

Identifikasi Perubahan Tutupan Lahan dengan Metode Klasifikasi Terbimbing menggunakan Data *Google Earth*

Marwah Noer ^{1*}, Adi Wibowo ¹

¹ Departemen Geografi, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received 6 November 2023
Accepted 10 February 2024
Available online 30 April 2024

Kata Kunci:

Perubahan Tutupan Lahan;
Penginderaan Jauh;
Google Earth;
Klasifikasi Terbimbing

Keywords:

Land Cover Changes;
Remote Sensing;
Google Earth;
Supervised Classification

ABSTRAK

Identifikasi perubahan tutupan lahan merupakan hal yang penting dilakukan sebagai salah satu bahan analisa maupun evaluasi dalam perencanaan pembangunan di berbagai sektor. Seiring dengan berkembangnya teknologi penginderaan jauh, perubahan tutupan lahan dari tahun ke tahun dapat diidentifikasi dengan lebih mudah dan cepat namun juga cukup akurat. *Google Earth* merupakan salah satu sumber citra satelit yang mudah didapatkan oleh semua kalangan. Penelitian ini bertujuan untuk melihat potensi data *Google Earth* dalam mengidentifikasi perubahan tutupan lahan dan memberikan informasi terkait perubahan tutupan lahan tahun 2011, 2017 dan 2022 di sekitar Waduk Brigif Jakarta Selatan. Tutupan lahan pada setiap tahun dianalisa menggunakan metode klasifikasi terbimbing dan diverifikasi dengan koefisien kappa. Hasilnya dapat terlihat bahwa Data *Google Earth* merupakan data yang memiliki potensi dan berguna untuk mengidentifikasi tutupan lahan multi-temporal, hal ini dibuktikan dengan nilai indeks kappa yang baik. Terjadi perubahan tutupan lahan didaerah penelitian dan dapat diidentifikasi dengan jelas.

ABSTRACT

Identification of changes in land cover is an important thing to do as a material for analysis and evaluation in development planning in various sectors. Along with the development of remote sensing technology, changes in land cover from year to year can be identified more easily, quickly, and accurately. Google Earth is a source of satellite imagery that is easy for all groups to obtain. This research aims to see the potential of Google Earth data in identifying land cover changes and providing information regarding land cover changes in 2011, 2017, and 2022 around the Brigif Reservoir, South Jakarta. Land cover in each year was analyzed using the supervised classification method and verified with the kappa coefficient. The results show that Google Earth data has potential and helps identify multi-temporal land cover, proven by the good kappa index value. Land cover changes in the research area can be identified clearly.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2024 by Author. Published by Universitas Pendidikan Ganesha.



* Corresponding author.

E-mail addresses: marwah.noer@ui.ac.id, adi.w@sci.ui.ac.id

1. Pendahuluan

Tutupan Lahan adalah segala yang meliputi jenis kenampakan yang ada di permukaan bumi pada lahan tertentu. Tutupan lahan merupakan sesuatu yang tidak tetap, atau dikatakan sesuatu yang dapat berubah (Suryo & Hariyanto, 2013). Lahan merupakan sumber daya alam yang vital bagi kelangsungan hidup manusia (Abebe et al., 2022), oleh karena itu perubahannya sangat penting untuk dipantau dan dievaluasi. Perubahan tutupan lahan telah menjadi masalah yang cukup serius di dunia. Perubahan tutupan lahan sangat dipengaruhi oleh aktifitas manusia dan perubahan iklim global (Hao et al., 2019; Sajan et al., 2022). Pemantauan perubahan lahan diperlukan bagi masyarakat maupun para pembuat kebijakan. Penginderaan jauh sering kali menjadi metode yang dipilih untuk pemantauan perubahan lahan.

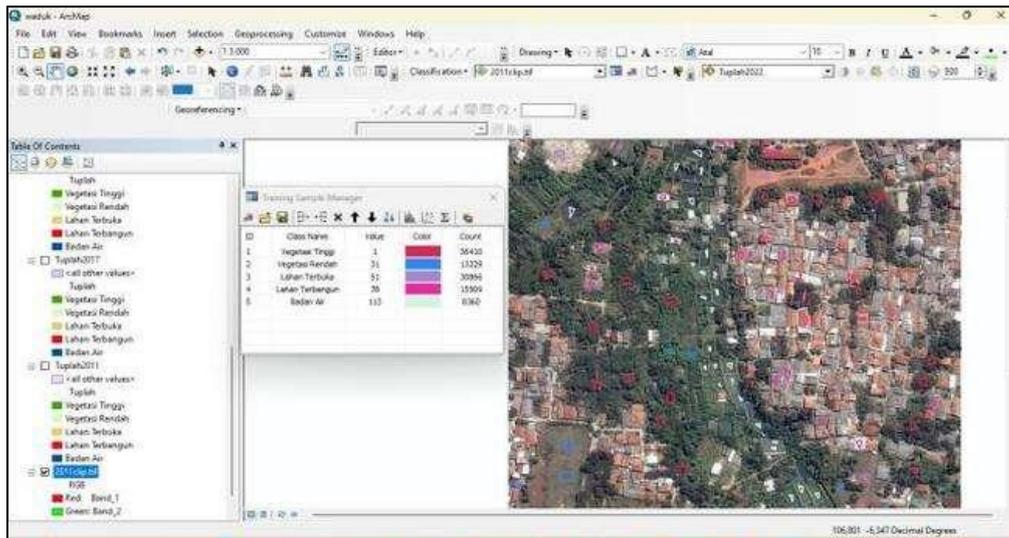
Seiring berkembangnya teknologi penginderaan jauh kita dapat mengidentifikasi perubahan tutupan lahan menggunakan citra satelit yang dapat diperoleh dari berbagai sumber. Hal ini mengurangi pemantauan langsung ke lapangan, sehingga sangat memudahkan peneliti (van Beijma et al., 2018). Pada umumnya teknologi penginderaan jauh sesuai untuk pemetaan daerah yang luas dan sangat efisien dalam biaya (Knauer et al., 2017). Peneliti internasional telah berupaya keras untuk mempelajari cara menggunakan penginderaan jauh untuk mendeteksi perubahan penggunaan lahan (Seyam et al., 2023). Google Earth merupakan salah satu sumber citra satelit yang mudah didapatkan oleh semua kalangan. Menggunakan citra yang bersumber dari Google Earth juga tidak berbayar namun memiliki kualitas yang baik. "Keberhasilan Software Google Earth mempresentasikan secara nyata apa yang terjadi dilapangan membuat para ahli geografi, ahli teori politik, dan cendekiawan mulai mempertimbangkan untuk menggunakan data Google Earth" (Parks, 2009). Data Google Earth sangat penting dan sangat berguna sebagai deteksi penggunaan lahan spasial temporal (Wibowo et al., 2016).

