

**PREDIKSI PERUBAHAN PENGGUNAAN TANAH DAN
EVALUASI TERHADAP PENATAAN RUANG DENGAN
PEMODELAN SPASIAL *CELLULAR AUTOMATA*
DI KABUPATEN SIDOARJO**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Sebutan
Sarjana Terapan di Bidang Pertanahan
Pada Program Studi Diploma IV Pertanahan



Oleh:

ARGA YUGAN DARU
NIM.13222717/P

**KEMENTERIAN AGRARIA DAN TATA RUANG/
BADAN PERTANAHAN NASIONAL
SEKOLAH TINGGI PERTANAHAN NASIONAL
YOGYAKARTA
2017**

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
INTISARI.....	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Batasan Masalah	8
D. Tujuan dan Kegunaan Penelitian.....	8
E. Kebaruan Penelitian.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA PEMIKIRAN.....	22
A. Tanah dan Penggunaan Tanah.....	22
B. Perubahan Penggunaan Tanah dan Faktor yang Mempengaruhi	24
C. Pemodelan Spasial Perubahan Penggunaan Tanah	27
1. <i>Cellular Automata</i>	31
2. <i>Markov Chain</i>	32
3. <i>Cellular Automata-Markov Chain (CA-Markov)</i>	34
D. Penyelenggaraan Penataan Ruang.....	34
E. Kerangka Pemikiran	37

BAB III	METODE PENELITIAN	41
	A. Jenis Penelitian	41
	B. Lokasi Penelitian	41
	C. Data Penelitian.....	43
	D. Bahan dan Alat Penelitian	44
	E. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional	45
	F. Teknik Analisis Data	46
	1. Pra-Pengolahan Citra	46
	2. Interpretasi dan Klasifikasi Penggunaan Tanah Pada Citra.....	53
	3. Analisis Perubahan Penggunaan Tanah.....	55
	4. Pemodelan Spasial Perubahan Penggunaan Tanah.....	57
	5. Evaluasi Kesesuaian Penggunaan Tanah Terhadap RTRW	61
BAB IV	GAMBARAN UMUM WILAYAH PENELITIAN.....	66
	A. Kondisi Geografis dan Administratif	66
	B. Kependudukan	68
	C. Penggunaan dan Pemanfaatan Tanah	69
	D. Aksesibilitas	71
	E. Pusat Kegiatan Perdagangan	72
	F. Rencana Tata Ruang Wilayah	74
BAB V	PERUBAHAN PENGGUNAAN TANAH.....	77
	A. Luas dan Sebaran Perubahan Penggunaan Tanah	77
	B. Pola Perubahan Penggunaan Tanah.....	86
	C. Kesesuaian Penggunaan Tanah Terhadap RTRW.....	90
BAB VI	PREDIKSI PERUBAHAN PENGGUNAAN TANAH DAN EVALUASI TERHADAP PENATAAN RUANG	95
	A. Pemodelan Spasial Perubahan Penggunaan Tanah	95
	B. Prediksi Perubahan Penggunaan Tanah.....	106
	C. Kesesuaian Prediksi Perubahan Penggunaan Tanah Terhadap RTRW.....	111

BAB VII PENUTUP	117
A. Kesimpulan.....	117
B. Saran	118
DAFTAR PUSTAKA	119

ABSTRACT

Land use change must be in accordance with RTRW. Reality shows the land development becomes uncontrolled, especially in areas with high urban intensity, so there is deviation potential of land use to RTRW. Sidoarjo regency is one of the areas with high intensity of urban development. The aim of this research is to know land use change in Sidoarjo Regency in the year between 2002-2016, to predict land use change using Cellular Automata-Markov Chain (CA-Markov) model and binary logistic regression in Sidoarjo Regency in the year between 2011-2029, and to evaluate the suitability of Land Use change prediction in the year between 2011-2029 against RTRW Sidoarjo Regency in the year between 2009-2029.

The Markov Chain mathematical model is used to estimate the extent of land use changes. Estimation of land use change location was analyzed using binary logistic regression mathematical model involving variable of population density, distance to main road, distance to local road, distance to toll road, distance to capital sub-district and distance to the center of trade activity. Spatial simulations were run using modeling with CA-Markov approach.

The results showed that land use change in the research area tend to be developed land (settlement/service and industry/warehousing), so that decreasing the rice field area. During the period of 2002-2016 the use of rice fields decreased by -6.71% while the use of settlements/services and industries/warehouses each increased by 5.95% and 1.63%. The distribution of land use at the study sites shows the changes in settlement/service use area tends to have a leap-frog pattern and changes in industrial/warehousing use have linear patterns.

The integration of the CA-Markov Model with binary logistic regression yields a Kappa value of 0.9366 (very good agreement), which means a feasible model is used to predict future land use. Rice fields are predicted to decrease extensively in the period of 2011-2029 to -7.8%, while the use of settlements/services and industries/warehouses is predicted broadly increasing each 6.85% and 1.8% . Result of evaluation prediction change of land use year 2011-2029 to RTRW year 2009-2029 shows that there is a potential deviation of land use to the RTRW in 2029 reaching 5.75%, an increase of 1.86% from the condition in 2011.

