

**MODEL PREDIKSI PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN DENGAN
PENDEKATAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DAN CELLULAR
AUTOMATA MARKOV CHAIN: STUDI KASUS KABUPATEN ROKAN HULU,
PROVINSI RIAU**

Bobby Rachmat Fitriyanto¹, Muhammad Helmi², Hadiyanto¹

¹Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro, Semarang

²Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang

Email: ¹bobby.kemenhut@gmail.com, ²muhammadhelmi69@gmail.com,

³hadiyanto@live.undip.ac.id

Masuk: 1 September 2018, Revisi masuk: 10 September 2018, Diterima: 14 September 2018

ABSTRACT

Rokan Hulu Regency, Riau Province, is one of the largest oil palm plantation centers in Indonesia. The large growth of palm oil plantations in recent years has threatened the existence of protected areas and increased deforestation rates. This study aims to (1) find out the extent of land use change in Rokan Hulu Regency in 2000-2012, (2) predict land use change in Rokan Hulu regency by 2030. This research uses Geographic Information System approach with prediction model of Cellular Automata (CA) Markov Chain. The driving factors of land use change as input of CA Markov Chain model consist of distance to road, distance to river, distance to disturbance area, distance to Plantation Forest, distance to Forest Clearance Permits and slope data. The results showed that the area of deforestation reached 60.38% from 2000 to 2012, mostly in the northeastern region of Rokan Hulu Regency. The prediction model of land use change has an accuracy of 68.15% based on the kappa index agreement (KIA). By 2030, the area of forest land in Rokan Hulu is predicted to be 3.13%

Keywords: Cellular Automata, Deforestation, Forest, Land use change.

INTISARI

Kabupaten Rokan Hulu, Provinsi Riau, merupakan salah satu sentra perkebunan kelapa sawit terbesar di Indonesia. Besarnya pertumbuhan areal perkebunan kelapa sawit dalam beberapa tahun terakhir mengancam keberadaan kawasan lindung serta berpotensi meningkatkan angka deforestasi. Penelitian ini bertujuan (1) mengetahui luas perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Rokan Hulu tahun 2000-2012, (2) memprediksi perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Rokan Hulu pada tahun 2030. Penelitian ini menggunakan pendekatan Sistem Informasi Geografis dengan model prediksi Cellular Automata (CA) Markov Chain. Faktor pendorong perubahan penggunaan lahan sebagai input model CA Markov terdiri dari jarak terhadap jalan, jarak terhadap sungai, jarak terhadap areal yang mengalami perubahan penggunaan lahan (disturbance area), jarak terhadap IUPHHK-HT, jarak terhadap Izin Pelepasan Kawasan Hutan dan data kelerengan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa telah terjadi deforestasi sebesar 60,38% dari tahun 2000 sampai dengan tahun 2012, yang sebagian besar terjadi di wilayah timur laut Kabupaten Rokan Hulu. Model prediksi perubahan penggunaan lahan memiliki akurasi sebesar 68,15% berdasarkan kappa index agreement (KIA). Diprediksi luas penggunaan lahan hutan di Kabupaten Rokan Hulu Pada tahun 2030 sebesar 3,13%.

Kata-kata kunci: Cellular Automata, Deforestasi, Hutan, Penggunaan Lahan.

PENDAHULUAN

Perubahan tutupan dan penggunaan lahan dapat terjadi akibat faktor alam serta aktivitas manusia (Sajikumar &

Remya, 2015). Walaupun demikian, perubahan tutupan dan penggunaan lahan faktanya lebih banyak dipengaruhi oleh aktivitas manusia dalam rangka

memenuhi berbagai macam kebutuhan seperti perumahan, industri, pertanian, perkebunan pertambangan dan fasilitas infrastruktur lainnya yang biasanya menjadi indikator pertumbuhan ekonomi suatu daerah (Zubair, 2006; Rawat, dkk., 2013 dalam Zope, dkk., 2016). Perubahan tutupan dan penggunaan lahan terutama yang diakibatkan oleh campur tangan manusia dapat mempengaruhi kualitas jasa ekosistem (Kundu, dkk., 2017) seperti stok karbon, ketersediaan air serta konservasi tanah (Gao, dkk., 2015). Begitu juga pada suatu sistem Daerah Aliran Sungai (DAS), perubahan tutupan dan penggunaan lahan yang terjadi di daerah hulu akan mempengaruhi seluruh bagian DAS dan menjadi salah satu penyebab terjadinya banjir di daerah hilir akibat air hujan yang tidak dapat diserap oleh tanah karena penurunan kualitas daerah tangkapan air (Ali, dkk., 2016).

Perkembangan teknologi penginderaan jauh (*Remote Sensing*), baik dari sisi kemudahan untuk memperoleh maupun dari sisi kualitas, membuat semakin banyak penelitian yang menggunakan pendekatan deteksi perubahan (*change detection*) permukaan bumi. Resolusi spasial yang terus menerus meningkat membuat semakin banyak informasi yang dapat diperoleh dari suatu data citra satelit (Han, dkk., 2016). Selain perkembangan teknologi penginderaan jauh, model untuk mensimulasi dan memprediksi perubahan tutupan dan penggunaan lahan pun telah banyak dikembangkan, diantaranya Model Sistem Dinamik (SD) dan Model *Cellular Automata* (CA) (Xu, dkk., 2016). Xu, dkk. (2016) menjelaskan bahwa kelebihan Model SD dapat mensimulasikan hubungan yang kompleks antara faktor alam dan faktor sosial ekonomi, akan tetapi model ini tidak memiliki kemampuan untuk memprediksi pola spasial dari perubahan tutupan dan penggunaan lahan. Begitu sebaliknya, Model CA memiliki kemampuan yang tinggi untuk memproyeksikan pola spasial perubahan tutupan dan penggunaan lahan akan tetapi sulit untuk merepresentasikan faktor sosial dan ekonomi.