Untuk memperoleh peta tutupan lahan dari citra satelit, diperlukan klasifikasi citra. Tujuan dari klasifikasi citra adalah untuk mendapatkan hasil peta tematik yang menyatakan suatu tema (Purwanto & Lukiawan, 2019). Setiap objek nantinya akan memiliki simbol yang unik dan digambarkan dengan warna tertentu. Dalam penelitian ini klasifikasi citra dilakukan dengan menggunakan metode klasifikasi terbimbing. Klasifikasi terbimbing merupakan proses pengelompokan piksel-piksel (Indarto & Faisol, 2009). Pengelompokan piksel-piksel didapatkan melalui training area pada setiap tutupan lahan. Pembuatan training area merupakan langkah awal dari metode klasifikasi terbimbing, nilai piksel dalam training area itulah yang digunakan oleh aplikasi sebagai acuan untuk mengenal piksel yang lain. Daerah yang nilai pikselnya sama atau sejenis akan dikelompokkan ke dalam kelas yang telah ditentukan sebelumnya. Klasifikasi terbimbing dipilih karena prosesnya lebih cepat jika dibandingkan dengan digitasi *on screen* sehingga memudahkan pengguna dalam menginterpretasi citra (Arief et al., 2010). Klasifikasi terbimbing juga memiliki tingkat akurasi yang tinggi karena pengguna turut andil dalam pembuatan *training area* sehingga proses klasifikasi menjadi lebih terkontrol. Penelitian ini bertujuan untuk melihat potensi data Google Earth dalam mengidentifikasi perubahan tutupan lahan dan memberikan informasi terkait perubahan tutupan lahan menggunakan data Google Earth tahun 2011, 2017, dan 2022 di sekitar Waduk Brigif Jakarta Selatan. Tutupan lahan pada dianalisa menggunakan metode klasifikasi terbimbing.

2. Metode

Penelitian ini dilakukan di daerah sekitar Waduk Brigif Jakarta Selatan. Pembangunan waduk Brigif dimulai pada tahun 2021 dan selesai di akhir tahun 2022, akan tetapi pembebasan tanah milik masyarakat sudah berlangsung dari tahun 2011. Pembangunan Waduk Brigif diharapkan dapat menjadi salah satu solusi untuk mengurangi daerah yang terdampak banjir di Jakarta Selatan. Pembebasan tanah dan pembangunan waduk dari tahun ke tahun tentu menyebabkan terjadinya perubahan tutupan lahan pada daerah sekitarnya. Fokus dari penelitian ini adalah perubahan tutupan lahan yang diidentifikasi menggunakan data *Google Earth*.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra yang diunduh dari *Google Earth* tahun 2011, 2017 dan 2022. Perangkat lunak untuk mengidentifikasi perubahan tutupan lahan adalah *Google Earth Pro* dan *ArcMap 10.6*. Tahap pertama adalah mengunduh citra dari *Google Earth* tahun 2011, 2017, dan 2022 lalu pada citra tersebut dilakukan *Georeferencing*. *Georeferencing* adalah tahapan memberi referensi spasial tertentu pada data raster yang belum memiliki acuan sistem koordinat. Sistem proyeksi yang digunakan adalah UTM zone 48S dan datum WGS 1984. Identifikasi tutupan lahan dalam penelitian ini dilakukan dengan membandingkan tutupan lahan tahun 2011, 2017, dan 2022. Klasifikasi tutupan lahan dilakukan dengan metode terbimbing. Klasifikasi terbimbing adalah klasifikasi yang dilakukan dengan arahan pengguna, dimana kriteria pengelompokan kelas ditetapkan *class signature* yang diperoleh melalui pembuatan *training area* (Gambar 1). Klasifikasi terbimbing memiliki kelebihan seperti cepat dalam menginterpretasi citra dan lebih akurat karena ada kontrol dari pengguna dengan membuat *training area* dan tidak terpengaruh oleh keterampilan pengguna dalam digitasi. Dalam penelitian ini tutupan lahan terdiri dari lima kelas yaitu vegetasi tinggi, vegetasi rendah, lahan terbuka, lahan terbangun dan badan air.



