ANALISIS PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN PERTANIAN DAN PERKEBUNAN DI BENDUNGAN GONDANG, KABUPATEN KARANGANYAR MENGGUNAKAN *GOOGLE EARTH*

Renita Purwanti [1*], Yogyrema Setyanto P [2], Adi Wibowo [1]

[1]Departemen Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia

[2] Badan Informasi Geospasial, Cibinong 16911, Indonesia

[1] renita.purwanti@ui.ac.id; adi.w@sci.ac.ui.id

[2] yogyrema.setyanto@big.go.id;

Informasi artikel

Sejarah artikel

Diterima : 2023-08-03

Revisi : 2024-01-24

Dipublikasikan : 2024-02-16

Kata kunci:

Bendungan Gondang

Tutupan Lahan

Google Earth

A B S T R A K

Pembangunan sebuah Bendungan umumnya bertujuan untuk mitigasi terhadap bencana banjir, manajemen ketersediaan air, irigasi untuk pertanian, dan juga salah satu atraksi pariwisata. Pembangunan Bendungan membawa implikasi adanya alih fungsi lahan di sekitar area Bendungan yang menyebabkan adanya perubahan penutup lahan. Bendungan Gondang merupakan salah satu program pemerintah yang mulai dibangun sejak 2014 dimana rehabilitasi saluran irigasinya selesai pada 2019 dan telah mencapai kapasitas tampungan maksimum di tahun 2020. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa perubahan tutupan lahan pertanian dan perkebunan sebelum dan sesudah Bendungan Gondang dibangun dengan menggunakan Citra Satelit yang bersumber dari Google Earth secara multitemporal dengan tahun akuisisi 2013 dan 2022. Data penutup lahan diperoleh melalui metode *on screen digitization* dengan menghasilkan 12 kelas penutup lahan dan dianalisa menggunakan metode *overlay* menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Hasil uji akurasi keseluruhan untuk data penutup lahan tahun 2013 dan 2022 berturut adalah 94,33% dan 96,83%. Perubahan tutupan lahan terbesar terjadi pada kelas penutup lahan perkebunan yang mengalami penurunan luas wilayah sebesar 29,72 Ha.

Keywords:

Gondang Dam

Land Cover

Google Earth

A B S T R A C T

The construction of a dam generally aims to mitigate against floods, management of water availability, irrigation for agriculture, and also one of the tourism attractions. The construction of the dam has implications for land use change around the dam area which causes changes in land cover. The Gondang Dam is one of the government programs that began to be built in 2014 where the rehabilitation of the irrigation channels was completed in 2019 and has reached the maximum storage capacity in 2020. This study aims to analyze changes in agricultural and plantation land cover before and after the Gondang Dam was built using Imagery Satellites sourced from Google Earth are multitemporal with acquisition years 2013 and 2022. Land cover data was obtained through the on screen digitization method by producing 12 land cover classes and analyzed using the overlay method using a Geographic Information System (GIS). The overall accuracy test results for land cover data for 2013 and 2022 are 94.33% and 96.83%, respectively. The biggest change in land cover occurred in the plantation land cover class which experienced a decrease in area of 29.72 Ha.

Pendahuluan

Pembangunan infrastruktur merupakan salah satu indikator pertumbuhan ekonomi yang bertujuan untuk meningkatkan laju pengembangan wilayah dan memberi dampak bagi kehidupan masyarakat yang ditunjukan dengan membangun sarana dan prasarana (Ihsan, 2021; Ridayani et al., 2023; Wildan Pratama, 2023). Guna mendukung percepatan penyediaan infrastruktur, Pemerintah berupaya membuat daftar Proyek Strategis Nasional (PSN) yang ditetapkan melalui sebuah Peraturan salah satunya penerbitan Peraturan Presiden Nomor 3 Tahun 2016 (Wildan Pratama, 2023). Infrastruktur dalam hal ini meliputi aksesabilitas seperti pembangunan jalan tol, peningkatan sarana transportasi melalui pembangunan pelabuhan, dan bandara, serta pembangunan bendungan ataupun waduk. Waduk dan bendungan merupakan tempat yang dapat diandalkan untuk berbagai macam pemanfaatan diantaranya penyimpanan pasokan air untuk irigasi, Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), pencegahan terhadap banjir, hingga sebagai sarana pariwisata (Woldemichael et al., 2012; Bonansea et al., 2021; Shrestha et al., 2021; Handayani & Wibowo, 2023; Astuty & Wibowo, 2023)

