

Geomedia

Majalah Ilmiah dan Informasi Kegeografian

Geomedia Vol. 22 No. 2 Tahun 2024 | 161 – 175

<https://journal.uny.ac.id/index.php/geomedia/index>



Prediksi Tutupan Lahan untuk Penentuan Jangkauan Manuver Pemeliharaan Darat di Kawasan Yogyakarta International Airport

A.K.A. Agustinus^{a, 1*}, Sigit Heru Murti B.S.^{b, 2}, Suratman^{c, 3}

^a Program Doktor Geografi, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

^b Departemen Sains Informasi Geografi, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

^c Departemen Geografi Lingkungan, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

¹ sigtanas@gmail.com*; ² sigit.heru.m@ugm.ac.id; ³ ratman_woro@ugm.ac.id

*korespondensi penulis

Informasi artikel

Sejarah artikel

Diterima : 29 Juni 2024

Revisi : 30 Juli 2024

Dipublikasikan : 30 November 2024

Kata kunci:

Prediksi

Tutupan

Lahan

Manuver

Pertahanan

ABSTRAK

Dalam konteks militer, kawasan Bandar Udara Yogyakarta International Airport (YIA) dapat berfungsi sebagai tempat pertahanan militer (central of gravity) yang dapat memicu perubahan lingkungan strategis pada tahun-tahun mendatang dan berpengaruh terhadap kemudanan manuver pertahanan darat. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui prediksi prediksi perubahan lahan tutupan dan kemudanan manuver pertahanan darat tahun 2030 dibandingkan dengan tahun 2022 menggunakan metode Cellular Automata-Artificial Neural Network (CA- ANN) untuk menganalisis prediksi tutupan lahan dan Euclidean Distance untuk menganalisis kemudanan manuver. Hasil analisis menunjukkan terjadi perubahan tutupan lahan signifikan di sekitar Bandara YIA tahun 2014-2022, dengan daerah bervegetasi, lahan kosong dan daerah pertanian terkonversi menjadi bangunan/permukiman. Analisis CA-ANN menggunakan data tutupan lahan 2014 dan 2018 menghasilkan nilai Kappa Coefficient 0,82193 dengan persentase correctness 89,15723% sehingga layak untuk memprediksi tutupan lahan tahun 2030. Pada tahun 2022 dan pada prediksi 2030, sebagian besar kawasan penelitian memiliki manuver pertahanan yang sangat mudah dan mudah, sehingga memperlancar operasi pertahanan darat.

ABSTRACT

In a military context, the Yogyakarta International Airport (YIA) area can function as a military defense center which can trigger changes in environmental strategy in the coming years and impact the ease of land defense maneuvers. This research aims to predict changes in land cover and ease of land maintenance maneuvers in 2030 compared to 2022 using the Cellular Automata-Artificial Neural Network (CA-ANN) method to analyze land cover predictions and Euclidean Distance to analyze ease of maneuver. The results of the analysis show that there has been a significant change in land cover around YIA Airport in 2014-2022, with vegetation areas, empty land, and agricultural areas being converted into buildings/settlements. CA-ANN analysis using land cover data for 2014 and 2018 produces a Kappa coefficient value of 0.82193 with a precision percentage of 89.15723%, making it feasible to predict land cover in 2030. In 2022 and predictions for 2030, some large research areas will have very easy and simple maintenance maneuvers, thus facilitating land maintenance operations.

Keywords:

Prediction

Land

Cover

Maneuver

Defense

© 2024 (A.K.A. Agustinus). All Right Reserved

e-mail: geomedia@uny.ac.id

Pendahuluan

Penataan ruang wilayah nasional dilakukan secara komprehensif dan terkoordinasi, salah satunya mencakup penataan wilayah pertahanan yang diatur dalam Peraturan Pemerintah no. 68 Tahun 2014. Berdasarkan peraturan ini, wilayah pertahanan digunakan untuk kepentingan pembangunan dan pembinaan kemampuan pertahanan sebagai perwujudan daya tangkal bangsa dan berdasarkan Peraturan Presiden No. 8 Tahun 2020, maka kebijakan pembangunan diarahkan untuk mewujudkan wilayah pertahanan yang berorientasi Indonesia sentris, yaitu dengan mengutamakan pembangunan di perbatasan, daerah rawan konflik dan pulau terpencil/terluar/terdepan. Dalam hal ini, militer memegang peranan yang sangat penting dalam memberdayakan wilayah pertahanan sesuai dengan amanat Undang-undang Nomor 34 tahun 2004. Untuk mendukung hal tersebut, maka pembangunan di daerah harus memperhatikan pembinaan kemampuan dukungan terhadap ruang pertahanan.

Sudah sewajarnya bahwa aspek pertahanan harus diintegrasikan dalam agenda pembangunan untuk mencapai kesejahteraan rakyat [\(Mariana, 2006\)](#), dengan kata lain pendekatan keamanan (security approach) harus disatukan dengan pendekatan kesejahteraan (prosperity approach). Permasalahan yang masih sering ditemukan di lapangan adalah penataan wilayah pertahanan darat belum dapat diimplementasikan dengan efektif [\(Tachjan, 2006\)](#). Ketidakefektifan ini dapat disebabkan oleh perbedaan sudut pandang, keterbukaan informasi publik yang terbatas, pengetahuan tata ruang yang terbatas, perbedaan forum yang digunakan dalam komunikasi, dan belum adanya pedoman penyusunan Rencana Rinci Wilayah Pertahanan (RRWP) Darat dan untuk mengatasinya dapat ditempuh melalui upaya-upaya terkait penyusunan kebijakan penataan wilayah pertahanan darat aspek, penguatan kelembagaan, peningkatan kualitas sumber daya, peningkatan komunikasi dan koordinasi [\(Sulistyo, dkk, 2020\)](#). Dalam mendukung hal ini, maka

penentuan ruang pertahanan darat menjadi hal yang sangat krusial agar operasi militer yang telah direncanakan dapat berjalan secara efektif dan efisien sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Dengan diketahuinya ruang operasi, maka aspek taktis yang akan digunakan oleh prajurit dan tindakan serta strategi operasi yang akan diterapkan.

Ruang pertahanan merupakan wilayah dengan segenap isinya yang telah disiagakan sebagai sarana perjuangan yang kokoh dan kuat untuk penangkalan dan menghancurkan lawan guna menegakkan kedaulatan negara dan mempertahankan keutuhan wilayah [\(Supriyatno, 2014\)](#). Dalam penentuan ruang pertahanan ini, aspekutupan lahan eksisting memegang peranan yang penting karena akan menentukan pembagian kawasan menjadi zona operasi tertentu dalam satu kesatuan ruang yang mendukung jalannya operasi militer. Jenisutupan lahan akan menentukan kemudahan jangkauan operasi militer yang ditandai dengan kemudahan manuver prajurit.

