

PEMODELAN SPASIAL DEFORESTASI DI KABUPATEN TASIKMALAYA, PROVINSI JAWA BARAT

(Spatial Modeling on Deforestation in Tasikmalaya Regency, West Java Province)

Irmadi Nahib, Turmudi dan Yatin suwarno

Pusat Penelitian, Promosi, dan Kerja Sama, Badan Informasi Geospasial

Jl. Raya Jakarta – Bogor Km. 46 Cibinong 16911

E-mail: irmadi.nahib@big.go.id

Diterima (received): 1 Juli 2015; Direvisi (revised): 20 Oktober 2015; Disetujui untuk dipublikasikan (accepted): 25 November 2015

ABSTRAK

Peningkatan jumlah penduduk memiliki konsekuensi terhadap perkembangan ekonomi yang menuntut kebutuhan lahan untuk pemukiman, industri, infrastruktur dan jasa, sehingga akan berdampak terhadap laju deforestasi yang dapat mempengaruhi perubahan iklim. Berdasarkan hasil analisis tutupan hutan antara tahun 2000 sampai tahun 2009 bahwa deforestasi di Pulau Jawa mencapai sekitar 1,38 juta ha atau sekitar 60,64% dari luas hutan yang ada. Sedangkan deforestasi di Jawa Barat sekitar 596.743,40 ha, atau 62,55% dari seluruh deforestasi di Pulau Jawa. Deforestasi juga terjadi di wilayah hutan Kabupaten Tasikmalaya. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui perubahan tutupan hutan Kabupaten Tasikmalaya pada periode 1990-2011, dan membangun model spasial deforestasi di Kabupaten Tasikmalaya untuk memprediksi deforestasi masa yang akan datang. Pengembangan model deforestasi dilakukan dengan menggunakan model regresi logistik. Variabel dependen (Prediktor, Y) biner regresi logistik dinyatakan sebagai 0 dan 1, dimana 1 mengungkap terjadinya deforestasi, dan 0 tidak terjadi deforestasi. Variabel independen yang digunakan adalah jarak dari jalan, jarak dari tepi hutan, jarak dari sungai, kelas kelerengan dan kepadatan penduduk. Model ini dibangun atas terjadinya deforestasi antara tahun 1990 dan 2011. Persamaan model deforestasi yang diperoleh adalah Logit (deforestasi) = $-2,3711 + 0,000776 x_1 + 0,002311 x_2 + 0,000554x_3 - 0,401958 X_4 - 1,346622 x_5$, dengan nilai Relative Operating Characteristics (ROC) sebesar 0,8874. Hasil validasi model menggunakan deforestasi kejadian antara 2000-2011 menunjukkan bahwa model yang dikembangkan cukup baik dengan memberikan akurasi 77,68%.

Kata kunci: pemodelan spasial, penggundulan hutan, model logistik, perubahan penggunaan lahan, prediksi

ABSTRACT

The increase in population has consequences to the economic development which demand the need of land for residential, industrial, infrastructure and services, and will have impact to increase rate of deforestation that can affect to climate change. Based on analysis of forest cover changes between 2000 and 2009 shows that deforestation in Java around 1.38 million ha, or about 60.64 percent of the existing forest area. While deforestation in West Java accounted at around 596,743.40 ha (62.55%). The deforestation also occurred in forest area of Tasikmalaya Regency. This research objectives are to determine forest cover change. Tasikmalaya Regency in the period 1990-2011, and building a spatial model of deforestation to predict the future deforestation. The development model of deforestation was done by using a logistic regression model. The dependent variable (Prediktor, Y) binary logistic regression expressed as 0 and 1, where 1 reveal the deforestation and 0 is not deforestation. The independent variables used are: distance, distance from the forest edge, distance from river, slope and population density. This model was built upon the occurrence of deforestation between 1990 and 2011. Equation of the deforestation models obtained were: logit (deforestation) = $-2.3711 + 0.000776 x_1 + 0.002311 x_2 + 0.000554x_3 - 0.401958 X_4 - 1.346622 x_5$, with a value of Relative Operating Characteristics (ROC) of 0.8874. The results of model validation using deforestation between 2000-2011 shows that the model developed was quite suitable, providing accuracy of 77,68%.

Keywords : spatial model, deforestation, logistic model, land use change, prediction

PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk memiliki konsekuensi terhadap perkembangan ekonomi yang menuntut kebutuhan lahan untuk permukiman, industri, infrastruktur, dan jasa (Munibah dkk., 2006). Merujuk Wulandari (2011), dampak peningkatan jumlah penduduk akan membutuhkan lebih banyak

ruang untuk bercocok tanam, tempat tinggal, dan perdagangan serta industri, sehingga akan meningkatkan laju deforestasi. Hal ini dapat menimbulkan dampak besar bagi lingkungan, seperti pemanasan global, banjir dan longsor. Kondisi ini sesuai dengan Chen *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa perubahan penggunaan lahan/tutupan lahan (*Land Use Land*

Changes/LULC) merupakan hal yang penting bagi perubahan sosial, pembangunan ekonomi regional, dan perubahan lingkungan.

Dinamika perubahan tutupan lahan merupakan objek kajian yang penting dan selalu menarik untuk diteliti karena berkaitan dengan berbagai isu perubahan global (Guan *et al.*, 2011). Pada umumnya, hutan dan ruang terbuka hijau menjadi korban dalam pemanfaatan lahan, karena adanya anggapan bahwa hutan dan lahan hijau tidak termasuk dalam mekanisme ekonomi pasar dan mempunyai nilai pasar yang kalah oleh harga tanah (Irwan dkk, 2008).

Perubahan tutupan hutan menjadi bukan hutan yang bersifat permanen didefinisikan sebagai deforestasi. Menurut FAO (*Food and Agriculture Organization*), 2011 deforestasi adalah konversi hutan menjadi penggunaan lain atau pengurangan berjangka panjang atas penutupan tajuk di bawah sepuluh persen (Machfudh, 2012). Sedangkan Nawir dkk. (2008), deforestasi adalah hilangnya tutupan hutan secara permanen ataupun sementara. Secara sederhana, deforestasi adalah perubahan tutupan suatu wilayah dari berhutan menjadi tidak berhutan, artinya dari suatu wilayah yang sebelumnya berpenutupan tajuk berupa hutan (vegetasi pohon dengan kerapatan tertentu) menjadi bukan hutan (bukan vegetasi pohon atau bahkan tidak bervegetasi).

