

**PREDIKSI PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN  
KAPANEWON SEYEGAN DENGAN PEMODELAN SPASIAL  
*CELLULAR AUTOMATA ARTIFICIAL NEURAL NETWORK*  
SKRIPSI**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Sebutan Sarjana Terapan  
di Bidang Pertanahan pada Program Studi Diploma IV Pertanahan



**Disusun oleh:**

**SETYA DWI MULYO**

**NIT. 22314170**

**KEMENTERIAN AGRARIA DAN TATA RUANG/  
BADAN PERTANAHAN NASIONAL  
POLITEKNIK AGRARIA STPN**

**2026**

## ABSTRACT

Land use change is a phenomenon that continuously occurs due to population growth, regional development, and infrastructure expansion. Kapanewon Seyegan, as one of the major agricultural production areas in Sleman Regency, has experienced pressure from land use changes caused by the expansion of settlements, industrial development, and the construction of the Yogyakarta–Bawen Toll Road. This study aims to analyze land use changes in Kapanewon Seyegan during the 2016-2025 period, predict land use in 2034 using the Cellular Automata–Artificial Neural Network (CA-ANN) model, and evaluate land use suitability based on the West Sleman Detailed Spatial Plan (RDTR) 2021-2041.

This research employed a quantitative method with a spatial approach. The data consisted of interpreted Sentinel-2A satellite imagery from 2016 and 2025, which were classified into five land use categories: agricultural land, settlements, industrial areas, open land, and water bodies. Spatial modeling was conducted using the CA-ANN method through the MOLUSCE plugin in QGIS to generate a land use prediction map for 2034. Furthermore, a land use suitability analysis was carried out by comparing the existing and predicted land use with the West Sleman RDTR 2021-2041.

The results indicate that during the 2016-2025 period, agricultural land decreased by 105.3045 hectares, while settlement areas increased by 53.7704 hectares. The validation results of the CA-ANN model demonstrated excellent performance, with a Kappa coefficient of 0.95960 and an overall accuracy of 98.74077%, indicating that the model is reliable for land use prediction. The 2034 prediction shows that agricultural land is expected to continue declining, whereas settlement areas are projected to increase, reflecting the dominance of built-up area expansion. The land use suitability analysis revealed that in 2025, the area inconsistent with the West Sleman RDTR 2021-2041 was 34.1422 hectares, while the predicted land use in 2034 indicates an increase in unsuitable land use to 97.87079674 hectares. These findings highlight the need for effective spatial planning and land use control policies to maintain the sustainability of agricultural land in Kapanewon Seyegan.

**Keywords:** Land Use Change, Land Use Prediction, Detailed Spatial Plan (RDTR), and Spatial Plan Conformity.

# DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	5
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
A. Kajian Literatur .....	6
B. Kerangka Teoritis .....	12
C. Kerangka Pemikiran.....	24
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>27</b>
A. Format Penelitian .....	27
B. Lokasi Penelitian.....	28
C. Populasi, Sampel, dan Teknik Pengambilan Sampel .....	29
D. Definisi Operasional Konsep .....	30
E. Jenis, Sumber, dan Teknik Pengumpulan Data .....	32
F. Teknik Analisis Data .....	33
<b>BAB IV GAMBARAN UMUM WILAYAH KAPANEWON SEYEGAN</b> ....	<b>42</b>
A. Letak, Luas, Dan Batas Wilayah .....	42
B. Kondisi Sosial Ekonomi.....	44
C. Kebijakan Pola Ruang Di Kapanewon Seyegan .....	47
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>51</b>
A. Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 2016-2025 .....	51
B. Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 2034 .....	74
C. Kesesuaian Penggunaan Lahan .....	89
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>94</b>

