

Muhammadfadhli, Rifardi, S. Tarumun
2019 : 13(2)

**PEMODELAN PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN
DI KABUPATEN KAMPAR**

Muhammadfadhli

*PEH Muda Balai Pemantapan Kawasan Hutan Wilayah XIX Pekanbaru Jl.Majalengka
No.101 RT.03 RW.015, Kel. Sidomulyo Timur, Kec. Marpoyan Damai, Kota
Pekanbaru, Telp. 081328677724, E-mail: mfadhli8301@yahoo.co.id*

Rifardi

*Dosen Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau,
Kampus Bina Widya, Simpang Baru, Km 12,5, Pekanbaru
E-mail : rifardi@lecturer.unri.ac.id*

Suardi Tarumun

*Dosen Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau,
Kampus Bina Widya, Simpang Baru, Km 12,5, Pekanbaru
E-mail : suardi.tarumun@gmail.com*

Modeling Land Use Change In Kampar District

Absrtract

This study aims to analyze the drivers of land use change in Kampar District and to make modeling of land use changes in 2028. This study uses a survey method. To find out the factors driving the changes in land use in Kampar District were analyzed using binary logistic regression with a stepwise method. Forward land use prediction in 2028 with 3 scenarios was carried out by modeling using Markov Chain and Cellular Automata (CA). The results showed that the density population, altitude, slope, distance to the main road, distance to the river, and distance to the subdistrict city are the driving factors that influence changes in the use of forest land to plantations, forests to open land, mixed plantations to built up land, and mixed plantations to plantations in Kampar District. The results of land use modeling in 2028 using CA-Markov with 3 scenarios indicate an increase or reduction in several types of land use, especially forests, plantations, paddy fields and built up land use, forest land use decreases widely in scenario I, and scenario II, on the contrary experience an increase in area in scenario III; plantation land use shows the addition of the three scenarios created; Likewise the developed land shows addition to all three scenarios; Furthermore, there is a reduction in paddy fields in scenario I and scenario II, but in scenario III the use of paddy fields does not experience any addition or reduction.

Keywords: Modeling, Land use, CA-Markov, Kampar Distric

PENDAHULUAN

Modelling merupakan alat yang penting untuk mempelajari perubahan penggunaan lahan karena mempunyai kemampuan mengintegrasikan suatu perubahan penggunaan lahan menjadi perubahan penggunaan lahan lain (Lambin *et al.*, 1999). Lambin (1997) menunjukkan bahwa model perubahan penggunaan lahan dan penutupan lahan dapat membantu para ilmuwan menghasilkan hipotesis dan dalam beberapa kasus dapat menjawab tiga pertanyaan utama (1) apakah variable biofisik dan sosial ekonomi dapat menjelaskan perubahan penggunaan lahan, (2) dimana lokasi yang terpengaruh oleh perubahan, (3) pada tingkat perlakuan apakah perubahan penggunaan lahan meningkat.

Model kemudian membantu untuk menjelaskan menjelaskan dan atau memprediksi perubahan penggunaan dan penutupan lahan (Schneider dan Pontius, 2001). Daerah kajian yang dianalisis adalah Kabupaten Kampar di Provinsi Riau. Kabupaten Kampar merupakan salah satu wilayah yang cukup pesat pertumbuhannya di Provinsi Riau. Indikator pertumbuhan suatu wilayah secara umum dapat diketahui dari nilai Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). BPS Kabupaten Kampar (2018) mencatat bahwa angka PDRB atas dasar harga konstan empat tahun terakhir terjadi pertumbuhan positif PDRB dari Rp. 45,82 triliun pada Tahun 2014 menjadi Rp. 49,04 triliun pada Tahun 2017. Artinya pertumbuhan ekonomi Kabupaten Kampar rata-rata pertahun sebesar 2,29 %. Selain itu, perkembangan jumlah penduduk dalam kurun waktu 5 tahun terakhir (2013-2017) mengalami peningkatan sejumlah 79.011 jiwa dengan laju pertumbuhan rata-rata 2,37% pertahun.

Barlowe (1986) menyatakan bahwa pertambahan jumlah penduduk berarti pertambahan terhadap makanan dan kebutuhan lain yang dapat dihasilkan oleh sumber daya lahan. Permintaan terhadap hasil-hasil pertanian meningkat dengan adanya pertambahan penduduk, demikian pula permintaan terhadap hasil non-pertanian, kebutuhan perumahan dan sarana prasarana yang berimplikasi pada peningkatan kebutuhan ruang yang dapat merubah penggunaan suatu lahan tertentu ke penggunaan lahan lainnya.

Perubahan penggunaan lahan merupakan proses yang tidak dapat dihindari sehingga penting dikaji secara empirik dan dalam pengamatan multi waktu. Prediksi perubahan penggunaan lahan yang akan datang sangat penting untuk mengantisipasi dampak akibat implementasi sebuah kebijakan pengalokasian ruang (Ramlan *et al.*, 2015) dan efektif dalam sebuah perencanaan (Thanutgit *et al.*, 2016). Dalam melakukan prediksi perubahan penggunaan lahan, perencana dapat memberikan tiga skenario, yaitu optimis, moderat dan pesimis untuk mendapatkan sebuah kebijakan terpilih (Suwarli *et al.*, 2012), atau skenario yang membiarkan perubahan terjadi tanpa ada kebijakan maupun diatur oleh kebijakan (Kurnianti *et al.*, 2015).

Berbagai pendekatan analitik diaplikasikan para peneliti untuk mengkaji faktor-faktor yang diduga mempengaruhi (*driving factors*) terjadinya perubahan penggunaan lahan, serta melihat perubahan penggunaan lahan pada masa yang akan datang. Untuk membuat prediksi penggunaan lahan pada masa yang akan datang adalah dengan pemodelan. Salah satu model perubahan penggunaan lahan yang dapat diimplementasikan dalam perencanaan penggunaan lahan adalah *Cellular Automata - Markov Chain* yang memproses perubahan penggunaan lahan dalam dua titik waktu. Model ini berbasis *Cellular automata* (CA) yang merupakan model yang bersifat dinamis yang mengintegrasikan dimensi ruang dan waktu. Keunggulan dari model *cellular automata* adalah dapat digunakan untuk mengkaji suatu pola sederhana hingga pola yang kompleks dengan prinsip yang sederhana (Singh, 2003; Torrenz, 2004).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Maret 2019 sampai dengan Oktober 2019. Metode penelitian yang digunakan adalah metode survei. Untuk mengetahui faktor-faktor pendorong perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Kampar dianalisis menggunakan *regresi logistik biner* dengan metode bertatar (*forward stepwise*). Faktor-faktor penduganya adalah (X1) kepadatan penduduk, (X2) kemiringan lahan, (X3) ketinggian tempat, (X4) curah hujan, (X5) jarak ke jalan utama, (X6) jarak ke sungai, dan (7) jarak ke kota kecamatan. Pada tahap analisis ini dipilih 4 jenis pola perubahan penggunaan lahan yang signifikan perubahan penggunaan lahan Tahun 2008-2018 yaitu : hutan menjadi perkebunan, perkebunan campuran menjadi perkebunan, hutan menjadi lahan terbuka, perkebunan campuran menjadi lahan terbangun.