Dibalik berbagai kebermanfaatan dari pembangunan waduk dan bendungan membawa implikasi terhadap aspek sosial ekonomi yang ditunjukan dengan penurunan produksi hasil pertanian dan hilangnya mata pencaharian petani, kerusakan lingkungan seperti degradasi lahan, hingga perubahan tutupan lahan atau alih fungsi lahan (Woldemichael et al., 2012; Wiejaczka et al., 2017; Fitriatul 'ulya et al., 2023; Lucchetta et al., 2023; Swe et al.,2023; Sang et al., 2023). Hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Wiejaczka et al. (2017) di Polandia Selatan menyebutkan tutupan lahan pada tahun 1977 dan 2009 di sekitar pembangunan bendungan menyebabkan adanya penurunan luas pada lahan hutan dan pertanian berturut – turut sebesar 5,5% dan 8,2%. Wildan Pratama (2023) melakukan kajian identifikasi perubahan penggunaan lahan di Bendungan Ciawi pada tahun 2017 dan 2023 menggunakan citra satelit Sentinel-2A dengan hasil penelitian terjadi perubahan signifikan terhadap luas lahan pertanian setelah pembanguna bendungan.

Perubahan tutupan lahan tidak hanya dipengaruhi oleh pembangunan infrastruktur, namun juga pengaruh urbanisasi, peningkatan jumlah penduduk, kebutuhan akan sumberdaya lahan, deforestasi, dan aktivitas (Antwi-Agyei et al., 2019; Matlhodi et al., 2019; Bagwan & S Gavali, 2021; Sang et al., 2023). Pengamatan terhadap Perubahan tutupan lahan perlu dilakukan dari waktu ke waktu sebagai salah satu evaluasi dan pengawasan untuk digunakan dalam pembuatan kebijakan dan perencanaan pemanfaatan lahan (Fitriatul 'ulya et al., 2023; Lucchetta et al., 2023)

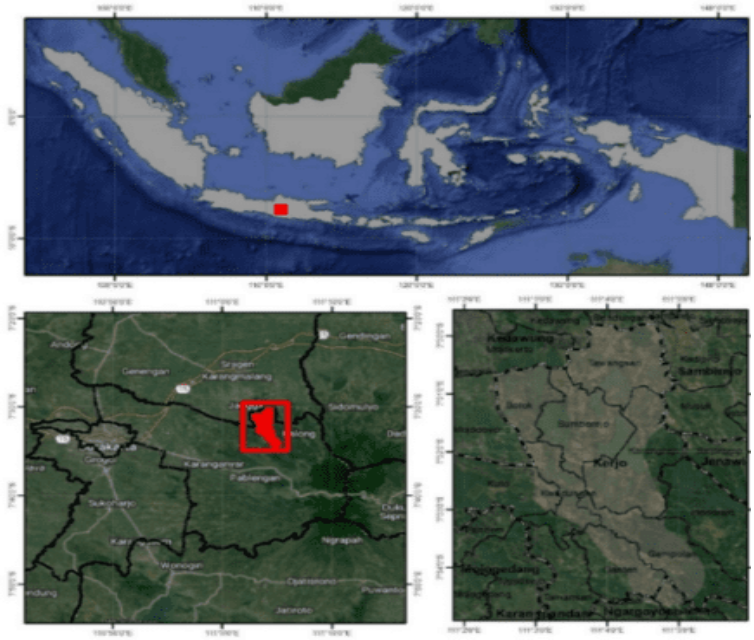
Deteksi terhadap dinamika perubahan tutupan lahan dapat dilakukan dengan menggunakan *remote sensing (RS)* dan *geographic information system (GIS)* (Musaoglu et al., 2005; Matlhodi et al., 2019; Bagwan & S Gavali, 2021; Indri Astuty et al., 2023; Lucchetta et al., 2023). Penggunaan citra satelit resolusi tinggi dapat menggambarkan karakteristik lansekap dan memberikan informasi lengkap mengenai tutupan lahan melalui klasifikasi menggunakan berbagai algoritma. Salah satu citra satelit resolusi tinggi yang dapat diakses dengan bebas dan dapat digunakan dalam memberikan informasi multitemporal adalah *Google Earth (GE) imagery* (Hu et al., 2013; Tilahun, 2015; Damtea et al., 2020; Madarasinghe et al., 2020)

