

# Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan di DAS Deli Hulu Menggunakan Metode *Artificial Neural Network*

Ahmad Husein Harahap\*, Satia Negara Lubis, Bejo Slamet

Program Studi Perencanaan Pembangunan Wilayah dan Pedesaan, Sekolah Pascasarjana,  
Universitas Sumatera Utara, Medan Indonesia

\*Koresponden email : huseinahmad75@gmail.com

Diterima : 12 Desember 2024

Disetujui : 20 Desember 2024

## Abstract

Human demand for land continues to increase with rapid population growth. This rapid population growth rate will certainly affect land cover changes, which will be increasingly high and may have an impact on land and environmental conversion, especially in the river basin area. One of the catchments that may be affected is the Deli catchment, in particular the Deli Hulu catchment area. The Deli Hulu watershed is geographically located in the administrative area of Deli Serdang Regency and Karo Regency, which have large populations. Therefore, this triggers land use patterns. This study aims to analyse the changes of land cover in Deli Hulu Watershed area in 2013, 2018, 2023 to predict the land cover in 2033. This study uses 6 driving factors, namely distance from roads, distance from rivers, distance from settlements, population density, slope and altitude. This study uses Artificial Neural Network-Markov chain modelling to predict land cover changes in 2033. The results of the study show that the predicted land cover in the Deli Hulu watershed in 2033 is Dryland Forest 3,318 ha (17.16%), Plantations 2,800 ha (14.48%), Settlements 959 ha (4.96%), Dryland Agriculture 11,311 ha (58.49%), Rice Fields 873 ha (4.51%) and Open Land 78 ha (0.40%).

**Keywords:** *gis, artificial neural network-markov chain, deli hulu watershed area, land cover*

## Abstrak

Kebutuhan manusia terhadap lahan selalu meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk yang juga bertambah pesat. Laju pertumbuhan penduduk yang pesat ini tentu akan mempengaruhi perubahan tutupan lahan yang semakin tinggi dan dapat berdampak pada alih fungsi lahan dan lingkungan khususnya pada Daerah Aliran Sungai (DAS). Salah satu DAS yang berpotensi terkena dampak tersebut adalah DAS Deli khususnya kawasan DAS Deli Hulu. DAS Deli Hulu secara letak geografis berada pada wilayah administrasi Kabupaten Deli Serdang dan Kabupaten Karo, yang memiliki jumlah penduduk yang besar. Sehingga hal ini memicu pola penggunaan lahan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan tutupan lahan di kawasan DAS Deli Hulu pada tahun 2013, 2018, 2023 untuk memprediksi tutupan lahan tahun 2033. Penelitian ini menggunakan 6 faktor pendorong yaitu jarak dari jalan, jarak dari sungai, jarak dari pemukiman, kepadatan penduduk, kemiringan lereng dan ketinggian tempat. Penelitian ini menggunakan pemodelan *Artificial Neural Network-Markov Chain* untuk memprediksi perubahan tutupan lahan pada tahun 2033. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prediksi tutupan lahan pada tahun 2033 di DAS Deli Hulu adalah Hutan lahan kering 3.318 ha (17,16%), Perkebunan 2.800 ha (14,48%), Pemukiman 959 ha (4,96%), Pertanian lahan kering 11.311 ha (58,49%), Sawah 873 ha (4,51%), dan Lahan terbuka 78 ha (0,40%).

**Kata Kunci:** *sig, artificial neural network-markov chain, kawasan das deli hulu, tutupan lahan*

## 1. Pendahuluan

Pengertian dari Daerah Aliran Sungai (DAS), berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2012[1] tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, adalah wilayah daratan yang terdiri dari sungai dan anak-anak sungainya yang berfungsi untuk menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, dan memiliki batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh oleh aktivitas daratan. Hal ini sejalan dengan penjelasan DAS menurut Seyhan [2], dimana pengertian dari daerah aliran sungai (DAS) memiliki beberapa kata yang sama, seperti DPS atau Daerah Pengaliran Sungai. Pada negara Amerika Serikat, DAS disebut *watershed*, *drainage basin*, atau *river basin*, sedangkan di Inggris menggunakan istilah *Catchment*.

DAS sangat penting untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan mempertahankan keseimbangan lingkungan. Pemanfaatan lahan di sekitar DAS oleh manusia banyak digunakan untuk

meningkatkan kesejahteraan, yang menyebabkan perubahan tutupan lahan pada DAS tersebut [3]. Hal ini sesuai dengan gagasan bahwa berbagai sumber, seperti kegiatan manusia, aksesibilitas, mata pencaharian, pertumbuhan penduduk, dan kebijakan pemerintah, dapat menyebabkan perubahan tutupan lahan pada DAS tersebut.

Kondisi DAS sebagai kesatuan tata air dipengaruhi oleh kondisi bagian hulu, terutama sifat fisik daerah tangkapan dan daerah resapan air. Kondisi DAS bagian hilir dipengaruhi oleh kerusakan pada bagian hulu DAS. Hal ini juga terkait dengan pengelolaan DAS. Kondisi DAS yang tidak ideal disebabkan oleh kurangnya keterpaduan antar sektor dan wilayah dalam mengelola sumber daya alam dan lingkungan DAS, serta oleh penduduk yang tinggal di sana. Pola perilaku, keadaan sosial ekonomi, dan tingkat pengelolaan semua berkorelasi erat dengan struktur kelembagaan.

DAS Deli adalah DAS Prioritas I dengan kondisi kritis yang membutuhkan pemulihan daya dukung. Salah satu program Departemen Kehutanan adalah Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan dan Lahan (GNRHL, juga dikenal sebagai Gerhan). Tujuan dari program ini adalah untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya rehabilitasi lahan dan hutan yang mengalami kerusakan berat. Selain GNRHL, program Gerakan Nasional Kemitraan Penyelamatan Air (GNKPA), tujuannya adalah untuk mendorong rehabilitasi hutan dan lahan serta penyelamatan sumber daya air yang berkelanjutan secara swadaya.

