

Analisa Perubahan Tutupan Lahan Akibat Letusan Gunung Semeru Tahun 2021 dengan Algoritma Random Forest (Studi Kasus: Kecamatan Pronojiwo, Kabupaten Lumajang)

Analysis of Land Cover Changes After The Semeru Eruption 2021 Based on Random Forest Algorithms (Case Study : Pronojiwo Sub-District, Lumajang Regency)

Husnul Hidayat*, Erika Azzahra, Filsa Bioresita

Departemen Teknik Geomatika, FTSPK-ITS, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

*Korespondensi penulis: hidayat.h@its.ac.id

Diterima: 01082023; Diperbaiki: 06062024; Disetujui: 08062024; Dipublikasi: 10062024

Abstrak: Gunung Semeru kembali mengalami erupsi pada 4 Desember 2021 dengan dampak yang diakibatkan cukup besar. Dengan adanya letusan tersebut, terlihat perubahan tutupan lahan yang cukup signifikan pada kawasan di sekitar Gunung Semeru, salah satunya yaitu Kecamatan Pronojiwo, Kabupaten Lumajang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan tutupan lahan pada wilayah yang terdampak letusan dari Gunung Semeru dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh. Pemantauan perubahan tutupan lahan menggunakan teknologi penginderaan jauh dengan data multi-temporal (2020 dan 2022) Sentinel-2 Level 2A dapat dilakukan dengan menggunakan metode *supervised machine learning* dengan algoritma *Random Forest* (RF). Tutupan lahan yang diamati pada penelitian ini terdiri dari enam kelas tutupan lahan yaitu sungai, lahan terbuka, area terbangun, sawah, hutan lahan kering, dan perkebunan. Berdasarkan hasil uji akurasi dengan menggunakan *Confussion matrix* diperoleh nilai *overall accuracy* sebesar 85,02%. Hasil analisis menunjukkan bahwa daerah yang terkena dampak letusan berada di arah tenggara dari puncak Gunung Semeru, dimana pada daerah tersebut terdapat sungai Besuk Kobokan yang merupakan aliran lahar dan lava. Hasil penelitian menunjukkan terjadi penambahan luas pada kelas sungai, lahan terbuka, dan hutan lahan kering yaitu sebesar 2,293 km², 6,381 km², 6,499 km². Sedangkan untuk kelas sawah, perkebunan, dan area terbangun mengalami penurunan luas sebesar 12,863 km², 2,495 km² dan 0,445 km². Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa letusan Gunung Semeru tahun 2021 memberikan dampak yang cukup signifikan terhadap tutupan lahan.

Copyright © 2024 Geoid. All rights reserved.

Abstract: Mount Semeru erupted again on December 4 2021 with quite a large impact. With the eruption, significant changes in land cover were seen in the area around Mount Semeru, one of which is Pronojiwo District, Lumajang Regency. This study aims to analyze changes in land cover in areas affected by the eruption of Mount Semeru using remote sensing technology. Monitoring land cover change using remote sensing technology with Sentinel-2 Level 2A multi-temporal data (2020 and 2022) can be done using the supervised machine learning method with the Random Forest (RF) algorithm. The land cover observed in this study consisted of six land cover classes, namely rivers, open land, built-up areas, farm land, dryland forest, and estate. Based on the results of the accuracy test using the Confussion matrix, the overall accuracy value is 85.02%. The results of the analysis show that the area affected by the eruption is in the southeast direction from the peak of Mount Semeru, where in that area there is the Besuk Kobokan river which is a lava flow. The results showed that there was an increase in the area of the river class, open land, and dryland forest, namely 2,293 km², 6,381 km², 6,499 km². As for the class of farm land, estate, and built-up areas, the areas decreased by 12,863 km², 2,495 km² dan 0,445 km². Based on these results, it can be concluded that the eruption of Mount Semeru in 2021 will have a significant impact on land cover.

Kata kunci: Erupsi Semeru, Perubahan Tutupan Lahan, *Random Forest*, Sentinel-2, *Google Earth Engine*

Cara untuk sitasi: Hidayat, H., Azzahra, E., & Bioresita, F. (2024). Analisa Perubahan Tutupan Lahan Akibat Letusan Gunung Semeru Tahun 2021 dengan Algoritma Random Forest (Studi Kasus: Kecamatan Pronojiwo, Kabupaten Lumajang). *Geoid*, 19(2), 236 - 245.

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara dengan luas wilayah sekitar 1,905 juta km² serta terletak di garis khatulistiwa. Indonesia memiliki letak yang sangat strategis dengan diapit oleh dua benua dan dua samudra, yaitu Benua Asia dan Benua Australia serta Samudra Pasifik dan Samudra Hindia. Oleh karena itu Indonesia menjadi negara yang kaya sekaligus negara dengan resiko bencana alam paling kompleks. Salah satu kekayaan Indonesia yang juga dapat menjadi sumber bencana alam adalah terdapatnya banyak gunung api karena Indonesia merupakan salah satu negara dimana terjadi pertemuan tiga lempeng tektonik aktif utama dunia yaitu lempeng Indo-Australia (Zagarino, 2021). Salah satu gunung api aktif ini yaitu Gunung Semeru yang terletak di Provinsi Jawa Timur.

