

Eni Hidayati
Muhamad Husni Idris

**MODEL SPASIAL DEFORESTASI DI KESATUAN PENGELOLAAN HUTAN
LINDUNG RINJANI BARAT PROVINSI NUSA TENGGARA BARAT**
*(Spatial modeling of deforestation in Protection Forest Management Unit of
Rinjani Barat, West Nusa Tenggara)*

Ananda Alamsyah Jerome¹, Muhamad Husni Idris¹, Eni Hidayati¹
¹Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram,
Jalan Majapahit No. 62 Mataram
Email: eni.hidayati@unram.ac.id

ABSTRACT

Deforestation is one of the causes of forest destruction. This research aims to identify and build a spatial model of deforestation in the West Rinjani Protected Forest Management Unit in the period 2000-2022 and predict deforestation in 2032. The data used is Landsat 5 imagery acquired June 10 2000, Landsat 8 acquired June 17 2015 and June 21 2022, road network maps, river network maps, settlement information maps and slope maps. Land cover was analyzed using the maximum likelihood classification method on Landsat images for each year. Deforestation was analyzed by comparing land cover in 2000 and 2022. The spatial model of deforestation was built using binary logistic regression analysis with the variables distance from the road (x_1), distance from settlements (x_2), distance from the river (x_3) and slope (x_4). Deforestation predictions in 2032 were carried out using CA-Markov analysis. The research results show that deforestation in 2000-2022 was 7,285.99 ha. The best spatial model of deforestation obtained is $\text{logit}(\text{deforestation}) = 4,6584 - 0.0001717(x_1) - 0.0009035(x_2) + 0.0007811(x_3) - 1.1763037(x_4)$ with an ROC value of 0,95. The prediction of deforestation in 2032 using CA-Markov analysis is 4.117,16 ha with a prediction model accuracy of 61,55 %.

Keywords: *deforestation, logistic regression, ca-markov, kphl rinjani barat*

ABSTRAK

Deforestasi merupakan salah satu penyebab kerusakan hutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan membangun model spasial deforestasi di Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung Rinjani Barat pada periode 2000-2022 serta memprediksi deforestasi tahun 2032. Data yang digunakan yaitu citra Landsat 5 akuisisi 10 Juni 2000, Landsat 8 akuisisi 17 Juni 2015 dan 21 Juni 2022, peta jaringan jalan, peta jaringan sungai, peta informasi pemukiman dan peta kemiringan lereng. Tutupan lahan dianalisis menggunakan metode klasifikasi *maximum likelihood* pada citra landsat masing-masing tahun. Deforestasi dianalisis dengan cara membandingkan tutupan lahan tahun 2000 dan 2022. Model spasial deforestasi dibangun menggunakan analisis regresi logistik biner dengan variabel jarak dari jalan (x_1),

jarak dari pemukiman (x_2), jarak dari sungai (x_3) dan kemiringan lereng (x_4). Prediksi deforestasi tahun 2032 dilakukan menggunakan analisis CA-Markov. Hasil penelitian menunjukkan bahwa deforestasi pada tahun 2000-2022 sebesar 7.285,99 ha. Model spasial deforestasi terbaik yang diperoleh yaitu logit (deforestasi) = $4,6584 - 0,0001717(x_1) - 0,0009035(x_2) + 0,0007811(x_3) - 1,1763037(x_4)$ dengan nilai ROC sebesar 0,95. Prediksi deforestasi tahun 2032 menggunakan analisis CA-Markov sebesar 4.117,16 ha dengan akurasi model prediksi sebesar 61,55.

Kata kunci: deforestasi, regresi logistik, ca-markov, kphl rinjani barat

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara tropis yang berada di garis khatulistiwa memiliki hutan tropis yang sangat luas dan menduduki peringkat ketiga terluas di dunia setelah Brazil dan Zaire (Mareta, 2016). Sekitar 63 % dari luas daratan Indonesia diisi oleh hutan, yang mencakup 120,6 juta hektar (KLHK, 2018). Namun kelestariannya semakin terancam dan mengalami pengurangan luas dari waktu ke waktu. Bahkan, deforestasi yang sangat tinggi terjadi pada periode 1996-2000, mencapai 2 juta hektar per tahun, sehingga masalah kelestarian hutan Indonesia pernah menjadi sorotan dunia (Barri, A. A. Setiawan, Oktaviani, Prayoga, & Ichsan, 2018). Jika pengelolaan pembangunan kehutanan dan kegiatan di luar sektor kehutanan tidak baik, maka bisa terjadi deforestasi. Deforestasi merujuk pada perubahan yang tidak dapat dipulihkan dari tutupan hutan menjadi tutupan yang tidak memiliki hutan sebagai dampak dari tindakan manusia atau bencana alam (Permenhut P.30/Menhut-II/2009).

Kelestarian hutan Indonesia masih dihadapkan pada berbagai permasalahan, terutama pada hutan lindung dan konservasi. Salah satu faktor penyebab deforestasi di Indonesia adalah perambahan hutan. Meskipun pemerintah sudah membagi porsi hutan negara didasarkan pada fungsinya, dengan memberikan luasan yang lebih besar untuk hutan produksi namun tetap saja terjadi perambahan di hutan konservasi dan hutan lindung. Hutan konservasi seluas 4,8 juta hektar dan hutan lindung seluas 5,8 juta hektar telah diubah menjadi kawasan tidak berhutan antara tahun 2016 hingga 2017 (KLHK, 2018). Menurut Forest Watch Indonesia (2014), hutan konservasi di Indonesia mengalami penurunan rata-rata 0,23 juta hektar dari tahun 2009 hingga 2013. Kasus perambahan merupakan salah satu ancaman bagi kelestarian hutan di Indonesia. Perambahan hutan yang tidak terkendali akan berdampak pada kerusakan hutan yang semakin luas. Laju kerusakan hutan akibat deforestasi akan berkembang seiring dengan pertumbuhan populasi penduduk, hal ini berdampak pada perkembangan perekonomian yang menuntut kebutuhan lahan yang tinggi untuk pemukiman dan pertanian. Kegiatan pertanian seperti membuka ladang di sekitar kawasan hutan dapat mengancam keberadaan hutan, seperti yang terjadi di KPHL Rinjani Barat.

Tingkat kritis lahan di kawasan KPHL Rinjani Barat adalah 5.471 (20%), dan bila disatukan dengan potensial kritis mencapai 17.640 ha atau hampir (50%) dari total luas

hutan KPHL Rinjani Barat, masyarakat yang belum memperoleh izin pengelolaan di sebagian kawasan hutan, terdapat masyarakat yang masih miskin disekitar kawasan hutan, ada beberapa wilayah KPHL Rinjani Barat belum terbagi ke dalam blok dan petak, dan pal batas wilayah banyak yang rusak (KPHL Rinjani Barat, 2012). Walaupun telah diresmikan sebagai kawasan hutan, ekspansi lahan pertanian ke dalam hutan terus meningkat tanpa kendali. Penduduk yang tinggal di sekitar hutan memilih untuk memiliki lahan pertanian yang lebih besar guna menjaga hasil panen mereka tiap tahun. Jika permasalahan deforestasi tidak diatasi, maka akan memberikan dampak buruk bagi ekosistem hutan, seperti menurunnya fungsi hidrologis dan konservasi tanah.

