



## PERBANDINGAN METODE OTOMATISASI *SUPERVISED MACHINE LEARNING* TERHADAP PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN

Wening Aisyah Fauziana Koman<sup>1</sup>, Afif Janur<sup>2</sup>, Fikriya Nisaul Islamiyah Diska Putri<sup>3</sup>, Galih Pratiwi<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Geodesi-Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada,

Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta 55281 Telp. 0274-6492121. Faks (0274) 520226, e-mail:

[weningaisyahfauzianakoman@mail.ugm.ac.id](mailto:weningaisyahfauzianakoman@mail.ugm.ac.id)

<sup>2,3</sup>Departemen Teknik Geodesi-Fakultas Teknik Universitas Diponegoro,

Jl. Prof Soedarto, SH, Tembalang, Semarang-50277 Telp./Faks: (024) 76480788, e-mail:

[afifjanur@alumni.undip.ac.id](mailto:afifjanur@alumni.undip.ac.id), [fikriyanidp@students.undip.ac.id](mailto:fikriyanidp@students.undip.ac.id)

<sup>4</sup>PT Multi Areal Planning Indonesia (MAPID)

Jalan Cicukang No. II B/7 RT 001 / RW 003 Kampung Malayu, Kec. Margaasih, Kab. Bandung, Jawa

Barat 40218: Telp (022) 54420880, e-mail: [galih.pratiwi@mapid.co.id](mailto:galih.pratiwi@mapid.co.id)

### ABSTRAK

Perubahan tutupan lahan akan terus terjadi seiring berjalannya waktu. Pemantauan fenomena perubahan tutupan lahan setiap tahunnya dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya adalah metode *supervised machine learning*. Tujuan dari penelitian ini adalah penerapan metode otomatisasi *supervised machine learning* untuk pemantauan perubahan tutupan lahan di Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri, sehingga didapatkan metode *supervised machine learning* yang memiliki akurasi tinggi dan cocok untuk pemantauan perubahan lahan dengan cepat. Pemantauan perubahan tutupan lahan dilakukan menggunakan data citra Sentinel-2A tahun 2016 dan 2021.

Pada penelitian ini menggunakan tiga metode otomatisasi *supervised machine learning* yaitu *Support Vector Machine* (SVM), *Random Forest* (RF), dan *Gaussian Mixture Model* (GMM). Klasifikasi tutupan lahan yang diterapkan pada penelitian ini terdiri dari empat kelas yaitu, hutan, sawah, pemukiman, serta sedimentasi dan lahan kosong. Penelitian ini menunjukkan bahwa pada tahun 2016 menghasilkan *overall accuracy* dari metode SVM, RF dan GMM sebesar 80,31%; 77,68%; dan 72,16%; sedangkan tahun 2021 menunjukkan hasil *overall accuracy* SVM, RF dan GMM sebesar 84,84%; 78,16%; dan 74,82%. Berdasarkan nilai *overall accuracy* menunjukkan bahwa SVM merupakan metode terbaik dibandingkan dengan metode lainnya untuk identifikasi perubahan tutupan lahan. Metode SVM digunakan untuk memantau perubahan tutupan lahan yang terjadi antara tahun 2016 dan 2021. Hasil penelitian ini menunjukkan terjadinya perubahan tutupan lahan di Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri yaitu peningkatan luas hutan dan permukiman berturut-turut sebesar 1.817,99 ha dan 357,06 ha; penurunan luas sawah sebesar 1.804,99 ha; serta penurunan luas sedimentasi dan lahan kosong sebesar 370,06 ha.