Bendungan Gondang yang terletak di Kabupaten Karanganyar merupakan salah satu waduk yang masuk dalam PSN yang dikelola oleh Balai besar Wilayah Sungai Bengawan Solo dan selesai dibangun pada tahun 2019, namun dioperasionalkan pada tahun 2020. Tujuan pembangunan Bendungan Gondang adalah untuk pemenuhan kebutuhan air irigasi pada daerah pertanian bagi sebagian wilayah Kabupaten Karanganyar dan sebagian wilayah Kabupaten Sragen serta sebagai upaya penanggulangan banjir ((Gondang Dibalik Tantangan dan Harapan et al., 2018; Eka Putri et al., 2020; Ihsan, 2021). Merujuk pada tujuan pembangunan Bendungan Gondang, fokus utama dalam penelitian ini adalah melihat bagaimana pengaruh pembangunan dan

kinerja Bendungan Gondang dalam perubahan tutupan lahan khususnya pada lahan pertanian dan perkebunan sebelum dan setelah pembangunan Bendungan Gondang. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan dalam pengambilan kebijakan mengenai pengaruh pembangunan infrastruktur dan pengembangan wilayah memberikan dampak terhadap tutupan lahan.

Metode

Kabupaten Karanganyar berada di Provinsi Jawa Tengah, dan secara administratif berbatasan dengan Kabupaten Sragen di sebelah Utara, Kabupaten Wonogiri dan Kabupaten Sukoharjo di sebelah Selatan, Kabupaten Boyolali dan Kota Surakarta di sebelah Barat, serta Provinsi Jawa Timur di sebelah Timur dan berada diantara 110° 40′ - 110° 70′ BT dan 7° 26′ - 7° 46′ LS (BPS Kabupaten Karanganyar, 2023). Kabupaten Karanganyar memiliki potensi sumber daya air yang berlimpah karena dipengaruhi keberadaan Sungai Bengawan Solo. Kondisi topografi di sekitar Bendungan Gondang berada pada relief yang relatif curam dengan kemiringan sampai 30%. Lokasi penelitian ini dibatasi pada Daerah Aliran Irigasi Bendungan Gondang wilayah Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Pengumpulan dan Pengolahan Data

Penelitian ini menggunakan data citra satelit resolusi tinggi multi temporal yang bersumber dari *Google Earth* (GE). Pemanfaatan GE dalam pemetaan tutupan lahan telah banyak digunakan karena selain memiliki resolusi spasial yang tinggi, citra satelit dari GE menjadi alternatif pilihan dalam pengolahan data karena mudah diakses dan gratis serta karakteristik spektral pada GE *imagery* juga memiliki keistimewaan tersendiri, meskipun informasi spektral yang dimiliki hanya terdiri dari band Red, Green, Blue (Madarasinghe et al., 2020). Rentang waktu pengambilan data untuk penelitian ini adalah sejak Agustus 2013 s/d Oktober 2022. Pemilihan waktu ini diambil untuk membandingkan kondisi tutupan lahan di sekitar wilayah Bendungan Gondang sebelum dan setelah dibangun, selain itu dalam mendeteksi perubahan tutupan lahan diperlukan minimal dua data tutupan lahan yang bersifat multitemporal. Data citra satelit yang telah diunduh kemudian dilakukan *mosaick* atau penggabungan citra. Citra satelit yang bersumber dari GE ini belum memiliki sistem proyeksi, sehingga perlu dilakukan *georeferencing* menggunakan *software* Global Mapper dengan sistem proyeksi Universal Transverse Mercator (UTM) pada zona 48S dengan

