

## **Prediksi Ketidaksesuaian Lahan Terbangun Berbasis *Cellular Automata* di Satuan Ruang Strategis Pantai Selatan Gunungkidul**

### ***Cellular Automata-Based Potential Inconsistency of Built-Up Area in Gunungkidul Southern Coast Strategic Space Unit***

**Dian Eva Solikha<sup>1\*</sup>, & Atrida Hadiani<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Magister Perencanaan Kota dan Wilayah, Universitas Gadjah Mada, Jalan Grafika Nomor 2 Yogyakarta 55281; <sup>2</sup>Departemen Teknik Arsitektur dan Perencanaan, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Jalan Grafika Nomor 2 Yogyakarta 55281; \*Penulis korespondensi.  
*e-mail:* [dianevasolikha525734@mail.ugm.ac.id](mailto:dianevasolikha525734@mail.ugm.ac.id)  
(Diterima: 1 Oktober 2024; Disetujui: 29 September 2025)

#### **ABSTRACT**

*The development of the South Coast Strategic Spatial Unit of Gunungkidul Regency aims to realize a disaster-resilient and sustainable area. One of them is the construction of the South Cross Road Line (JJLS), which will encourage economic growth in the southern route and the development of the tourism sector. This research aims to identify the potential inconsistency of built-up area predicted in the final year of 2043 with the strategic spatial pattern plan for regional development in the Gunungkidul Southern Coast strategic spatial area. The method used is spatial-temporal-based, using a quantitative approach with Cellular Automata ANN-Markov Chain in Terrset software to predict built-up area in 2043, based on the results of the land cover matrix in 2003 and 2013. Land cover classification is based on the use of three multitemporal satellite images, namely Landsat 7 ETM+ in 2003, Landsat 8 OLI/TIRS in 2013 and Landsat 9 OLI/TIRS Surface Reflectance in 2023. The research results show the highest trend of built-up land during the years 2003-2023, reaching 430.27 Ha. The highest spatial pattern of Pansela SRS non-conformity is in the production forest area by 43%, reservoir/pond border area by 19%, and coastal and small islands conservation area by 15%. The most built-up land mismatches were found in the Kanigoro sub-district, Kapanewon Saptosari, at 39.12% with a spatial pattern of production forest (24.70 Ha), reservoir/pond border (1.31 Ha) and coastal and small island conservation areas (2.89 Ha).*

*Keywords:* strategic space area, inconsistency, cellular automata, spatial planning, built-up area.

#### **ABSTRAK**

Pengembangan Satuan Ruang Strategis Pantai Selatan Kabupaten Gunungkidul bertujuan mewujudkan kawasan tangguh bencana dan berkelanjutan. Salah satunya melalui pembangunan Jalur Jalan Lintas Selatan (JJLS), dimana akan mendorong pertumbuhan ekonomi di jalur selatan dan pengembangan sektor wisata. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi ketidaksesuaian tutupan lahan terbangun hasil prediksi tahun akhir 2043 dengan rencana pola ruang strategis pengembangan wilayah pada satuan ruang strategis Pantai Selatan Gunungkidul. Metode yang digunakan berbasis spasial temporal dengan pendekatan kuantitatif dengan *Cellular Automata ANN-Markov Chain* dalam perangkat lunak *Terrset* untuk memprediksi tutupan lahan terbangun di tahun 2043 yang diperoleh dari hasil matriks tutupan lahan tahun 2003 dan 2013. Klasifikasi tutupan lahan didasarkan pada penggunaan tiga citra satelit multitemporal yaitu Landsat 7 ETM+ tahun 2003, Landsat 8 OLI/TIRS tahun 2013 dan Landsat 9 OLI/TIRS *Surface Reflectance* tahun 2023. Hasil

penelitian menunjukkan tren lahan terbangun tertinggi pada tahun 2003-2023 yaitu 430.27 Ha. Pola ruang ketidaksesuaian SRS Pansela paling tinggi berada di kawasan hutan produksi sebesar 43%, kawasan sempadan waduk/telaga sebesar 19%, dan kawasan konservasi pesisir dan pulau-pulau kecil sebesar 15%. Ketidaksesuaian lahan terbangun paling banyak ditemukan di Kalurahan Kanigoro, Kapanewon Saptosari sebesar 39.12 % dengan pola ruang hutan produksi (24.70 Ha), sempadan telaga (1.31 Ha) dan kawasan konservasi pesisir pulau-pulau kecil (2.89 Ha).

Kata kunci: satuan ruang strategis, ketidaksesuaian, *cellular automata*, rencana tata ruang, lahan terbangun.

## PENDAHULUAN

Satuan Ruang Strategis Pantai Selatan (SRS Pansela) Kabupaten Gunungkidul merupakan satu dari tiga satuan ruang strategis yang dimiliki Kabupaten Gunungkidul. SRS Pansela terdiri dari 9 (sembilan) kapanewon dengan total keseluruhan luas SRS Pansela 37,931.739 Ha (DPTR Kab. Gunungkidul, 2023). Kawasan SRS Pansela adalah kawasan strategis provinsi DI Yogyakarta dari sudut kepentingan ekonomi, maka dari itu pembangunan di daerah ini perlu didorong salah satunya dengan pembangunan infrastruktur.

Ketersediaan infrastruktur memudahkan masyarakat untuk mengakses sumber daya yang mendorong pertumbuhan ekonomi dan produktivitas (Edy & Pristyawati, 2021). Pembangunan Infrastruktur Jalur Jalan Lintas Selatan (JJLS) merupakan program strategis nasional yang melintasi Pulau Jawa, meliputi Provinsi Jawa Timur, DI Yogyakarta, Jawa Tengah, Banten dan Jawa Barat. JJLS merupakan bagian dari upaya pemerintah, melalui Kementerian Pekerjaan Umum, untuk mendorong ketersediaan prasarana jalan dengan tujuan mengurai kepadatan transportasi di Pantai Utara Jawa (Pantura) dan mendorong pertumbuhan wilayah di selatan Jawa. Terdapat perbedaan antara wilayah di pantai utara dan selatan Jawa. Kota-kota Pantura mengalami perkembangan sosial ekonomi cukup tinggi dibandingkan wilayah-wilayah sepanjang Pantai Selatan (Widiana & Prakoso, 2022).

Kawasan SRS (Satuan Ruang Strategis) Pantai Selatan Kabupaten Gunungkidul kaya akan sumber daya alam terutama daya tarik wisata pantai berpasir putih, yang hingga kini masih menjadi tujuan destinasi bagi turis lokal hingga mancanegara. Kabupaten Gunungkidul

memiliki garis pantai terpanjang di DIY mencapai kurang lebih 70 Km. Adanya kemudahan akses transportasi di wilayah bagian selatan dengan adanya JJLS, tentu membawa dampak positif bagi para investor untuk turut serta menggerakkan kegiatan perekonomian di wilayah tersebut.

Perkembangan tutupan lahan suatu wilayah dapat dianalisis menggunakan data penginderaan jauh berupa citra satelit multitemporal dengan sebuah model. Pemodelan perubahan tutupan lahan berfungsi untuk mengantisipasi adanya perubahan tutupan lahan yang mengarah ke arah negatif sehingga dapat menjadi masukan untuk perencanaan ke depannya (Darmawan *et al.*, 2018). Beberapa penelitian terkait pemodelan *Cellular Automata* (CA) untuk perubahan penggunaan/penutupan lahan telah banyak dilakukan diantaranya Hafid (2021), memetakan dan menganalisis perubahan penggunaan lahan pertanian dan mengkaji faktor-faktor yang berpengaruh. Armanda (2021), mengkaji model prediksi perubahan tutupan lahan tahun 2007 sampai tahun 2020 di DAS Krueng Aceh dengan mengintegrasikan ANN-Markov. Aziz (2022), mengidentifikasi potensi ketidaksesuaian antara hasil prediksi penggunaan lahan dengan rencana pola ruang Kabupaten Bekasi menggunakan CA-Markov dengan akurasi model 0.91%.