**Kata kunci :** *Sentinel-2A, Tutupan Lahan, Supervised Machine Learning*

### ABSTRACT

*Changes in land cover will continue to occur over time. Monitoring the phenomenon of land cover change every year in an area can be done by various methods, one of them is supervised machine learning. The purpose of this research is the application of supervised machine learning automation method for monitoring land cover changes in Tirtomoyo District, Wonogiri Regency, so that a supervised machine learning method is obtained which has high accuracy and suitable for monitoring land change quickly. Monitoring of land cover changes was carried out using Sentinel-2A image data 2016 and 2021.*

*In this study, three supervised machine learning automation methods are used, that are Support Vector Machine (SVM), Random Forest (RF), and Gaussian Mixture Model (GMM). The land cover classification applied in this study consisted of four classes, that are forest, rice fields, settlements, as well as sedimentation and vacant land. This study shows that in 2016 the overall accuracy of the SVM, RF and GMM methods was 80.31%; 77.68%; and 72.16%; while in 2021 the overall accuracy of SVM, RF and GMM was 84.84%; 78.16%; and 74.82%. Based on the overall accuracy value, it shows that SVM is the best method compared to other methods for identifying land cover changes. The SVM method is used to monitor changes in land cover that occur between 2016 and 2021. The results of this study indicate that changes in land cover in Tirtomoyo District, Wonogiri Regency, that are an increase in forest and settlement area, respectively, amounted to 1,817.99 ha and 357.06 ha. ; a decrease in the area of rice fields by 1,804.99 ha; and a decrease in the area of sedimentation and vacant land by 370.06 ha.*

**Keywords :** *Sentinel-2A, Land Cover, Supervised Machine Learning*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perubahan tutupan lahan akan terus terjadi seiring berjalannya waktu. Fenomena ini juga terjadi di Indonesia, saat ini pertumbuhan jumlah penduduk serta aktivitas yang ada di dalamnya berdampak pada kebutuhan lahan yang semakin meningkat. Peningkatan kebutuhan lahan yang tidak disertai dengan peningkatan jumlah lahan mengakibatkan ketersediaan lahan menjadi terbatas. Keterbatasan lahan yang ada di daerah perkotaan menyebabkan perkembangan mengarah ke arah daerah pinggiran kota (Rumetna dkk., 2017). Seperti halnya di daerah Kecamatan Tirtomoyo. Kecamatan Tirtomoyo adalah salah satu daerah yang terletak di daerah dataran tinggi di Kabupaten Wonogiri yang memiliki potensi terjadinya dinamika perubahan tutupan lahan pada masa yang akan datang sehingga diperlukan pemantauan fenomena perubahan tutupan lahan secara berkala.

Pemantauan fenomena perubahan tutupan lahan setiap tahunnya dapat dilakukan menggunakan berbagai metode, salah satu dari metode tersebut adalah metode klasifikasi *supervised* untuk tutupan lahan. Klasifikasi *supervised* dapat dilakukan dengan algoritma *machine learning*. *Machine learning* memiliki kemampuan komputasi yang terus meningkat, dapat melakukan inferensi pada data yang besar (*big data*), serta dapat dilakukan secara otomatis (Putra, 2020). Oleh karena itu, pada penelitian ini menggunakan metode klasifikasi *supervised machine learning* yang memungkinkan otomatisasi klasifikasi untuk pemantauan perubahan tutupan lahan.

Tujuan dari penelitian ini untuk menerapkan metode otomatisasi *supervised machine learning* yaitu metode *Support Vector Machine* (SVM), *Random Forest* (RF), dan *Gaussian Mixture Model* (GMM) dalam pemantauan perubahan tutupan lahan menggunakan citra Sentinel-2A sehingga didapatkan metode *supervised machine learning* yang memiliki akurasi tinggi dan cocok untuk pemantauan perubahan tutupan lahan dengan cepat.

### 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil uji akurasi dari metode otomatisasi *supervised machine learning* SVM, RF, dan GMM?
2. Bagaimana analisis hasil perubahan tutupan lahan di Kecamatan Tirtomoyo pada tahun 2016 dan 2021?