Variabel bebas peta kepadatan penduduk dibuat dengan asumsi bahwa populasi penduduk menyebar secara sirkuler dengan jari-jari 2 km dan populasi akan bertambah besar ketika mendekati pusat penyebarannya (Alberto dan Dasanto, 2010). Langkah awal yang dilakukan adalah membuat proporsi populasi dengan menggunakan aplikasi *image calculator* pada *software* IDRISI dengan rumus :

$$P = 0,2402 * \exp(-0,9464 * \text{peta jarak ke pemukiman}/1000)$$

Setelah didapat peta proporsi, selanjutnya masih menggunakan *image calculator*, dibuat peta kepadatan penduduk dengan menggunakan rumus :

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

Keterangan :

ρ = kepadatan penduduk non spasial (orang/km²)

A = luas penyebaran populasi (km²) dalam bentuk lingkaran = $3,14 * (2 \text{ Km})^2 = 12,56 \text{ Km}^2$

P = peta proporsi populasi

C = faktor konversi dari 1 km² ke 1 piksel

Variabel bebas peta kelerengan dan peta ketinggian tempat (elevasi) didapat dari data citra penginderaan jauh SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), sedangkan peta curah hujan didapat dari BPDAS Indragiri Rokan yang dikonversi ke dalam bentuk data raster pada *software* Idrisi Selva. Peta jarak ke jalan utama dibuat dengan cara memasukkan peta jalan ke *modul distance* dengan memilih menu *GIS Analysis – Distance Operator – Distance* pada *software* Idrisi Selva. Jarak dihitung berdasarkan *Euclidean*, yaitu jarak dari satu obyek ke obyek lainnya. Peta jarak ke sungai dan jarak ke kota kecamatan diolah mengikuti cara pengolahan peta jarak ke jalan.

Secara umum persamaan regresi logistik dirumuskan sebagai berikut (Hosmer and Lemeshow, 1989) :

$$\text{Logit} (P_i) = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_{2,1} + \dots + \beta_n X_n$$

Ketengan :

P_i = peluang perubahan penggunaan lahan (0-1)

α = intersep

β_{1-n} = nilai koefisien variable bebas ke-1 sampai ke – n

X_{1-n} = variable bebas ke-1 sampai ke-n

Hasil regresi logistic diuji ketepatannya dengan metode ROC (*Relative Operating Characteristics*) dengan nilai 0,5-1,0. Prediksi penggunaan lahan Tahun 2028 dilakukan dengan pemodelan menggunakan *Markov Chain* dan *Cellular Automata (CA)*. Persamaan *Markov Chain* dibangun menggunakan distribusi penggunaan lahan pada awal dan akhir masa pengamatan yang tersajikan dalam suatu vektor (matriks dan kolom), serta sebuah matriks transisi. Metode *Markov* merupakan metode untuk menambahkan karakter ruang berdasarkan penerapan aturan.

Metode *Markov* didefinisikan secara matematis sebagai berikut:

$$M_{LC} * M_t = M_{t+1}$$

$$\begin{bmatrix} LC_{uu} & LC_{ua} & LC_{uw} \\ LC_{au} & LC_{aa} & LC_{aw} \\ LC_{wu} & LC_{wa} & LC_{ww} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_t \\ A_t \\ W_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U_{t+1} \\ A_{t+1} \\ W_{t+1} \end{bmatrix}$$

Keterangan :

M_{LC} = Peluang

M_t = Peluang Tahun ke-t

M_{t+1} = Peluang Tahun ke-t+1

U_t = Peluang setiap titik terklasifikasi sebagai kelas U pada waktu t

LC_{ua} = Peluang suatu kelas u menjadi kelas lainnya pada rentang waktu tertentu

Prediksi Tahun 2028 dilakukan dengan Tahun awal (T0) adalah Tahun 2018. Data penggunaan lahan yang digunakan adalah perubahan selama 10 tahun, yaitu dari Tahun 2008-2018. Prediksi penggunaan lahan Tahun 2028 dilakukan dengan 3 skenario, yaitu:

1. Skenario I (*Business as Usual*) yaitu setiap lahan dapat berubah penggunaannya tanpa ada batasan dan kontrol. Perubahan penggunaan lahan Tahun 2028 dipengaruhi oleh perubahan penggunaan tahun sebelumnya.
2. Skenario II (Moderat) adalah skenario ini dibuat dengan adanya kebijakan dan aturan yang dibuat oleh pemerintah. Pemerintah memberikan aturan penggunaan lahan yang berubah dan tidak berubah. Hutan yang berada dalam Kawasan hutan sesuai dengan Peta Kawasan hutan lampiran Keputusan Menteri LHK Nomor SK.903/Menlhk/Setjen/Pla.2/12/2016 tanggal 7 Desember 2016, dipertahankan dan penggunaan lahan non kehutanan yang terlanjur berada dalam kawasan hutan dihentikan penambahannya pada kawasan hutan.
3. Skenario III (Optimis) adalah skenario II ditambah dengan aturan lahan sawah yang sudah ada tidak boleh berubah penggunaannya sesuai Undang-Undang Nomor 41 Tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pangan Berkelanjutan. Semak belukar dan lahan terbuka yang berada di dalam kawasan hutan diubah menjadi tanaman hutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis derajat keeratan hubungan antara variabel bebas (faktor pendorong) terhadap perubahan penggunaan lahan dengan analisis *Cramer's V* menghasilkan nilai *Cramer's V* berkisar antara 0-1, variabel yang memiliki nilai 0 berarti tidak terdapat keterkaitan, sedangkan nilai 1 menunjukkan bahwa suatu variabel memiliki keterkaitan terhadap perubahan penggunaan lahan.

Nilai *Cramer's V* > 0,10 berarti variabel tersebut dapat digunakan dalam persamaan untuk regresi logistik (Astuti, 2016). Hasil analisis *Cramer's V* tersaji pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Keeratan Hubungan Variabel Bebas dan Variabel Terikat (Terjadinya Perubahan Penggunaan Lahan).

Variabel bebas	<i>Cramer's V</i>
Kepadatan penduduk	0,3417
Ketinggian tempat	0,1347
Kelerengan	0,1930
Curah hujan	0,0089
Jarak ke jalan utama	0,1785
Jarak ke sungai	0,1007
Jarak ke kota kecamatan	0,1373

Hasil analisis *Cramer's V* pada Tabel 1. terlihat bahwa rentang nilai *V* yaitu 0,0089 sampai 0,3417 hal ini menunjukkan bahwa tidak semua variabel bebas yang digunakan berpengaruh terhadap variabel terikat. Variabel kepadatan penduduk memiliki derajat hubungan yang paling tinggi, dengan nilai *V* 0,3417, sedangkan derajat hubungan terendah adalah variabel curah hujan yaitu sebesar 0,0089, sehingga faktor pendorong curah hujan tidak dimasukkan di dalam pemodelan karena nilai *overall cramer's V* < 0,1. Curah hujan tidak masuk ke dalam model akhir dimungkinkan karena hujan hampir merata di Kabupaten Kampar.

Eastman (2012) menyatakan bahwa analisis *Cramer's V* menunjukkan derajat keeratan variabel bebas terhadap variabel terikat namun analisis ini adalah analisis parsial antara variabel bebas dengan kejadian perubahan penggunaan lahan. Oleh karena itu analisis mengenai faktor pendorong perubahan penggunaan lahan secara keseluruhan dilakukan dengan regresi logistik. Koefisien regresi persamaan perubahan penggunaan lahan hasil analisis sebagaimana Tabel 2.