A. Kesimpulan .....	94
B. Saran.....	94
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>96</b>

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Sebagai negara agraris, sektor pertanian memiliki peranan yang sangat penting dalam perekonomian Indonesia. Berdasarkan situs web Satu Data Indonesia luas lahan pertanian tahun 2023 seluas 72.992,20 Ha dan luas lahan Non Pertanian 37.831,80. Lahan pertanian berarti penting bagi masyarakat Indonesia, terutama dalam penyediaan bahan pangan pokok bagi masyarakat. Beras sebagai makanan pokok mayoritas penduduk Indonesia menjadikan padi sebagai komoditas utama. Berdasarkan hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susenas) yang dilaksanakan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) pada Maret 2020, tercatat bahwa tingkat partisipasi konsumsi beras mencapai 96,95% dari seluruh rumah tangga di Indonesia. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar masyarakat Indonesia mengandalkan beras sebagai makanan pokok sehari-hari (BPS, 2022). Ketersediaan lahan pertanian menjadi salah satu unsur penting dalam produksi pangan karena lahan pertanian merupakan faktor utama dalam menghasilkan bahan pangan (Dardak, 2005).

Keberlanjutan lahan pertanian memiliki arti strategis dalam menjaga ketahanan pangan nasional. Namun, ketersediaan lahan pertanian di Indonesia mengalami penurunan dari tahun ke tahun. Berdasarkan data Kementerian Pertanian, luas lahan baku sawah pada tahun 2016 sebesar 8.187.734 hektare berkurang menjadi 7.384.341 hektare pada tahun 2023, sehingga terjadi penurunan seluas 803.393 hektare (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2024). Penurunan ini menunjukkan terjadinya alih fungsi lahan pertanian menjadi lahan nonpertanian di berbagai wilayah Indonesia. Alih fungsi lahan pertanian merupakan permasalahan yang umum dialami oleh wilayah yang sedang berkembang (Azadi dkk., 2018). Fenomena ini merupakan konsekuensi dari meningkatnya pembangunan dan pertumbuhan jumlah penduduk yang menyebabkan kebutuhan terhadap lahan semakin besar. Kebutuhan lahan yang meningkat membuat ketersediaan lahan menjadi terbatas dan semakin sulit untuk diperoleh, sehingga mendorong terjadinya perubahan fungsi lahan dari pertanian menjadi perkampungan, industri, maupun infrastruktur.

Berdasarkan data BPS tahun 2025, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) menduduki peringkat ke 4 (empat) dalam hal kepadatan penduduk. Hal ini menjadi salah satu faktor penyusutan luas lahan pertanian Provinsi DIY. Berdasarkan data Kementerian Pertanian, luas lahan sawah di DIY pada tahun 2019 sebesar 76.273 hektare, berkurang menjadi 67.027 hektare pada tahun 2023. Dalam periode 2019–2023 terjadi pengurangan sebesar 9.246 hektare atau sekitar 12,12%. Angka ini menunjukkan bahwa alih fungsi lahan pertanian menjadi nonpertanian di wilayah DIY berlangsung cukup pesat selama empat tahun terakhir. Berdasarkan data Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah (Bappeda) DIY tahun 2023, Kabupaten Sleman merupakan wilayah dengan tingkat alih fungsi lahan pertanian tertinggi di provinsi DIY. Data Kementerian Pertanian tahun 2016 menunjukkan bahwa luas lahan sawah di Kabupaten Sleman sebesar 21.856 hektare, namun berkurang menjadi 18.295 hektare pada tahun 2019. Selanjutnya, data yang dirilis oleh Kementerian Pertanian dan Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional (ATR/BPN) pada akhir tahun 2024 menunjukkan bahwa luas lahan baku sawah di Sleman tersisa 15.918 hektare (Populi.id, 2025).

Alih fungsi lahan pertanian di Kabupaten Sleman disebabkan oleh berbagai faktor yang saling berkaitan. Pertumbuhan penduduk yang pesat menyebabkan meningkatnya kebutuhan lahan untuk perkampungan, sementara perpindahan penduduk ke wilayah dengan akses dan peluang ekonomi yang lebih baik turut mendorong perubahan penggunaan lahan. Berdasarkan data BPS 2016, Kabupaten Sleman memiliki jumlah penduduk sebanyak 1.180.908 jiwa. Pada tahun 2025 jumlah penduduk Kabupaten Sleman naik menjadi 1.335.947 jiwa. Menurut Maryunianta & Hutajulu (2016) kondisi ekonomi masyarakat juga menjadi pendorong utama karena banyak pemilik lahan yang menjual lahan pertaniannya untuk kebutuhan lain. Selain itu, pengembangan infrastruktur, seperti pembangunan jalan tol, kawasan industri, serta fasilitas umum, mempercepat laju konversi lahan pertanian menjadi nonpertanian. Pembangunan infrastruktur mendorong investor, pengembang perumahan, dan pendatang yang memiliki modal untuk menawarkan harga yang menarik kepada pemilik lahan sehingga mereka bersedia menjual lahannya (Prihatin, 2015).