### 1.3 Lokasi Studi

Lokasi penelitian berada di Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah ditunjukkan pada **Gambar 1**. Lokasi studi



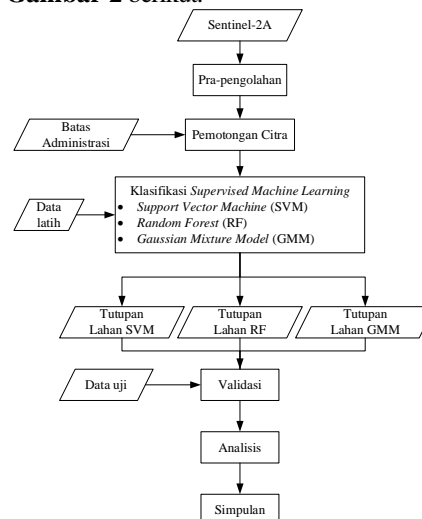
**Gambar 1.** Lokasi studi

## 2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan beberapa data yaitu citra Sentinel-2A Level 2A tahun 2016 dan 2021 (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>), batas administrasi Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri (<https://tanahair.indonesia.go.id/>), serta data validasi diperoleh melalui Google Earth (<https://www.google.co.id/intl/id/earth/>) dan visualisasi citra Sentinel-2A. Proses pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *software* QGIS serta plugin tambahan dzetsaka dan AcATaMa. Metode penelitian yang digunakan dalam klasifikasi tutupan lahan adalah menggunakan metode otomatisasi *supervised machine learning* yaitu metode SVM, RF, dan GMM.

### 2.1 Diagram Alir Penelitian

Tahapan penelitian ditunjukkan oleh diagram alir pada **Gambar 2** berikut.



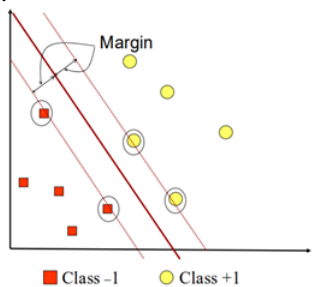
**Gambar 2.** Diagram alir penelitian

**2.2 Supervised Machine Learning**

*Supervised Machine Learning* merupakan salah satu metode *machine learning* yang menggunakan bantuan *training dataset* dari *user* sehingga mesin secara otomatis mampu mengidentifikasi berdasarkan *training dataset* untuk melakukan prediksi maupun klasifikasi (Retnoningsih & Pramudita, 2020).

**2.2.1 Support Vector Machine (SVM)**

*Support Vector Machine* adalah salah satu metode *supervised machine learning* non-parametrik yang dapat mengidentifikasi dan memprediksi pola berdasarkan data latih yang digunakan (Firmansyah dkk., 2019). Metode SVM mempunyai keunggulan jika dibandingkan dengan metode *supervised machine learning* lainnya karena dapat mengurangi kesalahan pada data latih dan dimensi VC (Vapnik-Chervokinesis), dapat mencari solusi dengan data latih yang terbatas, dapat dijabarkan dan diterapkan dengan mudah. Tidak hanya itu, SVM juga mempunyai kekurangan dalam mencari solusi untuk menyelesaikan masalah yang sangat besar dan juga sulit diterapkan pada klasifikasi *multiclass-problem* (Nugroho dkk., 2003).



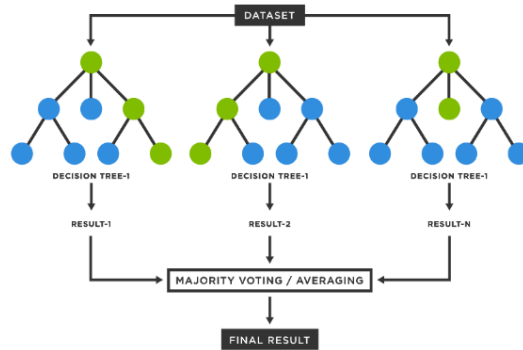
**Gambar 3.** *Hyperplane* terbaik (Nugroho dkk., 2003)