Tabel 2. Koefisien Regresi Persamaan Perubahan Penggunaan Lahan

NO	Variabel Terikat Perubahan penggunaan lahan	Konstanta (β)	Variabel penduga						Akuras ROC
			1	2	3	4	5	6	
1	Hutan menjadi perkebunan	-0,713279	-0.0000018	0.0023263	-0.7043110	-0.0000638	0.0000476	0.0000351	0,8517
2	Hutan menjadi lahan terbuka	-4,18623152	-0.0001445	-0.0021656	-0.2447149	-0.0000193	0.0000687	0.0000814	0,7823
3	Perkebunan campuran menjadi Perkebunan	-0.73702902	-0.0001035	-0.0129404	-0.2437633	-0.0000193	0.0000577	0.0000719	0,8082
4	Perkebunan campuran menjadi lahan terbangun	-7.16292612	0.0001544	-0.0006754	-0.0386554	-0.0001856	0.0000226	0.0000207	0,7851

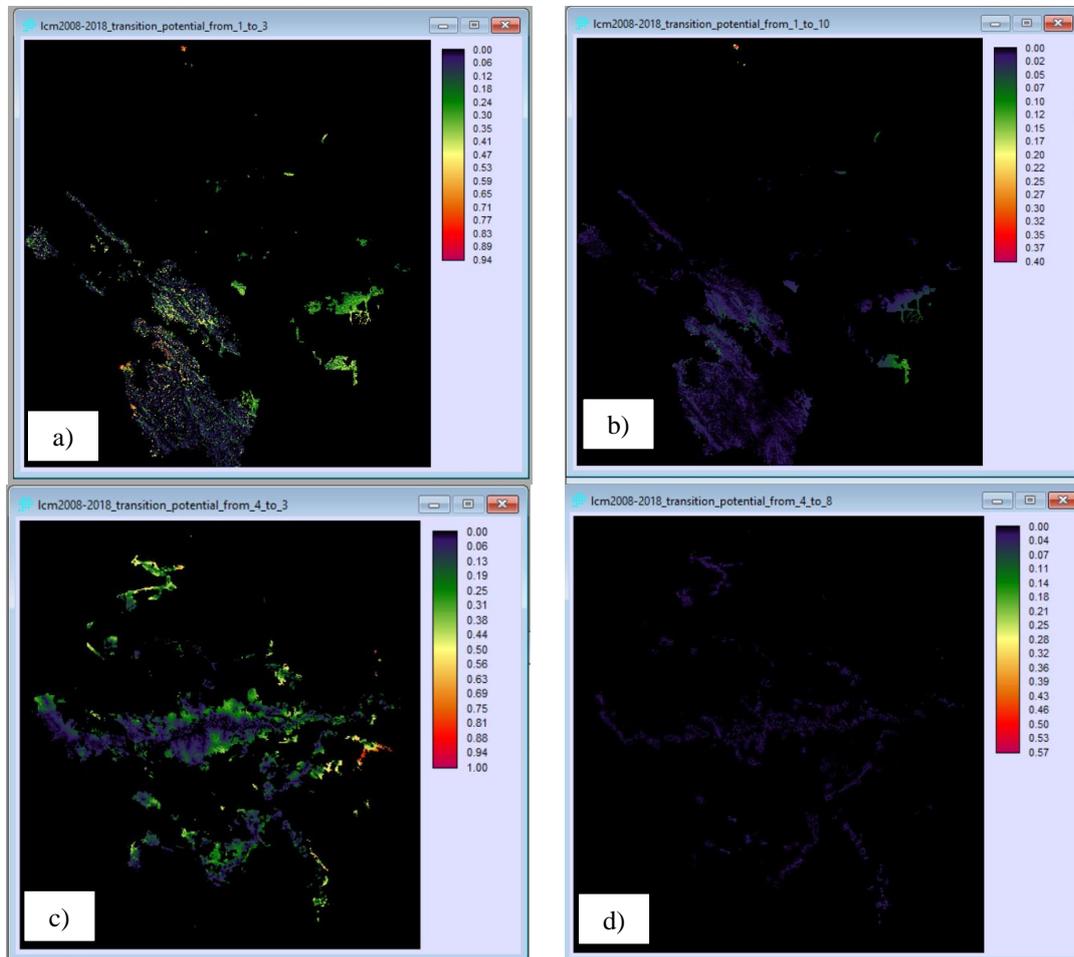
Keterangan :

1) Kepadatan penduduk, 2) ketinggian tempat, 3) kelerengan, 4) jarak ke jalan utama, 5) jarak ke sungai, 6) jarak ke kota kecamatan

Berdasarkan Tabel 2. hasil uji ketepatan regresi logistik dengan metode ROC (*Relative Operating Characteristics*) berada diantara nilai antara 0,5 – 1,0. Analisis ini menunjukkan bahwa 6 variabel bebas yang dianalisis menggunakan regresi logistik, dinyatakan signifikan mempengaruhi perubahan penggunaan lahan.

Perubahan penggunaan lahan hutan menjadi perkebunan pada Tahun 2008-2018 sebesar 22.224 ha. Variabel yang mempengaruhi peluang terbesar perubahan penggunaan lahan hutan menjadi perkebunan adalah ketinggian tempat. Persamaan regresi logistik yang dihasilkan menunjukkan bahwa peluang terjadinya perubahan penggunaan lahan hutan menjadi perkebunan berkisar 0

sampai 0,92 (Gambar 1.a). Area yang berwarna merah (mendekati nilai 1) menunjukkan tingginya peluang perubahan penggunaan lahan hutan menjadi perkebunan.



Gambar 1. Sebaran Peluang Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 2008-2018

Keterangan :Gambar1a. Hutan menjadi Perkebunan , Gambar 1b. Hutan Menjadi Lahan Terbuka, Gambar 1c. Perkebunan Campuran Menjadi Perkebunan dan Gambar 1d. Perkebunan Campuran Menjadi Lahan Terbangun.

Perubahan penggunaan lahan hutan menjadi lahan terbuka pada Tahun 2008-2018 sebesar 3.028 ha. Variabel yang mempengaruhi peluang terbesar perubahan penggunaan lahan hutan menjadi lahan terbuka adalah jarak ke ibukota kecamatan. Persamaan regresi logistik yang dihasilkan menunjukkan bahwa peluang terjadinya perubahan penggunaan lahan hutan menjadi lahan terbuka berkisar 0 sampai 0,40 (Gambar 1.b). Area yang berwarna merah (mendekati nilai 1) menunjukkan tingginya peluang perubahan penggunaan lahan hutan menjadi lahan terbuka.

Perubahan penggunaan lahan perkebunan campuran menjadi perkebunan pada Tahun 2008-2018 sebesar 41.805 ha. Variabel yang mempengaruhi peluang terbesar perubahan penggunaan lahan perkebunan campuran menjadi perkebunan adalah jarak ke jalan utama. Persamaan regresi logistik yang dihasilkan menunjukkan bahwa peluang terjadinya perubahan penggunaan lahan perkebunan

campuran menjadi perkebunan berkisar 0 sampai 1 (Gambar 1.c). Area yang berwarna merah (nilai 1) menunjukkan tingginya peluang perubahan penggunaan lahan hutan menjadi lahan terbuka.

Perubahan penggunaan lahan perkebunan campuran menjadi lahan terbangun pada Tahun 2008-2018 sebesar 939 ha. Variabel yang mempengaruhi peluang terbesar perubahan penggunaan lahan perkebunan campuran menjadi lahan terbangun adalah kepadatan penduduk. Persamaan regresi logistik yang dihasilkan menunjukkan bahwa peluang terjadinya perubahan penggunaan lahan perkebunan campuran menjadi lahan terbangun berkisar 0 sampai 0,57 (Gambar 1.d.). Area yang berwarna merah (mendekati nilai 1) menunjukkan tingginya peluang perubahan penggunaan lahan perkebunan campuran menjadi lahan terbangun.