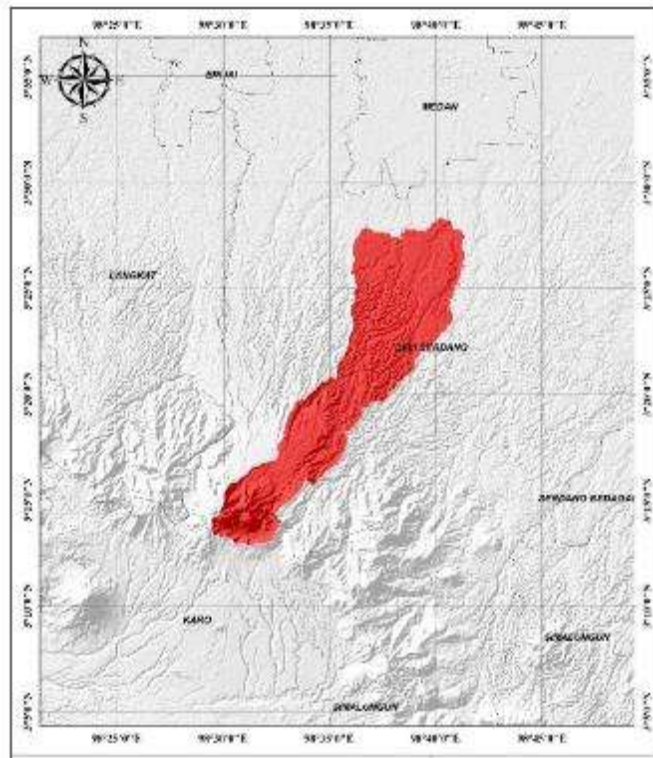
Pola perubahan penggunaan lahan dari waktu ke waktu akan dihasilkan melalui analisis spasial terhadap perubahan penggunaan lahan di DAS Deli Hulu. Untuk mengetahui penyebab perubahan ini, kita harus memahami komponen biofisik dan sosial ekonomi yang menyebabkannya. Selain itu, sangat bermanfaat untuk perencanaan pengelolaan DAS Deli Hulu untuk memprediksi perubahan penggunaan lahan di masa depan.

Penelitian ini akan menyediakan data dan informasi spasial (keruangan) tentang perubahan kondisi penutupan lahan di DAS Deli Hulu, yang dapat digunakan sebagai dasar dalam pembuatan rencana pengelolaan yang akan datang untuk DAS Deli Hulu.

## 2. Metode Penelitian

### *Tempat dan Waktu Penelitian*

Penelitian berlokasi di DAS Deli bagian Hulu. Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Maret sampai dengan Juli 2024. DAS Deli Hulu secara administrasi pemerintahan berada pada 2 Kabupaten/Kota yaitu Kabupaten Karo dan Kabupaten Deli Serdang dengan luas areal  $\pm 19.339$  Hektar.



**Gambar 1.** Peta DAS Deli Hulu, 2024  
Sumber : Hasil Pengolahan Data Arc Map 10.8

### **Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan adalah perangkat lunak Microsoft Excel dan Microsoft Word untuk rekapitulasi data, *Receiver GPS* mengambil titik lapangan *Groundcheck*, kamera digital untuk dokumentasi penelitian, ArcGIS 10.8, IDRISI TerrSet untuk pengolahan data. Adapun bahan yang digunakan adalah Citra Landsat tahun 2013, 2018, dan tahun 2023, peta elevasi, peta kemiringan lereng, peta jaringan jalan, peta pemukiman, peta sungai, dan peta kawasan, serta data kepadatan penduduk.

### **Metode Penelitian**

Pada penelitian ini, prediksi perubahan penggunaan lahan menggunakan faktor seperti jarak dari jalan, jarak dari sungai, jarak dari pemukiman, kepadatan penduduk, kemiringan lereng, ketinggian tempat, dan metode *Artificial Neural Network-Markov Chain*.

### **Pengolahan Data Tutupan Lahan**

#### a. Penentuan Area of Interest (AOI)

Area of Interest (AOI) diperlukan untuk membatasi area yang akan diteliti. AOI sendiri akan membatasi area citra yang akan diteliti oleh *Google Earth Engine* (GEE). Gambar poligon pilihan area digunakan untuk menentukan area mana yang akan didownload datanya.

#### b. Pengimporan Citra

Penelitian ini menggunakan citra Landsat 8 untuk tahun 2013, 2018 dan 2023. Pengimporan citra dilakukan pada *Google Earth Engine* dengan menggunakan *script* yang digunakan untuk visualisasi dalam pembuatan training area. Platform analisis geospasial ini menyediakan citra satelit yang dapat dengan mudah diakses secara online dan gratis, sehingga dapat melakukan berbagai jenis analisis di permukaan bumi [4].

#### c. Komposit Citra

Tujuan komposit gambar adalah untuk menghasilkan representasi RGB (*Red, Green, and Blue*) dari gambar yang akan dianalisis, sehingga objek dalam gambar dapat dikenali secara tidak terbimbing (*unsupervised*) dan dibandingkan dengan pengamatan di lapangan [5]. Sebelumnya, penggabungan gambar dilakukan. Ini dilakukan untuk mempermudah identifikasi warna dan penutupan atau penggunaan lahan di wilayah penelitian dengan menggabungkan band-band dari gambar Landsat.

#### d. Klasifikasi Terbimbing

Klasifikasi citra landsat 8 pada tahun 2013, 2018 dan 2023 menggunakan area pelatihan untuk setiap kelas yang diolah menggunakan *Google Earth Engine*. Hasil klasifikasi akan dibagi menjadi 6 kelas: hutan lahan kering, perkebunan, pemukiman, pertanian lahan kering, sawah, dan lahan terbuka.

### **Uji Ketelitian Hasil Klasifikasi Tutupan Lahan**

Setelah interpretasi secara visual selesai, akurasi klasifikasi pada tutupan lahan dapat diuji dengan menggunakan metode perhitungan akurasi secara keseluruhan (*overall accuracy*). Setelah itu, metode koefisien Kappa, yang didasarkan pada matriks kesalahan klasifikasi, digunakan untuk menguji *producer's accuracy* dan *user's accuracy*. Koefisien ini mempertimbangkan semua aspek, termasuk *producer's accuracy* dan *user's accuracy*. Indeks Kappa menunjukkan nilai total akurasi produser untuk setiap kelas tutupan lahan. Nilai indeks kappa lebih rendah dari nilai akurasi total karena mempertimbangkan faktor kesalahan proses klasifikasi. Koefisien Kappa berkisar antara 0 dan +1. Nilai akurasi total yang diterima untuk pemetaan klasifikasi penutup dan penggunaan lahan adalah 85%, atau 0,85 [6].