Pemodelan penggunaan lahan menampilkan proses perubahan penggunaan lahan yang telah terjadi atau berpotensi terjadi, secara spasial dan berbasis waktu, dengan faktor yang berpengaruh (Arfah *et al.*, 2024). Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat digunakan untuk analisis model perubahan penggunaan lahan. Salah satu model yang dapat digunakan adalah *Cellular Automata* (CA) yang memiliki sifat dinamis dan kemampuan integrasi dengan

model lain seperti jaringan syaraf tiruan/*Artificial Neural Network* (ANN) dan Rantai Markov (*Markov Chain*) (Hapsary *et al.*, 2021). Fleksibilitas, kejelasan, dan kemampuan untuk mengintegrasikan aspek dinamis dan spatio-temporal dari proses urbanisasi, serta kemampuan untuk memodelkan sistem dinamis yang kompleks merupakan alasan utama meluasnya pemanfaatan model CA dalam prediksi dan simulasi tren perubahan penggunaan dan tutupan lahan di masa depan dalam beberapa tahun terakhir (Milad *et al.*, 2017).

Penelitian ini mengkombinasikan CA dengan ANN (*artificial neural network*)-Rantai Markov. *Artificial Neural Network* atau Jaringan syaraf tiruan adalah metode pembelajaran mesin yang digunakan dalam pembelajaran terawasi yang dapat mengenali berbagai pola berdasarkan contoh atau data masukan yang diberikan (Hapsary *et al.*, 2021). Rantai Markov digunakan karena mampu menghasilkan probabilitas perubahan antara berbagai jenis tutupan lahan selama periode waktu tertentu (Asif *et al.*, 2023). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui prediksi ketidaksesuaian lahan terbangun pada tahun 2043 dengan memperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhi perubahan tutupan lahan. Faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan tutupan lahan ditentukan berdasarkan kondisi lapangan dan studi literatur, meliputi jalan, lahan terbangun, pusat pelayanan, ketersediaan jaringan listrik, jaringan SPAM, kemiringan lereng dan elevasi. Prediksi lahan terbangun di tahun terakhir yaitu tahun 2043 kemudian disandingkan dengan pola ruang Strategi Pengembangan Wilayah SRS Pantai Selatan Gunungkidul sesuai dengan Peraturan Gubernur DIY Nomor 9 tahun 2023, untuk melihat ketidaksesuaian di masa yang datang.

## METODOLOGI

### Persiapan Data Spasial

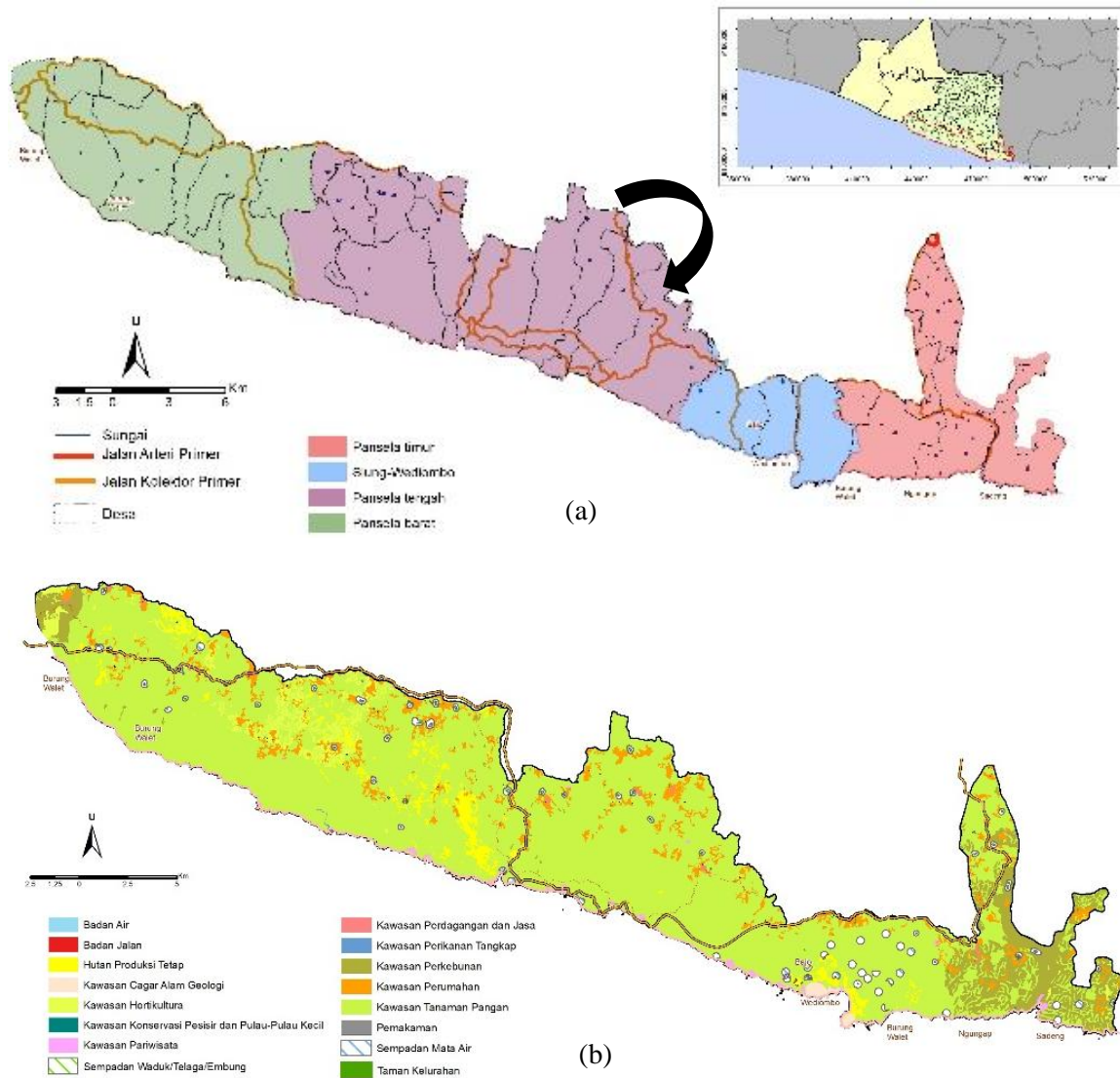
Penelitian ini menggunakan pendekatan spasial temporal dengan pendekatan kuantitatif. Lokasi penelitian berada pada delineasi SRS

sesuai Keputusan Bupati Gunungkidul nomor 190/KPTS/2022 tentang Pembagian Wilayah Penyusunan Perencanaan Rencana Detail Tata Ruang terbagi menjadi 4 (empat) wilayah yaitu Pansela timur, Siung-Wediombo, Pansela tengah dan Pansela barat, dengan total luas 37,931.739 Ha (DPTR Kab. Gunungkidul) [Gambar 1].

Citra Satelit Landsat multitemporal yaitu Landsat 7 ETM+ *Collection 2 Surface Reflectance* tahun 2003, Landsat 8 OLI/TIRS *Collection 2 Surface Reflectance* tahun 2013 dan Landsat 9 OLI/TIRS *Collection 2 Surface Reflectance* tahun 2023 digunakan sebagai sumber data sekunder [Tabel 1]. Citra Satelit Landsat memiliki resolusi spasial menengah yaitu 30 x 30 meter dengan kombinasi band yang digunakan *true color* dan *false color*. *True color* untuk menampilkan *image* sesuai dengan realita di permukaan bumi dengan kombinasi band 432 pada Landsat 8, dan *false color* untuk mengidentifikasi area vegetasi dengan kombinasi band 543 pada Landsat 7.