Pembangunan infrastruktur dan perkembangan wilayah memiliki hubungan yang sangat erat dan saling berkesinambungan, karena pembangunan merupakan kekuatan pembentuk perkembangan wilayah [\(Adisasmita, 2011\)](#). Salah satu wujud kegiatan pembangunan infrastruktur guna menciptakan kawasan-kawasan cepat tumbuh melalui pembangunan bandar udara. Pembangunan bandar udara ini memberikan efek domino yang cukup signifikan terhadap perkembangan kota dengan ditandai munculnya pusat pertumbuhan dan pusat-pusat permukiman baru yang tentunya membutuhkan lahan, sehingga dengan kata lain bandar udara menjadi salah satu pemicu lahan-lahan non terbangun khususnya lahan pertanian menjadi lahan terbangun [\(Akyürek, dkk, 2018; Xiong, dkk, 2018; Sari & Kushardono, 2019; Utami, dkk, 2023\)](#). Hal yang sama terjadi dalam kasus pembangunan Bandar Udara Yogyakarta International Airport (YIA). Keberadaan Bandar Udara YIA memicu pertumbuhan kawasan di sekitarnya yang ditandai

dengan adanya pembangunan hotel, perumahan dan berbagai pusat-pusat komersial yang lain, dan menyebabkan terjadi perubahan tutupan lahan yang signifikan di kawasan sekitar pembangunan Bandar Udara YIA yang cukup signifikan (Utami, dkk; 2020).

Dalam kurun waktu beberapa tahun mendatang, dengan semakin tingginya aktivitas pergerakan manusia di sekitar kawasan bandara YIA tentunya akan semakin memicu pertumbuhan lahan terbangun. Hal ini mempengaruhi perkembangan lingkungan sekitar di mana yang tadinya memiliki ciri perdesaan akan berubah menjadi kawasan dengan ciri perkotaan sehingga dalam konteks militer, kawasan tersebut dapat menjadi central of gravity berdasarkan teori Bateman (1987). Selain pusat perkotaan, tempat pertahanan militer (central of gravity) dapat juga ditempatkan pada obyek-obyek vital seperti bandar udara, pelabuhan dan sebagainya. (Mabesad, 2011). Hal ini menjadikan prediksi perubahan tutupan lahan dalam beberapa tahun mendatang di sekitar kawasan bandara YIA menjadi sangat penting, apalagi mengingat Bandara YIA merupakan obyek vital yang nantinya dapat difungsikan sebagai pusat pengendalian pertempuran. Prediksi tutupan lahan di suatu wilayah dapat diketahui dengan memanfaatkan aplikasi sistem informasi geografi (Pijanowski, dkk, 2002; Dawid & Bielecka, 2022). Perkembangan terkini dalam sistem informasi geografi memungkinkan prediksi tutupan lahan dilakukan menggunakan berbagai jenis model yang telah teruji dan diakui secara internasional (Singh, dkk, 2014) misalnya model Cellular Automata-Artificial Neural Network (CA-ANN), Artificial Neural Network-Markov Chain, dan Conversion of Land Use and its Effect at Small Regional Extent (CLUE-S) (Saputra & Lee, 2019). Dari model-model tersebut, model CA-ANN lebih sering direkomendasikan karena model ini memiliki kelebihan seperti model neural network pada umumnya yaitu mampu menggambarkan modifikasi tutupan lahan yang heterogen dan kompleks secara geografis (Ateka, dkk, 2021), dan

ketika digabungkan dengan cellular automata, model tersebut dapat memprediksi realisasi sistem tutupan lahan di masa mendatang (Sajan, dkk, 2022; Sarastika, dkk, 2024). Dengan diketahuinya prediksi tutupan lahan maka kemudahan manuver pertahanan darat di kawasan sekitar Bandara YIA dapat diketahui sehingga dapat menjadi dasar bagi pengambilan kebijakan terkait penentuan ruang operasi pertahanan darat oleh stakeholder terkait.

Metode

Prediksi efektivitas tutupan lahan untuk ruang pertahanan darat di kawasan Bandar Udara YIA ini merupakan penelitian kuantitatif di mana pemecahan masalah penelitian menggunakan paradigma post-positivisme dengan strategi penelitian seperti survei yang memerlukan data numerik (Emzir, 2009). Penelitian ini sama seperti penelitian kuantitatif pada umumnya yang menggunakan variabel dan data yang dinyatakan dalam satuan angka yang proses pengumpulan, penafsiran dan presentasi hasilnya juga menggunakan angka (Arikunto, 2006). Adapun pendekatan yang digunakan dalam mencapai tujuan penelitian adalah pendekatan spasial (Muryono & Utami, 2020) di mana berbagai gejala-gejala tertentu di permukaan bumi dipahami agar mempunyai pengetahuan yang lebih mendalam melalui media ruang yang dalam hal ini variabel ruang mendapat posisi utama dalam setiap analisis (Yunus, 2010).

Pengumpulan data dilakukan dengan metode survei data sekunder dengan data-data yang dikumpulkan merupakan data-data yang memiliki dimensi keruangan sesuai dengan pendekatan yang digunakan. Adapun data yang digunakan berupa data primer dari periode waktu yang berbeda (Nuraeni dkk., 2017) yakni data spasial tutupan lahan kawasan sekitar Bandar Udara YIA yang diperoleh dari citra satelit tegak resolusi tinggi perekaman tahun 2014, 2018 dan 2022, data spasial area Bandar Udara YIA dan data spasial jaringan jalan. Pemilihan data spasial dari periode waktu yang berbeda ini sangat

Penting karena dapat memvisualisasikan perubahan tutupan lahan yang telah terjadi.

Tahapan penelitian terdiri dari 3 tahapan, yaitu (1) penyiapan data spasial, (2) melakukan pemodelan prediksi tutupan lahan dengan dengan metode Cellular Automata-Artificial Neural Network (CA-ANN), dan (3) melakukan analisis SIG untuk menentukan kemudahan manuver pertahanan darat

PeYIAPAN data spasial

Pendengan melakukan digitasi tutupan lahan dari citra satelit kawasan sekitar Bandar Udara YIA perekaman tahun 2014, 2018 dan 2022 dengan software ArcGIS 10.4. Digitasi dilakukan dengan metode on screen berdasarkan kenampakan pada citra satelit yang digunakan. Hasil digitasi ini berupa data spasial tutupan lahan tahun 2014, 2018, dan 2022.

Pemodelan prediksi tutupan lahan dengan metode Cellular Automata-Artificial Neural Network (CA-ANN)

Tahapan selanjutnya yaitu analisis Sistem Informasi Geografi (SIG) lanjutan dengan metode CA-ANN yang dilakukan menggunakan plugin MOLUSCE pada software QGIS 2.18. Pemodelan CA-ANN dipilih karena pemodelan ini dapat memprediksi perubahan tutupan lahan di masa mendatang secara efektif ([Sajan, dkk, 2022](#)). Pemodelan CA-ANN ini melibatkan data spasial tutupan lahan tahun 2014 dan 2018 hasil digitasi sebagai data dasar dan data spasial jaringan jalan dan bandara sebagai driving factors untuk menghasilkan prediksi tutupan lahan tahun 2022. Tahapan pemodelan prediksi tutupan lahan menggunakan metode CA-ANN dengan plugin MOLUSCE pada software QGIS 2.18 adalah sebagai berikut:

1. Inputs

Pada tahapan ini, data spasial tutupan lahan tahun 2014 dimasukkan sebagai data awal (initial) dan tutupan lahan tahun 2018 dimasukkan sebagai data akhir (final). Data spasial jaringan jalan dan area bandara

dimasukkan sebagai driving factors. Berdasarkan keempat data tersebut, kemudian dilakukan pengecekan kesamaan geometri.

2. Evaluating correlation

Tahap ini merupakan tahap untuk mengetahui korelasi antara variabel-variabel yang menjadi driving factors.

