

**PEMANFAATAN ALGORITMA *MACHINE LEARNING* UNTUK  
ANALISIS TANAH PERTANIAN TAHUN 2017 - 2025 PADA WILAYAH  
PEMBANGUNAN JALAN TOL YOGYAKARTA-BAWEN**

(Studi Kasus Kalurahan Margokaton, Kapanewon Seyegan dan Kalurahan  
Tirtoadi, Kapanewon Mlati, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta)

**SKRIPSI**

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



**Disusun Oleh :**

**Rheine Aura Shelli Mariska Ardawati**

**NIT. 22314213**

**KEMENTERIAN AGRARIA DAN TATA RUANG/**

**BADAN PERTANAHAN NASIONAL**

**POLITEKNIK AGRARIA STPN**

**2026**

## ABSTRACT

*The construction of the Yogyakarta–Bawen Toll Road has the potential to impact changes in land use, particularly agricultural land in Margokaton and Tirtoadi Villages. This study aims to determine the extent of land use and changes in agricultural land in 2017, 2020, and 2025 using the Random forest algorithm. This study utilizes Sentinel-2 imagery classified using the Random forest algorithm in QGIS software with the help of Orfeo Toolbox (OTB). Accuracy tests in 2017 and 2020 were conducted using validation data, while in 2025 using data from field checks. Land use change analysis was conducted using the overlay method. The results show that the Random forest algorithm is able to produce land use classification with a good level of accuracy, with Overall Accuracy values ranging from 78.59%–98.02% and Kappa Accuracy values between 70%–96%. Agricultural land dynamics show changes in rice field area in both study areas influenced by regional development and the construction of the Yogyakarta–Bawen Toll Road and increasing built-up area.*

**Keywords:** *Random forest, Sentinel-2, Agricultural Land, Land Use, Toll Roads*

## DAFTAR ISI

|                                           | Halaman |
|-------------------------------------------|---------|
| HALAMAN JUDUL.....                        | 1       |
| HALAMAN PENGESAHAN.....                   | ii      |
| PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....         | iii     |
| MOTTO.....                                | iv      |
| HALAMAN PERSEMBAHAN.....                  | v       |
| KATA PENGANTAR.....                       | vii     |
| ABSTRACT.....                             | ix      |
| INTISARI.....                             | x       |
| DAFTAR ISI .....                          | xi      |
| DAFTAR GAMBAR .....                       | xiv     |
| DAFTAR TABEL.....                         | xv      |
| DAFTAR DIAGRAM .....                      | xvii    |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                     | xviii   |
| BAB I PENDAHULUAN .....                   | 1       |
| A. Latar Belakang .....                   | 1       |
| B. Rumusan Masalah .....                  | 3       |
| C. Tujuan dan Manfaat Penelitian .....    | 4       |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....             | 5       |
| A. Kajian Terdahulu .....                 | 5       |
| B. Kerangka Teoritis .....                | 16      |
| 1. Teori Penggunaan Tanah .....           | 16      |
| 2. Teori Perubahan Penggunaan Tanah ..... | 21      |
| 3. Citra Sentinel 2.....                  | 22      |
| 4. <i>Machine Learning</i> .....          | 23      |
| 5. Uji Akurasi .....                      | 25      |
| C. Kerangka Pemikiran.....                | 27      |
| D. Pertanyaan Penelitian .....            | 27      |
| BAB III METODE PENELITIAN.....            | 29      |
| A. Format Penelitian .....                | 29      |
| B. Lokasi Penelitian.....                 | 29      |