Berdasarkan hasil analisis tutupan hutan antara tahun 2000 sampai tahun 2009 bahwa hutan di Indonesia yang mengalami deforestasi sekitar 15,15 juta ha (14,67%). Deforestasi di Jawa mencapai sekitar 1,38 juta ha (60,64%). Sedangkan deforestasi di Jawa Barat mencapai sekitar 596.743,40 ha (62,55%). Laju deforestasi hutan di Jawa Barat sebesar 59.674,34 ha per tahun (Wirendro dkk., 2011). Hasil analisis peta penggunaan lahan tahun 1990 dan tahun 2011 (Ditjen Planologi, Kementerian Kehutanan), menyatakan luas hutan di Kabupaten Tasikmalaya pada tahun 1990 adalah 50.984 ha, sedangkan pada tahun 2011, luas hutan menurun menjadi 44.017 ha. Dalam periode dua puluh satu tahun terjadi penurunan luas hutan sebesar 6.967 ha.

Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Tasikmalaya merupakan salah satu dari 14 KPH dalam Perum Perhutani Regional Jawa Barat dan Banten. Jenis tanaman yang menjadi andalan dari KPH Tasikmalaya adalah jati, mahoni, meranti, puspa, sengon, akasia mangium albazia, rimba campuran. Perubahan penggunaan lahan dapat diprediksi secara kuantitatif dengan memasukkan faktor-faktor fisik, sosial, ekonomi dan kebijakan (Munibah dkk., 2010). Prediksi perubahan penggunaan lahan dapat dianalisis melalui pendekatan model berbasis spasial, salah satunya adalah berdasarkan *Cellular Automata* (CA). CA adalah suatu permodelan berbasis spasial yang mampu memprediksi kondisi di waktu yang akan datang dari interaksi lokal antar sel pada *grid* yang teratur (Hand, 2005), dimana sel merepresentasikan penggunaan lahan. Aturan (*rule*) dibuat sebagai

pertimbangan sel tetangganya yang menjadi dasar perubahan penggunaan lahan. CA terdiri dari beberapa komponen yaitu *cell* (piksel), *state*, ketetanggaan (*neighborhood*) dan *transition ruler/transition function*.

Model penggunaan lahan dengan menggunakan CA telah diterapkan sebagai alat untuk mendukung perencanaan penggunaan lahan dan analisis kebijakan serta mengeksplorasi skenario untuk pembangunan di masa depan (van Vliet *et al.*, 2009). Perubahan penggunaan lahan, pada suatu lokasi dan dalam kurun waktu tertentu, dapat dikaji sebagai fenomena atau peristiwa yang bersifat dikotomi. Perubahan penggunaan lahan, sebagai fenomena yang bersifat biner, hanya terdiri dari dua kategori yaitu berubah atau tidak berubah. Faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan umumnya merupakan kombinasi antara variabel yang bersifat kontinu dan kategorikal (Xie *et al.*, 2005). Analisis faktor-faktor yang berpengaruh terhadap perubahan penggunaan lahan didekati dengan persamaan regresi *logistic biner* (logit model). Merujuk Munibah dkk. (2008), faktor yang berpengaruh terhadap perubahan lahan hutan menjadi pertanian adalah bentuk lahan, kemiringan lereng, jenis tanah, curah hujan, jarak dari jalan dan mata pencaharian masyarakat.

Peran data penginderaan jauh saat ini semakin berkembang karena informasi yang disajikan lebih lengkap, dapat diperoleh dengan waktu yang relatif singkat, berulang, dan dengan cakupan yang sangat luas. Aplikasi data penginderaan jauh dapat digunakan untuk mengetahui pola terjadinya deforestasi dan untuk memprediksi deforestasi pada periode yang akan datang dengan mempertimbangkan beberapa faktor melalui penyusunan model deforestasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan tutupan hutan Kabupaten Tasikmalaya pada periode 1990-2011, dan membangun model spasial deforestasi di Kabupaten Tasikmalaya untuk memprediksi tingkat deforestasi masa yang akan datang.

METODE

Data yang digunakan pada penelitian ini meliputi:

1. Peta penutupan dan penggunaan lahan, skala 1 : 250.000 dari citra Landsat, Ditjen Planologi Kementerian Kehutanan.
2. Peta jaringan jalan Kabupaten Tasikmalaya, skala 1 : 50.000.
3. Peta kelas kemiringan Lereng Kabupaten Tasikmalaya, skala 1 : 50.000.
4. Peta wilayah administratif Kabupaten Tasikmalaya, Bappeda Tasikmalaya .
5. Data/Peta kepadatan penduduk Kabupaten Tasikmalaya.

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah ArcGIS, Idrisi Selva, dan MS Excel.