### **Uji Validasi Hasil Klasifikasi Tutupan Lahan**

Hasil klasifikasi tutupan lahan tahun 2023 menjadi subjek uji ini. Uji ini dilakukan untuk menyesuaikan titik hasil pemeriksaan lapangan (*ground check*) dengan hasil klasifikasi citra. Analisisnya sama dengan uji ketelitian yang dilakukan menggunakan metode matriks kesalahan (*confusion matrix*). Pada tahap ini, data dibagi menjadi dua, yaitu data pelatihan (*training*) dan data pengujian (*testing*), dengan persentase 70:30[7].

### **Pengolahan Faktor Pendorong (*Driving Factors*)**

Faktor pendorong diperlukan dalam proses pemodelan perubahan tutupan lahan yang memungkinkan berpengaruh atau memicu terjadinya perubahan [8]. Faktor pendorong yang digunakan dalam prediksi penelitian ini yaitu faktor jarak (jarak dari jalan, jarak dari sungai, dan jarak dari pemukiman), faktor sosial ekonomi (kepadatan penduduk), dan faktor fisik (kemiringan lereng dan

ketinggian tempat). Faktor pendorong ini menjadi kunci agar perubahan tutupan lahan di masa depan dapat terprediksi secara baik dan sistematis.

### Model Prediksi Tutupan Lahan

Model prediksi perubahan tutupan lahan yang digunakan untuk menciptakan model tutupan lahan tahun 2033 adalah kombinasi metode *Artificial Neural Network-Markov Chain*, yang sering digunakan dalam prediksi perubahan tutupan lahan dengan memanfaatkan sistem informasi geografis. Setelah model dibuat, akurasi dari model tersebut diuji menggunakan perangkat lunak IDRISI Terrset. Jika hasil akurasi simulasi mencapai lebih dari 70%, tidak diperlukan tindakan pengulangan proses akurasi dan dapat langsung melanjutkan ke tahap pemodelan berikutnya [9].

### Uji Validasi Model Prediksi Tutupan Lahan

Salah satu tujuan dari validasi model adalah untuk mengetahui seberapa akurat proyeksi yang telah dibuat. Untuk validasi, hasil prediksi tutupan lahan tahun 2023 dibandingkan dengan hasil klasifikasi tutupan lahan yang sebenarnya pada tahun yang sama, yaitu tahun 2023. Ini menunjukkan bahwa hasil prediksi tersebut akurat sesuai dengan keadaan yang sebenarnya terjadi. Pengujian terhadap model perubahan tutupan lahan dilakukan untuk menentukan keakuratan model transisi perubahan lahan yang telah dibuat sebelumnya [10]. Nilai *Area Under the Curve* (AUC) diperoleh dari grafik seperti kurva *Receiver Operating Characteristic* (ROC), yang biasanya digunakan untuk mengevaluasi kinerja model klasifikasi. Pemodelan dapat digunakan untuk memprediksi perubahan tutupan lahan pada tahun 2033 setelah dianggap sesuai.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### Klasifikasi Tutupan Lahan

Berdasarkan interpretasi citra pada kawasan DAS Deli Hulu tahun 2013, 2018, dan 2023 menghasilkan enam kelas tutupan lahan yaitu : Hutan lahan kering, Perkebunan, Pemukiman, Pertanian lahan kering, Sawah dan Lahan terbuka (**Gambar 2**). Uji akurasi klasifikasi tutupan lahan menunjukkan nilai Overall Accuracy sebesar 91,18% dan nilai Kappa Accuracy sebesar 89,78%. Nilai akurasi tersebut tergolong sangat baik sehingga hasil klasifikasi tutupan lahan dapat dilanjutkan untuk melakukan analisis perubahan tutupan lahan.

**Tabel 1.** Luas tutupan lahan tahun 2013, 2018, dan 2023.

Kelas Tutupan Lahan	Luas Kelas Tutupan Lahan					
	2013		2018		2023	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Hutan lahan kering	4.855	25,10	4.412	22,81	4.409	22,80
Perkebunan	1.635	8,45	1.927	9,96	2.324	12,02
Pemukiman	918	4,75	936	4,84	945	4,89
Pertanian lahan kering	10.972	56,74	11.105	57,42	10.702	55,34
Sawah	880	4,55	880	4,55	880	4,55
Lahan terbuka	79	0,41	79	0,41	79	0,41
Total	19.339	100,00	19.339	100,00	19.339	100,00

Sumber : Hasil Pengolahan Data IDRISI TerrSet, 2024

### Perubahan Tutupan Lahan DAS Deli Hulu tahun 2013 – 2018

Pada tahun 2013 kelas tutupan lahan yang paling luas adalah pertanian lahan kering dengan luasan sebesar 10.972 ha (56,74%) dan hutan lahan kering dengan luasan sebesar 4.855 ha (25,10%). Sedangkan kelas tutupan lahan perkebunan dan pemukiman mempunyai luasan berturut-turut sebesar 1.635 ha (8,45%) dan 918 ha (4,75%). Pada tahun 2018 kelas tutupan lahan pertanian lahan kering menjadi 11.105 ha (57,42%) dan hutan lahan kering menjadi 4.412 ha (22,81%). Sedangkan kelas tutupan lahan perkebunan dan pemukiman mempunyai luasan berturut-turut sebesar 1.927 ha (9,96%) dan 936 ha (4,84%).

Selama periode tahun 2013 – 2018, perubahan kelas tutupan lahan terbesar terjadi pada hutan lahan kering yang mengalami pengurangan luasan yaitu sebesar 443 ha (2,29%). Pengurangan luasan kelas tutupan lahan hutan lahan kering diikuti dengan kenaikan luasan kelas tutupan lahan perkebunan sebesar 292 ha (1,51%), pertanian lahan kering sebesar 133 ha (0,69%) dan pemukiman sebesar 18 ha (0,09%).



Tabel 2. Luas Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2013 – 2018

Kelas Tutupan Lahan	Tahun				Perubahan	
	2013		2018		Luas	
	ha	%	ha	%	ha	%
Hutan lahan kering	4.855	25,10	4.412	22,81	-443	-2,29
Perkebunan	1.635	8,45	1.927	9,96	292	1,51
Pemukiman	918	4,75	936	4,84	18	0,09
Pertanian lahan kering	10.972	56,74	11.105	57,42	133	0,69
Sawah	880	4,55	880	4,55	0	0,00
Lahan terbuka	79	0,41	79	0,41	0	0,00
Total	19.339	100,00	19.339	100,00		

Sumber : Hasil Pengolahan Data IDRISI TerrSet, 2024

Fungsi DAS Deli Hulu sebagai daerah konservasi, tempat penyedia air, pemelihara keseimbangan ekologis dan melindungi tata kelola air akan sangat terganggu yang disebabkan oleh deforestasi. Deforestasi disebabkan peralihan fungsi hutan menjadi non hutan (lahan pertanian dan perkebunan) akibat adanya aktivitas perladangan, ekspansi lahan pertanian melalui pembukaan lahan baru untuk kegiatan pertanian oleh masyarakat. Sawah dan lahan terbuka memiliki luasan yang sama dari tahun 2013 sampai 2018, dengan kata lain sawah dan lahan terbuka mengalami baik penambahan maupun pengurangan luasan dalam jumlah yang kecil. Sawah pada DAS Deli Hulu umumnya dijumpai pada daerah pinggir sungai, kemiringan lereng mulai dari datar sampai curam sehingga peluang perubahan kelas tutupan lahan sangat kecil.