Gambar 1. Proses Pembuatan *Training Sampel* menggunakan aplikasi *ArcMap 10.6*

Setelah diperoleh hasil klasifikasi terbimbing tutupan lahan pada setiap tahun, selanjutnya dilakukan penilaian akurasi dengan menggunakan koefisien kappa. Hasilnya akan diperoleh indeks kappa pada tahun 2011, 2017 dan 2022. Penilaian akurasi ini digunakan untuk mengetahui keakuratan hasil klasifikais tutupan lahan (Islami et al., 2022). Metode ini berupa matriks yang disusun dalam penentuan nilai akurasi dari *Producer Accuracy*, *User Accuracy*, *Overall Accuracy* dan *Index Kappa* (Alif & Firdaus, 2021). Adapun persamaannya adalah sebagai berikut ini :

$$User\ accuracy = \frac{x_{ii}}{x_{i+}} \times 100\% \quad (1)$$

$$Producer\ accuracy = \frac{x_{ii}}{x_{+i}} \times 100\% \quad (2)$$

$$Overall\ accuracy = \frac{D}{N} \times 100\% \quad (3)$$

$$A = \frac{D}{N} \quad (4)$$

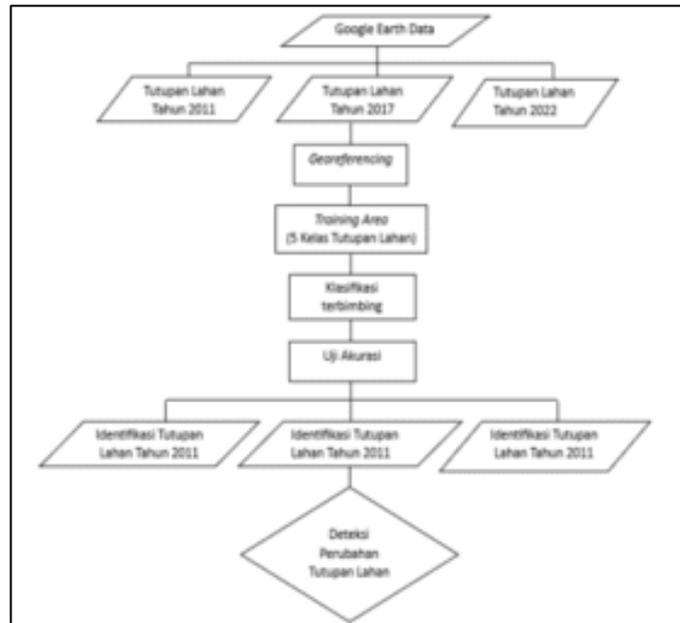
$$B = \frac{\sum((x_{i+}) \times (x_{+i}))}{N^2} \quad (5)$$

$$Index\ Kappa = \frac{A - B}{1 - B} \quad (6)$$

Keterangan :

- x_{ii} = Total nilai sel yang benar didalam kelas
- x_{i+} = Jumlah nilai sampel yang ditentukan pengguna
- x_{+i} = Jumlah nilai sel dalam kolom
- D = Total nilai baris yang benar yang ditambah secara diagonal
- N = Total nilai yang benar di dalam eror matriks
- A = Nilai yang diamati
- B = Nilai yang diharapkan

Overall accuracy dihitung dengan membandingkan total nilai hasil klasifikasi yang benar dibagi dengan total sampel seluruh kelas, dengan kata lain *overall accuracy* menunjukkan nilai kebenaran total dari seluruh kelas hasil klasifikasi. Index kappa mempertimbangkan piksel klasifikasi yang salah (Arinka Fitri & Prasasti, 2021). Perbedaan *overall accuracy* dengan index kappa ada pada segi kesalahan hasil klasifikasi. *Overall accuracy* hanya memperhitungkan nilai kebenaran dalam suatu hasil klasifikasi, sementara index kappa memperhitungkan nilai kesalahan dari suatu hasil klasifikasi.