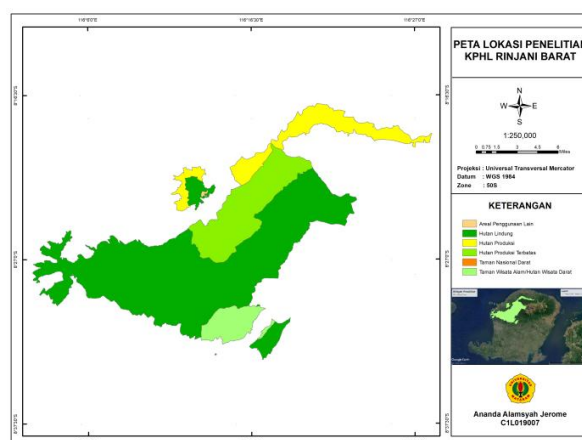
Mengingat ancaman kerusakan hutan yang berada di wilayah KPHL Rinjani Barat saat ini dan yang akan datang cukup tinggi, maka situasi tersebut perlu segera diatasi untuk menghindari deforestasi yang lebih luas. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui berbagai informasi terkait peristiwa deforestasi, salah satunya dengan melakukan analisis spasial dengan pemanfaatan teknologi penginderaan jauh yang diintegrasikan dengan pendekatan model berbasis spasial yaitu Cellular Automata (CA). Cellular automata adalah sebuah algoritma yang dapat memprediksi perubahan tutupan lahan dengan mempertimbangkan tutupan lahan ketetanggaannya (Darmawan & Fardani, 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan membangun model spasial deforestasi di Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung Rinjani Barat pada periode 2000-2022 serta memprediksi deforestasi tahun 2032.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi

Penelitian ini dilakukan pada Maret- Juli 2023 di Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung Rinjani Barat. Secara geografis KPHL Rinjani Barat berada pada rentang koordinat $116^{\circ} 02' 44''$ BT - $116^{\circ} 28' 25''$ BT dan $08^{\circ} 17' 22''$ LS - $08^{\circ} 34' 52''$ LS, dengan luas wilayah kerja tercatat 40.983 ha (KPHL Rinjani Barat, 2012) yang disajikan pada (Gambar 1).



Gambar (Figure) 1. Peta lokasi penelitian di KPHL Rinjani Barat (*The map of research location in KPHL Rinjani Barat*)

Sumber (Source): KPHL Rinjani Barat (2023)

B. Bahan dan Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu *locus map*, kamera, dan untuk pengukuran lapangan. ArcGis 10.3, Iddrisi Selva, dan Microsoft Office digunakan *tallysheet* dalam pengolahan dan analisis data spasial. Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: (1) Landsat 5 akuisisi tanggal 10 Juni 2000 dan Landsat 8 Akuisisi 17 Juni 2015 dan 21 Juni 2022 yang diunduh di <https://earthexplorer.usgs.gov>, (2) batas wilayah penelitian KPHL Rinjani Barat dan data kemiringan lereng yang didapatkan dari KPHL Rinjani Barat, (3) Peta Rupa Bumi Indonesia Skala 1:25.000 berupa peta jaringan jalan, peta informasi pemukiman, dan peta jaringan sungai yang diunduh dari <https://tanahair.indonesia.go.id>.

C. Metode Penelitian

1. Analisis Tutupan Lahan Tahun 2000, 2015, dan 2022

Analisis tutupan lahan wilayah penelitian menggunakan perangkat lunak ArcGis 10.3. Data citra Landsat 5 tahun 2000 dan Landsat 8 tahun 2015 dan 2022 diproyeksikan ke zona UTM 50S dan datum WGS 84 (World Geographic System 84).

Klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode *maximum likelihood* dibagi menjadi 6 kelas yaitu hutan lahan kering primer, hutan lahan kering sekunder, pertanian lahan kering, pertanian lahan kering campur, savana dan semak belukar yang didasarkan pada Peraturan Direktur Jenderal Planologi Kehutanan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup No: 01/Juknis/IPSDH/2015 tentang Pedoman Pemantauan Penutupan Lahan. Training area dibuat pada masing-masing tahun citra dengan mempertimbangkan tekstur, warna dan pola pada citra.

Survey lapangan (*groundcheck*) dilakukan untuk mendapatkan uji akurasi peta hasil klasifikasi terhadap tutupan lahan di KPHL Rinjani Barat. Menurut Pahleviannur (2019), uji akurasi dan pengecekan lapangan (*groundcheck*) adalah proses memvalidasi hasil analisis spasial melalui pengukuran di lapangan. Penelitian ini mengumpulkan 53 titik *groundcheck*. Jumlah titik sampel dalam penelitian ini dapat mewakili seluruh wilayah dimana jumlah minimal dalam menentukan titik sampel yaitu sebanyak 20 titik (Harahap, 2015). Hasil survey lapangan (*groundcheck*) selanjutnya dianalisis menggunakan matriks kesalahan (*confusion matrix*) dan menghasilkan akurasi keseluruhan (*overall accuracy*) dengan persamaan berikut :

$$OA = \frac{X}{n} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana:

X = Jumlah nilai diagonal matriks

n = Jumlah sampel matriks

Tingkat ketelitian minimum untuk klasifikasi atau interpretasi dengan menggunakan penginderaan jauh adalah 85% (Anderson, 1976).

2. Analisis Perubahan Penggunaan Lahan dan Deforestasi

Perubahan penggunaan lahan diidentifikasi dan dianalisis dengan membandingkan hasil klasifikasi pada tahun 2000, 2015, dan 2022. Deforestasi selama periode keseluruhan pengamatan yaitu 22 tahun (2000-2022) dianalisis dengan mengelompokkan 6 tutupan lahan menjadi 2 kelas yaitu kelas hutan (hutan lahan kering primer dan hutan lahan kering sekunder) dan non hutan (pertanian lahan kering, pertanian lahan kering campur, semak belukar dan savana).

3. Analisis Faktor Pemicu Deforestasi

Proses analisis spasial faktor pemicu deforestasi melibatkan penggunaan berbagai variabel yang memiliki dampak terhadap deforestasi. Dalam konteks ini, variabel-variabel yang digunakan adalah jarak dari jalan (km), jarak dari pemukiman (km), jarak dari Sungai(km), dan kemiringan lereng (%). Analisis korelasi digunakan untuk menganalisis hubungan antara deforestasi dengan faktor pemicu deforestasi. Jarak *euclidean* merupakan sebuah teknik untuk mengidentifikasi kedekatan nilai jarak antara dua variabel (Ahmasetyosari & Fatimah, 2018).

Tabel (Table) 1. Analisis peubah penjelas model spasial deforestasi (*Analysis of explanatory variables in spatial models of deforestation*)

| Variabel | Analisis | Satuan |
|----------------------------|---------------------------|----------------|
| X1 = Jarak dari jalan | <i>Euclidean distance</i> | Kilometer (km) |
| X2 = Jarak dari permukiman | <i>Euclidean distance</i> | Kilometer (km) |
| X3 = Jarak dari sungai | <i>Euclidean distance</i> | Kilometer (km) |
| X4 = Kemiringan lereng | Grid Map 30m | Persen (%) |

Sumber (Source): Pengolahan data 2023 (*data analysis 2023*)

4. Model Spasial Deforestasi

Tools Modeling/Enviromental/Simulation/Land Change Modeler dalam perangkat lunak Idrisi Selva digunakan dalam membangun model spasial deforestasi dengan menginput peta penutupan lahan hasil klasifikasi tahun 2000, 2015 dan 2022. Keeratan hubungan antara variabel terikat dan variabel bebas dalam hal tingkat keeratannya dianalisis melalui penerapan uji Cramer's V (Eastman, 2012; Kumar, Nandy, Agarwal, & Kushwaha, 2014). Uji Cramer's V dilakukan dengan menginput data raster jarak dari jalan, jarak dari sungai, jarak dari pemukiman dan kemiringan lereng ke dalam Idrisi Selva dan menghasilkan keluaran berupa nilai Cramer's V yang memberikan gambaran tentang hubungan antara variabel yang diuji.

Analisis regresi logistik digunakan untuk memprediksi dan menjelaskan variabel dependent (Leksana, Pratikno, & Tripena, 2022). Analisis ini dapat membantu menentukan deforestasi telah terjadi atau tidak. Persamaan regresi logistik yang digunakan sebagai berikut :

$$\text{Ln}(P/1-P) = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + e$$

.....(2)

$$\text{Logit}(P) = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + e$$

.....(3)

Dimana:

P = Nilai Peluang Deforestasi

a = Konstanta

b = Koefisien

X₁ = Jarak dari jalan

X₂ = Jarak dari permukiman

X₃ = Jarak Dari Sungai

X₄ = Kemiringan lereng

e = Error

Modul LOGISTICREG pada Software IDRISI versi 17 digunakan untuk analisis regresi logistik. Model spasial dikembangkan dengan pendekatan langkah demi langkah, dimulai dengan satu variabel pada tahap awal, dilanjutkan dengan dua variabel pada tahap selanjutnya, hingga empat variabel sekaligus diproses pada tahap akhir untuk membangun model regresi logistik biner. Ayalew dan Yamagishi (2005) menunjukkan model terbaik dapat didasarkan pada nilai model chi-square, yaitu selisih antara -2logL dan -2logL0, nilai *goodness-of-fit* minimal, pseudo R² lebih besar dari 0,2, dan nilai ROC (*Relative Operating Characteristic*), mendekati nilai 1 (nilai ROC antara 0 sampai 1), model dapat dikatakan lebih baik. Prosedur analisis menghasilkan matriks probabilitas/area transisi, dan moving filter serta persamaan regresi logistik.