Setiap tahun luas perkebunan kelapa sawit terus bertambah seiring dengan banyaknya tingkat permintaan minyak mentah (CPO) di tingkat dunia. Salah satu Kabupaten yang secara signifikan bertambah luas areal perkebunan kelapa sawitnya adalah Kabupaten Rokan Hulu Provinsi Riau. Ekspansi perkebunan kelapa sawit ditambah dengan besarnya perubahan peruntukan dan fungsi kawasan hutan, mengancam keberadaan kawasan lindung serta berpotensi meningkatkan jumlah deforestasi di Kabupaten Rokan Hulu. Prediksi penggunaan lahan di Kabupaten Rokan Hulu melalui model *CA Markov Chain* diharapkan dapat memberikan rekomendasi teknis agar perencanaan wilayah yang disusun sesuai dengan kecenderungan perubahan penggunaan lahan. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) mengetahui luas perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Rokan Hulu dari tahun 2000 sampai dengan 2012, (2) memprediksi perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Rokan Hulu pada tahun 2030.

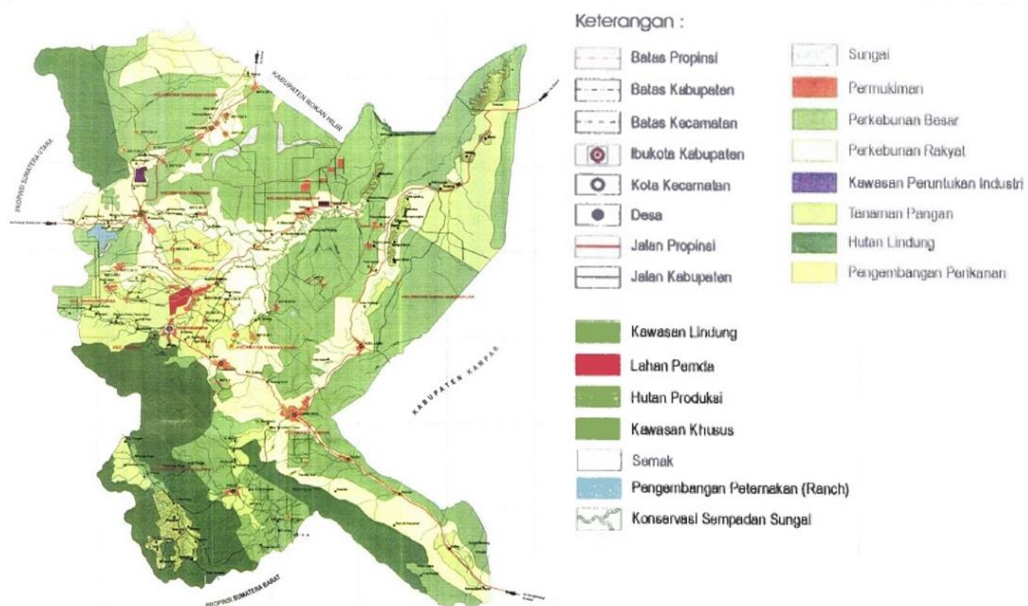
LOKASI PENELITIAN

Provinsi Riau, terutama Kabupaten Rokan Hulu, merupakan sentra perkebunan kelapa sawit paling luas di Indonesia, yakni 21,23% dari total areal kepala sawit di Indonesia (Kementerian Pertanian, 2014). Dari luasan tersebut, kepemilikan kelapa sawit rakyat adalah yang paling dominan yaitu sebesar 62,23% sedangkan perusahaan swasta sebesar 33,29% dan perkebunan negara 4,08%. Kegiatan perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Rokan Hulu memberikan dampak positif terhadap sosial ekonomi masyarakat, diantaranya (1) Peningkatan kesejahteraan masyarakat sekitar; (2) Memperluas lapangan kerja dan kesempatan berusaha; (3) Memberikan kontribusi terhadap pembangunan daerah.

Berdasarkan Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 66 Tahun 2011 tentang Kode dan Wilayah Administrasi Pemerintah, Kabupaten Rokan Hulu memiliki luas wilayah sebesar 7.588,13 km² atau 758.813 hektar. Secara administratif, kabupaten ini memiliki 16 daerah kecamatan, 7 daerah kelurahan dan

149 daerah desa. Secara astronomis, Kabupaten Rokan Hulu terletak pada 0°21'11,37"-1°25'57,83" LU 100°03'1,34"-100°57'22,47" BT (Gambar 1). Luas kawasan hutan di Kabupaten Rokan Hulu berkurang seiring meluasnya areal perkebunan kelapa sawit. Berdasarkan data spasial perkembangan kawasan hutan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, diketahui luas Areal Penggunaan Lain/non kawasan hutan berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kehutanan nomor SK. 7651/Menhut-VII/Kuh/2011 bertambah ±135.655 hektar jika dibandingkan dengan Surat

Keputusan Menteri Kehutanan nomor SK. 878/Menhut-II/2014. Mengacu pada peta rencana pemanfaatan lahan berdasarkan Peraturan Daerah Kabupaten Rokan Hulu nomor 19 Tahun 2003 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Rokan Hulu diketahui bahwa sebagian besar rencana pemanfaatan lahan diarahkan untuk perkebunan besar, perkebunan rakyat dan tanaman pangan. Kawasan lindung sebagian besar direncanakan berada di sisi selatan wilayah kabupaten, hal ini mempertimbangkan status kawasan hutan serta kondisi topografi.