Tabel 1. Data pendukung

No.	Data pendukung	Jenis data	Sumber data
1	Landsat 7 ETM + Collection 2 Surface Reflectance tahun 2003	Raster	Google earth engine
2	Landsat 8 OLI/TIRS Collection 2 Surface Reflectance Surface Reflectance tahun 2013	Raster	Google earth engine
3	Landsat 9 OLI- 2/TIRS-2 Collection 2 tahun 2023	Raster	Google earth engine
4	Pola Ruang SPW SRS DI Yogyakarta	Vektor	Pergub DIY No. 9 tahun 2023
5	Data dasar dan tematik Kabupaten Gunungkidul	Vektor	RTRW Kabupaten Gunungkidul No. 6 tahun 2011



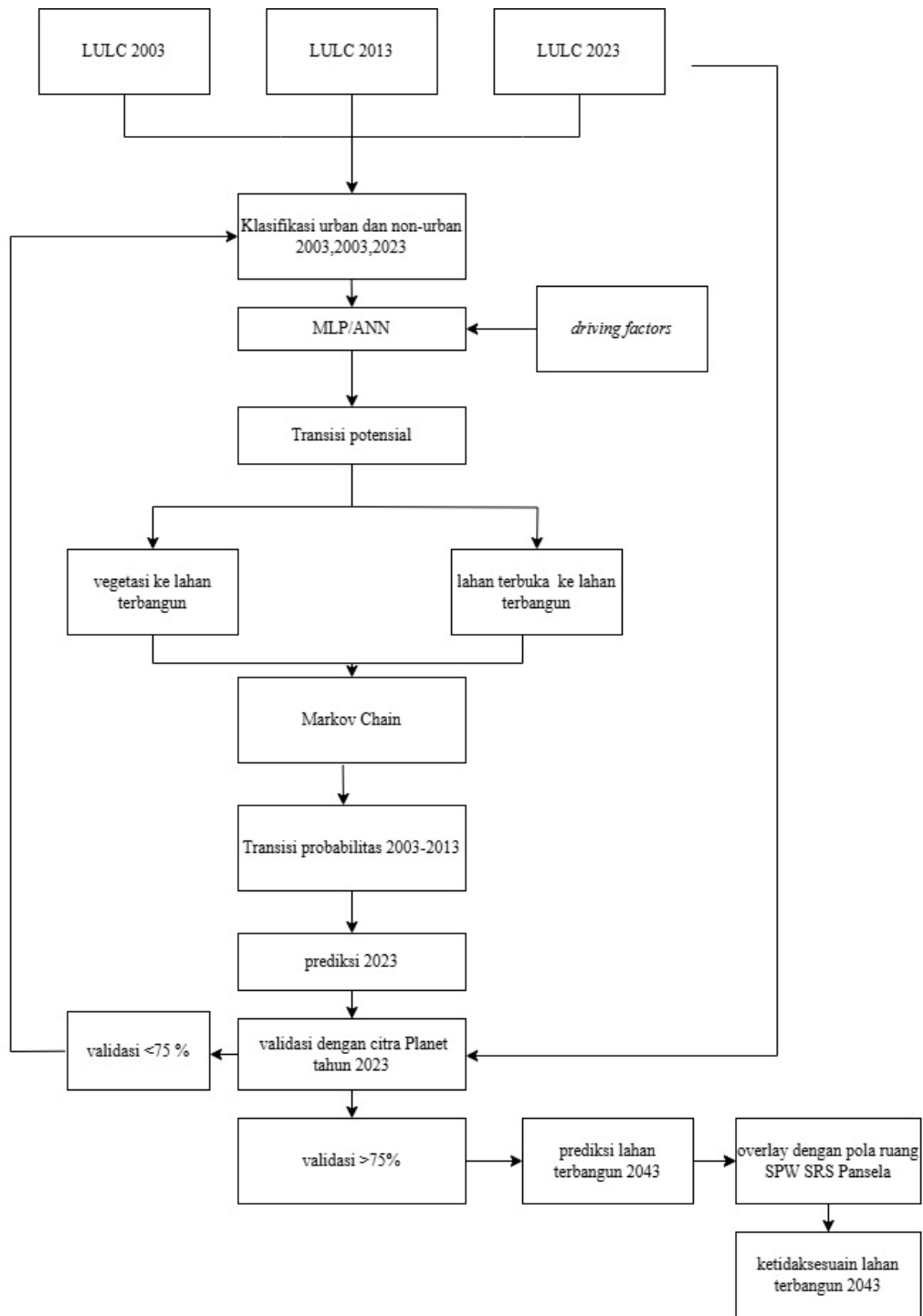
Gambar 1. (a) Lokasi penelitian dan (b) pola ruang SPW SRS Pansela  
 Sumber: DPTR Gunungkidul, 2024

Penelitian ini menggunakan beberapa variabel meliputi biofisik, sosial ekonomi, dan sarana prasarana. Faktor pendorong konversi lahan dikelompokkan menjadi lima yaitu faktor biofisik, sosial, ekonomi, kebijakan tata ruang dan interaksi keruangan dan karakter penggunaan lahan sekitarnya (Dendoncker *et al.*, 2007). Hubungan dari faktor ekonomi, lingkungan, biofisik, kelembagaan dan budaya menjadi tantangan dengan kesulitan yang berbeda dalam identifikasi dan evaluasi perubahan pemanfaatan lahan (Maria *et al.*, 2014). Data tersebut diolah dengan *tools euclidean distance* untuk mengetahui jarak dari masing-masing faktor pendorong pada perangkat lunak ArcGis 10.8. Klasifikasi

tutupan lahan format raster multitemporal dengan proyeksi UTM dan seluruh data faktor pendorong dengan syarat harus memiliki ukuran pixel yang sama yaitu 30x30 meter, proyeksi yang sama (UTM) dan jenis data sama yaitu data raster sebagai input data dalam prediksi tutupan lahan di masa yang akan datang. Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.

### Pengolahan Data

Pemrosesan data menggunakan platform *GEE (Google Earth Engine)* terdiri dari beberapa tahapan yaitu: *image selection*, *image pre processing*, *data sampling*, *classifier* dan *accuracy assessment*.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

*Google Earth Engine* adalah sebuah platform berbasis *cloud* yang mengintegrasikan sekumpulan data hasil perekaman satelit berskala global, menggunakan bahasa pemrograman *Javascript*, sehingga memudahkan pengguna dalam pengumpulan data spasial, memanipulasi hingga menjalankan algoritma khusus dan komputasi cepat. *Cloud*

*Masking* dilakukan untuk mendeteksi area penelitian agar terbebas dari tutupan awan. *Band Quality Assessment* (BQA) yaitu suatu band yang dibuat oleh Landsat yang berfungsi untuk mendeteksi awan (Sinabutar *et al.*, 2020). Selain itu, dilakukan *Gap Filling* yaitu metode menggabungkan data satelit multitemporal agar terhindar dari data kosong, citra satelit yang

tertutup awan dan citra satelit yang mengalami kerusakan seperti yang terjadi pada Landsat 7 yang mengalami kegagalan pengoreksian baris pemindai yang berakibat banyak data hilang (Aziz, 2022). Pada satelit Landsat 7 dilakukan

*Gap Filling* menggunakan citra satelit di tahun sebelumnya yaitu tahun 2002 untuk mengisi kerusakan data yang dialami Landsat 7 perekaman tahun 2003.

Tabel 2. Hasil uji akurasi klasifikasi tutupan lahan

	Tahun 2003	Tahun 2013	Tahun 2023
<i>Overall Accuracy</i>	0.89	0.89	0.97
<i>Kappa Coefficient</i>	0.82	0.84	0.95

Klasifikasi tutupan lahan menggunakan algoritma *Random Forest* (RF) dengan kelas tutupan lahan meliputi lahan non terbangun (badan air, vegetasi, lahan terbuka) dan lahan terbangun. Klasifikasi tutupan lahan mengacu pada Badan Standardisasi Nasional (BSN) SNI 7645-1-2014. *Random Forest* membentuk beberapa pohon keputusan dengan menggunakan variabel pelatihan yang dipilih secara acak dan menambahkan satu proses baru untuk memungkinkan penggunaan teknik yang lebih kompleks dalam pengambilan keputusan (Al Farikhi & Pramono, 2023). *Accuracy assessment* melalui platform GEE dilakukan dengan membuat 100 training sampel terbagi 4 (empat) kelas untuk masing-masing tutupan lahan yang dihasilkan. Akurasi kappa yang dihasilkan menunjukkan angka yang cukup tinggi yaitu di atas 0.80 [Tabel 2] untuk semua rentang tahun. Berdasarkan kelas akurasi Kappa, nilai tersebut [Tabel 3] termasuk kategori sangat kuat. *Kappa Accuracy* digunakan untuk mengetahui ketepatan model prediksi perubahan tutupan lahan.