5. Prediksi Perubahan Tutupan Lahan KPHL Rinjani Barat Tahun 2032

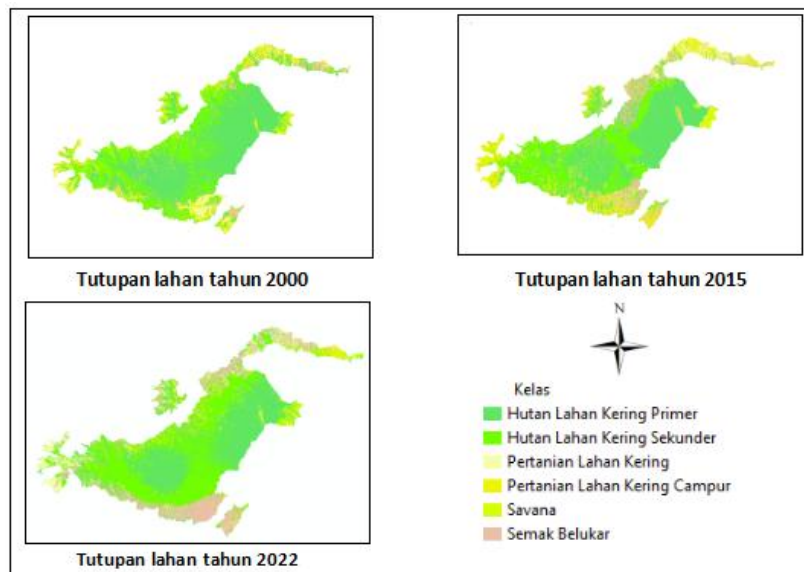
Prediksi penutupan lahan tahun 2032 menggunakan metode CA-Markov dengan asumsi bahwa perubahan tutupan lahan akan mengikuti pola perubahan penutupan lahan sebelumnya yang ditunjukkan dalam bentuk persamaan regresi logistik. Dengan menggunakan filter 5x5, artinya penutupan lahan pada piksel pusat dipengaruhi oleh penutupan lahan pada 24 piksel yang dekat dengannya. Peta tutupan lahan tahun 2022 digunakan sebagai basemap kondisi awal untuk pembuatan model prediksi tutupan lahan tahun 2032. Matriks area transisi yang didapatkan dari model spasial deforestasi tahun 2000-2022, adalah input kedua. Analisis ini menggunakan 10 kali iterasi, dengan 1 kali iterasi menunjukkan perubahan selama satu tahun. Dengan menggunakan peta aktual penggunaan lahan yang telah dibuat sebelumnya pada tahun 2022, proyeksi ini bertujuan untuk memvalidasi prediksi tahun 2032. Hasil analisis akan menghasilkan nilai kappa yang dapat dihitung menggunakan alat Validate dalam perangkat lunak Idrisi Selva. Kisaran angka validasi yang ditunjukkan pada nilai kappa adalah 0-1. Menurut Umri, Firdaus, & Primajaya (2021) nilai kappa < 0,00 terdapat tingkat kesesuaian yang buruk, antara 0,00-0,20 terdapat tingkat kesesuaian sedikit buruk, antara 0,21-0,40 terdapat tingkat kesesuaian yang cukup, antara 0,41-0,60 terdapat tingkat kesesuaian yang sedang, antara 0,61-0,80 terdapat tingkat

kesesuaian yang bagus, antara 0,81-1.00 terdapat tingkat kesesuaian yang hampir sempurna.

III. Hasil dan Pembahasan

1. Analisis Tutupan Lahan Tahun 2000, 2015, dan 2022

Gambar 2 menunjukkan hasil analisis tutupan lahan pada tahun 2000, 2015, dan 2022. Nilai akurasi keseluruhan (*overall accuracy*) didapatkan sebesar 90,56 % (Tabel 1) dan nilai ini sudah memenuhi standar minimal akurasi sebesar 85 % yang ditetapkan oleh U.S Geological Survey (USGS).



Gambar (Figure) 2. Penutupan lahan tahun 2000, 2015, dan 2022 di KPHL Rinjani Barat (*Land cover in 2000, 2015, and 2022*)

Sumber (Source): Pengolahan data 2023 (*data analysis 2023*)

Tabel (Table) 2. Matriks uji akurasi hasil interpretasi di lapangan (*Accuracy test matrix for interpretation results in the field*)

| Hasil Klasifikasi | Data Lapangan | | | | | | Jumlah Baris |
|-------------------|---------------|----|----|----|----|----|--------------|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | |
| P1 | 10 | | | | | | 10 |
| P2 | | 10 | | | | | 10 |
| P3 | | | 8 | | | | 8 |
| P4 | | | | 8 | | | 8 |
| P5 | | | | | 4 | | 4 |
| P6 | | 3 | 2 | | | 8 | 13 |
| Jumlah Kolom | 10 | 13 | 10 | 8 | 4 | 8 | 53 |

Sumber (Source) : Pengolahan data 2023 (*data analysis 2023*)

Keterangan (Remarks): P1 = Hutan Lahan Kering Primer, P2 = Hutan Lahan Kering Sekunder, P3 = Pertanian Lahan Kering, P4 = Hutan Lahan Kering Campur, P5 = Savana, P6 = Semak Belukar

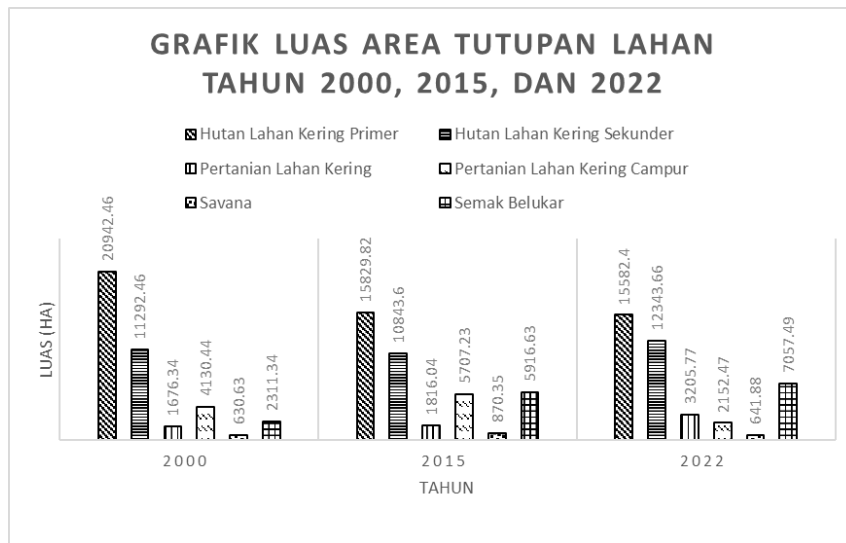
Akurasi Keseluruhan (*Overall Accuracy*)

$$= \frac{48}{53} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{Jumlah diagonal utama}}{\text{jumlah titik}} \times 100\%$$

$$= 90.56 \%$$

Penutupan lahan di kawasan KPHL Rinjani Barat dikelompokkan ke dalam enam kategori, yaitu hutan lahan kering primer, hutan lahan kering sekunder, pertanian lahan kering, pertanian lahan kering campur, savana, dan semak belukar. Hasil klasifikasi penutupan lahan menunjukkan bahwa penutupan lahan yang mendominasi di wilayah KPHL Rinjani Barat tahun 2000, 2015 dan 2022 adalah hutan lahan kering primer dan hutan lahan kering sekunder.



