

ANALISIS PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN SAWAH MENGUNAKAN ALGORITMA SUPPORT VECTOR MACHINE DAN MAXIMUM LIKELIHOOD CLASSIFICATION (Studi Kasus: Perubahan Penggunaan Lahan Sawah Di Kecamatan Kota Gajah Kabupaten Lampung Tengah Pada Tahun 2018 Dan 2023)

Ayesha Raqia Tarifa¹, Fajriyanto² Tika Christy Novianti³

¹²³Universitas Lampung; Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35154

³ Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika FT – UNILA

ayesharaqiatarifa@gmail.com

(Diterima 1 Juli 2024, Disetujui 24 Desember 2024)

Abstrak

Kecamatan Kota Gajah merupakan salah satu kecamatan yang berada di Kabupaten Lampung Tengah, memiliki tujuh dusun dengan luas wilayah 46,93 km². Pertumbuhan penduduk di Kecamatan Kota Gajah setiap tahunnya meningkat dapat menyebabkan beberapa permasalahan salah satunya adalah perubahan penggunaan lahan. Perubahan penggunaan lahan yang sering terjadi yaitu lahan sawah menjadi lahan permukiman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan penggunaan lahan sawah di Kecamatan Kota Gajah, mengetahui faktor utama yang menyebabkan perubahan penggunaan lahan sawah tersebut, serta mengetahui efektivitas penggunaan GEE dan perangkat lunak pengolahan data spasial dalam melakukan klasifikasi citra Sentinel-2A. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode klasifikasi terbimbing untuk melakukan klasifikasi penggunaan lahan dengan menggunakan data citra Sentinel-2A tahun 2018 dan 2023. Metode tersebut menggunakan algoritma Maximum Likelihood Classification (MLC) dan algoritma Support Vector Machine (SVM). Pengolahan data citra Sentinel-2A algoritma SVM dilakukan melalui perangkat lunak pengolahan data spasial dan Google Earth Engine (GEE). Hasil penelitian menunjukkan perubahan penggunaan lahan yang terjadi di Kecamatan Kota Gajah adalah penggunaan lahan sawah menurun yaitu dari 3.536,15 ha menjadi 3.448,54 ha atau berkurang 2,48% dan penggunaan lahan bangunan permukiman desa meningkat yaitu dari 682,46 ha menjadi 1.013,19 ha atau bertambah 48,5%. Faktor utama terjadinya perubahan penggunaan lahan sawah tersebut adalah peningkatan jumlah penduduk yaitu dari 34.402 jiwa tahun 2017 menjadi 35.261 jiwa tahun 2021. Penggunaan perangkat lunak pengolahan data spasial dan GEE dalam klasifikasi citra menghasilkan nilai akurasi yang tinggi. Pengolahan data menggunakan perangkat lunak pengolahan data spasial membutuhkan waktu selama 84,12 menit. GEE hanya membutuhkan waktu 23,12 menit dalam pengolahan data.

Kata kunci: MLC, Penggunaan Lahan Sawah, Platform GEE, Sentinel-2A, SVM

1. Pendahuluan

Lahan persawahan merupakan sumber kehidupan bagi masyarakat, terutama masyarakat di wilayah pedesaan atau pinggiran kota. Segala jenis kenampakan alam yang telah dikaitkan dengan aktivitas manusia dalam memanfaatkan lahan termasuk dalam pengertian penggunaan lahan [1]. Sawah merupakan lahan persawahan yang paling rentan terhadap perubahan penggunaan lahan [2]. Lahan sawah merupakan lahan yang paling sering beralih fungsi menjadi permukiman[3].

Perubahan fungsi lahan persawahan dapat terjadi seiring dengan perkembangan dan pertumbuhan penduduk di suatu wilayah, yang dapat menyebabkan penurunan luas lahan persawahan di berbagai wilayah. Perubahan lahan persawahan juga terjadi disebabkan oleh peningkatan jumlah penduduk yang berdampak penambahan lahan permukiman setiap tahunnya [4].

Kecamatan Kota Gajah merupakan salah satu kecamatan yang ada di Kabupaten Lampung Tengah dan memiliki tujuh dusun dengan luas wilayah sebesar 46,93 km².

Kecamatan Kota Gajah pada tahun 2015 merupakan kecamatan yang memiliki produktivitas paling tinggi dan menjadi fokus lumbung padi di Lampung Tengah dengan produktivitas mencapai 69,04 kuintal/hektar.

Kecamatan Kota Gajah dapat menjadi lumbung padi di Provinsi Lampung dikarenakan jenis pengairan sawahnya menggunakan irigasi tersier (saluran irigasi teknis Punggur Utara). Peningkatan jumlah penduduk di Kabupaten Lampung Tengah terutama di Kecamatan Kota Gajah dikhawatirkan dapat mempengaruhi produksi beras karena semakin padat penduduk maka kebutuhan akan lahan permukiman juga semakin meningkat dan dapat terjadi perubahan penggunaan lahan persawahan menjadi lahan permukiman.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis perubahan penggunaan lahan sawah pada tahun 2018 dan tahun 2023 menggunakan data citra satelit Sentinel-2A tahun 2018 dan 2023. Penelitian ini juga menggunakan metode klasifikasi terbimbing *Maximum Likelihood Classification* (MLC) dan *Support Vector Machine* (SVM). Kedua metode tersebut digunakan karena telah terbukti menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Yani dkk. pada tahun 2022 [5].

Proses klasifikasi citra satelit menggunakan *support vector machine* dapat dilakukan melalui *google earth engine*. *Google earth engine* merupakan sebuah platform pemrosesan dan pengolahan data spasial berbasis *cloud computation* [6].

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan adalah upaya manusia dalam memanfaatkan lahan dari waktu ke waktu untuk mencapai berbagai hasil. Penggunaan lahan umumnya mencakup berbagai jenis aktivitas manusia dalam memanfaatkannya [1]. Penggunaan lahan ini biasanya merujuk pada pemanfaatan masa kini, sehingga aktivitas manusia di bumi ini bersifat dinamis dan sering melibatkan perubahan penggunaan lahan.