Gunung Semeru adalah gunung api aktif tipe-A yang mengalami letusan pertama pada tahun 1818 dan sudah tercatat 90 kali mengalami letusan sampai saat ini (Sucahyo, 2021). Letusan terakhir Gunung Semeru terjadi pada tahun 2007, kemudian letusan kembali terjadi pada 4 Desember 2021 pukul 15.20 WIB dengan banjir lahar yang disertai dengan hujan abu. Berdasarkan informasi dari Kepala Pusat Vulkanologi Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG), jarak luncur awan panas guguran dari Gunung Semeru mencapai hingga 11-kilometer yang mengarah ke Curah Kobokan yang berada di Kecamatan Pronojiwo, Kabupaten Lumajang sehingga mengakibatkan banyak perubahan tutupan lahan pada daerah tersebut.

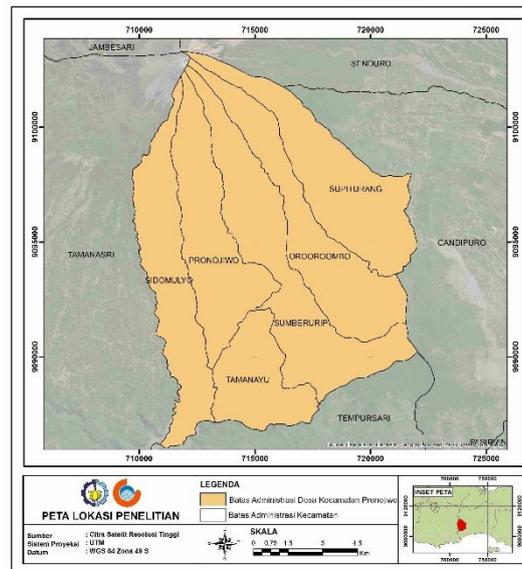
Tutupan lahan didefinisikan sebagai tutupan biofisik pada permukaan bumi yang dapat diamati dan merupakan hasil pengaturan, aktivitas, dan perlakuan manusia yang dilakukan pada jenis penutup lahan tertentu untuk melakukan kegiatan produksi, perubahan, ataupun perawatan pada area tersebut (Badan Standardisasi Nasional 2010). Lahan berubah secara dinamis sesuai dengan kebutuhan manusia ataupun karena keadaan suatu alam baik yang sudah direncanakan ataupun tidak direncanakan. Kajian dan analisis mengenai perubahan tutupan lahan ini perlu dilakukan agar dapat memahami mengenai mekanisme perubahan dan modeling dampak perubahan bagi lingkungan dan ekosistemnya (Rotinsulu, 2018).

Pemantauan fenomena tutupan lahan dapat dilakukan dengan menggunakan banyak metode, salah satunya adalah metode klasifikasi *supervised* menggunakan teknologi penginderaan jauh melalui pengolahan data citra satelit (Liu dkk, 2003). Pengolahan data citra satelit untuk melakukan klasifikasi *supervised* dapat dilakukan dengan algoritma *Random Forest*. *Random Forest* dikembangkan oleh Breiman, dimana dalam algoritma ini digunakan satu set CART untuk mendapatkan prediksi klasifikasi (Breiman, 2001). Algoritma *Random Forest* sangat efektif untuk melakukan klasifikasi dengan data yang sangat banyak dan dapat digunakan dalam berbagai bidang salah satu contohnya digunakan untuk pengolahan klasifikasi citra satelit (Horning, 2010). Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan analisis mengenai perubahan tutupan lahan akibat letusan gunung Semeru Tahun 2021 dengan menggunakan algoritma *Random Forest*.

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode *supervised machine learning* dengan algoritma *Random Forest* untuk melakukan pemantauan perubahan tutupan lahan akibat letusan Gunung Semeru Tahun 2021 dengan menggunakan data Citra Sentinel-2 Level 2A sehingga diperoleh akurasi tinggi dan cepat memberikan informasi mengenai perubahan tutupan lahan. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data tahun 2020 (sebelum letusan) dan data tahun 2022 (setelah letusan).

Data dan Metode

Wilayah penelitian berada di Kecamatan Pronojiwo, Kabupaten Lumajang. Kecamatan Pronojiwo memiliki luas wilayah sebesar 140,55 km² dan secara geografis terletak di antara 08°06'30" – 08°15'43"LS dan 112°54'09" – 113°01'09"BT. Secara administratif, Kecamatan Pronojiwo terbagi menjadi 6 desa yaitu Desa Tamanayu, Sidomulyo, Oro-oro Ombo, Pronojiwo, Sumberurip, dan Supiturang. Untuk peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Adapun data yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu:

1. Data citra satelit Sentinel-2 Level 2A yang tersedia di *Google Earth Engine* dengan tanggal akuisisi 1 Januari - 31 Desember 2020 (sebelum letusan) dan 1 Januari – 31 Desember 2022 (setelah letusan).
2. Data *training* dalam format *shapefile* (.shp) tutupan lahan Kecamatan Pronojiwo yang di ambil berdasarkan hasil interpretasi manual dengan acuan Peta Tutupan Lahan dari Badan Informasi Geospasial serta data *testing* untuk validasi hasil klasifikasi yang diambil dengan melakukan survei secara langsung di lapangan.
3. Data batas administrasi dari Kecamatan Pronojiwo sebagai batas lokasi penelitian yang diperoleh dari *website* inageoportal.