Gambar (Figure) 3. Luas penutupan lahan tahun 2000, 2015, dan 2022 di KPHL Rinjani Barat (*Area of land cover in 2000, 2015 and 2022 in the West Rinjani KPHL*)

Sumber (Source): Pengolahan data 2023 (*data analysis 2023*)

Gambar 3 menunjukkan bahwa tutupan lahan di wilayah KPHL Rinjani Barat didominasi oleh tutupan hutan lahan kering primer dan hutan lahan kering sekunder. Namun, penutupan kedua jenis hutan ini mengalami penurunan luas selama periode tahun 2000–2022, sedangkan penutupan lahan untuk pertanian lahan kering dan pertanian lahan kering campuran terus meningkat selama periode tahun 2000–2022. Pola penutupan lahan menunjukkan bahwa pertanian lahan kering dan pertanian lahan kering campuran mengalami peningkatan luas. Meskipun demikian, perubahan yang terjadi pada lahan dengan vegetasi yang lebat, seperti hutan lahan kering primer dan hutan lahan kering sekunder ke lahan dengan vegetasi yang kurang rapat, seperti pertanian lahan kering, dapat menyebabkan potensi lahan kritis dan erosi. Temuan dari studi ini sejalan dengan riset yang dilakukan oleh Korea Research Institute, riset tersebut menggunakan analisis citra landsat untuk menunjukkan bahwa terdapat degradasi yang cukup signifikan dalam penutupan lahan di KPHL Rinjani Barat. Ditemukan bahwa luas hutan primer telah mengalami penurunan dari sekitar 22.839,3 ha pada tahun 1990 menjadi sekitar 15.772,5 ha ditahun 2010. Hutan sekunder yang kemudian mengalami peningkatan luas menjadi sekitar 21.656,5 ha pada tahun 1995 akibat dari penurunan luas hutan primer. Namun, luas hutan sekunder ini

kemudian kembali menurun karena sebagian telah mengalami perubahan menjadi semak belukar (KPHL Rinjani Barat, 2012).

2. Analisis Perubahan Tutupan Lahan (Deforestasi)

Perubahan penutupan lahan di KPHL Rinjani Barat tahun 2000-2015, 2015-2022 dan 2000-2022 ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel (Table) 2. Perubahan tutupan lahan tahun 2000-2022 (*Land cover change in 2000-2022*)

| No | Penutupan Lahan | 2000-2015 | 2015-2022 | 2000-2022 |
|----|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| | | Luas (ha) | Luas (ha) | Luas (ha) |
| 1 | Hutan Lahan Kering Primer | -5.112,64 | -247,42 | -5.360,06 |
| 2 | Hutan Lahan Kering Sekunder | -448,86 | 1.500,06 | 1.051,20 |
| 3 | Pertanian Lahan Kering | 139,7 | 1.389,73 | 1.529,43 |
| 4 | Pertanian Lahan Kering Campur | 1.576,79 | -3.554,76 | -1.977,97 |
| 5 | Savana | 239,72 | -228,47 | 11,25 |
| 6 | Semak Belukar | 3.605,29 | 1.140,86 | 4.746,15 |

Sumber (Source): Pengolahan data 2023 (*data analysis 2023*)

Kelas tutupan lahan hasil interpretasi tersebut dikelompokkan kembali menjadi dua kelompok yaitu kelompok hutan (hutan lahan kering primer dan hutan lahan kering sekunder) dan non hutan (pertanian lahan kering, pertanian lahan kering campur, semak belukar dan savana). Luas deforestasi selama periode keseluruhan pengamatan selama 22 tahun (2000-2022) disajikan pada Tabel 3.

Tabel (Table) 3. Luas deforestasi KPHL Rinjani Barat tahun 2000-2022 (*Extent of deforestation KPHL Rinjani Barat 2000-2022*)

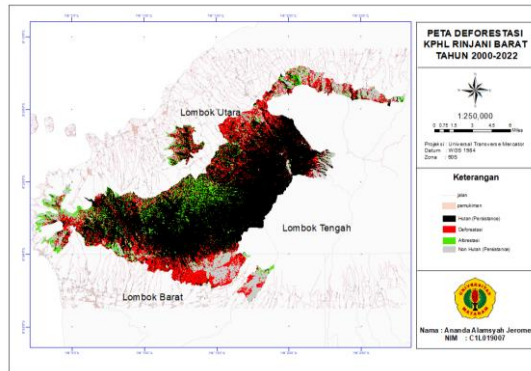
| Kelas Tutupan | Luas (ha) | Persentase (%) |
|----------------------------------|-----------|----------------|
| Hutan (<i>Persistence</i>) | 24.560,56 | 59,93 |
| Deforestasi | 7.285,99 | 17,78 |
| Aforestasi | 3.189,86 | 7,78 |
| Non Hutan (<i>Persistence</i>) | 5.947,26 | 14,51 |
| Total | 40.983,67 | 100,00 |

Sumber (Source): Pengolahan data 2023 (*data analysis 2023*)

Pada Tabel 3 kelas tutupan hutan yang *persistence* memiliki luas sebesar 24.560,56 ha atau sebesar 59,93 % dari luasan total wilayah KPHL Rinjani Barat. Sedangkan untuk luas hutan yang terdeforestasi sebesar 7.285,99 ha atau sebesar 17,78 % dari luasan total wilayah KPHL Rinjani Barat. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa deforestasi yang terjadi di KPHL Rinjani Barat pada periode 2000-2022 lebih tinggi dibandingkan dengan deforestasi yang terjadi di Hutan Lindung Kota Padang Tahun 2007-2016 sebesar 319,92 ha atau sebesar 2,59 % dari luasan total wilayahnya (Firmada, 2019) dan Taman Nasional Kerinci Seblat wilayah kerja Resort Merangin Selatan sebesar 8.062,98 ha periode 2015-2020 atau sebesar 6,66 % dari luasan total wilayahnya (Prasetyo & Saputra, 2022). Namun, deforestasi yang terjadi di KPHL Rinjani Barat lebih kecil dibandingkan dengan deforestasi yang terjadi di KPHP

Poigar, Provinsi Sulawesi Utara yaitu sebesar 12.668,2 ha atau sebesar 30,45 % dari luasan total wilayahnya (Ahmad, Saleh, & Rusolono, 2016).

Pada rentang tahun tersebut juga telah mengalami aforestasi dengan luasan sebesar 3.189,86 ha atau berkisar 7,78 % dari luas total wilayah sehingga apabila luas hutan *persistance* ditambah dengan luas tutupan yang teraforestasi pada rentang tahun ini maka total penutupan kelas tutupan hutan sebesar 27.750,51 ha atau sebesar 67,71 % dari luasan total wilayah KPHL Rinjani Barat. Peta deforestasi tersebut disajikan pada Gambar 4.



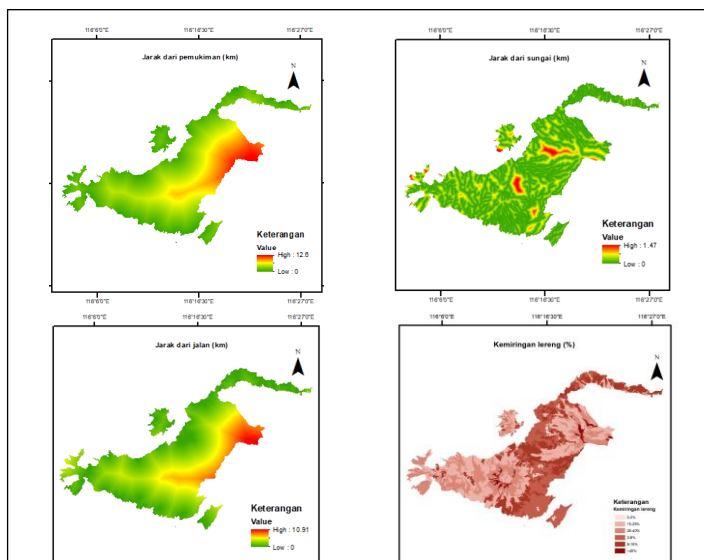
Gambar (Figure) 4. Peta deforestasi KPHL Rinjani Barat 2000-2022 (Map of deforestation in KPHL Rinjani Barat 2000-2022)

Sumber (Source): Pengolahan data 2023 (data analysis 2023)

Peta deforestasi pada Gambar 4 menunjukkan bahwa kawasan hutan lindung mengalami deforestasi di daerah yang terletak di dekat dengan jaringan jalan dan pemukiman yang mudah diakses untuk melakukan penebangan hutan secara ilegal. Temuan ini selaras dengan hasil penelitian Basuki, Mursyid, Kurnain, & Suyanto (2016) yang menyatakan bahwa penataan batas kawasan hutan ternyata tidak mampu melindungi dengan baik dari aktivitas penebangan ilegal, konversi lahan untuk pertanian, dan perburuan liar yang umumnya terjadi di hutan negara.