Gambar 1. Peta Rencana Pemanfaatan Lahan Kabupaten Rokan Hulu
(Sumber: Perda Kabupaten Rokan Hulu Nomor 19 Tahun 2013)

METODE PENELITIAN

Perangkat lunak (*software*) utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah ArcGIS dan Idrisi Selva. *Software* ArcGIS digunakan untuk melakukan pengolahan data vektor berformat *shapefile* (*shp*) dan data raster berformat *tiff/img*. *Software* Idrisi Selva digunakan untuk mengolah data raster berformat *rst/rdt* file serta digunakan dalam membuat model prediksi perubahan penggunaan lahan dengan pendekatan model Cellular Automata. Data yang digunakan dalam penelitian ini tersaji dalam Tabel 1.

Pada penelitian ini terdapat 4 tahapan analisis yang dilakukan yang pertama adalah analisis perubahan penggunaan lahan Kabupaten Rokan Hulu dari tahun 2000 hingga tahun 2012. Perubahan tiap kelas tutupan lahan dianalisis dengan teknik analisis *input output* (*I/O*). Metode *input output* untuk analisis perubahan penutupan lahan merupakan modifikasi model *input output* untuk analisis sektor ekonomi (Wijaya, 1993 dalam Eko, 2012). Teknik analisis ini berguna untuk mengetahui luas dan besaran perubahan penggunaan lahan. Tahapan kedua adalah analisis faktor pendorong perubahan penggunaan lahan. Dengan

bantuan Sistem Informasi Geografis (SIG) faktor pendorong tersebut dihitung jarak pusat piksel melewati pusat piksel lainnya ke arah objek/fenomena yang ditentukan dengan menggunakan teknik *Euclidean Distance* (ED). Faktor

pendorong tersebut juga perlu dilakukan Uji Cramer's v agar dapat diketahui bobot pengaruh faktor pendorong terhadap perubahan penggunaan lahan. Uji Cramer's v ini dilakukan dengan bantuan *software* Idrisi Selva.

Tabel 1. Kebutuhan data

No	Jenis Data	Tipe Data	Sumber Data
1.	Data tutupan lahan tahun 2000, 2012, dan 2015	Vektor	Ditjen Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK)
2.	Data batas administrasi wilayah Kabupaten Rokan Hulu	Vektor	Peta Rupa Bumi Indonesia, Badan Informasi Geospasial (BIG)
3.	Data izin pelepasan kawasan hutan	Vektor	Ditjen Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan, KLHK
4.	Data izin pemanfaatan kawasan hutan	Vektor	Ditjen Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan, KLHK
5.	Data jaringan jalan	Vektor	Peta Rupa Bumi Indonesia, BIG
6.	Data jaringan sungai	Vektor	Peta Rupa Bumi Indonesia, BIG
7.	Data DEM (Digital Elevation Model)	Raster	https://earthexplorer.usgs.gov/

Tahapan yang ketiga adalah membangun dan memvalidasi model prediksi perubahan penggunaan lahan. Tahap analisis ini dilakukan dengan bantuan *software* Idrisi Selva, dimana input data berupa peta basis proyeksi (peta tutupan lahan tahun 2000 dan tahun 2012) dan faktor-faktor pendorong yang mempengaruhi perubahan penutupan lahan. Prinsip dasar CA Markov chain adalah mengukur probabilitas pada serangkaian kejadian di masa sekarang untuk memprediksi kejadian di masa depan. Untuk memvalidasi hasil prediksi perubahan penggunaan lahan, dilakukan operasi uji *kappa accuracy* untuk membandingkan hasil prediksi penggunaan lahan tahun 2015 dengan peta tutupan lahan tahun 2015 yang bersumber dari Ditjen Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Tahapan yang terakhir adalah analisis hasil prediksi perubahan tutupan lahan di Kabupaten Rokan Hulu tahun 2030.

PEMBAHASAN

1. Analisis perubahan penggunaan lahan

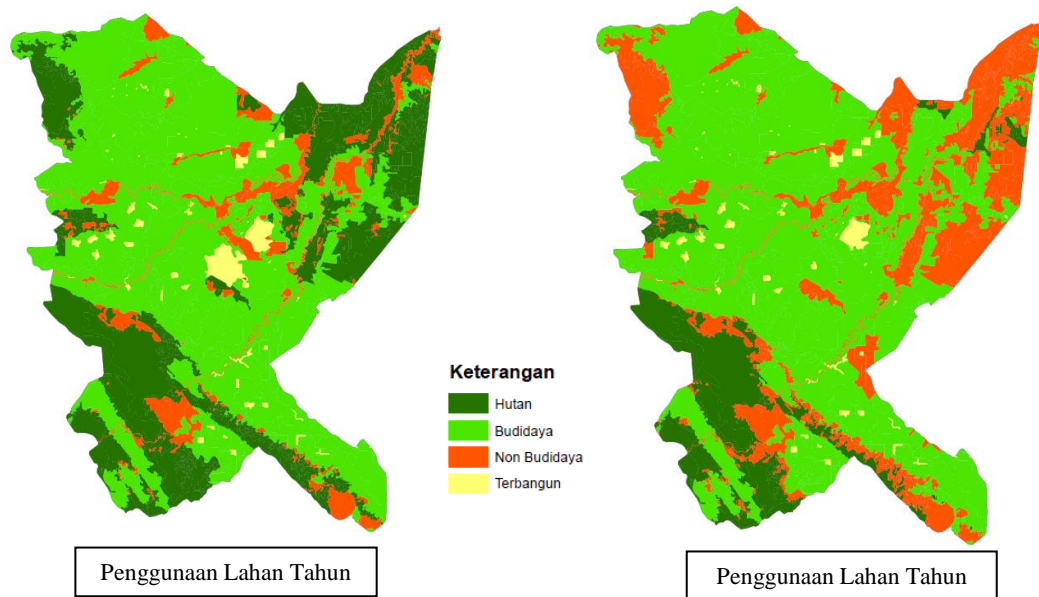
Data penggunaan lahan Kabupaten Rokan Hulu yang digunakan dalam penelitian ini adalah data penggunaan lahan hasil penafsiran dari citra landsat 5 tahun 2000 dan landsat 8 untuk tahun 2012 yang sudah diuji lapangan oleh