Kepadatan penduduk, ketinggian tempat, kelerengan, kedekatan dengan jalan, kedekatan dengan sungai, seras kedekatan dengan ibukota kecamatan merupakan faktor pendorong (*driving factors*) perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Kampar. Penduduk yang terus bertambah sangat berperan dalam mempengaruhi tingkat konektivitas lanskap hutan (Ma and Xu, 2010; Liu *et al.*, 2014). Aktifitas manusia memberikan tekanan tersendiri dan cenderung menyebabkan fragmentasi hutan (Nagendra *et al.*, 2003). Kepadatan penduduk merupakan salah satu faktor pendorong perubahan penggunaan lahan pertanian menjadi lahan terbangun (Kurniawan, 2013).

Faktor biofisik seperti ketinggian tempat, kelerengan juga berpengaruh terhadap terjadinya perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Kampar. Kemiringan yang landai dan elevasi rendah suatu tempat akan mudah terjadinya perubahan penggunaan lahan yang dilakukan oleh manusia, terutama untuk dijadikan lahan terbangun bila dibandingkan dengan daerah yang mempunyai kelerengan curam. Hutan yang tersisa di Kabupaten Kampar sebagian besar berada di kawasan hutan lindung dan konservasi yang terletak pada kondisi kelerengan yang terjal dan elevasi yang tinggi. Hutan dengan topografi curam mempunyai tingkat aksesibilitas yang rendah sehingga mengalami tekanan dan gangguan yang kecil (Cabral *et al.*, 2007; Monroe *et al.* 2007). Ketinggian tempat dan kelerengan mempengaruhi terjadinya deforestasi (Sulistoyono, 2015; Munibah *et al.*, 2010).

Faktor aksesibilitas seperti kedekatan dengan jalan, kedekatan dengan sungai, dan kedekatan dengan ibukota kecamatan menjadi penyebab tidak langsung terjadinya perubahan penggunaan lahan. Semakin dekat jarak jalan dengan hutan maka semakin meningkat fragmentasi dan deforestasi (Nagendra *et al.* 2003). Sebaran dan pola fragmentasi hutan juga mengikuti perkembangan jaringan jalan (Arima *et al.* 2005). Jalan dan sungai juga dimanfaatkan sebagai prasarana pengangkutan log kayu hasil tebangan. Jarak ke kota terdekat mempengaruhi perubahan hutan menjadi pertanian (Kurniawan, 2013).

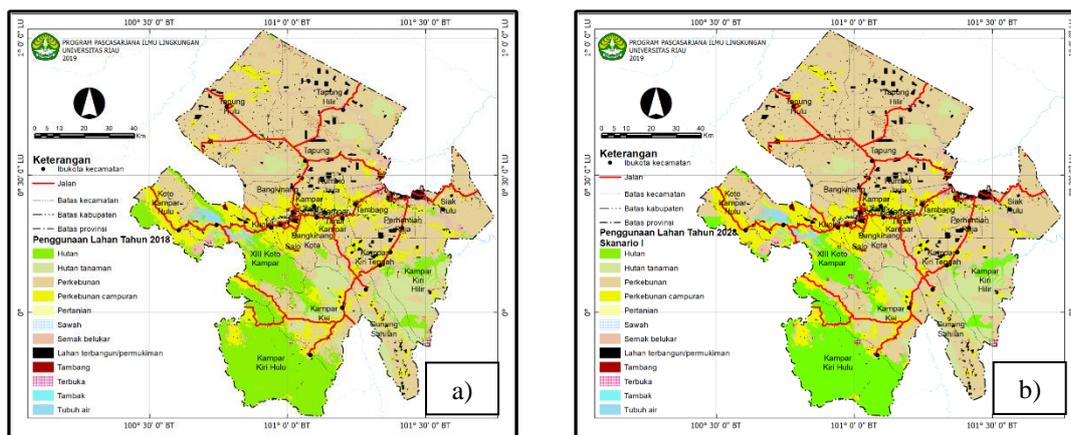
CA-Markov memprediksi sebuah penggunaan lahan berdasarkan penggunaan lahan periode tahun sebelumnya yang digunakan sebagai masukan data TPM-nya (Munibah, 2008). Model prediksi penggunaan lahan Tahun 2018 menggunakan *Transition Probability Matrix* (TPM) Tahun 2008-2018, dengan menggunakan tahun awal prediksi 2008 dan iterasi 10 tahun. Hasil prediksi penggunaan lahan Tahun 2018 hasil pemodelan dibandingkan dengan penggunaan lahan Tahun 2018 eksisting menghasilkan nilai Kappa 92,25%. Prediksi penggunaan lahan Tahun 2028 menggunakan metode *CA-Markov*, dengan data tahun awal (T0) adalah Tahun 2018. Hasil pemodelan penggunaan lahan Tahun 2028 dibuat dengan 3 skenario antara lain :

1. Skenario I (*Business As Usual* (BAU))

Skenario I adalah prediksi perubahan penggunaan lahan dengan laju perubahan berdasarkan rata-rata perubahan luas dan pola perubahan penggunaan lahan periode 2008-2018 tanpa ada intervensi (pesimis) atau penerapan kebijakan. Skenario ini menggunakan *transition area dan transition suitability image* dari penggunaan lahan Tahun 2008-2018. Hasil skenario I penggunaan lahan Kabupaten Kampar pada Tahun 2028, didominasi perkebunan sebesar 595.435 ha (52,33%) dengan penambahan luas perkebunan mencapai 65.923 ha (11,07%) dari Tahun 2018. Luas penggunaan lahan hutan pada Tahun 2028 sebesar 176.349 ha (15,50%) dengan pengurangan luas hutan mencapai 31.294 ha (17,75%) dari Tahun 2018. Okupasi penggunaan lahan hutan banyak terjadi pada kawasan hutan lindung Bukit Suligi, hutan lindung Sei Pialin, Kelompok Hutan Lipai Siabu, Cagar Alam Bukit Bungkuk dan Suaka Margasatwa Bukit Rimbang Bukit Baling. Sebaran penggunaan lahan eksisting Tahun 2018 dan penggunaan lahan Tahun 2028 skenario I ditunjukkan pada Tabel 3 dan Gambar 2. berikut.

Tabel 3. Luas Penggunaan Lahan Tahun 2018 dan Hasil Prediksi Penggunaan Lahan Tahun 2028 Skenario I

Penggunaan Lahan	Tahun				Perubahan Luas	
	2018		2028		2018-2028	
	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%
Hutan	207.643	18,25	176.349	15,50	-31.294	-17,75
Hutan tanaman	94.216	8,28	92.287	8,11	-1.929	-2,09
Perkebunan	529.512	46,54	595.435	52,33	65.923	11,07
Perkebunan campuran	194.019	17,05	168.635	14,82	-25.384	-15,05
Pertanian lahan kering	2.179	0,19	2.063	0,18	-116	-5,62
Sawah	3.745	0,33	3.287	0,29	-458	-13,94
Semak belukar	40.058	3,52	30.905	2,72	-9.153	-29,62
Lahan terbangun	40.291	3,54	41.899	3,68	1.608	3,84
Tambang	3.486	0,31	4.225	0,37	739	17,49
Terbuka	4.852	0,43	4.981	0,44	129	2,60
Tambak	671	0,06	675	0,06	4	0,54
Tubuh air	17.163	1,51	17.093	1,50	-70	-0,41
Jumlah	1.137.835	100	1.137.835	100	136.807	12,02



Gambar 2. Klasifikasi Penggunaan Lahan

Keterangan : Gambar a. Penggunaan Lahan Eksisting Tahun 2018, Gambar b. Penggunaan Lahan Tahun 2028 Hasil Pemodelan (Skenario I)

Lahan terbangun mengalami penambahan luas sebesar 1.608 ha (3,84%) dari luas 40.291 ha (3,54%) pada Tahun 2018 menjadi 41.899 ha (3,68%) pada Tahun 2028. Penambahan luas juga terjadi jenis penggunaan lahan tambang dengan penambahan luas sebesar 739 ha (17,49 %), tambak bertambah sebesar 4 ha (0,54%) pada Tahun 2026, dan lahan terbuka bertambah sebesar 129 ha (2,60%). Hutan tanaman mengalami pengurangan luas 1.929 ha (2,09%) dari luas 94.216 ha (8,28%) pada Tahun 2018 menjadi 92.287 ha (8,11%) pada Tahun 2028. Pengurangan luas juga terjadi jenis penggunaan lahan perkebunan campuran, pertanian lahan kering dengan luas pengurangan masing-masing sebesar 25.384 ha (15,05%), dan 116 ha (5,62%). Jenis penggunaan lahan sawah terus mengalami penurunan sama seperti pola penggunaan lahan Tahun 1998-2008, dan Tahun 2008-2018. Luas sawah pada Tahun 2028 sebesar 3.287 ha (0,29%) mengalami pengurangan luas sebesar 458 ha (13,94%).