Adapun pengolahan data pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *cloud Computing* yaitu *Google Earth Engine* (GEE) serta *ArcMap* untuk melakukan visualisasi hasil pengolahan. Untuk tahapan dari penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2.

Tahapan penelitian yang dilakukan untuk melakukan klasifikasi tutupan lahan di Kecamatan Pronojiwo dengan algoritma *Random Forest* diawali dengan memilih data citra Sentinel-2 Level 2A yang memiliki resolusi spasial 10 m untuk tahun 2020 (sebelum letusan) dan 2022 (setelah letusan) dengan tanggal akuisisi 1 Januari - 31 Desember pada masing-masing tahun. Selain itu juga dilakukan pengumpulan data vektor administrasi yang diperoleh dari web Inageoportal. Selanjutnya dilakukan *cloudmasking* dengan menggunakan algoritma *s2cloudless* agar diperoleh citra bersih dari tutupan awan. Berikutnya dilakukan pemotongan citra batas studi dengan menggunakan data vektor administrasi Kecamatan Pronojiwo yang diperoleh dari *website* Inageoportal sehingga akan diperoleh citra sesuai dengan area studi. Setelah diperoleh citra sesuai dengan area studi, dilanjutkan dengan pembuatan *training point*. *Training point* merupakan titik yang terdiri dari data *training* dan *testing* tutupan lahan. Data *training* digunakan sebagai pembuatan model klasifikasi sedangkan data *testing* digunakan sebagai data validasi hasil klasifikasi. *Training point* dibuat untuk 2 tahun pengamatan yaitu:

- Data *training* tahun 2020 yang diperoleh dari hasil interpretasi manual dengan acuan data tutupan lahan dari laman resmi Badan Informasi Geospasial (BIG) yang menyediakan data spasial secara resmi dan dapat diakses melalui <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web>
- Data *training* tahun 2022 diperoleh berdasarkan hasil interpretasi manual dan pengambilan data di lapangan dengan melakukan *geotagging* untuk memperoleh koordinat tutupan lahan.

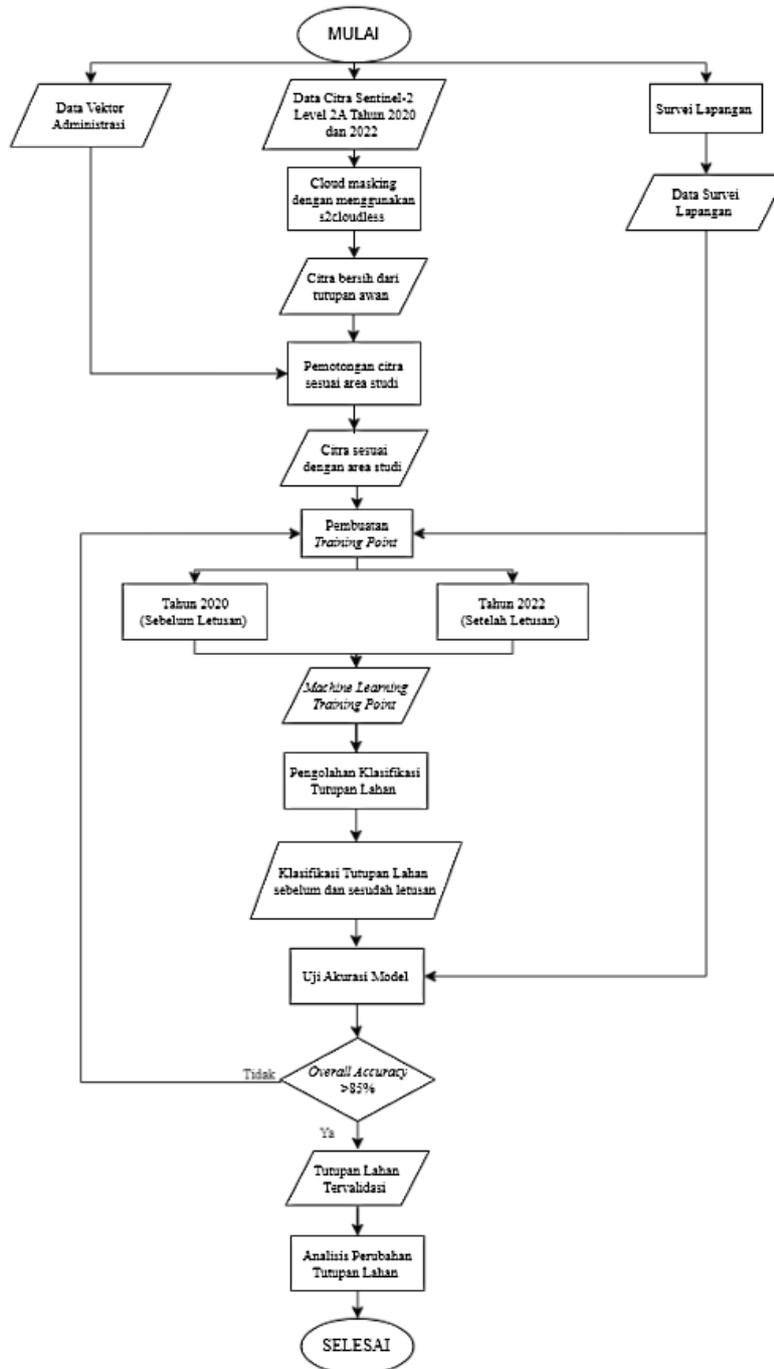
Setelah pembuatan *training point*, dilanjutkan dengan melakukan proses klasifikasi tutupan lahan dengan algoritma *Random Forest* menggunakan *Google Earth Engine* sehingga akan diperoleh hasil klasifikasi tutupan lahan dengan algoritma RF untuk tutupan lahan sebelum dan sesudah terjadinya letusan Gunung