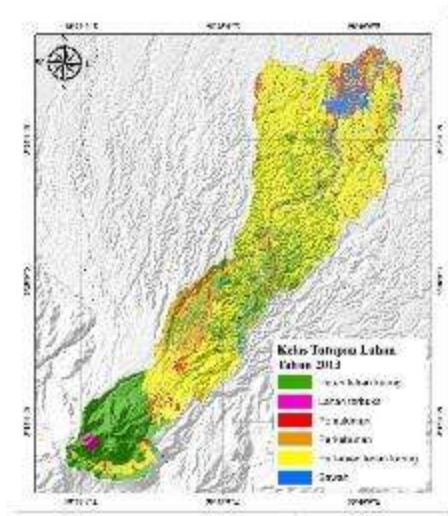
Tabel 3. Matriks Transisi Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2013 – 2018

Kelas Tutupan Lahan		Luas Tutupan Lahan Tahun 2018 (ha)					Jumlah	
		Hlk	Pk	Pm	Plk	Sw		Lt
Luas Tutupan Lahan Thn 2013 (ha)	Hlk	4.407	15	0	433	0	0	4.855
	Pk	0	1.619	0	17	0	0	1.635
	Pm	0	0	917	1	0	0	918
	Plk	5	294	19	10.654	0	0	10.972
	Sw	0	0	0	0	880	0	880
	Lt	0	0	0	0	0	79	79
<b>Jumlah</b>		4.412	1.927	936	11.105	880	79	19.339

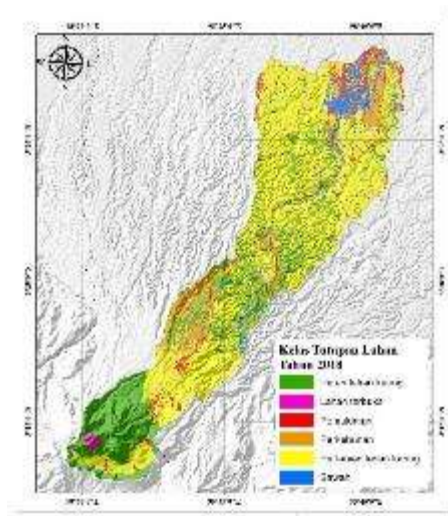
Sumber : Hasil Pengolahan Data IDRISI TerrSet, 2024

Keterangan : Hlk (Hutan lahan kering), Pk (Perkebunan), Pm (Pemukiman), Plk (Pertanian lahan kering), Sw (Sawah), dan Lt (Lahan terbuka).

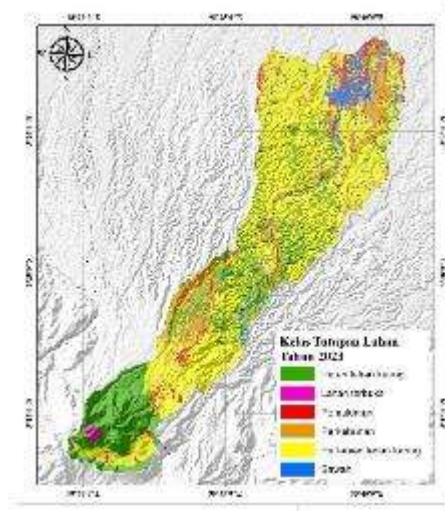
Matriks transisi perubahan penggunaan lahan pada Tabel 3 menggambarkan pola perubahan masing-masing kelas tutupan lahan selama periode tahun 2013 – 2018 yang terjadi pada DAS Deli Hulu.



a. Tahun 2013



b. Tahun 2018



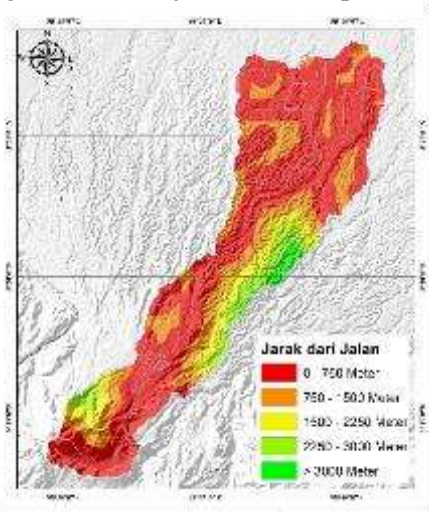
c. Tahun 2023

Gambar 2. Tutupan Lahan (a) Tahun 2013, (b) Tahun 2018, dan (c) Tahun 2023.

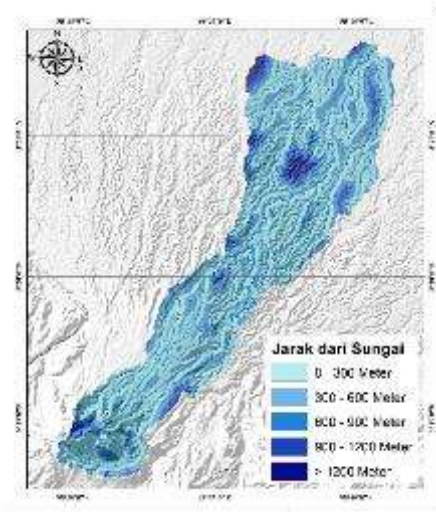
Sumber : Hasil Pengolahan Data Arc Map 10.8

### Faktor yang Mempengaruhi Perubahan Tutupan Lahan (*Driving factors*)

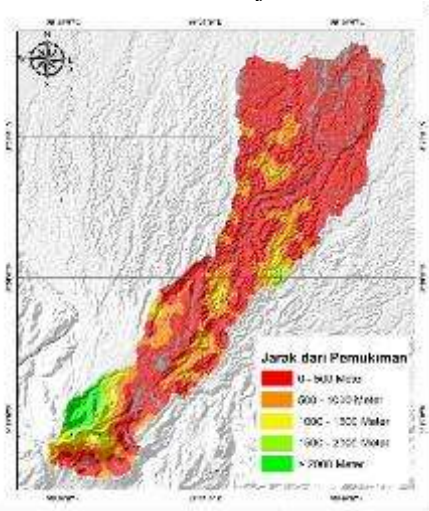
Pada penelitian ini menggunakan faktor pendorong sebanyak 6 yang dianggap dapat mempengaruhi perubahan tutupan lahan pada DAS Deli Hulu yaitu jarak dari jalan, jarak dari sungai, jarak dari pemukiman, kepadatan penduduk, kemiringan lereng, dan ketinggian (Gambar 3). Besarnya nilai faktor pendorong berdasarkan jumlah faktor pendorong yang digunakan.