Keywords: Land Use Change, CA-Markov, Binary Logistic Regression, Spatial Planning (RTRW)

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Jumlah penduduk Indonesia dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan. Berdasarkan data BPS (2016) tercatat pada tahun 2015 jumlah penduduk Indonesia mencapai lebih dari 255 juta jiwa atau bertambah sekitar 17 juta jiwa selama 5 tahun terakhir. Jumlah penduduk yang terus bertambah mengakibatkan kebutuhan tanah semakin meningkat. Untuk memenuhi kebutuhan tanah tersebut, pada akhirnya memaksa dilakukannya perubahan penggunaan tanah akibat ketersediaan tanah yang terbatas.

Kementerian Pertanian (2015) menyebutkan bahwa laju konversi tanah pertanian khususnya sawah mencapai 100 ribu hektar setiap tahunnya, sekitar 80% terjadi di Pulau Jawa. Konversi sawah pada umumnya terjadi pada daerah sekitar perkotaan dengan maksud untuk memenuhi kebutuhan permukiman serta untuk mendukung perkembangan sektor jasa dan industri. Fenomena tersebut menunjukkan bahwa perkembangan pembangunan akan terus mengancam keberadaan tanah pertanian. Perkembangan pembangunan harus diarahkan melalui penyelenggaraan penataan ruang, sehingga dapat terwujud ruang kehidupan yang aman, nyaman, produktif, dan berkelanjutan.

Perubahan penggunaan tanah pada prinsipnya harus sesuai dengan rencana tata ruang yang telah ditetapkan. Realitas menunjukkan bahwa di banyak wilayah perkembangan permukiman menjadi tidak terkendali (*unmanaged growth*) terutama bagi daerah-daerah yang perkembangan

wilayahnya relatif cepat (Sutaryono, 2007). Perkembangan permukiman yang tidak terkendali berpotensi menyebabkan terjadinya penyimpangan penggunaan tanah terhadap arahan rencana tata ruang. Penyimpangan tersebut jika dibiarkan dikhawatirkan berdampak negatif pada kemerosotan kualitas lingkungan, permasalahan pangan, serta perkembangan wilayah menjadi tidak teratur.

Terjadinya permasalahan penataan ruang juga dipengaruhi oleh kualitas produk penataan ruangnya. Rendahnya kualitas produk penataan ruang salah satunya disebabkan oleh penyusunan rencana tata ruang yang tidak akomodatif akibat perencana tidak mampu melihat kecenderungan perkembangan kebutuhan tanah (Sadyohutomo, 2016). Kebutuhan tanah dapat tercermin melalui perubahan penggunaan tanah yang terjadi pada suatu wilayah. Berkaitan dengan hal tersebut, maka dalam penyusunan rencana tata ruang penting untuk dikaji perubahan penggunaan tanah agar kecenderungan kebutuhan tanah dapat diketahui.

Perubahan penggunaan tanah dalam perencanaan tata ruang harus dikaji secara komprehensif. Perencanaan komprehensif berdasar aspek waktu terbagi menjadi tiga macam analisis, yaitu analisis kecenderungan (*trend*), analisis saat ini, dan analisis prediksi ke masa depan (Djunaedi, 2012). Ketepatan analisis prediksi menunjukkan kualitas rencana tata ruang yang baik dan mengurangi tingkat penyimpangan terhadap rencana (Muta'ali, 2013). Analisis prediksi penting dilakukan terkait Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) yang memiliki jangka waktu 20 tahun perencanaan,

sehingga ketersediaan tanah yang terbatas harus mampu dipadukan dengan dinamika penggunaan tanah, baik saat ini maupun masa depan.

RTRW yang telah ditetapkan dalam pelaksanaannya perlu dilakukan pengawasan melalui kegiatan pemantauan dan evaluasi. Kegiatan tersebut dilaksanakan secara periodik oleh Kementerian ATR/BPN melalui penyusunan neraca penatagunaan tanah. Neraca ini meliputi neraca perubahan penggunaan tanah, neraca kesesuaian penggunaan tanah terhadap RTRW, dan prioritas ketersediaan tanah. Selama ini neraca perubahan penggunaan tanah digunakan untuk mengetahui *trend*, sedangkan neraca kesesuaian penggunaan tanah terhadap RTRW digunakan untuk mengetahui kesesuaian penggunaan tanah eksistingnya. Neraca tersebut dapat dioptimalkan fungsinya dengan melakukan analisis prediksi, sehingga dapat diprediksikan perubahan penggunaan tanah serta kesesuaian penggunaan tanahnya terhadap RTRW di masa mendatang.