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Pada tahapan analisis ini digunakan 4 kelas penggunaan lahan yaitu: Hutan, Budidaya, Non Budidaya dan Terbangun. Kelas penggunaan lahan hutan terdiri atas tutupan lahan hutan lahan kering primer, hutan lahan kering sekunder, hutan rawa sekunder dan hutan tanaman. Untuk kelas penggunaan lahan budidaya terdiri atas tutupan lahan perkebunan, pertanian lahan kering, pertanian lahan kering+semak dan sawah. Untuk kelas penggunaan lahan non budidaya terdiri atas tutupan lahan belukar rawa, pertambangan, semak/belukar, tanah terbuka dan tubuh air. Sedangkan kelas penggunaan lahan terbangun terdiri atas pelabuhan udara/laut, permukiman dan transmigrasi.

Untuk mengetahui perubahan tiap kelas penggunaan lahan dilakukan teknik analisis input output (I/O) yang disusun dalam suatu matriks perubahan penggunaan lahan tahun 2000-2012. Berdasarkan tabel input output (I/O), diketahui bahwa terjadi konversi penggunaan lahan hutan sebesar 60,38%. Penggunaan lahan hutan sebesar 48,86% berubah menjadi penggunaan lahan non budidaya, sedangkan sebesar 11,52% berubah menjadi penggunaan lahan budidaya. Besarnya perubahan penggunaan lahan hutan menjadi penggunaan lahan non budidaya mengindikasikan

adanya kegiatan *land clearing* untuk mempersiapkan lahan menjadi lahan perkebunan atau pertanian. Hal ini didukung adanya perubahan sebagian besar penggunaan lahan non budidaya menjadi budidaya (12,36%) yang menunjukkan bahwa konversi lahan hutan menjadi lahan budidaya (perkebunan /pertanian) didahului dengan perubahan

lahan hutan menjadi lahan non budidaya (tanah terbuka/semak belukar). Tabel 2 menampilkan data *input output* (I/O) perubahan penggunaan lahan dari tahun 2000 hingga tahun 2012 di Kabupaten Rokan Hulu, sedangkan Gambar 2 menampilkan peta penggunaan lahan Kabupaten Rokan Hulu Tahun 2000 dan Tahun 2012.



Gambar 2. Peta penggunaan lahan Kabupaten Rokan Hulu Tahun 2000 dan Tahun 2012

Tabel 2. Tabel *input output* (I/O) perubahan penggunaan lahan dari tahun 2000 hingga tahun 2012 di Kabupaten Rokan Hulu

Penggunaan Lahan Tahun 2000	Penggunaan Lahan Tahun 2012								
	Hutan		Budidaya		Non Budidaya		Terbangun		Total (Ha)
	Luas (Ha)	%	Luas (Ha)	%	Luas (Ha)	%	Luas (Ha)	%	
Hutan	89.852,24	39,62	26.126,71	11,52	110.792,56	48,86	-	-	226.771,52
Budidaya	-	-	437.332,12	98,68	5.864,92	1,32	-	-	443.197,04
Non budidaya	1.170,04	1,64	8.825,95	12,36	61.419,93	86,00	-	-	71.415,91
Terbangun	-	-	6.540,67	37,53	-	-	10.887,87	62,47	17.428,53
Total (Ha)	91.022,28		478.825,44		178.077,41		10.887,87		758.813,00

Untuk lahan budidaya tidak mengalami perubahan penggunaan lahan yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa lahan budidaya yang ada di Rokan Hulu dikelola dengan baik. Perubahan penggunaan lahan terbangun menjadi budidaya sebesar 37,53% merupakan perubahan areal transmigrasi menjadi areal perkebunan. Areal transmigrasi yang

pada data tutupan lahan Ditjen Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan merupakan areal transmigrasi yang ditunjuk pemerintah, sehingga pada prosesnya areal transmigrasi tersebut bisa berubah menjadi lahan terbangun maupun lahan budidaya. Pada tabel *input output* (I/O) ini juga diketahui

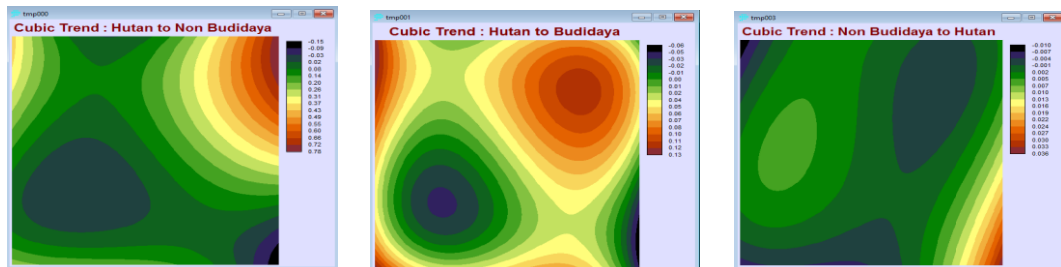
bahwa terdapat perubahan penggunaan lahan non budidaya menjadi lahan hutan sebesar 1,64% atau 1.170,04 hektar.