Tabel 3. Kelas uji Kappa

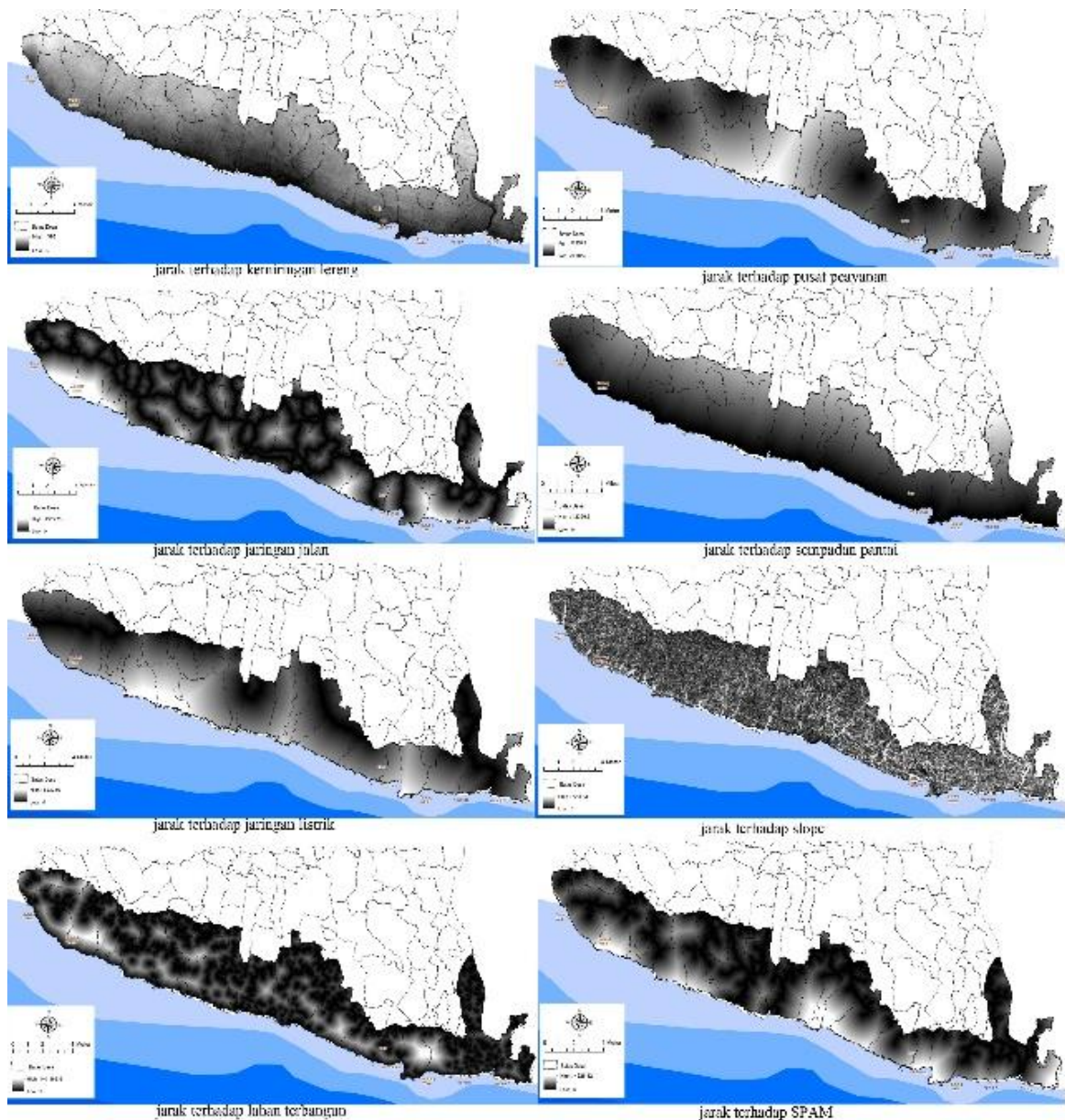
Nilai koefisien	Kelas
<0.20	Rendah
0.21-0.40	Lumayan
0.41-0.60	Cukup
0.61-0.80	Kuat
>0.80	Sangat kuat

Sumber : Kunz (2017)

### Pemodelan Tutupan Lahan

Simulasi perubahan tutupan lahan memakai aplikasi *TerrSet* dari *Clark Labs* modul *Land Change Modeler* (LCM) meliputi 3 (tiga) proses yaitu *change analysis*, *transitions potential*, dan *change prediction*. Prediksi tutupan lahan memerlukan data tutupan lahan lampau meliputi tahun 2003 dan tahun 2013 untuk menghasilkan prediksi tutupan lahan tahun 2043 serta tahun 2023 sebagai tutupan lahan aktual untuk memvalidasi model. Data ini kemudian menjadi input pada tahapan *change analysis* untuk mengetahui *gain and loses* masing-masing kelas tutupan lahan. Setelah *change analysis* tahapan selanjutnya adalah *transitions potensial* untuk mengetahui besaran konversi untuk kelas tutupan lahan. Pada penelitian ini berfokus pada lahan terbangun, maka konversi yang dipertimbangkan adalah konversi kelas lahan terbuka menjadi lahan terbangun dan konversi kelas vegetasi menjadi lahan terbangun.

*Accuracy rate MLP neural network* pada transisi potensial lahan terbuka menjadi lahan terbangun sebesar 73.14%, sedangkan transisi potensial dari vegetasi menjadi lahan terbangun sebesar 81.82%. Pada tahapan ini, variabel pendorong digunakan sebagai input untuk membuat model prediksi. Tahapan *change prediction* untuk menghasilkan prediksi tutupan lahan tahun 2023 yang telah dipengaruhi oleh variabel pendorong yang dianggap mempengaruhi perubahan tutupan lahan serta matriks transisi tiap kelas tutupan lahan. Variabel pendorong yang digunakan dalam penelitian meliputi jalan, lahan terbangun, pusat pelayanan, ketersediaan jaringan listrik, jaringan SPAM, kemiringan lereng dan elevasi seperti yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Variabel pendorong yang digunakan dalam penelitian

Tutupan lahan 2023 prediksi selanjutnya, dilakukan uji validitas dengan membandingkan tutupan lahan tahun 2023 aktual yang diperoleh dari hasil klasifikasi tutupan lahan menggunakan GEE dan citra satelit Planet NICFI (*Norway's International Climate and Forests Initiative*) tahun perekaman tahun 2023. Uji akurasi dilakukan pula dengan menggunakan *plug-in* AcaTama (*Accuracy Assessment of Thematic Maps*) pada *software* Quantum GIS dengan teknik *stratified data sampling*. Selain itu, uji akurasi dengan menggunakan perangkat lunak *Terrset* yaitu

menghitung AUC (*Area Under Curve*) dengan menggunakan fungsi ROC (*Relative Operating Characteristic*) yang tersedia pada aplikasi *Terrset*. AUC diperoleh dari mengurangi lahan real saat ini dengan lahan sebelumnya, misalnya tutupan lahan 2013 dikurangi dengan tutupan lahan 2003. Hasil validitas model menunjukkan nilai di atas 75% [Tabel 4], maka model dianggap layak untuk dilakukan pemodelan tutupan lahan di masa yang akan datang.