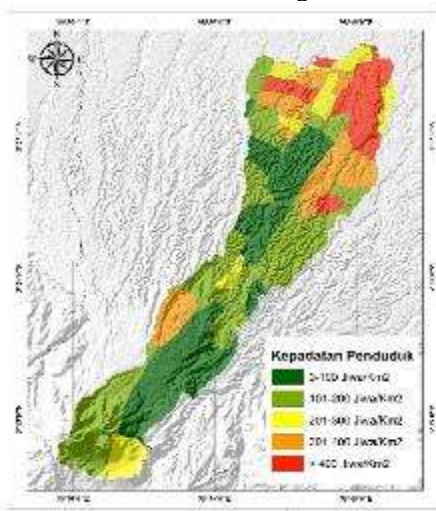
a. Jarak dari jalan



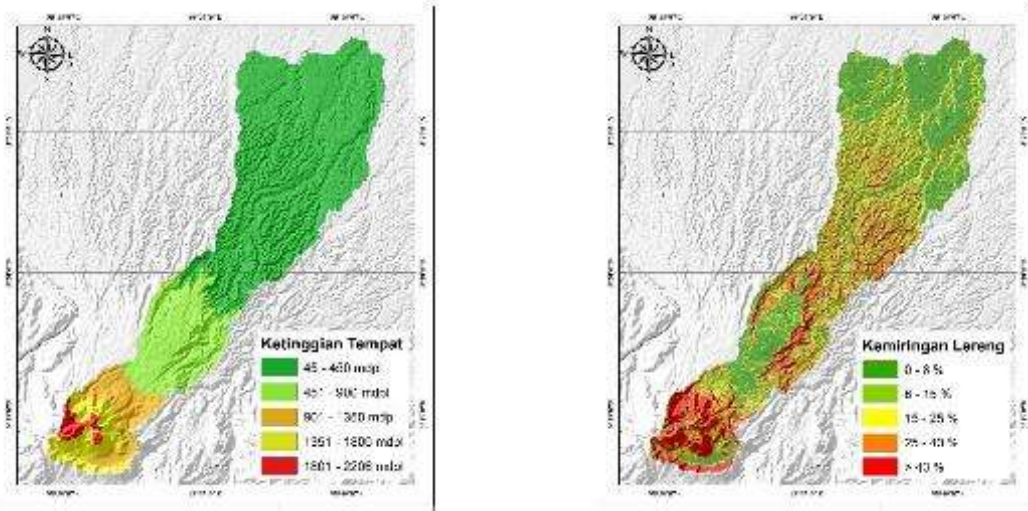
b. Jarak dari sungai



c. Jarak dari pemukiman



d. kepadatan penduduk



e. Ketinggian tempat

f. Kemiringan lereng

**Gambar 3.** Faktor yang mempengaruhi perubahan tutupan lahan

Sumber : Hasil Pengolahan Data Arc Map 10.8

Besarnya nilai pengaruh faktor pendorong terhadap perubahan tutupan lahan mempunyai nilai 1 – 6, dimana nilai 1 merupakan faktor yang mempunyai tingkat pengaruh yang paling tinggi dan nilai 6 merupakan faktor yang mempunyai pengaruh yang paling rendah. Rekapitulasi yang dilakukan terhadap data keterhubungan antara perubahan tutupan lahan yang terjadi dengan faktor pendorong yang mempengaruhinya, didapatkan bahwa faktor pendorong jarak dari jalan memiliki pengaruh yang dominan. Faktor kemiringan lereng merupakan faktor pendorong yang berpengaruh terhadap perubahan tutupan lahan pada DAS Deli Hulu setelah jarak dari jalan, sedangkan faktor jarak dari pemukiman dan kepadatan penduduk merupakan faktor yang mempunyai keterpengaruh yang sama terhadap perubahan tutupan lahan. Faktor ketinggian dan jarak dari sungai merupakan faktor pendorong yang kurang berpengaruh. Besarnya faktor pendorong yang mempengaruhi perubahan tutupan lahan dapat dilihat pada **Tabel 4**.

**Tabel 4.** Sub Model Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2013-2018 di DAS Deli Hulu

Sub Model Perubahan Tutupan Lahan	Faktor Pendorong					
	Jarak dari Jalan (1)	Jarak dari Pemukiman (2)	Jarak dari Sungai (3)	Kepadatan Penduduk (4)	Kelerengan/Slope (5)	Ketinggian/Elevasi (6)
Hlk Pk	2	4	5	6	1	3
Plk	1	2	3	4	5	6
Pk Plk	1	2	3	4	5	6
Pm Plk	1	2	3	4	5	6
Plk Hlk	5	1	2	3	4	6
Pk	6	5	2	1	3	4
Pm	2	6	4	3	1	5

Sumber : Hasil Pengolahan Data IDRISI TerrSet, 2024

### Analisis Prediksi Tutupan Lahan DAS Deli Hulu Tahun 2023

Simulasi tahun 2023 dilakukan dengan metode *Artificial Neural Network – Markov Chain* menggunakan driving factors yang telah diolah menggunakan software ArcGIS. Kemungkinan terjadi atau tidaknya suatu perubahan tutupan lahan dapat diketahui dari Transition Probability Matrix (TPM) dimana besaran angka pada TPM menunjukkan kemungkinan sebuah tutupan lahan berubah menjadi tutupan lahan lainnya [11]. Nilai TPM pada simulasi tahun 2023 dapat dilihat pada **Tabel 5**.