datum WGS 1984. Data tutupan lahan yang digunakan pada penelitian ini didapatkan melalui proses *on-screen digitization* yang di klasifikasikan menjadi 12 kelas, dan menghasilkan dua data tutupan lahan, yakni data tutupan lahan akuisisi Agustus 2013, dan data tutupan lahan akuisisi September 2022. Tabel 1 mendeskripsikan klasifikasi dari kelas tutupan lahan, dimana untuk memudahkan visualisasi diberikan kode untuk setiap jenis klasifikasi tutupan lahan. Analisis data dalam penelitian ini menggunakan *spatial analysis* melalui *software* ArcGIS 10.8 menggunakan metode *overlay*. Tutupan lahan yang digunakan untuk tahapan analisis dibatasi hanya pada unsur pertanian dan perkebunan yang berada di sekitar kawasan Bendungan Gondang

Tabel 1. Klasifikasi Penutup Lahan

Klasifikasi Tutupan Lahan	Kode	Deskripsi
Bangunan Bendungan	BB	Bangunan yang berupa urukan tanah, urukan batu dan beton, yang dibangun selain untuk menahan dan menampung air, dapat pula dibangun untuk menahan dan menampung limbah tambang, atau menampung lumpur sehingga terbentuk waduk
Herba dan Rumput	HR	Semua tumbuhan berdaun lebar dan berdaun jarum sebagai bentuk pertumbuhan maupun fase pertumbuhan dengan ketinggian kurang dari 50 cm (Skala 50K)
Jalan	JL	Prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (Area)
Ladang	LG	Lahan kering yang ditanami tanaman musiman atau tahunan seperti padi ladang, palawija/hortikultura, dan letaknya terpisah dengan halaman sekitar rumah
Makam	MK	Bangunan yang difungsikan untuk pemakaman baik untuk umum maupun khusus
Permukiman	PM	bagian dari lingkungan hidup di luar kawasan lindung, baik berupa kawasan perkotaan maupun perdesaan, yang berfungsi sebagai lingkungan tempat tinggal atau lingkungan hunian dan tempat kegiatan yang mendukung perikehidupan dan penghidupan.
Perkebunan	PK	Segala kegiatan pengelolaan sumberdaya alam, sumberdaya manusia, sarana produksi, alat dan mesin, budi daya, panen, pengolahan, dan pemasaran terkait tanaman perkebunan
Sawah	SW	Suatu bentuk pertainian yang dilakukan di lahan basah yang memerlukan banyak air baik sawah irigasi, sawah lebak, sawah tadah hujan
Sungai	SG	Wadah air alami dan/atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air di dalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri oleh garis sempadan
Tanah Kosong	TK	Kawasan yang tidak ditanami karena tidak subur dan/atau menjadi tidak subur setelah ditanami dan tidak ditumbuhi tanaman
Tanaman Campuran non Budidaya	TC	Kawasan vegetasi yang terdiri atas semak belukar dan tanaman campur yang belum di budidayakan
Waduk	WD	Tubuh air yang ada di daratan yang terkumpul di atas tanah atau di mata air, sungai danau, lahan basah, atau laut dan secara alami terisi melalui presipitasi dan secara alami berkurang melalui penguapan dan rembesan ke bawah permukaan