3. Area changes

Area changes merupakan tahapan untuk mengetahui perubahan luasan dari setiap jenis tutupan lahan. Tahapan ini menghasilkan sebuah matriks transisi yang memuat informasi luas perubahan tutupan lahan dari satu jenis ke jenis lainnya.

4. Transition potential modelling

Tahap ini merupakan tahap di mana dilakukan training model artificial neural network dengan menggunakan parameter yaitu neighbourhood 1 px, learning rate 0,1, maximum iterations 1000, topologi jaringan menggunakan multi perception layer dengan hidden layers 10, dan momentum 0,05.

5. Cellular automata simulation

Simulasi prediksi penggunaan lahan dilakukan menggunakan metode cellular automata dengan output berupa prediksi tutupan lahan tahun 2022.

6. Validasi

Langkah terakhir yaitu melakukan uji akurasi hasil prediksi tersebut dengan data spasial tutupan lahan tahun 2022 hasil digitasi sebagai data acuan. Uji ini memiliki syarat bahwa data acuan/pembanding yang digunakan haruslah lebih akurat ([Wiweka, 2014](#)). Hasil prediksi dapat diterima atau dianggap benar apabila memiliki hasil perhitungan Kappa Coefficient (T) dengan nilai minimal > 80% (McCoy, 2005; Jenness & Wynne, 2005). Kemudian, apabila uji validasi memenuhi syarat, maka untuk mendapatkan data prediksi tutupan lahan tahun 2030 maka dilakukan cellular automata simulation menggunakan tiga iterasi.

Analisis SIG untuk menentukan kemudahan manuver pertahanan darat

Langkah terakhir yaitu melakukan analisis SIG untuk menentukan kemudahan manuver pertahanan darat berdasarkan jarak dari tutupan lahan berupa kawasan bangunan dan kawasan vegetasi. Teknik yang digunakan adalah

perhitungan euclidean distance dari kawasan bangunan dan kawasan vegetasi berdasar data

spasial tutupan lahan tahun 2022 hasil digitasi dan tutupan lahan tahun 2030 hasil prediksi. Adapun klasifikasi kemudahan manuver pertahanan darat yang digunakan dapat disajikan pada [Tabel 1](#) dan [tabel 2](#) sebagai berikut:

Tabel 1. Klasifikasi kawasan bangunan

Jarak efektif kawasan bangunan terhadap kedudukan prajurit (m)	Klasifikasi
--	-------------

1-50	Sangat Mudah
51 - 100	Mudah
>101	Tidak Mudah

Sumber: survei kuesioner, 2023

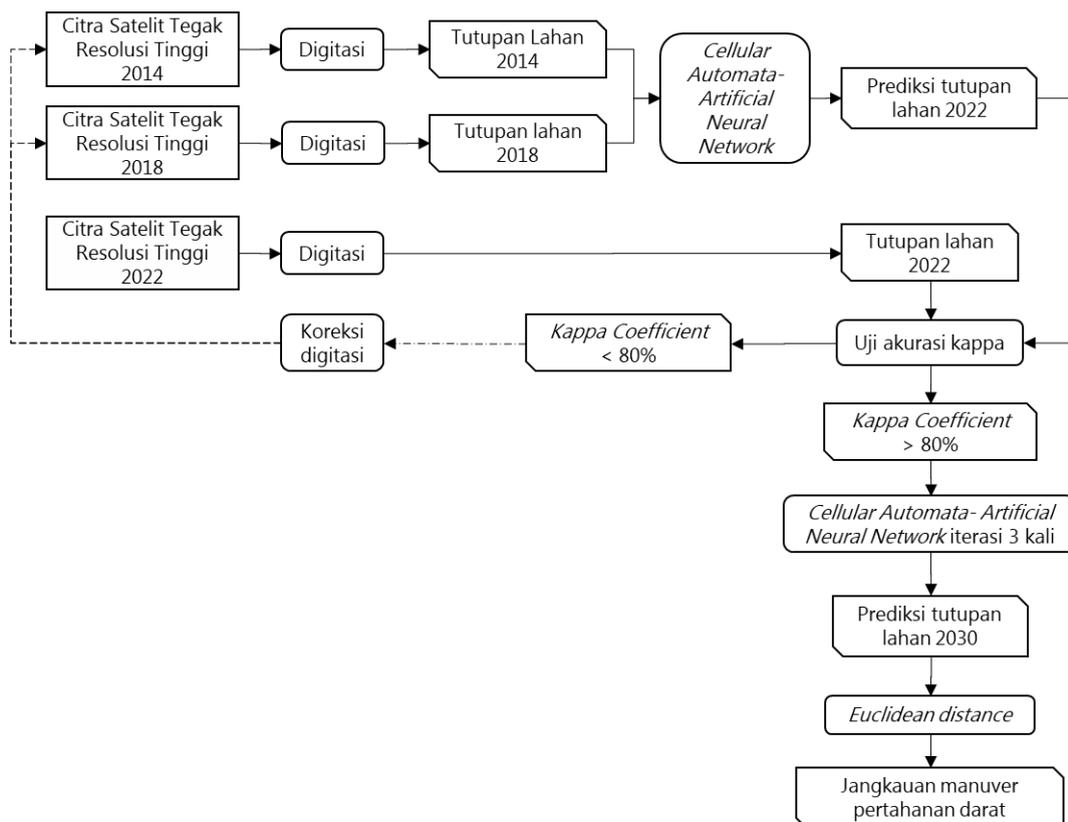
Tabel 2. Klasifikasi kawasan vegetasi

Jarak efektif Kawasan vegetasi terhadap kedudukan prajurit (m)	Klasifikasi
1-25	Sangat mudah
26 -50	Mudah
>51	Tidak Mudah

Sumber: survei kuesioner, 2023

Tahapan penelitian ini disusun dalam bentuk alur yang dapat disajikan dalam bagan sebagai

berikut ([Gambar 1](#)):



Gambar 1. Alur penelitian

Hasil dan pembahasan

Perkembangan Tutupan Lahan 2014-2018

Perubahan penggunaan lahan dari lahan non terbangun menjadi lahan terbangun berbanding lurus dengan pertumbuhan penduduk di suatu daerah. Dengan meningkatnya penduduk pada suatu daerah, maka kebutuhan akan tempat tinggal dan juga lahan untuk penunjang penghidupan akan semakin meningkat (Pimentel, dkk, 1997) sehingga akan dapat memicu terjadinya konversi lahan. Selain terjadi akibat adanya konsentrasi penduduk, konversi lahan terjadi akibat adanya pengembangan suatu pusat kegiatan baru, di mana pusat kegiatan baru ini dapat memicu perkembangan kegiatan-kegiatan lain sebagai penunjang (Chromicco, 2016). Hal yang sama terjadi pada kasus pembangunan bandar udara Yogyakarta International Airport (YIA). Keberadaan Bandar Udara YIA sebagai pusat kegiatan baru telah memicu munculnya pusat-pusat permukiman baru dan juga pusat-pusat kegiatan komersial lain yang mengorbankan keberadaan lahan-lahan non terbangun seperti lahan pertanian.