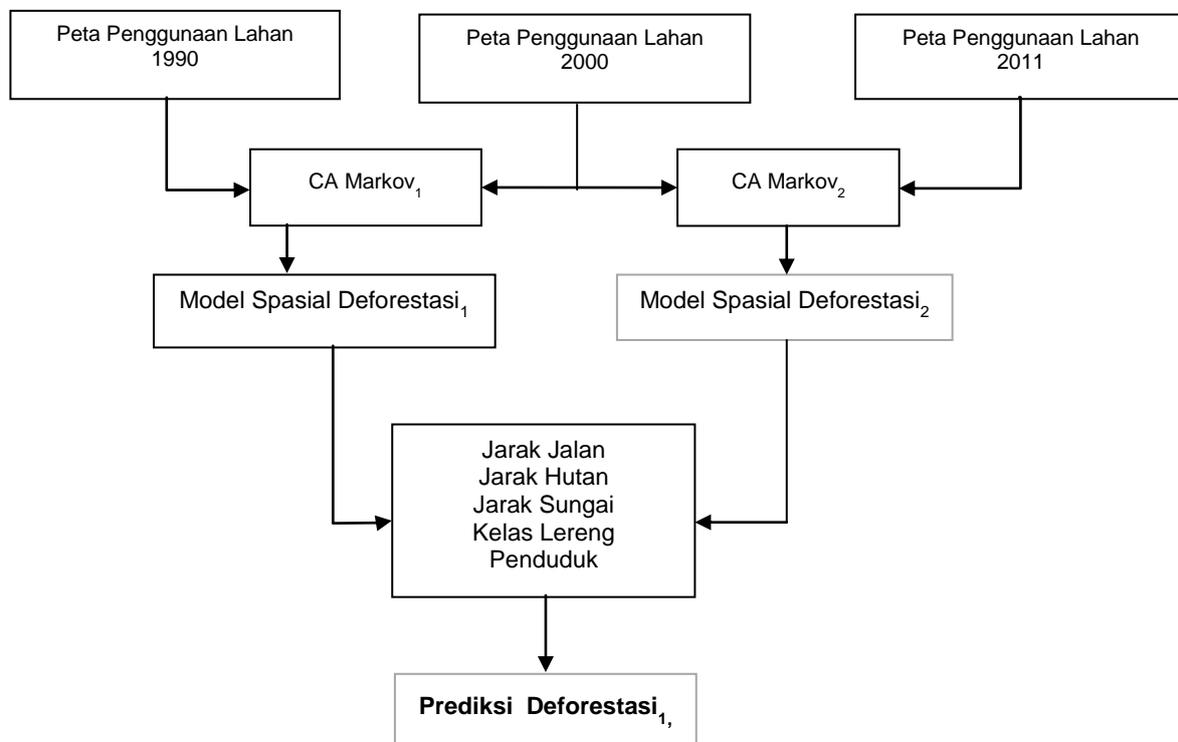
Analisis Perubahan Penggunaan Lahan

Klasifikasi peta penutupan dan penggunaan lahan dari pengkelasan tipe penutup lahan dari 23 klas menjadi 6 klas, yakni badan air, hutan alami, hutan tanaman, tanah terbuka (marginal), pertanian dan pemukiman). Peta format vektor diubah menjadi format raster dengan ukuran *cell* 30. Analisis perubahan penggunaan lahan dilakukan dengan *tool Modelling/Enviromental/Simulation Model/Land Change Modeler* peta penutup pada *software* Idrisi Selva terhadap penggunaan lahan tahun 1990, 2000 dan 2011 dalam format raster. Analisis ini menghasilkan peta kesesuaian lahan untuk setiap tipe penggunaan lahan, *transitional probability/area matrix* dan *moving filter*. Skenario perubahan penggunaan lahan pada setiap piksel tergantung pada kesesuaian lahannya dan penggunaan lahan

tetangganya (Jacob *et al.*, 2008). Pengaruh ketetanggaan artinya perubahan penggunaan lahan pada suatu piksel akan dipengaruhi oleh penggunaan lahan pada piksel tetangganya.

Model Spasial Deforestasi

Pemodelan deforestasi perubahan penggunaan lahan yang dianalisis yaitu perubahan penggunaan lahan hutan menjadi non-hutan (deforestasi) periode tahun 1990-2000 dan 2000-2011 (**Gambar 1**). Prediksi deforestasi dengan modul *CA-Markov* diasumsikan bahwa perubahan deforestasi mengikuti pola perubahan deforestasi sebelumnya, dengan fungsi regresi logistik. Filter yang digunakan adalah filter 5x5 artinya perubahan penggunaan lahan pada piksel pusat dipengaruhi oleh penggunaan lahan pada 24 piksel sekitarnya.



Gambar 1. Bagan alir model prediksi.

Menurut Hair (2010), regresi logistik merupakan bentuk khusus regresi yang diformulasikan untuk memprediksi dan menerangkan suatu variabel kategori biner. Analisis regresi logistik yang ditampilkan pada format raster (grid). Analisis ini bisa digunakan untuk menjelaskan terjadi atau tidak terjadinya deforestasi. Hasil regresi logistik diuji ketepatannya dengan metode *Relative Operating Characteristic* (ROC) dengan nilai antara 0,5-1,0. Nilai 1,0 mengindikasikan hasil penghitungan tepat sempurna, sedangkan nilai 0,5 mengindikasikan bahwa hasil penghitungan tersebut karena pengaruh acak saja (Pontius & Schneider, 2001).

Peubah bebas terdiri atas jarak dari jalan, jarak dari sungai, jarak tepi hutan (menggunakan metode *euclidean distance*), kelerengan dan kepadatan

penduduk. Peubah (y) adalah 0 dan 1, dimana 0 merupakan tidak terjadinya deforestasi dan 1 merupakan terjadinya deforestasi. Persamaan regresi logistik dapat dirumuskan dengan bentuk **Persamaan 1** dan **Persamaan 2**, berikut ini:

$$\ln (P/1-P) = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + e \dots\dots(1)$$

$$\text{Logit} (P) = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + e \dots\dots(2)$$

Dimana :

- P = Nilai peluang deforestasi,
- a = Konstanta,
- b = Koefisien,
- x₁ = Jarak jalan (meter)
- x₂ = Jarak sungai (meter)
- x₃ = Jarak dari tepi hutan (meter)
- x₄ = Kelas kelerengan,

x_5 = Kelas kepadatan penduduk, dan
 e = Error

Hasil analisis regresi diuji dengan nilai probabilitas. Variabel dengan angka probabilitasnya lebih kecil dari 0,05, untuk itu variabel-variabel tersebut dapat digunakan untuk penghitungan selanjutnya (Prasetyo, *et.al*, 2009). Hasil pengolahan logistik akan diperoleh dari model prediksi deforestasi pada tahun 2011. Validasi model dilakukan dengan membandingkan deforestasi tahun 2011 hasil simulasi dengan deforestasi tahun 2000 - 2011 aktual. Akurasi model diharapkan mencapai nilai paling sedikit 85%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

