

# Zonasi Taman Wisata Alam Berbasis Sensivitas Ekologi: Studi Kasus Taman Wisata Alam Gunung Pancar (*Ecology Sensitivity Based Zoning of Natural Tourism Park: A Case Study of Gunung Pancar National Park*)

M. Irfani<sup>1\*</sup>, Syartinilia<sup>2</sup> dan/and Rinekso Soekmadi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan,

Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Kampus Baranangsiang, Bogor, Indonesia 16129

<sup>2</sup>Departemen Arsitektur Lanskap, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus Darmaga, Bogor,  
Indonesia 16680

<sup>3</sup>Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan & Ekowisata, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor,  
Kampus Darmaga, Bogor, Indonesia 16680

\*Email: [bravoirfani@apps.ipb.ac.id](mailto:bravoirfani@apps.ipb.ac.id)

Tanggal diterima: 22 April 2024; Tanggal disetujui: 9 Juni 2024; Tanggal direvisi: 12 Juni 2024

## Abstract

*Gunung Pancar Natural Tourism Park (TWAGP) is one of the natural tourist destinations that needs to be managed sustainably. One form of management is through area arrangement by considering ecological sensitivity. This concept involves management that considers biophysical elements of the area such as land cover, rivers, roads, land cover changes, and slopes. Therefore, the method used is spatial modeling with a multi-criteria approach. This study aims to obtain an ecological sensitivity index that is useful in the preparation of management blocks. The analysis results show that 65% of the TWAGP area is sensitive to ecology and needs to be designated as a core zone for protection. This is because the slopes in most of the TWAGP area are rolling too very steep. This area also borders large rivers and some roads divide the TWAGP area. Therefore, reorganizing the management block is very important to do.*

**Key word:** Ecology sensitivity, land cover, biophysics characteristic, natural tourism park

## Abstrak

Taman Wisata Alam Gunung Pancar (TWAGP) merupakan salah satu wisata alam yang perlu dikelola secara berkelanjutan. Salah satu bentuk pengelolaan adalah melalui penataan areal kelola dengan mempertimbangkan sensitivitas ekologi. Konsep ini adalah pengelolaan dengan mempertimbangkan unsur biofisik kawasan seperti tutupan lahan, Sungai, jalan dan perubahan tutupan lahan serta kelerengan. Untuk itu, metode yang digunakan adalah pemodelan spasial dengan pendekatan multi kriteria. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh indeks sensitivitas ekologi yang bermanfaat dalam penyusunan blok pengelolaan. Hasil analisis menunjukkan bahwa 65% dari areal TWAGP sensitif terhadap ekologi dan perlu ditetapkan sebagai zona inti. Hal ini karena kelerengan di sebagian besar areal TWAGP bergelombang sampai sangat curam. Area ini juga berbatasan dengan sungai besar serta terdapat jalan yang membelah areal TWAGP. Untuk itu, penataan kembali blok pengelolaan sangat penting dilakukan.

**Kata kunci:** Sensitivitas ekologi, tutupan lahan, karakteristik biofisik, taman wisata alam

## 1. Pendahuluan

Taman Wisata Alam (TWA) merupakan salah bentuk pengelolaan Kawasan hutan dengan fungsi konservasi. Penetapan TWA didasarkan oleh fungsi pelestarian, akademis dan pariwisata. Fungsi ini diatur dengan tegas dalam Undang-Undang No. 5 tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati

dan Ekosistemnya. Fungsi ini ditetapkan dengan pertimbangan kawasan hutan tersebut memiliki daya tarik yang unik baik tumbuhan, satwa atau ekosistem, gejala alam dan pula susunan batuan. Keunikan ini akan menarik wisatawan untuk menikmati keindahannya sehingga menjadi ikon pembangunan lokal dan nasional.

Penetapan suatu Kawasan hutan dikelola dalam bentuk TWA tidaklah mudah. Areal tersebut harus memenuhi beberapa kriteria terutama keunikan ekosistemnya dan didukung oleh masyarakat (Cernea & Schmidt-Soltau, 2006) dan infrastrukturnya. Konsep ini kemudian dinamakan obyek dan daya tarik wisata alam (ODTWA) (Ardiansyah and Iskandar 2022). Kriteria ODTWA ini juga diatur dengan Peraturan Direktur Jenderal Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam Tahun 2003, komponen dalam Taman Wisata Alam yaitu (1) Daya tarik objek wisata; (2) Aksesibilitas; (3) Kondisi lingkungan sosial ekonomi; (4) Akomodasi; (5) Sarana dan prasarana penunjang; (6) Ketersediaan air bersih; (7) Keamanan; dan (8) Kenyamanan.

TWA Gunung Pancar (TWAGP) yang terletak di Desa Karang Tengah, Kecamatan Babakan Madang, Kabupaten Bogor dipandang memenuhi kriteria untuk dikelola dengan bentuk TWA sebagaimana Keputusan Menteri Kehutanan Nomor 156/Kpts-II/1988 tanggal 21 Maret 1988 seluas  $\pm$  447,5 ha. TWAGP memiliki sejumlah keunikan biodiversitas seperti pada kelompok flora terdapat kondang (*Ficus variegata*), teureup (*Artocarpus elasticus*), rasamala (*Altingia exelsa*), puspa (*Schima walichii*), bayur (*Pterospermum javanicum*), burahol (*Stelechocarpus burahol*), mara (*Macaranga tanarius*), dan putat (*Barringtonia spicata*) serta pinus (*Pinus merkusii*). Pada kelompok fauna ditemukan owa jawa (*Hylobates moloch*), surili jawa (*Presbytis comata*), macan tutul (*Panthera pardus*), lutung (*Tracypithecus auratus*), babi hutan (*Sus scrofa*), ayam hutan (*Gallus gallus*), elang ular bido (*Spilorsias cheela*) dan elang hitam (*Inctianetus malayensis*) (Ardiansyah & Iskandar, 2022). Beberapa keunggulan alami adalah terdapat sumber mata air, air panas dan bumi perkemahan. TWAGP juga menjadi habitat sebanyak 48 spesies burung dari 38 marga dan 25 suku. Burung ini ditemukan pada tipe

habitat yang berbeda, seperti 39 spesies burung dari 29 marga dan 21 suku menempati hutan tanaman buah-buahan/kayu-kayuan, 32 spesies burung dari 24 marga dan 21 suku pada hutan alam dan 26 spesies burung dari 25 marga dan 18 suku pada hutan pinus (Nasrudinet al., 2015; Widodo, 2013).

Keunggulan yang dimiliki tentunya menjadi asset besar yang dapat menghasilkan pendapatan. Namun pemanfaatan yang berlebihan akan mengancam keberadaannya. Sebagai contoh, keanekaragaman jenis burung di TWAGP dikategorikan sedang. Hal ini didukung oleh kondisi ekosistem cukup seimbang yang menunjukkan tekanan ekologi sedang. Namun demikian, indeks pemerataan sebaran dan kekayaan jenis burung dikategorikan rendah (Nasrudin et al. 2015). Jenis burung tersebut antara lain: *Gallus gallus*, *Cacomantis sonneratii*, *Surniculus lugubris*, *Hemiprocne longipennis*, *Harpactes orioskios*, *Merops leschenaulti*, *Megalaima javensis*, *Eurylaimus javanicus*, *Pericrocotus cinnamomeus*, *Pycnonotus atriceps*, *Pycnonotus melanicterus*, *Pycnonotus plumosus*, *Dicrurus paradiseus*, *Oriolus chinensis*, *Pellorneum capistratum*, *Stachyris grammiceps*, *Macronous flavicollis*, *Macronous gularis*, *Zoothera citrina*, *Gerygone sulphurea*, *Cyornis banyumas*, *Hypothymis azurea* dan *Anthreptes singalensis* (Widodo, 2013). Salah satu penyebabnya adalah menurunnya tutupan hutan alam atau perubahan tutupan lahan. Burung merupakan salah satu indikator dampak yang terjadi karena pola sebaran burung di TWAGP cenderung merata berdasarkan tutupan lahan (Nasrudin et al., 2015).