Berdasarkan uraian di atas, prediksi perubahan penggunaan tanah penting dilakukan, baik pada lingkup pelaksanaan maupun pada lingkup pengawasan dalam penyelenggaraan penataan ruang. Di lingkup pelaksanaan, khususnya pada tahap perencanaan tata ruang, prediksi perubahan penggunaan tanah penting dilakukan agar pola pemanfaatan ruang dapat disusun secara lebih tepat. Di lingkup pengawasan, prediksi perubahan penggunaan tanah penting dilakukan untuk memantau kesesuaian penggunaan tanah terhadap RTRW di masa mendatang. Prediksi perubahan penggunaan

tanah tersebut dilakukan dengan mendasarkan pada perubahan penggunaan tanah yang telah terjadi.

Perubahan penggunaan tanah merupakan fenomena kompleks dengan beragam faktor pemicu dan dampak yang ditimbulkan. Diperlukan suatu metode yang tepat dalam mengkaji perubahan penggunaan tanah. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah dengan pendekatan model. Dalam mengkaji perubahan penggunaan tanah diperlukan suatu model yang sifatnya dinamis. Adapun pemodelan berbasis spasial dan bersifat dinamis dapat dilakukan dengan pendekatan *Cellular Automata* yang mana model ini mampu memprediksikan kondisi di waktu mendatang secara spasial (Munibah, 2008).

Cellular Automata merupakan model berisi sejumlah sel (*cell*) yang memiliki nilai tertentu dimana setiap sel dapat berubah mengikuti suatu prinsip transisi tertentu (*transition rule*) (Dwinanto, 2016:11). *Cellular Automata* pada hakikatnya merupakan suatu algoritma komputasi yang meniru cara reproduksi sel biologis (Susilo, 2016). *Cellular Automata* dijalankan pada format data raster dimana sel direpresentasikan ke dalam piksel. Salah satu kelebihan *Cellular Automata* adalah dapat diintegrasikan dengan model lain, baik yang berbasis visual, statistik, maupun kecerdasan buatan (Wijaya dan Umam, 2015:166).

Berbagai penelitian mengintegrasikan *Cellular Automata* dengan model lain untuk meningkatkan ketelitian pemodelan. Salah satu model yang cukup populer diintegrasikan dengan *Cellular Automata* adalah *Markov*

Chain (Rantai Markov). *Markov Chain* pada hakikatnya merupakan model matematis yang didisain untuk menjelaskan suatu proses yang berlangsung secara bertahap (*move in sequence*) (Susilo, 2011:165). Model ini mendasarkan pada prinsip probabilitas yang mana suatu peristiwa ditentukan oleh peristiwa yang secara langsung mendahuluinya dan dapat digunakan untuk memprediksikan peristiwa di masa depan.

Cellular Automata-Markov Chain (CA-Markov) merupakan proses stokastik/probabilistik. Model CA-Markov tidak mampu menjelaskan mengapa perubahan penggunaan tanah terjadi, sehingga beberapa peneliti melakukan modifikasi melalui integrasi dengan model lain. Model probabilistik CA-Markov diintegrasikan dengan model deterministik regresi logistik biner, sehingga faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan tanah dapat dimasukkan. Ramlan *et al.* (2015), Yudarwati (2016), Septiono dan Mussadun (2016) telah mampu mengintegrasikan model CA-Markov dengan regresi logistik biner dan memperoleh akurasi pemodelan sangat baik.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dipilih wilayah dengan intensitas perkembangan kota yang tinggi. Kabupaten Sidoarjo merupakan daerah yang berbatasan langsung dengan Kota Surabaya. Perkembangan wilayah Kota Surabaya sebagai Ibukota Provinsi Jawa Timur tentunya mempengaruhi perkembangan kota Kabupaten Sidoarjo. Perkembangan kota tersebut mengakibatkan kebutuhan tanah di Kabupaten Sidoarjo semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah

penduduk dan kegiatan pembangunan di bidang ekonomi. Pemenuhan kebutuhan untuk permukiman penduduk maupun untuk keperluan jasa dan industri menekan keberadaan penggunaan tanah lainnya, utamanya tanah-tanah pertanian.

Salah satu indikator perkembangan kota adalah pertumbuhan jumlah penduduknya. Berdasarkan data BPS (2016) menunjukkan laju pertumbuhan penduduk di Kabupaten Sidoarjo pada kurun waktu tahun 2010-2015 sekitar 1,66 % pertahun. Angka tersebut merupakan angka tertinggi dari seluruh kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur. Tingginya laju pertumbuhan penduduk menjadi tantangan tersendiri bagi Pemerintah Daerah Kabupaten Sidoarjo untuk memadukan antara kebutuhan tanah dan ketersediaan tanah yang terbatas melalui kebijakan RTRW.