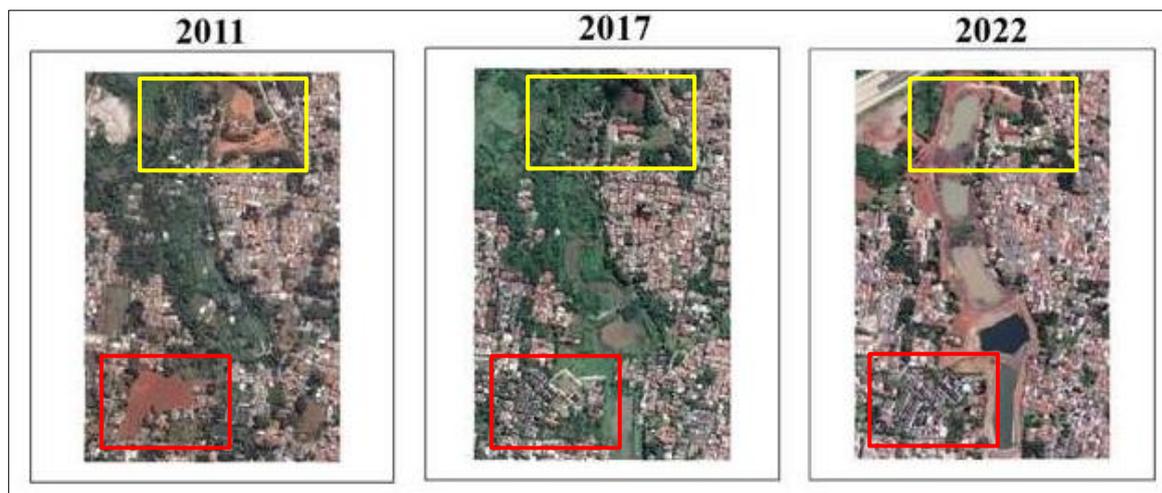


Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan pembahasan

1. Identifikasi Perubahan Tutupan Lahan dari *Google Earth*

Secara kasat mata, perubahan tutupan lahan di daerah penelitian dapat terlihat hanya dengan membandingkan kenampakan citra pada setiap tahun. Terlihat jelas pada gambar 3 bahwa pada tahun 2011 terdapat lahan terbuka yang cukup luas, namun pada tahun 2017, lahan tersebut telah menjadi lahan terbangun. Progres pembuatan waduk brigif juga terlihat dengan perubahan luasan badan air. Di tahun 2011 belum terlihat adanya pembangunan waduk, hanya terlihat ada kolam-kolam pemancingan yang berbentuk bersegi. Pada tahun 2017 mulai terlihat kolam-kolam tersebut telah berubah semakin besar dan di tahun 2022 sudah terlihat waduk brigif terbentuk.



Gambar 3. Tampilan citra multi-temporal. Sumber: *Google Earth*

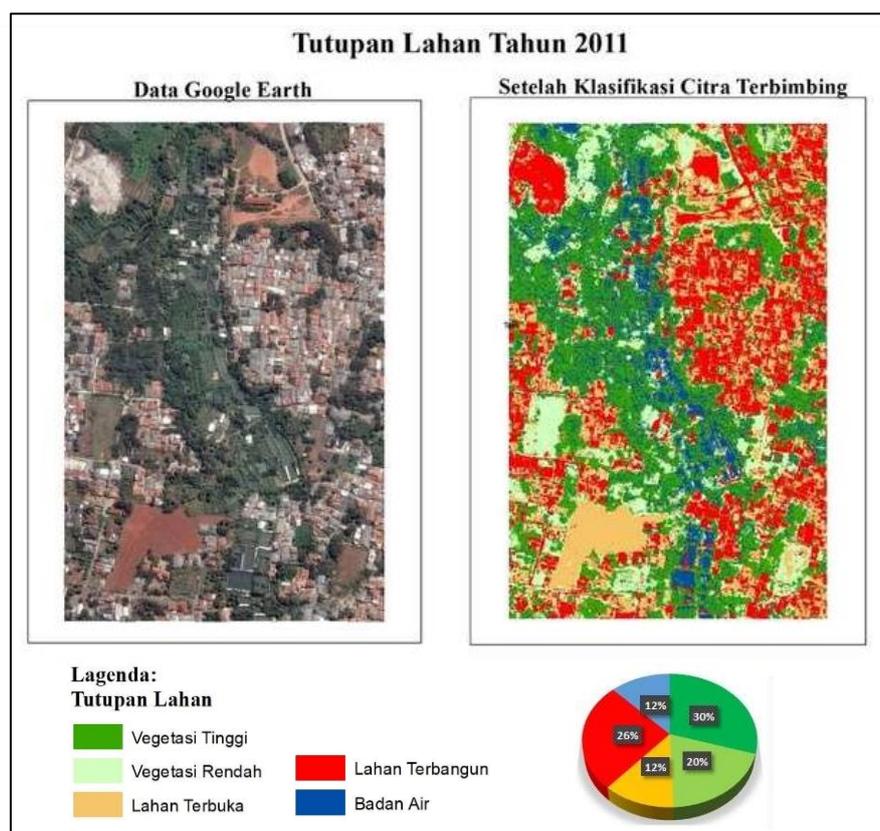
Identifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Metode Klasifikasi Terbimbing

Klasifikasi dilakukan dengan *training sample* sebanyak 113 area di tahun 2011, 123 area di tahun 2017 dan 102 area di tahun 2022. Semakin banyak *training sample* maka keakuratan hasil akan semakin baik (Indarto & Faisal, 2009). Tutupan lahan diklasifikasikan ke dalam lima kelas seperti yang tertera pada tabel 1 dibawah:

Tabel 1.
Kelas Tutupan Lahan

No	Kelas
1	Vegetasi Tinggi
2	Vegetasi Rendah
3	Lahan Terbuka
4	Lahan Terbangun
5	Badan Air