|                                              |                                                                                 |    |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| C.                                           | Populasi, Sampel, dan Teknik Pengambilan Sampel .....                           | 30 |
| D.                                           | Definisi Operasional Variabel Penelitian .....                                  | 32 |
| E.                                           | Jenis, Sumber, dan Teknik Pengumpulan data .....                                | 33 |
| F.                                           | Analisis Data .....                                                             | 34 |
| BAB IV GAMBARAN UMUM LOKASI PENELITIAN ..... |                                                                                 | 38 |
| A.                                           | Gambaran Fisik Wilayah Penelitian.....                                          | 38 |
| 1.                                           | Gambaran Umum Kalurahan Margokaton.....                                         | 38 |
| 2.                                           | Gambaran Umum Kalurahan Tirtoadi.....                                           | 40 |
| B.                                           | Gambaran Umum Kependudukan.....                                                 | 41 |
| 1.                                           | Jumlah Penduduk Kalurahan Margokaton .....                                      | 41 |
| 2.                                           | Jumlah Penduduk Kalurahan Tirtoadi.....                                         | 43 |
| BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN .....             |                                                                                 | 45 |
| A.                                           | Analisis Kesesuaian Klasifikasi <i>Random Forest</i> Kalurahan Margokaton ..... | 45 |
| 1.                                           | Uji Akurasi Kalurahan Margokaton Tahun 2017 .....                               | 45 |
| 2.                                           | Uji Akurasi Kalurahan Margokaton Tahun 2020 .....                               | 48 |
| 3.                                           | Uji Akurasi Kalurahan Margokaton Tahun 2025 .....                               | 51 |
| B.                                           | Analisis Kesesuaian Klasifikasi <i>Random Forest</i> Kalurahan Tirtoadi .....   | 55 |
| 1.                                           | Uji Akurasi Kalurahan Tirtoadi Tahun 2017 .....                                 | 55 |
| 2.                                           | Uji Akurasi Kalurahan Tirtoadi Tahun 2020 .....                                 | 58 |
| 3.                                           | Uji Akurasi Kalurahan Tirtoadi Tahun 2025 .....                                 | 61 |
| C.                                           | Perubahan Penggunaan Tanah Kalurahan Margokaton.....                            | 65 |
| 1.                                           | Perubahan Penggunaan Tanah 2017 – 2020 Kalurahan Margokaton....                 | 65 |
| 2.                                           | Perubahan Penggunaan Tanah 2020 – 2025 Kalurahan Margokaton....                 | 68 |
| 3.                                           | Perubahan Penggunaan Tanah 2017 – 2025 Kalurahan Margokaton....                 | 72 |
| D.                                           | Perubahan Penggunaan Tanah Kalurahan Tirtoadi .....                             | 76 |
| 1.                                           | Perubahan Penggunaan Tanah 2017 – 2020 Kalurahan Tirtoadi .....                 | 76 |
| 2.                                           | Perubahan Penggunaan Tanah 2020 – 2025 Kalurahan Tirtoadi .....                 | 79 |
| 3.                                           | Perubahan Penggunaan Tanah 2017 – 2025 Kalurahan Tirtoadi .....                 | 82 |
| BAB VI PENUTUP .....                         |                                                                                 | 87 |
| A.                                           | Kesimpulan .....                                                                | 87 |
| B.                                           | Saran.....                                                                      | 89 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                         |                                                                                 | 90 |

|               |    |
|---------------|----|
| LAMPIRAN..... | 96 |
|---------------|----|

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Pembangunan infrastruktur di Indonesia berjalan begitu pesat. Pelaksanaan pembangunan infrastruktur di Indonesia mempunyai pengaruh positif bagi pertumbuhan ekonomi karena adanya keterbukaan akses (Ferdian Adhy Prasetya, 2024). Tujuan dari pembangunan infrastruktur adalah untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan menumbuhkan potensi peningkatan ekonomi secara lokal maupun nasional. Pembangunan infrastruktur bukan hanya membawa pengaruh positif, namun juga membawa pengaruh negatif pada suatu wilayah pembangunan. Adanya perubahan penggunaan tanah pada suatu wilayah pembangunan infrastruktur merupakan salah satu pengaruh negatif yang pasti terjadi (Faisal & Priyana, 2023). Hal ini bisa terjadi karena adanya alih fungsi tanah yang digunakan untuk melakukan pembangunan infrastruktur tersebut, maupun dampak lanjutan yang terjadi karena pertumbuhan pusat ekonomi atau pusat aktivitas baru, atau perluasan urbanisasi menuju arah peri-urban (Lasaiba & Tetelepta, 2023).