Semeru Tahun 2021. Untuk mengetahui hasil klasifikasi sudah baik atau belum, dilakukan uji akurasi model. Uji Akurasi model dilakukan dengan menggunakan uji akurasi kuantitatif. Uji akurasi secara kuantitatif dilakukan dengan menggunakan metode statistika *Confussion Matrix*, yang terdiri dari *overall accuracy*, *producer accuracy*, dan *user accuracy*.

$$Overall Accuracy = \frac{\sum_{k=1}^q X_{ii}}{N} \times 100\% \tag{1}$$

$$Producer's Accuracy = \frac{X_{kk}}{X_{k+}} \times 100\% \tag{2}$$

$$User's Accuracy = \frac{X_{kk}}{X_{+k}} \times 100\% \tag{3}$$



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Overall accuracy adalah jumlah piksel yang dapat diklasifikasikan dengan benar pada tiap kelas tutupan lahan dibandingkan dengan jumlah sampel yang digunakan untuk melakukan uji akurasi pada semua kelas, dengan tingkat ketelitian klasifikasi (*overall accuracy*) sebesar 85% (Sampurno, 2016). Selain *overall accuracy*, terdapat *producer's accuracy* yaitu peluang rata-rata (%) dari suatu piksel yang menunjukkan sebaran dari masing-masing kelas yang telah diklasifikasi di lapangan. Sedangkan *user's accuracy* merupakan peluang rata-rata (%) dari suatu piksel secara aktual untuk mewakili kelas-kelas tersebut (Firmansyah, 2019). Uji akurasi kuantitatif dilakukan bertujuan untuk mengetahui tingkat kesalahan hasil klasifikasi sehingga dapat diketahui presentase tingkat ketelitian hasil klasifikasi. Tahap terakhir yaitu dilakukan analisa mengenai perubahan luas tutupan lahan dari masing-masing kelas tutupan lahan serta analisa mengenai pola perubahan tutupan lahan yang diakibatkan dari letusan Gunung Semeru tahun 2021.

Hasil dan Pembahasan

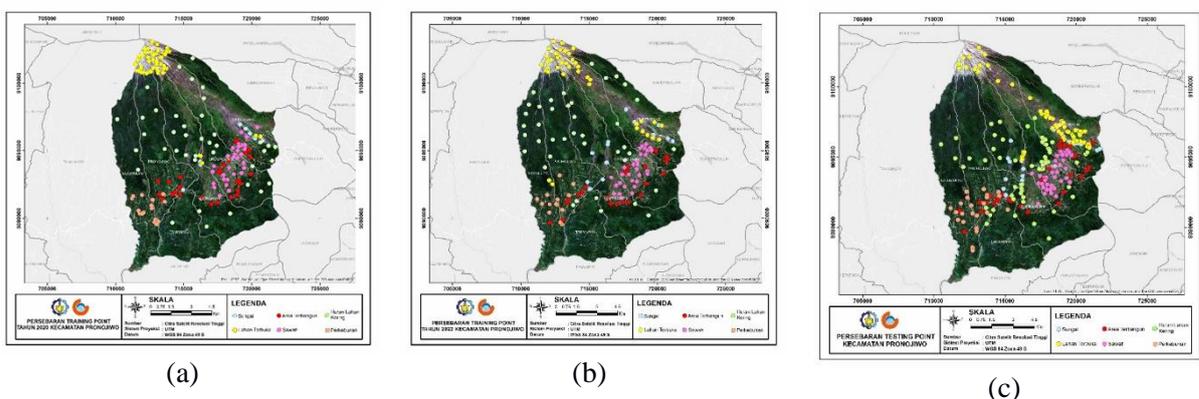
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai klasifikasi tutupan lahan dengan algoritma *Random Forest* akibat letusan Gunung Semeru Tahun 2021 diperoleh beberapa hasil.