Informasi di atas mengindikasikan degradasi fungsi dan tutupan areal berhutan akan mengancam biodiversitas dan akan berdampak pada tujuan pengelolaan TWA. Pengelolaan TWAGP sebagai kawasan konservasi harus seimbang dengan upaya menjaga

keberadaan dan melindungi proses-proses alami yang berlangsung. Salah satu cara yang dapat dilakukan melalui penataan lanskap yang bergantung pada tujuan yang ingin dicapai (Frastien & Satmaidi, 2018). Salah satu aspek yang belum dinilai adalah sensitivitas ekologi. Pengelolaan lanskap berdasarkan sensitivitas ekologi adalah teknik perencanaan kawasan yang merespon tindakan pengelolaan, sehingga memiliki dampak minimal terhadap fungsi ekosistem dan keanekaragaman hayati (Hersperger et al., 2021; Vogt, 2021). Penataan lanskap berbasis sensitivitas ekologi melibatkan berbagai parameter biofisik dan survey lapangan serta penyajian teknik pengambilan keputusan yang sesuai dengan karakteristik ekologi (Wang et al., 2023).

Penelitian terkait penataan lanskap dengan mempertimbangkan keberadaan obyek alami yang menarik pariwisata (*nature based touris*). Penelitian terkait evaluasi dan identifikasi NBT (*nature based touris*) sudah sering ditemukan, namun interaksi sosial untuk memanfaatkan NBT dan dampaknya masih perlu dievaluasi dan dirancang untuk mencapai kondisi optimum (Dhami et al., 2017). Metode evaluasi pengelolaan TWA dapat menggunakan pendekatan pembobotan (*scoring method*), metode Delphi (Fallah & Ocampo, 2021) dan analisis *stakeholder* (Setiawan et al., 2018). Berdasarkan teknik pengumpulan data, maka metode evaluasi pengelolaan TWA dibagi atas dua, yakni metode berbasis data kualitatif dan kuantitatif. Beljai et al. (2014) membuat pembobotan terhadap kriteria ODTWA di Taman Wisata Alam Sorong. Bobot setiap parameter diperoleh dari hasil wawancara. Kelemahan dari metode ini adalah nilai bobot bergantung preferensi narasumber. Preferensi diarahkan pada menjual TWA sebagai obyek wisata dan belum memandang wisata sebagai ancaman biodiversitas di TWA. Penelitian terkait TWA sebagai sumber pendapatan menitikberatkan jarak dan masyarakat

sebagai subyek yang perlu dikelola, sehingga pendapatan meningkat (Premono & Kunarso, 2010; Sukwika & Rahmatulloh, 2021). Namun demikian, metode pembobotan yang melibatkan beberapa parameter terus berkembang (Malczewski & Jankowski, 2020). Kolaborasi antara nilai dan bobot setiap parameter dijadikan sebagai alat evaluasi.

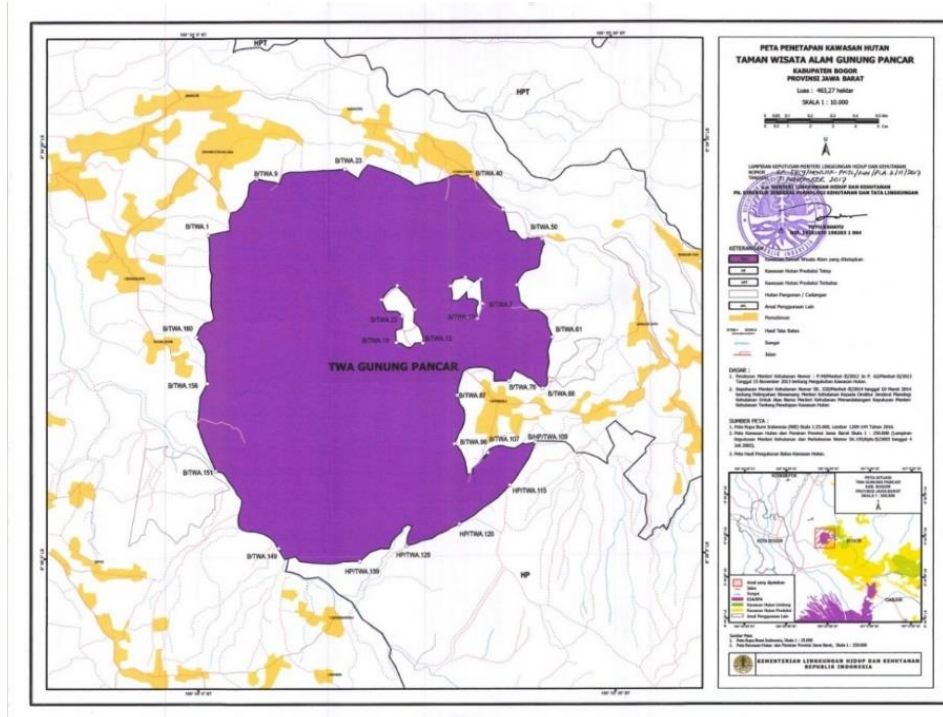
Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh indeks sensitivitas ekologi TWAGP. Hal ini bermanfaat dalam menjamin keberlangsungan pengelolaan kawasan tersebut serta upaya mempertahankan ODTWA yang bersifat unik dan sebagai warisan untuk kehidupan mendatang.

## **2. Metodologi**

### **2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni - Agustus 2023 di Taman Wisata Alam Gunung Pancar. Taman Wisata Alam Gunung Pancar dengan luas 463,27 ha ditetapkan berdasarkan SK Menteri Kehutanan No. 5959/MENLHK-PKTL/KUH/PLA.2/11/2017 tanggal 7 November 2017. Secara geografis kawasan ini terletak antara 106°54'13"-106°54'58" BT dan 6°35'30"-6°35'38" LS, sedangkan secara administratif pemerintahan terletak di Kecamatan Babakan Madang, Kabupaten Bogor. Sebelah Utara berbatasan dengan Desa Ciburial, sebelah Timur berbatasan dengan Desa Cimandala, sebelah Selatan berbatasan dengan Desa Cimbimbin, dan sebelah Barat berbatasan dengan Desa Karang Tengah. Lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.

Kondisi iklim menurut Schmidt dan Ferguson dikategorikan dalam tipe iklim A dengan curah hujan rata-rata per tahun 3.191 mm, Dimana tidak terdapat perbedaan yang nyata antara musim kering dengan musim hujan. Suhu udara rata-rata adalah 28°C. Bulan basah terjadi pada bulan Oktober-Juni, sedangkan bulan kering terjadi pada bulan Juli-September.



Gambar (Fig.) 1. Peta lokasi penelitian (*Research location map*)

Jenis tanah terdiri dari jenis tanah latosol dan podsolik merah kuning. Jenis tanah tersebut yang terbentuk dari batuan infalum masam (dasit), batuan pasir dan endapan kuarsa. Topografi TWA Gunung Pancar adalah landai sampai bergelombang dengan kemiringan berkisar 15-80% dan terletak pada ketinggian 300–800 mdpl. Kawasan TWAGP merupakan bagian dari DAS Cileungsi dan Sub DAS Cikeas.