Penggunaan lahan sangat penting untuk dilakukannya berbagai kegiatan perencanaan serta pengelolaan lahan yang berhubungan dengan permukaan bumi [7]. Bentuk dari berbagai macam penggunaan lahan di suatu wilayah yang berkaitan dengan peningkatan jumlah penduduk akan berdampak pada perubahan penggunaan lahan [8]. Penggunaan lahan di suatu wilayah dapat diketahui dengan melakukan klasifikasi lahan melalui citra satelit dan dilakukan berdasarkan pembagian kelas-kelas penggunaan lahan. Penelitian ini menggunakan enam kelas penggunaan lahan yaitu sawah, bangunan permukiman desa, waduk irigasi, kolam ikan air tawar, kebun campuran, dan sarana olahraga.

2.2 Lahan Sawah

Lahan sawah dapat dipandang sebagai barang milik publik, karena selain memberikan keuntungan pribadi bagi pemiliknya, memberikan juga manfaat yang bersifat sosial [9]. Karakteristik lahan sawah ditandai dengan adanya pematang yang mengelilinginya untuk membatasi bidang lahan sawah satu dengan bidang sawah lainnya. Potensi lahan pada lahan sawah memvisualisasikan keadaan yang sesuai untuk penggunaan lahan sawah. Lahan sawah dikelola dengan sedemikian rupa untuk dilakukan budidaya tanaman padi sawah dan harus ada pengairan pada masa penanaman hingga pertumbuhan padi [10].

2.3 Sentinel-2

Sentinel-2 terdiri dari dua satelit konstelasi yaitu Sentinel-2A dan Sentinel-2B yang mengorbit kutub pada orbit *sun-synchronous*. Data yang dihasilkan Sentinel-2 berupa data Level-1C (Reflektan TOA), data Level-2A (Reflektan BOA), dan terdiri dari 13 *band* spektral. Data Sentinel-2 sudah diproyeksikan ke sistem ortho UTM/WGS84. Citra Sentinel-2 sudah terkoreksi radiometrik, geometrik, dan orthorektifikasi dan registrasi spasial [11].

Satelit ini dilengkapi dengan sensor multispektral optoelektronik yang mampu melakukan survei dengan resolusi 10 m, 20 m, dan 60 m di zona spektral tampak, inframerah dekat, dan inframerah gelombang pendek,

serta dilengkapi dengan 13 saluran spektral. Orbitnya memiliki ketinggian rata-rata 785 km dan misi ini melibatkan dua satelit yang memungkinkan survei berulang setiap 5 hari di khatulistiwa dan setiap 2 hingga 3 hari di garis lintang tengah.

2.4 Klasifikasi Terbimbing

Klasifikasi terbimbing merupakan proses di mana piksel pada citra satelit dikelompokkan ke dalam beberapa kelas tertentu berdasarkan statistik sampel nilai piksel (*training*) yang telah ditentukan oleh pengolah sebagai piksel acuan yang selanjutnya digunakan oleh komputer sebagai dasar untuk melakukan klasifikasi [12].

Maximum Likelihood Classification merupakan klasifikasi yang mengacu pada pengelompokan nilai piksel berdasarkan objeknya dalam *training sample* untuk masing-masing objek. *Support Vector Machine* (SVM) merupakan klasifikasi terbimbing non-parametrik yang digunakan untuk mengklasifikasikan citra satelit yang digunakan dalam berbagai jenis pemetaan. Konsep dasar dari SVM adalah mencari *hyperplane* terbaik yang memiliki *margin* maksimal.

2.5 Matriks Konfusi

Uji akurasi yang digunakan adalah menggunakan matriks konfusi. Matriks konfusi menghitung akurasi suatu model dengan cara membandingkan dengan data referensi [13]. Matriks konfusi menghasilkan akurasi keseluruhan (*overall accuracy*), akurasi penghasil peta (*producer's accuracy*), akurasi penggunaan peta (*user's accuracy*), dan akurasi kappa (*kappa accuracy*). Akurasi yang diperlukan dari *overall accuracy* adalah $\geq 80\%$ [14]. Matriks konfusi tersebut ditentukan berdasarkan rumus berikut:

$$\text{User's accuracy} = \frac{X_{11}}{X_{+1}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Producer's accuracy} = \frac{X_{11}}{X_{1+}} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{Overall accuracy} = \frac{\sum_{i=1}^r X_{ii}}{N} \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{Kappa accuracy} =$$

$$\frac{N \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r X_{i+} X_{+i}}{N^2 - \sum_{i=1}^r X_{i+} X_{+i}} \times 100\% \quad (4)$$

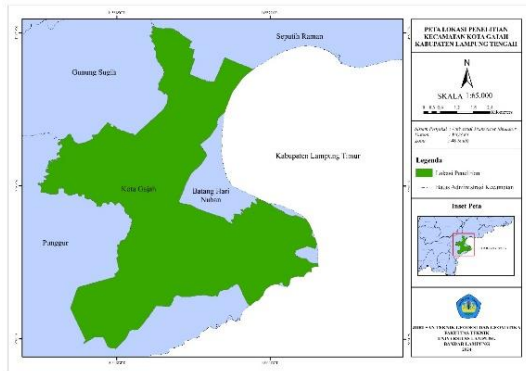
2.6 Google Earth Engine (GEE)

Google Earth Engine atau GEE merupakan *platform cloud computation* yang dirancang dan dikembangkan untuk melakukan proses dan penyimpanan *Big-data* Geospasial, termasuk citra satelit dan berbagai data vektor [15]. Keunggulan utama dari *platform* ini adalah tersedianya *Application Programming Interface* (APIs) yang menggunakan bahasa pemrograman *JavaScript* dan *Phyton*. *Google Earth Engine* mendukung berbagai analisis geospasial diantaranya pemetaan dan *monitoring* vegetasi, analisis tutupan lahan dan penggunaan lahan. Pengolahan citra satelit menggunakan GEE dilakukan dengan menyusun *script* pemrograman untuk menjalankan proses pengolahan data sesuai dengan kebutuhan pengguna [16]. *Platform* GEE dibuat dengan tujuan untuk mengembangkan algoritma interaktif yang mendorong kemampuan *big data* dalam perkembangan teknologi penginderaan jauh.