Metode SVM membutuhkan data latih untuk memberikan contoh agar mesin dapat memisahkan kategori – kategori berdasarkan data yang dipilih. Kategori – kategori yang ditetapkan digunakan untuk mencari garis *Hyperplan*, yaitu garis pemisah antar kategori. *Hyperplane* terbaik dapat ditemukan dengan cara mengetahui jarak margin *Hyperplane*, yaitu jarak yang terdekat dari pola antara kategori. *Pattern* atau pola terdekat ini disebut dengan *support vector*, sehingga usaha untuk mencari *Hyperplane* terbaik disebut dengan *Support Vector Machine* (Ariyantoni & Rokhmana, 2020).

**2.2.2 Random Forest (RF)**

*Random Forest* (RF) adalah salah satu algoritma *supervised machine learning* yang sering digunakan

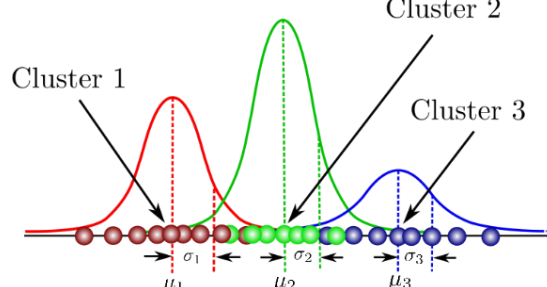
dalam masalah klasifikasi dan regresi. RF disebut juga metode *ensemble* yaitu metode untuk meningkatkan akurasi klasifikasi dengan mengkombinasikan metode klasifikasi (Haristu, 2019).



**Gambar 4.** Diagram *random forest* (TIBCO Software Inc, 2021)

**2.2.3 Gaussian Mixture Model (GMM)**

*Gaussian Mixture Model* (GMM) adalah model probabilistik dan menggunakan pendekatan *soft clustering* untuk mendistribusikan titik-titik dalam *cluster* yang berbeda. Model campuran Gaussian ini memiliki distribusi Gaussian (atau dikenal dengan distribusi normal). Distribusi Gaussian memiliki kurva berbentuk lonceng, dengan titik-titik data didistribusikan secara simetris di sekitar nilai rata-rata (Singh, 2019).



