAR PUSTAKA

Agarwal C, Green GM, Grove JM, Evans TP, Schweik CM.(Eds.). 2002. A review and assessment of land-use change models:dynamics of space, time, and human choice, CIPEC Collaborative Report Series No.1. USDA Forest Service. Indiana.

Arsyad S. 1989. *Konservasi tanah dan air*. IPB Press. Bogor.

Aspinall R. 2004. Modelling land use change with generalized linear models-a multi-model analysis of change between 1860 and 2000 in Gallatin Valley, Montana. *Journal of Environmental Management*, 72:91-103.



Gambar 6. Peta penutupan/penggunaan lahan tahun 2012

- Bhisma M. 1997. *Prinsip Dan Metode Riset Epidemiologi*. UGM Press. Yogyakarta.
- Clarke KC, Brass JA, Riggan PJ. 1994. A cellular-automaton model of wildfire propagation and extinction. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 60(11):1355-1367.
- Hu D, Yang G, Wu Q, Li H, Liu X, Niu X, Wang Z, Wang Q. 2008. Analyzing land use changes in the metropolitan jilin city of Northeastern China Using Remote Sensing and GIS. *Sensors*, 8:5449-5465.
- Hu Z, Lo CP. 2007. Modeling urban growth in Atlanta using logistic regression. *Computers, Environment and Urban Systems*, 31:667-688.
- Iswahyudi. 2003. Penerapan model markov dalam analisis perubahan penggunaan lahan Kota Medan [tesis]. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Muller MR, Middleton J. 1994. A markov model of land-use change dynamics in the Niagara Region, Ontario, Canada. *Landscape Ecology*, 9(2):161-167.
- Munibah K. 2008. Model Penggunaan lahan berkelanjutan di DAS Cidanau, Kabupaten Serang, Propinsi Banten [disertasi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Pijanowski BC, Brown DG, Shellito BA, Manik GA. 2002. Using neural network and GIS to forecast land use changes: a land transformation model. *Computers, Environment and Urban Systems*, 26:553-575.
- Tasha K. 2012. Pemodelan perubahan penggunaan lahan dengan menggunakan pendekatan Artificial Neural Network [skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
-