1. Training Point

Training point merupakan titik yang terdiri dari *training* dan *testing*. *Training point* diambil sesuai dengan kelas klasifikasi yang telah ditentukan, dalam penelitian ini ada 6 kelas tutupan lahan yaitu sungai, lahan terbuka, area terbangun, sawah, hutan lahan kering, dan perkebunan. Masing - masing kelas terdiri dari 15-50 titik training (Siska, 2022). Jumlah *training point* untuk masing-masing kelas tutupan lahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Titik Training

Kelas Tutupan Lahan	Jumlah Titik Training		Jumlah titik testing
	Tahun 2020	Tahun 2022	
Sungai	15	15	23
Lahan Terbuka	40	40	60
Area Terbangun	20	20	30
Sawah	30	30	45
Perkebunan	15	15	22
Hutan Lahan Kering	40	40	60



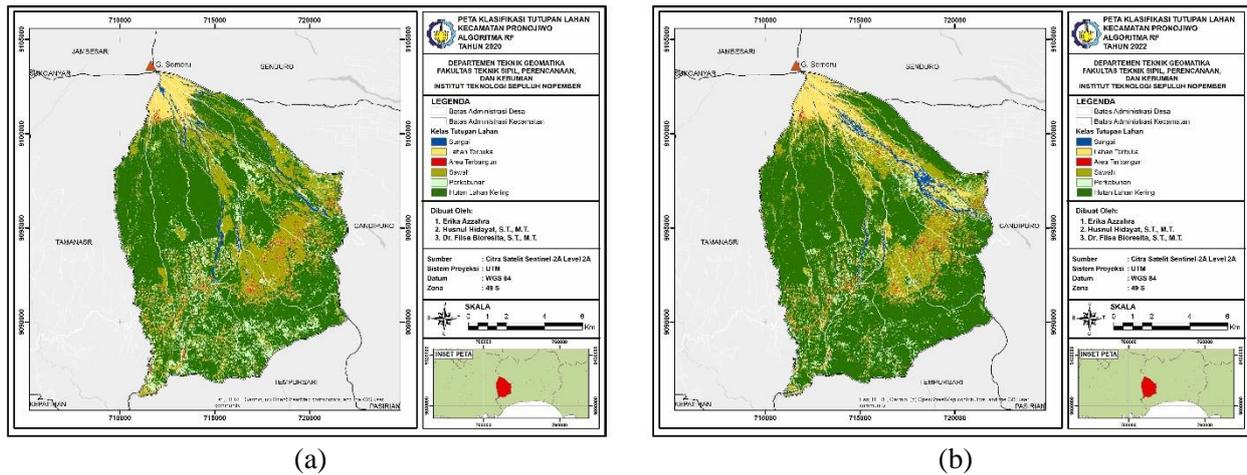
Gambar 3. Peta Persebaran Training Point (a) Titik Training Tahun 2020 (b) Titik Training Tahun 2022 (c) Titik Testing Tahun 2022

Pada penelitian ini pengaplikasian algoritma *Random Forest* untuk melakukan klasifikasi tutupan lahan akibat letusan Gunung Semeru Tahun 2021 menggunakan komposisi *splitting ratio* antara *training* dan *testing* yaitu

40 : 60, dimana 40% dari titik pengamatan digunakan sebagai data *training* untuk membuat model klasifikasi dan 60% digunakan sebagai data *testing* untuk melakukan validasi hasil klasifikasi. Penempatan *training point* dilakukan dengan menggunakan prinsip interpretasi citra sesuai dengan klasifikasi yang telah ditentukan. Untuk desain penempatan *training point* yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.

2. Hasil Klasifikasi Tutupan Lahan

Klasifikasi tutupan lahan pada penelitian ini terbagi menjadi 6 kelas tutupan lahan, yaitu sungai, lahan terbuka, area terbangun, sawah, perkebunan, dan hutan lahan kering. Penentuan kelas tutupan lahan didasarkan pada jenis tutupan lahan yang ada pada standard klasifikasi penutup lahan oleh Badan Informasi Geospasial.



Gambar 4. Hasil Klasifikasi Tutupan Lahan (a) Sebelum Letusan Tahun 2020 (b) Setelah Letusan Tahun 2022

Gambar 4 menunjukkan tutupan lahan di Kecamatan Pronojiwo sebelum dan sesudah terjadinya letusan Gunung Semeru. Warna biru mewakili objek sungai, warna kuning untuk lahan terbuka, merah untuk kelas area terbangun, hijau muda kecoklatan untuk area sawah, hijau terang untuk area perkebunan, dan warna hijau tua merepresentasikan hutan lahan kering. Kecamatan Pronojiwo didominasi oleh hutan lahan kering dikarenakan kecamatan ini berada di area pegunungan dan dekat dengan Gunung Semeru. Area sawah di kecamatan ini sebagian besar terletak di Desa Oro-oro Ombo dan Desa Supiturang dengan sebagian besar akomoditas padi. Untuk tutupan lahan perkebunan sendiri mayoritas terletak di Desa Pronojiwo dan Sidomulyo serta berada di dekat area terbangun dengan komoditas perkebunan didominasi oleh kebun salak. Objek sungai yang ada di Kecamatan Pronojiwo terdapat 3 aliran sungai, dimana aliran sungai paling besar berada di Desa Supiturang dengan adanya Sungai Besuk Kobokan yang merupakan tempat mengalirnya lahar dan lava dari letusan Gunung Semeru. Berdasarkan estimasi tutupan lahan yang diperoleh dapat dihitung luasan dari masing-masing kelas tutupan lahan sehingga dapat dilihat pola perubahan tutupan lahan akibat adanya letusan Gunung Semeru. Tabel 2 merupakan luasan dari masing-masing kelas tutupan lahan.