RTRW Kabupaten Sidoarjo dituangkan dalam Peraturan Daerah Kabupaten Sidoarjo Nomor 6 Tahun 2009 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Sidoarjo Tahun 2009-2029. Pada prinsipnya selama jangka waktu 20 tahun perencanaan, RTRW tersebut harus mampu menampung dinamika penggunaan tanah di Kabupaten Sidoarjo sesuai dengan pola pemanfaatan ruang yang ditetapkan. Di lain sisi tingginya laju pertumbuhan penduduk di Kabupaten Sidoarjo memicu terjadinya perkembangan pembangunan yang tidak terkendali, terutama untuk memenuhi kebutuhan permukiman. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan upaya pengawasan prediktif dengan melakukan simulasi perubahan penggunaan tanah ke masa depan melalui pemodelan perubahan penggunaan

tanah. Hasil prediksi digunakan untuk menganalisis RTRW Kabupaten Sidoarjo di masa mendatang agar dapat diketahui kesesuaiannya.

Pemodelan dalam penelitian ini berdasar pada perubahan penggunaan tanah tahun 2002-2011 serta dilakukan validasi terhadap penggunaan tanah eksisting tahun 2016. Dalam kurun waktu tersebut, terjadi perubahan penggunaan tanah yang tidak wajar, yakni munculnya bencana lumpur Lapindo (29 Mei 2006). Berkaitan dengan hal tersebut maka tiga kecamatan yang beberapa desanya terkena luapan lumpur tidak dimasukkan dalam lokasi penelitian.

Berdasarkan uraian di atas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Prediksi Perubahan Penggunaan Tanah dan Evaluasi Terhadap Penataan Ruang dengan Pemodelan Spasial *Cellular Automata* di Kabupaten Sidoarjo”.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana perubahan penggunaan tanah di Kabupaten Sidoarjo tahun 2002-2016?
2. Bagaimana prediksi perubahan penggunaan tanah menggunakan model CA-Markov dan regresi logistik biner di Kabupaten Sidoarjo tahun 2011-2029?
3. Bagaimana kesesuaian prediksi perubahan penggunaan tanah tahun 2011-2029 terhadap RTRW Kabupaten Sidoarjo tahun 2009-2029?

C. Batasan Masalah

1. Pemodelan spasial berdasar pada perubahan penggunaan tanah tahun 2002-2011, sedangkan penggunaan tanah tahun 2016 digunakan untuk validasi model;
2. Variabel bebas yang digunakan dalam pemodelan adalah kepadatan penduduk serta jarak terhadap: jalan utama (arteri dan kolektor), jalan lokal, jalan tol, ibu kota kecamatan, dan pusat kegiatan perdagangan;
3. Basis yang digunakan untuk simulasi prediksi adalah penggunaan tanah tahun 2011;

D. Tujuan dan Kegunaan Penelitian

1. Tujuan Penelitian

- a. Mengetahui perubahan penggunaan tanah di Kabupaten Sidoarjo tahun 2002-2016;
- b. Memprediksi perubahan penggunaan tanah menggunakan model CA-Markov dan regresi logistik biner di Kabupaten Sidoarjo tahun 2011-2029;
- c. Mengevaluasi kesesuaian prediksi perubahan penggunaan tanah tahun 2011- 2029 terhadap RTRW Kabupaten Sidoarjo tahun 2009-2029.

2. Kegunaan Penelitian

- a. Bagi ilmu pengetahuan, penelitian ini diharapkan dapat berguna untuk menambah wawasan di bidang penatagunaan tanah dalam hal prediksi

perubahan penggunaan tanah menggunakan integrasi CA-Markov dan regresi logistik biner;

- b. Bagi Pemerintah Daerah, penelitian ini diharapkan dapat berguna: (1) memberikan informasi prediksi perubahan penggunaan tanah sebagai bahan masukan dalam menyusun kebijakan penataan ruang agar pola pemanfaatan ruang dapat disusun secara lebih tepat serta mencerminkan kebutuhan pembangunan di masa mendatang; (2) memberikan informasi kesesuaian prediksi perubahan penggunaan tanah terhadap RTRW di masa mendatang sebagai evaluasi serta kontrol pemanfaatan ruang agar tidak terjadi meluasnya penyimpangan penggunaan tanah;
- c. Bagi Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional (ATR/BPN) khususnya Bidang Pengaturan dan Penataan Pertanahan, penelitian ini diharapkan dapat berguna: (1) sebagai masukan dalam hal pengembangan neraca penatagunaan tanah dengan melakukan analisis prediksi melalui pemodelan perubahan penggunaan tanah; (2) sebagai masukan agar lebih selektif, antisipatif, dan konsisten dalam memberikan pertimbangan teknis pertanahan baik dalam rangka ijin perubahan penggunaan tanah maupun ijin lokasi agar tidak terjadi meluasnya permasalahan penataan ruang.

E. Kebaruan Penelitian

Penelitian dengan tema perubahan penggunaan tanah dan pemodelan spasial telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu. Uraian berikut

menjelaskan penelitian-penelitian tersebut untuk menentukan kebaruan penelitian ini.