Beberapa obyek wisata di sekitar TWAGP yang merupakan daerah tujuan wisata bagi masyarakat, meliputi: (1) Jungle land; (2) Curug Leuwi Hejo; (3) Curug Barong; (4) Curug Leuwi Liuk; (5). Curug Leuwi Cepet; (6). Curug Putri Kencana; (7). Curug Bidadari; dan (8). Curug Kencana. Kawasan TWA Gunung Pancar dikelilingi oleh lahan dengan fungsi APL (Area Penggunaan Lain). Sebagian besar fungsi APL di sekitar kawasan dikembangkan menjadi pemukiman, sementara sebagian yang lainnya menjadi lahan pertanian kering dan perkebunan. Di sisi lain kawasan, yaitu pada bagian selatan terdapat tegakan

hutan produksi terbatas. Izin Pengusahaan Pariwisata Alam (IPPA) TWAGP telah diberikan kepada PT Wana Wisata Indah seluas 447,50 ha. PT Wana Wisata Indah telah membangun fasilitas dan sarana prasarana wisata alam, meliputi area piknik, perkemahan (*camping ground*), *outbond*, *downhil*, tempat ibadah, toilet, pondok jaga dan fasilitas perkantoran (Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam Jawa Barat, 2019).

## 2.2. Jenis Data

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dataset GEE, antara lain citra landsat ETM 7 liputan tahun 1990-2015, Citra landat 8 OLI tahun 2016-2023, citra sentinel tahun 2023, DEM (*Digital Elevation Model*) SRTM serta *open source map* (OSM).

Data yang dikumpulkan antara lain sebaran flora/vegetasi, dan bentang alam, sumber mata air, penggunaan lahan di dalam kawasan, aksesibilitas, dan ODTWA (objek daya tarik wisata alam). Data lain adalah dataset GEE disajikan pada Tabel 1.

Tabel (Table) 1. Jenis data yang dikumpulkan untuk menentukan blok pada TWAGP berdasarkan sensitifitas ekologi (*The type of data collected to determine blocks in TWAGP based on ecological sensitivity*)

Jenis data (Data type)	Nama data (Data name)	Sumber data (Source)
Data Primer	Sebaran fauna dan bentang alam (nilai penting kawasan) ( <i>Distribution of fauna and natural landscape (important value of the area)</i> )	BKSDA Jawa Barat, 2023
	Sumber mata air ( <i>Springs</i> )	BKSDA Jawa Barat., 2023
	Penggunaan lahan di dalam kawasan ( <i>Land use within the area</i> )	BKSDA Jawa Barat, 2023
	Aksesibilitas ( <i>Accessibility</i> )	BKSDA Jawa Barat, 2023
	ODTWA (Objek daya Tarik wisata alam) ( <i>Natural tourist attraction</i> )	BKSDA Jawa Barat, 2023
Dataset GEE	Citra landsat ( <i>Landsat image</i> ) DEM ( <i>Digital Elevation Model</i> )	LANDSAT/LC08/C01/T1_SR <a href="https://earthexplorer.usgs.gov/scene/metadata/full/5e83a205d69371bb/GT30E100N40/">https://earthexplorer.usgs.gov/scene/metadata/full/5e83a205d69371bb/GT30E100N40/</a>
	Citra ( <i>Image</i> ) <i>Global Forest Cover</i>	NASA/MEASURES/GFCC/TC/v3
	Citra Jaringan jalan ( <i>Road Network Image</i> )	<a href="https://gee-community-catalog.org/projects/grip">https://gee-community-catalog.org/projects/grip</a>
	Citra Sentinel ( <i>Sentinel Image</i> )	COPERNICUS/S2. (ESA, 2023)

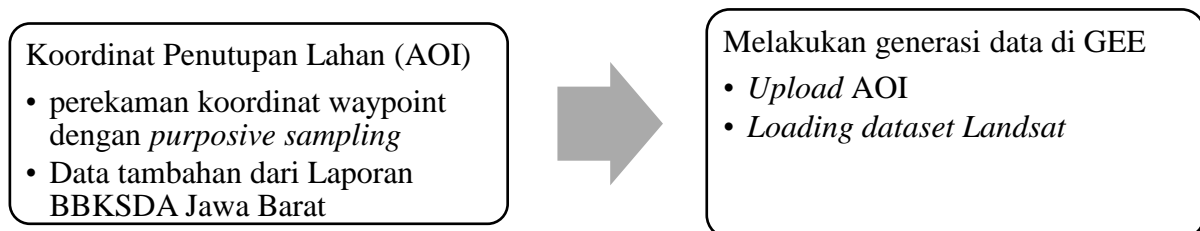
### 2.3. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dibagi atas 2, yakni pengumpulan data lapangan dan data yang bersumber dari dataset GEE. Pengumpulan data lapangan berupa pengumpulan *waypoint* ODTWA dan laporan. Pengumpulan *waypoint* ODTWA dilakukan dengan metode survey dengan cara mendatangi semua lokasi ODTWA. Metode survey yang dimaksud adalah merekam data koordinat titik menurut kelas penutupan lahan. Pemilihan titik secara sengaja (*purposive sampling*) dengan

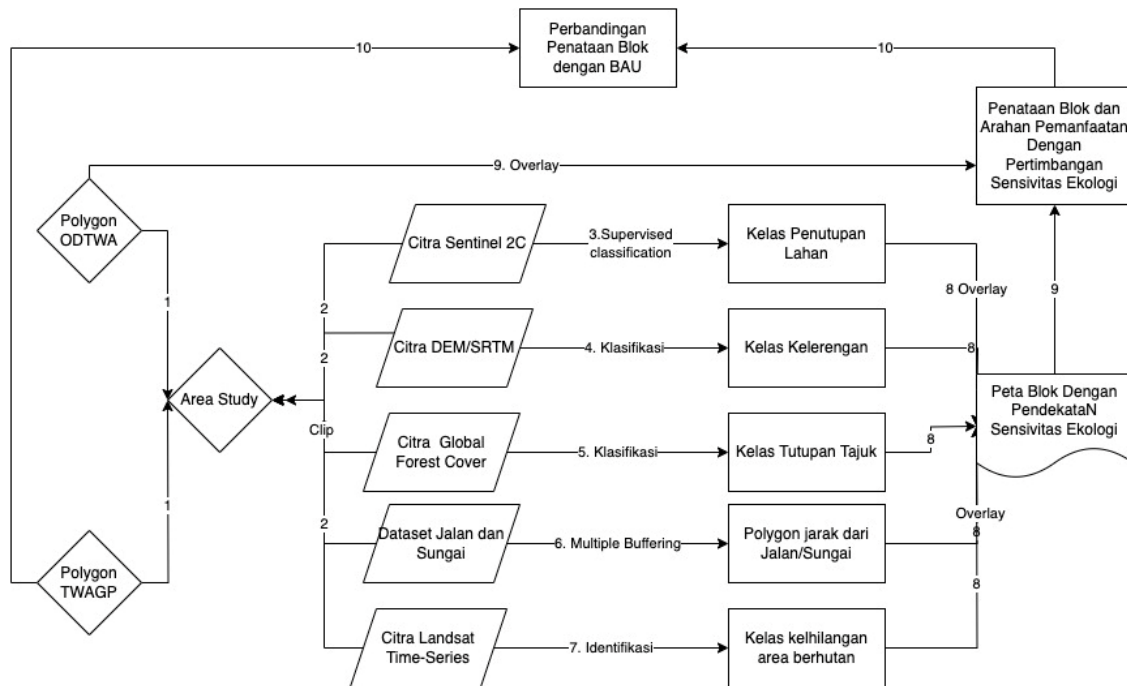
pertimbangan akses. Pengumpulan data lapangan dan laporan dilakukan di wilayah Kelola TWAGP pada bulan Maret-April 2024. Jumlah *waypoint* disesuaikan dengan jenis tutupan lahan. Adapun tahapan pengumpulan data disajikan pada Gambar 2.