Perbandingan tutupan lahan tahun 2014, 2018 dan 2022 di kawasan sekitar Bandar Udara YIA berdasarkan Tabel 3, menunjukkan bahwa terdapat perubahan luas tutupan lahan yang cukup signifikan di sekitar kawasan sekitar Bandar Udara YIA di mana pada tahun 2018 terjadi penurunan luas daerah bervegetasi sebesar 17,17 ha atau sebesar 26,5% dari total luas daerah bervegetasi pada tahun 2014. Selain itu, juga terjadi penurunan luas daerah pertanian yang cukup signifikan yaitu sebesar 739,89 ha atau sebesar 21,7% dari total luas daerah pertanian

pada tahun 2014. Di sisi lain, pada tahun 2018, terjadi penambahan luasan tutupan lahan bangunan/permukiman seluas 637,79 ha selama sebesar 33,29% dibandingkan dengan luas bangunan/permukiman pada tahun 2014. Pada tahun 2022, terjadi penurunan luas lahan kosong yang cukup signifikan yaitu sebesar 442,32 ha atau sebesar 73,5% jika dibandingkan dengan luasan pada tahun 2014. Tahun 2022 juga terjadi penambahan luasan tutupan lahan bangunan/permukiman sebesar 585,2 ha akibat adanya pembangunan Bandar Udara YIA (di mana bandar udara diklasifikasikan sebagai bangunan/permukiman) sehingga total penambahan luas bangunan/permukiman pada tahun 2022 dibandingkan dengan tahun 2014 adalah seluas 1.222,99 ha atau sebesar 48,9%. Sementara itu, untuk tutupan lahan yang lain tidak terjadi perubahan selama kurun waktu 2018-2022.

Perubahan tutupan lahan tahun 2014-2022 tersebut dapat divisualisasikan pada peta yang disajikan dalam Gambar 2. Berdasarkan peta tersebut, dapat diketahui bahwa perubahan tutupan lahan yang cukup besar yaitu penambahan tutupan lahan bangunan/permukiman. Perubahan cukup besar terjadi pada tahun 2018, yang dipicu oleh dimulainya konstruksi pembangunan Bandar Udara YIA pada tahun 2017. Penambahan tutupan lahan bangunan/permukiman ini terutama terlihat dari peta tutupan lahan tahun 2022, di mana pada peta tersebut terlihat cukup banyak bangunan/permukiman baru (ditandai warna pink) yang berkembang di sekitar lokasi dibangunnya bandar udara

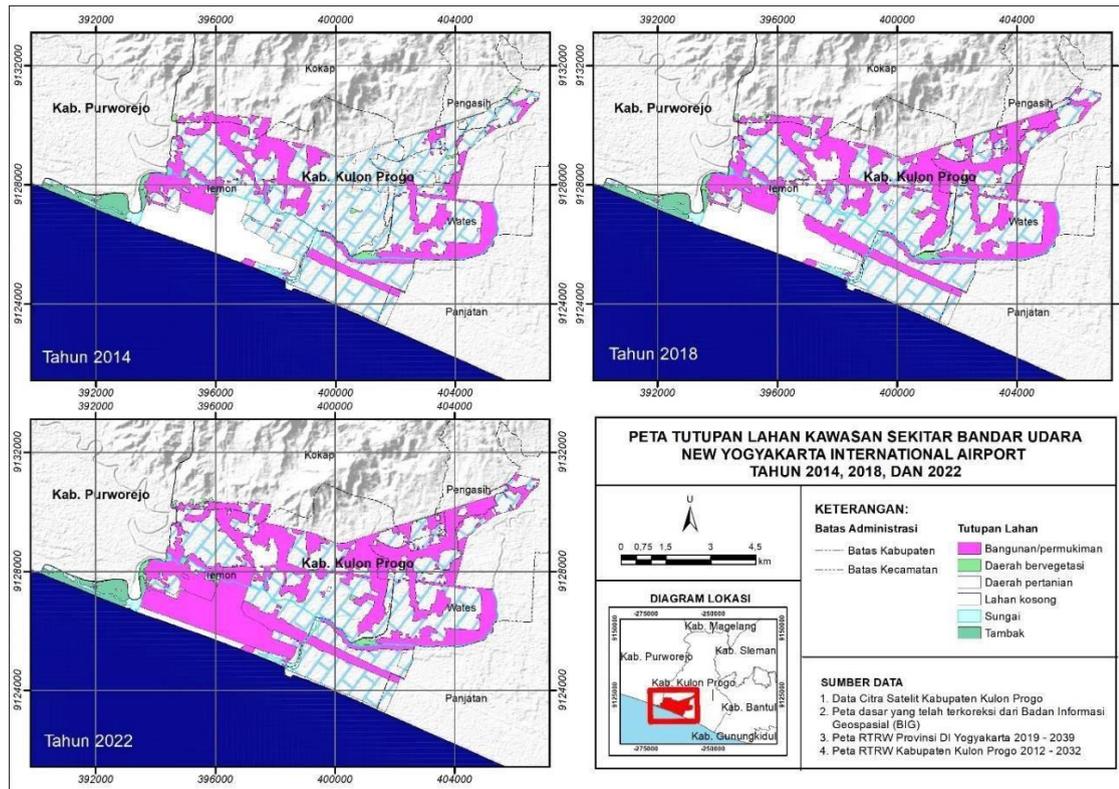
Tabel 3. Perkembangan luas tutupan lahan kawasan sekitar Bandar Udara YIA tahun 2014-2012

No	Tutupan Lahan	Luas (ha)			Selisih Luas (ha)		
		Tahun 2014	Tahun 2018	Tahun 2022	2014 - 2018	2018 - 2022	2014 - 2022
1	Bangunan/permukiman	1.278,07	1.915,86	2.501,06	637,79	585,2	1.222,99
2	Daerah bervegetasi	64,80	47,63	47,63	-17,17	0	-17,17
3	Daerah pertanian	3.411,68	2.671,79	2.647,93	-739,89	-23,86	-763,75

No	Tutupan Lahan	Luas (ha)			Selisih Luas (ha)		
		Tahun 2014	Tahun 2018	Tahun 2022	2014 - 2018	2018 - 2022	2014 - 2022
4	Lahan kosong	602,01	719,52	159,69	117,51	-559,84	-442,32
5	Sungai	91,55	83,65	83,65	-7,89	0	-7,89
6	Tambak	124,08	123,29	123,29	-0,78	0	-0,78

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Keterangan : tanda (-) menunjukkan pengurangan luas penggunaan lahan



Gambar 2. Peta tutupan lahan kawasan sekitar Bandar Udara YIA tahun 2014, 2018 dan 2022

Model prediksi tutupan lahan tahun 2030

Untuk melakukan prediksi perubahan tutupan lahan pada tahun 2030 maka dilakukan prediksi tutupan lahan tahun 2022 terlebih dahulu untuk kemudian dilakukan uji akurasi hasilnya dengan data tutupan lahan tahun 2022 eksisting. Untuk itu diperlukan faktor pemicu perubahan tutupan lahan, yang dalam hal ini

ditetapkan yaitu jalan (Moore, dkk, 1994) dan keberadaan Bandar Udara YIA (Utami, dkk, 2023). Uji korelasi dilakukan pada kedua faktor pemicu tersebut dengan menggunakan metode *Pearson's Correlation*, yang hasilnya dapat disajikan pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Hasil uji *Pearson's Correlation*

	Jarak terhadap jalan	Jarak terhadap bandara
Jarak terhadap jalan	--	-0,050475899683
Jarak terhadap bandara		--

Sumber: hasil analisis, 2023

Hasil uji korelasi *Pearson's* menunjukkan bahwa nilai korelasi atau hubungan antara jarak terhadap jalan dan jarak terhadap bandara adalah sebesar $-0,050475899683$. Nilai minus di sini menunjukkan bahwa jarak terhadap jalan dan jarak terhadap bandara memiliki hubungan berbanding terbalik yang berarti bahwa semakin dekat jarak suatu area terhadap jalan maka jaraknya terhadap bandara justru akan semakin menjauh. Walaupun demikian, hubungan keduanya relatif kurang kuat yang ditunjukkan dengan nilai korelasi *Pearson's* yang cukup kecil.