Tabel 2. Luas Tutupan Lahan

Tutupan Lahan	Tahun 2020		Tahun 2022	
	Luas Tutupan Lahan (km ²)	Persentase (%)	Luas Tutupan Lahan (km ²)	Persentase (%)
Sungai	3,76	2,57	3,81	2,60
Lahan Terbuka	7,37	5,03	13,76	9,39
Area Terbangun	1,77	1,20	1,71	1,17
Sawah	32,80	22,38	23,98	16,37
Hutan Lahan Kering	85,30	58,22	92,27	62,97
Perkebunan	15,52	10,60	10,99	7,50

Tutupan lahan pada tahun 2020 sebelum terjadinya erupsi Gunung Semeru didominasi oleh hutan lahan kering dengan luas 85,304 km², diikuti oleh tutupan lahan sawah seluas 32,795 km², perkebunan seluas 15,524 km², lahan terbuka seluas 7,367 km², sungai 3,759 km², dan area terbangun seluas 1,765 km². Sedangkan tutupan lahan pada tahun 2022 atau pasca erupsi Gunung Semeru masih didominasi oleh hutan lahan kering dengan luas 92,267 km², diikuti oleh tutupan lahan sawah seluas 23,979 km², lahan terbuka seluas 13,757 km², perkebunan seluas 10,988 km², sungai 3,814km², dan area terbangun seluas 1,710 km².

3. Hasil Uji Kuantitatif

Uji akurasi kuantitatif diperoleh dengan menggunakan metode statistika Confussion matrix dimana diperoleh nilai *overall accuracy*, *user's accuracy*, dan *producer's accuracy*. Uji akurasi kuantitatif dilakukan untuk mengetahui tingkat benar dari hasil klasifikasi yang telah dilakukan. Uji akurasi ini dilakukan untuk tahun terakhir yaitu tahun 2022. Hal tersebut dikarenakan data lapangan lebih mewakili untuk hasil tutupan lahan tahun terakhir. Dari data sampel lapangan, 60% diantaranya digunakan sebagai data validasi untuk menyusun *confussion matrix*. Data validasi diambil secara acak dan merata dalam setiap kelasnya di wilayah penelitian. Dalam penelitian ini menggunakan 240 dari keenam kelas tutupan lahan untuk data validasi.

Tabel 3. *Confussion Matrix*

Data Klasifikasi	Data Referensi						Total Baris
	A	B	C	D	E	F	
A	15	7	0	0	1	0	23
B	6	54	0	0	0	0	60
C	0	3	24	2	1	0	30
D	0	1	0	27	0	7	35
E	0	0	0	1	52	2	55
F	0	0	0	1	2	21	24
Total Kolom	21	65	24	31	56	30	227
Overall Accuracy	0,8502						

Confussion matrix dihitung berdasarkan nilai aktual dari data lapangan terhadap nilai prediksi dari hasil klasifikasi tutupan lahan. Tutupan lahan sendiri diberi label A, B, C, D, E, F yang berturut-turut mewakili sungai, lahan terbuka, area terbangun, sawah, hutan lahan kering, dan perkebunan. Berdasarkan hasil klasifikasi dengan menggunakan algoritma *Random Forest* diperoleh nilai *overall accuracy* sebesar 85,02% hal tersebut menyatakan bahwa hasil klasifikasi layak digunakan.

Tabel 4. Nilai UA dan PA Hasil Klasifikasi

Kelas Tutupan Lahan	User's Accuracy (%)	Producer's Accuracy (%)
Sungai	65,22	71,43
Lahan Terbuka	90,00	83,08
Area Terbangun	80,00	100
Sawah	77,14	87,10
Hutan Lahan Kering	94,55	92,86
Perkebunan	87,50	70,00

Nilai *user accuracy* (UA) yaitu akurasi pengguna merupakan kemungkinan sebuah piksel di dalam peta yang terwakilkan secara benar dengan kelas yang terdapat di lapangan. Apabila nilai *user's accuracy* tinggi maka akan mencerminkan keakuratan tingkat klasifikasi yang telah dihasilkan. Berdasarkan hasil klasifikasi yang telah dilakukan untuk algoritma *Random Forest* diperoleh nilai *user accuracy* lebih dari 85% untuk kelas

tutupan lahan lahan terbuka, area terbangun, hutan, dan perkebunan. Untuk kelas sungai memiliki nilai kurang dari 85% yaitu sebesar 65,22%. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan untuk kelas sungai memiliki pixel yang hampir sama dengan kelas lahan terbuka untuk studi kasus di Kecamatan Pronojiwo sehingga terjadi kesalahan dalam klasifikasi antara kedua kelas tersebut.