Alih fungsi tanah pertanian, memiliki dampak temporal yang luas, baik dari sisi ekonomi, sosial, maupun lingkungan. Dari segi ekonomi, hal ini akan berpengaruh terhadap ketahanan pangan masyarakat, mengingat bahwa agrikultur merupakan sektor yang penting dalam pemenuhan swasembada pangan di Indonesia (Nurpita dkk., 2018). Dari segi lingkungan, alih fungsi tanah pertanian juga dapat menyebabkan penurunan air tanah, degradasi kualitas tanah, dan lain sebagainya (Putri dkk., 2024). Dari segi sosial, perubahan masyarakat dari agraris menjadi non-agraris/ peri-urban juga akan memberikan dampak yang besar dalam perikehidupan sosial masyarakat (Janah dkk., 2017). Oleh karena itu, pemantauan alih fungsi tanah perlu dilakukan, baik melalui pemantauan fisik maupun dampak sosial, ekonomi, maupun lingkungan yang mengikutnya (Subagiyo dkk., 2020).

Informasi ketersediaan tanah untuk pertanian sangat penting untuk diketahui. Hal tersebut dapat dilakukan dengan melakukan pemetaan tanah sawah guna untuk mendukung program peningkatan ketersediaan pangan untuk masa sekarang dan masa yang akan datang (Sadono dkk., 2017). Laju alih fungsi tanah sawah perlu adanya pemantauan dengan tujuan untuk menentukan kebijakan tata ruang di suatu wilayah (Siska dkk, 2022). Maraknya alih fungsi tanah khususnya pertanian akan berpengaruh terhadap produksi pangan khususnya padi atau beras, jika hal tersebut terus diabaikan maka akan memberikan pengaruh terhadap ketahanan pangan (Djamaluddin dkk., 2019).

Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta-Bawen telah ditetapkan melalui Keputusan Gubernur Nomor 385/KEP/2020 tentang Penetapan Lokasi Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta-Bawen di DIY. Pembangunan Jalan tol Yogyakarta – Bawen di Daerah Istimewa Yogyakarta seluas  $\pm 496.209 \text{ m}^2$  yang terletak di Kapanewon Tempel (Kalurahan Banyurejo, Kalurahan Tambakrejo, Kalurahan Sumberejo), Kapanewon Seyegan (Kalurahan Margokaton, Kalurahan Margodadi, Kalurahan Margomulyo), dan Kapanewon Mlati (Kalurahan Tirtoadi). Daerah penelitian berada di Kabupaten Sleman yang dikenal sebagai salah satu wilayah agraris di Daerah Istimewa Yogyakarta dengan penggunaan tanah sawah yang luas dan berperan penting dalam mendukung ketersediaan pangan daerah. Kecamatan Tempel, Seyegan, dan Mlati termasuk wilayah yang masih memiliki kawasan pertanian sehingga berkontribusi terhadap ketahanan pangan Kabupaten Sleman maupun Daerah Istimewa Yogyakarta (Martanto & Andriani, 2021). Oleh karena itu, perlu dilakukan bahwa pembangunan jalan tol ini akan berdampak besar pada perubahan penggunaan tanah, terutama wilayah pertanian menjadi non-pertanian.

Pemantauan perubahan penggunaan tanah dapat dilakukan dengan teknologi penginderaan jauh berbasis satelit (Apriyanti dkk., 2025). Penginderaan jauh merupakan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk memperoleh informasi mengenai suatu objek, area, atau fenomena melalui

analisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung (Nurazizah, 2022). Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memperoleh penggunaan tanah adalah dengan menggunakan metode klasifikasi (Damayanti, 2023). Klasifikasi penggunaan tanah dengan teknik penginderaan jauh dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang, seperti pengelolaan sumber daya alam, perencanaan tata ruang, pertanian, dan pengelolaan lingkungan (Pamungkas & Firmansyah, 2025).