Probabilitas terjadinya perubahan tutupan lahan di kawasan sekitar Bandar Udara YIA dapat diketahui melalui Transition Probability Matrix (TPM) hasil pengolahan data dengan software QGIS menggunakan tools Molusce, yang disajikan pada [Tabel 5](#). Nilai pada tabel TPM mengindikasikan besaran probabilitas suatu tutupan lahan akan mengalami perubahan menjadi tutupan lahan lainnya. Berdasarkan informasi pada tabel tersebut, diketahui bahwa terdapat beberapa tutupan

lahan yang memiliki nilai nol jika dipasangkan dengan tutupan lahan lainnya, yang berarti bahwa tutupan lahan tersebut tidak mengalami perubahan menjadi tutupan lahan yang menjadi perbandingan pasangannya. Tutupan lahan yang cenderung mengalami perubahan cukup signifikan menjadi tutupan lahan yang lain yaitu daerah bervegetasi dan daerah pertanian yang cenderung memiliki kemungkinan untuk berubah menjadi bangunan/permukiman dengan nilai TPM masing-masing sebesar $0,235938$ dan $0,191198$. Sementara itu, tutupan lahan yang lain cenderung mengalami perubahan yang cukup kecil dengan nilai TPM yang jauh lebih rendah.

Tutupan lahan daerahh bervegetasi memiliki kecenderungan berubah menjadi bangunan/permukiman dengan nilai TPM sebesar $0,235938$, dan tutupan lahan daerah pertanian memiliki probabilitas untuk berubah menjadi bangunan/permukiman dengan nilai TPM sebesar $0,19118$. Sementara itu, lahan kosong tidak memiliki kecenderungan berubah menjadibangunan/permukiman.

Tabel 5. Transition Probability Matrix (TPM) tutupan lahan sekitar Bandar Udara YIA 2014-2018

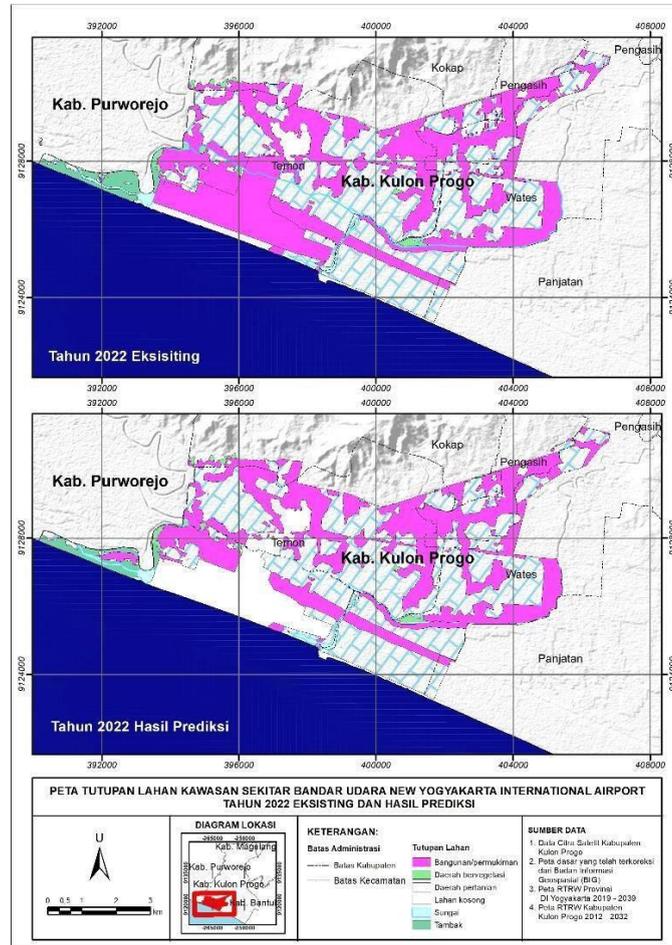
	Bangunan/ permukiman	Daerah bervegetasi	Daerah pertanian	Lahan kosong	Sungai	Tambak
Bangunan/ permukiman	0,98653	0	0,01097	0,0025	0	0
Daerah bervegetasi	0,235938	0,729688	0,004688	0,029688	0	0
Daerah pertanian	0,191198	0	0,771424	0,037378	0	0
Lahan kosong	0	0	0,032681	0,967319	0	0
Sungai	0	0	0,046223	0,042841	0,910936	0
Tambak	0	0	0,010225	0	0	0,989775

Sumber: hasil analisis, 2023

Perbandingan tutupan lahan hasil prediksi tahun 2022 dengan metode Cellular Automata-Artificial Neural Network (CA-ANN) dan tutupan lahan tahun 2022 eksisting disajikan pada [Gambar 3](#). Adapun perbandingan luasan masing-masing tutupan lahan antara eksisting dan hasil prediksi dapat dilihat pada [Tabel 6](#). Berdasarkan informasi pada tabel tersebut

tutupan lahan dengan selisih paling besar adalah bangunan/permukiman dan lahan kosong. Hal ini disebabkan pada hasil prediksi, Bandar Udara YIA masih diprediksikan menjadi lahan kosong, sedangkan pada tutupan lahan tahun 2022 eksisting, Bandar Udara YIA termasuk ke dalam tutupan lahan bangunan/permukiman. Sementara itu, untuk

jenis tutupan lahan yang lain, antara luasan eksisting dan hasil prediksi memiliki selisih yang relatif kecil.



Gambar 3. Peta tutupan lahan kawasan sekitar Bandar Udara YIA tahun 2022 eksisting dan hasil prediksi

Tabel 6. Luas tutupan lahan tahun 2022 (eksisting) dan tahun 2030 (prediksi)

Tutupan lahan	Luas (ha)	
	Tahun 2022 (eksisting)	Tahun 2022 (prediksi)
Bangunan/ permukiman	2501,06	1919,60
Daerah bervegetasi	47,63	47,10
Daerah pertanian	2647,93	2658,38
Lahan kosong	159,69	718,17
Sungai	83,65	79,87
Tambak	123,29	98,94

Sumber: hasil analisis, 2023

Uji akurasi tutupan lahan hasil prediksi dengan menggunakan data spasial tutupan lahan eksisting tahun 2022 menghasilkan nilai Kappa Coefficient sebesar 0,82193 dengan persentase correctness sebesar 89,15723%.