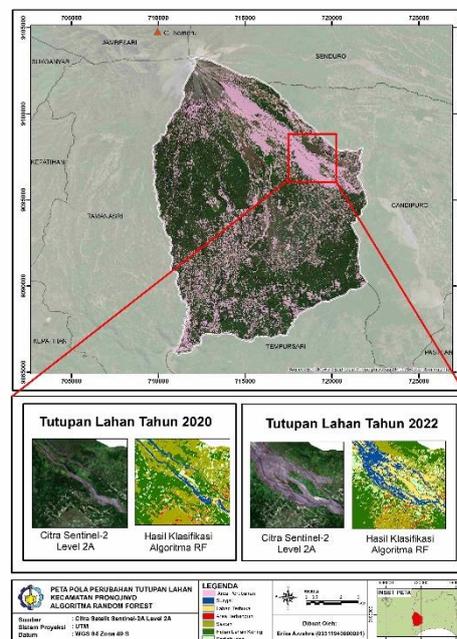
4. Pola Perubahan Tutupan Lahan

Berdasarkan hasil perhitungan luas tutupan lahan dengan menggunakan algoritma *Random Forest* yang ditunjukkan pada Tabel 5 terjadi peningkatan luas pada kelas sungai, lahan terbuka dan hutan lahan kering sebesar 0,054 km², 6,391 km², dan 6,963 km². Sedangkan untuk kelas tutupan lahan area terbangun, sawah, dan perkebunan mengalami penurunan luas sebesar 0,055 km², 8,816 km², dan 4,536 km².

Tabel 5. Perubahan Luas Tutupan Lahan

Kelas Tutupan Lahan	Luas Tutupan Lahan (km ²)		Perubahan Luas (km ²)
	Tahun 2020	Tahun 2022	
Sungai	3,76	3,81	+ 0,05
Lahan Terbuka	7,37	13,76	+ 6,39
Area Terbangun	1,77	1,71	- 0,06
Sawah	32,80	23,98	- 8,82
Hutan Lahan Kering	85,30	92,27	+ 6,96
Perkebunan	15,52	10,99	- 4,54

Berdasarkan Tabel 5 terlihat bahwa kelas tutupan lahan yang terdampak langsung oleh letusan Gunung Semeru adalah sungai yang mengalami penambahan luas sebesar 0.054 km², lahan terbuka mengalami penambahan luas sebesar 6.391 km², tutupan lahan yang mengalami pengurangan luas yaitu kelas sawah sebesar 8,816 km², dan perkebunan berkurang sebesar 4,536 km². Daerah yang terdampak langsung oleh letusan Gunung Semeru tersebut berada di area puncak Gunung Semeru kearah tenggara yang merupakan tempat mengalirnya lahar dan lava dari letusan Gunung Semeru.

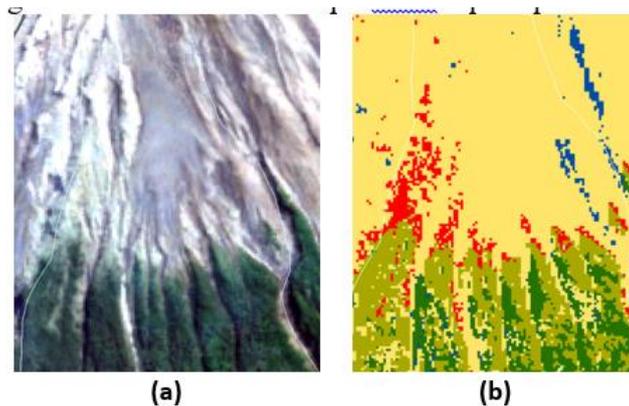


Gambar 5. Pola Perubahan Tutupan Lahan

Untuk pola perubahan tutupan lahan dapat dilihat berada di sekitar aliran sungai di Besuk Kobokan. Berdasarkan pola perubahan tutupan lahan tersebut dilakukan pengambilan AOI pada daerah yang mengalami perubahan paling besar untuk dilakukan analisis perubahan sebelum dan sesudah terjadinya letusan Gunung

Semeru. Pada Gambar 5 terlihat bahwa adanya letusan Gunung Semeru Tahun 2021 menyebabkan perubahan pada kelas tutupan lahan sungai yang mengalami penambahan lebar dan tertimbun banyak material vulkanik yang terklasifikasi menjadi lahan terbuka. Hal tersebut dikarenakan, sungai yang ada di Desa Oro-oro Ombo yaitu Besuk Kobokan, merupakan aliran utama lahar dan lava dari letusan Gunung Semeru, sehingga mengakibatkan daerah yang ada di sekelilingnya mengalami kerusakan. Akibat adanya aliran lahar pada Besuk Kobokan mengakibatkan daerah vegetasi (persawahan) yang ada di sekitarnya mengalami kerusakan akibat terkena material vulkanik sehingga mengakibatkan kerusakan dan terklasifikasi sebagai lahan terbuka (Azizah, 2021).