Tabel 5. Transition Probability Matrix (TPM) Tahun 2023

Kelas	Hlk	Pk	Pm	Plk	Sw	Lt
Hlk	0,9084	0,0030	0,0000	0,0886	0,0000	0,0000
Pk	0,0000	0,9898	0,0000	0,0102	0,0000	0,0000
Pm	0,0000	0,0000	0,9990	0,0010	0,0000	0,0000
Plk	0,0005	0,0272	0,0018	0,9705	0,0000	0,0000
Sw	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000
Lt	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000

Sumber : Hasil Pengolahan Data IDRISI TerrSet, 2024

### Validasi

Validasi merupakan tahapan selanjutnya yaitu membandingkan peta penutupan lahan tahun 2023 hasil prediksi dengan peta penutupan lahan tahun 2023 aktual yang diperoleh dari hasil pengolahan interpretasi citra. Pengujian dilakukan untuk menguji keakuratan model yang dibuat dari model transisi perubahan tutupan lahan. Hasil dari tahapan tersebut akan menghasilkan nilai Kappa dengan menggunakan tools Validate pada Idrisi TerrSet. Nilai validasi yang tergambar pada nilai Kappa memiliki tingkat kesesuaian antara jumlah kolom dan baris yang bernilai maksimal 1,00. Nilai Kappa lebih dari 0,75 menunjukkan kesesuaian yang sangat baik, nilai Kappa dalam rentang 0,40 – 0,75 menunjukkan kesesuaian yang baik, dan nilai Kappa dibawah 0,40 menunjukkan kesesuaian yang lemah.

Kstandard = 0.9761  
Kno = 0.9865  
Klocation = 0.9924  
KlocationStrata = 0.9924

Gambar 4. Nilai Kappa hasil validasi prediksi penutupan lahan tahun 2023

Sumber : Hasil Pengolahan Data IDRISI TerrSet, 2024

Hasil validasi antara peta tahun 2023 prediksi terhadap peta tahun 2023 aktual menunjukkan nilai kappa (Kstandard) 0,9761. Hasil validasi nilai Kappa untuk proyeksi ini menunjukkan kesesuaian yang “sangat baik” terhadap kondisi penutupan lahan tahun aktual. Selanjutnya, model ini dapat digunakan untuk memprediksi pola persebaran dan luasan perubahan penutupan lahan pada tahun 2033.

Selain dengan Kappa, validasi yang digunakan adalah dengan AUC (*Area Under Cover*). Nilai validasi model yang dihasilkan pada peta prediksi penutupan lahan tahun 2023 adalah sebesar 0,964180 (Gambar 5). Hal ini sesuai dengan pernyataan Kusmajaya *et. al.* [12] yang menyatakan bahwa nilai AUC dianggap cukup baik apabila berada dalam rentang 0,7 – 0,8. Sehingga model prediksi ini dapat diterapkan untuk memprediksi tutupan lahan tahun 2033.

AUC = 0.964180

The following section lists detailed statistics for each threshold.

With each threshold, the following 2x2 contingency table is calculated:

Simulated by threshold	Reality (reference image)	
	1	0
1	A (number of cells)	B (number of cells)
0	C (number of cells)	D (number of cells)
For the given reference image:	A+C=48978	B+D=650646

Gambar 5. Nilai AUC hasil validasi prediksi penutupan lahan tahun 2023

Sumber : Hasil Pengolahan Data IDRISI TerrSet, 2024



## Prediksi Tutupan Lahan DAS Deli Hulu Tahun 2033

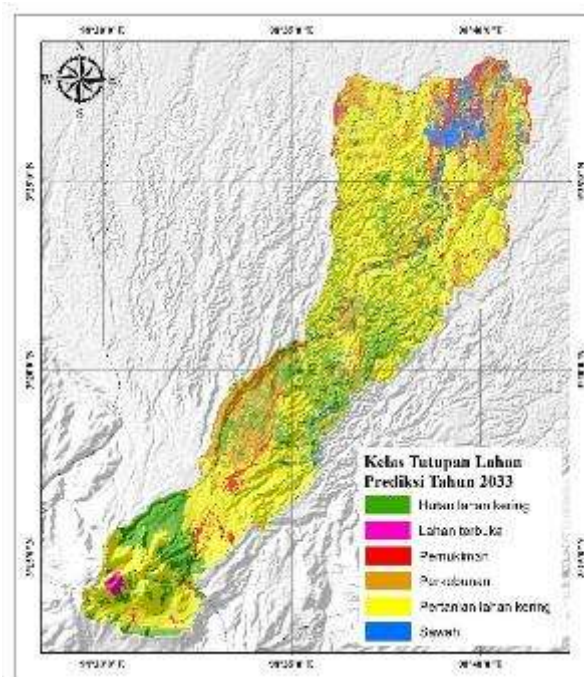
Perubahan luas setiap kelas tutupan lahan hasil prediksi tahun 2033 dapat dilihat pada **Tabel 6**.

**Tabel 6.** Luas Kelas Tutupan Lahan Tahun 2023 dan Prediksi Tahun 2033.

Kelas Tutupan Lahan	2023 Aktual		Prediksi 2033	
	Luas		Luas	
	Ha	%	Ha	%
Hutan lahan kering	4409	22,80	3318	17,16
Perkebunan	2324	12,02	2800	14,48
Pemukiman	945	4,89	959	4,96
Pertanian lahan kering	10702	55,34	11311	58,49
Sawah	880	4,55	873	4,51
Lahan terbuka	79	0,41	78	0,40

Sumber : Hasil Pengolahan Data IDRISI TerrSet, 2024

Kelas tutupan lahan pertanian lahan kering merupakan kelas tutupan lahan yang paling dominan di DAS Deli Hulu dengan luas 11.311 ha (58,49%). Hasil prediksi menunjukkan adanya penambahan luasan pertanian lahan kering seluas 609 ha (3,15%) dibandingkan dengan luasan pertanian lahan kering tahun 2023. Kelas tutupan lahan perkebunan mengalami penambahan luas sebesar 476, ha (2,46%) menjadi 2.800 ha (14,48%). Kelas tutupan lahan pemukiman juga mengalami penambahan luas sebesar 14 ha (0,07%) menjadi 959 ha (4,96%). Seiring dengan pertumbuhan penduduk, maka kebutuhan lahan untuk pemukiman akan bertambah. Sedangkan kelas tutupan lahan hutan lahan kering mengalami pengurangan luas dari tahun 2023 sebesar 1.091 ha (5,64%) menjadi 3.318 ha (17,16%) dan kelas tutupan lahan sawah juga mengalami penurunan luas sebesar 7 ha (0,04%). Hasil prediksi tutupan lahan di DAS Deli Hulu tahun 2033 dapat dilihat pada **Gambar 6**.