1. Trisasongko, *et al.* (2009) dengan judul “Analisis Dinamika Konversi Lahan di Sekitar Jalur Tol Cikampek”. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menyediakan informasi dasar perubahan pemanfaatan lahan memanfaatkan data penginderaan jauh dan membuat pemodelan perubahan penggunaan lahan. Pemodelan perubahan penggunaan lahan digunakan untuk memprediksikan penggunaan lahan di masa mendatang menggunakan pemodelan CA-Markov.
2. Abdul Muiz (2009) dengan judul “Analisis Perubahan Penggunaan Lahan di Kabupaten Sukabumi”. Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis perubahan penggunaan lahan, mengidentifikasi perkembangan wilayah, mengetahui faktor penyebab perubahan penggunaan lahan, dan melakukan simulasi penggunaan lahan. Simulasi penggunaan lahan dilakukan menggunakan pemodelan CA-Markov. Simulasi digunakan untuk memprediksikan penggunaan lahan di masa mendatang untuk mengetahui potensi penyimpangan penggunaan lahan terhadap RTRW.
3. Bowo Susilo (2010) dengan judul “Pemodelan Spasial Probabilistik Integrasi *Markov Chain* dan *Cellular Automata* untuk Kajian Perubahan Penggunaan Lahan Skala Regional di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta”. Tujuan penelitian ini yaitu mengkaji perubahan penggunaan lahan, membuat simulasi perubahan penggunaan lahan, dan membuat peta prediksi perubahan penggunaan lahan. Kajian dilakukan pada skala

regional dalam cakupan wilayah satu provinsi. Simulasi dan prediksi penggunaan lahan dilakukan menggunakan model CA-Markov.

4. Kurnianti (2015) dengan judul “Proyeksi Penggunaan Lahan untuk Konsistensi Tata Ruang di Kawasan Jabodetabek”. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi perubahan penggunaan lahan beserta faktor-faktor yang mempengaruhi, memproyeksikan penggunaan lahan, mengevaluasi penggunaan lahan eksisting dan proyeksi terhadap rencana tata ruang, serta mengidentifikasi potensi inkonsistensi yang akan terjadi. Proyeksi penggunaan lahan dilakukan menggunakan pemodelan CA-Markov. Model regresi logistik biner dijalankan secara terpisah untuk mengetahui pengaruh faktor jalan terhadap perubahan penggunaan lahan. Variabel terikat yang digunakan dalam model regresi logistik biner adalah perubahan penggunaan lahan, sedangkan variabel bebasnya berupa jarak terhadap: jalan arteri, jalan kolektor, dan jalan tol.
5. Wijaya dan Umam (2015) dengan judul “Pemodelan Spasial Perkembangan Fisik Perkotaan Yogyakarta Menggunakan Model *Cellular Automata* dan Regresi Logistik Biner”. Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis perkembangan fisik kota dan memprediksi perkembangan fisik kota. Analisis prediksi dilakukan menggunakan pemodelan integrasi *Cellular Automata* dengan regresi logistik biner. Variabel terikat yang digunakan adalah perubahan lahan *non*-terbangun menjadi terbangun, sedangkan variabel bebasnya berupa jarak terhadap: jalan *non*-utama, jalan utama, dan pusat kegiatan.

6. Ramlan *et al.* (2015) dengan judul “Dinamika dan Proyeksi Perubahan Penggunaan Lahan di Kawasan Peri-Urban Kota Makassar (Kawasan Mamminasata)”. Fokus kajian adalah pemodelan perubahan penggunaan lahan di kawasan peri-urban. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis perubahan penggunaan lahan dan memprediksi perubahan penggunaan lahan. Prediksi perubahan penggunaan lahan dilakukan menggunakan pemodelan CA-Markov yang diintegrasikan dengan model regresi logistik biner. Variabel terikat berupa perubahan penggunaan lahan, sedangkan variabel bebasnya berupa jumlah penduduk, elevasi, kemiringan lereng, dan jarak terhadap: jalan utama, jalan *non*-utama, ibu kota kecamatan, dan pusat kegiatan.
7. Andreas Ari Putro Dwinanto (2016) dengan judul “Model Perubahan dan Arah Penggunaan Lahan di Kabupaten Brebes Dan Cilacap untuk Mendukung Ketersediaan Beras Provinsi Jawa Tengah”. Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis pola perubahan penggunaan lahan, memprediksi perubahan penggunaan lahan, menyusun neraca beras, dan menyusun arahan penggunaan lahan untuk mendukung ketersediaan beras. Prediksi penggunaan lahan menggunakan pemodelan CA-Markov.
8. Yudarwati (2016) dengan judul “Perubahan Penggunaan Lahan dan Arah Pengendaliannya di Kabupaten Bogor dan Cianjur”. Tujuan penelitian ini adalah membandingkan penggunaan lahan pada beberapa tahun pengamatan, memprediksikan penggunaan lahan, mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan,

mengevaluasi kesesuaian penggunaan lahan eksisting dan hasil prediksi terhadap RTRW, serta menyusun arahan pengendaliannya. Prediksi penggunaan lahan dilakukan menggunakan pemodelan CA-Markov yang diintegrasikan dengan model regresi logistik biner. Regresi logistik biner digunakan untuk menganalisis keberadaan penggunaan lahan terhadap beberapa variabel yang diujikan. Variabel terikat berupa penggunaan lahan, sedangkan variabel bebas berupa kepadatan penduduk, elevasi, kemiringan lereng, curah hujan, serta jarak terhadap: ibu kota kecamatan, jalan, sungai, dan pusat kegiatan ekonomi.