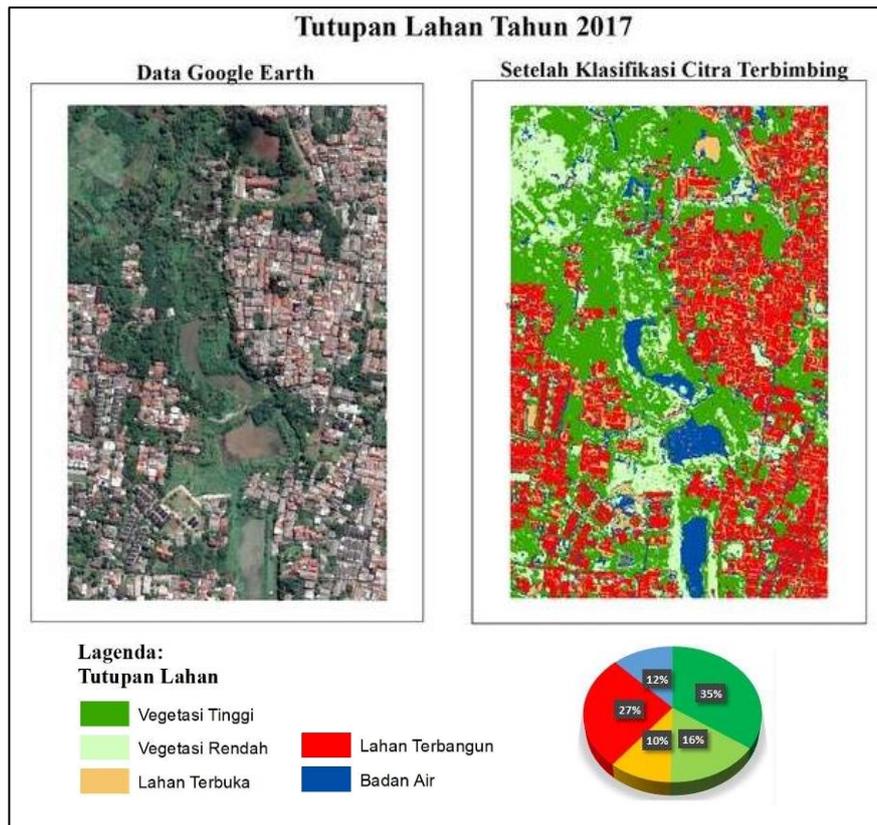
Pada tahun 2011 (Gambar 4), tutupan lahan di daerah penelitian didominasi oleh vegetasi tinggi yaitu sebesar 10,76 Ha atau 30% dari total luas daerah penelitian. Diposisi kedua adalah lahan terbangun seluas 9,51 Ha (26%), lalu vegetasi rendah seluas 7,12 Ha (20%), terakhir lahan terbuka dan badan air sama-sama diposisi terakhir dengan luas masing masing 4,44 Ha (12%) dan 4,40 Ha (12%).



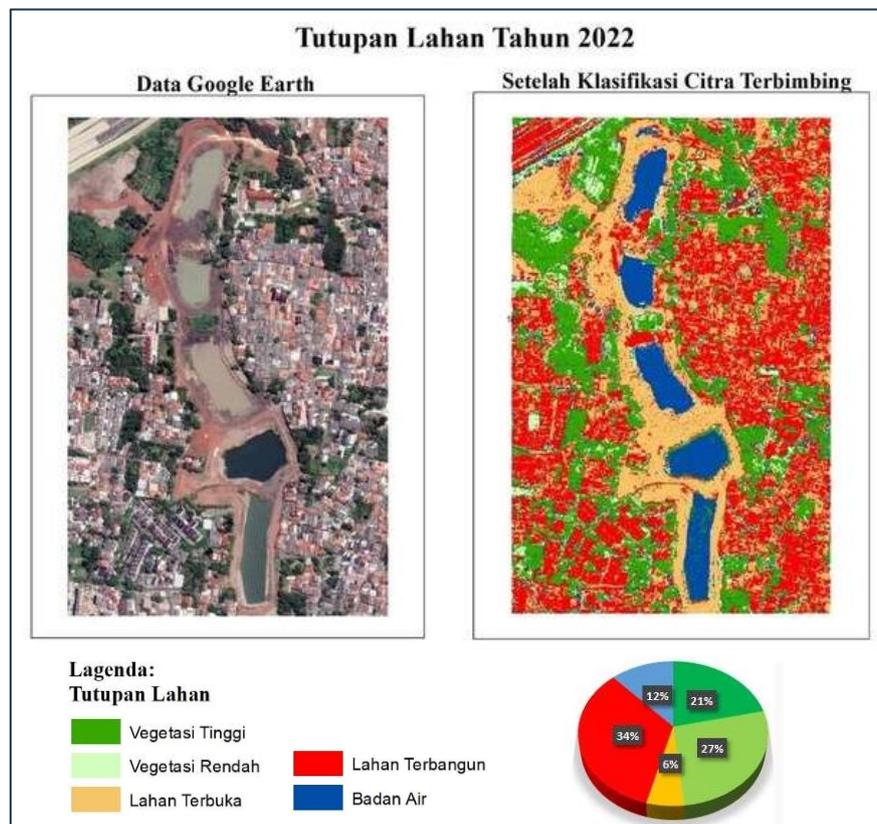
Gambar 4. Perbandingan Data *Google Earth* dan Hasil Klasifikasi Citra Terbimbing Tahun 2011

Pada tahun 2017, terlihat bahwa setiap kelas mengalami perubahan luas jika dibandingkan dengan tahun 2011. Vegetasi Tinggi bertambah luas menjadi 12,56 Ha, sedangkan vegetasi rendah mengalami penurunan luas menjadi 5,69 Ha. Lahan terbangun pada tahun 2017 bertambah luasannya menjadi 9,84 Ha, di sisi lain, lahan terbuka dan badan air berkurang luasannya sehingga masing masing menjadi 9,83 Ha dan 4,40 Ha (Gambar 5).

Di tahun 2022 pertambahan luas yang paling signifikan di daerah penelitian adalah lahan terbangun, dari 9,83 Ha menjadi 12,30 Ha. Perubahan lain yang cukup signifikan adalah berkurangnya lahan terbuka dari 3,77 Ha menjadi hanya 2,12 Ha. Vegetasi Tinggi juga mengalami penurunan luas yang sangat berarti yaitu dari 12,56 Ha menjadi 7,76 Ha. Pada tahun 2022, tutupan lahan dengan luasan tertinggi di daerah penelitian diambil alih oleh lahan terbangun, setelah pada tahun 2011 dan 2017 tutupan lahan tertingginya adalah vegetasi tinggi (Gambar 6).