**Gambar 6.** Peta Tutupan Lahan Prediksi Tahun 2033

Sumber : Hasil Pengolahan Data Arc Map 10.8

Penurunan luasan tutupan lahan yang paling signifikan terjadi pada kelas tutupan lahan hutan lahan kering. Perubahan tutupan lahan hutan lahan kering dapat mengakibatkan kondisi lahan kritis sehingga dibutuhkan upaya mempertahankan lahan yang lestari dan berkelanjutan. Keberadaan dan kualitas hutan menjadi sangat penting untuk dipertahankan. Manusia sangat membutuhkan akan keberadaan hutan dalam kehidupannya seperti mencegah bencana alam, menjaga keanekaragaman hayati dan kesuburan tanah, serta menghasilkan sumber daya alam yang sangat dibutuhkan oleh manusia. Sesuai dengan pernyataan Pahleviannur [13] yang menyatakan bahwa perubahan tutupan lahan akan terus terjadi seiring dengan adanya peningkatan pertumbuhan ekonomi, sehingga di masa yang akan datang diperkirakan perubahan tutupan lahan akan terus terjadi.

Menurut Setiawan [14] jumlah manusia yang terus bertambah sedangkan luasan lahan akan selalu tetap dapat meningkatkan kebutuhan akan lahan. Hasil prediksi tutupan lahan tahun 2033 menunjukkan ada penambahan luas pemukiman dimana hal tersebut sejalan dengan terjadinya penambahan jumlah penduduk. Maka dapat diasumsikan bahwa pada DAS Deli Hulu akan terus terjadi konversi lahan seiring dengan pertambahan dan kebutuhan manusia akan lahan.

**Tabel 7.** Kelas Tutupan Lahan Tahun 2023 dan Prediksi Tahun 2033 pada Fungsi Kawasan Hutan Sumatera Utara.

Tutupan Lahan		Luas Tutupan Lahan Tahun 2023 (Aktual)											
		Hutan lahan kering		Lahan terbuka		Pemukiman		Perkebunan		Pertanian lahan kering		Sawah	
Fungsi Hutan		2023	2033	2023	2033	2023	2033	2023	2033	2023	2033	2023	2033
Fungsi Kaw Hutan Sum.Utara	APL	1583	1575			904	916	2131	2583	9040	8594	797	790
	HP	684	653			20	25	181	158	1231	1279	83	83
	HSA	75	76			0	0	9	9	33	33		
	THR	2067	1014	79	78	21	18	3	50	398	1405		
<b>Grand Total</b>		4409	3318	79	78	945	959	2324	2800	10702	11311	880	873

Sumber : Hasil Pengolahan Data IDRISI TerrSet, 2024

Berdasarkan hasil prediksi tutupan lahan tahun 2033, maka akan terjadi perubahan tutupan lahan pada setiap kelas tutupan lahan. Kelas tutupan lahan hutan lahan kering yang terdapat pada kawasan hutan produksi (HP), kawasan hutan konservasi (TAHURA dan HSA) dan areal pemanfaatan lain (APL) akan mengalami deforestasi, yaitu pengurangan akan luas kawasan hutan yang disebabkan oleh pengalihan fungsi dari tutupan lahan hutan menjadi tutupan lahan lainnya, baik pertanian lahan kering, perkebunan, maupun pemukiman, sebagaimana dapat kita lihat pada Tabel 7. Oleh sebab itu, dalam mengatasi hal tersebut maka dibutuhkan arahan-arahan ataupun rencana dalam penggunaan lahan di DAS Deli Hulu, sebagaimana pada **Tabel 8**. DAS Deli bagian hulu memiliki daerah yang sangat rawan terhadap konversi lahan, oleh karena itu sangat diperlukan pengelolaan DAS Deli dengan meningkatkan penggunaan dan persapan air pada bagian hulu DAS, melalui penanaman pohon, pembuatan waduk, pembuatan rorak, dan sumur resapan, serta mengatasi penyempitan sungai akibat sampah dan pendangkalan [15].

**Tabel 8.** Rekomendasi pengelolaan lahan pada DAS Deli Hulu.

Fungsi Kawasan Hutan	Tutupan Lahan	Rekomendasi Pengelolaan Lahan
Hutan Konservasi (TAHURA dan HSA)	Hutan lahan kering	- Perlindungan dan pengamanan - Pelestarian sumberdaya alam hayati - Pemanfaatan jasa lingkungan/ekowisata - Pola Kemitraan Konservasi - Penyerapan dan/atau penyimpanan karbon
	Pemukiman	- Penanaman pohon/vegetasi pada pekarangan rumah dan - Pembuatan sumur resapan dan polder
	Perkebunan	- Tumpang sari tanaman kebun dan tanaman berkayu (pohon). - Konservasi tanah dan air.
	Pertanian lahan kering	- Penanaman pohon atau tanaman tahunan di batas lahan. - Penerapan teknik konservasi tanah dan air.
Hutan Produksi	Hutan lahan kering	- Perlindungan dan pengamanan - Pemanfaatan jasa lingkungan/ekowisata - Pola hutan kemasyarakatan atau agroforestri
	Pemukiman	- Penanaman pohon/vegetasi pada pekarangan rumah dan

Fungsi Kawasan Hutan	Tutupan Lahan	Rekomendasi Pengelolaan Lahan
	Perkebunan	- Pembuatan sumur resapan dan polder - Tumpang sari tanaman kebun dan tanaman berkayu (pohon). - Konservasi tanah dan air dengan pembuatan rorak
	Pertanian lahan kering	- Penanaman pohon atau tanaman tahunan di batas lahan. - Penerapan teknik konservasi tanah dan air baik vegetatif maupun teknik sipil
	Sawah	- Optimalisasi dan intensifikasi lahan/sawah

Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2024

#### 4. Kesimpulan

Kelas tutupan lahan pada kawasan DAS Deli Hulu dari tahun 2013 – 2018 yang mengalami pengurangan luasan adalah hutan lahan kering yaitu sebesar 443 ha (2,29%), sedangkan kelas tutupan lahan yang mengalami penambahan luasan adalah perkebunan sebesar 292 ha (1,51%), pertanian lahan kering sebesar 133 ha (0,69%) dan pemukiman sebesar 18 ha (0,09%). Pola perubahan yang terbesar pada kawasan DAS Deli Hulu terdapat pada perubahan kelas tutupan lahan dari hutan lahan kering menjadi pertanian lahan kering dan dari pertanian lahan kering menjadi perkebunan.