9. Septiono dan Mussadun (2016) dengan judul “Model Perubahan Penggunaan Lahan untuk Mendukung Rencana Pengelolaan Kesatuan Pengelolaan Hutan (Studi Kasus KPH Yogyakarta)”. Fokus kajian adalah pemodelan perubahan penggunaan lahan terkait deforestasi. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis perubahan penggunaan lahan dan memprediksi penggunaan lahan. Proyeksi penggunaan lahan dilakukan menggunakan pemodelan CA-Markov yang diintegrasikan dengan model regresi logistik biner. Variabel terikat berupa perubahan penggunaan lahan, sedangkan variabel bebasnya berupa kemiringan lereng serta jarak terhadap: areal kerja hutan kemasyarakatan permukiman (HKm), areal kerja hutan tanaman rakyat (HTR), jalan *non*-utama, jalan utama, permukiman, dan sungai.

Penelitian ini memiliki persamaan sekaligus perbedaan dengan penelitian terdahulu. Persamaan utamanya adalah tema penelitian yaitu

tentang pemodelan perubahan penggunaan tanah. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu terletak pada waktu, tempat, dan terdapat perbedaan utama yaitu metode yang digunakan dalam pemodelan serta pemilihan variabelnya.

Trisasongko, *et al.* (2009), Abdul Muiz (2009), Bowo Susilo (2010), Kurnianti (2015), dan Andreas Ari Putro Dwinanto (2016) menggunakan model CA-Markov dalam membangun pemodelan perubahan penggunaan lahan, sedangkan Wijaya dan Umam (2015) menggunakan integrasi *Cellular Automata* dengan regresi logistik biner dalam membangun pemodelannya. Dalam penelitian ini model CA-Markov diintegrasikan dengan regresi logistik biner untuk memprediksi perubahan penggunaan tanah di masa mendatang.

Penelitian Ramlan *et al.* (2015), Yudarwati (2016), serta Septiono dan Mussadun (2016) memiliki kesamaan terhadap penelitian ini dalam hal pemodelan yang digunakan yaitu integrasi CA-Markov dengan regresi logistik biner. Secara umum ketiga penelitian tersebut menggunakan faktor kemiringan dan ketinggian sebagai variabel bebasnya. Dalam penelitian ini kedua faktor tersebut tidak dimasukkan menjadi variabel bebas dikarenakan perbedaan kondisi fisik wilayah penelitian (Kabupaten Sidoarjo memiliki medan relatif datar yang terletak pada dataran rendah Delta Sungai Brantas). Fokus kajian juga membuat perbedaan dalam penentuan variabel bebas. Contohnya penelitian Septiono dan Mussadun (2016) dengan fokus kajian terkait deforestasi menggunakan faktor kehutanan sebagai variabel bebasnya.

Pemilihan variabel bebas dalam penelitian ini difokuskan pada perkembangan kekotaan berupa kepadatan penduduk serta jarak terhadap: jalan utama, jalan lokal, jalan tol, ibu kota kecamatan, dan pusat kegiatan perdagangan. Untuk lebih jelasnya, perbandingan penelitian ini dengan penelitian terdahulu dapat dilihat pada tabel 1.

BAB VII

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Perubahan penggunaan tanah pada wilayah penelitian dominan menuju ke arah penggunaan lahan terbangun (permukiman/jasa dan industri/pegudangan), akibatnya terjadi penurunan luas sawah secara signifikan. Selama kurun waktu tahun 2002-2016 penggunaan sawah mengalami penurunan luas mencapai -6,71% sedangkan penggunaan permukiman/jasa dan industri/pegudangan mengalami peningkatan luas masing-masing mencapai 5,95% dan 1,63%. Sebaran perubahan penggunaan tanah pada lokasi penelitian cenderung memiliki pola meloncat (*leap frog*) untuk perubahan penggunaan permukiman/jasa dan pola linier untuk perubahan penggunaan industri/pegudangan.
2. Integrasi Model Ca-Markov dengan regresi logistik biner menghasilkan nilai *Kappa* sebesar 0,9366 (*very good agreement*), artinya model layak digunakan untuk memprediksikan penggunaan tanah di masa mendatang. Sawah merupakan penggunaan tanah yang diprediksi mengalami penurunan luas terbesar selama kurun waktu 2011-2029 mencapai -7,8%, sedangkan peningkatan luas diprediksi terjadi pada penggunaan permukiman/jasa dan industri/pegudangan masing-masing mencapai 6,85% dan 1,8%.
3. Hasil evaluasi prediksi perubahan penggunaan tanah tahun 2011-2029 terhadap RTRW tahun 2009-2029 menunjukkan terdapat potensi

penyimpangan penggunaan tanah terhadap RTRW pada tahun 2029 mencapai 5,75%, meningkat sebesar 1,86% dari kondisi di tahun 2011.