2. Skenario II (Moderat)

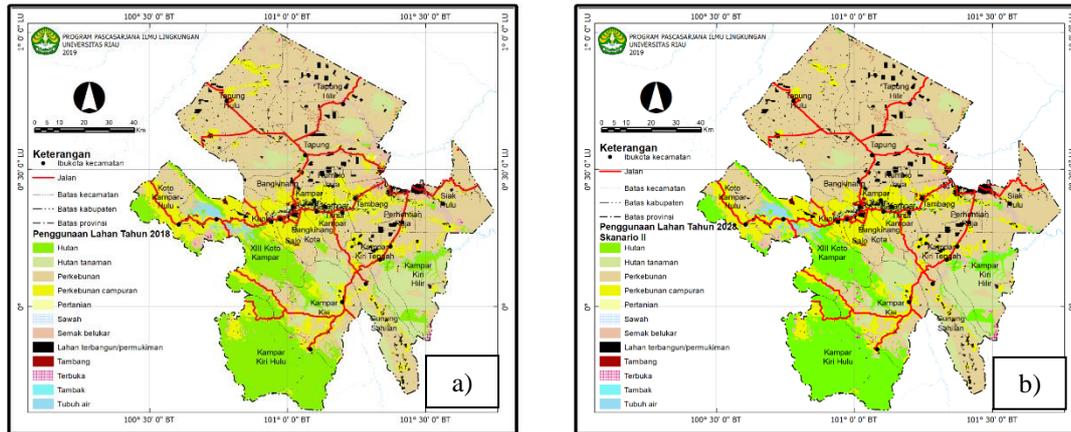
Aturan penghentian perubahan kawasan hutan dilakukan dengan menggunakan TPM 2008-2018 dan setiap *suitability image* penggunaan lahan yang diberikan aturan boleh dan tidak boleh berubah. *Suitability image* ditentukan dengan menggunakan kawasan hutan sebagai pembatas areal yang boleh berubah dan tidak boleh berubah. Hasil skenario II penggunaan lahan Kabupaten Kampar pada Tahun 2028, masih didominasi perkebunan sebesar 575.196 ha (50,55%) dengan penambahan luas perkebunan mencapai 45.684 ha (7,94%) dari Tahun 2018 yang lebih kecil dari skenario I. Penggunaan lahan pada Tahun 2028 hasil skenario II yang mengalami penambahan selain perkebunan adalah lahan terbangun sebesar 1.254 ha (3,02%), tambang sebesar 877 ha (20,11%), dan tambak sebesar 5 ha (0,71%). Sebaran penggunaan lahan eksisting Tahun 2018 dan penggunaan lahan Tahun 2028 skenario II ditunjukkan pada Tabel 4 dan Gambar 3. berikut.

Tabel 4. Luas Penggunaan Lahan Tahun 2018 dan Hasil Prediksi Penggunaan Lahan Tahun 2028 Skenario II

Penggunaan Lahan	Tahun				Perubahan Luas	
	2018		2028 Sken II		2018-2028	
	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%
Hutan	207.643	18,25	205.141	18,03	-2.502	-1,22
Hutan tanaman	94.216	8,28	93.606	8,23	-610	-0,65
Perkebunan	529.512	46,54	575.196	50,55	45.684	7,94
Perkebunan campuran	194.019	17,05	161.811	14,22	-32.208	-19,90
Pertanian lahan kering	2.179	0,19	2.149	0,19	-30	-1,41
Sawah	3.745	0,33	3.251	0,29	-494	-15,19
Semak belukar	40.058	3,52	29.174	2,56	-10.884	-37,31
Lahan terbangun	40.291	3,54	41.545	3,65	1.254	3,02
Tambang	3.486	0,31	4.363	0,38	877	20,11
Terbuka	4.852	0,43	3.833	0,34	-1.019	-26,60
Tambak	671	0,06	676	0,06	5	0,71
Tubuh air	17.163	1,51	17.091	1,50	-72	-0,42
Jumlah	1.137.835	100	1.137.835	100	95.639	8,41

Luas penggunaan lahan hutan pada Tahun 2028 sebesar 205.141 ha (18,03%) dengan pengurangan luas hutan 2.502 ha (1,22%) dari Tahun 2018. Perubahan luas hutan pada skenario II jauh lebih kecil apabila dibandingkan skenario I, hal ini dikarenakan pada skenario II penggunaan lahan hutan yang berada dalam kawasan hutan sesuai peta lampiran Keputusan Menteri LHK Nomor SK.903/Menlhk/Setjen/ Pla.2/12/2016 tidak boleh berubah. Sedangkan

hutan tanaman juga mengalami pengurangan sebesar 610 ha (0,65%) bila dibandingkan dengan Tahun 2018. Pengurangan luas hutan tanaman ini juga jauh lebih kecil bila dibandingkan pada skenario I sebesar 1.929 ha (2,09%). Penggunaan lahan semak belukar dan lahan terbuka juga mengalami pengurangan luas masing-masing sebesar 10,884 ha (37,31%) dan 1.019 ha (26,60%). Pada skenario yang juga mengalami pengurangan luas adalah perkebunan campuran sebesar 32.208 ha (19,90 %), pertanian lahan kering sebesar 30 ha (1,41%), sawah sebesar 494 ha (15,19%), dan tubuh air sebesar 72 ha (0,42%).



Gambar 3. Klasifikasi Penggunaan Lahan

Keterangan : Gambar a. Penggunaan Lahan Eksiting Tahun 2018, Gambar b. Penggunaan Lahan Tahun 2028 Hasil Pemodelan (Skenario II)

3. Skenario III (Optimis)

Skenario III merupakan skenario optimis, dimana dilakukan intervensi terhadap perubahan penggunaan lahan dengan menghentikan laju perubahan hutan pada kawasan hutan, dan menghutankan kawasan hutan yang di lapangan berupa lahan terbuka dan semak belukar, serta lahan sawah tidak terkonversi ke jenis penggunaan lahan non pertanian, hal ini sesuai dengan UU 41 Tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan. Skenario III menggunakan TPM 2008-2018 dengan setiap *suitability image* penggunaan lahan diberikan aturan yang boleh berubah dan tidak boleh berubah. Hasil skenario III hutan mengalami penambahan, hal ini berbanding terbalik dengan penggunaan lahan hutan pada skenario I dan II yang mengalami penyusutan, hal ini terjadi karena pada skenario III penggunaan lahan hutan dihentikan perubahannya menjadi penggunaan lain. Semak belukar dan lahan terbuka yang berada dalam kawasan hutan dirubah menjadi tanaman hutan. Hutan tanaman pada skenario III mengalami penyusutan paling sedikit bila dibandingkan dengan skenario I dan skenario II. Hasil prediksi penggunaan lahan Tahun 2028 dengan skenario III dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 4.