**Gambar 5.** Metode *gaussian mixture model*

**2.3 Data Latih dan Data Uji**

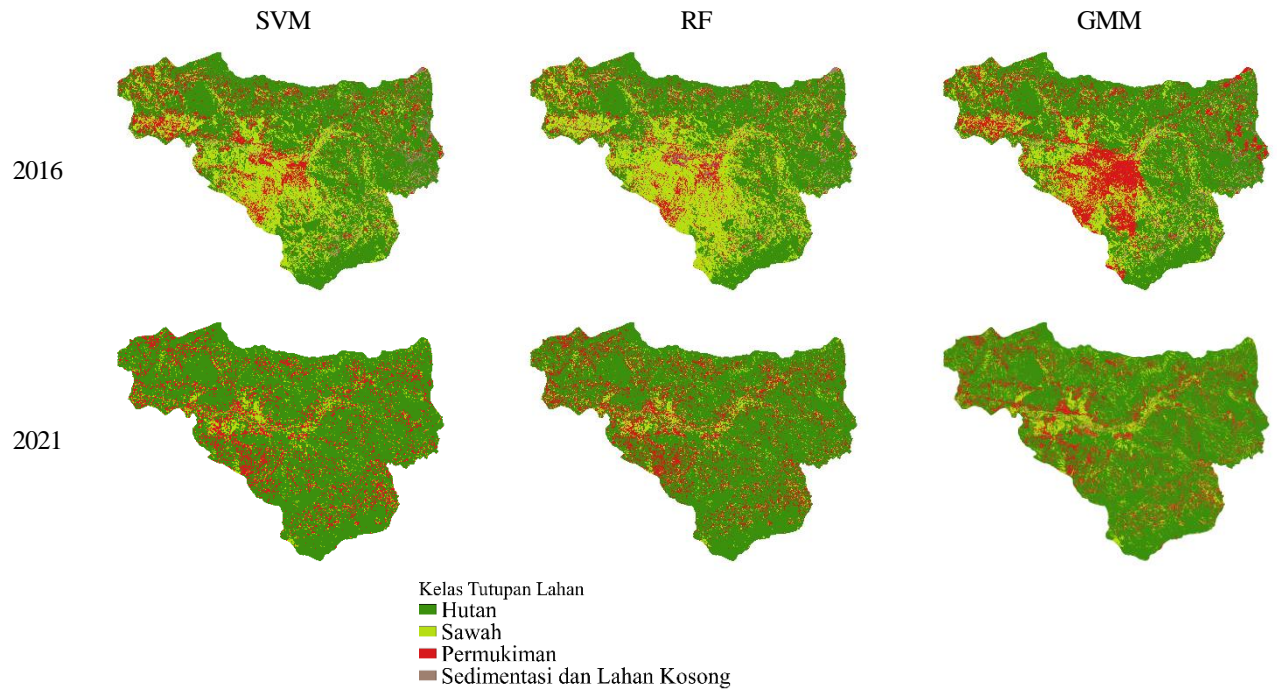
Pada penelitian ini, data latih dan data uji yang diambil berupa titik. McCoy (2005) menyatakan bahwa jumlah data latih untuk studi penginderaan jauh dapat dihitung dari jumlah kanal yang digunakan dikali 10. Jumlah kanal yang digunakan pada penelitian ini adalah 3 kanal (*Red, Green, Blue*) sehingga data latih berjumlah 30 titik. Perbandingan data latih dan data uji pada penelitian ini yaitu 30% untuk data uji dan 70% untuk data latih, sehingga jumlah data uji sebesar 13 titik sesuai dengan perhitungan pada persamaan (1).

$$Data\ uji = \frac{30\%}{70\%} \times 30 = 12,86 \approx 13\ titik \quad (1)$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil klasifikasi *supervised machine learning* dari tiga metode dilakukan uji akurasi menggunakan plugin AcATama yang menghasilkan nilai *overall accuracy*. Metode klasifikasi dengan hasil akurasi terbaik akan digunakan untuk perhitungan perubahan tutupan lahan Kecamatan Tirtomoyo pada tahun 2016 dan 2021.

#### 3.1 Hasil Klasifikasi Supervised Machine Learning



Gambar 6. Kelas tutupan lahan

#### 3.1.2 Luas Tutupan Lahan

Luas tutupan lahan yang diperoleh dari hasil klasifikasi menggunakan tiga metode pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Luas tutupan lahan Kecamatan Tirtomoyo tahun 2016 dan 2021 (hektar)

Metode	Kelas	2016	2021
SVM	Hutan	6.087,48	7.905,47
	Sawah	2.615,77	810,78
	Permukiman	1.317,06	1.674,13
	Sed. & Lahan Kosong	397,25	27,18
RF	Hutan	5.403,00	7.752,91
	Sawah	3.416,21	813,92
	Permukiman	1.092,43	1.798,70
	Sed. & Lahan Kosong	505,92	52,02
GMM	Hutan	5.874,48	7.719,17
	Sawah	2.153,34	1.252,79
	Permukiman	2.009,92	1.390,44

#### 3.1.1 Klasifikasi Tutupan Lahan

Klasifikasi tutupan lahan pada penelitian ini dibagi menjadi empat kelas, yaitu Hutan, Sawah, Permukiman, serta Sedimentasi dan Lahan Kosong. Kelas perairan tidak dilakukan klasifikasi meskipun terdapat sungai kecil yang melewati Kecamatan Tirtomoyo, dikarenakan ukurannya yang kecil pada citra Sentinel-2A (resolusi spasial 10 meter) sehingga sulit dilakukan interpretasi.