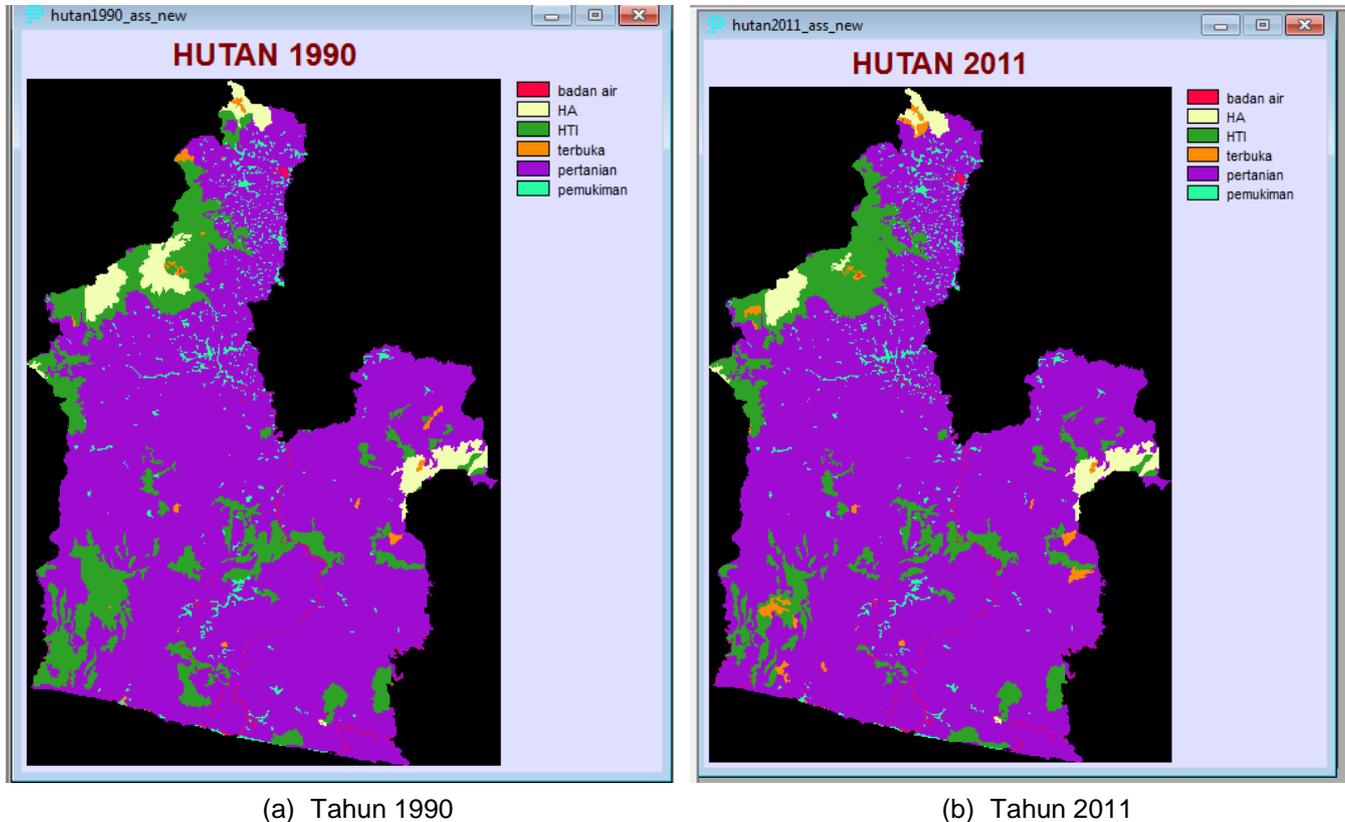
Analisis Perubahan Lahan

Penggunaan lahan di Kabupaten Tasikmalaya periode tahun 1990, 2000 dan 2011 disajikan pada **Tabel 1** dan **Gambar 2**. Areal penggunaan lahan tertinggi pada tahun 1990 adalah lahan pertanian, dengan luas mencapai 210.831 ha (77,92%). Kelas penggunaan lahan sebagai lahan pertanian mencakup seluruh jenis pertanian dalam arti luas termasuk lahan pertanian kering, pertanian lahan kering campuran dan sawah. Luas hutan (hutan alami dan hutan tanaman) mencapai 50.984 ha (18,84%). Sedangkan luas areal pemukiman

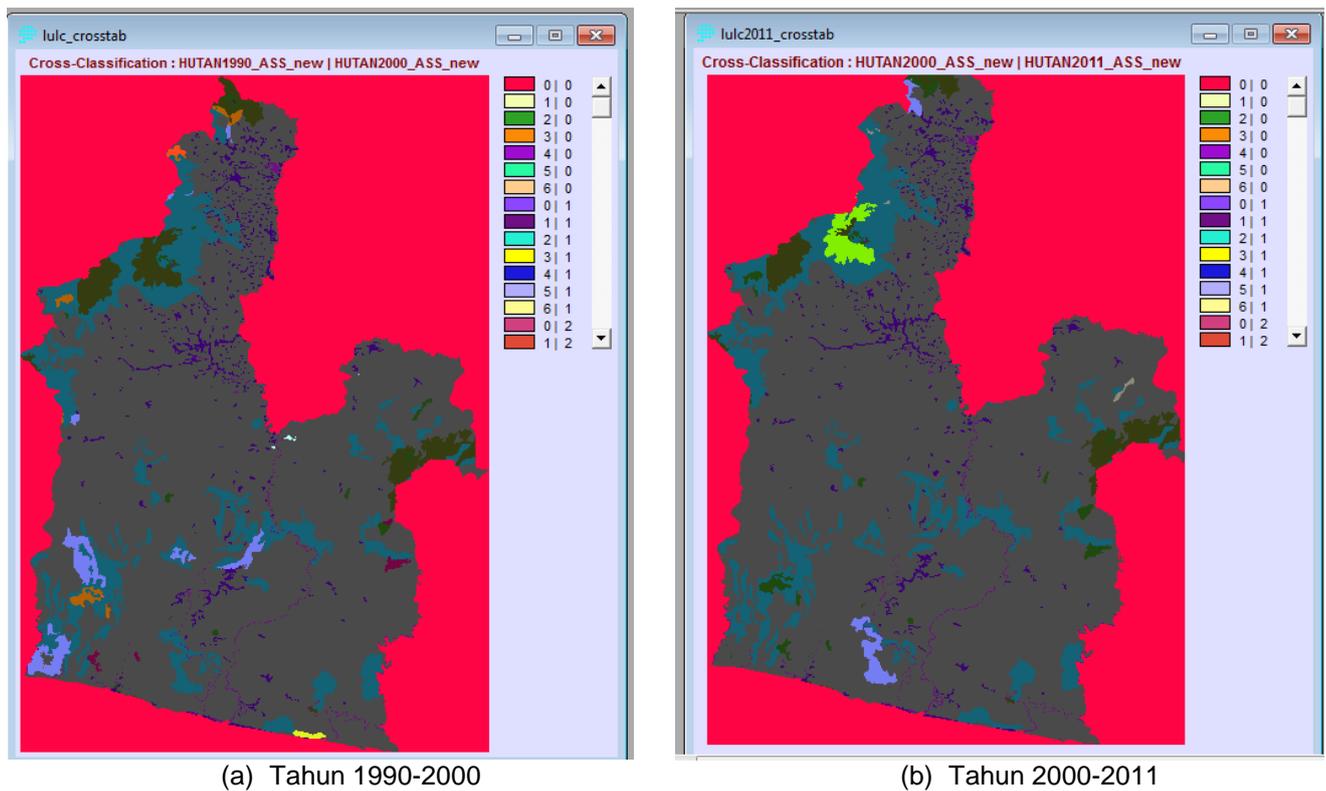
mencapai 6.127 ha (2,26%). Lahan marginal (tanah terbuka, semak belukar) keberadaannya hanya 1.242 ha (0,46%).

Pada tahun 2000 dan tahun 2011 distribusi luas penggunaan lahan relatif sama dengan kondisi pada tahun 1990. Areal pertanian masih merupakan areal yang terluas dengan luas sekitar 80% dari luas seluruh areal di Kabupaten Tasikmalaya. Sedangkan perubahan penggunaan lahan periode 1990-2000 dan periode 2000-2011 disajikan pada **Tabel 2** dan **Gambar 3**. Pada periode tahun 1990-2000 keberadaan hutan alami relatif tetap, sedangkan hutan tanaman mengalami perubahan sebesar 12% dan tanah marginal yang merupakan kelompok tanah terbuka, semak dan rawa berubah sekitar 129%. Luas hutan di Kabupaten Tasikmalaya pada tahun 1990 adalah 50.984 ha, sedangkan pada tahun 2011, luas hutan menurun menjadi 44.017 ha.