3. Analisis Faktor Pemicu Deforestasi

Pada Gambar 5 untuk variabel jarak dari pemukiman, jarak dari sungai, dan jarak dari jalan, hasil analisis *euclidean distance* menunjukkan daerah yang semakin berwarna hijau menunjukkan jarak terdekat dari setiap sel di dalam raster (kawasan hutan) dengan faktor pemicu deforestasi. Daerah yang semakin berwarna merah menunjukkan jarak terjauh dari setiap sel di dalam raster (kawasan hutan) dengan faktor pemicu deforestasi. Sedangkan untuk kemiringan lereng yang semakin berwarna coklat menunjukkan semakin tinggi kelas kemiringannya.



Gambar (Figure) 5. Faktor pemicu deforestasi (*factors driving deforestation*)

Sumber (Source): Pengolahan data 2023 (*data analysis 2023*)

Tabel (Table) 4. Parameter statistik faktor pemicu deforestasi (*Statistical parameters of factors causing deforestation*)

| | Jarak dari jalan | Jarak dari pemukiman | Jarak dari sungai | Kemiringan lereng |
|------------------------------|------------------|----------------------|-------------------|-------------------|
| Min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Max | 10,91 | 12,60 | 1,47 | 300,3 |
| Mean (\bar{x}) | 2,86 | 3,76 | 0,21 | 31,05 |
| Standar deviasi (σ) | 2,27 | 2,65 | 0,20 | 23,97 |

Sumber (Source): Pengolahan data 2023 (*data analysis 2023*)

Variabel jarak dari jalan memiliki nilai antara 0 sampai 10,91 kilometer. Kondisi di lapangan juga terdapat beberapa jaringan jalan di dalam kawasan hutan yang dilalui oleh masyarakat seperti jaringan jalan aspal, jalan desa, dan jalan setapak. Variabel jarak dari sungai memiliki nilai antara 0 sampai 1,47 kilometer. Karakter biofisik lahan yang berada dekat dengan jaringan sungai memiliki lereng yang tidak terlalu curam dibandingkan dengan lahan yang berada jauh dengan jaringan sungai. Variabel jarak dari pemukiman memiliki nilai antara 0 sampai 12,6 kilometer. Semakin dekat jaraknya dengan pemukiman, risiko gangguan ekologis meningkat seperti yang terjadi di KPHL Rinjani Barat tepatnya di Resort Malimbu Dusun Bentek Kabupaten Lombok Utara yang secara langsung berbatasan dengan kawasan hutan lindung pusuk. Walaupun usaha pertanian di lahan milik dusun tersebut sudah berkembang dengan baik, para petani masih mengandalkan penghasilan ekstra dari pemanenan hasil hutan, baik berupa kayu maupun bahan-bahan non-kayu, yang berasal dari hutan lindung di sekitarnya (Handoko, Yudilastianto, & Sukito, 2012). Jarak dari pemukiman menuju kawasan hutan yang semakin jauh, cenderung membentuk zona yang lebih terisolasi secara geografis. Zona tersebut dapat menjadi lingkungan yang lebih alami dan kurang terganggu oleh aktivitas manusia seperti perambahan hutan, pemukiman ilegal, dan eksploitasi sumber daya alam. Kemiringan lereng pada lokasi penelitian memiliki nilai kelerengan terkecil sebesar 0 % dan nilai kelerengan terbesar sebesar 300,3 %.

4. Model Spasial Deforestasi di KPHL Rinjani Barat

Model dibangun dengan mempertimbangkan dua jenis variabel, yaitu perubahan tutupan lahan di KPHL Rinjani Barat selama periode 2000-2022 sebagai variabel dependen, dan sejumlah variabel independen seperti jarak dari jalan, jarak dari pemukiman, jarak dari sungai, dan kemiringan lereng. Variabel independen tersebut diuji keeratan hubungannya dengan variabel dependen dengan menggunakan Uji Cramer's V (Tabel 5).

Tabel (Table) 5. Hasil uji cramer's V (*Cramer's V test results*)

| Variabel Peubah | Cramer's V |
|----------------------|------------|
| Jarak dari jalan | 0,3607 |
| Jarak dari pemukiman | 0,3885 |
| Jarak dari sungai | 0,0554 |
| Kemiringan lereng | 0,1896 |

Sumber (Source): Pengolahan data 2023 (*data analysis 2023*)

Hasil evaluasi Cramer's V pada Tabel 5 menampilkan bahwa rentang nilai Cramer's V mencakup angka dari 0,0554 hingga 0,3885. Dalam hal hubungan antar variabel, variabel jarak dari pemukiman menunjukkan tingkat keeratan yang paling kuat, dilihat dari nilai V sebesar 0,3885. Di sisi lain, derajat keeratan yang paling rendah terdapat pada variabel jarak dari sungai, dengan angka sebesar 0,054. Mengacu pada penelitian Mutmairah, Purba, Utoyo, Sukmana, & Suharno (2022) disoroti bahwa analisis Cramer's V menggambarkan intensitas keeratan antara variabel independen dan variabel dependen. Meskipun demikian, analisis ini hanya menganalisis sebagian dari hubungan antara variabel independen dengan perubahan dalam penutupan lahan. Sehingga pendekatan regresi logistik digunakan untuk menganalisis komponen yang memengaruhi perubahan penutupan lahan secara keseluruhan.

Melalui proses analisis regresi logistik biner dengan pendekatan metode langkah demi langkah (*stepwise*) dihasilkan empat persamaan yang berbeda. Setiap persamaan ini memiliki jumlah variabel yang berbeda dalam pembangunan model spasialnya, dimulai dari satu variabel hingga empat variabel. Detailnya dapat ditemukan pada Tabel 5.

Tabel (Table) 6. Nilai statistik hasil regresi logistik biner pembangunan model (*The statistical value of the binary logistic regression results of model development*)

| Model Statistik | Persamaan | | | |
|------------------|------------|------------|-------------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| -2logLO | 3.377,3252 | 3.319,4012 | 3.303,7700 | 3.262,2565 |
| 2log(likelihood) | 2.532,2406 | 2.317,7617 | 1.995,6471 | 1.858,7665 |
| Pseudo R_square | 0,2502 | 0,3018 | 0,3959 | 0,4302 |
| Goodness of Fit | 7.000,0954 | 7.006,0615 | 12.483,3973 | 6.378,5879 |
| ChiSquare | 845,0846 | 1.001,6396 | 1.308,1229 | 1.403,4900 |
| ROC | 0,8936 | 0,9139 | 0,9401 | 0,9527 |

Sumber (Source): Pengolahan data 2023 (*data analysis 2023*)

Catatan (Notes) : Persamaan 1 : dengan 1 variabel peubah; Persamaan 2 : dengan 2 variabel peubah; Persamaan 3 : dengan 3 variabel peubah; Persamaan 4 : dengan 4 variabel peubah

Dalam Tabel 6 dapat dilihat bahwa empat model telah dipilih berdasarkan variabel-variabel penjelas. Dari keempat model pengembangan terhadap deforestasi, model terbaik yang terpilih adalah persamaan yang menggunakan empat variabel bebas. Model yang dipilih ini mempunyai nilai *Goodness of Fit* terkecil dan nilai *ChiSquare* tertinggi, juga memiliki nilai ROC paling tinggi dibandingkan tiga model lainnya. Analisis regresi logistik

memberikan hasil bahwa *Goodness of Fit* memiliki nilai 6.378,58, nilai *ChiSquare* adalah 1.403,49 dan *Pseudo R²* sebesar 0,43 menunjukkan bahwa model ini cocok untuk digunakan.

Menurut Kumar (2014), indikator kecocokan yang sangat baik terdapat pada nilai *Pseudo R²* antara 0,2 dan 0,4. Lebih lanjut, nilai ROC dari model persamaan keempat juga menunjukkan hasil yang baik, yaitu 0,9527. Rincian koefisien regresi untuk model yang terpilih dapat ditemukan pada Tabel 7.