Pemodelan perubahan kelas tutupan lahan menggunakan metode Markov-Chain (MC) dengan *kappa accuracy* 97,61% dapat digunakan dengan menggunakan data tutupan lahan tahun 2013 dan 2018, serta faktor pendorong berupa jarak dari jalan, jarak dari pemukiman, jarak dari sungai, kepadatan penduduk, kemiringan lereng dan ketinggian.

Arahan kegiatan penggunaan lahan pada kawasan DAS Deli Hulu adalah pada kawasan hutan konservasi yaitu melalui kegiatan restorasi hutan terhadap kawasan yang sudah keterlanjuran, kemitraan konservasi dan peningkatan kegiatan perlindungan dan pengamanan terhadap kawasan yang masih berhutan. Sementara pada kawasan hutan produksi yaitu melalui kegiatan pemberdayaan masyarakat dengan pola agroforestry (perhutanan sosial).

#### 5. Saran

1. Dalam pengelolaan kawasan DAS Deli Hulu sangat diperlukan integrasi rencana pengelolaan sumberdaya dan sinergitas para stakeholder.
2. Seiring dengan tingginya laju degradasi lahan pada kawasan DAS Deli Hulu sangat diperlukan kepastian hukum dalam menjaga fungsi DAS Deli Hulu.
3. Perbandingan antar model perubahan tutupan lahan sangat diperlukan dalam pengelolaan DAS Deli Hulu mengingat laju perubahan tutupan lahan yang sangat tinggi sehingga dapat diketahui model yang paling baik.
4. Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang perubahan tutupan lahan di DAS Deli Hulu dengan menggunakan data citra yang lebih detail agar dapat mengidentifikasi lahan terbangun dan dapat memprediksikan tutupan lahan lebih lanjut.

#### 6. Referensi

- [1] Peraturan Pemerintah RI Nomor 37 Tahun 2012, “Pengelolaan Daerah Aliran Sungai,” Mar 2012. [Daring]. Tersedia pada: [www.djpp.depkmham.go.id](http://www.djpp.depkmham.go.id)
- [2] E. Seyhan, “Dasar-Dasar Hidrologi,” 1977.
- [3] A. Ridhayana, A. Darmawan, T. Santoso, S. B. Yuwono, dan I. G. Febryano, “Perubahan Tutupan Lahan Pada Daerah Aliran Sungai Sekampung Hulu, Lampung Menggunakan Data Penginderaan Jauh,” *MAKILA*, vol. 16, no. 2, hlm. 104–113, Nov 2022, doi: 10.30598/makila.v16i2.6731.
- [4] T. C. Novianti, “Klasifikasi Landsat 8 Oli Untuk Tutupan Lahan Di Kota Palembang Menggunakan Google Earth Engine,” 2021. [Daring]. Tersedia pada: <http://code.earthengine.google.com/>
- [5] L. A. Wibowo, M. Sholichin, Rispiningtati, dan R. Asmaranto, “Penggunaan Citra Aster dalam Identifikasi Peruntukan Lahan Pada Sub DAS Lesti (Kabupaten Malang),” Mei 2013. [Daring]. Tersedia pada: [www.aster-indonesia.com](http://www.aster-indonesia.com)



- [6] R. M. Sampurno dan A. Thoriq, "Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Citra Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) Di Kabupaten Sumedang," *Jurnal Teknotan*, vol. 10(2), no. 2, hlm. 61–70, Nov 2016, doi: 10.24198/jt.vol10n2.9.
- [7] A. M. Lesmana, R. P. Fadhillah, dan C. Rozikin, "Identifikasi Penyakit pada Citra Daun Kentang Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN)," *Jurnal Sains dan Informatika*, vol. 8(1), no. 1, hlm. 21–30, Jun 2022, doi: 10.34128/jsi.v8i1.377.
- [8] M. S. A. Hapsary, S. Subiyanto, dan H. S. Firdaus, "Analisis Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan dengan Pendekatan Artifial Neural Network dan Regresi Logistik di Kota Balikpapan," *Jurnal Geodesi Undip*, vol. 10(2), hlm. 88–97, Apr 2021.
- [9] H. Rakuasa, M. Salakory, dan P. C. Latue, "Analisis Dan Prediksi Perubahan Tutupan Lahan Menggunakan Model Celular Automata-Markov Chain Di DAS Wae Ruhu Kota Ambon," *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, vol. 9, no. 2, hlm. 285–295, Jul 2022, doi: 10.21776/ub.jtsl.2022.009.2.9.
- [10] R. Asra, M. F. Mappiasse, dan A. A. Nurnawati, "Penerapan Model CA-Markov Untuk Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan Di Sub-DAS Bila Tahun 2036," *Jurnal Ilmu Pertanian*, vol. 5(1), no. 1, Mei 2020.
- [11] N. Sugandhi, S. Supriatna, E. Kusratmoko, dan H. Rakuasa, "Prediksi Perubahan Tutupan Lahan di Kecamatan Sirimau, Kota Ambon Menggunakan Celular Automata- Markov Chain," *JPG (Jurnal Pendidikan Geografi)*, vol. 9, no. 2, Sep 2022, doi: 10.20527/jpg.v9i2.13880.
- [12] S. Kusmajaya, B. Tjahjono, dan B. Barus, "Bahaya Longsor di Kabupaten Sukabumi Berbasis Metode Weight of Evidence (WoE), Logistic Regression (LR) dan Kombinasi WoE-LR," *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, vol. 22, no. 2, hlm. 101–106, Jun 2020, doi: 10.29244/jitl.22.2.101-106.
- [13] M. R. Pahleviannur, "Pemanfaatan Informasi Geospasial Melalui Interpretasi Citra Digital Penginderaan Jauh untuk Monitoring Perubahan Penggunaan Lahan," Sep 2019. [Daring]. Tersedia pada: <http://ejournal.unikama.ac.id/index.php/JPIG/>
- [14] Setiawan, Fahri. "Analisis Perubahan Tutupan/Penggunaan Lahan Kabupaten Bangka Selatan Tahun 2015-2020." *Proceedings Of National Colloquium Research And Community Service*. Vol. 5. 2021.
- [15] Agus, Fahmuddin, A. Ngaloken Gintings, and Meine van Noordwijk. "Pilihan teknologi agroforestri/konservasi tanah untuk areal pertanian berbasis kopi di Sumberjaya, Lampung Barat." *Southeast Asia Regional Office. Bogor. Indonesia* (2002).