Deforestasi pada periode tahun 1990-2000 sebesar 5.007 ha (9,82%) dengan rata-rata deforestasi sebesar 500 ha per tahun. Dalam periode dua puluh satu tahun terjadi penurunan luas hutan sebesar 6.967 ha. Deforestasi rata-rata di Kabupaten Tasikmalaya adalah 332 ha per tahun. Kondisi ini relatif tidak jauh berbeda dengan realisasi tebangan hutan di Kabupaten Tasikmalaya sebesar rata-rata 257 ha per tahun (**Tabel 3**).



Gambar 2. Penggunaan Lahan di Kabupaten Tasikmalaya tahun 1990 dan tahun 2011.



Gambar 3. Perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Tasikmalaya tahun 1990 dan tahun 2011.

Tabel 1. Luas area tutupan lahan tahun 1990, 2000 dan 2011 di Kabupaten Tasikmalaya.

No	Penutupan Lahan	1990		2000		2011	
		Luas (ha)	Persentase (%)	Luas (ha)	Persentase (%)	Luas (ha)	Persentase (%)
1	Tubuh Air	1.400	0,52	1.400	0,52	1.400	0,52
2	Hutan Alam	9.572	3,54	9.572	3,54	7.215	2,67
3	Hutan Tanaman	41.412	15,30	36.405	13,45	36.802	13,60
4	Tanah Terbuka	1.242	0,46	2.848	1,05	2.627	0,97
5	Pertanian	210.831	77,92	214.171	79,15	216.328	79,95
6	Pemukiman	6.127	2,26	6.186	2,29	6.211	2,30
	Total	270.583	100,00	270.583	100,00	270.582	100,00

Sumber : Hasil analisis

Tabel 2. Perubahan penutupan lahan tahun 1990-2000 dan 2000-2011 di Kabupaten Tasikmalaya.

No	Penutupan Lahan	1990-2000		2000-2011	
		Luas (ha)	Persentase (%)	Luas (ha)	Persentase (%)
1	Tubuh Air	-	-	-	-
2	Hutan	-	-	(2.357)	(32,67)
3	Hutan Tanaman	(5.007)	(12,09)	397	1,08
4	Tanah Terbuka	1.606	129,31	(221)	(8,41)
5	Pertanian	3.340	1,58	2.157	1,00
6	Pemukiman	59	0,96	25	0,40

Tabel 3. Rencana dan realisasi tebangan KPH Tasikmalaya tahun 2010-2013.

No	Tahun	Rencana		Realisasi	
		Luas (ha)	Volume (m ³)	Luas (ha)	Volume (m ³)
1	2010	420	10.103	420	9.758
2	2011	300	4.905	291	6.409
3	2012	222	1.592	222	2.034
4	2013	128	3.272	* 93	* 4.357
	Jumlah	1.071	19.873	1.028	22.560
	Rata-Rata	267	4.968	257	5.640

Keterangan : * Realisasi sampai bulan Agustus 2013

Sumber <http://kph-tasikmalaya.blogspot.co.id/>

Secara administrasi pengelolaan hutan, wilayah hutan di Kabupaten Tasikmalaya sebagian besar termasuk dalam wilayah kerja KPH Tasikmalaya yang merupakan hutan tanaman, dengan jenis tanaman adalah jati, mahoni, meranti, puspa, sengon, akasia mangium albazia dan rimba campuran. Jenis hutan tersebut sudah ditentukan masa panennya secara teratur dalam setiap petak tanamannya. Pada setiap tahunnya telah ditetapkan areal penebangan hutan sesuai dengan daur tebang yang telah ditetapkan. Jadi deforestasi yang terjadi pada KPH Tasikmalaya merupakan deforestasi terencana.

Penebangan hutan pada wilayah kerja Perhutani selalu diikuti dengan kegiatan penanaman jenis tanaman hutan yang sama. Hal ini untuk menjamin produksi kayu. Luas areal penanaman untuk setiap jenis vegetasi telah ditetapkan setiap tahunnya. Penentuan luas areal tanaman ini didasarkan daur (umur tanaman), sehingga keberlanjutan produksi hutan tetap terjamin. Merujuk matrik perubahan penggunaan lahan (**Tabel 4a**), keberadaan hutan alam adalah tetap, tidak terjadi perubahan. Keberadaan hutan alam yang terletak pada daerah yang sulit dijangkau (bukit-bukit dengan kelerengan di atas 25%), sehingga tidak ada aktifitas penebangan hutan.

Penggunaan lahan yang berupa hutan tanaman mengalami penurunan. Hutan tanaman berubah menjadi tanah terbuka seluas 1.205 ha (2,91%) dan hutan tanaman berubah menjadi lahan pertanian seluas 4.272 ha (10,32%). Perubahan hutan tanaman menjadi pertanian ini bersifat sementara. Sistem penanaman hutan yang diselingi dengan tanaman pertanian (*agroforestry system*, tumpangsari) seolah-olah hutan tanaman yang telah ditebang berubah menjadi penggunaan lahan sebagai lahan pertanian. Keberadaan tanaman pertanian hanya bersifat sementara (sekitar tiga hingga lima tahun). Pada usia hutan tanaman sudah mencapai tiga hingga lima tahun, maka keberadaan tanaman pertanian tidak lagi dominan, karena yang menjadi prioritas pada areal ini adalah hutan tanaman, sehingga penggunaan lahannya adalah sebagai hutan tanaman.

Keberadaan tanah marginal (tanah terbuka, semak dan belukar) mengalami peningkatan seluas 1.606 ha (129,34%) dibanding kondisi pada tahun 1990. Penambahan tanah marginal disebabkan perubahan dari hutan tanaman seluas 1.205 (97,02%) dan dari lahan pertanian seluas 637 ha (51,28%). Disamping itu juga terjadi pengurangan tanah marginal seluas 236 ha (19,00%) yang berubah menjadi hutan tanaman.

Pada areal tebang dilakukan penebangan hutan dengan sistem tebang habis, dimana seluruh pohon pada petak tertentu akan ditebang, sehingga mengakibatkan areal hutan akan berubah menjadi tanah kosong/terbuka dan juga semak belukar. Perubahan ini bersifat sementara, karena pada

areal bekas tebang akan dilakukan penanaman kembali dengan jenis tanaman yang sama.