Uji akurasi yang dihasilkan dalam proses MLP Neural Network >75%, nilai ini tergolong baik untuk memodelkan prediksi tutupan lahan

di tahun 2043. Nilai uji akurasi dapat ditingkatkan dengan menggunakan citra satelit resolusi tinggi dan melibatkan banyak faktor pendorong, namun dapat berakibat akan membutuhkan waktu lebih lama dalam memprosesnya di perangkat lunak *TerrSet*. Klasifikasi tutupan lahan dengan citra satelit resolusi tinggi akan meminimalkan kesalahan klasifikasi yang disebabkan oleh fenomena *salt and pepper* yaitu adanya kemiripan nilai piksel antara area yang tumpang tindih ketika proses klasifikasi (Rotinsulu, Walangitan, & Ahmad, 2018)

Tabel 4. Hasil uji validitas

Uji validitas	Nilai validitas
AUC-ROC <i>Terrset</i>	87.93%
Citra Satelit Planet NICFI	78.26%
Tutupan lahan aktual 2023	77.63%

*Overlay* ketidaksesuaian dilakukan dengan menggunakan prediksi lahan terbangun pada tahun akhir yaitu tahun 2043 dengan peta pola ruang SPW SRS Pansela. Penentuan ketidaksesuaian berdasarkan arahan peraturan zonasi Pergub DIY No. 9 tentang SPW SRS seperti yang disajikan pada Tabel 5. Hasil dari *overlay* dibagi menjadi 2 (dua) kelas yaitu sesuai (boleh dialih fungsi) dan tidak sesuai (tidak boleh dialih fungsi).

Tabel 5. Ketidaksesuaian SPW SRS

Pola ruang	Tutupan lahan	Kelas
Jalan	Lahan terbangun	Sesuai
Perairan		Tidak sesuai
Hutan produksi tetap		Tidak sesuai
Cagar alam geologi		Tidak sesuai
Hortikultura		Sesuai
Konservasi pesisir dan pulau kecil		Tidak sesuai
Pariwisata		Sesuai
Perdagangan dan jasa		Sesuai
Perikanan tangkap		Sesuai

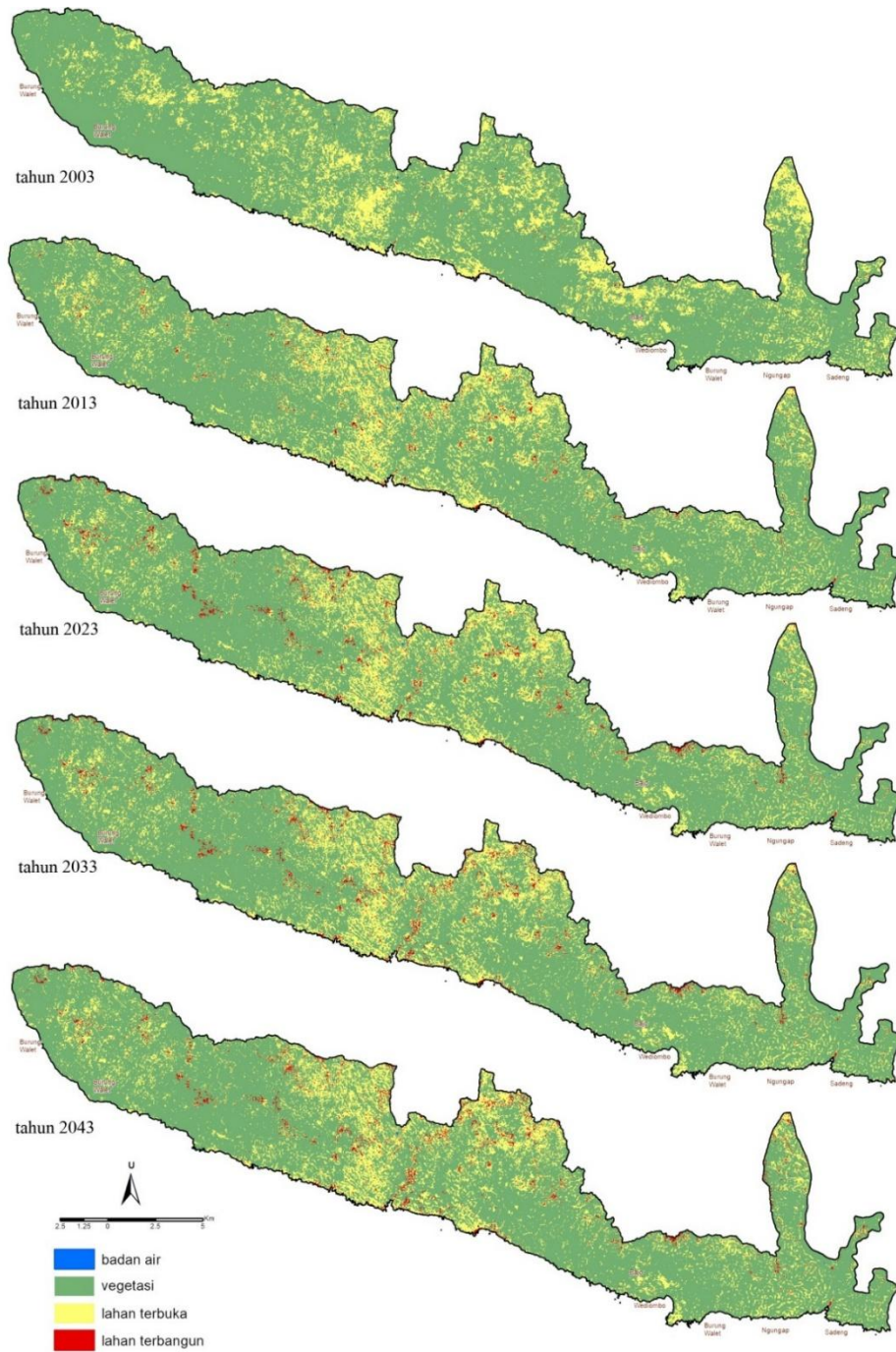
Pola ruang	Tutupan lahan	Kelas
Perkebunan		Sesuai
Perumahan		Sesuai
Tanaman pangan		Sesuai
Pemukaman		Tidak sesuai
Sempadan mata air		Tidak sesuai
Sempadan waduk		Tidak sesuai
Taman kelurahan		Tidak sesuai

Sumber : PERGUB DIY Nomor 9, SPW SRS

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Prediksi tutupan lahan [Gambar 4] dilakukan untuk tahun 2033 dan 2043. Target prediksi tutupan lahan mendekati tahun 2030 yang merupakan tahun berakhirnya Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Gunungkidul nomor 6 tahun 2011 dan tahun 2043 dengan rentang waktu 10 (sepuluh) tahun bertepatan tahun akhir berlakunya Pergub DIY nomor 9 tahun 2023. Prediksi lahan terbangun tahun 2043 ditampilkan (*overlay*) dengan pola ruang SPW SRS Pansela dan menghasilkan ketidaksesuaian lahan terbangun.

Hasil klasifikasi tutupan lahan menunjukkan deliniasi satuan ruang strategis Pansela didominasi tutupan lahan vegetasi dan lahan terbuka, kemudian diikuti lahan terbangun dan paling rendah badan air. Pada rentang waktu antara tahun 2003-2013, terjadi penambahan luas paling besar pada kelas tutupan lahan terbangun yaitu sebesar 349.81 Ha, selanjutnya lahan terbuka sebesar 138.04 Ha dan penambahan paling sedikit pada tutupan lahan badan air sebesar 6.92 Ha. Sedangkan untuk tutupan lahan vegetasi mengalami pengurangan yaitu 494.74 Ha. Pada rentang waktu tahun 2013-2023, lahan terbangun mengalami penambahan sebesar 430.27 Ha, sedangkan vegetasi mengalami pengurangan sebesar 83.21 Ha, lahan terbuka berkurang sebesar 347.06 Ha dan badan air tidak mengalami perubahan atau konstan [Tabel 6].