Kappa Coefficient yang dihasilkan memiliki nilai lebih besar dari 0,80 yang berarti bahwa hasil pemodelan memiliki kesesuaian yang sangat baik dan dapat diterima (McCoy, 2005; Jenness & Wynne, 2007). Sementara itu, persentase

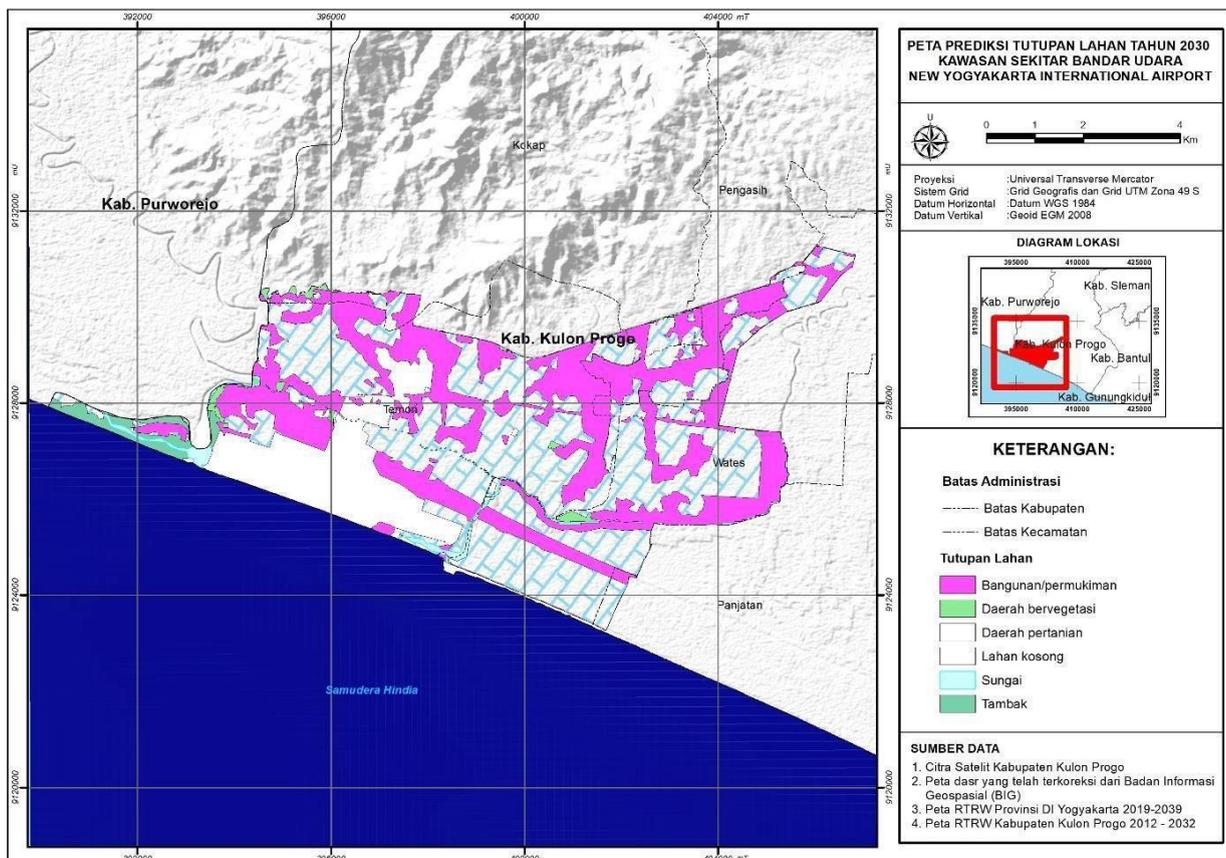
correctness ini menggambarkan bahwa hasil prediksi dapat dipercaya dan dijadikan sebagai acuan dalam pembentukan kebijakan selanjutnya dan tentunya dibutuhkan peninjauan ulang terhadap hasil prediksi dengan kondisi fisik di lapangan. Dengan nilai Kappa Coefficient lebih besar dari 0,80 tersebut, maka prediksi tutupan lahan untuk tahun-tahun selanjutnya dapat dilakukan. Hasil prediksi tutupan lahan tahun 2030 dapat dilihat pada [Gambar 4](#) dan untuk luasannya dapat disajikan pada [Tabel 7](#). Berdasarkan hasil prediksi tutupan lahan tahun 2030, tutupan lahan yang mengalami

penambahan luas yaitu bangunan/permukiman.

Tabel 7. Luas tutupan lahan hasil prediksi 2030

Tutupan Lahan	Luas (ha)
Bangunan/permukiman	1920,36
Daerah bervegetasi	47,10
Daerah pertanian	2657,62
Lahan kosong	718,17
Sungai	79,87
Tambak	98,94

Sumber: hasil analisis, 2023



Gambar 4. Prediksi tutupan lahan tahun 2030

Hasil prediksi ini bersesuaian dengan hasil-hasil penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa keberadaan bandar udara sebagai obyek infrastruktur vital dapat menjadi pendorong bagi pertumbuhan wilayah ([Xiong, dkk: 2018](#); [Immadudinna; 2021](#); [Sukri, dkk, 2023](#)). Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, pertumbuhan wilayah yang dipicu oleh

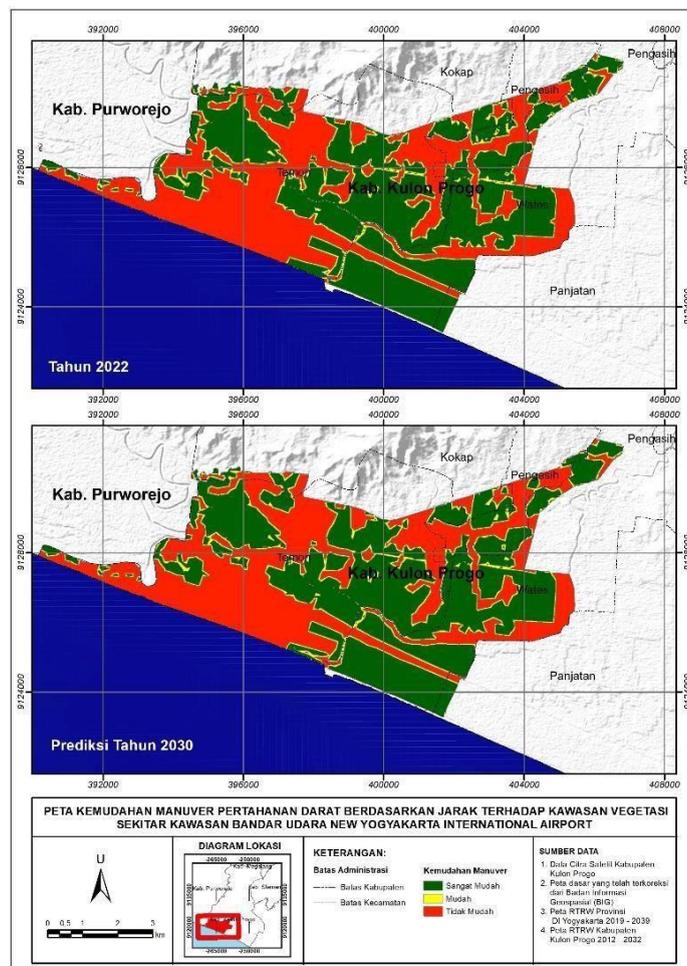
keberadaan bandara ditandai oleh perubahan penggunaan lahan dari lahan-lahan non terbangun menjadi lahan terbangun. Keberadaan bandara akan memicu tumbuhnya aktivitas-aktivitas ekonomi baru, yang dapat menyebabkan perpindahan penduduk menuju pusat-pusat aktivitas ekonomi baru tersebut. Hal ini tentunya akan menyebabkan

peningkatan kebutuhan penduduk terhadap lahan baik itu lahan untuk permukiman maupun lahan-lahan terbangun lain untuk pemenuhan kebutuhan sosial ekonomi. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, tentunya lahan-lahan non terbangun akan diubah menjadi lahan terbangun.