Luas sawah pada skenario III tidak mengalami perubahan luas, dikarenakan adanya aturan penghentian perubahan luas sawah menjadi penggunaan lain. Padahal dalam skenario I dan II mengalami penyusutan karena sawah mengalami penyusutan dari Tahun 2028-2018. Luas sawah pada Tahun 2018 dan Tahun 2028 pada skenario III sebesar 3.745 ha, dimana luas sawah ini jauh

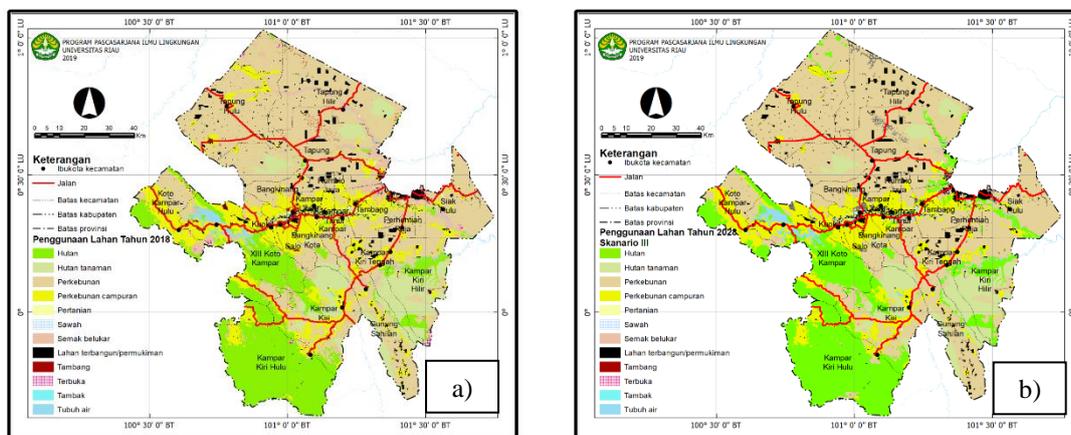
lebih kecil apabila dibandingkan dengan luas pertanian pangan yang dialokasikan dalam rancangan RTRW Kabupaten Kampar 2019-2039 sebesar 5.212,16 Ha.

Tabel 5. Luas Penggunaan Lahan Tahun 2018 dan Hasil Prediksi Penggunaan Lahan Tahun 2028 Skenario III

Penggunaan Lahan	Tahun				Perubahan Luas	
	2018		2028 Sken III		2018-2028	
	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%
Hutan	207.643	18,25	229.407	20,16	21.764	9,49
Hutan tanaman	94.216	8,28	94.290	8,29	74	0,08
Perkebunan	529.512	46,54	582.999	51,24	53.487	9,17
Perkebunan campuran	194.019	17,05	157.105	13,81	-36.914	-23,50
Pertanian lahan kering	2.179	0,19	1.954	0,17	-225	-11,54
Sawah	3.745	0,33	3.745	0,33	0	0,01
Semak belukar	40.058	3,52	4.453	0,39	-35.605	-799,61
Lahan terbangun	40.291	3,54	41.724	3,67	1.433	3,44
Tambang	3.486	0,31	4.422	0,39	936	21,17
Terbuka	4852	0,43	122	0,01	-4.730	-3880,84
Tambak	671	0,06	677	0,06	6	0,84
Tubuh air	17163	1,51	16.938	1,49	-225	-1,33
Jumlah	1137835	100	1.137.835	100	155.399	13,66

Luas sawah pada skenario III tidak mengalami perubahan luas, dikarenakan adanya aturan penghentian perubahan luas sawah menjadi penggunaan lain. Padahal dalam skenario I dan II mengalami penyusutan karena sawah mengalami penyusutan dari Tahun 2028-2018. Luas sawah pada Tahun 2018 dan Tahun 2028 pada skenario III sebesar 3.745 ha, dimana luas sawah ini jauh lebih kecil apabila dibandingkan dengan luas pertanian pangan yang dialokasikan dalam rancangan RTRW Kabupaten Kampar 2019-2039 sebesar 5.212,16 Ha.

Penggunaan lahan pertanian lahan kering mengalami mengalami penyusutan yang jauh lebih besar dari skenario I dan II yaitu sebesar 2.179 ha pada Tahun 2018 menjadi 1.954 ha pada Tahun 2028. Hal ini dikarenakan penggunaan lahan pertanian merupakan jenis penggunaan lahan yang dekat dengan permukiman, sehingga peluang penggunaan lahan pertanian berubah menjadi lahan terbangun semakin besar karena sawah yang juga dekat dengan permukiman diberi aturan tidak boleh berubah.



Gambar 4. Klasifikasi Penggunaan Lahan

Keterangan : Gambar a. Penggunaan Lahan Eksisting Tahun 2018, b. Penggunaan Lahan Tahun 2028 Hasil Pemodelan (Skenario III)

Luas perkebunan pada skenario I, II dan III selalu mengalami penambahan. Penambahan luas perkebunan pada skenario III lebih kecil bila dibandingkan skenario I, hal ini dikarenakan pada skenario III adanya aturan bahwa tidak boleh adanya perkebunan baru yang merubah penggunaan lahan hutan pada kawasan hutan, dan lebih besar bila dibandingkan dengan skenario II. Sehingga dengan adanya hasil prediksi penggunaan lahan kebun lebih dari 50% dari luas administrasi Kabupaten Kampar pada semua skenario pada Tahun 2028, diharapkan adanya kebijakan lain dari Pemerintah Kabupaten Kampar untuk mengendalikan laju pertumbuhan perkebunan, karena daya dukung lingkungan juga harus dijaga, meskipun pertumbuhan ekonomi berdasarkan total PDRB Tahun 2014 – 2017, sektor pertanian, kehutanan dan perikanan menjadi penyumbang terbesar kedua pendapatan daerah (BPS Kabupaten Kampar, 2018).

Luas perkebunan campuran pada Tahun 2018 sebesar 194.019 ha menjadi 157.005 ha pada Tahun 2028. Perkebunan campuran pada skenario III mengalami penyusutan dan lebih besar bila dibandingkan pada skenario I dan II, hal ini terjadi karena perkebunan kelapa sawit merupakan jenis penggunaan lahan yang diminati masyarakat dan ditambah lagi adanya aturan tidak ada konversi hutan menjadi jenis penggunaan lain yang berada dalam kawasan hutan salah satunya perkebunan, sehingga untuk memenuhi alokasi perkebunan pada skenario III mengokupasi jenis penggunaan lahan perkebunan campuran.

Kondisi penggunaan lahan terbangun selalu mengalami peningkatan pada tiga skenario. Luas lahan terbangun pada skenario III sebesar 41.724 Ha, lebih besar dari pada skenario II dan lebih kecil dari pada skenario I. Tren pertumbuhan lahan terbangun yaitu setiap lahan terbangun eksisting memiliki peluang untuk bertambah luas, baik di wilayah kota maupun desa. Peningkatan jumlah penduduk berimplikasi pada peningkatan kebutuhan ruang untuk permukiman dan berbagai aktivitas urban lainnya yang dapat merubah penggunaan suatu lahan

tertentu ke penggunaan lahan lainnya. Menurut Shafitri *et al.* (2018) pada tahun 2015 hingga Tahun 2016 pemukiman di Kabupaten Kampar mengalami kenaikan yang cukup tinggi yang berdampak pada alih fungsi lahan hutan.