Penelitian mengenai perubahan penggunaan tanah menggunakan citra Sentinel-2 telah banyak dilakukan di berbagai wilayah, namun belum ditemukan penelitian mengenai perubahan penggunaan tanah di Kalurahan Margokaton dan Tirtoadi yang menggunakan algoritma *random forest* dalam proses klasifikasi penggunaan tanah. Berdasarkan kondisi tersebut, masih terdapat celah penelitian (*research gap*) mengenai analisis perubahan penggunaan tanah menggunakan algoritma *random forest* berbasis citra Sentinel-2 pada Kalurahan Margokaton dan Kalurahan Tirtoadi. Berdasarkan pemaparan diatas, penulis akan melakukan penelitian untuk mengetahui perubahan penggunaan tanah tahun 2017 – 2025 pada wilayah Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta – Bawen di Kalurahan Margokaton, Kecamatan Seyegan dan Kalurahan Tirtoadi, Kecamatan Mlati. Banyak penelitian serupa yang telah dilakukan sebelumnya memudahkan penulis dalam melakukan penelitian. Dengan demikian, penulis akan menyusun penelitian berjudul “Pemanfaatan Algoritma *Machine Learning* Untuk Analisis Perubahan Penggunaan Tanah Pertanian tahun 2017 – 2025 Pada Wilayah Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta – Bawen (Studi Kasus di Kalurahan Margokaton, Kapanewon Seyegan dan Kalurahan Tirtoadi, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman)”.

## **B. Rumusan Masalah**

Kegiatan pengadaan tanah untuk pembangunan kepentingan umum seperti pembangunan jalan tol dapat menyebabkan pengaruh terhadap perubahan penggunaan tanah pada wilayah pembangunan. Adapun rumusan masalahnya adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana Tingkat akurasi klasifikasi penggunaan tanah menggunakan algoritma *random forest*?
2. Bagaimana dinamika tanah pertanian pada tahun 2017, 2020, dan 2025?

### **C. Tujuan dan Manfaat Penelitian**

1. Tujuan Penelitian
  - a. Mengetahui tingkat akurasi pemanfaatan algoritma *random forest* pada citra sentinel-2 di Kalurahan Margokaton dan Kalurahan Tirtoadi tahun 2017, 2020, dan 2025.
  - b. Menganalisis perubahan penggunaan tanah serta dinamika tanah pertanian di Kalurahan Margokaton dan Kalurahan Tirtoadi tahun 2017, 2020, dan 2025.
2. Manfaat Penelitian
  - a. Secara keilmuan, penelitian ini dapat menambah referensi mengenai pemanfaatan algoritma *random forest* dalam analisis perubahan penggunaan tanah;
  - b. Secara praktis empiris, penelitian ini bermanfaat untuk memberikan gambaran bagaimana pembangunan jalan tol Yogyakarta – Bawen dapat mempengaruhi sektor pertanian, serta bagaimana pola perubahan tersebut terjadi;
  - c. Secara pribadi, penelitian ini merupakan bagian dari proses belajar yang harus ditempuh sebagai salah satu syarat untuk menerima gelar Sarjana Terapan di Politeknik Agraria STPN;
  - d. Bagi Pemerintah, menjadi pertimbangan dalam merumuskan kebijakan Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta – Bawen;
  - e. Bagi Pembaca, penelitian ini dapat menjadikan sebagai sumber informasi maupun referensi untuk penelitian sejenis.