Penentuan Kemudahan Manuver Pertahanan Darat berdasarkan Tutupan Lahan

Penentuan kemudahan manuver pertahanan darat dilakukan dengan menggunakan analisis spasial melalui

perhitungan euclidean distance terhadap data tutupan lahan. Dalam analisis ini, tidak semua jenis tutupan lahan yang dipertimbangkan, perhitungan hanya dilakukan terhadap tutupan lahan bangunan/permukiman dan kawasan vegetasi yang terdiri dari daerah bervegetasi dan daerah pertanian. Hasil penentuan kemudahan manuver pertahanan darat berdasarkan data spasial tutupan lahan tahun 2022 dan tutupan lahan tahun 2030 menghasilkan peta perbandingan yang dapat ditampilkan pada [Gambar 5](#).



Gambar 5. Peta kemudahan manuver pertahanan darat berdasarkan jarak terhadap kawasan vegetasi tahun 2022 dan prediksi tahun 2030

Sebagian besar kawasan sekitar Bandar Udara YIA memiliki kemudahan manuver yang termasuk dalam klasifikasi sangat mudah baik berdasarkan data tahun 2022 maupun berdasarkan hasil prediksi tahun 2030. Jika

dibandingkan luasan area dengan klasifikasi sangat mudah ini mengalami kenaikan dari tahun 2022 ke 2030. Sementara itu, luasan klasifikasi mudah cenderung mengalami

penurunan, dan klasifikasi tidak mudah cenderung mengalami kenaikan. (Tabel 8)

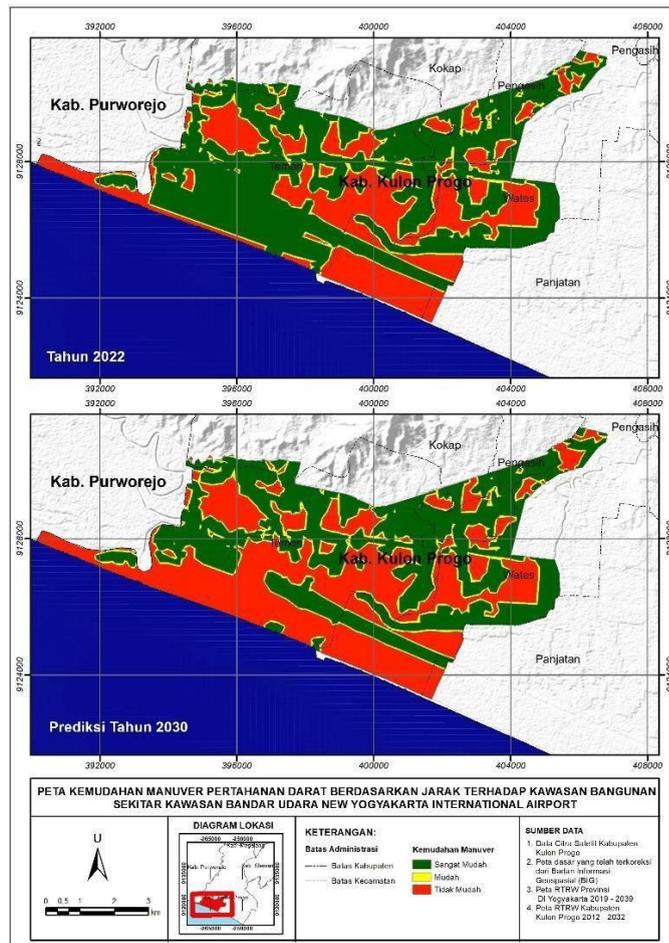
Tabel 8. Kemudahan manuver berdasarkan jarak terhadap kawasan vegetasi tahun 2022 (eksisting) dan tahun 2030 (prediksi)

Kemudahan manuver	Luas (ha)	
	Tahun 2022 (eksisting)	Tahun 2030 (prediksi)
Sangat Mudah	2.697,15	2.703,30
Mudah	565,58	541,64
Tidak Mudah	2.259,48	2.277,72

Sumber: hasil analisis, 2023

Sementara itu, hasil analisis kemudahan manuver pertahanan darat berdasarkan jarak

terhadap kawasan bangunan dapat dilihat pada peta yang tersaji pada Gambar 6.



Gambar 6. Peta kemudahan manuver pertahanan darat berdasarkan jarak terhadap kawasan bangunan tahun 2022 dan prediksi tahun 2030

Adapun hasil klasifikasi kemudahan manuver pertahanan darat baik untuk tahun eksisting 2022 maupun prediksi tahun 2030 dapat dilihat pada Tabel 9. Berdasarkan

informasi pada peta (Gambar 6) dan tabel (Tabel 9), diketahui bahwa sebaran area dengan kelas manuver sangat mudah pada tahun eksisting 2022 jauh lebih luas dibandingkan dengan pada

hasil prediksi tahun 2030. Hal ini terutama diakibatkan pada data eksisting, area Bandar Udara YIA dikategorikan ke dalam tutupan lahan bangunan/permukiman, sedangkan pada hasil proyeksi, area bandara masih termasuk

lahan kosong, yang dipengaruhi oleh hasil prediksi cellular automata tahun 2022 yang juga menggolongkan area tersebut sebagai lahan kosong.

Tabel 9. Kemudahan manuver berdasarkan jarak terhadap kawasan bangunantahun 2022 (eksisting) dan tahun 2030 (prediksi)

Kemudahan manuver	Luas (ha)	
	Tahun 2022 (eksisting)	Tahun 2030 (prediksi)
Sangat Mudah	3102,64	2476,83
Mudah	624,52	621,23
Tidak Mudah	1796,33	2425,88

Sumber: hasil analisis, 2023

Simpulan

Pembangunan Bandar Udara Yogyakarta International Airport (YIA) membawa pengaruh yang cukup signifikan bagi perubahan tutupan lahan di kawasan sekitar bandara. Pada tahun 2018 atau satu tahun setelah dimulainya konstruksi bandar udara terjadi penurunan luas tutupan lahan daerah bervegetasi sebesar 26,5% dan daerah pertanian sebesar 21,7% jika dibandingkan dengan luas masing-masing tutupan lahan pada tahun 2014 dan di sisi lain, terdapat penambahan luas tutupan lahan bangunan/permukiman sebesar 33,29%. Setelah konstruksi bandar udara selesai, tepatnya pada tahun 2022, apabila dibandingkan dengan tahun 2014, terjadi penambahan luasan tutupan lahan bangunan/permukiman sebesar 1.222,99 ha atau sebesar 48,9%. Penambahan ini selaras dengan penurunan luasan tutupan lahan daerah bervegetasi, lahan kosong dan daerah pertanian yang cukup signifikan. Prediksi tutupan lahan tahun 2022 berdasarkan data perubahan tutupan lahan tahun 2014-2018 menghasilkan nilai Kappa Coefficient sebesar 0,82193 dengan persentase correctness sebesar 89,15723%. Nilai ini tergolong sangat baik, sehingga hasil prediksi dapat diterima dan dapat dilanjutkan untuk menghasilkan prediksi tutupan lahan pada tahun 2030. Kemudahan manuver pertahanan darat yang dianalisis berdasarkan data tutupan lahan eksisting tahun 2022 dan data tutupan lahan hasil prediksi menghasilkan bahwa pada tahun 2022 dan pada prediksi tahun 2030, sebagian besar

kawasan sekitar Bandar Udara YIA memiliki jarak terhadap kawasan vegetasi dan bangunan yang tergolong dekat. Hal ini menyebabkan manuver pertahanan darat di kawasan sekitar Bandar Udara YIA yang tergolong sangat mudah dan mudah, yang tentunya sangat berpengaruh bagi kelancaran operasi pertahanan darat.