B. Saran

1. Kesesuaian tanah dalam pemodelan spasial merupakan aspek yang sangat menentukan dalam hal pengalokasian penggunaan tanah. Dalam penelitian ini variabel yang digunakan dalam membangun kesesuaian tanah berjumlah enam buah, satu mewakili faktor sosial-ekonomi (kepadatan penduduk) dan lima lainnya mewakili faktor fisik wilayah (jarak terhadap: jalan utama, jalan lokal, jalan tol, ibu kota kecamatan, dan pusat kegiatan perdagangan). Penambahan variabel lain pada penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk meningkatkan performa model.
2. Terhadap lokasi-lokasi yang berpotensi terjadi penyimpangan penggunaan tanah terhadap RTRW perlu dilakukan upaya pengawasan baik berupa monitoring maupun evaluasi secara lebih intens. Salah satu instrumen pengawasan adalah neraca penatagunaan tanah. Mekanisme perijinan lokasi serta pertimbangan teknis pertanahan juga harus diperketat sebagai upaya pengendalian pemanfaatan ruang.

DAFTAR PUSTAKA

- Alberto, Antonio. (2010) Model Perubahan Penggunaan Lahan Untuk Menduga Cadangan Karbon Di Daerah Aliran Sungai Cisadane Jawa Barat. *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam IPB, Bogor.
- Arsanjani J.K., Helbich, M., Kainz, W., and Bolorani, A.D. (2013). “Integration of Logistic Regression, Markov Chain and Cellular Automata Models to Simulate Urban Expansion” *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation Vol.21* h. 265-275.
- Badan Pertanahan Nasional. (2012) Norma, Standar, Prosedur, dan Kriteria Survei dan Pemetaan Tematik Pertanahan, Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. (2016) Statistik Indonesia 2016, Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. (2016) Sidoarjo Dalam Angka 2016, Sidoarjo.
- Badan Pusat Statistik, <https://jatim.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/330> diakses pada tanggal 2 Maret 2017.
- Badan Standardisasi Nasional. (2010) Spesifikasi Penyajian Peta Rupa Bumi – Bagian 2: Skala 1:25.000, Jakarta.
- Budihardjo, Eko. (1995). *Pendekatan Sistem Dalam Tata Ruang Pembangunan Daerah Untuk Meningkatkan Ketahanan Nasional*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Danoedoro, Projo. (2012). *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Andi, Yogyakarta.
- Djunaedi, Achmad. (2012). *Proses Perencanaan Wilayah Dan Kota*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Dwinanto, Andreas A.P. (2016) Model Perubahan Dan Arah Penggunaan Lahan Di Kabupaten Brebes Dan Cilacap Untuk Mendukung Ketersediaan Beras Provinsi Jawa Tengah. *Tesis*, Program Pasca Sarjana IPB, Bogor.
- Humaidi, Dedy. (2005). Pemanfaatan Citra Landsat ETM+ Dalam Penyusunan Model Pengaturan Hasil Hutan: Studi Kasus Di HPHTI PT Musi Hutan Persada Provinsi Sumatera Selatan. *Skripsi*, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- Kementerian Pertanian. (2015) Rencana Strategis Kementerian Pertanian Tahun 2015-2019, Jakarta.