Sed. & Lahan Kosong	379,81	55,15
---------------------	--------	-------

#### 3.1.3 Overall Accuracy

Uji akurasi dilakukan dengan memanfaatkan plugin AcATama yang menghasilkan nilai *overall accuracy* dan matriks konfusi. Hasil *overall accuracy* masing-masing metode ditunjukkan pada Tabel 2. Nilai akurasi tertinggi didapatkan pada metode SVM baik pada tahun 2016 maupun 2021 dengan nilai berturut-turut 80,31% dan 84,84%.

Tabel 2. Overall accuracy hasil klasifikasi masing-masing metode

Metode	2016	2021
SVM	0,8031	0,8484
RF	0,7768	0,7816
GMM	0,7216	0,7482

### 3.2 Perubahan Tutupan Lahan

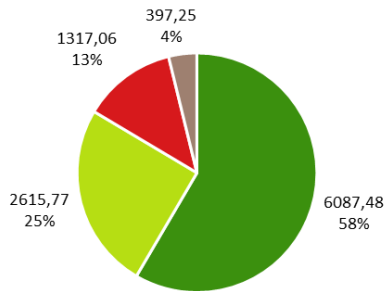


Berdasarkan hasil perhitungan luas tutupan lahan menggunakan metode SVM yang ditunjukkan pada Tabel 3, terjadi peningkatan luas hutan dan permukiman berturut-turut sebesar 1.817,99 ha dan 357,06 ha; dan terjadi penurunan luas sawah serta sedimentasi dan lahan kosong sebesar 1.804,99 ha dan 370,06 ha.

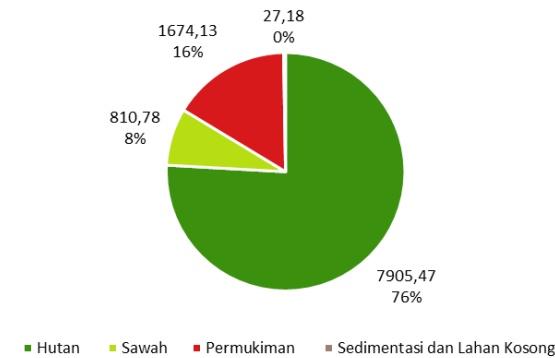
**Tabel 3.** Perubahan luas tutupan lahan Kecamatan Tirtomoyo antara tahun 2016 dan 2021

Kelas	2016	2021	Selisih
Hutan	6.087,48	7.905,47	(+)1.817,99
Sawah	2.615,77	810,78	(-)1.804,99
Permukiman	1.317,06	1.674,13	(+)357,06
Sed. & Lahan Kosong	397,25	27,18	(-)370,06

\*tanda (+) menunjukkan peningkatan dan (-) menunjukkan penurunan luas



**Gambar 7.** Luas tutupan lahan Kecamatan Tirtomoyo tahun 2016 menggunakan metode SVM (hektar)



**Gambar 8.** Luas tutupan lahan Kecamatan Tirtomoyo tahun 2021 menggunakan metode SVM (hektar)

Perbedaan metode klasifikasi menghasilkan perbedaan luasan tiap kelas tutupan lahan sehingga perubahan luas tutupan lahan mengalami perbedaan pada masing-masing metode. Perbedaan luasan tersebut dapat terjadi karena adanya tutupan awan dan bayangan awan

pada citra Sentinel-2A tahun 2016. Tak hanya itu, perbedaan tersebut juga dapat terjadi akibat nilai piksel yang berbeda-beda pada tutupan lahan sawah dikarenakan perbedaan periode tanam. Penentuan data latih juga mempengaruhi hasil klasifikasi tutupan lahan sehingga perlu dilakukan proses iterasi untuk mendapatkan hasil yang baik.