Ucapan terima kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penelitian/penyusunan artikel ini.

Referensi

- Adisasmita, S. A. (2011). *Transportasi dan Pengembangan Wilayah*. Graha Ilmu, Yogyakarta
- Akyürek, D., Koç, Ö., Akbaba, E. M., & Sunar, F. (2018). Land use/land cover change detection using multi-temporal satellite dataset: A case study in Istanbul New Airport. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42, 17-22.
- Arikunto. (2006). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta : PT. Rineka Cipta
- Ateka, M., Agegn, L., & Belayneh, A. (2022). Evaluating the Effects of Land Use and Land Cover Change on Watershed Surface Runoff: Case of Abelti Watershed, Omo

- Basin, Ethiopia. *International Journal of Earth Sciences Knowledge and Applications*, 4(1), 32-42.
- Bateman, M. & Raymond Riley. (1987). *Geography of Defence*. Croom Helm, London
- Chromicco, H. (2016). Dampak Keberadaan Kampus Institut Pertanian Bogor (IPB) Dramaga Terhadap Perubahan Pemanfaatan Lahan Di Wilayah Sekitarnya. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Perencanaan Wilayah & Kota*, 1(1).
- Dawid, W., & Bielecka, E. (2022). GIS-based land cover analysis and prediction based on open-source software and data. *Quaestiones Geographicae*, 41(3), 75-86.
- Emzir. (2009). *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Imadudina, A. H., Widodo, W. H. S., & Hidayati, A. N. (2022). Land Use Predictions To The Response Of Kediri Airport. *Jurnal Spatial Wahana Komunikasi Dan Informasi Geografi*, 22(1), 13-22.
- Jenness, J., & Wynne, J. J. (2005). Cohen's Kappa and classification table metrics 2.0: an ArcView 3x extension for accuracy assessment of spatially explicit models: US Geological Survey Open-File Report OF 2005-1363. US Geological Survey, Southwest Biological Science Center, Flagstaff, AZ.
- Mabesad. (2011). *Buku Petunjuk Lapangan Tentang Operasi*. Sekretariat Umum Markas Besar Angkatan Darat, Jakarta
- Mariana, D. (2006). Sinergitas TNI dan Pemerintah Daerah Dalam Pemberdayaan Wilayah Pertahanan. *Jurnal Governance*, Pusat Penelitian Kebijakan Publik Dan Pengembangan Wilayah Lembaga Penelitian Universitas Padjadjaran, Bandung.
- McCoy, R. M. (2005). *Field methods in remote sensing*. Guilford Press, New York.
- Moore, T., & Thorsnes, P. (1994). *The transportation/land use connection*. American Planning Association, Chicago
- Muryono, S., & Utami, W. (2020). Pemetaan potensi lahan pertanian pangan berkelanjutan guna mendukung ketahanan pangan. *BHUMI: Jurnal Agraria dan Pertanahan*, 6(2), 201-218.
- Nuraeni, R., Sitorus, S. R. P., & Panuju, D. R. (2017). Analisis perubahan penggunaan lahan dan arahan penggunaan lahan wilayah di Kabupaten Bandung. *Buletin Tanah dan Lahan*, 1(1), 79-85.
- Pemerintah Indonesia. (2014). *Peraturan Pemerintah no. 68 Tahun 2014 tentang Penataan wilayah Pertahanan Negara*. Pemerintah Indonesia, Jakarta
- Pemerintah Indonesia. (2014). *Undang-undang Nomor 34 tahun 2004 tentang Tentara Nasional Indonesia*. Pemerintah Indonesia, Jakarta
- Pemerintah Indonesia. (2021). *Peraturan Presiden No. 8 Tahun 2021 Tentang Kebijakan Umum Pertahanan Negara Tahun 2020-2024*. Pemerintah Indonesia, Jakarta
- Pijanowski, B. C., Brown, D. G., Shellito, B. A., & Manik, G. A. (2002). Using neural networks and GIS to forecast land use changes: a land transformation model. *Computers, environment and urban systems*, 26(6), 553-575.
- Pimentel, D., Wilson, C., McCullum, C., Huang, R., Dwen, P., Flack, J., Tran, Q., Saltman, T. and Cliff, B. (1997). Economic and environmental benefits of biodiversity. *BioScience*, 47(11), 747-757.
- Sajan, B., Mishra, V. N., Kanga, S., Meraj, G., Singh, S. K., & Kumar, P. (2022). Cellular automata-based artificial neural network model for assessing past, present, and

- future land use/land cover dynamics. *Agronomy*, 12(11), 2772.
- Saputra, M. H., & Lee, H. S. (2019). Prediction of land use and land cover changes for North Sumatra, Indonesia, using an artificial-neural-network-based cellular automaton. *Sustainability*, 11 (11), 3024.
- Sarastika, T., Saraswati, Y., Triyadi, R. A., & Susena, Y. (2024). Pemodelan prediksi konversi penggunaan lahan berbasis ann-ca di wilayah peri-urban Kabupaten Sleman. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 11 (1), 161-173.
- Sari, N. M., & Kushardono, D. (2019). Analisis dampak pembangunan infrastruktur Bandara Internasional Jawa Barat terhadap alih fungsi lahan pertanian melalui citra satelit resolusi tinggi. *Jurnal Geografi*, 11(2), 146-162.
- Sukri, I., & Harini, R. (2023). Effect of Transportation Infrastructure on Built-up Area Using Prediction of Land Use/Cover Change: Case Study of Yogyakarta International Airport, Indonesia. *Indonesian Journal of Geography*, 55(1).
- Sulistyo, B., Toruan, T. S. L., & Waluyo, S. D. (2020). Penataan Wilayah Pertahanan Darat Aspek Dinamis Dalam Mewujudkan Strategi Pertahanan Berlapis Di Wilayah Propinsi Kalimantan Barat. *Strategi Perang Semesta*, 6(1).
- Supriyatno, M. (2014). *Tentang Ilmu Pertahanan*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia, Jakarta
- Tachjan, H. (2006). *Implementasi Kebijakan Publik*. AIPI, Bandung
- Utami, W., Kuna, A., & Marini, M. (2023). Dampak Pembangunan Bandara Internasional Yogyakarta Terhadap Perubahan Penggunaan Lahan. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*, 19(1), 105-117.
- Wiweka, W. (2014). Pola suhu permukaan dan udara menggunakan citra satelit Landsat Multitemporal. *Ecolab*, 8 (1), 11-22.
- Xiong, C., Beckmann, V., & Tan, R. (2018). Effects of infrastructure on land use and land cover change (LUCC): the case of Hangzhou International Airport, China. *Sustainability*, 10(6).
- Yu, W., Zang, S., Wu, C., Liu, W., & Na, X. (2011). Analyzing and modeling land use land cover change (LUCC) in the Daqing City, China. *Applied Geography*, 31 (2), 600-608.
- Yunus, H.S. (2010). *Metodologi Penelitian Wilayah Kontemporer*. Pustaka Pelajar, Yogyakarta