### 2.4. Analisis Data

Analisis data untuk mencapai tujuan penelitian dilakukan dengan cara pemodelan spasial. Secara umum, tahapan analisis dapat ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar (Fig.) 2. Tahapan pengumpulan data penutupan lahan (*The data land cover collection process*)



Gambar (Fig.) 3. Tahapan analisis data (*Step of data analysis*)

Adapun penjelasan tahapan analisis sebagai berikut:

- a) Interpretasi kelas tutupan lahan dilakukan menggunakan metode *supervised classification*. Klasifikasi didasarkan pada AOI (*area of interest*) yang direkam di lapangan dan diperkaya dengan pengamatan di citra. Untuk generalisasi tutupan lahan, maka menggunakan *classifier smile random forest*. Hasil klasifikasi akan diuji menggunakan matriks confusion untuk memperoleh nilai keakuratan (Kinho et al. 2022).
- b) Menganalisis perubahan tutupan lahan pada tahun 2000, 2010, dan 2020. Dataset yang digunakan adalah *Landsat 7* dan *Landsat 8 OLI*. Analisis perubahan dilakukan secara terpisah dengan QGIS. Adapun fungsi untuk mengetahui perubahan dengan QGIS adalah:

$IF(("class2000@1"=0) AND ("class2010@1"=1),2,$

$IF(("class2000@1"=1) AND ("class2010@1"=0),0,1))$

Dimana:

- 0 = terjadi degradasi tutupan lahan.
- 1 = tidak terjadi perubahan tutupan hutan.
- 2 = menunjukkan terjadi reforestasi.

- c) Teknik skoring GEE sebagai berikut:
  - (1). Analisis kelas kelerengan lahan berdasarkan Keputusan Presiden No. 32 Tahun 1990 tentang Pengelolaan Kawasan Lindung dengan kategori kawasan lindung jika kelerengan  $\geq 40\%$ .
  - (2). Analisis jaringan sungai berdasarkan Keputusan Presiden No. 32 Tahun 1990 tentang Pengelolaan Kawasan Lindung. Dengan kriteria kawasan lindung jika area berjarak 100 m dari sungai besar dan/atau 50 m dari anak sungai yang dekat dengan permukiman.

- (3) Analisis jaringan jalan untuk menentukan area pemanfaatan.
- (4) Analisis kelas tutupan lahan berhutan menggunakan citra Global Forest Cover. Mengklasifikasikan dengan tutupan hutan > 70% sebagai kawasan lindung; dan jika <30% dikategorikan sebagai blok rehabilitasi.
- (5) Analisis kelas kerentanan perubahan tutupan lahan berhutan, menggunakan NDVI dari citra *landsat* 7 dan 8-
- (6) Input ODTWA berdasarkan-hasil pengamatan dan informasi spasial dari BKSDA-
- (7) Analisis blok perlindungan dan pemanfaatan dengan uraian kriteria pada Tabel 2.  
  
Hasil *overlay* kemudian dilakukan *smoothing* atau penyederhanaan *polygon*. Teknik pemberian bobot disajikan pada Tabel 3.
- (8) Menentukan tingkat sensitivitas berdasarkan kriteria Peraturan Direktur Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem (2016) dengan total nilai yaitu: (a). 13-20 (sangat sensitif), (b). 8-12 (sensitif), dan (c). 1-7 (tidak sensitif).
- (9) Uji perbandingan antara hasil simulasi skoring dengan kondisi saat ini.  
Penataan hasil skoring kemudian dibandingkan dengan kondisi saat ini (KSI). Kriteria uji perbandingan adalah:  
 $H_{model} \nabla HKSI$ ; *polygon* yang diperbandingkan saling tumpang tindih dengan luasan yang sama.  
 $H_{model} \exists HKSI$ : paling tidak ada satu *polygon* hasil simulasi yang tidak sama dengan *polygon* saat ini.
- (10) Membuat peta blok dan peta arahan

Tabel (Table) 2. Kriteria blok (*Block criteria*)

Blok ( <i>Block</i> )	Kriteria ( <i>Criteria</i> )
Perlindungan ( <i>Protection</i> )	Kelerengan >40% ( <i>Slope &gt;40%</i> ) Jarak dari sungai 100 m ( <i>Distance from the river 100 m</i> ) Jarak dari anak sungai 50 m ( <i>Distance from the tributary 50 m</i> ) Tutupan lahan berhutan >70% ( <i>Forested land cover &gt;70%</i> )
Blok pemanfaatan ( <i>Utilization block</i> )	Terdapat jaringan jalan ( <i>There is a road network</i> ) Tutupan lahan 40-70% ( <i>Land cover 40-70%</i> ) Kelerengan <40% ( <i>Slope &lt;40%</i> ) Jarak dari sungai > 100 dan anak sungai > 50% ( <i>Distance from river &gt; 100 and tributaries &gt; 50%</i> )
Blok rehabilitasi ( <i>Rehabilitation block</i> )	Kriteria yang digunakan adalah persen tutupan lahan <30% ( <i>The criteria used are percent land cover &lt;30%</i> )

Tabel (Table) 3. Teknik skoring pembagian blok (*Scoring technique*)

Kriteria ( <i>Criterion</i> )	Indikator ( <i>Indicator</i> )	Bobot ( <i>Score</i> )	Verifier	Skor ( <i>Score</i> )	Total skor ( <i>Total score</i> )		Kriteria sensitivitas ( <i>Sensitivity criteria</i> )
					Min.	Max.	
DEM ( <i>Digital Elevation Model</i> )	Lereng ( <i>Slope</i> )	20%	0-8	1	6	9	Sangat sensitif ( <i>Very sensitivity</i> )
			8-15	3	3	6	Sensitif ( <i>Sensitivity</i> )
			15-25	5	1	3	Tidak sensitif ( <i>Not sensitivity</i> )
			25-40	7			
			>40	9			

Tabel (Table 3). Lanjutan (Cotinuation)

Kriteria (Criterion)	Indikator (Indicator)	Bobot (Score)	Verifier	Skor (Score)	Total skor (Total score)		Kriteria sensitivitas (Sensitivity criteria)
					Min.	Max.	
Sungai (River)	Jarak dari sungai besar (Distance from the big river)	30%	0-100	9			
			>100	1			
Jalan (Road)	Jarak dari jalan (Distance from road)	30%	0-100	9			
			100-200	5			
			>200	1			
NDVI	Analisis perubahan tutupan lahan (Analysis of land cover changes)	10%	Berubah (Changed)	9			
			Tetap (Still)	1			
Sentinel 2C	Kelas penutupan lahan (Land cover class)	10%	Area vegetasi (Vegetation area)	9			
			Area terbangun (Built-up area)	5			
			Tanah terbuka (Built-up area Open land)	3			

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Hasil

##### 3.1.1. Rekapitulasi Data *Ground Check*

Rekapitulasi data berada pada 4 tipe tutupan lahan, yaitu hutan, lahan terbuka, lahan terbangun dan pertanian dengan total 159 *waypoint* (Tabel 4).