3. Metode Penelitian

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Kota Gajah, Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung. Secara geografis Kecamatan Kota Gajah berbatasan wilayah dengan Kecamatan Gunung Sugih dan Kecamatan Seputih Raman di sebelah utara, Kecamatan Batanghari Nuban, Lampung Timur di sebelah timur, Kecamatan Punggur dan Pekalongan, Lampung Timur di sebelah selatan, dan Kecamatan Gunung Sugih dan Kecamatan Punggur di sebelah barat. Sebagian besar wilayah Kecamatan Kota Gajah didominasi dengan wilayah lahan pertanian.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

3.2 Alat dan Data

Alat yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Laptop ASUS Intel Core i5 (NVIDIA GEFORCE)

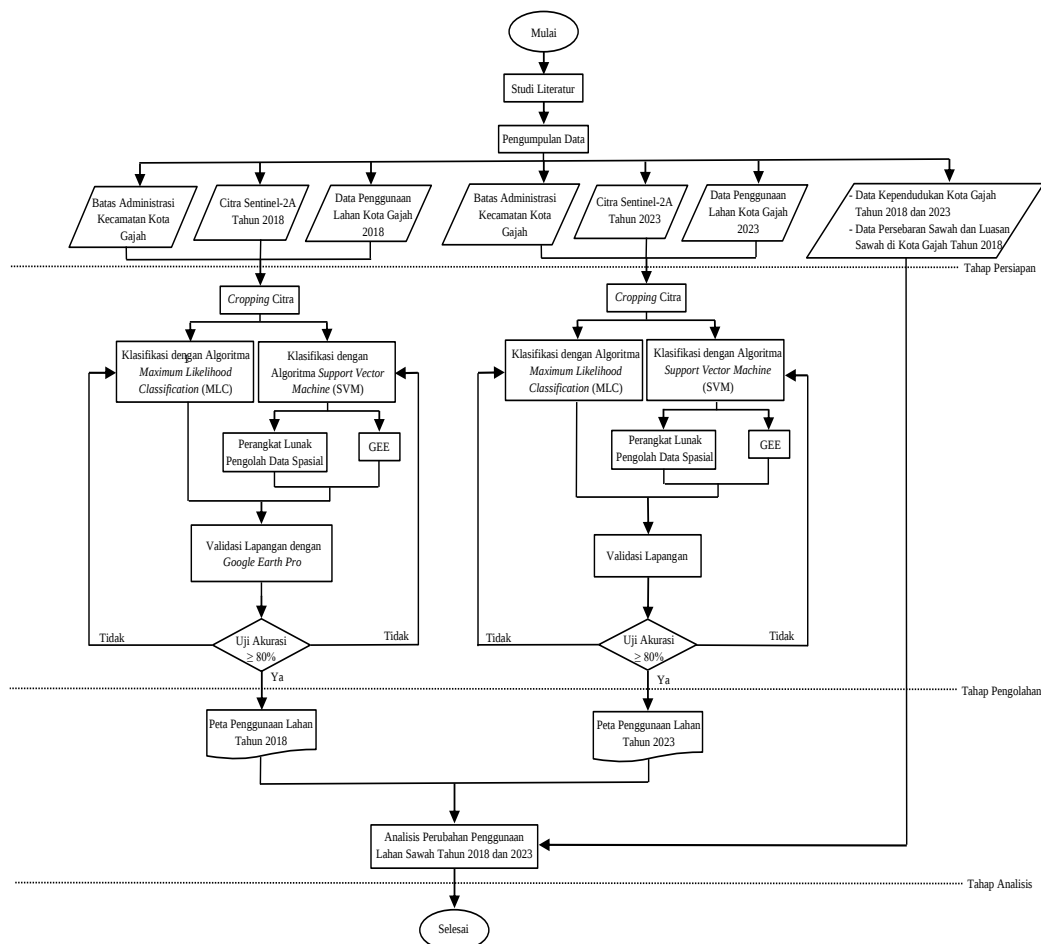
3.3 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir dalam kegiatan penelitian ini adalah sebagai berikut:

2. *Mouse*
3. *Charger Laptop*
4. Perangkat Lunak Pengolah Data Spasial
5. *Google Earth Pro*
6. *Google Earth Engine*

Data yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Citra Satelit Sentinel-2A Tahun 2018 dan 2023
2. Data Kependudukan Tahun 2018 sampai dengan 2023
3. Batas Administrasi Kecamatan Kota Gajah Tahun 2023, Penggunaan Lahan Tahun 2018 dan 2023,
4. Data Pertanian (Luas Lahan Sawah Tahun 2018 sampai dengan 2023, Luas Lahan Sawah LP2B Tahun 2018 sampai dengan 2023)



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

permukiman desa (2), waduk irigasi (3), kolam ikan air tawar (4), kebun campuran (5), lapangan diperkeras (6).