Berdasarkan *cubic trend* perubahan penggunaan lahan pada Gambar 3, diketahui bahwa trend perubahan penggunaan lahan hutan menjadi non budidaya sebagian besar terjadi di wilayah timur laut Kabupaten Rokan Hulu. Demikian pula *trend* perubahan penggunaan lahan hutan menjadi budidaya yang sebagian besar terjadi di wilayah timur laut dan secara sporadis terjadi di wilayah batas administrasi Kabupaten Rokan Hulu. Untuk perubahan penggunaan lahan non budidaya

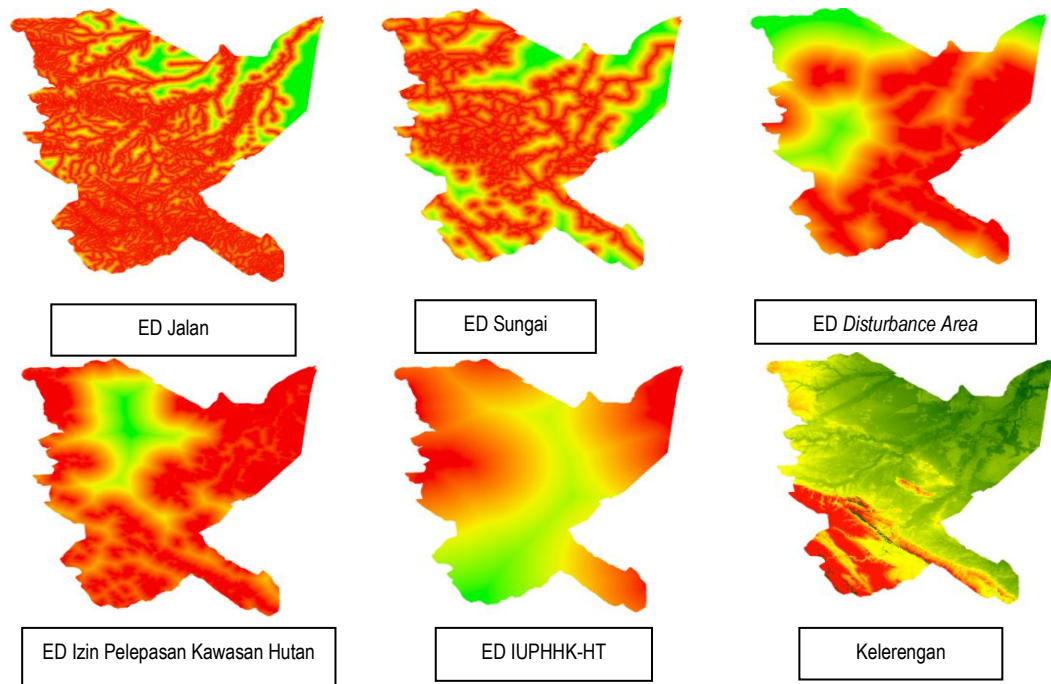
menjadi hutan terjadi di wilayah tenggara Kabupaten Rokan Hulu. *Cubic trend* perubahan penggunaan lahan Kabupaten Rokan Hulu tersaji pada Gambar 4.

2. Analisis faktor pendorong perubahan penggunaan lahan

Identifikasi faktor-faktor pendorong yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan merupakan langkah yang sangat penting untuk membangun prediksi perubahan lahan di masa yang akan datang. Faktor pendorong inilah yang menjadi kunci agar perubahan penggunaan lahan di masa depan dapat terprediksi secara sistematis.



Gambar 3. *Cubic trend* perubahan penggunaan lahan hutan dari tahun 2000 hingga tahun 2012 di Kabupaten Rokan Hulu



Gambar 4. Peta faktor pendorong perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Rokan Hulu

Mulyanto & Jaya (2004) menyebutkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya deforestasi adalah jarak terhadap kampung, jalan, sungai dan rencana karya tahunan apabila terdapat izin dalam kawasan hutan. Berdasarkan hal tersebut pada penelitian ini ditentukan 6 (enam) faktor pendorong perubahan penggunaan lahan yaitu jarak terhadap jalan, jarak terhadap sungai, jarak terhadap areal yang mengalami perubahan penggunaan lahan (*disturbance area*), jarak terhadap Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Hutan Tanaman (IUPHHK-HT), Izin Pelepasan Kawasan Hutan untuk kegiatan perkebunan dan data kelerengan. Faktor pendorong perubahan penggunaan lahan ini kemudian dilakukan pembobotan untuk dilihat besar nilai pengaruhnya.

Penentuan nilai pengaruh (bobot) dari beberapa faktor pendorong perubahan penggunaan lahan di atas, diawali dengan mengonversi data peta vektor menjadi raster. Format data raster ini digunakan untuk melakukan analisis faktor jarak spasial (*ED*) terhadap masing-masing faktor pendorong dengan ukuran cell 30x30 karena data penggunaan lahan hasil interpretasi dari citra landsat yang beresolusi spasial 30x30m. Analisis ED ini menggunakan bantuan *software* ArcGIS 10.1. Variabel prediktor menunjukkan jarak setiap lokasi di Kabupaten Rokan Hulu terhadap variabel pendorong perubahan lahan yang telah ditentukan. Hasil analisis jarak ini berupa peta jarak

terhadap lokasi variabel independen dalam format raster dengan resolusi spasial 30 meter. Setiap piksel memiliki nilai jarak yang dihitung dari pusat piksel tersebut ke pusat piksel variabel independen terdekat. Untuk variabel kelerengan, dilakukan pembobotan sesuai dengan tingkat kelerengan di Kabupaten Rokan Hulu.