Perubahan fungsi lahan tersebut berdampak langsung terhadap produksi padi di Kabupaten Sleman. Berdasarkan data BPS tahun 2016, produksi padi di Kabupaten Sleman mencapai 322.418 ton, namun pada tahun 2025 menurun drastis menjadi 112.293 ton. Penurunan ini menunjukkan bahwa alih fungsi lahan memiliki pengaruh nyata terhadap menurunnya produktivitas pertanian, khususnya tanaman padi.

Dinas Pertanian, Pangan, dan Perikanan (DP3) Kabupaten Sleman mencatat bahwa produksi padi di daerah ini tersebar di 17 kapanewon, dengan sentra utama di Kapanewon Seyegan, Moyudan, Minggir, dan Godean. Dari keempat wilayah yang menjadi lumbung pangan Kabupaten Sleman tersebut, Kapanewon Seyegan berpotensi mengalami penyusutan lahan pertanian karena wilayah ini dilintasi oleh proyek pembangunan Jalan Tol Jogja–Bawen.

Berdasarkan data Dinas Pertanahan dan Tata Ruang (Dispertaru) DIY, proyek Jalan Tol Jogja–Bawen akan melewati tujuh desa di tiga Kapanewon di Kabupaten Sleman, yaitu Kapanewon Tempel, Kapanewon Seyegan, dan Kapanewon Mlati, dengan total 915 bidang lahan yang terdampak. Berikut data jumlah bidang di setiap Kalurahan.

Tabel 1. 1 Jumlah Bidang Terdampak Tol Jogja-Bawen

No	Kecamatan/Kapanewon	Kalurahan	Jumlah Bidang
1	Kapanewon Tempel	Kalurahan Banyurejo	166 Bidang
2	Kapanewon Tempel	Kalurahan Tambakrejo	88 Bidang
3	Kapanewon Tempel	Kalurahan Sumberrejo	12 Bidang
4	Kapanewon Seyegan	Kalurahan Margokaton	190 Bidang
5	Kapanewon Seyegan	Kalurahan Margodadi	76 Bidang
6	Kapanewon Seyegan	Kalurahan Margomulyo	106 Bidang
7	Kapanewon Mlati	Kalurahan Tirtoadi	277 Bidang
	Total		915 Bidang

Sumber : Dispertaru DIY

Pembangunan infrastruktur tersebut memang memberikan manfaat dalam peningkatan konektivitas antarwilayah, namun di sisi lain juga menyebabkan berkurangnya lahan pertanian. Dengan dilintasi oleh proyek pembangunan Jalan Tol Jogja–Bawen, Kapanewon Seyegan berpotensi mengalami penyusutan luas

lahan pertanian yang cukup besar. Beberapa desa yang terdampak di Kapanewon Seyegan antara lain Margokaton, Margodadi, dan Margomulyo. Proses pembebasan lahan yang dilakukan untuk pembangunan jalan tol turut mempercepat berkurangnya luas lahan pertanian di wilayah ini, baik secara langsung akibat penggunaan lahan untuk jalan tol, maupun secara tidak langsung karena perkembangan wilayah di sekitar jalur tol yang mendorong perubahan fungsi lahan di sekitarnya.

Fenomena penyusutan lahan pertanian akibat pembangunan jalan tol juga terjadi di beberapa daerah lain di Indonesia. Sebagai contoh, hasil penelitian Anan Haji (2024) menunjukkan bahwa pembangunan Jalan Tol Semarang–Demak menyebabkan perubahan penggunaan lahan pertanian menjadi nonpertanian seluas 441 hektare atau sekitar 47,41% dari total lahan terdampak. Hal serupa terjadi pada proyek Jalan Tol Jombang–Mojokerto dengan penyusutan lahan pertanian mencapai 808,89 hektare. Kedua contoh tersebut memperlihatkan bahwa pembangunan infrastruktur jalan tol memiliki kontribusi besar terhadap alih fungsi lahan pertanian di wilayah yang dilaluinya. Oleh karena itu, Kapanewon Seyegan berpotensi mengalami pola yang sama, di mana luas area pertanian terus menyusut seiring dengan perkembangan infrastruktur dan peningkatan aktivitas nonpertanian di kawasan sekitarnya.