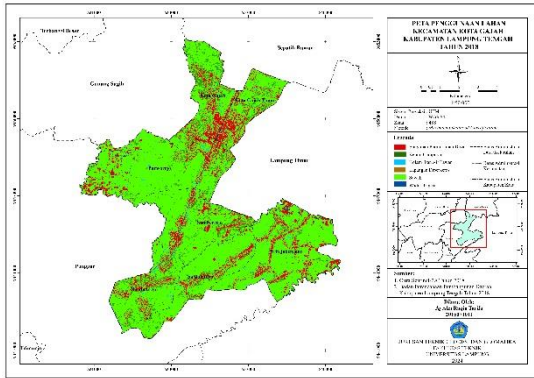
4.1.1 *Maximum Likelihood Classification* Tahun 2018

Berdasarkan pada Gambar 3. dapat dilihat bahwa hampir keseluruhan wilayah Kecamatan Kota Gajah merupakan lahan sawah.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Klasifikasi Penggunaan Lahan dengan Perangkat Lunak Pengolah Data Spasial

Klasifikasi citra Sentinel-2A dengan perangkat lunak pengolah data spasial dilakukan dengan klasifikasi terbimbing dengan algoritma *maximum likelihood classification* dan algoritma *support vector machine*. Kelas penggunaan lahan diwakili oleh angka seperti sawah (1), bangunan



Gambar 3. Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Kota Gajah Tahun 2018 dengan MLC

Klasifikasi Sentinel-2A dengan algoritma MLC menghasilkan luas dari masing-masing kelas penggunaan lahan yang ada di Kecamatan Kota Gajah. Tabel 1. menunjukkan luas keseluruhan kelas penggunaan lahan di Kecamatan Kota Gajah.

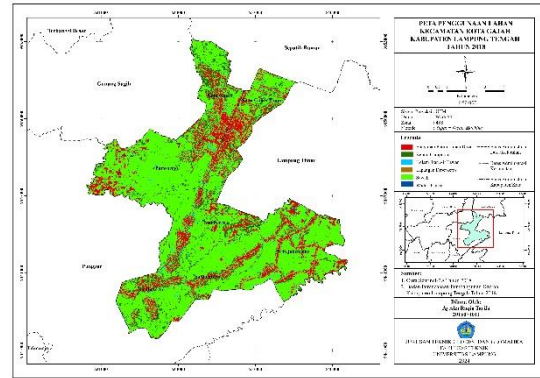
Tabel 1. Kelas Penggunaan Lahan Tahun 2018 dengan Algoritma MLC

Id	Kelas Penggunaan Lahan	Luas (Ha)
1	Sawah	3.511,82
2	Bangunan Permukiman Desa	606,02
3	Waduk Irigasi	35,28
4	Kolam Ikan Air Tawar	29,43
5	Kebun Campuran	483,90
6	Lapangan Diperkeras	22,00

Didapatkan hasil uji akurasi menggunakan matriks konfusi dengan nilai *overall accuracy* sebesar 91% dan *kappa* statistik sebesar 88%.

4.1.2 Support Vector Machine Tahun 2018

Berdasarkan pada Gambar 4. dapat dilihat bahwa hampir keseluruhan wilayah Kecamatan Kota Gajah merupakan lahan sawah.



Gambar 4. Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Kota Gajah Tahun 2018 dengan SVM

Klasifikasi Sentinel-2A dengan algoritma SVM menghasilkan luas dari masing-masing kelas penggunaan lahan yang ada di Kecamatan Kota Gajah. Tabel 2. menunjukkan luas keseluruhan kelas penggunaan lahan di Kecamatan Kota Gajah.

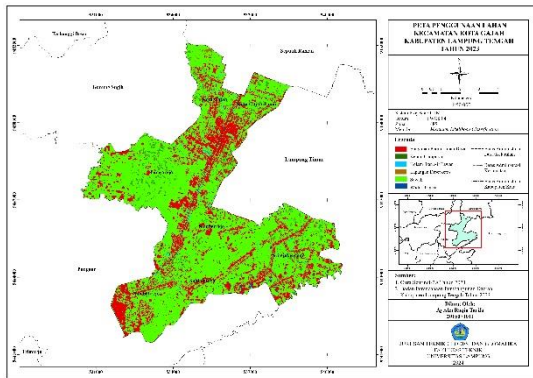
Tabel 2. Kelas Penggunaan Lahan Tahun 2018 dengan Algoritma SVM

Id	Kelas Penggunaan Lahan	Luas (Ha)
1	Sawah	3.368,41
2	Bangunan Permukiman Desa	748,62
3	Waduk Irigasi	34,99
4	Kolam Ikan Air Tawar	29,52
5	Kebun Campuran	484,33
6	Lapangan Diperkeras	22,47

Didapatkan hasil uji akurasi menggunakan matriks konfusi dengan nilai *overall accuracy* sebesar 94% dan *kappa* statistik sebesar 92%.

4.1.3 Maximum Likelihood Classification Tahun 2023

Berdasarkan pada Gambar 5. dapat dilihat bahwa hampir keseluruhan wilayah Kecamatan Kota Gajah merupakan lahan sawah.



Gambar 5. Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Kota Gajah Tahun 2023 dengan MLC

Klasifikasi Sentinel-2A dengan algoritma MLC menghasilkan luas dari masing-masing kelas penggunaan lahan yang ada di Kecamatan Kota Gajah. Tabel 3. menunjukkan luas keseluruhan kelas penggunaan lahan di Kecamatan Kota Gajah.

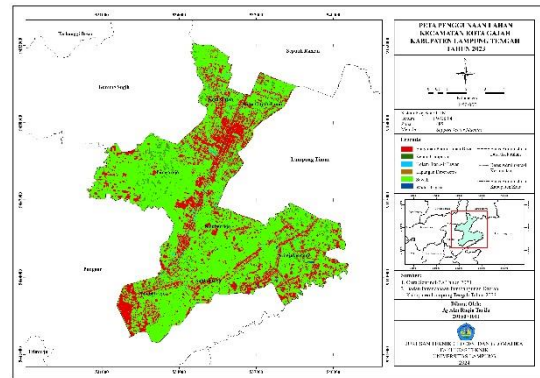
Tabel 3. Kelas Penggunaan Lahan Tahun 2023 dengan Algoritma MLC

Id	Kelas Penggunaan Lahan	Luas (Ha)
1	Sawah	3.338,66
2	Bangunan Permukiman Desa	1.041,25
3	Waduk Irigasi	26,65
4	Kolam Ikan Air Tawar	21,90
5	Kebun Campuran	243,04
6	Lapangan Diperkeras	17,27

Didapatkan hasil uji akurasi menggunakan matriks konfusi dengan nilai *overall accuracy* sebesar 94% dan *kappa* statistik sebesar 92%.