Gambar 5. Perbandingan Data Google Earth dan Hasil Klasifikasi Citra Terbimbing Tahun 2017



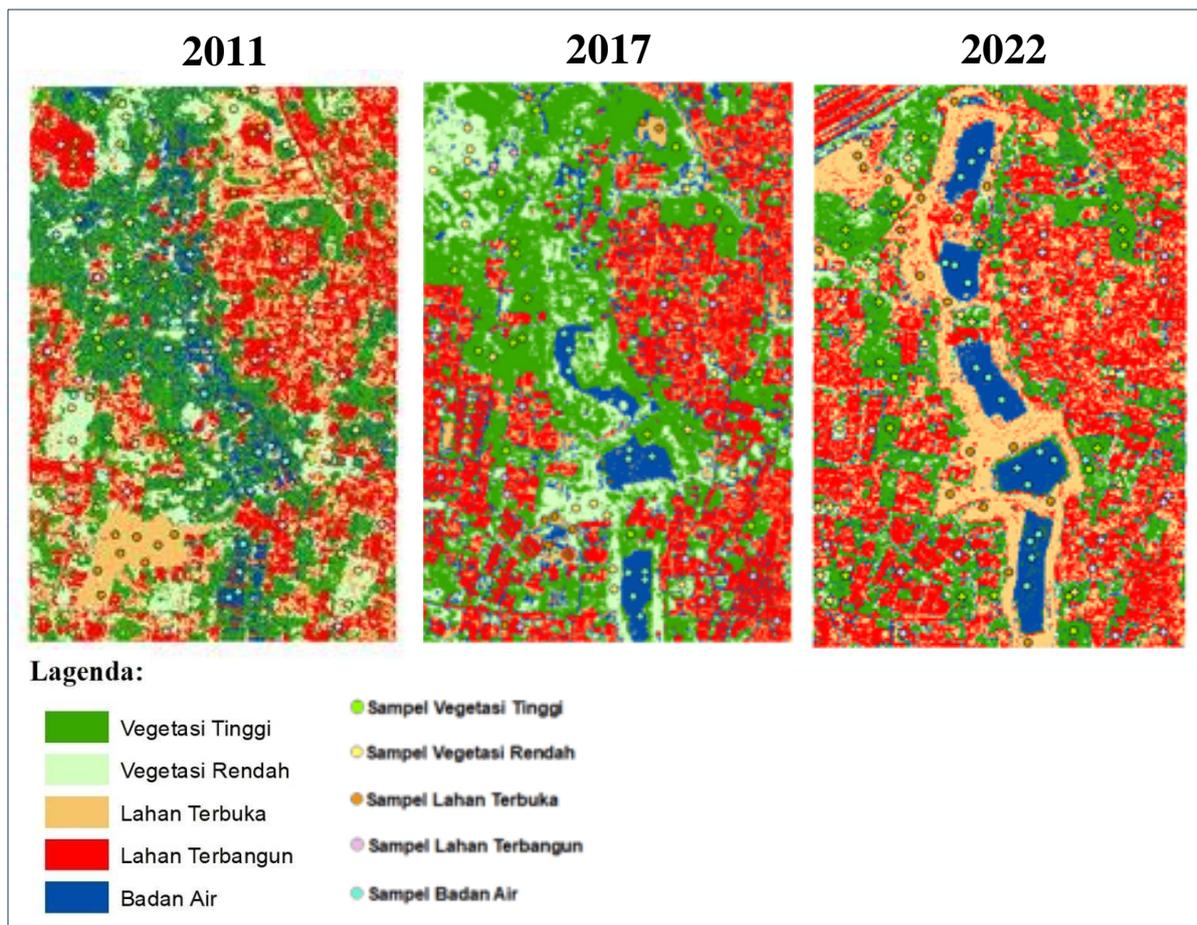
Gambar 6. Perbandingan Data Google Earth dan Hasil Klasifikasi Citra Terbimbing Tahun 2022

Penilaian Akurasi

Koefisien kappa menunjukkan akurasi hasil klasifikasi terbimbing yang dilakukan. Semakin mendekati angka 1, maka dapat dikatakan bahwa hasilnya semakin baik. Menurut (Altman, 1991), koefisien kappa dapat dibagi menjadi lima kelas yaitu:

< 20	: Buruk (<i>Poor</i>)
0,21 – 0,40	: Lumayan (<i>Fair</i>)
0,41 – 0,60	: Cukup (<i>Moderate</i>)
0,61 – 0,80	: Baik (<i>Good</i>)
0,81 – 1,00	: Sangat Baik (<i>Very Good</i>)

Penilaian akurasi dalam penelitian ini dilakukan dengan mengambil sampel secara acak sebanyak 20 sampel pada setiap kelas. Sampel yang diambil adalah sampel pixel yang totalnya berjumlah 100 pada masing-masing tahun penelitian (gambar 7). Hasilnya diperoleh overall accuracy dan indeks kappa tahun 2011 adalah sebesar 79 dan 0,74, overall accuracy dan indeks kappa tahun 2017 sebesar 84 dan 0,80, dan pada tahun 2022 diperoleh overall accuracy dan indeks kappa sebesar 92 dan 0,90 (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa hasil uji akurasi klasifikasi dengan metode terbimbing data Google Earth pada tahun 2011 baik, bahkan hasil akurasi untuk tahun 2022 masuk ke dalam kategori sangat baik. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa data Google Earth sangat berpotensi untuk mengidentifikasi perubahan lahan.