Metode terbaik pada penelitian ini adalah *Support Vector Machine* sehingga analisis tutupan lahan antara tahun 2016 dan 2021 menggunakan metode tersebut. **Gambar 9** dan **Gambar 10** menunjukkan visualisasi *true color* dari citra Sentinel-2A tahun 2016 dan 2021.



**Gambar 9.** Visualisasi *true color* citra Sentinel-2A tahun 2016



**Gambar 10.** Visualisasi *true color* citra Sentinel-2A tahun 2021

**4. SIMPULAN DAN SARAN**

Simpulan yang didapat pada penelitian ini adalah:

1. Berdasarkan perhitungan uji akurasi, metode *supervised machine learning* terbaik yang diperoleh pada penelitian ini adalah *Support Vector Machine* (SVM) dengan akurasi sebesar 80,31% dan 84,84% berturut-turut pada tahun 2016 dan 2021.
2. Terjadi perubahan tutupan lahan di Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri antara tahun 2016 dan 2021 yaitu peningkatan luas hutan dan permukiman berturut-turut sebesar 1.817,99 ha dan 357,06 ha; penurunan luas sawah sebesar 1.804,99

ha; serta penurunan luas sedimentasi dan lahan kosong sebesar 370,06 ha.

Beberapa hal yang disarankan untuk penelitian selanjutnya mengenai *supervised machine learning* yang akan dimanfaatkan untuk klasifikasi tutupan lahan adalah:

1. Klasifikasi tutupan lahan untuk tujuan pemetaan skala besar diperlukan data citra satelit dengan resolusi spasial yang sangat tinggi sehingga didapatkan hasil kelas yang lebih banyak dan detail.
2. Diperlukan survei lapangan untuk mendapatkan hasil validasi yang lebih akurat.
3. Perlu penelitian lebih lanjut untuk membandingkan metode *supervised machine learning* pada citra satelit sensor aktif untuk meminimalisir kelemahan dari citra satelit sensor pasif yang tidak dapat menembus awan.
4. Penambahan jumlah data latih dan data uji sangat disarankan untuk penelitian selanjutnya.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. ESA Copernicus sebagai penyedia data citra Sentinel-2A.
2. Badan Informasi Geospasial sebagai penyedia data batas administrasi.
3. Google Earth sebagai penyedia data citra untuk validasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ariyantoni, J., dan Rokhmana, C. A. (2020). Evaluasi Polarisasi Citra Sar (Synthetic Aperture Radar) Untuk Klasifikasi Obyek Tutupan Lahan. *Jurnal "ELIPSOIDA,"* 03(01), 22–29.  
<https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/elipsoida/article/view/7761/4428>
- Firmansyah, S., Gaol, J., dan Susilo, S. B. (2019). Perbandingan Klasifikasi SVM dan Decision Tree untuk Pemetaan Mangrove Berbasis Objek Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2B Di Gili Sulat, Lombok Timur. *Journal of Natural Resources and Environmental Management,* 9(3), 746–757.  
<https://doi.org/10.29244/JPSL.9.3.746-757>
- Haristu, R. A. (2019). Penerapan Metode Random Forest Untuk Prediksi Win Ratio Pemain Player Unknown Battleground. In *Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.* Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.