Tabel (Table) 7. Hasil uji cramer's V (*Cramer's V test results*)

| Variabel peubah | Koefisien β |
|--------------------------------|-------------------|
| Konstanta | 4,6584 |
| Jarak dari jalan (x_1) | -0,0001717 |
| Jarak dari pemukiman (x_2) | -0,0009035 |
| Jarak dari sungai (x_3) | 0,0007811 |
| Kelerengan (x_4) | -1,1763037 |

Sumber (*Source*): Pengolahan data 2023 (*data analysis 2023*)

Berdasarkan koefisien regresi pada Tabel 6 maka persamaan regresi logistik untuk model spasial deforestasi adalah:

$$\text{Logit}(p) = 4,6584 - 0,0001717(x_1) - 0,0009035(x_2) + 0,0007811(x_3) - 1,1763037(x_4) \dots \dots \dots (4)$$

Pola deforestasi di KPHL Rinjani Barat berdasarkan Persamaan (4), hasil penelitian menunjukkan bahwa semua empat faktor independen memiliki dampak. Faktor-faktor seperti jarak dari jalan, jarak dari pemukiman, dan kemiringan lereng terhadap deforestasi memiliki koefisien negatif. Model yang dihasilkan mengindikasikan semakin dekat hutan dengan jalan (baik itu jalan aspal, jalan setapak, maupun desa), semakin dekat dengan pemukiman, dan semakin datar kemiringannya, semakin besar kemungkinan deforestasi terjadi. Temuan ini serupa dengan penelitian Kumar, Nandy, Agarwal, & Kushwaha, (2014) yang mencatat perkembangan jalan meningkatkan potensi deforestasi. Sementara itu, Park, Takahashi, Takakura, Li, Fujimori, Hasegawa, & Lee (2021) dalam penelitiannya mengamati bahwa daerah dengan kemiringan rendah lebih rentan terhadap deforestasi karena lebih mudah diakses manusia untuk kegiatan pertanian, perkebunan, dan pembangunan. Dalam konteks ini, wilayah dengan kemiringan yang lebih rendah mungkin dianggap lebih mudah untuk dikembangkan dan dikelola, sehingga meningkatkan risiko deforestasi. Studi Suni, Muis, Arianingsih, Misra, & Baharuddin (2023) juga mengindikasikan bahwa semakin dekat pemukiman dengan hutan, semakin tinggi potensi deforestasinya.

Variabel jarak dari sungai memiliki koefisien positif yang menunjukkan daerah yang lebih jauh dari sungai cenderung memiliki probabilitas yang lebih tinggi untuk mengalami deforestasi dibandingkan dengan daerah yang lebih dekat dengan sungai. Dengan kata lain, peluang terjadinya deforestasi meningkat saat jarak dari sungai semakin meningkat. Hal ini sependapat dengan penelitian Nahib (2016) di Kabupaten Tasikmalaya dalam pemodelan spasial deforestasi yang menyatakan bahwa variabel jarak dari sungai terhadap deforestasi

memiliki koefisien positif dan mengindikasikan semakin jauh keberadaan hutan dari sungai maka peluang terjadinya deforestasi semakin besar. Namun bertolak belakang dengan penelitian yang dilakukan oleh Suni, Muis, Arianingsih, Misra, & Baharuddin (2023) di Hutan Produksi Terbatas Kecamatan Kulawi Kabupaten Sigi yang menyatakan bahwa variabel jarak dari sungai mempunyai koefisien negatif, artinya semakin kecil jarak dari sungai maka peluang perubahan tutupan hutan semakin besar. Dengan demikian, nilai koefisien jarak dari sungai yang positif atau negatif tergantung pada kombinasi faktor ekologi, akses manusia, dan regulasi yang ada di wilayah tersebut. Setiap daerah memiliki konteks yang unik, sehingga perlu mempertimbangkan faktor-faktor ini secara komprehensif untuk menginterpretasi arti dari nilai koefisien tersebut.

Model regresi logistik biner yang dihasilkan menggambarkan bahwa probabilitas terjadinya deforestasi di KPHL Rinjani Barat berkisar antara 0 sampai 0.96 (Gambar 6). Area dengan warna merah (mendekati 1) memiliki kemungkinan besar mengalami deforestasi.



Gambar (Figure) 6. Sebaran peluang deforestasi periode 2000-2022 (*Distribution of deforestation opportunities for the period 2000-2022*)

Sumber (Source): Pengolahan data 2023 (*data analysis 2023*)

5. Prediksi Perubahan Tutupan Lahan dan Deforestasi Tahun 2032

Perbandingan hasil penggunaan lahan aktual pada tahun 2022 dengan hasil prediksi untuk tahun yang sama menunjukkan nilai K-standard adalah 0,6155 atau 61,55%. Berdasarkan nilai statistik tersebut, model ini tergolong ke dalam kesesuaian yang baik sehingga cocok dengan kondisi aktual tutupan/penggunaan lahan pada tahun 2022. Hasil uji validasi ini memiliki nilai akurasi lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hultera, Prasetyo, & Setiawan (2020) yang menghasilkan nilai uji akurasi dari distribusi spasial model sebesar 31 % yang tergolong ke dalam kesesuaian yang cukup yang diduga diakibatkan oleh faktor data spasial akses jalan yang kurang detail dan mutakhir serta data spasial sungai sebagai transportasi (akses) yang kurang detail.

Model yang dihasilkan dari analisis ini bisa digunakan untuk prediksi pola sebaran dan luas tutupan lahan pada tahun 2032 karena memiliki nilai akurasi kappa yang tinggi. Prediksi ini didasarkan pada tren historis yang telah diamati dalam proyeksi pemodelan tersebut.

Hasil analisis CA-Markov menghasilkan Matriks Probabilitas Transisi (MPT) dari tahun 2000 hingga 2022. Matriks probabilitas transisi (MPT) digunakan untuk memprediksi kemungkinan perubahan penggunaan lahan/tutupan lahan termasuk deforestasi (Kura & Beyene, 2020; El Haj, Ouadif, & Akhssas, 2023; Asif *et al.* 2023,). Matriks MPT ini bermanfaat dalam meramalkan perubahan tutupan lahan pada periode waktu selanjutnya melalui model CA-Markov. Dengan mempertimbangkan peluang peralihan dari satu bentuk tutupan lahan ke bentuk tutupan lahan lainnya, model CA-Markov mampu menghasilkan berbagai skenario transformasi lahan di masa mendatang. Informasi mengenai Matriks Probabilitas Transisi (MPT) dari tahun 2000 hingga 2022 dapat dilihat pada Tabel 8. Rentang nilai Matriks Probabilitas Transisi (MPT) berada antara 0 hingga 1, di mana nilai 0 menandakan ketidakberubahannya tutupan/penggunaan lahan dari periode sebelumnya (awal) ke periode transisi berikutnya. Nilai-nilai diagonal dari matriks (baris-kolom) mewakili luas tutupan/penggunaan lahan yang tetap tidak berubah. Sementara nilai-nilai dalam satu baris yang berjajar horizontal mewakili perubahan dan luas tutupan/penggunaan lahan pada kolom yang sesuai.

Tabel (Table) 8. Matriks probabilitas transisi tahun 2000-2022 (*Probability transition matrix of 2000-2022*)

| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| P1 | 0,7571 | 0,1663 | 0,0071 | 0,0187 | 0 | 0,0509 |
| P2 | 0,1349 | 0,4981 | 0,0378 | 0,1246 | 0 | 0,2046 |
| P3 | 0 | 0,1268 | 0,0369 | 0,8103 | 0 | 0,026 |
| P4 | 0,2926 | 0,2712 | 0,0369 | 0,1076 | 0 | 0,2523 |
| P5 | 0 | 0,1093 | 0,192 | 0,3673 | 0 | 0,3314 |
| P6 | 0,0224 | 0 | 0,0234 | 0,0001 | 0,9527 | 0,0015 |

Sumber (Source): Pengolahan data 2023 (*data analysis 2023*)

Catatan (Notes) : P1 : Hutan lahan kering primer; P2 :Hutan lahan kering sekunder; P3 : Pertanian lahan kering ; P4: Pertanian lahan kering campur; P5: Savana; P6: Semak belukar

Semakin tinggi nilai probabilitas tutupan lahan, maka semakin besar probabilitas tutupan lahan tersebut berubah.