4.1.4 Support Vector Machine Tahun 2023

Berdasarkan pada Gambar 6. dapat dilihat bahwa hampir keseluruhan wilayah Kecamatan Kota Gajah merupakan lahan sawah.



Gambar 6. Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Kota Gajah Tahun 2023 dengan SVM

Klasifikasi Sentinel-2A dengan algoritma SVM menghasilkan luas dari masing-masing kelas penggunaan lahan yang ada di Kecamatan Kota Gajah. Tabel 4. menunjukkan luas keseluruhan kelas penggunaan lahan di Kecamatan Kota Gajah.

Tabel 4. Kelas Penggunaan Lahan Tahun 2023 dengan Algoritma SVM

Id	Kelas Penggunaan Lahan	Luas (Ha)
1	Sawah	3.381,59
2	Bangunan Permukiman Desa	1.041,67
3	Waduk Irigasi	16,19
4	Kolam Ikan Air Tawar	22,18
5	Kebun Campuran	214,74
6	Lapangan Diperkeras	12,52

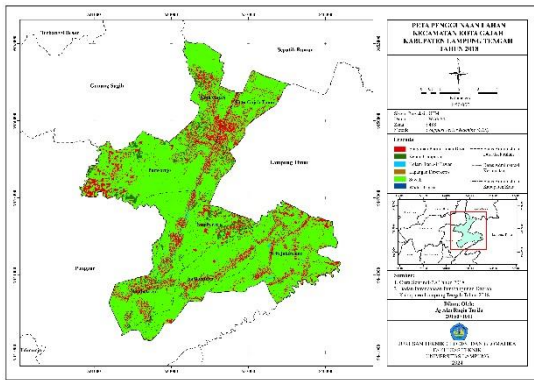
Didapatkan hasil uji akurasi menggunakan matriks konfusi dengan nilai *overall accuracy* sebesar 94% dan *kappa* statistik sebesar 92%.

4.2 Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan melalui Google Earth Engine

Klasifikasi citra Sentinel-2A melalui *Google Earth Engine* menggunakan klasifikasi terbimbing metode *machine learning* dengan algoritma *support vector machine*.

4.2.1 Support Vector Machine Tahun 2018 melalui Google Earth Engine

Berdasarkan pada Gambar 7. dapat dilihat bahwa hampir keseluruhan wilayah Kecamatan Kota Gajah didominasi dengan lahan sawah.



Gambar 7. Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Kota Gajah Tahun 2018 dengan SVM melalui GEE

Klasifikasi Sentinel-2A dengan algoritma SVM melalui GEE menghasilkan luas dari masing-masing kelas penggunaan lahan yang ada di Kecamatan Kota Gajah. Tabel 5. menunjukkan luas keseluruhan kelas penggunaan lahan di Kecamatan Kota Gajah.

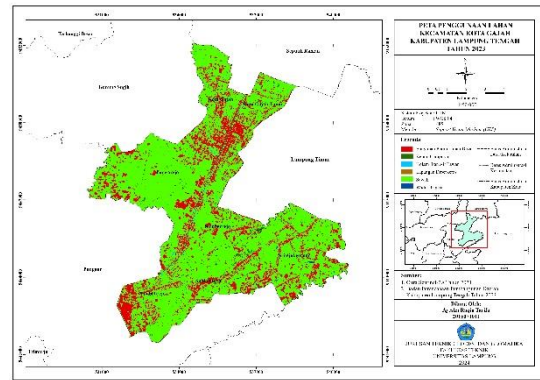
Tabel 5. Kelas Penggunaan Lahan Tahun 2018 dengan Algoritma SVM melalui GEE

Id	Kelas Penggunaan Lahan	Luas (Ha)
1	Sawah	3.728,22
2	Bangunan Permukiman Desa	692,73
3	Waduk Irigasi	12,94
4	Kolam Ikan Air Tawar	10,61
5	Kebun Campuran	220,98
6	Lapangan Diperkeras	27,78

Didapatkan hasil uji akurasi menggunakan matriks konfusi dengan nilai *overall accuracy* sebesar 97% dan *kappa* statistik sebesar 91%.

4.2.2 Support Vector Machine Tahun 2023 melalui Google Earth Engine

Berdasarkan pada Gambar 8. dapat dilihat bahwa hampir keseluruhan wilayah Kecamatan Kota Gajah didominasi dengan lahan sawah.



Gambar 8. Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Kota Gajah Tahun 2023 dengan SVM melalui GEE

Klasifikasi Sentinel-2A dengan algoritma SVM melalui GEE menghasilkan luas dari masing-masing kelas penggunaan lahan yang ada di Kecamatan Kota Gajah. Tabel 6. menunjukkan luas keseluruhan kelas penggunaan lahan di Kecamatan Kota Gajah.

Tabel 6. Kelas Penggunaan Lahan Tahun 2023 dengan Algoritma SVM melalui GEE

Id	Kelas Penggunaan Lahan	Luas (Ha)
1	Sawah	3.625,37
2	Bangunan Permukiman Desa	956,65
3	Waduk Irigasi	18,07
4	Kolam Ikan Air Tawar	12,21
5	Kebun Campuran	60,42
6	Lapangan Diperkeras	20,54

Didapatkan hasil uji akurasi menggunakan matriks konfusi dengan nilai *overall accuracy* sebesar 96% dan *kappa* statistik sebesar 92%.