Perubahan tutupan lahan yang ada di Kecamatan Pronojiwo, tidak hanya disebabkan karena adanya letusan Gunung Semeru, perubahan luasan tutupan lahan juga dapat disebabkan akibat adanya kesalahan klasifikasi akibat nilai piksel yang dimiliki antar kelas hampir sama seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Kesalahan Klasifikasi kelas lahan terbuka dengan tampilan pada (a) Google Earth (b) Hasil Klasifikasi

Berdasarkan Gambar 6 terlihat bahwa tutupan lahan tahun 2022 pada *google earth* terlihat sebagai kelas lahan terbuka, akan tetapi pada hasil klasifikasi dengan algoritma RF terklasifikasi sebagai area terbangun. Dengan terjadinya kesalahan klasifikasi tersebut, menyebabkan terjadi kenaikan ataupun penurunan pada kelas tutupan lahan yang berkaitan.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa hasil uji akurasi menggunakan *Confussion matrix* untuk hasil klasifikasi dengan algoritma *Random Forest* diperoleh nilai *overall accuracy* sebesar 85,02%. Berdasarkan hasil klasifikasi, diperoleh perubahan tutupan lahan akibat letusan Gunung Semeru tahun 2021 pada masing-masing kelas tutupan sungai, lahan terbuka dan hutan lahan kering mengalami peningkatan luas berturut-turut sebesar 0,054 km², 6,391 km², dan 6,963 km². Sedangkan untuk kelas tutupan lahan area terbangun, sawah, dan perkebunan mengalami penurunan luas sebesar 0,055 km², 8,816 km², dan 4,536 km². Untuk pola perubahan tutupan lahan sendiri terjadi pada area di sekitar sungai dan mengarah ke tenggara dari puncak Gunung Semeru.

Apabila akan dilakukan penelitian serupa mengenai analisis perubahan tutupan lahan dengan menggunakan machine learning, penulis menyarankan agar memperhatikan penentuan letak *training point* (data *training* dan *testing*) agar diperoleh hasil klasifikasi yang lebih baik.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat dan membantu dalam pelaksanaan penelitian ini, terutama kepada Pemerintah Kecamatan Pronojiwo dan warga sekitarnya, serta Inageoportall yang telah membantu penulis terkait dengan data yang dibutuhkan dalam penelitian.

Daftar Pustaka

- Azizah, N. (2021, December 8). *20 Hektare Lahan Pertanian Lumajang Rusak akibat Erupsi Semeru*. Republika Online. <https://news.republika.co.id/berita/r3sw2r463/20-hektare-lahan-pertanian-lumajang-rusak-akibat-erupsi-semeru>
- Breiman, L. (2021). Random Forests. *Machine Learning*, vol. 45, pp. 5-32
- Firmansyah, S. (2019). Perbandingan klasifikasi SVM dan Decision Tree untuk pemetaan mangrove berbasis objek menggunakan citra satelit Sentinel-2B di Gili Sulat, Lombok Timur. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, vol. 9, no.3, pp. 746-757
- Horning, N. (2010). Random Forests: An algorithm for image classification and generation of continuous fields data sets.
- Liu, J. Y., Zhuang, D. F., Luo, D., & Xiao, X. (2003). Land-cover classification of China: Integrated analysis of AVHRR imagery and Geophysical Data. *International Journal of Remote Sensing*, 24(12), 2485–2500. <https://doi.org/10.1080/01431160110115582>
- Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. (n.d.). *Letusan Gunung API semeru - sabtu, 04 desember 2021 pukul 23:59 WIB*. MAGMA Indonesia - Bridging The Will of Nature to Society. <https://magma.esdm.go.id/v1/gunung-api/informasi-letusan/dac6caaa-df34-47e7-bf56-812d96115da7/show>
- Rotinsulu, W., Walangitan, H., & Ahmad, A. (2018). Analisis Perubahan Tutupan Lahan Das Tondano, Sulawesi Utara selama periode Tahun 2002 dan 2015. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 8(2), 161–169. <https://doi.org/10.29244/jpsl.8.2.161-169>
- Sampurno, R., & Thoriq, A. (2016). Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan citra landsat 8 operational land imager (OLI) di Kabupaten Sumedang. *Jurnal Teknotan*, 10(2), 61–70. <https://doi.org/10.24198/jt.vol10n2.9>
- 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>
- Standar Nasional Indonesia - big. (n.d.). https://jdih.big.go.id/media/resources/files/law/RSN13_Klasifikasi_penutup_lahan.pdf
- Sucahyo, N. (2021, December 5). *PVMBG: Peringatan Erupsi Semeru Sudah Diberikan*. VOA Indonesia. <https://www.voaindonesia.com/a/pvmbg-peringatan-erupsi-semeru-sudah-diberikan-/6340055.html>
- Zagarino, A., Cika Pratiwi, D., Nurhayati, R., & Hertati, D. (2021). Peran Badan Penanggulangan Bencana Daerah Dalam Manajemen Bencana erupsi Gunung Semeru di Kabupaten Lumajang. *Jurnal Health Sains*, 2(5), 762–773. <https://doi.org/10.46799/jsa.v2i5.224>



This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).