## BAB VI

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil klasifikasi penggunaan tanah menggunakan algoritma *Random forest* pada citra Sentinel-2 tahun 2017, 2020, dan 2025, diperoleh tingkat akurasi yang tergolong baik hingga sangat baik. Pada Kalurahan Margokaton, nilai *Overall Accuracy* berturut-turut sebesar 98,02%, 97,19%, dan 86,65%, sedangkan nilai *Kappa Accuracy* sebesar 95,30%, 96,00%, dan 79,22%. Pada Kalurahan Tirtoadi, nilai *Overall Accuracy* berturut-turut sebesar 96,57%, 93,75%, dan 78,59%, sedangkan nilai *Kappa Accuracy* sebesar 94,44%, 91,00%, dan 70%. Perbedaan tingkat akurasi antar tahun dipengaruhi oleh perbedaan metode validasi, dimana tahun 2017 dan 2020 menggunakan data validasi berbasis interpretasi citra, sedangkan tahun 2025 menggunakan data ground check lapangan yang memberikan evaluasi yang lebih ketat terhadap hasil klasifikasi. Secara keseluruhan, algoritma *Random forest* mampu menghasilkan klasifikasi penggunaan tanah yang layak digunakan untuk analisis perubahan penggunaan tanah pada wilayah penelitian.
2. Penggunaan tanah di kedua kalurahan terbagi menjadi 5, diantaranya kampung, sawah irigasi, kebun campuran, tanah terbuka, dan sungai. Penggunaan tanah di Kalurahan Margokaton pada tahun 2017 berturut-turut sebesar 96.67 ha, 358.88 ha, 55.61 ha, 0 ha, dan 6.45 ha. Pada tahun 2020 berturut-turut sebesar 132.18 ha, 303.24 ha, 76.18 ha, 0 ha, dan 6.01 ha. Pada tahun 2025 berturut-turut sebesar 139.87 ha, 309.04 ha, 50.88 ha, 14.95 ha, dan 2.87 ha. Sedangkan penggunaan tanah di Kalurahan Tirtoadi pada tahun 2017 berturut-turut sebesar 91.12 ha, 342.76 ha, 59.74 ha, 0 ha, dan 6.5 ha. Pada tahun 2020 berturut-turut sebesar 136.98 ha, 265.77 ha, 83.25 ha, 0 ha, dan 14.12 ha. Pada tahun 2025 berturut-turut sebesar 147.18 ha, 235.72 ha, 78.94 ha, 28.65 ha, dan 9.63 ha.

3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dinamika tanah pertanian di Kalurahan Margokaton dan Kalurahan Tirtoadi ditandai oleh perubahan luas kelas sawah irigasi selama periode 2017–2025. Pada Kalurahan Margokaton luas sawah irigasi sebesar 358,88 ha pada tahun 2017 dan mengalami penurunan menjadi 303,24 ha pada tahun 2020. Hal ini terjadi karena adanya perubahan penggunaan kelas sawah menjadi kampung sebesar 29,35 ha. Luas sawah irigasi sebesar 303,24 ha pada tahun 2020 menjadi 309,04 ha. Hal ini terjadi penambahan bukan karena adanya penambahan luas sawah di tahun 2025, namun hal ini terjadi karena terdapat beberapa vegetasi seperti semak itu terindikasi menjadi sawah. Munculnya kelas tanah terbuka pada tahun 2025 juga menjadi dampak adanya perubahan kelas sawah irigasi seluas 6,81 ha. Luas Sawah irigasi sebesar 358,88 ha pada tahun 2017 dan mengalami penurunan menjadi 309,04 ha pada tahun 2025. Penurunan kelas sawah irigasi terjadi karena adanya perubahan penggunaan tanah dari kelas sawah irigasi menjadi kampung sebesar 35,62 ha dan kelas sawah menjadi tanah terbuka sebesar 9,76 ha.

Pada Kalurahan Tirtoadi luas sawah irigasi mengalami penurunan yang sangat banyak sebesar 342,76 ha pada tahun 2017 menjadi 265,77 ha pada tahun 2020. Penurunan kelas sawah irigasi terjadi karena adanya perubahan menjadi kelas kampung sebesar 43,16 ha. Luas sawah irigasi pada tahun 2020 sebesar 265,77 ha menjadi 235,72 ha pada tahun 2025. Penurunan ini terjadi karena adanya perubahan kelas sawah irigasi menjadi kelas kampung sebesar 11,66 ha dan menjadi kelas tanah terbuka sebesar 17,36 ha. Luas sawah irigasi pada tahun 2017 sebesar 342,76 ha pada tahun 2017 menjadi 235,72 ha pada tahun 2025. Penurunan ini terjadi karena adanya perubahan kelas sawah irigasi menjadi kelas kampung sebesar 55,21 ha dan menjadi kelas tanah terbuka 22,03 ha. Dari kedua kalurahan ini kelas sawah irigasi terjadi penurunan karena adanya pembangunan Jalan Tol Yogyakarta-Bawen dan adanya penambahan kelas kampung/kawasan terbangun.