- McCoy, R. M. (2005). *Field Methods in Remote Sensing edited by Roger M. McCoy.* The Guilford Press.  
[http://doi.wiley.com/10.1111/j.1541-0064.2006.00161\\_2.x](http://doi.wiley.com/10.1111/j.1541-0064.2006.00161_2.x)
- Nugroho, A. S., Witarto, A. B., dan Handoko, D. (2003). Support Vector Machine –Teori dan Aplikasinya dalam Bioinformatika. *Kuliah Umum IlmuKomputer.Com.*  
<https://doi.org/10.1109/CCDC.2011.5968300>
- Putra, J. W. G. (2020). *Pengenalan Konsep Pembelajaran Mesin dan Deep Learning.*  
<https://www.researchgate.net/publication/323700644>
- Retnoningsih, E., dan Pramudita, R. (2020). Mengenal Machine Learning Dengan Teknik Supervised Dan Unsupervised Learning Menggunakan Python. *Bina Insani Ict Journal,* 7(2), 156.  
<https://doi.org/10.51211/biict.v7i2.1422>
- Rumetna, M. S., Sedyono, E., dan Hartomo, K. D. (2017). Analisis Perubahan Tata Guna Lahan di Kabupaten Bantul Menggunakan Metode Global Moran's I. *Jurnal Buana Informatika,* 8(4), 225–234.  
<https://doi.org/10.24002/jbi.v8i4.1446>
- Singh, A. (2019). <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2019/10/gaussian-mixture-models-clustering/>, diakses tanggal 10 Oktober 2021
- TIBCO Software Inc. (2021). What is a Random Forest?.  
<https://www.tibco.com/reference-center/what-is-a-random-forest>, diakses tanggal 10 Oktober 2021

APPENDIX

Matriks Konfusi

SVM 2016							
Kelas		Classified values				Total	User accuracy
		1	2	3	4		
Thematic raster classes	1	14	0	0	0	14	1
	2	3	6	0	3	12	0,5
	3	3	2	6	1	12	0,5
	4	0	0	3	11	14	0,78571
total		20	8	9	15	52	
Producer accuracy		0,7	0,75	0,66667	0,73333		0,71154

GMM 2021							
Kelas		Classified values				Total	User accuracy
		1	2	3	4		
Thematic raster classes	1	9	2	0	0	11	0,81818
	2	5	8	2	2	17	0,47059
	3	2	0	6	2	10	0,6
	4	0	0	0	14	14	1
total		16	10	8	18	52	
Producer accuracy		0,5625	0,8	0,75	0,77778		0,71154

RF 2016							
Kelas		Classified values				Total	User accuracy
		1	2	3	4		
Thematic raster classes	1	14	0	0	0	14	1
	2	5	7	0	1	13	0,53846
	3	3	0	5	2	10	0,5
	4	3	1	2	9	15	0,6
total		25	8	7	12	52	
Producer accuracy		0,56	0,875	0,71429	0,75		0,67308

Keterangan:  
 Kelas Tutupan Lahan  
**1 : Hutan**  
**2 : Sawah**  
**3 : Permukiman**  
**4 : Sedimentasi dan Lahan Kosong**

Layout Peta:  
[https://drive.google.com/drive/folders/1XdWx7JPe\\_gG36L9AKOq5Zh5SbE1309mma?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1XdWx7JPe_gG36L9AKOq5Zh5SbE1309mma?usp=sharing)

GMM 2016							
Kelas		Classified values				Total	User accuracy
		1	2	3	4		
Thematic raster classes	1	14	0	0	0	14	1
	2	6	3	0	3	12	0,25
	3	3	2	5	2	12	0,41667
	4	1	2	3	8	14	0,57143
total		24	7	8	13	52	
Producer accuracy		0,58333	0,42857	0,625	0,61538		0,57692

SVM 2021							
Kelas		Classified values				Total	User accuracy
		1	2	3	4		
Thematic raster classes	1	11	1	0	0	12	0,91667
	2	2	10	4	2	18	0,55556
	3	1	0	6	2	9	0,66667
	4	0	1	0	12	13	0,92308
total		14	12	10	16	52	
Producer accuracy		0,78571	0,83333	0,6	0,75		0,75

RF 2021							
Kelas		Classified values				Total	User accuracy
		1	2	3	4		
Thematic raster classes	1	11	2	0	0	13	0,84615
	2	3	7	2	5	17	0,41176
	3	1	0	6	2	9	0,66667
	4	0	1	0	12	13	0,92308
total		15	10	8	19	52	
Producer accuracy		0,73333	0,7	0,75	0,63158		0,69231