##### 3.1.2. Tutupan Lahan

Berdasarkan hasil simulasi model klasifikasi *Smile Random Forest* (SRF) teridentifikasi 4 tutupan lahan. Sebagian besar TWAGP didominasi atau sekitar 51,2% areal terbangun baik itu berupa permukiman, jalan dan kompleks perkemahan. Adapun uraian tutupan lahan ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel (Table) 4. Rekapitulasi titik ikat (*Waypoint recap*)

Tipe tutupan lahan ( <i>Land cover type</i> )	Asosiasi lahan ( <i>Land association</i> )	Jumlah titik pengamatan ( <i>Sum of observation points</i> )
Hutan ( <i>Forest</i> )	Hutan alam Gunung Pancar ( <i>Mount Pancar natural forest</i> )	1
	Sumber mata air Batu Uang ( <i>The spring of Batu Uang</i> )	1

Tabel (Table) 4. Lanjutan (Continuation)

Tipe tutupan lahan ( <i>Land cover type</i> )	Asosiasi lahan ( <i>Land association</i> )	Jumlah titik pengamatan ( <i>Sum of observation points</i> )
	Sumber mata air Cibayawak ( <i>The spring of Cibayawak</i> )	1
	Sumber mata air Cihanjuang ( <i>The spring of Cihanjuang</i> )	1
	Sumber mata air Cipancar ( <i>The spring of Cipancar</i> )	1
	Sumber mata air Situhiang ( <i>The spring of Situhiang</i> )	1
	Sumber mata air Batu Uang ( <i>The spring of Batu Uang</i> )	1
	Hutan campuran ( <i>Mixed forest</i> )	15
<b>Jumlah (Sum)</b>		<b>22</b>
Lahan-terbuka ( <i>Open field</i> )	Lapangan ( <i>Field</i> )	3
Lahan terbangun ( <i>Built-up land</i> )	Kawasan religi budaya sejarah ( <i>Historical cultural religious area</i> )	1
	Komplek informasi ( <i>Information complex</i> )	1
	Pemukiman/perkebunan ( <i>Settlements/plantations</i> )	93
	Areal rekreasi ( <i>Recreation area</i> )	1
	Rencana kompleks sumber air panas ( <i>Hot spring complex plan</i> )	1
	Parkir ( <i>Parking</i> )	1
	Cottage	4
	Camping ground	1
	Outbound	1
	Jalan ( <i>Road</i> )	2
Bangunan ( <i>Building</i> )		13
	Camping ground	7
<b>Total</b>		<b>126</b>
Pertanian ( <i>Crops</i> )	Sawah ( <i>Ricefield</i> )	8
<b>Total</b>		<b>159</b>

Tabel (Table) 5. Kelas tutupan lahan hasil simulasi model SRF (*Land cover classes resulting from SRF model simulations*)

Type penutupan lahan ( <i>Land cover types</i> )	Area (ha)	Persentase ( <i>Percentage, %</i> )
Lahan terbangun ( <i>Built area</i> )	236,64	51,2
Pertanian ( <i>Crops</i> )	149,59	32,1
Hutan ( <i>Forest</i> )	71,44	15,4
Lahan terbuka ( <i>Open Area</i> )	5,60	1,2
<b>Total</b>	<b>463,27</b>	<b>100,0</b>

Tabel (Table) 6. Matriks confusion (*Confusion matrix*)

	Area terbangun ( <i>Built area</i> )	Lahan pertanian ( <i>Crops</i> )	Hutan ( <i>Forest</i> )	Tanah terbuka ( <i>Open Area</i> )	Ketepatan ( <i>Accuracy</i> ) (%)
Lahan terbangun ( <i>Built area</i> )	33	3	0	1	89,2
Pertanian ( <i>Crops</i> )	5	14	3	0	63,6
Hutan ( <i>Forest</i> )	2	3	12	0	70,6
Lahan terbuka ( <i>Open area</i> )	0	1	1	0	
Rata-rata ( <i>Average</i> )					75

Areal kerja TWAGP sebagian besar berada pada daerah yang bergelombang (kelas kelerengan 15-25) dan sangat

curam (kelas kelerengan >40). Hal ini ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel (Table) 7. Kelas kelerengan (*slope class*)

Kelas lereng ( <i>Slope class</i> )	Luas (Area, ha)	Persentase ( <i>Percentage, %</i> )
0-8	8,2	1,8
8-15	77,6	16,7
15-25	131,7	28,4
25-40	94,8	20,4
>40	151,6	32,7
Jumlah ( <i>Sum</i> )	464,07	100

### 3.1.3. Perubahan Tutupan Lahan Bervegetasi Hutan

NDVI antar waktu digunakan untuk mengetahui tutupan lahan bervegetasi. Perubahan tutupan lahan dilakukan pada 2 tipe, yakni bervegetasi dan tidak bervegetasi. Analisis perubahan tutupan dilakukan berdasarkan klasifikasi

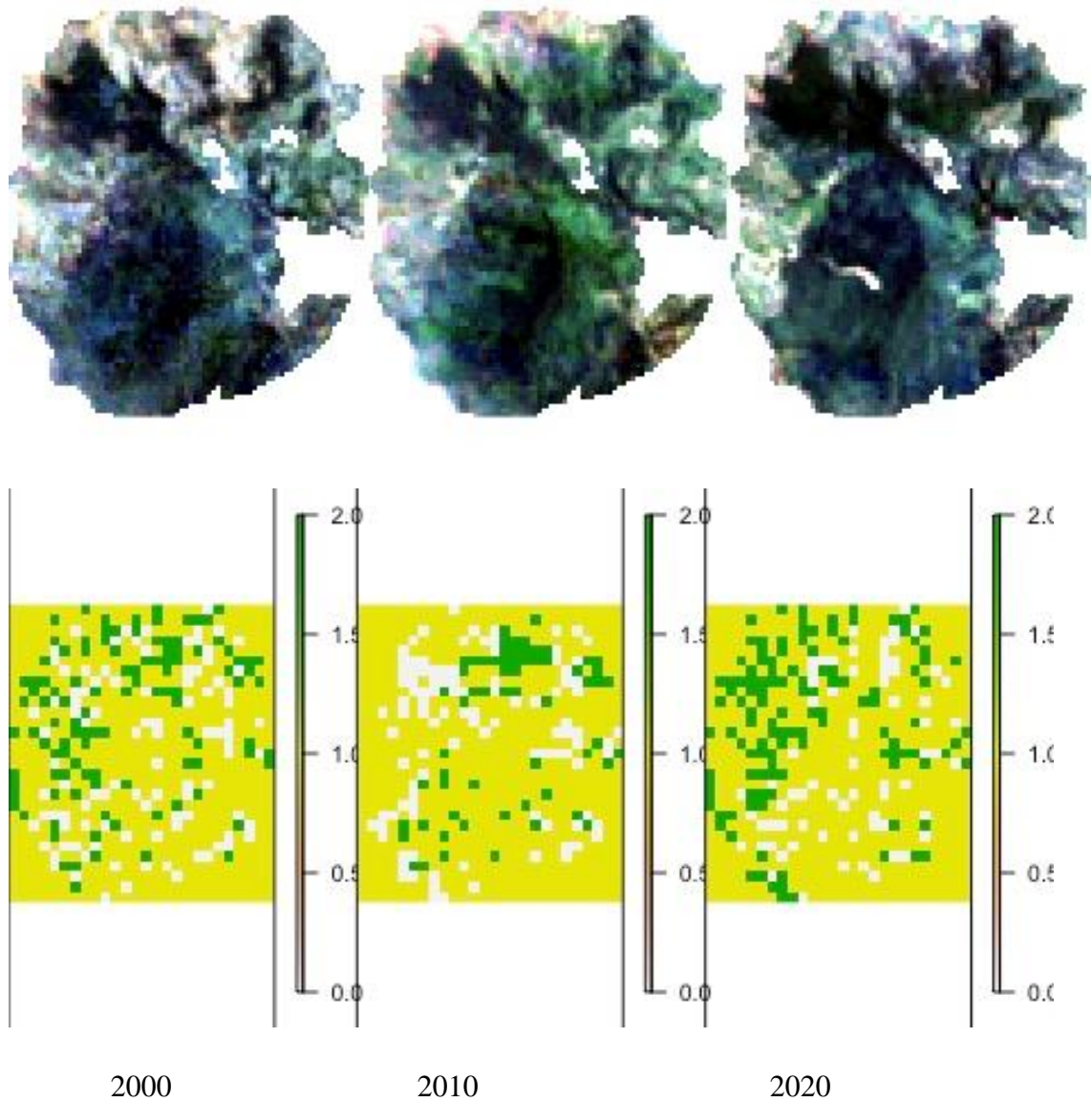
tutupan lahan dengan tingkat akurasi >90%. Hasil analisis menunjukkan bahwa terjadi perubahan tutupan lahan yang sebelumnya bervegetasi menjadi tidak bervegetasi atau dapat disebut degradasi lahan. Rata-rata laju degradasi lahan mencapai 3,45 ha per tahun sejak 2000-2020.