## **B. Saran**

1. Berdasarkan hasil penelitian dengan citra sentinel-2, disarankan menggunakan citra dengan resolusi spasial yang lebih tinggi agar objek penggunaan tanah yang memiliki karakteristik serupa dapat dibedakan dengan lebih baik dan meningkatkan akurasi klasifikasi.
2. Dalam proses klasifikasi penggunaan tanah secara multitemporal evaluasi dan koreksi pascaklasifikasi (*post-classification*) terhadap kelas-kelas yang bersifat permanen, seperti kampung sehingga dapat meminimalkan perubahan yang tidak logis akibat kesalahan klasifikasi dan meningkatkan konsistensi hasil analisis perubahan penggunaan tanah.
3. Berdasarkan hasil penelitian yang menunjukkan adanya penurunan luas tanah sawah serta munculnya kelas tanah terbuka pada wilayah penelitian, pemerintah daerah perlu meningkatkan pengawasan terhadap perubahan penggunaan tanah, khususnya pada kawasan yang terdampak pembangunan Jalan Tol Yogyakarta–Bawen. Upaya pengendalian pemanfaatan ruang perlu dilakukan untuk menjaga keberlanjutan tanah pertanian produktif dan meminimalkan alih fungsi tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adam. (2025). Systematic Literature Review : Pemanfaatan Machine Learning dalam Berbagai Bidang. *Jurnal BATIRSI*, 9(1), 19–22.
- Afasel, D., Purnamasari, R., & Edwar. (2022). Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Supervised Machine Learning Pada Citra Satelit Menggunakan Google Earth Engine. *e-Proceeding of Engineering*, 9(6), 3278–3287.  
<https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/18996>
- Anjulian, L., & Nurman, A. (2017). Analisis Perubahan Penggunaan Lahan di Kecamatan Pekanbaru. *Tunas Geografi*, 6(2), 174–187.
- Apriyanti, D., Layali, I., Gomareuzzaman, M., Pratiwi, N. W., & Martasari, R. D. (2025). Monitoring Perubahan Tutupan Lahan Kabupaten Klaten Tahun 2019 Dan 2023 Selama Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta – Solo Menggunakan Google Earth Engine (Gee). *Elipsoida : Jurnal Geodesi dan Geomatika*, 8(1), 1–11. <https://doi.org/10.14710/elipsoida.2025.25698>
- Aziz, Z., & Kumalawati, R. (2020). Pemanfaatan Citra Sentinel-2 untuk Monitoring Kerapatan Vegetasi di Kabupaten Melawi, Kalimantan Barat. *Jurnal Geografika (Geografi Lingkungan Lahan Basah)*, Vol. X. [https://www.scribd.com/document/809441419/JURNAL-PENGINDERAAN-JAUH?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.scribd.com/document/809441419/JURNAL-PENGINDERAAN-JAUH?utm_source=chatgpt.com)
- Briassoulis, H. (2020). *Analysis of Land Use Change : Theoretical and Modeling Approaches By Helen Briassoulis Department of Geogaphy* (S. Loveridge & R. Jackson (ed.)). Regional Research Institute West Virginia University.
- Damayanti, A. (2023). Analisis Perubahan Tutupan Lahan Dengan Menggunakan Citra Satelit Di Areal Register 38 Gunung Balak, Kabupaten Lampung Timur. *Skripsi*.
- Djamaluddin, M., Ramlan, A., & Jayadi, M. (2019). Monitoring Perubahan Areal

- Persawahan Menggunakan Aplikasi Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: Kecamatan Pallangga Kabupaten Gowa). *Jurnal Ecosolum*, 8, 1–14.
- Dwiprabowo, H., Djaenudin, D., Wicaksono, D., & Alviya, I. (2014). *DINAMIKA TUTUPAN LAHAN : Pengaruh Faktor Sosial Ekonomi* (I. Las & Y. Rahayu (ed.)). PT Kanisius Yogyakarta.
- Faisal, A. A., & Priyana, Y. (2023). *ANALISIS SPASIAL TEMPORAL ALIH FUNGSI LAHAN PERTANIAN ( SAWAH ) KE NON PERTANIAN TAHUN 2012-2021 DI KECAMATAN WIDODAREN , KABUPATEN NGAWI* *Temporal Spatial Analysis of Transfer of Agricultural Land Functions to Non Agricultural Lands 2012-2021 in Widodaren*. 10(1), 37–47. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2023.010.1.4>
- Ferdian Adhy Prasetya, A. W. (2024). *Analisis Spasial-Temporal Perubahan Penggunaan Lahan Akibat Pembangunan Bandara Internasional Dhoho Kediri Berbasis Data Google Earth*. 8, 65–74. <https://doi.org/10.29408/geodika.v8i1.25731>
- Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta. (2020). *Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 385/KEP/2020 tentang Penetapan Lokasi Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta–Bawen di Daerah Istimewa Yogyakarta*. Yogyakarta: Pemerintah Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta. (2024). *Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 459/KEP/2024 tentang Pembaruan Penetapan Lokasi Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta–Bawen di Daerah Istimewa Yogyakarta*. Yogyakarta: Pemerintah Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Janah, R., Eddy, B. T., & Dalmiyatun, T. (2017). ALIH FUNGSI LAHAN PERTANIAN DAM DAMPAKNYA TERHADAP KEHIDUPAN PENDUDUK DI KECAMATAN SAYUNG KABUPATEN DEMAK. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 1(January), 1–10.
- Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional Republik