4.3 Penggunaan Perangkat Lunak dan Platform Pengolah Data Spasial

Pengolahan klasifikasi citra Sentinel-2A telah dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak pengolah data spasial dan *Google Earth Engine*. Dari penggunaan perangkat lunak dan *platform* tersebut, masing-masing menghasilkan nilai *overall accuracy* dan *kappa* statistik yang sangat baik. Sehingga keduanya dapat dijadikan pilihan untuk melakukan klasifikasi terbimbing pada citra satelit.

Pada dasarnya prinsip pengolahan data dari algoritma *Support Vector Machine* (SVM) di perangkat lunak pengolah data

spasial dan *platform Google Earth Engine* adalah sama. Berikut ini adalah waktu yang digunakan untuk pengolahan data melalui

perangkat lunak pengolah data spasial dan *platform Google Earth Engine*.

Tabel 7. Waktu Pengolahan Data Citra Sentinel-2A

No.	Perangkat Lunak Pengolah Data Spasial	Waktu (menit)	<i>Google Earth Engine</i>	Waktu (menit)
1.	Pengunduhan Citra Sentinel-2A	1,20	Menampilkan visual Citra Sentinel-2A	0,15
2.	<i>Support Vector Machine</i> : • Pembuatan <i>Training Sample</i> • Proses <i>train Support Vector Machine</i> • <i>Classify Raster</i>	57,35	<i>Support Vector Machine</i> : • Pembuatan <i>Geometry Training Sample</i> • Pembuatan <i>Geometry Uji Akurasi</i> • Proses <i>Support Vector Machine</i>	23,43
3.	Matriks Konfusi: • <i>Create Accucary Assessment Points</i> • Validasi Lapangan (menggunakan <i>Google Earth Pro</i> dan langsung ke lokasi penelitian) • <i>Compute Confusion Matrix</i>	25,17	Matriks Konfusi	0,28
Total Waktu		84,12	Total Waktu	24,26

Berdasarkan pada Tabel 7. dapat dilihat bahwa penggunaan *platform Google Earth Engine* hanya membutuhkan waktu pengolahan selama 24,26 menit. Hal tersebut dikarenakan pada saat pengolahan data berlangsung dapat dilakukan bersamaan mulai dari menampilkan visual citra hingga memunculkan hasil dari matriks konfusi. Sedangkan waktu yang diperlukan untuk pengolah data di perangkat lunak pengolah data spasial membutuhkan waktu selama 84,12 menit. Hal tersebut dikarenakan perbedaan *tools* yang digunakan dan memproses data dari *tools* yang berbeda-beda tersebut membutuhkan waktu yang cukup lama hingga proses pengolahan data selesai dilakukan atau hingga menghasilkan matriks konfusi. Banyaknya jumlah *training sample* yang dibuat juga dapat berpengaruh pada pemrosesan data, sehingga pemrosesan data yang dilakukan berlangsung lama.

4.4 Jumlah Penduduk dan Luas Lahan Sawah Kecamatan Kota Gajah

Jumlah penduduk di Kecamatan Kota Gajah mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Namun, luas lahan sawah di Kecamatan Kota Gajah mengalami penurunan. Hal tersebut dibuktikan dengan adanya data yang dikeluarkan oleh pihak instansi terkait, seperti data kependudukan dikeluarkan oleh BPS Kabupaten dan data luas lahan sawah dikeluarkan oleh Dinas Pertanian Kabupaten Lampung Tengah. Berikut ini adalah data perubahan jumlah penduduk dan luas lahan sawah di Kecamatan Kota Gajah.

4.6.1 Jumlah Penduduk Kecamatan Kota Gajah

Peningkatan jumlah penduduk yang terjadi di Kecamatan Kota Gajah dapat dilihat pada Tabel 8 di bawah ini.

Tabel 8. Jumlah Penduduk Kecamatan Kota Gajah

No	Desa	2017	2020	2021
1	Sri Tejo Kencono	4.571	4.527	4.736
2	Sapto Mulyo	2.183	2.348	2.365
3	Nambah Rejo	3.544	3.745	3.821
4	Sumber Rejo	3.688	3.579	3.578
5	Purworejo	3.006	3.367	3.146
6	Kota Gajah	9.228	10.291	10.215
7	Kota Gajah Timur	8.017	7.479	7.565
Jumlah (Jiwa)		34237	35336	35426

Peningkatan jumlah penduduk tersebut dapat terjadi disebabkan oleh meningkatnya aktivitas penduduk di Kecamatan Kota Gajah. Aksesibilitas infrastruktur juga berperan dalam peningkatan jumlah penduduk di Kecamatan Kota Gajah seperti pasar, puskesmas, sekolah, kantor kecamatan dan lapangan olahraga serta di lewati oleh jalan lintas kecamatan.. Desa yang mengalami peningkatan jumlah penduduk di Kecamatan Kota Gajah adalah Desa Kota Gajah, Desa Purworejo, Desa Nambah Rejo, dan Desa Sri Tejo Kencono.

Desa Kota Gajah merupakan ibu kota dari Kecamatan Kota Gajah peningkatan jumlah penduduknya dari tahun 2017 hingga tahun 2021 sebanyak 960 jiwa atau meningkat sebesar 10,8%. Desa Purworejo merupakan desa yang berbatasan dengan Desa Kota Gajah mengalami peningkatan jumlah penduduk dari tahun 2017 hingga tahun 2021 sebanyak 140 jiwa atau meningkat sebesar 5,45%.

Desa Nambah Rejo merupakan desa yang berbatasan langsung Kecamatan Punggur, peningkatan jumlah penduduk dari tahun 2017 hingga tahun 2021 sebanyak 277 jiwa atau meningkat sebanyak 7,7%. Desa Sri Tejo Kencono merupakan desa yang memiliki fasilitas puskesmas dan sekolah selain Desa Kota Gajah yang mengalami peningkatan jumlah penduduk dari tahun 2017 hingga tahun 2021 sebanyak 165 jiwa atau meningkat sebesar 3,66%.