Faktor pendorong perubahan penggunaan lahan selanjutnya dilakukan uji *Cramer's v* dengan tujuan untuk mengukur keterkaitan antara satu variabel dengan masing-masing kelas penggunaan lahan dengan rentang nilai antara 0-1, dimana 0 berarti tidak ada keterkaitan antara faktor pendorong dan kelas penggunaan lahan tertentu sedangkan nilai 1 menunjukkan keterkaitan yang erat. Koefisien korelasi *Cramer* merupakan koefisien korelasi antara dua variabel dimana variabel tersebut merupakan variabel berskala nominal dan dihitung menggunakan tabel kontingensi. Pada tabel kontingensi akan dicari nilai harapan (*expected value*) setiap *cell*-nya, semakin besar perbedaan antara nilai harapan dan nilai observasi (*observed value*), maka akan semakin besar pula derajat hubungan dua variabel yang berarti semakin besar pula nilai koefisien *Cramer*-nya (Septiono, 2016). Dari hasil uji test *cramer* dihasilkan bobot dari setiap faktor pendorong perubahan lahan pada Tabel 3.

Tabel 3. Bobot hasil uji *Cramer's v* faktor pendorong perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Rokan Hulu

No	Faktor Pendorong	Bobot hasil uji <i>Cramer's v</i>
1.	<i>Euclidean Distance</i> Jalan	0,2023
2.	<i>Euclidean Distance</i> Sungai	0,1177
3.	<i>Euclidean Distance</i> Disturbance Area	0,3016
4.	<i>Euclidean Distance</i> Izin Pelepasan Kawasan Hutan	0,1350
5.	<i>Euclidean Distance</i> IUPHHK-HT	0,2118
6.	Kelerengan	0,3354

Dari hasil uji *cramer's* diketahui bahwa ke enam faktor pendorong tersebut dapat digunakan dalam model prediksi penggunaan lahan. Faktor pendorong yang memiliki bobot terbesar yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan adalah kelerengan dan

jarak terhadap areal yang mengalami perubahan penggunaan lahan (*disturbance area*). Hal ini juga dapat diartikan bahwa kondisi kelerengan dan jarak terhadap areal yang mengalami perubahan penggunaan lahan (*disturbance area*) menjadi penentu terjadinya perubahan

penggunaan lahan di Kabupaten Rokan Hulu.

3. Membangun dan memvalidasi model prediksi perubahan penggunaan lahan

Pada tahap ini dilakukan simulasi prediksi penggunaan lahan tahun 2015 dengan menggunakan input data berupa peta basis proyeksi (peta tutupan lahan tahun 2000 dan tahun 2012) dan faktor-faktor pendorong yang mempengaruhi perubahan penutupan lahan ke dalam model *Cellular Automata* (CA) Markov dengan bantuan *software Idrisi Selva*. Peta transisi perubahan penggunaan lahan yang dijadikan input dalam penyusunan model ini adalah hutan menjadi budidaya, hutan menjadi non budidaya, budidaya menjadi non budidaya, non budidaya menjadi budidaya. Dipilihnya 4 transisi perubahan penggunaan kawasan hutan dikarenakan 4 jenis perubahan tutupan lahan tersebut merupakan yang dominan yang terjadi di Kabupaten Rokan Hulu, selain itu fokus penelitian ini adalah melihat konversi lahan hutan menjadi lahan budidaya atau non budidaya.

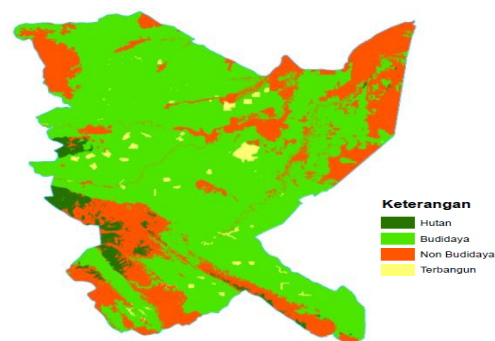
Untuk memprediksi perubahan penggunaan lahan, perlu secara empiris dimodelkan masing-masing dari empat transisi tersebut. Terdapat dua metode untuk melakukan permodelan tersebut yang pertama adalah regresi logistik dan yang kedua adalah *multi-layer perceptron* (MLP) *neural network*. Jika yang digunakan adalah regresi logistik masing-masing transisi ini harus dimodelkan secara terpisah, akan tetapi jika menggunakan MLP, seluruh transisi dapat dimodelkan sekaligus (J.R. Eastman, 2012). Dalam penelitian ini dilakukan model dengan metode *multi-layer perceptron* (MLP) *neural network*.

Uji validasi dilakukan dengan membandingkan hasil peta simulasi tahun 2015 dengan peta tutupan lahan tahun 2015 yang bersumber dari Ditjen Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan KLHK. Teknik analisis uji validasi model dilakukan melalui uji kappa akurasi. Hasil komparasi luasan penggunaan lahan pada peta simulasi dengan peta existing dihitung tingkat validitasnya.

Dalam penelitian ini dihasilkan *kappa index agreement* (KIA) sebesar 0,6815 atau sekitar 68,15%. Menurut Landis & Koch (1977) nilai KIA sebesar 0,61-0,80 termasuk kategori *substantial agreement*, artinya permodelan yang dilakukan sudah layak secara substansial. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan untuk meningkatkan nilai KIA adalah (1) data tutupan lahan hutan yang digunakan, yang bersumber dari Ditjen Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan KLHK perlu dicermati kembali konsistensi dan akurasi, (2) perlu dikaji kembali faktor lain yang mendorong maupun menghambat terjadinya perubahan penggunaan lahan, seperti: nilai lahan dan wilayah konflik.