Perubahan penutup lahan pada periode tahun 2000-2011 disajikan pada **Tabel 4b**. Merujuk **Tabel 4b** hutan alam relatif tetap, hanya mengalami penambahan 17 ha. Sedangkan hutan tanaman mengalami penurunan seluas 1.943 ha (5,33%). Kondisi karena ada perubahan penggunaan lahan hutan tanaman menjadi lahan pertanian. Penambahan areal pertanian juga terjadi seluas 2.157 ha (1,01%), dimana perubahan dari hutan tanaman menjadi pertanian sebesar 1.943 ha (0,91%) dan dari tanah marginal menjadi pertanian seluas 214 ha (0,09%). Penambahan lahan pertanian ini bersifat sementara (tidak permanen), terutama pada areal hutan tanaman. Sistem penanaman hutan yang diselingi dengan tanaman pertanian (tumpangsari) memungkinkan terjadi penambahan areal pertanian. Keberadaan tanaman pertanian hanya bersifat sementara. Pada saat usia hutan tanaman sudah mencapai tiga hingga lima tahun, maka keberadaan tanaman pertanian tidak lagi dominan. Penggunaan lahan akan berubah menjadi hutan tanaman. Fenomena dan penyebab perubahan yang terjadi pada periode 2000-2011 relatif sama dengan perubahan yang terjadi pada periode 1990-2000.

Model Spasial Deforestasi

Dalam penyusunan model deforestasi, kelas hutan alam dan hutan tanaman tidak dibedakan. Klasifikasi yang digunakan hanya dua kelas, yakni hutan dan non-hutan.

Pemodelan perubahan penggunaan lahan (deforestasi) merupakan salah satu cara untuk memahami dan menjelaskan dinamika perubahan penggunaan lahan (deforestasi). Analisis aspek biofisik dan sosial diintegrasikan dengan menggunakan penyusunan model. Perubahan penggunaan lahan (deforestasi) sangat berkaitan dengan perubahan ekologi (Veldkamp & Verburg, 2004).

Merujuk **Persamaan 2**, diperoleh model penduga deforestasi Kabupaten Tasikmaya:

$$\text{Logit (P)} = - 2,3711 + 0,000776 x_1 + 0,002311 x_2 + 0,000554x_3 - 0,401958 X_4 - 1,346622 x_5 \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

P = Nilai peluang deforestasi,

a = Konstanta,

b = Koefisien,

x₁ = Jarak jalan (meter)

x₂ = Jarak sungai (meter)

x₃ = Jarak dari tepi hutan (meter)

x₄ = Kelas kelerengan,

x₅ = Kelas kepadatan penduduk, dan

e = Error

Hasil ROC diperoleh nilai sebesar 0,8874 yang artinya pendugaan model spasial deforestasi dengan variabel bebasnya diperoleh sangat baik.

Nilai akurasi hasil regresi logistik didapatkan sebesar 0,8874. Hal ini berarti bahwa variabel bebas tersebut secara statistik dapat menjadi faktor yang mempengaruhi perubahan lahan hutan menjadi non-hutan (deforestasi) sebesar 88,74%.

Merujuk model deforestasi di Kabupaten Tasikmalaya berdasarkan **Persamaan (3)**, menunjukkan bahwa kelima variabel bebas berpengaruh. Variabel jarak dari jalan, jarak dari tepi hutan dan jarak dari sungai terhadap deforestasi hutan mempunyai koefisien positif. Persamaan model spasial yang diperoleh menyatakan bahwa keberadaan hutan yang semakin jauh jaraknya dari jalan, semakin jauh jaraknya dari tepi hutan, semakin jauh jaraknya dari sungai maka peluang terjadinya deforestasi semakin besar. Sedangkan variabel kelas lereng dan kepadatan penduduk mempunyai koefisien negatif, artinya semakin kecil kelas lereng maka laju deforestasi semakin besar. Demikian pula dengan kepadatan penduduk, semakin rendah kepadatan penduduk maka peluang terjadi deforestasi semakin besar. Secara umum fenomena deforestasi di Kabupaten Tasikmalaya ini berlawanan dengan fenomena deforestasi pada hutan alam.

Pada umumnya pemodelan deforestasi dilakukan pada kondisi hutan alam, dimana akses

untuk menuju hutan sangat sulit dijangkau, keberadaan penduduk di sekitar hutan relatif sedikit serta pengawasan terhadap hutan dan pelibatan masyarakat untuk menjaga hutan relatif tidak ada. Pada hutan alam peluang terjadinya deforestasi sesuai dengan penelitian Munibah dkk. (2008) dan Ilyas dkk. (2014), bahwa perubahan penutupan lahan di kawasan hutan di Taman Nasional Gunung Halimun Salak dipengaruhi oleh kepadatan penduduk dengan koefisien positif. Sedangkan peluang deforestasi pada hutan di Kabupaten Tasikmalaya yang merupakan areal kawasan hutan produksi yang dikelola Perum Perhutani KPH Tasikmalaya dipengaruhi oleh kepadatan penduduk dengan koefisien negatif. Semakin tinggi kepadatan penduduk maka peluang terjadi deforestasi semakin rendah.

Pengelolaan hutan oleh KPH Tasikmalaya sejak dahulu telah mengikutsertakan masyarakat dalam kegiatan pengelolaan hutan dengan sistem tumpangsari di wilayah kerjanya. Sistem tumpangsari ini memberi kesempatan pada masyarakat sekitar hutan untuk memanfaatkan areal hutan secara sementara untuk kegiatan pertanian dengan tugas utama menjaga tanaman hutan. Kegiatan ini terbukti berpengaruh positif terhadap kelestarian hutan. Masyarakat ikut bertanggung jawab menjaga hutan.

Tabel 4a. Matriks perubahan penggunaan lahan tahun 1990-2000.

No	Penggunaan Lahan Tahun 1990	Penggunaan Lahan Tahun 2000					Total
		Tubuh Air	Hutan Alam	Hutan Tanaman	Tanah Marginal	Pertanian	
1	Tubuh Air	1.400					1.400
2	Hutan Alam		9.572				9.572
3	Tanaman			35.934	1.205	4.272	41.412
4	Marginal			236	1.006		1.242
5	Pertanian			235	637	209.899	210.831
6	Pemukiman						6.127
	Total	1.400	9.572	36.405	2.848	214.171	270.583

Tabel 4b. Matriks perubahan penggunaan lahan tahun 2000-2011.

No	Penggunaan Lahan Tahun 1990	Penggunaan Lahan Tahun 2000					Total
		Tubuh Air	Hutan Alam	Hutan Tanaman	Tanah Marginal	Pertanian	
1	Tubuh Air	1.400					1.400
2	Hutan Alam		9.554		17		9.572
3	Tanaman			34.463		1.943	36.405
4	Marginal				2.610	214	2.848
5	Pertanian					214.171	214.171
6	Pemukiman						6.186
	Total	1.400	9.554	34.463	2.627	216.328	270.582

Sejak tahun 2009, masyarakat sekitar hutan dilembagakan secara formal melalui kelompok Lembaga Masyarakat Desa Hutan (LMDH). Kerjasama KPH Tasikmalaya dengan masyarakat semakin dirasakan manfaatnya oleh masyarakat sekitar hutan. Pada tahun 2015 KPH Tasikmalaya memberi bantuan pinjaman modal yang berasal Program Kemitraan dan Bina Lingkungan (PKBL) sebesar Rp 120 juta kepada sepuluh binaan LMDH dan non-LMDH. Masyarakat non-LMDH yang diberi bantuan dari berbagai bidang usaha, yakni bidang usaha bata merah, usaha batik Tasik, penggemukan sapi, budi daya ikan dan mebeler.