4.6.1 Luas Lahan Sawah Kecamatan Kota Gajah

Luas lahan sawah di Kecamatan Kota Gajah mengalami perubahan dari tahun 2017 dan tahun 2023. Berikut ini adalah luas lahan sawah Kecamatan Kota Gajah berdasarkan data dari Dinas Pertanian Kabupaten Lampung Tengah.

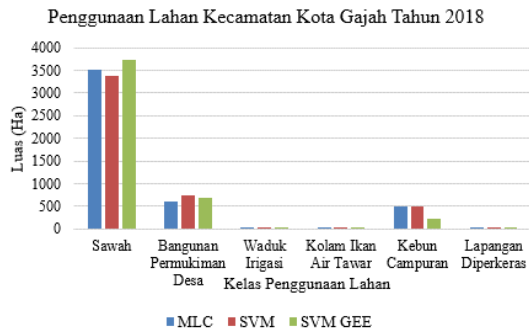
Tabel 9. Luas Lahan Sawah Kecamatan Kota Gajah

No	Desa	2017	2023
1	Sri Tejo Kencono	637	690
2	Sapto Mulyo	437	422
3	Nambah Rejo	474	459
4	Sumber Rejo	556	526
5	Purworejo	377	289
6	Kota Gajah	449	466
7	Kota Gajah Timur	385	397
Jumlah (ha)		3.315	3.249

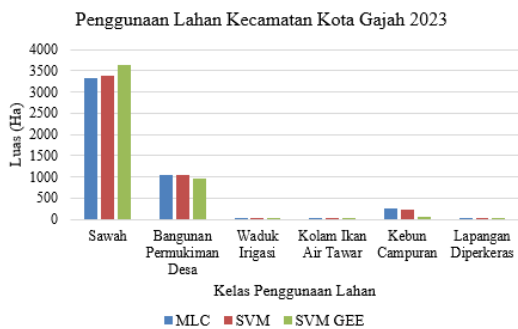
Berdasarkan Gambar 16. perubahan luas lahan sawah paling banyak terjadi di Desa Purworejo diikuti oleh Desa Sri Tejo Kencono dan perubahan luas lahan sawah paling sedikit terjadi di Desa Nambah Rejo dan Desa Sapto Mulyo. Selain itu, Kecamatan Kota Gajah juga memiliki lahan sawah berbasis LP2B yang dimulai pada tahun 2021 hingga tahun 2023. Untuk lahan sawah berbasis LP2B tidak mengalami perubahan luas dikarenakan lahan sawah tersebut merupakan lahan sawah yang dilindungi.

4.5 Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Sawah Kecamatan Kota Gajah

Perubahan penggunaan lahan sawah dapat diketahui berdasarkan hasil klasifikasi citra Sentinel-2A dan telah dilakukan uji akurasi menggunakan matriks konfusi. Penggunaan lahan sawah di Kecamatan Kota Gajah mengalami penurunan luas dari tahun 2018 hingga tahun 2023 dapat dilihat pada gambar grafik-grafik di bawah ini.



Gambar 9. Grafik Penggunaan Lahan Kecamatan Kota Gajah Tahun 2018



Gambar 10. Grafik Penggunaan Lahan Kecamatan Kota Gajah Tahun 2018

Berdasarkan gambar grafik penggunaan lahan pada tahun 2018 hingga tahun 2023 menggunakan algoritma MLC dan SVM, di Kecamatan Kota Gajah mengalami penurunan luas penggunaan lahan sawah. Hal tersebut dikarenakan adanya peningkatan dari penggunaan lahan bangunan permukiman desa. Pada tahun 2018 luas rata-rata penggunaan lahan sawah sebesar 3.536,15 ha menjadi 3.448,54 ha di tahun 2023 berkurang sebanyak 2,48%. Perubahan penggunaan lahan sawah hasil klasifikasi citra Sentinel-2A juga didukung dengan data luas lahan sawah yang dikeluarkan oleh Dinas Pertanian Kota Gajah. Pada tahun 2017 luas lahan sawah di Kecamatan Kota Gajah sebesar 3.315 ha dan pada tahun 2023 luas lahan sawah menjadi 3.249 ha berkurang sebanyak 2,0%. Perubahan penggunaan lahan sawah di Kecamatan Kota Gajah mengalami penurunan.

Peningkatan penggunaan lahan bangunan permukiman desa pada tahun 2018 memiliki luas rata-rata sebesar 682,46 ha menjadi 1.013,19 ha bertambah sebanyak 48,5%. Hal tersebut dapat terjadi sering dengan bertambahnya jumlah penduduk di

Kecamatan Kota Gajah. Pada tahun 2017 jumlah penduduk di Kecamatan adalah 34.402 jiwa dan pada tahun 2021 jumlah penduduk di Kecamatan Kota Gajah adalah 35.261 jiwa meningkat 1189 jiwa atau sebesar 3,47%.

Peningkatan jumlah penduduk tersebut berdasarkan adanya fasilitas umum seperti puskesmas, pasar, sekolah, lapangan olahraga dan tempat wisata yang ada di Kecamatan Kota Gajah. Desa-desa di Kecamatan Kota Gajah mengalami peningkatan jumlah penduduk juga dikarenakan berada tepat di samping jalan lintas kecamatan yang mengalami pembangunan yang cukup pesat. Kondisi inilah yang menjadi daya tarik untuk penduduk menetap dan membangun permukiman baru di wilayah tersebut.