4. Prediksi perubahan penggunaan lahan Kabupaten Rokan Hulu tahun 2030

Berdasarkan hasil prediksi perubahan tutupan lahan melalui model *Cellular Automata* (CA) Markov Chain, terlihat bahwa pada tahun 2030 diprediksi luas penggunaan lahan hutan hanya 3,13% dari total wilayah Kabupaten Rokan Hulu. Hal tersebut menunjukkan apabila trend deforestasi ini dibiarkan maka penggunaan lahan hutan di Kabupaten Rokan Hulu terutama pada Kawasan Hutan Lindung akan terkonversi. Tabel 4 menunjukkan perbandingan persen luas penggunaan lahan hutan dimana penggunaan lahan hutan tahun 2000 sebesar 29,89% sedangkan tahun 2012 sebesar 12%. Gambar 5 menampilkan peta prediksi penggunaan lahan di Kabupaten Rokan Hulu tahun 2030.



Gambar 5. Peta Prediksi Penggunaan Lahan Kabupaten Rokan Hulu Tahun 2030

Tabel 4. Penggunaan lahan tahun 2000, tahun 2012 dan prediksi tahun 2030 di Kabupaten Rokan Hulu

No	Penggunaan lahan	Tahun 2000		Tahun 2012		Tahun 2030 (Prediksi)	
		Luas (Ha)	Persen (%)	Luas (Ha)	Persen (%)	Luas (Ha)	Persen (%)
1.	Hutan	226.771,52	29,89	91.022,28	12,00	23.730,51	3,13
2.	Budidaya	443.197,04	58,41	478.825,44	63,10	528.104,42	69,60
3.	Non budidaya	71.415,91	9,41	178.077,41	23,47	195.547,17	25,77
4.	Terbangun	17.428,53	2,30	10.887,87	1,43	11.430,90	1,51
	Total	758.813,00	100,00	758.813,00	100,00	758.813,00	100,00

Trend laju deforestasi yang tinggi di Kabupaten Rokan Hulu memberikan ancaman lingkungan yang serius. Beberapa dampak deforestasi terutama akibat kegiatan budidaya (perkebunan/pertanian) adalah:

1. Rusak dan hilangnya keanekaragaman hayati karena hilangnya habitat.
2. Menimbulkan potensi bencana baik banjir, kekeringan, kebakaran hutan maupun tanah longsor.
3. Mempengaruhi sifat fisik maupun kimia tanah sehingga dapat merusak kualitas tanah dan mengurangi tingkat kesuburan.
4. Berpotensi meningkatkan pencemaran lingkungan yang berdampak negatif terhadap kesehatan masyarakat.
5. Menjadi penyumbang emisi karbon terbesar.

Untuk menjaga kelestarian hutan dan lingkungan di Kabupaten Rokan Hulu perlu dilakukan evaluasi terhadap pelaksanaan Peraturan Daerah Kabupaten Rokan Hulu nomor 19 Tahun 2003 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Rokan Hulu. Evaluasi rencana tata ruang tersebut perlu mempertimbangkan laju deforestasi akibat konversi lahan hutan menjadi perkebunan kelapa sawit. Selain itu perlu adanya ketegasan dalam penerapan hukum terutama terkait dengan penggunaan kawasan hutan untuk kegiatan perkebunan. Undang-Undang 41 Tahun 1999 menyatakan bahwa kawasan hutan tidak dapat digunakan untuk kegiatan perkebunan kecuali kawasan hutan tersebut dirubah peruntukannya melalui pelepasan kawasan hutan atau tukar menukar kawasan hutan. Pemerintah Kabupaten perlu memberikan perhatian khusus pada penggunaan lahan non budidaya.

Penggunaan lahan non budidaya memiliki potensi besar untuk terkonversi menjadi penggunaan lahan perkebunan, disisi lain penggunaan lahan non budidaya menjadi peluang bagi Pemerintah Daerah untuk melakukan rehabilitasi lahan.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisis perubahan penggunaan lahan, terjadi deforestasi hutan di Kabupaten Rokan Hulu dari tahun 2000 sampai dengan 2012 seluas 136.919,27 hektar atau 11.409.94 hektar per tahun.
2. Faktor pendorong terjadinya perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Rokan Hulu diantaranya adalah jarak terhadap jalan, jarak terhadap sungai, jarak terhadap areal yang mengalami perubahan penggunaan lahan (*disturbance area*), jarak terhadap IUPHHK-HT, jarak terhadap Izin Pelepasan Kawasan Hutan untuk kegiatan perkebunan dan data kelelerengan. Faktor pendorong yang memiliki bobot tertinggi adalah kelelerengan dan jarak terhadap areal yang mengalami perubahan penggunaan lahan (*disturbance area*).
3. Prediksi perubahan penggunaan lahan dilakukan dengan model *Cellular Automata Markov Chain* dengan bantuan *software* Idrisi Selva. Model yang dibangun memiliki memiliki akurasi sebesar 68,15% berdasarkan KIA. Hasilnya penggunaan lahan hutan pada tahun 2030 diprediksi hanya seluas 3,13 hektar dari total wilayah kabupaten.
4. Untuk mengembalikan dan mempertahankan fungsi kawasan lindung, perlu dilakukan evaluasi pelaksanaan