Sumber : Katalog Unsur Geografis Indonesia Versi 5

Uji akurasi

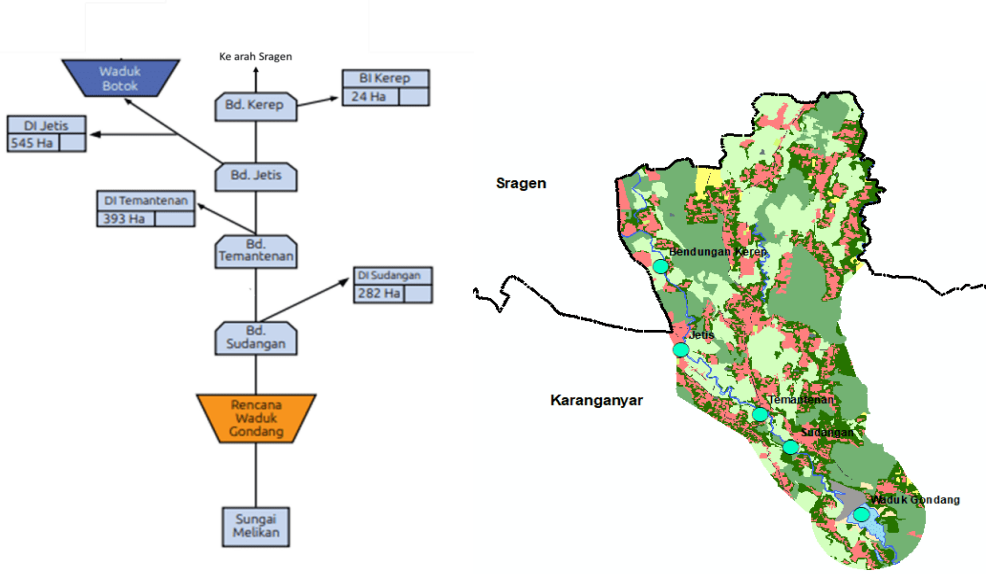
Uji akurasi dilakukan untuk menguji kesesuaian hasil klasifikasi kelas tutupan lahan dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Dalam prosedur uji akurasi, terdapat beberapa hal penting yaitu *user accuracy (UA), producer accuracy (PA)*, dan *kappa coefficient (KC)* melalui metode pembuatan *confusion matrix*. *Confusion matrix* adalah sebuah

tabel dengan dengan susunan sistematik yang terdiri dari kelas-kelas tutupan lahan dari tahap awal sampai dengan tahap akhir. Kolom diagonal mendefinisikan kelas tutupan lahan yang tidak mengalami perubahan setelah dilakukan validasi. Matriks ini menggambarkan kesesuaian antara hasil klasifikasi dengan kondisi sebenarnya di lapangan (Damtea et al., 2020; Bagwan & S Gavali, 2021;Astuty & Wibowo, 2023). Untuk melakukan uji akurasi ini, sampel objek yang akan diuji dibandingkan dengan objek di lapangan dimana setiap sampel mewakili objek tertentu dalam poligon tutupan lahan pada peta. Penentuan jumlah titik sampel untuk uji akurasi ini mengacu pada SNI No. 8202:2019 tentang Ketelitian Peta Dasar. Berdasarkan Indri Astuty et al. (2023), *UA* dinyatakan sebagai akurasi interpretasi pixel berdasarkan intrepretasi pengguna, sedangkan *PA* adalah akurasi interpretasi pixel terhadap kondisi sebenarnya di lapangan, selanjutnya *OA* adalah keseluruhan nilai kebenaran dari seluruh kelas klasifikasi. Dalam analisis kappa, apabila hasil penghitungan menunjukan nilai kappa ≥ 0.8 menunjukan adanya korelasi yang baik antara hasil uji akurasi interpretasi citra satelit dengan validasi lapangan, sedangkan nilai kappa ≤ 0.4 memiliki klasifikasi yang rendah (Matlhodi et al., 2019). Uji akurasi pada penelitian ini dilakukan terhadap kedua data penutup lahan yakni data tutupan lahan akuisisi Agustus 2013, dan data tutupan lahan akuisisi September 2022.