Tabel (Table) 9. Matriks area transisi tahun 2000-2022 (*Area transition matrix of 2000-2022*)

| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 |
|----|-------|-------|------|------|------|-------|
| P1 | 96869 | 57422 | 5414 | 4763 | 516 | 12014 |
| P2 | 45622 | 49165 | 9139 | 7201 | 412 | 23607 |
| P3 | 9015 | 8996 | 4336 | 3431 | 1052 | 10994 |
| P4 | 5985 | 5124 | 2607 | 2032 | 561 | 7059 |
| P5 | 2382 | 748 | 801 | 523 | 1562 | 715 |
| P6 | 17426 | 22591 | 9525 | 6381 | 992 | 22614 |

Sumber (Source): Pengolahan data 2023 (*data analysis 2023*)

Catatan (Notes) : P1 : Hutan lahan kering primer; P2 :Hutan lahan kering sekunder; P3 : Pertanian lahan kering ; P4: Pertanian lahan kering campur; P5: Savana; P6: Semak belukar

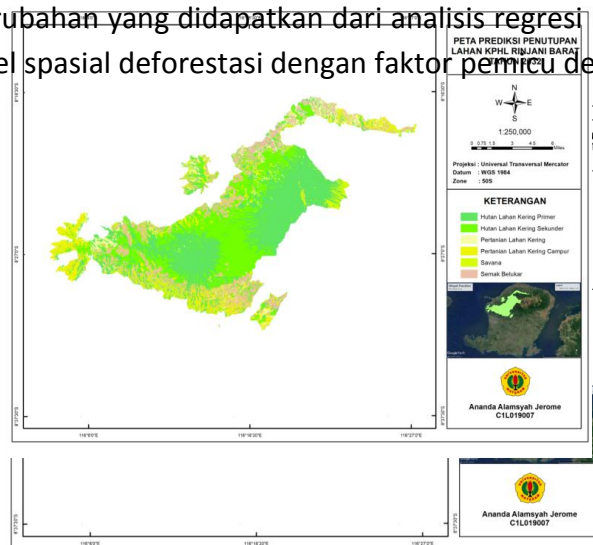
Tabel (Table) 10. Input analisis CA-Markov prediksi penutupan lahan tahun 2032 di Idrisi Selva (*CA-Markov analysis input predicting land cover in 2032 in Idrisi Selva*)

| Input analisis CA-Markov Prediksi Tutupan Lahan 2032 di Idrisi Selva | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
|--|--|--|--|--|--|--|

| | |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| Basis landcover | peta tutupan lahan 2022 |
| Markov transition areas file | matriks area transisi |
| Transisi suitability image collection | matriks probabilitas transisi |
| Output landcover projection | peta prediksi tutupan lahan 2032 |
| Iterasi | 10 kali |
| Cellular Automata Filter | Standard 5x5 |

Sumber (Source): Pengolahan data 2023 (data analysis 2023)

Proses analisis CA Markov menghasilkan peta prediksi penutupan lahan tahun 2032 yang disajikan pada Gambar 9. Peta prediksi tersebut diperoleh dengan menginput *basis land cover image* berupa peta klasifikasi penutupan lahan tahun 2022, *markov transition areas file* berupa matriks area transisi tahun 2000-2022 yang didapatkan pada proses prediksi penutupan lahan tahun 2022 (Tabel 9), *transition suitability image collection* berupa matriks peluang perubahan yang didapatkan dari analisis regresi logistik biner (Tabel 8) atau pembangunan model spasial deforestasi dengan faktor pemicu deforestasi.



Gambar (Figure) 9. Peta prediksi penutupan lahan tahun 2032 (Map of land cover predictions for 2032)

Sumber (Source): Pengolahan data 2023 (data analysis 2023)

Tabel (Table) 11. Prediksi perubahan penutupan lahan tahun 2022-2032 (Prediction of land cover change in 2022-2032)

| No | Penutupan Lahan | 2022 | | 2032 | | Perubahan 2022-2032 | |
|--------------|-------------------------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|---------------------|--------------|
| | | Luas (ha) | Persentase % | Luas (ha) | Persentase % | Luas (ha) | Persentase % |
| 1 | Hutan Lahan Kering Primer | 15582,40 | 38,02 | 15038,75 | 36,69 | -543,65 | -1,33 |
| 2 | Hutan Lahan Kering Sekunder | 12343,66 | 30,12 | 10307,69 | 25,15 | -2035,97 | -4,97 |
| 3 | Pertanian Lahan Kering | 3205,77 | 7,82 | 2966,16 | 7,24 | -239,61 | -0,58 |
| 4 | Pertanian Lahan Kering Campur | 2152,47 | 5,25 | 6650,23 | 16,23 | 4497,76 | 10,97 |
| 5 | Savana | 641,88 | 1,57 | 728,91 | 1,78 | 87,03 | 0,21 |
| 6 | Semak Belukar | 7057,49 | 17,22 | 5291,93 | 12,91 | -1765,56 | -4,31 |
| Total | | 40983,67 | 100,00 | 40983,67 | 100,00 | 0,00 | 0,00 |

Sumber (Source): Pengolahan data 2023 (data analysis 2023)

Pada Tabel 11 terlihat bahwa prediksi penutupan lahan pada tahun 2032 memperlihatkan perubahan yang signifikan dibandingkan dengan penutupan lahan pada tahun 2022. Terdapat perubahan yang cukup pesat dalam penutupan lahan antara kedua tahun tersebut. Prediksi menunjukkan bahwa terjadi penurunan luas hutan lahan kering sekunder sebesar 4,97% dari luas pada tahun 2022. Di sisi lain, peningkatan terjadi pada penggunaan lahan pertanian lahan kering campur sebesar 10,97% dari luas pada tahun 2022. Hal ini mengindikasikan bahwa proyeksi ke depan akan menghadapi penurunan luas lahan hutan yang digunakan untuk tujuan pertanian atau perkebunan. Karena itu, penting untuk melakukan manajemen lahan secara efektif guna mengatur penutupan lahan tertentu sehingga dapat meminimalkan deforestasi dan degradasi lahan.

Tabel (Table) 11. Luas prediksi deforestasi KPHL Rinjani Barat tahun 2022-2032 (*The predicted area of KPHL Rinjani Barat deforestation in 2022-2032*)

| Kelas Tutupan | Luas (ha) | Persentase (%) |
|----------------------------------|-----------|----------------|
| Hutan (<i>Persistence</i>) | 24041.38 | 58.66 |
| Deforestasi | 4117.16 | 10.04 |
| Aforestasi | 1896.09 | 4.62 |
| Non Hutan (<i>Persistence</i>) | 10929.04 | 26.66 |
| Total | 40983.67 | 100 |

Sumber (*Source*): Pengolahan data 2023 (*data analysis 2023*)

Prediksi deforestasi pada tahun 2032 sebesar 4.117,16 % atau sekitar 10,04 % dari luasan total wilayah KPHL Rinjani Barat. Pemanfaatan lahan tanpa memperhatikan prinsip kelestarian akan berdampak buruk, menyebabkan lahan menjadi kritis dan rentan terhadap erosi dan banjir saat musim hujan, serta terjadi kekeringan saat musim kemarau. Luas kawasan hutan juga akan terus berkurang, terutama ketika lahan hutan digunakan secara terus-menerus demi kepentingan ekonomi.