RTRWK Kabupaten Rokan Hulu, penegakan hukum terhadap berbagai pelanggaran pemanfaatan lahan dan rehabilitasi areal tidak produktif.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan sebesar-besarnya kepada Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta atas kesempatannya untuk mengikuti Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) 2018, kepada Bappenas atas beasiswa gelar S-2 dalam negeri tahun 2017, Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M., Hadi, S., & Sulistyantara, B. (2016). Study on Land Cover Change of Ciliwung Downstream Watershed with Spatial Dynamic Approach. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 227(November 2015), 52-59. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.06.042>.
- Eko, T. (2012). *Perubahan Penggunaan Lahan Dan Kesesuaiannya Terhadap RDTR Wilayah Peri Urban. Studi Kasus Kecamatan Mlati. Tesis*. Program Studi Magister Pembangunan Wilayah dan Kota, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Gao, J., Li, F., Gao, H., Zhou, C., & Zhang, X. (2015). The impact of land-use change on water-related ecosystem services: A study of the Guishui River Basin, Beijing, China. *Journal of Cleaner Production*, 163, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.01.049>
- Han, M., Yang, X., & Jiang, E. (2016). An Extreme Learning Machine based on Cellular Automata of edge detection for remote sensing images. *Neurocomputing*, 198, 27-34. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2015.08.121>
- Eastman, J.R. (2012). *IDRISI Selva Tutorial*. Idrisi Production. Clark Labs-Clark University.
- Kabupaten Rokan Hulu. (2003). *Peraturan Daerah Kabupaten Rokan Hulu nomor 19 Tahun 2003 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Rokan Hulu*. Rokan Hulu
- Kementerian Dalam Negeri. (2011). *Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor 66 Tahun 2011 tentang Kode dan Wilayah Administrasi Pemerintah*. Jakarta.
- Kementerian Pertanian. (2014). *Statistik Perkebunan Indonesia 2014-2016 Kelapa Sawit*. Jakarta
- Kundu, S., Khare, D., & Mondal, A. (2017). Past, present and future land use changes and their impact on water balance. *Journal of Environmental Management*, 197, 582-596. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.04.018>
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, 33(1), 159. <https://doi.org/10.2307/2529310>
- Mulyanto, lukman dan surati jaya, I nengah. (2004). *Analisis Spasial Degradasi Hutan dan Deforestasi*, Jurnal Manajemen Hutan Tropika, Vol. X No. 1: 29-42 (2004).
- Ritohardoyo Su. (2002). *Penggunaan dan Tata Guna Lahan*. Bahan Kuliah. Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.
- Sajikumar, N., & Remya, R. S. (2015). Impact of land cover and land use change on runoff characteristics. *Journal of Environmental Management*, 161, 460-468. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.12.041S>
- Septiono D,S. (2016). Model Perubahan Penggunaan Lahan dan Strategi untuk Mendukung Rencana Pengelolaan Kesatuan Pengelolaan Hutan (Studi Kasus KPH Yogyakarta). *Tugas Akhir*, Program Studi Magister Pembangunan Wilayah dan Kota, Universitas Diponegoro, Semarang
- Siradjuddin, I. (2015). Dampak Perkebunan Kelapa Sawit terhadap Perekonomian Wilayah Di Kabupaten Rokan Hulu. *Jurnal Agroteknologi*, 5(2), 7-14.
- Worldbank. (2016). *Population, Total*. Diakses 5 oktober 2017. <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL>
- Xu, X., Du, Z., & Zhang, H. (2016). Integrating the system dynamic and Cellular Automata models to predict land use and land cover change.

International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 52, 568-579. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2016.07.022>

Yusuf, Syarifuddin. (2007). *Evaluasi Pemanfaatan Ruang di Kecamatan Umbulharjo Kota Yogyakarta*. Tugas Akhir tidak diterbitkan. Program Studi Magister Pembangunan Wilayah dan Kota, Universitas Diponegoro, Semarang.

Zope, P. E., Eldho, T. I., & Jothiprakash, V. (2016). *Impacts of land use–land cover change and urbanization on flooding: A case study of Oshiwara River Basin in Mumbai, India*. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.06.009>.

dosen tetap Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Diponegoro, Semarang.

BIODATA PENULIS

Bobby Rachmat Fitriyanto, S.Hut., M.Ling., lahir di Pekanbaru tanggal 10 Mei 1988, menyelesaikan pendidikan S1 pada program studi Manajemen Hutan dari Universitas Universitas Gadjah Mada tahun 2011 dan S2 pada program studi Magister Ilmu Lingkungan dari Universitas Diponegoro Semarang tahun 2018.

Dr. Muhammad Helmi, S.Si., M.Si., lahir di Denpasar tanggal 20 November 1969, menyelesaikan pendidikan S1 pada program studi Penginderaan Jauh dan Kartografi dari Universitas Gadjah Mada tahun 1996, S2 pada program studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut dari Institut Pertanian Bogor tahun 2007, dan S3 bidang manajemen sumberdaya pantai dari Universitas Diponegoro tahun 2016. Saat ini tercatat sebagai dosen tetap Program Studi Oseanografi Universitas Diponegoro dan tergabung dalam tim Pusat Kajian Mitigasi Bencana dan Rehabilitasi Pesisir.

Dr. Hadiyanto, S.T., M.T., lahir di Pekalongan tanggal 28 Oktober 1975, menyelesaikan pendidikan S1 pada program studi Teknik Kimia dari Universitas Diponegoro tahun 1998, S2 pada program studi Biotechnology dari Wageningen University dan S3 pada program studi Product Quality Driven Food Process Wageningen University. Saat ini tercatat sebagai