Tabel (Table) 8. Laju perubahan tutupan lahan di TWAGP (*Rate of land cover change in TWAGP*)

Tipe perubahan ( <i>Type of change</i> )	Luas pada periode ( <i>Widespread in period</i> ) (ha)			Laju perubahan ( <i>Annual rate, ha/yr</i> )		
	2000-2020	2000-2010	2010-2020	2000-2020	2000-2010	2010-2020
Degradasi ( <i>Degradation</i> )	69	78	66	3,45	7,8	6,6
Tetap ( <i>State</i> )	512	465	506			
Reforestasi ( <i>Reforestation</i> )	55	93	64	2,75	9,3	6,4

Jika dilihat tren degradasi lahan bahwa konversi perubahan tutupan lahan terbesar terjadi pada periode tahun 2000-2010 dengan laju mencapai 7,8 ha per tahun. Degradasi atau penurunan tutupan lahan berhutan pada periode 2010-2020

terjadi sebesar 6,6 ha per tahun. Laju degradasi lahan diikuti oleh upaya untuk menanam pohon dan tanaman lainnya, sehingga laju reforestasi mencapai 2,75 ha per tahun dalam periode 2000-2020.

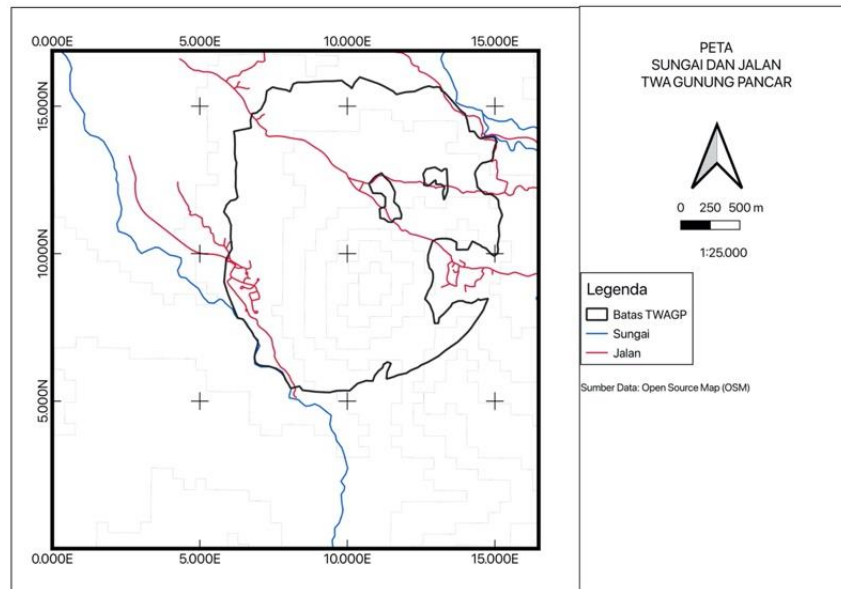


Gambar (Fig.) 3. Tampilan citra landsat tahun 2000, 2010 dan 2020 serta perubahannya 2000-2020, 2000-2010 dan 2010-2020 (*Display of Landsat imagery in 2000, 2010 and 2020 and changes in 2000-2020, 2000-2010 and 2010-2020*)

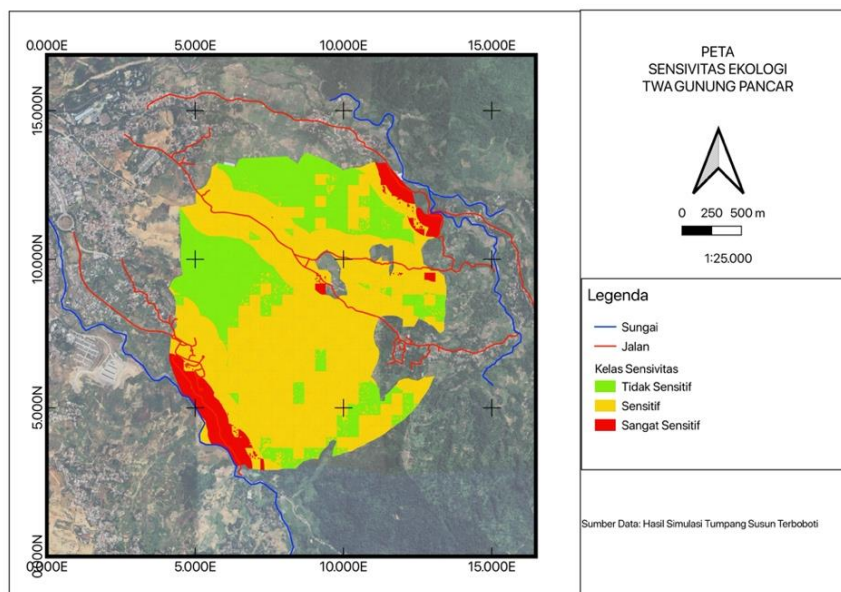
### 3.1.4. Sensivitas Ekologi

Sensivitas ekologi merupakan fungsi dari penjumlahan bobot spasial antara jarak dari jalan, jarak dari sungai, kelas lereng, perubahan tutupan lahan bervegetasi dan kelas tutupan lahan. Sungai dan jalan yang teridentifikasi berada di luar TWAGP.

Gambar 4 menunjukkan bahwa areal TWAGP terdapat beberapa ruas jalan. Sementara sungai, hanya melintas pada garis batas TWAGP. Data ini mempengaruhi kelas sensitivitas ekologi TWAGP. Hasil analisis menunjukkan bahwa areal ekologi yang sensitif justru berada pada batas utara dan selatan dari areal kerja TWAGP.



Gambar (Fig.) 4. Peta sungai dan jalan (*River and road map*)



Gambar (Fig.) 5. Peta sensitivitas ekologi di areal kerja TWAGP (*Map of ecological sensitivity in the TWAGP work area*)

Table (Table) 9. Luas TWAGP menurut kelas sensitivitas ekologi (*TWAGP area according to ecological sensitivity class*)

Kelas sensitivitas ( <i>Sensitivity class</i> )	Luas ( <i>Area</i> , ha)	Percentage (%)
Tidak sensitif ( <i>Less sensitive</i> )	132,35	29
Sensitif ( <i>Sensitive</i> )	299,78	65
Sangat sensitif ( <i>More sensitive</i> )	31,14	7
Total	463,27	

Berdasarkan Tabel 9 di atas terlihat bahwa sebagian besar atau sekitar 65% TWAGP sensitive secara ekologi dan hanya 29% yang tidak sensitif. Sementara pada batas areal di Utara dan Selatan merupakan areal yang sangat sensitif.