Hasil dan pembahasan

Interkoneksi Saluran Irigasi Bendungan Gondang di Kabupaten Karanganyar

Pelaksanaan program-program rehabilitasi yang dilakukan di lapangan terjadi pergeseran/perubahan sistem jaringan irigasi. Beberapa jaringan irigasi yang semula adalah sistem jaringan irigasi yang relatif kecil-kecil dari anak-anak sungai yang terpisah-pisah diubah dibuat menyatu dengan rangkaian sambungan yang bersifat interkoneksi. Sistem interkoneksi yang dirangkai dari jaringan irigasi yang kecil-kecil ini menciptakan sistem jaringan irigasi baru yang relatif lebih besar. Jaringan irigasi yang terletak di hilir Kabupaten Karanganyar yang menjadi Daerah Irigasi (DI) dan akan mendapatkan aliran dari Bendungan Gondang adalah DI Sudangan, DI Tematenan, DI Jetis, dan DI Kerep. Skema interkoneksi ini ditampilkan pada gambar 2.



Gambar 2. Skema interkoneksi Bendungan Gondang
(Sumber : Dokumen Buku Bendungan Gondang, 2018 dan Pengolahan Data, 2023)

Hasil Uji Akurasi Tutupan Lahan

Hasil digitasi citra satelit GE tahun 2013 dan 2022 menghasilkan 12 kelas tutupan lahan sebagaimana dideskripsikan pada tabel 1. Selanjutnya dilakukan tahapan uji akurasi. Uji akurasi pada penelitian ini tidak dilakukan dengan validasi survey lapangan, namun membandingkan

hasil interpretasi digitasi tutupan lahan tahun 2013 dan tahun 2022 terhadap Peta Rupabumi Indonesia (RBI) keluaran Badan Informasi Geospasial. Pengambilan titik sampel dilakukan secara merata menyesuaikan jumlah setiap unsur (SNI 8202:2019) yang ditampilkan pada tabel 2. Proses uji akurasi dilakukan dengan *confusion matrix* untuk setiap data tutupan lahan. Hasil uji akurasi untuk data tutupan lahan tahun 2013 dan tahun 2022 ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Penentuan Sampel Tiap Unsur

Klasifikasi Penutup Lahan	Jumlah Fitur		Jumlah Sampel	
	Tutupan Lahan 2013	Tutupan Lahan 2022	Tutupan Lahan 2013	Tutupan Lahan 2022
Bangunan Bendungan (BB)	0	1	0	1
Herba dan Rumput (HR)	6	9	6	8
Jalan (JL)	6	6	6	6
Ladang (LG)	30	24	18	16
Makam (MK)	17	17	13	13
Pemukiman (PM)	451	445	41	41
Perkebunan (PK)	32	31	19	19
Sawah (SW)	86	78	39	29
Sungai (SG)	12	14	10	11
Tanah Kosong (TK)	2	6	2	6
Tanaman Campuran Non Budidaya (TC)	227	208	38	37
Waduk (WD)	0	2	0	2
Jumlah	869	841	192	189

Sumber : Pengolahan Data (2023)