Kepadatan penduduk mempunyai koefisien negatif, artinya semakin kecil kelas lereng maka laju deforestasi semakin besar. Kondisi ini sejalan dengan hasil penelitian Prasetyo (2009) bahwa variabel kepadatan penduduk, kepadatan jalan dan pertanian sebagai sumber penghasilan merupakan variabel penting dalam model untuk menjelaskan pola deforestasi diamati di Jawa. Kepadatan penduduk berpengaruh terhadap peluang terjadinya deforestasi dengan koefisien negatif. Semakin rendah kepadatan penduduk, maka semakin besar peluang terjadinya deforestasi.

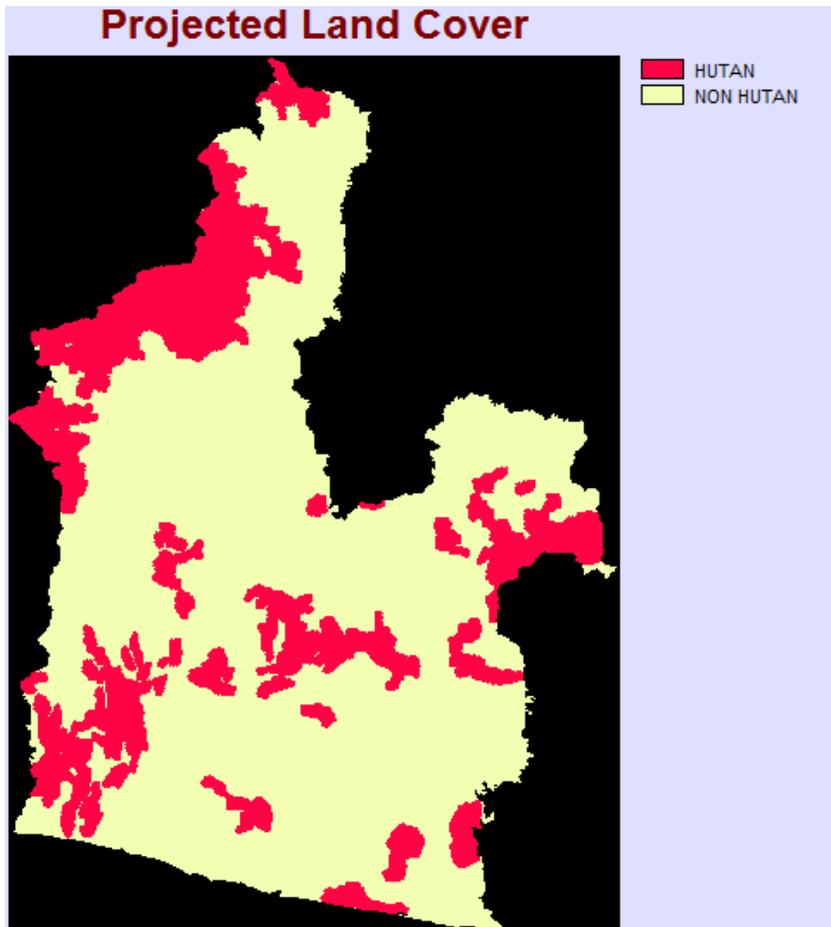
Hal ini yang dapat menjelaskan fenomena kepadatan penduduk yang mempunyai koefisien negatif terhadap peluang terjadinya deforestasi. Fenomena yang berbanding terbalik dengan

deforestasi yang terjadi pada hutan alam. Keberadaan penduduk yang lebih padat justru akan menjaga kelestarian hutan. Selanjutnya berdasarkan pengolahan model logistik **Persamaan (3)** diperoleh model prediksi deforestasi Kabupaten Tasikmalaya pada tahun 2022 tanpa melibatkan variabel seperti ditunjukkan pada **Gambar 4** dan model prediksi deforestasi dengan memperhitungkan kelima variabel seperti ditunjukkan pada **Gambar 5**.

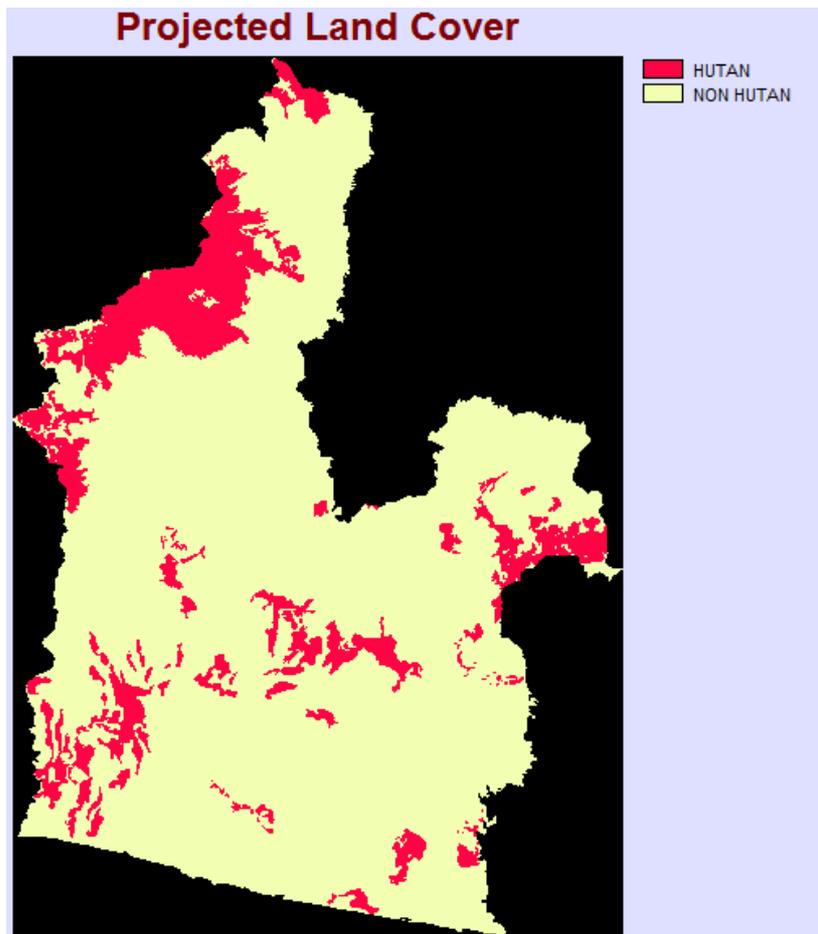
Hasil *overlay* antara model simulasi hutan pada tahun 2022 berdasarkan model logit **Persamaan (3)** dan model simulasi tanpa memperhitungkan variabel disajikan pada **Tabel 5**. Hasil validasi model menggunakan model deforestasi kejadian antara 2000-2011 dengan deforestasi aktual menunjukkan bahwa model yang dikembangkan cukup baik, memberikan akurasi 77,68%, artinya model spasial deforestasi yang digunakan sangat baik untuk memprediksi terjadinya deforestasi.