Penggunaan lahan semak belukar dan lahan terbuka pada skenario III mengalami penyusutan yang sangat besar masing-masing sebesar 40.058 ha dan 4.852 ha pada Tahun 2018 berubah menjadi 4.453 ha dan 122 ha. Semak belukar adalah jenis penggunaan lahan yang sebenarnya tidak diharapkan terjadi, namun ada campur tangan manusia. Kondisi di lapangan menunjukkan bahwa belukar merupakan lahan yang ditinggalkan dan tidak dikelola akibat dari pembukaan hutan dan aktivitas perladangan berpindah. Penyusutan ini terjadi karena diberinya aturan bahwa tidak ada pembukaan baru dan semak belukar yang masuk dalam kawasan hutan serta menghutankan kembali semak belukar dan lahan terbuka yang berada dalam kawasan hutan dengan adanya program-program pemerintah seperti reboisasi dan rehab DAS.

Kebijakan untuk menghentikan perubahan lahan hutan terutama berubah menjadi penggunaan lahan perkebunan dalam kawasan hutan sesuai peta lampiran Keputusan Menteri LHK Nomor SK.903/Menlhk/Setjen/Pla.2/12/2016 tanggal 7 Desember 2016, diantaranya dapat dilakukan dengan penghentian pemberian izin baru pada hutan primer yang secara regulasi sudah diatur

pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor SK. 7099/Menlhk-PKTL/IPSDH/Pla.1/8/2019 tanggal 28 Agustus 2019 tentang Penetapan Peta Indikatif Penghentian Pemberian Izin Baru Hutan Alam Primer dan Lahan Gambut Tahun 2019. Penghentian perizinan ini tentunya dibutuhkan koordinasi yang baik antara pemerintah daerah Kabupaten selaku yang berhak mengeluarkan izin lokasi perkebunan, pemerintah daerah Provinsi yang berhak mengeluarkan rekomendasi perkebunan, dan pemerintah pusat dalam hal ini Kementerian LHK yang mempunyai kewenangan untuk melepas kawasan hutan untuk tujuan perkebunan.

Kemudian untuk perkebunan-perkebunan yang sudah terlanjur ada dalam kawasan hutan lindung dan kawasan hutan produksi dapat dilakukan kegiatan pengelolaan hutan berbasis masyarakat antara lain sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.83/Menlhk/Setjen/Kum.1/10/2016 tanggal 25 Oktober 2016 tentang Perhutanan Sosial. Kegiatan perhutanan sosial dalam peraturan tersebut dapat berupa hutan desa, hutan kemasyarakatan, hutan tanaman rakyat, kemitraan kehutanan, dan hutan adat. Sehingga dengan adanya kegiatan pengelolaan hutan berbasis masyarakat dapat menyelesaikan permasalahan tenurial dan keadilan bagi masyarakat setempat dan masyarakat hukum adat yang berada di dalam atau disekitar kawasan hutan. Kemunculan konflik tenurial diakibatkan oleh persoalan yang terkait dengan karakteristik hak-hak atas sumber daya hutan, antara lain hutan (terutama yang dikuasai negara) berada pada situasi kompetisi hak-hak (*competing claims of ownership*) terutama hak akses terhadap sumber daya hutan (Brown *et al.*, 2002). Dari segi ekologi, upaya ini akan mempunyai dampak positif bagi lingkungan, karena adanya kegiatan penanaman tanaman kehutanan diantara tanaman perkebunan, dan secara ekonomi menguntungkan buat masyarakat. Pada kawasan konservasi kegiatan berbasis masyarakat dapat dibuat kegiatan kemitraan konservasi. Kemitraan konservasi adalah kerjasama antara kepala Unit Pengelolaan Kawasan atau pemegang izin dalam rangka pemberdayaan masyarakat dan atau pemulihan ekosistem (Pedirjen KSDAE No. P.6/2018)

Adanya lahan terbuka dan semak belukar dalam kawasan hutan, mengindikasikan adanya praktek *illegal logging* yang juga berarti lahan yang disiapkan untuk perkebunan dan penggunaan lahan lainnya sehingga memunculkan konflik tenurial. Konflik tenurial ini antara lain disebabkan perbedaan pengetahuan dan pemahaman (Wijardjo *et al.*, 2001) dan ketidaksamaan penafsiran tentang isi dan batas-batasnya (Sodiki,1999; Limbong, 2012). Untuk mencegah terjadinya praktek pembukaan lahan hutan, maka diantaranya harus dapat menjelaskan batas kawasan hutan secara fakta dan yuridis. Kebijakan ini didapat dari kegiatan pengukuhan kawasan hutan dalam rangka pemantapan kawasan hutan. Selanjutnya kegiatan menghutankan kembali lahan terbuka dan semak belukar dapat dilaksanakan dengan kegiatan reboisasi dan rehabilitasi Daerah Aliran Sungai (DAS). Reboisasi adalah upaya penanaman jenis pohon hutan pada kawasan hutan rusak yang berupa lahan kosong, alang-alang atau semak belukar untuk mengembalikan fungsi hutan, sedangkan rehabilitasi hutan dan lahan Daerah Aliran Sungai adalah upaya untuk memulihkan, mempertahankan dan meningkatkan fungsi hutan dan lahan sehingga daya dukung, produktifitas dan perannya dalam mendukung sistem penyangga kehidupan tetap terduga pada satu daerah aliran sungai (PP 35 Tahun 2002).

Kebijakan yang dapat dibuat pada skenario III untuk penggunaan lahan sawah antara lain adalah perbaikan dan peningkatan sistem irigasi serta lahan sawah eksisting yang ada agar ditetapkan sebagai lahan pertanian pangan berkelanjutan bersamaan dengan lahan pangan lainnya yang

sudah ditetapkan dalam RTRW Kabupaten Kampar. Sehingga dengan adanya penetapan lahan pertanian pangan berkelanjutan, lahan sawah eksisting dapat dipertahankan (UU 41/2009).

Berdasarkan uraian tersebut, maka untuk mewujudkan skenario III dapat dibuat program kegiatan sebagaimana Tabel 6. berikut :

Tabel 6. Program Kegiatan Perwujudan Prediksi Penggunaan Lahan Tahun 2028 Skenario III (Optimis)

No	Program Kegiatan	Lokasi
1.	Pemantapan batas kawasan hutan	HK, HL, dan HP
2.	Rehabilitasi lahan kritis	HK, HL, dan HP
3.	Reboisasi kawasan yang mengalami deforestasi	HK, HL, dan HP
4.	Pengelolaan hutan berbasis masyarakat	HL dan HP
5.	Kemitraan Konservasi	HK
6.	Pengawasan dan Pengendalian	HK, HL, dan HP
7.	Penghentian perizinan baru pada hutan primer	HK, HL, dan HP
8.	Perbaikan dan peningkatan sistem irigasi	PL Sawah
9.	Penetapan kawasan pertanian berkelanjutan	PL Sawah

Keterangan : HK (Hutan konservasi), HL (Hutan lindung), HP (Hutan produksi), PL Sawah (Penggunaan lahan sawah)