Gambar 4. Pola lahan terbangun tahun 2003 hingga tahun 2043

Tabel 6. Luas tutupan lahan tahun 2003-2043

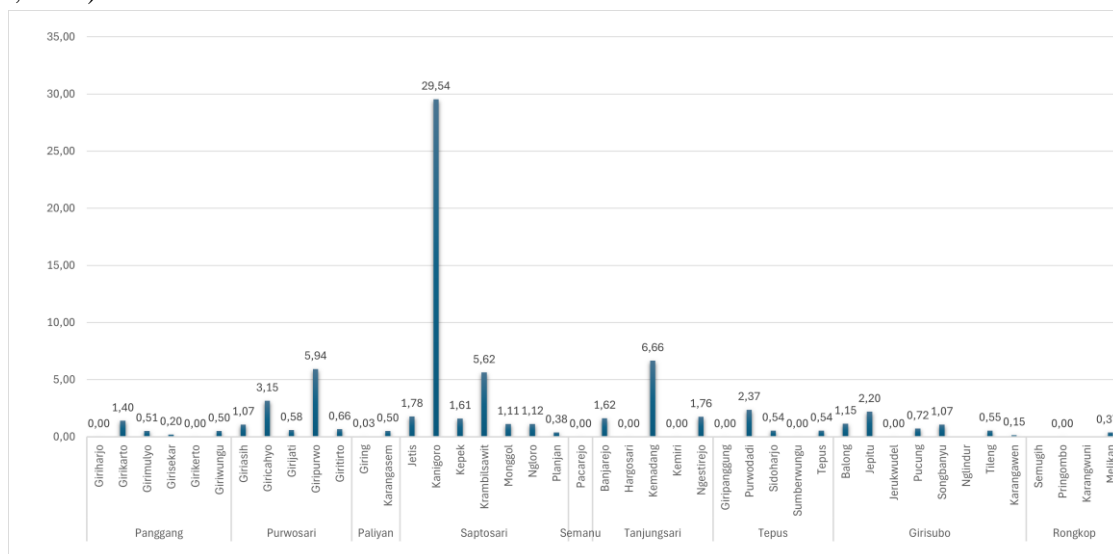
Kelas tutupan lahan	2003	2013	2023	2033	2043
Lahan terbangun	108.68	458.49	888.76	1,011.19	1,053.69
Lahan terbuka	7,591.23	7,729.27	7,382.21	7,458.78	7,532.14
Vegetasi	30,200.97	29,706.20	29,622.98	29,423.96	29,308.12
Badan air	11.18	18.10	18.10	18.10	18.10

Tabel 7. Persentase perubahan tiap rentang tahun

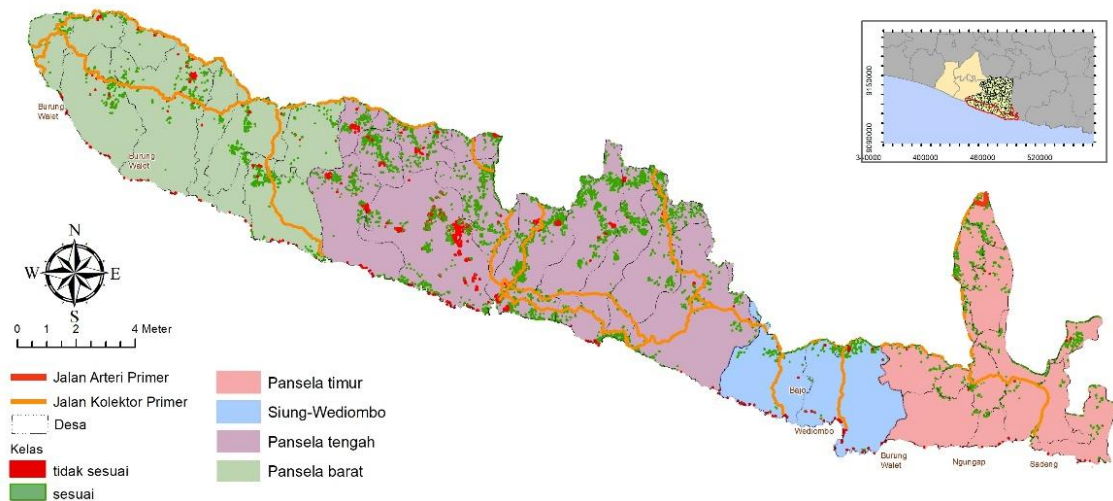
Tutupan Lahan	Area change(%)		
	2013-2023	2023-2033	2033-2043
lahan terbangun	93.85	13.78	4.20
lahan terbuka	-4.49	1.04	0.98
vegetasi	-0.28	-0.67	-0.39
badan air	0.00	0.00	0.00

Penambahan lahan terbangun paling besar pada rentang waktu tahun 2013-2023 sebesar 430.27 Ha atau 93.85%, sedangkan penambahan paling kecil di rentang waktu tahun 2033-2043 hanya sebesar 42.49 Ha atau 4.20% [Tabel 7]. Rentang waktu tahun 2013-2023 adalah rentang waktu dimana adanya pembangunan JJLS, dimulai dari pembebasan lahan di tahun 2019 dengan target penyelesaian tahun 2024. Alih fungsi lahan terbangun dari tahun ke tahun menunjukkan adanya penambahan, meski begitu tutupan lahan vegetasi dan lahan terbuka masih mendominasi kawasan delineasi SRS, dikarenakan wilayah tersebut memiliki topografi berbukit dan didominasi kawasan bentang alam karst yang memiliki kemampuan lahan terbatas (Cahyadi et.al, 2017).

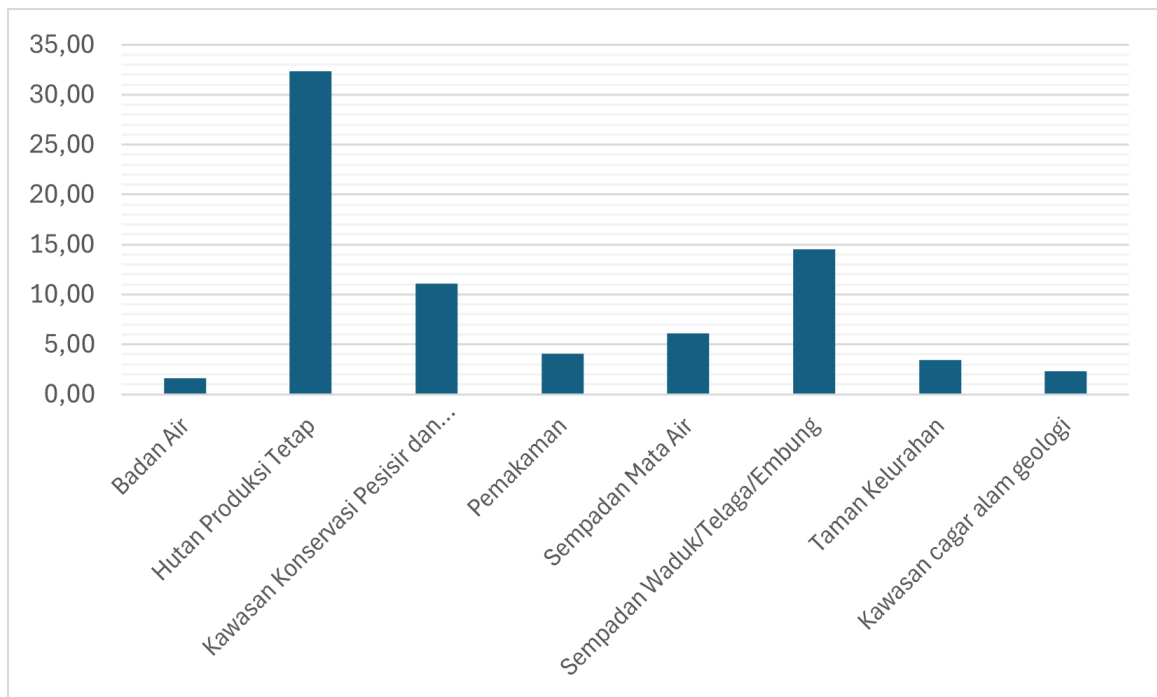
Prediksi lahan terbangun tahun 2043 ditampilkan dengan pola ruang SRS Pansela, menunjukkan wilayah Pansela bagian tengah mengalami perkembangan lahan terbangun yang cukup tinggi dibandingkan wilayah lainnya. Pansela bagian tengah memiliki jarak yang lebih dekat dengan pusat kota Wonosari dan memiliki beragam pilihan tujuan wisata pantai yang lebih mudah diakses daripada wilayah Pansela lainnya, seperti yang terjadi pada Kalurahan Kanigoro. Ketidaksesuaian lahan terbangun paling banyak ditemukan di Kalurahan Kanigoro, Kapanewon Saptosari (Pansela tengah) sebesar 33.53 % (29.54 Ha) dengan pola ruang hutan produksi, sempadan telaga dan kawasan konservasi pesisir pulau-pulau kecil [Gambar 5]. Secara keseluruhan ketidaksesuaian tutupan lahan terbangun paling tinggi menempati pola ruang hutan produksi sebesar 43%, sempadan waduk/telaga 19% dan kawasan konservasi pesisir dan pulau-pulau kecil sebesar 15%, seperti yang terlihat pada Gambar 7.