Melihat fenomena tersebut, penting untuk dilakukan penelitian yang berfokus pada kajian alih fungsi lahan pertanian menjadi nonpertanian di Kapanewon Seyegan. Penelitian ini diperlukan untuk mengetahui sejauh mana penyusutan luas lahan pertanian terjadi akibat berbagai faktor pembangunan, termasuk proyek infrastruktur jalan tol. Dengan melakukan analisis perubahan penggunaan lahan dari tahun 2016 hingga 2025 serta memprediksi kondisi pada tahun 2034, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai perkembangan penggunaan lahan di Kapanewon Seyegan dari waktu ke waktu. Rentang waktu 2016-2025 dipilih karena pada periode tersebut terjadi beberapa perubahan yang cukup penting di wilayah penelitian. Pada tahun 2017 mulai terlihat adanya perubahan lahan pertanian menjadi lahan terbuka. Kemudian pada tahun 2021 mulai muncul pembangunan perumahan yang menyebabkan kebutuhan lahan semakin meningkat. Selain itu, pada tahun 2021 juga ditetapkan

RDTR Sleman Barat Tahun 2021-2041 yang menjadi pedoman dalam pemanfaatan ruang di wilayah tersebut. Selanjutnya, pada tahun 2023 mulai dilakukan pembebasan lahan untuk pembangunan Jalan Tol Yogyakarta–Bawen yang berpotensi memengaruhi penggunaan lahan di sekitarnya. Oleh karena itu, periode 2016-2025 dipilih karena dapat menunjukkan kondisi penggunaan lahan sebelum dan selama terjadinya berbagai kegiatan pembangunan tersebut, sehingga hasil analisis yang diperoleh dapat digunakan untuk melihat arah perkembangan penggunaan lahan di masa mendatang.

### **B. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana perubahan penggunaan lahan di Kapanewon Seyegan tahun 2016 hingga 2025?
2. Bagaimana prediksi perubahan penggunaan lahan menggunakan model CA-ANN di Kapanewon Seyegan tahun 2034?
3. Bagaimana kesesuaian penggunaan lahan tahun 2025 dan tahun 2034 terhadap Rencana Detail Tata Ruang Sleman Barat Tahun 2021-2041?

### **C. Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui perubahan penggunaan lahan dari tahun 2016 sampai 2025.
2. Mengetahui prediksi perubahan penggunaan lahan Kapanewon Seyegan tahun 2034.
3. Untuk mengetahui kesesuaian perubahan penggunaan lahan tahun 2025 dan 2034 terhadap Rencana Detail Tata Ruang Sleman Barat Tahun 2021-2041.

### **D. Manfaat Penelitian**

1. Manfaat akademis/ilmiah dari penelitian ini adalah untuk memperdalam pemahaman serta penerapan pemodelan spasial dalam mengidentifikasi perubahan penggunaan lahan secara temporal.
2. Manfaat praktis dari penelitian ini adalah untuk mempermudah proses identifikasi perubahan lahan melalui teknik pemetaan cepat (*rapid mapping*) serta mendorong sinergi antara masyarakat, pemerintah daerah, pelaku usaha, dan pemangku kepentingan lainnya dalam mewujudkan pengelolaan dan pemanfaatan lahan yang berorientasi pada kelestarian ekosistem.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, terdapat tiga simpulan utama yang dapat ditarik dari penelitian ini. Pertama, penggunaan lahan di Kapanewon Seyegan mengalami perubahan yang signifikan dalam periode 2016-2025, ditandai dengan penurunan lahan pertanian seluas 105,3045 Ha dan peningkatan perkampungan seluas 53,7704 Ha. Lahan terbuka mengalami peningkatan seluas 47,4762 Ha, yang berkaitan dengan proses pembukaan lahan untuk pembangunan infrastruktur berskala besar.