III. KESIMPULAN

Deforestasi yang terjadi di Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung (KPHL) Rinjani Barat pada rentang tahun 2000-2022 sebesar 7285,99 ha (17,78%). Model spasial deforestasi di KPHL Rinjani Barat adalah $\text{logit (deforestasi)} = 4,6584 - 0,0001717(\text{jarak dari jalan}) - 0,0009035(\text{jarak dari pemukiman}) + 0,0007811(\text{jarak dari sungai}) - 1,1763037(\text{kemiringan lereng})$. Proyeksi deforestasi dari tahun 2022 ke tahun 2032 adalah 4.117,16 ha (10,04 %). Diperlukan penambahan variabel seperti kepadatan penduduk dan kebijakan serta pemodelan dapat dibuat dengan menggunakan tiga skenario yaitu *Business As Usual* (BAU), moderat, dan optimis agar pemodelan tutupan lahan didapatkan dengan hasil yang sangat baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada KPHL Rinjani barat atas izin penelitian yang telah diberikan untuk melaksanakan riset.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A., Saleh, M. B., & Rusolono, T. (2016). Model Spasial Deforestasi di KPHP Poigar, Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 5(2), 159-169. <https://doi.org/10.18330/jwallacea.2016.vol5iss2pp159-169>
- Ahmasetyosari, A. S., & Fatimah, T. (2018). Aplikasi presensi siswa pada pt. Samudera anugerah menggunakan metode geofencing dan perhitungan jarak menggunakan algoritma euclidean distance berbasis android. *SKANIKA: Sistem Komputer dan Teknik Informatika*, 1(2), 481-485.
- Anderson, E. (1976) A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data. Geological Survey Professional Paper, No.964. U.S. Government Printing Office, Washington DC, 28. <https://doi.org/10.3133/pp964>
- Arifin, Haerul., Charlie D. Heatubun, Wahyudi. (2019). Analisis kawasan hutan dan tutupan hutan pada tiga daerah aliran sungai Di Kabupaten Manokwari. *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Hidup*. Vol. 2 (1): 49 – 67.
- Asif, M., Kazmi, J. H., Tariq, A., Zhao, N., Guluzade, R., Soufan, W., ... & Aslam, M. (2023). Modelling of land use and land cover changes and prediction using CA-Markov and Random Forest. *Geocarto International*, 38(1), 2210532. <https://doi.org/10.1080/10106049.2023.2210532>
- Ayalew, L. and H. Yamagishi. (2005). The application of gis-based logistic regression for landslide susceptibility apping in the Kakuda-Yahiko Mountains, Central Japan. *Geomorphology*. 65(1-2):15-31. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2004.06.010>
- Barri, M. F., A. A. Setiawan, A. R. Oktaviani, A. P. Prayoga, dan A. C. Ichsan. (2018). Deforestasi tanpa henti : Potret deforestasi Di Sumatera Utara, Kalimantan Timur Dan Maluku Utara. Bogor: Forest Watch Indonesia.
- Basuki, K., Mursyid, A., Kurnain, A., & Suyanto, S. (2016). Analisis Faktor Penyebab dan Strategi Pencegahan Pembalakan Liar (Illegal Logging) di Kabupaten Tabalong. *EnviroScienteeae*, 9(1), 27-43.
- Darmawan, M. G., & Fardani, I. 2022. Prediksi Deforestasi Hutan Menggunakan Metode Cellular Automata di Kabupaten Bogor. In Bandung Conference Series: Urban & Regional Planning (Vol. 2, No. 1, pp. 61-70).
- Eastman, J. R. (2012). Idrisi selva tutorial. Idrisi Production, Clark Labs-Clark University, 45(January), 51-63.
- El Haj, F. A., Ouadif, L., & Akhssas, A. (2023). Simulating and predicting future land-use/land cover trends using CA-Markov and LCM models. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 7, 100342. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100321>

- Firmanda, R. (2019). Analisis Deforestasi Hutan Lindung Kota Padang Tahun 2007-2016 dan Dampaknya terhadap Emisi Karbon Hutan (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Padang). <http://repository.unp.ac.id/id/eprint/22204>
- FWI. (2014). Potret keadaan hutan indonesia periode 2009-2013, Bogor, Indonesia: Forest Watch Indonesia.
- Handoko, C., Yudilastiantoro, C., & Sukito, A. (2012). Identifikasi tahapan dan faktor-faktor sosial pembangunan hutan rakyat di sekitar kawasan hutan lindung. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 1(2), 135-148.
<https://doi.org/10.18330/jwallacea.2012.vol1iss2pp135-148>
- Harahap, A. P. N. (2015). Interpretasi tutupan lahan di Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung (KPHL) Model Toba Samosir Unit XIV menggunakan citra landsat 8 (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).
- Hultera, H., Prasetyo, L. B., & Setiawan, Y. (2020). Spatial Model Of The Deforestation Potential 2020 & 2024 And The Prevention Approach, Kutai Barat District. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 10(2), 294-306.
- KLHK, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2018). The state of Indonesia's forests 2018. Jakarta.: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- KPHL Rinjani Barat. (2012). RPHJP KPHL Rinjani Barat 2012-2021. Mataram : KPHL Rinjani Barat. <https://drive.google.com/file/d/1VXicD4vYcT496I3KUv582E84tpIHm-gJ/view?usp=sharing>
- Kumar R, Nandy S, Agarwal R, Kushwaha SPS. (2014). Forest cover dynamics analysis and prediction modeling using logistic regression model. *Ecological Indicators*. 45: 444-455.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.05.003>
- Kura, A. L., & Beyene, D. L. (2020). Cellular automata Markov chain model based deforestation modelling in the pastoral and agro-pastoral areas of southern Ethiopia. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 18, 100321.
<https://doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100321>
- Leksana, G. M. C. A., Pratikno, B., & Tripena, A. (2022). Aplikasi regresi logistik pada kasus pemvaksin covid. *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Terapannya (Senamantra) FMIPA Universitas Jenderal Soedirman, tanggal 21 Desember 2022 di Purwokerto Vol. 3 (2022), Hal. 297-312.*
- Mareta, J. (2016). Tindak pidana illegal logging dalam konsep keamanan nasional. *Jurnal Rechts Vinding: Media Pembinaan Hukum Nasional*, 5(1), 33-50.
<http://dx.doi.org/10.33331/rechtsvinding.v5i1.3>
- Mutmainnah, S., Purba, A., Utoyo, B., Sukmana, I., & Suharno, S. (2022). Karakteristik penumpang dalam pemilihan moda transportasi kereta api menuju Pelabuhan

Bakauheni. *Jurnal Profesi Insinyur Universitas Lampung*, 3(2), 50-54.
<https://doi.org/10.23960/jpi.v3n2.80>

Nahib, I. (2016). Prediksi spasial dinamika areal terbangun Kota Semarang dengan menggunakan model regresi logistik. *Majalah Ilmiah Globe*, 18(2), 95.

Pahleviannur, M. R. 2019. Pemanfaatan Informasi Geospasial Melalui Interpretasi Citra Digital Penginderaan Jauh untuk Monitoring Perubahan Penggunaan Lahan. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Geografi*, 4(2), 18-26.

Park, C. Y., Takahashi, K., Takakura, J., Li, F., Fujimori, S., Hasegawa, T., & Lee, D. K. (2021). How will deforestation and vegetation degradation affect global fire activity?. *Earth's Future*, 9(5), e2020EF001786. <https://doi.org/10.1029/2020EF001786>

Peraturan Direktur Jenderal Planologi Kehutanan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup No: 01/Juknis/IPSDH/2015 tentang interpretasi citra resolusi sedang untuk menghasilkan data tutupan lahan.

Permenhut No. P.30 Tahun 2009. Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.30 /Menhut-II/2009 tentang Tata Cara Pengurangan Emisi Dari Deforestasi dan Degradasi Hutan (REDD). Jakarta : Kementerian Kehutanan.

Prasetyo, D., & Saputra, A. (2022). Analisis Faktor Penyebab Tingkat Deforestasi Kawasan Hutan di Kabupaten Merangin Provinsi Jambi Tahun 2010-2020 (Studi Kasus: Kawasan Taman Nasional Kerinci Seblat di Wilayah Kerja Resort Merangin Selatan Seksi PTN II Bungo, Bidang PTN I Jambi) (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta). <http://eprints.ums.ac.id/id/eprint/104636>

Suni MA, Hasriani M, Ida A, Misra, Rhamdhani FB. (2023). Analisis dan pemodelan spasial perubahan tutupan lahan di hutan produksi terbatas kecamatan kulawi kabupaten sigi. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan Vol 10 No 2*: 273-284.
<https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2023.010.2.11>

Umri, S. S. A., Firdaus, M.S., Primajaya, A. (2021). Analisis Dan Komparasi Algoritma Klasifikasi Dalam Indeks Pencemaran Udara Di Dki Jakarta. *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, 4(2), 98-104. <https://doi.org/10.33387/jiko.v4i2.2871>