- Indonesia. (2020). *Petunjuk Teknis Pemetaan Tematik Pertanahan dan Ruang Tahun 2020*.
- Khan, M. Y., Qayoom, A., Nizami, M. S., Siddiqui, M. S., Wasi, S., & Raazi, S. M. K. (2021). *Automated Prediction of Good Dictionary EXamples ( GDEX ): A Comprehensive Experiment with Distant Supervision , Machine Learning , and Word Embedding-Based Deep Learning Techniques. 2021*.
- Kurnia, A., & Indrianawati. (2024). *PEMANFAATAN ALGORITMA RANDOM FOREST UNTUK KLASIFIKASI TUTUPAN LAHAN DI KABUPATEN KAPUAS DAN PULANG PISAU*. 600–607.
- Lasaiba, M. A., & Tetelepta, E. G. (2023). Analisis Spasial Kerapatan Vegetasi Kota Ambon Berbasis Normalized Difference Vegetation Index (Ndvi). *Jurnal Pengembangan Kota*, 11(2), 124–139. <https://doi.org/10.14710/jpk.11.2.124-139>
- Machali, I. (2021). *METODE PENELITIAN KUANTITATIF* (A. Q. Habib (ed.)). Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga.
- Maharany Shandra Ayu Hapsary, Sawitri Subiyanto, & Hana Sugiastu Firdaus. (2021). Analisis Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan dengan Pendekatan Artificial Neural Network dan Regresi Logistik di Kota Balikpapan. *Jurnal Geodesi Undip*, 10(2), 88–97.
- Martanto, R., & Andriani, V. (2021). ARAHAN PENGGUNAAN LAHAN DI KABUPATEN SLEMAN, INDONESIA. *Prosiding FIT ISI*, 1, 187–193.
- Nila, N., Cholidah, Z., & Irawan, L. Y. (2024). Pemanfaatan Penginderaan Jauh Untuk Pemetaan Alih Fungsi Lahan Sawah di Kabupaten Nganjuk. *Jurnal Geosains dan Remote Sensing*, 5(1), 43–54. <https://doi.org/10.23960/jgrs.ft.unila.203>
- Novianti, T. C., Tridawati, A., & Samri, A. S. (2024). *ANALISIS PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN TAHUN 2013-2022 DI KOTA*. 13(01), 21–28.