Kedua, model CA-ANN memprediksikan bahwa lahan pertanian di Kapanewon Seyegan tahun 2034 akan terus mengalami penurunan seluas 271,0750 Ha dan penggunaan lahan perkampungan diprediksi mengalami pertumbuhan dari 457,4821 Ha menjadi 713,6297 Ha, terutama akibat konversi dari lahan pertanian sebesar 256,2837 Ha.

Ketiga, evaluasi kesesuaian terhadap RDTR Sleman Barat 2021-2041 menunjukkan bahwa terdapat ketidaksesuaian penggunaan lahan pada tahun 2025 yang meliputi industri di zona tanaman pangan 1,2452 Ha, lahan terbuka di zona tanaman pangan 8,6688 Ha, dan perkampungan di zona perlindungan setempat 2,8694 Ha serta zona tanaman pangan 21,3588 Ha. Pada prediksi tahun 2034, ketidaksesuaian tersebut diprediksi meningkat secara signifikan, terutama pada penggunaan lahan perkampungan yang diprediksi menempati zona perlindungan setempat 8,1781 Ha dan zona tanaman pangan 77,8178 Ha, mengindikasikan urgensi penguatan mekanisme pengendalian pemanfaatan ruang yang berbasis bukti spasial di Kapanewon Seyegan.

#### **B. Saran**

Pemerintah Kabupaten Sleman perlu segera memperkuat instrumen pengendalian pemanfaatan ruang melalui penetapan zonasi berbasis bukti spasial yang diperbarui secara periodik, khususnya dalam melindungi lahan pertanian produktif dan kawasan lindung setempat dari ancaman konversi yang tidak sesuai dengan arahan RDTR. Mekanisme insentif fiskal bagi petani yang mempertahankan

fungsi lahan sawah perlu diintegrasikan dengan regulasi disinsentif bagi aktivitas alih fungsi lahan yang melanggar arahan tata ruang yang berlaku. Pengintegrasian sistem pemantauan berbasis penginderaan jauh dan pemodelan prediktif CA-ANN ke dalam siklus perencanaan tata ruang secara reguler akan memungkinkan pemerintah daerah mendeteksi deviasi pemanfaatan ruang sejak dini, sehingga pengendalian dapat dilakukan lebih proaktif dan berbasis data sebelum konflik pemanfaatan ruang berkembang menjadi persoalan yang lebih kompleks dan sulit dikendalikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Pemerintah Republik Indonesia. (2023). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2023 tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja menjadi Undang-Undang*.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Penataan Ruang*.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian (2024) “*Statistik Pertanian 2024 / Agricultural Statistics 2024*,” Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Tersedia pada: <https://pertanian.go.id/>
- Badan Pusat Statistik (2022) “*Talkshow di Radio Darussalam dengan Tema PIPA2020*,” muratarakab.bps.go.id. Tersedia pada: <https://muratarakab.bps.go.id/id/news/2022/04/05/25/talkshow-di-radio-darussalam-dengan-tema-pipa2020.html>
- Badan Standardisasi Nasional Indonesia. (2010). *Klasifikasi Penutupan Lahan. Sni 7645:2010*, 1–28.
- Abdussamad, H. Z., & Sik, M. S. (2021). *Metode penelitian kualitatif*. CV. Syakir Media Press.
- Azadi, H., Keramati, P., Taheri, F., Rafiaani, P., Teklemariam, D., Gebrehiwot, K., Hosseinia, G., Passel, S., Lebailly, P., & Witlox, F. (2018). Agricultural Land Conversion: Reviewing Drought Impacts and Coping Strategies. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 31. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2018.05.003>
- Bahar, H. (2016). *Analisa citra satelit penginderaan jauh Landsat-8 untuk identifikasi kondisi geologi wilayah vulkanik (Studi kasus: Gunung Penanggungan, Jawa Timur)*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Bintarto R. 1977. *Geografi Sosial*. Yogyakarta: U.P Spring,
- Daru, A. Y. (2021). *Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan Dan Evaluasi Terhadap Penataan Ruang Dengan Pemodelan Spasial Cellular Automata Di Kabupaten Sidoarjo*. Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional.
- Dardak, H. (2005). Pemanfaatan lahan berbasis rencana tata ruang sebagai upaya perwujudan ruang hidup yang nyaman, produktif, dan berkelanjutan. *Seminar Nasional “Save Our Land for the Better Environments.” Bogor: IPB*.
- El-Tantawi, A. M., Bao, A., Chang, C., and Liu, Y. 2019. Monitoring and Predicting Land Use/Cover Changes in the Aksu-Tarim River Basin, Xinjiang-China (1990–2030). *Environmental Monitoring and Assessment* 191: 1–18. DOI: 10.1007/s10661-019-7478-0
- Fawzi, N. I., & Husna, V. N. (2021). *Landsat 8-Sebuah Teori dan Teknik Pemrosesan Tingkat Dasar*. Bengkulu: Penerbit El Markazi.
- Hanim, F., Sumarmi, S., & Amirudin, A. (2016). Pengaruh penggunaan multimedia pembelajaran interaktif penginderaan jauh terhadap hasil belajar geografi. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 1(4), 752-757.
- 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), 88–97.
- Hilmanto, R. (2010). *Etnoekologi. Bandar Lampung: Universitas Lampung*.
- Indonesia, S. N. (2014). *Klasifikasi penutup lahan-Bagian 1: Skala kecil dan*