### 3.2. Pembahasan

Analisis sensitivitas ekologi dalam zonasi TWAGP penting sebagai upaya untuk menjaga ODTWA dan mengoptimalkan nilai wisata dan menjaga keberlanjutan. Nilai wisata berdampak pada meningkatnya nilai ekonomi wisata. Namun, prinsip pengelolaan TWAGP haruslah (a) meminimalkan dampak; (b) meningkatkan kesadaran; (c) memberikan kontribusi untuk konservasi; (d) memungkinkan masyarakat lokal untuk membuat keputusan sendiri; dan (e) mengarahkan manfaat ekonomi kepada masyarakat lokal serta memberikan kesempatan bagi masyarakat setempat untuk menikmati kawasan alam (Fennell, 2001). Selain itu, rancangan wisata alam perlu mempertimbangkan keberlanjutan usaha ekonomi (Demir & Atanur, 2019), mempertahankan keberlanjutan lingkungan dan konservasi satwa (Kwatrina and Antoko 2007) dan mencegah penggunaan sumber daya alam yang berlebihan dan punahnya flora dan fauna (Evareny et al., 2018).

Untuk itu, penelitian ini dilakukan dengan memahami data lapangan terhadap karakteristik ekologi yang ada seperti kelelerangan, hidrologi, tutupan lahan,

aksesibilitas dan perubahan tutupan lahan. Terdapat 4 tipe tutupan lahan yakni lahan terbangun, tanah terbuka, pertanian dan hutan. Jika dilihat bahwa optimalisasi nilai ekonomi di areal TWAGP sangat baik karena 51,2% lahan diduga telah terbangun untuk *camping ground*, permukiman, sarana ekonomi serta jalan. Sementara 32,1% adalah lahan pertanian.

Hasil dari modeling tutupan lahan dengan teknik *supervised classification* dengan metode *simple random forest* (SRF) menunjukkan tingkat akurasi hanya mencapai 75%. Tingkat akurasi ini termasuk rendah karena berada di bawah interval baik, yakni 80-85% (Wulansari 2017). Tingkat kesalahan tertinggi pada tipe tutupan lahan hutan, lahan pertanian dan tanah terbuka. Hal ini disebabkan oleh jumlah titik pengamatan yang sangat sedikit jauh di bawah angka 100. Untuk itu, akurasi identifikasi kelas tutupan lahan dapat ditingkatkan dengan metode SRF jika jumlah titik pengamatan lapangan lebih dari 100 titik. Hal ini merujuk pada jumlah titik pengamatan lahan terbangun yang mencapai 126 mengakibatkan akurasi klasifikasi mencapai 89%. Meski, akurasi masih kurang baik jika dibandingkan hasil penelitian yang mencapai 97% (Kosasih et al., 2019).

TWAGP berada pada tipe topografi yang bergelombang dan sangat curam. Hal ini menunjukkan bahwa areal ini memiliki kekhasan pada tipe tumbuhan dan adanya mata air. Kondisi ini mempengaruhi rencana pembangunan jalan dan *camping*

*ground*. Penutupan vegetasi perlu dipertahankan agar kualitas dan kuantitas sumber air terjaga. Kelerengan juga mempengaruhi laju perubahan tutupan lahan.

Perbedaan pendugaan perubahan lahan bertutupan bervegetasi dengan menggunakan citra landsat antar waktu dapat terjadi karena citra landsat ETM 7 dan landsat 8 OLI tidak dapat secara langsung digunakan melainkan perlu adanya transformasi. Landsat 8 memiliki koreksi radiometrik yang lebih baik dibandingkan landsat ETM 7, sehingga tingkat ketelitiannya meningkat (Hemati et al., 2021). Dampak dari perbedaan ini adalah perbedaan pendugaan laju aforestasi dan reforestasi dalam kurun waktu 10 tahun. Pertimbangan ketelitian menjadi hal mendasar dalam analisis perubahan tutupan lahan. Jika pertimbangan ketelitian rendah maka analisis perubahan dalam rentang waktu yang panjang dan melibatkan data set yang berbeda tidak menjadi masalah. Namun jika ketelitian yang dibutuhkan tinggi maka analisis disarankan menggunakan interval waktu yang pendek dan melibatkan dataset yang sama. Selain itu, dataset yang berbeda perlu menggunakan algoritma untuk mendeteksi perubahan yang sesuai (Zhu, 2017).

Hasil simulasi sensitivitas ekologi menunjukkan sebanyak 65% dari luas TWAGP sensitive terhadap ekologi dan 7% tergolong sangat sensitif. Bukti ini menunjukkan bahwa pengelolaan TWAGP perlu kehati-hatian terutama karena lereng yang sangat curam dan bergelombang. Selain itu, pada batas areal di bagian Utara dan Selatan terdapat sungai besar, sehingga memiliki tingkat sensitivitas ekologi yang sangat tinggi. Areal TWAGP juga dibelah oleh akses jalan sehingga memungkinkan

perambahan dan kerusakan tumbuhan endemik yang berdampak pada gangguan ekologi.

Berdasarkan hasil penelitian ini maka 71% areal TWAGP tergolong zona inti. zona inti merupakan bagian dari zonasi dalam sebuah taman nasional yang memiliki karakteristik khusus. Zona inti biasanya merupakan area yang sangat dilindungi dan memiliki fungsi utama sebagai habitat bagi flora dan fauna langka atau penting. Kawasan zona inti cenderung memiliki kelerengan yang curam dan keanekaragaman hayati yang tinggi. Zona inti juga sering kali dijaga ketat untuk meminimalkan gangguan manusia dan menjaga kelestarian ekosistem alaminya (Kwatrina & Antoko, 2007). Bentuk pengelolaan ketat dapat berupa menetapkan zona perlindungan flora dan fauna endemik dan rentan rusak, menjaga keseimbangan ekologi dengan menetapkan areal penyangga serta secara berkala melakukan pengawasan melalui penelitian di tingkat tapak.

Keseimbangan ekologi mempertimbangkan interaksi antara spesies dalam ekosistem melibatkan berbagai spesies tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme yang saling berhubungan dalam rantai makanan dan jaringan ekologi. Memahami dan menjaga interaksi ini penting untuk menjaga keseimbangan populasi dan distribusi spesies di dalam ekosistem. Selain itu memahami siklus alamiah seperti siklus hara, siklus air, dan siklus energi merupakan proses penting dalam menjaga kelangsungan hidup ekosistem. Dalam penentuan zona inti, perlu mempertimbangkan bagaimana siklus-siklus alamiah ini berjalan dan bagaimana zona inti dapat mendukung kelancaran proses-proses tersebut. Hal ini hanya dapat dilakukan melalui penelitian empirik. Keseimbangan ekologi juga berkontribusi pada stabilitas ekosistem

secara keseluruhan. Melalui menjaga keseimbangan antara berbagai komponen ekosistem, seperti predator dan mangsanya, tumbuhan dan hewan pemakan, serta proses alamiah lainnya, zona inti dapat menjadi pusat kestabilan ekologis yang mendukung keberlanjutan lingkungan.