- Kementerian Pekerjaan Umum. (2012) Mengenal Lebih Dekat Penataan Ruang Bagi Generasi Muda, Jakarta.
- Kurnianti, D. Novita. (2015) Proyeksi Penggunaan Lahan Untuk Konsistensi Tata Ruang Di Kawasan Jabodetabek. *Tesis*, Program Pasca Sarjana IPB, Bogor.
- Mananoma, Tiny dan Soetopo, Widandi. (2008). "Pemodelan Sebagai Saran Dalam Mencapai Solusi Optimal" *Jurnal Teknik Sipil Vol. 8* h. 184-192.
- Muiz, Abdul. (2009) Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Di Sukabumi. *Tesis*, Program Pasca Sarjana IPB, Bogor.
- Munibah, Khursatul. (2008) Model Spasial Perubahan Penggunaan Lahan Dan Arahan Penggunaan Lahan Berwawasan Lingkungan (Studi Kasus DAS Cidanau, Provinsi Banten). *Disertasi*, Program Pasca Sarjana IPB, Bogor.
- Muta'ali, Lutfi. (2013). *Penataan Ruang Wilayah Dan Kota (Tinjauan Normatif-Teknis)*. Badan Penerbit Fakultas Geografi (BPFGE) UGM, Yogyakarta.
- Ramlan, A., Solle, M.S., dan Seniorwan. (2015). "Dinamika Dan Proyeksi Perubahan Penggunaan Lahan Di Kawasan Peri-Urban Kota Makassar (Kawasan Mamminasata)" *Prosiding MAPIN XX* h. 57-67.
- Sandy, I Made. (1985). *Penggunaan Tanah (Land Use) di Indonesia*. Direktorat Tata Guna Tanah, Direktorat Jenderal Agraria, Departemen Dalam Negeri, Jakarta.
- Sadyohutomo, Mulyono. (2016). *Tata Guna Tanah Dan Penyerasian Tata Ruang*. Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Sedayu, Agung, (2016) Model Otomata Seluler-Rantai Markov Pada Citra Landsat Multi Temporal Untuk Simulasi Dan Prediksi Perubahan Penutupan Lahan (Kasus Di Taman Buru Semidang Bukit Kabu Dan Wilayah Sekitarnya, Provinsi Bengkulu). *Tesis*, Program Pasca Sarjana UGM, Yogyakarta.
- Septiono, D.S. dan Mussadun (2016). "Model Perubahan Penggunaan Lahan Untuk Mendukung Rencana Pengelolaan Kesatuan Pengelolaan Hutan (Studi Kasus KPH Yogyakarta)" *Jurnal Pembangunan Wilayah Dan Kota Vol. 12(3)* h. 277-292.
- Sinurat, T.P. (2015). Model Perubahan Dan Arahan Penggunaan Lahan Di Kabupaten Humbang Hasundutan Provinsi Sumatera Utara. *Tesis*, Program Pasca Sarjana IPB, Bogor.

- Susilo, Bowo. (2008). Model SIG-Binary Logistic Regression Untuk Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan (Studi Kasus di Daerah Pinggiran Kota Yogyakarta). *Tesis*, Program Pasca Sarjana ITB, Bandung.
- Susilo, Bowo. (2011). “Pemodelan Spasial Probabilistik Integrasi Markov Chain Dan Cellular Automata Untuk Kajian Perubahan Penggunaan Lahan Skala Regional Di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta” *Jurnal Gea Vol. 11(2)* h. 163-178.
- Susilo, Bowo. (2016) Pemodelan Spasial Dinamika Penggunaan Lahan Di Daerah Perkotaan Yogyakarta. *Disertasi*, Program Pasca Sarjana UGM, Yogyakarta.
- Sutanto. (1992). *Penginderaan Jauh Jilid 1*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sutaryono. (2007). *Dinamika Penataan Ruang Dan Peluang Otonomi Daerah*. Tugu Jogja Grafika, Yogyakarta
- Tasha, Khriswindya. (2012) Pemodelan Perubahan Penggunaan Lahan Dengan Pendekatan Artificial Neural Network (Studi Kasus: Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau). *Skripsi*, Fakultas Pertanian IPB, Bogor.
- Trisasongko, B.H., Panuju, D.R., Iman, L.S., Anjani, V., Harimurti, Ramly, A.F., dan Subroto, H. (2009) “Analisis Dinamika Konversi Lahan di Sekitar Jalur Tol Cikampek”, *Laporan Penelitian Kementerian Negara Lingkungan Hidup*, Jakarta.
- Utoyo S, Bambang (2012) “Dinamika Penggunaan Lahan Di Wilayah Perkotaan (Studi Di Kota Bandar Lampung)”, *Makalah* pada Seminar Hasil-Hasil Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat-Dies Natalis FISIP Unila, Lampung.
- Wahyuni, Sri. (2015) Identifikasi Karakteristik Dan Pemetaan Tutupan Lahan Menggunakan Citra Landsat 8 (OLI) Di Kabupatten Ogan Komering Ilir Provinsi Sumatra Selatan. *Skripsi*, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- Warlina, Lia. (2007) Model Perubahan Penggunaan Lahan Untuk Penataan Ruang Dalam Kerangka Pembangunan Wilayah Berkelanjutan (Studi Kasus Kabupaten Bandung). *Disertasi*, Program Pasca Sarjana IPB, Bogor.
- Wijaya, M.S. dan Umam, Nuril. (2015). “Pemodelan Spasial Perkembangan Fisik Perkotaan Yogyakarta Menggunakan Model Cellular Automata Dan Regresi Logistik Biner” *Majalah Ilmiah Globe Vol. 17(2)* h. 165-172.
- Yudarwati, Rani. (2016) Perubahan Penggunaan Lahan dan Arah Pengendaliannya Di Kabupaten Bogor Dan Cianjur. *Tesis*, Program Pasca Sarjana IPB, Bogor.

Yunus, Hadi Sabari. (2008). *Struktur Tata Ruang Kota*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta

Peraturan Perundang-undangan:

1. Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang;
2. Peraturan pemerintah Nomor 16 Tahun 2004 Tentang Penatagunaan Tanah;
3. Peraturan Daerah Kabupaten Sidoarjo Nomor 6 Tahun 2009 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Sidoarjo Tahun 2009-2029.