- menengah. *BSN, Jakarta*.
- Ir. Anita Sitawati. W., M. S. (2012). Konsep Dasar Penggunaan Lahan. 1–40.
- Justice, C. O., Markham, B. L., Townshend, J. R. G., & Kennard, R. L. (1989). Spatial degradation of satellite data. *International Journal of Remote Sensing*, 10(9), 1539–1561.
- Kosasih, D., Saleh, M. B., & Prasetyo, L. B. (2019). Interpretasi visual dan digital untuk klasifikasi tutupan lahan di Kabupaten Kuningan, Jawa Barat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 24(2), 101–108.
- Kusniawati, I., Subiyanto, S., & Amarrohman, F. J. (2019). Analisis model perubahan penggunaan lahan menggunakan artificial neural network di kota Salatiga. *Jurnal Geodesi Undip*, 9(1), 1–11.
- Li, L., Zhu, A., Huang, L., Wang, Q., Chen, Y., Ooi, M. C. G., Wang, M., Wang, Y., & Chan, A. (2022). Modeling the impacts of land use/land cover change on meteorology and air quality during 2000–2018 in the Yangtze River Delta region, China. *Science of the Total Environment*, 829, 154669.
- Mananoma, T., & Soetopo, W. (2009). Pemodelan sebagai sarana dalam mencapai solusi optimal. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, 8(3), pp-184.
- Margono, S. (2005). *Metodologi penelitian pendidikan*.
- Maryunianta, Y., & Hutajulu, A. T. (2016). *Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Petani dalam Mempertahankan Lahan Padi Sawah dari Konversi Menjadi Lahan Kelapa Sawit (Kasus: Desa Tanjung Ibus, Kecamatan Secanggang, Kabupaten Langkat)*. Universitas Sumatera Utara.
- Mirsa, R. (2012). Elemen tata ruang kota. *Yogyakarta: Graha Ilmu*.
- Muhammad, A. M., Rombang, J. A., & Saroinsong, F. B. (2016). Identifikasi jenis tutupan lahan di kawasan KPHP Poigar dengan metode maximum likelihood. *Cocos*, 7(2).
- Muta'Ali, L. (2015). Teknik Analisis Regional untuk perencanaan wilayah, tata ruang, dan lingkungan. *Yogyakarta: Badan Penerbit Fakultas Geografi (BPFGE)*.
- Muzaky, H., dan Jaelani, L. M. (2019). Analisis Pengaruh Tutupan Lahan terhadap Distribusi Suhu Permukaan: Kajian Urban Heat Island di Jakarta, Bandung, dan Surabaya. *Jurnal Penginderaan Jauh Indonesia*, 1(2), 45-51
- Nabila, D. A. (2023). Pemodelan prediksi dan kesesuaian perubahan penggunaan lahan menggunakan Cellular Automata-Artificial Neural Network (CA-ANN). *Tunas Agraria*, 6(1), 41–55.
- Populi.id. (2025, 30 Juli). *Pembangunan tol kurangi lahan pertanian di Sleman, produksi pangan diklaim tetap aman*. <https://populi.id/2025/07/30/pembangunan-tol-kurangi-lahan-pertanian-di-sleman-produksi-pangan-diklaim-tetap-aman/>
- Priambudi, B. N., & Pigawati, B. (2014). Faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan pemanfaatan lahan dan sosial ekonomi di sekitar apartemen mutiara garden. *Teknik PWK (Perencanaan Wilayah Kota)*, 3(4), 576–584.
- Prihatin, R. B. (2015). Alih fungsi lahan di perkotaan (Studi kasus di Kota Bandung dan Yogyakarta). *Jurnal Aspirasi*, 6(2), 105–118.
- Priyono. 2016. Metode Penelitian Kuantitatif. Surabaya: Zifatama Publishing. Hal 1.
- Riduwan, & Akdon. (2015). *Rumus dan data dalam analisis statistika*. Bandung:

Alfabeta.

- Rosidah, E., Faisal, M., & Anggriani, I. (2021). Metode Celullar Automata Dan Metode Beda Hingga Untuk Model Simulasi Pola Kebakaran Hutan. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Matematika (SEMIOTIKA)*, 1(1), 19–27.
- Rumora, L., Miler, M., & Medak, D. (2020). Impact of various atmospheric corrections on sentinel-2 land cover classification accuracy using machine learning classifiers. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(4), 277.
- Sadyohutomo, M. (2016). *Tata guna lahan dan penyerasian tata ruang*. Pustaka Pelajar.
- Saifuddin, M. (2024). *Analisis Kesesuaian Penggunaan Lahan Tahun 2022 Terhadap Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Boyolali*. 11(1), 59–67. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2024.011.1.7>
- Samsu, S. (2021). *Metode Penelitian: (Teori Dan Aplikasi Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, Mixed Methods, Serta Research & Development)*. Pusaka Jambi.
- Sandi, C., Adityawan, M. B., Harlan, D., Farid, M., & Nadeak, N. (2022). *Artificial Neural Network Dan Pemodelan Numerik Untuk Prediksi Parameter Aliran Akibat Dam Break*. 2(2), 129–140. <https://doi.org/10.56860/jtsda.v2i2.50>
- Sari, H. R., Khakim, M. Y. N., & Erni, S. (2025). *Penggunaan Sistem Informasi Geografis ( Sig ) Dalam Analisis Daya Dukung Lahan Berbasis Kemampuan Lahan ( Studi Kasus : Wilayah Lahan Kabupaten Banyuasin Tahun 2023 )*. 6(7), 3218–3237.
- Sarwendami, S. (2018). *Identifikasi Perubahan Guna Lahan Permukiman Menjadi Kegiatan Komersial Serta Dampaknya Terhadap Perubahan Mata Pencarian Dan Pendapatan Masyarakat Di Kelurahan Lebak Siliwangi Kota Bandung*. Universitas Komputer Indonesia.
- Sejati, A. W., Buchori, I., & Rudiarto, I. (2019). The spatio-temporal trends of urban growth and surface urban heat islands over two decades in the Semarang Metropolitan Region. *Sustainable Cities and Society*, 46, 101432.
- Sepyoza, A. P., & Wilis, R. (2024). *Perubahan Penggunaan Lahan Sawah Menjadi Lahan Perkebunan di Kecamatan Mungka Tahun 2023-2021*. 8, 17623–17634.
- Siregar, D. K., & Yulfa, A. (2024). *Analysis of Land Use Changes in the Slum Area of Kandis District, Siak Regency in 2014 and 2023*. 3(2), 1163–1179.
- Suhet. (2014). *Sentinel-2 User Handbook*. Paris. ESA Standard Document : European Space Agency
- Zainudin, P. (2024). *Pemetaan Kesesuaian Penggunaan Lahan Sawah Dilindungi Terhadap Rtrw Kota Salatiga Tahun 2023-2043 Melalui Sig*. 12(2), 768–778.