Tabel 5. Matriks kesuaian kelas.

No	Tanpa Variabel	Dengan Variabel		Total
		Hutan	Non-hutan	
1	Hutan	40.889	28.002	68.891
2	Non Hutan	0	201.675	201.675
3	Total	40.889	229.677	270.566



Gambar 4. Model simulasi deforestasi hutan Kabupaten Tasikmalaya tahun 2022 (tanpa variabel)



Gambar 4. Model simulasi deforestasi hutan Kabupaten Tasikmalaya tahun 2022 (dengan variabel)

KESIMPULAN

Luas hutan di Kabupaten Tasikmalaya pada tahun 1990 adalah 50.984 ha, sedangkan pada tahun 2011, luas hutan menurun menjadi 44.017 ha. Dalam periode 21 tahun terjadi penurunan luas hutan sebesar 6.967 ha (13,66%). Laju deforestasi hutan di Kabupaten Tasikmalaya adalah 332 ha per tahun. Model spasial deforestasi Kabupaten Tasikmalaya yang diperoleh adalah Logit (deforestasi) = $-2,3711 + 0,000776 x_1 + 0,002311 x_2 + 0,000554x_3 - 0,401958 X_4 - 1,346622 x_5$, dengan nilai ROC sebesar 0,8874.

Persamaan model spasial yang diperoleh menyatakan bahwa kelima variabel bebas berpengaruh. Variabel jarak dari jalan, jarak dari tepi hutan dan jarak dari sungai terhadap deforestasi hutan mempunyai koefisien positif. Sedangkan variabel kelas lereng dan kepadatan penduduk mempunyai koefisien negatif, artinya semakin kecil kelas lereng dan semakin kecil kepadatan penduduk maka peluang deforestasi semakin besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Makalah ini merupakan bagian dari kegiatan penelitian Pengembangan Neraca Sumberdaya Alam Spasial sebagai Instrumen Evaluasi Tataruang yang didanai oleh Pusat Penelitian,

Promosi dan Kerja Sama Badan Informasi Geospasial Tahun 2015. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Penelitian, Promosi, dan Kerja Sama BIG atas fasilitas (data dan dana) yang diberikan untuk melakukan penelitian ini.

Terima kasih juga kami sampaikan kepada Kepala Bappeda Kabupaten Tasikmalaya dan staf yang telah memberikan data dalam mendukung pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Chen H, Liang X & Li R. (2013). Based on a multi-agent system for multi-scale simulation and application of household's LUCC: a case study for Mengcha village, Mizhi county, Shaanxi province. Springerplus. 2013; 2 Suppl 1:S12.

FAO [Food and Agriculture Organization]. (2011). REDD di dalam Copenhagen Accord. <http://agroindonesia.co.id/2010/01/12/redd-di-dalam-copenhagen-accord/>. [02 Mei 2015].

Guan, D., Li, H., Inohae, T., Su, W., Nagaie, T., & Hokao, K., (2011). Modeling urban land use change by the integration of cellular automaton and Markov model. *Ecological Modelling*, 222(20-22), 3761–3772.

Hair, J. F. et al. (2010). *Multivariate Data Analysis: A Global Perspective*. 7th Edition. New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Hand, C. (2005). Simple Cellular Automata on Spraedsheet. *Computer in Higher Education Economic Review*. 17 (1), 9-13.

- Ilyas, M. Munibah, K & Rusdiana, O. (2014). Analisis Spasial Perubahan Penggunaan Lahan Dalam Kaitannya Dengan Penataan Zonasi Kawasan Taman Nasional Gunung Halimun-Salak. *Majalah Ilmiah Globë*, 16(1): 33-42.
- Irwan, Z. D. (2005). *Tantangan Lingkungan dan Lansekap Hutan Kota*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Jacob, N., Krishnan, R., Prasada Raju, P. V. S. P., & Saibaba. (2008). Spatial and Dynamic Modelling Techniques for Land Use Change Dynamics Study. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science*. Vol. XXXVII. Part B2. Beijing 2008: 37-43.
- Machfudh. (2012). *Istilah-Istilah Dalam REDD+ dan Perubahan Iklim*. Kemenhut RI, UN-REDD, FAO, UNDP, UNEP.
- Munibah, K., Sitorus., S.R.P., Rustiadi, E., Gandasasmita, K. & Hartrisari. (2006). Perubahan Penggunaan Lahan dan Faktor yang Berpengaruh, studi kasus Di DAS Cidanau, Provinsi Banten. *Majalah Ilmiah Globe* 8(2): 91-104.
- Munibah, K., Sitorus., S.R.P., Rustiadi, E., Gandasasmita, K. & Hartrisari. (2010). Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Erosi di DAS Cidanau, Banten. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 32:55-69.
- Nawir, Ani Adiwinata; Murniati, Rumboko & Lukas. (2008). *Rehabilitasi Hutan di Indonesia : Akan Kemanakah Arahnya Setelah Lebih dari Tiga Dasawarsa*. Bogor : Center for International Forestry Research (CIFOR)
- Pontius, R. G., & Schneider, L. C. (2001). Land-cover change model validation by an ROC method for the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 85(1), 239-248.
- Prasetyo, L. B., Kartodihardjo, H., Adiwibowo, S., Setiawan, Y., & Okarda, B. (2009). Spatial model approach on deforestation of Java Island, Indonesia. *Journal of Integrated Field Science*, 6, 37-44.
- Wirendro, S., Nanggara, S. G., Nainggolan, F. A., & Apriani, I. (2011). Potret Keadaan Hutan Indonesia, Periode 2000-2009. *Forest Wacth Indonesia (FWI). Edisi Pertama. Bogor*.
- van Vliet, J., White, R., & Dragicevic, S. (2009). Modeling urban growth using a variable grid cellular automaton. *Computers, Environment and Urban Systems*, 33(1), 35-43.
- Wulandari, R. (2011). *Pemodelan Spasial Deforestasi di Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat, Periode 2000 - 2010*. Manajemen Hutan, Institut Pertanian Bogor. Skripsi. (Tidak Diterbitkan)
- Xie, Y., Mei, Y., Guangjin, T. & Xuerong, X. (2005). Socio-economic driving forces of arable land conversion: A case study of Wuxian City, China. *Global Environmental Change*, 15(3), 238-252.