Berdasarkan analisis spasial perubahan penggunaan lahan sawah menjadi lahan bangunan permukiman desa di Kecamatan Kota yang terjadi cenderung ke arah barat Kecamatan Kota Gajah karena pusat kegiatan penduduk di kecamatan tersebut berada di Desa Kota Gajah dan Desa Purworejo yang lokasinya berada di barat, lalu ke arah selatan yaitu Desa Nambah Rejo, dan ke arah tenggara yaitu Desa Sri Tejo Kecono. Hal tersebut sesuai dengan peningkatan jumlah penduduk, desa yang mengalami peningkatan jumlah penduduk tertinggi adalah Desa Kota Gajah diikuti dengan Desa Nambah Rejo, Desa Purworejo, dan Desa Sri Tejo Kencono. Oleh sebab itu, Kecamatan Kota Gajah mengalami perubahan penggunaan lahan sawah menjadi penggunaan lahan bangunan permukiman desa.

4.5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan analisis penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perubahan penggunaan lahan yang terjadi di Kecamatan Kota Gajah berdasarkan hasil klasifikasi citra Sentinel-2A dengan algoritma MLC dan SVM adalah penggunaan lahan sawah menjadi penggunaan lahan bangunan permukiman desa. Perubahan penggunaan lahan sawah menurun yaitu dari 3.536,15 ha menjadi 3.448,54 ha atau berkurang sebanyak 2,48%. Peningkatan penggunaan lahan bangunan

permukiman desa yaitu dari 682,46 ha menjadi 1.013,19 ha atau bertambah 48,5%.

2. Faktor utama yang mempengaruhi terjadinya perubahan penggunaan lahan sawah di Kecamatan Kota Gajah adalah peningkatan jumlah penduduk di Kecamatan Kota Gajah yaitu dari 34.402 jiwa pada tahun 2017 menjadi 35.261 jiwa pada tahun 2021 meningkat 1189 jiwa atau sebesar 3,47%.
3. Penggunaan perangkat lunak pengolahan data spasial dan *platform Google Earth Engine* dalam proses pengolahan klasifikasi penggunaan lahan citra Sentinel-2A sama-sama menghasilkan peta penggunaan lahan dengan nilai akurasi yang tinggi. Perangkat lunak pengolahan data spasial membutuhkan waktu yang lama yaitu sekitar 84,12 menit untuk melakukan pengolahan data, namun tidak perlu terkoneksi dengan jaringan internet. Sedangkan *platform Google Earth Engine* waktu pengolahan datanya hanya 24,26 menit, hanya saja memerlukan jaringan internet dalam proses tersebut. Tidak menutup kemungkinan untuk menggunakan keduanya dalam pengolahan data citra satelit.

Daftar Pustaka

1. Hidayah Z, Suharyo OS. Analisa Perubahan Penggunaan Lahan Wilayah Pesisir Selat Madura. *Rekayasa*. 2018;11(1):19.
2. Dewi NK., Rudiarto I. Identifikasi Alih Fungsi Lahan Pertanian dan Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat Daerah Pinggiran. *J Wil Dan Lingkung*. 2013;1:175–88.
3. Rachman F, Ramadhani WS, Rahmat A. Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Menggunakan Metode NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) pada Kecamatan Natar , Kabupaten Lampung Selatan. 2021;2(1):17–23.
4. Destianto R, Pigawati B. Analisis Keterkaitan Perubahan Lahan Pertanian Terhadap Ketahanan Pangan Kabupaten Magelang Berbasis Model Spatio Temporal Sig. *Geoplanning J Geomatics Plan*. 2014;1(1):21–32.
5. Yani N, Sulistiawaty, Usman. Perbandingan Metode Klasifikasi Maximum Likelihood dan Support Vector Machine dalam Pemetaan Genangan Banjir (Studi Area: Kawasan Danau Tempe). *Indones J Fundam Sci*. 2022;8(1):9–17.
6. Computing C, Engine E, Computing C, Engine E, Teknik F, Lampung U. Kajian Pemanfaatan Teknologi Google Earth Engine Untuk Bidang Penginderaan Jauh. *J Penelit Geogr*. 2022;(2):142–9.
7. M. Laka B, Sideng U, Amal. Perubahan Penggunaan Lahan Di Kecamatan Sirimau Kota Ambon. *J Geoelebes*. 2017;1(2):43.
8. Zalmita N, Alvira Y, Furqan MH. Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Menggunakan Sistem Informasi Geografis (Sig) Di Gampong Alue Naga Kecamatan Syiah Kuala Tahun 2004-2019. *J Geogr*. 2020;9(1):1.
9. Angriani V. Analisis Tingkat Pengetahuan Petani Terhadap Manfaat Lahan Sawah di Kabupaten Serdang Bedagai. 2017;1–81.
10. Hamranani G, Priyono KD, Taryono. Analisis Potensi Lahan Pertanian Sawah Berdasarkan Indeks Potensi Lahan Sawah Di Kabupaten Wonosobo. 2014;2014(June):1–2.
11. User Handbook. Sentinel-2 User Handbook. Vol. 48, Industrial and Engineering Chemistry. 2015. 1404–1406 p.
12. Amal YI. Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Kota Bandar Lampung Tahun 2017 dan 2022 Menggunakan Citra Landsat 8. Universitas Lampung; 2023.
13. Kurniantoro R. Analisis Pengaruh Perubahan Kawasan Terbangun Menggunakan Algoritma Endisi Terhadap Suhu Permukaan Tanah. *J Geod Undip*. 2021;6:1–10.
14. Nawangwulan, Bambang Sudarsono I, Sasmito B. Analisis Pengaruh Lahan Pertanian Terhadap Hasil Produk Tanaman Pangan Di Kabupaten Pati. *J Geod UUndip*. 2013;2(2):127–40.

15. Tamiminia H, Salehi B, Mahdianpari M, Quackenbush L, Adeli S, Brisco B. Google Earth Engine for geo-big data applications: A meta-analysis and systematic review. *ISPRS J Photogramm Remote Sens* [Internet]. 2020;164(April):152–70. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2020.04.001>
16. Wibowo A. Aplikasi Google Earth Engine. 2021;19(2). Available from: <http://majalahgeospasial.wordpress.com>