Penataan blok di TWAGP dengan mempertimbangkan tingkat sensitivitas ekologi merupakan salah satu strategi untuk mempertahankan TWAGP sebagai obyek wisata alam berkelanjutan. Untuk menerapkan ekowisata yang berkelanjutan, strategi-strategi utama meliputi (1) perencanaan berkelanjutan yakni merancang rencana pengembangan ekowisata yang mempertimbangkan aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi untuk melindungi lingkungan, mendukung kesejahteraan masyarakat lokal, dan menciptakan manfaat ekonomi jangka panjang; (2) mengadakan pendidikan dan kesadaran lingkungan melalui program edukasi bagi wisatawan, masyarakat lokal, dan pemangku kepentingan lainnya tentang pentingnya menjaga lingkungan untuk mendorong praktik ekowisata yang bertanggung jawab; (3) melakukan konservasi sumber daya alam dengan tindakan konkret untuk melindungi dan melestarikan sumber daya alam di destinasi ekowisata, termasuk pengelolaan taman, perlindungan spesies langka, dan pemantauan dampak ekowisata terhadap ekosistem; (4) meningkatkan partisipasi masyarakat lokal, serta (5) sertifikasi ekowisata internasional untuk menunjukkan komitmen terhadap praktik ekowisata yang berkelanjutan, meningkatkan kepercayaan wisatawan, dan memperkuat citra destinasi sebagai tujuan ekowisata yang bertanggung jawab (Evareny et al., 2018).

## **4. Kesimpulan dan Saran**

### **4.1. Kesimpulan**

Tipe tutupan lahan di areal TWAGP terbagi 4 yakni lahan terbangun, pertanian, hutan dan lahan terbuka dimana tipe tutupan lahan berupa lahan terbangun sangat dominan. Pada areal TWAGP didominasi oleh 2 tipe kelas lereng yakni bergelombang dan sangat curam. Terdapat perubahan lahan bervegetasi dalam periode 20 tahun baik bertambahnya tutupan lahan bervegetasi (reforestasi) maupun berkurangnya tutupan lahan bervegetasi (degradasi). Terdapat 65% areal TWAGP yang masuk dalam kategori sensitive terhadap ekologi dan 7% areal yang sangat sensitive terhadap ekologi.

### **4.2. Saran**

Perlu dilakukan penataan blok pengelolaan dan tindakan pengelolaan yang intensif dengan mempertimbangkan tingkat sensitivitas ekologi dan kondisi penggunaan lahan saat ini sehingga keberlanjutan TWAGP tetap terjamin.

### **Daftar Pustaka**

- Ardiansyah, I., & Iskandar, H. (2022). Analisis potensi ekowisata di Taman Wisata Alam Gunung Pancar dengan menggunakan metode analisis ADO - ODTWA. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 2(8), 2621–2630.
- Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam Jawa Barat. (2019). *Desain Tapak Pengelolaan Pariwisata Alam pada Blok Pemanfaatan Taman Wisata Alam Gunung Pancar*. Bandung.
- Beljai, Matheus, E.K.S., Muntasib, H., & Sulistyantara, B. (2014). Konsep penataan lanskap untuk wisata alam di Kawasan Taman Wisata Alam Sorong. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 21(3), 356–65.

- Cernea, Michael, M., & Schmidt-Solta, K. (2006). Poverty Risks and National Parks: Policy Issues in Conservation and Resettlement. *World Development*, 34(10), 1808–30.
- Dhami, I., Jinyang, D., Strager, M., & Conley, J.. (2017). Suitability-sensitivity analysis of nature-based tourism using geographic information systems and analytic hierarchy process. *Journal of Ecotourism*, 16(1), 41–68.
- Evareny, Y., Ricky, A., & Sunarminto, T. (2018). Analisis persepsi terhadap ekologi dalam pengembangan ekowisata di Kabupaten Sleman. *Analisis Persepsi Terhadap Ekologi*, 22(4), 1–7.
- Fallah, M., & Ocampo, L. (2021). The use of the delphi method with non-parametric analysis for identifying sustainability criteria and indicators in evaluating ecotourism management: The case of Penang National Park (Malaysia). *Environment Systems and Decisions*, 41(1), 45–62.
- Frastien, D., & Satmaidi, I.E. (2018). Pemanfaatan ruang berdasarkan rencana tata ruang dalam upaya perlindungan kawasan Taman Wisata Alam Pantai. *Jurnal Penelitian Hukum*, 27(1), 1–22.
- Hemati, M., Hasanlou, M., Mahdianpari, M., & Mohammadimanesh, F. (2021). A systematic review of landsat data for change detection applications: 50 years of monitoring the earth. *Remote Sensing*, 13(15).
- Hersperger, A., Simona, M., Grădinaru, R., Daunt, A.B.P., Imhof, C.S., & Peilei, F. (2021). Landscape ecological concepts in planning: review of recent developments. *Landscape Ecology*, 36(8), 2329–45.
- Kinho, J., Irawati, D., Arini, D. Abdulah, L., Susanti, R., Irawan, A., Yulianti, M., Subarudi, Imanuddin, R., Wardani, M., Denny, Kalima, T., Hardjana, A.K., Susilo, A., Heriansyah, I., & Tampang, A. (2022). Habitat characteristics of magnolia based on spatial analysis: Landscape protection to conserve endemic and endangered magnolia Sulawesiana Brambach, Noot., & Culmsee, 6–10.
- Kosasih, D., Saleh, M.B., & Prasetyo, L.B. (2019). Visual and digital interpretations for land cover classification in Kuningan District, West Java. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 24(2), 101–8.
- Malczewski, J., & Jankowski. P. (2020). Emerging trends and research frontiers in spatial multicriteria analysis. *International Journal of Geographical Information Science*, 34(7), 1257–82.
- Nasrudin, M., Nitibaskara, T.U., & Rusli, A.R. (2015). “Keanekaragaman jenis burung di taman wisata alam Gunung Pancar Provinsi Kawa Barat. *Jurnal Nusa Silva*, 15(2).
- Premono, B.T., & Kunarso, A. (2010). Valuasi ekonomi taman wisata alam Punti Kayu Palembang. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 7(1), 13–23.
- Setiawan, A., Rezky, M., Widodo, S., & Asmiani, N.. (2018). Analisis capital budgeting untuk menilai kelayakan investasi dalam usaha penambangan batubara pada PT Tuah Globe Mining, Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Geomine*, 6(1), 1–5
- Sukwika, T., & Rahmatulloh, F.. (2021). “Penilaian Taman Wisata Alam Situ Gunung Sukabumi: Penerapan

- TCM.” *Jurnal Pariwisata* 8(2):80–89.
- Vogt, M.A.B. (2021). Ecological Sensitivity within Human Realities Concept for Improved Functional Biodiversity Outcomes in Agricultural Systems and Landscapes. *Humanities and Social Sciences Communications*, 8(1).
- Wang, H., Liu, H., Zang, F., Liu, Chang, Y., Huang, G., & Fu, G. (2023). Remote Sensing-Based Approach for the Assessing of Ecological Environmental Quality Variations Using Google Earth Engine: A Case Study in the Qilian Mountains.
- Widodo, W. (2013). Studi keanekaan spesies burung pada tiga tipe tata guna lahan di Taman Wisata Alam Gunung Pancar, Bogor. *Dalam: Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS*.
- Wulansari, H. (2017). “Uji Akurasi Klasifikasi Penggunaan Lahan Dengan Metode Defuzzifikasi Maximum Likelihoodberbasis Citra ALOS AVNIR-2. *Bhumi*, 3(1).
- Zhu, Z.. (2017). “Change detection using landsat time series: A review of frequencies, preprocessing, algorithms, and applications.” *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 130, 370–84.