Gambar 7. Sebaran Sampel Penelitian

Tabel 2.
Penilaian Akurasi Tutupan Lahan Tahun 2011, 2017, dan 2022

Tahun	Data Klasifikasi Data Verifikasi	Vegetasi Tinggi	Vegetasi Rendah	Lahan Terbuka	Lahan Terbangun	Badan Air	Total	Producer Akurasi (%)
2011	Vegetasi Tinggi	17	6	0	0	2	25	68
	Vegetasi Rendah	2	13	0	2	2	19	68,42
	Lahan Terbuka	0	0	18	3	0	21	85,71
	Lahan Terbangun	0	0	2	15	0	17	88,23
	Badan Air	1	1	0	0	16	18	88,89
	Total	20	20	20	20	20	100	
	User Akurasi (%)	85	65	90	75	80		
Overall Accuracy: 79 Kappa: 0,74								
2017	Vegetasi Tinggi	20	2	0	0	0	22	90,91
	Vegetasi Rendah	0	17	0	1	3	21	80,95
	Lahan Terbuka	0	0	16	3	0	19	84,21
	Lahan Terbangun	0	1	4	14	0	19	73,68
	Badan Air	0	0	0	2	17	19	89,47
	Total	20	20	20	20	20	100	
	User Akurasi (%)	100	85	80	70	85		
Overall Accuracy: 84 Kappa: 0,80								
2022	Vegetasi Tinggi	18	2	2	0	1	23	78,26
	Vegetasi Rendah	0	17	0	0	0	17	100
	Lahan Terbuka	2	0	18	0	0	20	90
	Lahan Terbangun	0	1	0	20	0	21	95,24
	Badan Air	0	0	0	0	19	19	100
	Total	20	20	20	20	20	100	
	User Akurasi (%)	90	85	90	100	95		
Overall Accuracy: 92 Kappa: 0,90								

Perubahan Tutupan Lahan Berdasarkan Kelas dan Tahun

Seperti yang telah dijelaskan di awal, penelitian ini membagi tutupan lahan menjadi lima kelas. Masing-masing kelas setiap tahunnya mengalami perubahan luas. Perubahan luas tersebut dapat dilihat pada Tabel 3. Gambar 8 menjelaskan kenaikan maupun penurunan luas tutupan lahan pada setiap kelas.

Tabel 3.
Luas dan Persentase Tutupan Lahan Berdasarkan Kelas dan Tahun

Tahun	2011	%	2017	%	2022	%
Tutupan Lahan						
Vegetasi Tinggi (Ha)	10,76	30	12,56	35	7,76	21
Vegetasi Rendah (Ha)	7,12	20	5,69	16	9,73	27
Lahan Terbuka (Ha)	4,40	12	3,77	10	2,12	6
Lahan Terbangun (Ha)	9,51	26	9,83	27	12,30	34
Badan Air (Ha)	4,44	12	4,40	12	4,30	12

Vegetasi tinggi merupakan kelas tutupan lahan yang mendominasi daerah penelitian di tahun 2011 dan 2017. Luas tutupan lahan yang merupakan vegetasi tinggi mengalami kenaikan dari tahun 2011 ke tahun 2017, namun di tahun 2022 luasnya berkurang sebanyak 4,8 Ha.

Kelas vegetasi rendah di daerah penelitian meliputi padang rumput, semak belukar, pertanian, dan perkebunan. Perubahan luas vegetasi rendah dari tahun 2011 ke tahun 2017 mengalami penurunan, namun di tahun 2022 luasnya kembali meningkat sebesar 4,04 Ha. Secara visual dapat dilihat bahwa perubahan paling banyak adalah perubahan kelas vegetasi rendah menjadi lahan terbangun. Selain pembangunan waduk, hal yang mempengaruhi perubahan tutupan lahan adalah pembangunan jalan tol yang pada tahun 2022 teridentifikasi pada daerah penelitian.

Kelas lahan terbuka merupakan kelas tutupan lahan yang secara konsisten terus berkurang dari tahun 2011 hingga tahun 2022. Hal ini merupakan dampak dari pembangunan waduk dan juga dampak dari bertambahnya bangunan di daerah penelitian. Kelas lahan terbangun terus mengalami penambahan luas setiap tahunnya. Perubahan luas lahan terbangun dari tahun 2011 ke tahun 2017 adalah sebesar 0,32 Ha. Pada tahun 2022, lahan terbangun mengalami perubahan luas yang cukup banyak yaitu sebesar 1,25 Ha. Tutupan lahan badan air terus mengalami penurunan dari tahun 2011 hingga tahun 2022. Pada tahun 2011 daerah penelitian masih merupakan daerah yang memiliki banyak kolam pemancingan yang teridentifikasi sebagai badan air. Luasan badan air terus berkurang seiring dengan pembangunan waduk brigif yang memang diselesaikan pada tahun 2022.