- Nurazizah, R. H. (2022). Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh Dalam Bidang Kelautan. *Jurnal Geogradi, Volume XX, Nomor XX*, 3.
- Nurpita, A., Wihastuti, L., & Andjani, I. Y. (2018). DAMPAK ALIH FUNGSI LAHAN TERHADAP KETAHANAN PANGAN. *Jurnal Geografi UGM*, 103–110.
- Pamungkas, G. B., & Firmansyah, M. R. (2025). *Land Cover Classification of the Indonesian Archipelago Using Digital Spectroscopy to Support Spatial Planning in Indonesia*. 12(1), 57–68. <https://doi.org/10.14710/geoplaning.12.1.57-68>
- Prasetyo, B., & Jannah, L. M. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif: Teori dan Aplikasi*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.
- Prasetyo, D., Fatah, F. L., Bashit, N., & Hadi, F. (2025). *INTEGRASI CITRA SENTINEL-1 DAN SENTINEL-2 UNTUK PEMETAAN TUTUPAN LAHAN TAHUN 2024 ( STUDI KASUS : BWP I IKN DAN SEKITARNYA )*. 08(01), 24–31.
- Rahmawati, A. D., Asy'ari, R., & Ranti, A. (2022). Google Earth Engine & Sentinel-2 Multispectral Instrument: Integrasi Data Spatio-Temporal Untuk Memetakan LUCC Menggunakan Algoritma Random Forest. *Jurnal Ilmiah Penalaran dan penelitian Mahasiswa*, 6(1), 26–42.
- Sadono, R., Hartono, H., Machfoedz, M. M., & Setiaji, S. (2017). Monitoring Land Cover Changes in the Disaster-Prone Area: A Case Study of Cangkringan Sub-District, the Flanks of Mount Merapi, Indonesia. *Forum Geografi*, 31(2), 209–219. <https://doi.org/10.23917/forgeo.v31i2.5324>
- Salman, H. A., Kalakech, A., & Steiti, A. (2024). *Random Forest Algorithm Overview*. 2024, 69–79.
- Sari, I. L., Weston, C. J., Newnham, G. J., & Volkova, L. (2021). Estimating land cover map accuracy and area uncertainty using a confusion matrix : A case study in Kalimantan , Indonesia Estimating land cover map accuracy and area

- uncertainty using a confusion matrix : A case study in Kalimantan , Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 914(1), 012025. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/914/1/012025>
- Siska, W., Widiatmaka, W., Setiawan, Y., & Adi, S. H. (2022). Pemetaan Perubahan Lahan Sawah Kabupaten Sukabumi Menggunakan Google Earth Engine. *Tataloka*, 24(1), 74–83. <https://doi.org/10.14710/tataloka.24.1.74-83>
- Subagiyo, A., Prayitno, G., & Kusriyanto, R. L. (2020). *ALIH FUNGSI LAHAN PERTANIAN KE NON PERTANIAN*. 8(2), 2–9.
- Subhaktiyasa, P. G. (2024). Menentukan Populasi dan Sampel : Pendekatan Metodologi Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9, 2721–2731.
- Sugiyono. (2013). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Syarifudin, A. (2023). *Harga Tanah Terdampak Tol Yogyakarta-Bawen Naik Dibanding Tahun Sebelumnya*. Tribun Jogja. <https://jogja.tribunnews.com/2023/09/05/harga-tanah-terdampak-tol-yogyakarta-bawen-naik-dibanding-tahun-sebelumnya>
- Trinufi, R. N., & Rahayu, S. (2020). Analisis Perubahan Kerapatan Vegetasi dan Bangunan di Kota Banda Aceh Pasca Bencana Tsunami. *Ruang*, 6(1), 28–37. <https://doi.org/10.14710/ruang.6.1.29-39>
- Walidaroyani, A., & Kadir, S. F. (2022). *ANALISIS TUTUPAN LAHAN MENGGUNAKAN GEE DENGAN METODE SUPERVISED CLASSIFICATION ( STUDI KASUS BENDUNGAN KARANGKATES KAB . MALANG )*. 6, 99–104.
- Wawan, J. H. (2021). *Hampir Separuh Padukuhan di Sleman Ini “Hilang” Terdampak Proyek Tol*. detiknews. <https://news.detik.com/berita-jawa-tengah/d-5708428/hampir-separuh-padukuhan-di-sleman-ini-hilang-terdampak-proyek-tol>

- Wulansari, H. (2017). *MENGGUNAKAN METODE DEFUZZIFIKASI MAXIMUM LIKELIHOOD BERBASIS CITRA ALOS AVNIR-2*. April.
- Yunus, H. S. (2010). *METODOLOGI PENELITIAN WILAYAH KONTEMPORER*. Pustaka Pelajar.
- Zulfajri, Danoedoro, P., & Murti, S. H. (2021). *KLASIFIKASI TUTUPAN LAHAN DATA LANDSAT-8 OLI MENGGUNAKAN METODE RANDOM FOREST*. 03(01), 1–7.