Gambar 5. Luas ketidaksesuaian prediksi SPW SRS Pansela (Ha)



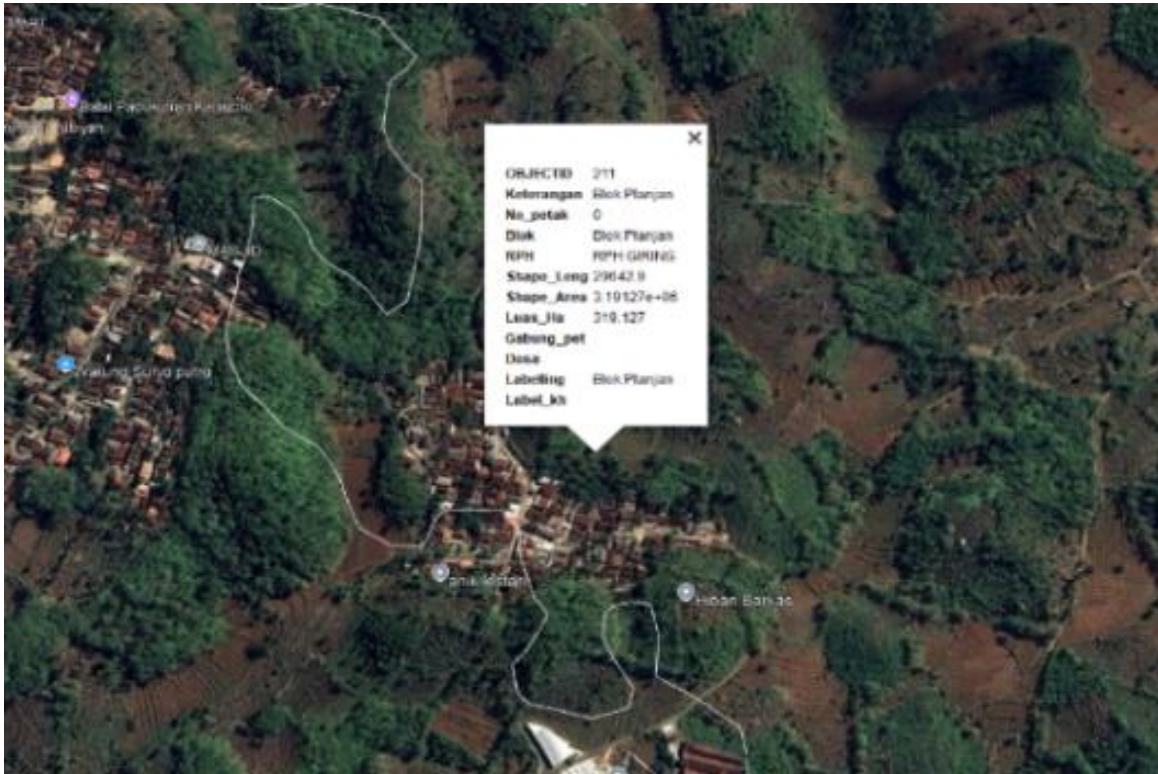
Gambar 6. Peta ketidaksesuaian lahan terbangun tahun 2043 terhadap pola ruang SRS Pansela



Gambar 7. Diagram prediksi ketidaksesuaian lahan terbangun tahun 2043

Luas kawasan hutan DIY yang berada di Kabupaten Gunungkidul sekitar 88.56 % dari total luas kawasan hutan DIY (Utomo *et al.*, 2021). Kategori hutan paling luas adalah jenis hutan produksi berkisar 13,519.47 Ha. Kawasan hutan di DIY mayoritas bersinggungan dengan area permukiman, sehingga pembangunan kehutanan tidak terlepas dari peran masyarakat sekitar hutan (Sekretariat Daerah DIY, 2023). Kawasan hutan produksi yang berada di delineasi SRS Pansela seluas 1,633.52 Ha.

Kalurahan Kanigoro memiliki luas hutan produksi paling tinggi yaitu sebesar 750 Ha dan kalurahan yang paling rendah adalah Kalurahan Girikerto sebesar 0.22 Ha. Potensi ketidaksesuaian lahan terbangun Kalurahan Kanigoro dari *overlay* lahan terbangun yang menempati pola ruang hutan produksi sebesar 24.70 Ha. Salah satu contoh permukiman [Gambar 8] yang menempati pola ruang hutan produksi yang berada di Kalurahan Kanigoro, Kapanewon Saptosari.



Gambar 8. Lahan terbangun eksisting di Dukuh Kranon Kalurahan Kanigoro Kapanewon Saptosari.  
 Sumber : Google Earth, 2024



Gambar 9. Lahan terbangun eksisting di Dukuh Ngondel Wetan Kalurahan Krambilawit Kapanewon Saptosari  
 Sumber : Google Earth, 2024

Ketidaksesuaian pola ruang selanjutnya adalah pada pola ruang sempadan waduk/telaga yaitu sebesar 14.54 Ha atau 19%. Contoh ketidaksesuaian pada pola ruang sempadan waduk/telaga [Gambar 9] terjadi di Dukuh Ngondel Wetan, Kalurahan Krambilawit. Gambar 9 menunjukkan lahan terbangun eksisting yang berada di pola ruang sempadan waduk/telaga di Kalurahan Krambilawit. Pada Pergub DIY nomor 9 tahun 2023 tentang SPW SRS di sebutkan, ketentuan permukiman yang sudah ada dilengkapi dengan langkah-langkah mitigasi bencana diperbolehkan dengan syarat, sedangkan untuk kegiatan pembangunan permukiman baru termasuk kegiatan yang tidak diperbolehkan. Sempadan waduk/telaga, mata air termasuk ke dalam Kawasan perlindungan setempat (Kawasan lindung), yang mana arahan pengembangannya untuk pengendalian pemanfaatan ruang di sekitar mata air, sempadan waduk/telaga.

## KESIMPULAN

Penambahan lahan terbangun paling besar pada rentang waktu tahun 2013-2023 sebesar 430.27 Ha, sedangkan penambahan paling kecil di rentang waktu tahun 2033-2043 hanya sebesar 42.49 Ha. Ketidaksesuaian lahan terbangun paling banyak ditemukan di Kalurahan Kanigoro, Kapanewon Saptosari sebesar 33.53% dengan pola ruang hutan produksi, sempadan telaga dan kawasan konservasi pesisir pulau-pulau kecil. Kawasan hutan produksi berpotensi mengalami ketidaksesuaian tertinggi yaitu sebesar 32.36 Ha. Hal ini disebabkan masih adanya persoalan tumpang tindih pemanfaatan kawasan hutan. Ketidaksesuaian lahan terbangun yang menempati kawasan sempadan waduk/telaga sebesar 14.54 Ha.