Gambar 8. Grafik Perubahan Luas Tutupan Lahan Berdasarkan Kelas dan Tahun

4. Simpulan dan saran

Teknologi penginderaan jauh merupakan salah satu alternatif dalam pemantauan tutupan lahan. Metode Klasifikasi terbimbing dengan menggunakan citra multi-temporal adalah cara yang baik untuk mengetahui perubahan tutupan lahan. Data Google Earth merupakan data yang berpotensi dan berguna untuk mengidentifikasi tutupan lahan multi-temporal, hal ini dibuktikan dengan nilai indeks kappa yang baik yaitu 0,74 pada tahun 2011, 0,80 pada tahun 2012, dan 0,90 pada tahun 2022. Identifikasi perubahan tutupan lahan tahun 2011, 2017 dan 2022 di daerah penelitian memperoleh hasil untuk vegetasi tinggi ditahun 2017 meningkat jika dibandingkan dengan tahun 2011, namun mengalami penurunan yang cukup signifikan di tahun 2022. Vegetasi rendah mengalami penurunan luas di tahun 2017 dan kemudian di tahun 2022 kembali bertambah luas. Untuk lahan terbuka merupakan kelas tutupan lahan yang setiap tahun mengalami penurunan luas. Berbanding terbalik dengan lahan terbuka, lahan terbangun merupakan kelas tutupan lahan yang setiap tahunnya terus bertambah luas, sedangkan tutupan lahan badan air merupakan tutupan lahan yang setiap tahunnya memiliki luas relatif stabil, hanya mengalami sedikit penurunan.

Ucapan terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Departemen Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia atas dukungan yang diberikan selama penulis melaksanakan penelitian ini.

Daftar Rujukan

- Abebe, G., Getachew, D., & Ewunetu, A. (2022). Analysing land use/land cover changes and its dynamics using remote sensing and GIS in Gubalafito district, Northeastern Ethiopia. *SN Applied Sciences*, 4(1). <https://doi.org/10.1007/s42452-021-04915-8>
- Alif, M. N., & Firdaus, M. I. (2021). Klasifikasi Perubahan Tutupan Lahan Dengan Metode Supervised Classification Tahun 2015-2020 Menggunakan Citra LANDSAT OLI 8 Studi Kasus: Kecamatan Pasirian. *Seminar Nasional Geomatika 2021: Inovasi Dalam Pengurangan Resiko Bencana*, 497–506.
- Altman, D. G. (1991). *Practical Statistics For Medical Research*. Chapman and Hall.
- Arief, M., Roswintarti, O., Julzakaria, A., Hawariyyah, S., & Prayogo, T. (2010). Inventarisasi Tutupan Lahan Menggunakan Satelit Penginderaan Jauh Alos Dengan Metode Klasifikasi Tetangga Terdekat Study Kasus: Jawa Barat. *Majalah Sains Dan Teknologi Dirgantara*, 5(Desember), 174–182.
- Arinka Fitri, V., & Prasasti, I. (2021). Analisis Perubahan Tutupan Lahan Sebelum Dan Setelah Gempa Bumi Tahun 2018 Di Kecamatan Sambelia, Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Teknologi*, 14(1), 39–47. <https://doi.org/10.34151/jurtek.v14i1.3544>
- Hao, B., Ma, M., Li, S., Li, Q., Hao, D., Huang, J., Ge, Z., Yang, H., & Han, X. (2019). Land Use Change and Climate Variation in the Three Gorges Reservoir Catchment from 2000 to 2015 Based on the Google Earth Engine. *Sensors (Switzerland)*, 19(9). <https://doi.org/10.3390/s19092118>
- Indarto, I., & Faisol, A. (2009). Identifikasi Dan Klasifikasi Peruntukan Lahan Menggunakan Citra Aster. *Media Teknik Sipil*, IX(1), 1–8.
- Islami, F. A., Tarigan, S. D., Wahjunie, E. D., & Dasanto, B. D. (2022). Accuracy Assessment of Land Use Change Analysis Using Google Earth in Sadar Watershed Mojokerto Regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 950(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/950/1/012091>

- Knauer, K., Gessner, U., Fensholt, R., Forkuor, G., & Kuenzer, C. (2017). Monitoring Agricultural Expansion in Burkina Faso over 14 Years with 30 m Resolution Time Series: The Role of Population Growth and Implications for the Environment. *Remote Sensing*, 9(2). <https://doi.org/10.3390/rs9020132>
- Parks, L. (2009). Digging into Google Earth: An analysis of "Crisis in Darfur." *Geoforum*, 40(4), 535-545. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2009.04.004>
- Purwanto, E. H., & Lukiawan, R. (2019). Technical Parameter on Proposed of Remote Sensing Processing Data: Supervised Classification. *Jurnal Standarisasi*, 21, 67-78.
- Sajan, B., Mishra, V. N., Kanga, S., Meraj, G., Singh, S. K., & Kumar, P. (2022). Cellular Automata-Based Artificial Neural Network Model for Assessing Past, Present, and Future Land Use/Land Cover Dynamics. *Agronomy*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/agronomy12112772>
- Seyam, M. M. H., Haque, M. R., & Rahman, M. M. (2023). Identifying the land use land cover (LULC) changes using remote sensing and GIS approach: A case study at Bhaluka in Mymensingh, Bangladesh. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 7. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2022.100293>
- Suryo, A. B., & Hariyanto, T. (2013). Studi Perubahan Tutupan Lahan DAS Ciliwung Dengan Metode Klasifikasi Terbimbing Citra Landsat 7 ETM+ Multitemporal Tahun 2001 & 2008 (Studi Kasus: Bogor). *GEOID*, 09, 1-6.
- van Beijma, S., Chatterton, J., Page, S., Rawlings, C., Tiffin, R., & King, H. (2018). The challenges of using satellite data sets to assess historical land use change and associated greenhouse gas emissions: a case study of three Indonesian provinces. *Carbon Management*, 9(4), 399-413. <https://doi.org/10.1080/17583004.2018.1511383>
- Wibowo, A., Salleh, K. O., Frans, F. T. R. S., & Semedi, J. M. (2016). Spatial Temporal Land Use Change Detection Using Google Earth Data. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 47(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/47/1/012031>