KESIMPULAN

Kepadatan penduduk, ketinggian tempat, kelerengan, jarak ke jalan utama, jarak ke sungai, dan jarak ke kota kecamatan adalah faktor pendorong yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan hutan menjadi perkebunan, hutan menjadi lahan terbuka, perkebunan campuran menjadi lahan terbangun, dan perkebunan campuran menjadi perkebunan di Kabupaten Kampar. Hasil pemodelan penggunaan lahan Tahun 2028 menggunakan *CA-Markov* dengan 3 skenario menunjukkan adanya peningkatan atau pengurangan di beberapa jenis penggunaan lahan terutama hutan, perkebunan, sawah dan lahan terbangun. Penggunaan lahan hutan terjadi pengurangan luas pada skenario I, dan skenario II, sebaliknya mengalami penambahan luas pada skenario III; penggunaan lahan perkebunan menunjukkan penambahan pada ketiga skenario yang dibuat; begitu juga halnya lahan terbangun menunjukkan penambahan pada ketiga skenario; selanjutnya sawah terjadi pengurangan luas pada skenario I dan skenario II, namun pada skenario III penggunaan lahan sawah tidak mengalami penambahan dan pengurangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alberto A, Dasanto BD. 2010. Model perubahan penggunaan lahan dan pendugaan cadangan karbon di daerah aliran sungai Cisadane, Jawa Barat. *J Agromet*. 24(2):18-26.
- Arima EY, Walker RT, Perz SG, Caldas M. 2005. Looger and forest fragmentation behaviour model of road building in the Amazon Basin. *Annals of the Association of American Geography*. 95(3): 525-541
- Astuti, J.W. 2016. Deteksi Perubahan Penggunaan Lahan di Kabupaten Lampung Barat. Skripsi. IPB. Bogor.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2018. Kampar dalam Angka. Badan Pusat Statistik Kabupaten Kampar. Bangkinang.

- Barlowe, R. 1986. *Land Resources Economic : The Economics of Real Estate Fourth Edition*. New Jersey : Prentice Hall.Inc. Englewood Cliffs
- Cabral DC, Freitas SR, Fiszon JT. 2007. Combining sensors in landscape ecology: imagery based and farm level analysis in study human driven forest fragmentation. *Sociedade & Natureza*. 19(2): 69–87.
- Dirjen KSDAE, 2018. Peraturan Dirjen KSDAE No.P.6/KSDAE/Set /Kum.1/6/2018 tentang Petunjuk Teknis Kemitraan Konservasi pada Kawasan Suaka Alam dan Kawasan Pelestarian Alam, Sekretariat Direktorat Jenderal, Jakarta
- Eastman, J.R. 2012. IDRISI Selva Tutorial. Clark University.Worcester (US). Eriyatno.1999. Ilmu Sistem. IPB Press. Bogor.
- Eriyatno.1999. Ilmu Sistem. IPB Press. Bogor.
- Hosmer D.W, Lemeshow S. 1989. Applied Logistic Regression. New York: Wiley
- Kurnianti DN, Rustiadi E, Baskoro DPT. 2015. *Land Use Projection for Spatial Plan Consistency in Jabodetabek*. Indonesian Journal of Geography. 47(2):124-131.
- Kurniawan, T. 2013. Pemodelan Spasial Perubahan Penggunaan Lahan dalam Kaitannya dengan Perencanaan Tata Ruang Wilayah Kabupaten Sukabumi. Bogor. IPB
- Lambin EF. 1997. Modelling and Monitoring Land-Cover Change Processes in Tropical Regions. *Prog. Phys. Geogr.* 21(3): 375–393.
- Lambin EF *et al.* 1999. *Land-Use and Land-Cover Change (LUCC): Implementation Strategy*. IGBP Report 48, IHDP Report 10.
- Liu S, Dong Y, Deng L, Liu Q, Zhao H, Dong S. 2014. Forest fragmentation and landscape connectivity change associatedwith road network extension and city expansion: A case study in the Lancang River Valley. *Ecological Indicators*. 36(2014): 160–168
- Limbong B. 2012. Konflik Pertanahan. Jakarta: Margaretha Pustaka
- Nagendra H, Southworth J, Tucker C. 2003. Accessibility as a determinan of Landscape Transformation in Western Honduras. *Landscape Ecology*. 18(2): 141–158
- Ma Y, Xu R. 2010. Remote sensing monitoring and *Driving force* analysis of urban expansion in Guangzhou City, China. *Journal Habitat International*. 34: 228–235.

- Menteri Lingkungan Hidup dan kehutanan, 2016a, Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor Nomor P.83/Menlhk/Setjen/Kum.1/10/2016 tanggal 25 Oktober 2016 tentang Perhutanan Sosial, Sekjen, Jakarta
- Menteri Lingkungan Hidup dan kehutanan, 2016b, Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor SK.903/Menlhk/Setjen/Pla.2/2016 tanggal 7 Desember 2016 tentang Kawasan Hutan Provinsi Riau, Sekjen, Jakarta
- Menteri Lingkungan Hidup dan kehutanan, 2019, Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor SK. 7099/Menlhk-PKTL/IPSDH/Pla.1/8/2019 tanggal 28 Agustus 2019 tentang Penetapan Peta Indikatif Penghentian Pemberian Izin Baru Hutan Alam Primer dan Lahan Gambut Tahun 2019, Sekjen, Jakarta
- Monroe DK, Nagendra H, Southworth J. 2007. Monitoring landscape fragmentation in an inaccessible mountain area: Celaque National Park, Western Honduras. *Landscape and Urban Planning*. 83(2007): 154–167
- Munibah, K., Sitorus, S. R. P., Rustiadi, E., Gandasmita, K., dan Hartrisari, H. 2010. Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Erosi di DAS Cidanau, Banten. *Jurnal Tanah dan Iklim* 32 : 55-69.
- Pontius Jr. R.G. dan Schneider, L.C. 2001. Modeling land-use change in the Ipswich watershed, Massachusetts, USA, Agriculture. *Ecosystems and Environment* 85.
- Ramlan A, Solle MS, Seniorwan. 2015. Dinamika dan Proyeksi Perubahan Penggunaan Lahan di Kawasan Peri -Urban Kota Makassar (Kawasan Mamminasata). *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan XX 2015*. Hal 57-67.
- Shafitri LD, Yudo P, Hani'ah. 2018. Analisa Deforestasi Hutan Di Provinsi Riau dengan Metode Polarimetrik dalam Pengindraan Jauh. *Jurnal Geodesi Undip*. 7 (1): 212-222.
- Singh, AK. 2003. *Modelling Land Use and Land cover Changes Using Cellular Automata in Geo-Spatial Environment*. (Tesis). Bangkok (ID): AIT Bangkok.
- Sodiki A. 1999. Pidato Pengukuhan Guru Besar Universitas Brawijaya: 40 tahun Perjalanan Undang-Undang Pokok Agraria
- Sulistiyono, N. 2015. Pemodelan Spasial Deforestasi Menggunakan Pendekatan Tipologi di Kepulauan Sumatera [Disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor
- Suwarli, Sitorus SRP, Widiatmaka, Putri EIK, Kholil. 2012. Dinamika Perubahan Penggunaan Lahan dan Strategi Ruang Hijau (RTH) Terbuka Berdasarkan Alokasi Anggaran Lingkungan Daerah (Studi Kasus Kota Bekasi). *Forum Pascasarjana*. 35(1):37-52

- [SETNEG] Sekretariat Negara. 2002. Peraturan Pemerintah Nomor 35 tahun 2002 tentang Dana Reboisasi, Jakarta(ID): Sekretariat Negara.
- [SETNEG] Sekretariat Negara. 2009. Undang-Undang 41 Tahun 2009 Tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan. Jakarta(ID):
- Thanutgit T, Piyathamrongchai K, Choosumrong S. 2016. Modelling Land Use Change using Cellular Automata Model: A Case Study of Wangthong City, Phitsanulok province, Thailand. *Proceedings International Conference on GeoInformatics for Spatial-Infrastructure Development in Earth & Allied Sciences (GIS-IDEAS)*. Hal 278-2
- Wijardjo, Budi *et al.* 2001. Merumuskan aksi bersama pembaharuan agraria pro rakyat miskin di Jawa. Makalah disampaikan pada seminar Menuju Agraria Pro Rakyat.