Ketidaksesuaian lahan terbangun pada pola ruang kawasan pesisir dan pulau-pulau kecil sebesar 11.09 Ha. Hasil prediksi menunjukkan bahwa 3 (tiga) pola ruang tersebut perlu diwaspadai karena menambah potensi ketidaksesuaian tutupan lahan di masa yang akan datang. Oleh karena itu, upaya antisipatif

perlu dilakukan baik dalam aspek pengendalian dan pengawasan, seperti dengan penertiban penegakan sanksi dan pemberlakuan insentif dan disinsentif terhadap indikasi pelanggaran pemanfaatan ruang eksisting. Selain aspek tersebut, aspek perencanaan tata ruang perlu mewaspadaai adanya pemanfaatan lahan di masa yang akan datang dengan memperketat ketentuan umum yang tertuang dalam RDTR, maka dari itu Kabupaten Gunungkidul didorong untuk segera mengesahkan RDTR wilayah Pansela agar bisa mengendalikan alih fungsi lahan di kawasan tersebut.

Perencanaan dan pembuatan kebijakan untuk pembangunan berkelanjutan dapat dipandu oleh model-model yang meramalkan perkembangan lahan terbangun. Data penginderaan jauh dapat digunakan untuk mempelajari perubahan tutupan lahan untuk pemantauan tidak langsung. Hal ini dapat membantu perangkat daerah dalam melakukan pengawasan secara tidak langsung dengan lebih efektif dan efisien, dimana sumber daya manusia dan dana yang terbatas. Kawasan Pansela memiliki keunikan bentang alam karst yang menyimpan potensi sumber air tanah yang cukup besar, dan rentan terhadap pencemaran air tanah akibat aktivitas antropogenik di atasnya, sehingga dengan pemodelan spasial tutupan lahan diharapkan mampu memonitoring adanya perubahan tutupan lahan yang dapat mengancam *biodiversity* kawasan tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- (2023). Finalisasi Dokumen Audit Tata Ruang SRS Kasultanan di Kabupaten Gunungkidul. Kabupaten Gunungkidul
- Arfah, S., Putri, M. N., Permata, Z. D. O., & Dionysius, B. (2024). *Land Use Modeling Scenarios using Spatial Dynamic Model in Badung Regency*. 1318, 1–10. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1318/1/012004>
- Al Farikhi, F., & Pramono, R. W. D. (2023). Perbandingan algoritma classification and regression tree (cart) dan random forest (rf) untuk klasifikasi penggunaan lahan pada google earth engine. *Jurnal Spatial Wahana Komunikasi Dan Informasi Geografi*, 23(2), 170–179.

- <https://doi.org/10.21009/spatial.232.09>
- Armanda Syahputra, Y., Buce Saleh, M., & Puspaningsih, N. (2021). Prediksi Perubahan Tutupan Lahan Dengan Model Markov Chain Dan Ann-Markov Di Das Krueng Aceh (Land cover change prediction using Markov Chain and ANN-Markov Model in Krueng Aceh Watershed). *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, 5(2), 185–206. <https://doi.org/10.20886/jppdas.2021.5.2.185-206>
- Asif, M., Kazmi, J. H., Tariq, A., Zhao, N., Guluzade, R., Soufan, W., Almutairi, K. F., Sabagh, A. El, Aslam, M., Asif, M., Kazmi, J. H., Tariq, A., Zhao, N., & Guluzade, R. (2023). Modelling of land use and land cover changes and prediction using CA-Markov and Random Forest. *Geocarto International*, 38(1). <https://doi.org/10.1080/10106049.2023.2210532>
- Aziz, Farhan. (2022). Prediksi penggunaan lahan untuk menganalisis potensi ketidaksesuaian terhadap rencana tata ruang wilayah Kabupaten Bekasi tahun 2011-2031. *Pembangunan Wilayah Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada*
- Cahyadi, A., Marfai, M. A., Rahmadana, A. D. W., & Nucifera, F. (2017). Perencanaan penggunaan lahan di kawasan karst berbasis analisis kemampuan lahan dan pemetaan kawasan lindung sumberdaya air
- Darmawan, A. R., Puspaningsih, Nining dan M. Buce Saleh (2018). Kajian Perubahan Tutupan Lahan Dengan Menggunakan Metode Multi Layer Perceptron Dan Logistic Regression Di Taman Nasional Gunung Ciremai. *Pascasarjana Program Studi Ilmu Pengelolaan Hutan. IPB*
- Dendoncker, N., Rounsevell, M., & Bogaert, P. (2007). Spatial analysis and modelling of land use distributions in Belgium. 31, 188–205. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2006.06.004>
- Edy, H., & Pristiyawati, T. (2021). Dampak Pembangunan Jalur Jalan Lintas Selatan (JJLS) di Yogyakarta Terhadap Perubahan Penggunaan Lahan. *MoDuluS: Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil*, 3(1), 7. <https://doi.org/10.32585/modulus.v3i1.1770>
- Hafid, Samsudin A. (2021). Simulasi spasial berbasis citra Landsat, Cellular Automata, dan regresi logistik biner untuk prediksi perubahan penggunaan lahan pertanian di Kabupaten Karawang. *Magister Penginderaan Jauh, Universitas Gadjah Mada*
- Hapsary, M. S. A., Subiyanto, S., & Firdaus, H. S. (2021). Analisis Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan Dengan Pendekatan Artificial Neural Network Dan Regresi Logistik Di Kota Balikpapan. *Jurnal Geodesi Undip*, 10(2).
- Julio Jeremia Sinabutar, Bandi Sasmito, & Abdi Sukmono. (2020). Studi Cloud Masking Menggunakan Band Quality Assessment, Function Of Mask Dan Multi-Temporal Cloud Masking Pada Citra Landsat 8. *Jurnal Geodesi Undip*, 9(3), 51–60.
- Kunz, A. (2017). *theoretical relationship and consequences in application*.
- Lukač Reberski, J., Terzić, J., Maurice, L. D., & Lapworth, D. J. (2022). Emerging organic contaminants in karst groundwater: A global level assessment. *Journal of Hydrology*, 604, 127242. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.127242>
- Maria, R., Omrani, H., Charif, O., & Gerber, P. (2014). Land use changes modelling using advanced methods : Cellular automata and artificial neural networks . The spatial and explicit representation of land cover dynamics at the cross-border region scale. 53, 160–171. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.6.016>
- Milad, M., Ming, Y., Firuz, M., & Hanan, Z. (2017). International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation Improving the capability of an integrated CA-Markov model to simulate spatio-temporal urban growth trends using an Analytical Hierarchy Process and Frequency Ratio. *International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation*, 59, 65–78. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2017.03.006>
- Pemerintah Kabupaten Gunungkidul. (2011). Peraturan Daerah Kabupaten Gunungkidul Nomor 6 Tentang Rencana Tata Ruang Kabupaten Gunungkidul. Kabupaten Gunungkidul : Pemerintah Kabupaten Gunungkidul
- Pemerintah Daerah Istimewa Yogyakarta. (2023). Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 9 Tahun 2023 tentang Strategi Pengembangan Wilayah Satuan Ruang Strategis Kasultanan dan Satuan Ruang Strategis Kadipaten Tahun 2023-2043. Yogyakarta: Pemerintah Daerah Istimewa Yogyakarta
- Pemerintah Kabupaten Gunungkidul. (2022). Keputusan Bupati Gunungkidul Nomor 190/KPTS/2022 tentang Pembagian Wilayah Penyusunan Perencanaan Rencana Detail Tata Ruang. Gunungkidul: Pemerintah Kabupaten Gunungkidul.
- Rotinsulu, W., Walangitan, H., & Ahmad, A. (2018). Analisis Perubahan Tutupan Lahan Das Tondano, Sulawesi Utara Selama Periode Tahun 2002 Dan 2015. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 8(2), 161–169. <https://doi.org/10.29244/jpsl.8.2.161-169>

Widiana, A., & Prakoso, B. S. E. (2022). The Impact of Southern Cross Road (JJLS) Development on the Contribution of Regional Original Income (PAD) from the South Coast Tourism Sector in Bantul Regency 2014-2019. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1039(1).  
<https://doi.org/10.1088/17551315/1039/1/012047>