Tabel 3. Uji Akurasi Data Penutup Lahan Tahun 2013 dan Tahun 2022

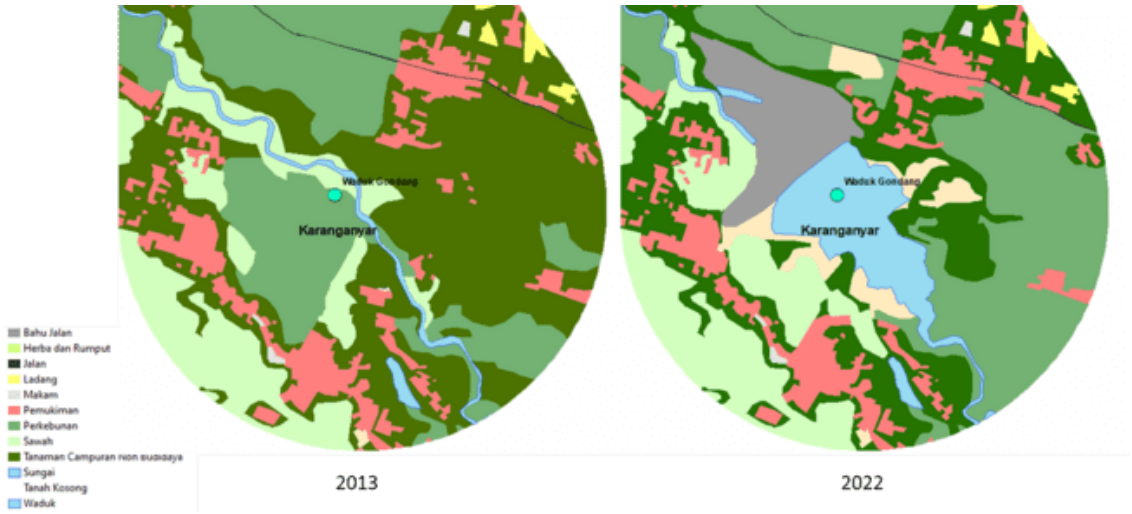
Klasifikasi Penutup Lahan	Citra Satelit Tahun 2013		Citra Satelit Tahun 2022	
	PA (%)	UA (%)	PA (%)	UA (%)
Bangunan Bendungan (BB)	-	-	100	100
Herba dan Rumput (HR)	83	100	100	100
Jalan (JL)	100	100	100	100
Ladang (LG)	90	82	93,75	83,3
Makam (MK)	100	100	100	100
Pemukiman (PM)	100	100	100	100
Perkebunan (PK)	84	80	89,47	89
Sawah (SW)	100	100	100	96
Sungai (SG)	100	100	100	100
Tanah Kosong (TK)	100	67	100	100
Tanaman Campuran Non Budidaya (TC)	87	94	91,89	100
Waduk (WD)	-	-	100	100
Overall Accuracy	**94,33%**		**96,83%**	

Sumber : Pengolahan Data (2023)

Berdasarkan *confusion matrix* uji akurasi tutupan lahan tahun 2013 menunjukan nilai *Overall Accuracy* adalah sebesar 94.33% yang menandakan bahwa pengolahan citra satelit dapat di kategorikan memiliki akurasi yang baik, begitupun dengan nilai *overall accuracy* tahun 2022 adalah sebesar 96,83%. Nilai UA tertinggi dari seluruh data tutupan lahan terdapat pada kelas Jalan, Makam, Permukiman, dan Sungai dengan nilai 100%. Sedangkan nilai UA terendah adalah ladang.

Perubahan Tutupan Lahan Akibat Pembangunan Bendungan Gondang

Analisis perubahan tutupan lahan yang dipengaruhi oleh pembangunan Bendungan Gondang pada penelitian ini ditampilkan pada gambar 3. Pembangunan Bendungan Gondang seluas 22,58 Ha menyebabkan adanya kelas tutupan lahan baru yakni bangunan bendungan, dan waduk serta adanya endapan tanah yang terbentuk akibat aktivitas waduk pada data tutupan lahan tahun 2022. Ketiga kelas penutup lahan baru ini memberikan implikasi pada berkurangnya luas jenis kawasan tutupan lahan semula yang ditampilkan pada data tutupan lahan tahun 2013 pada wilayah sekitar Bendungan Gondang, dimana hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Abdallah et al. (2019) dan **Astuty & Wibowo (2023)**. Terdapat 6 kelas penutup lahan yang terdampak mengalami penurunan luas kawasan akibat pembangunan Bendungan Gondang seperti yang ditampilkan tabel 4.



Gambar 3. Perubahan Tutupan Lahan yang terdampak pembangunan bendungan

Tabel 4. Perubahan Tutupan Lahan Area Bendungan dan Waduk 2013 ke 2022

Kelas Tutupan Lahan Tahun 2013	Perubahan Luas Tutupan Lahan 2022 (Ha)		
	Bangunan Bendungan	Waduk	Endapan Tanah
Permukiman	-	0.36	1.02
Perkebunan	11.92	9.49	3.29
Sawah	3.82	4.62	0.34
Tanaman Campuran Non Budidaya	6.11	6.84	4.91
Tanah Kosong	0.73	2.67	0.05
TOTAL	22.58	23.98	9.61

Sumber : Pengolahan Data (2023)

Tabel 4 menunjukan bahwa terdapat alih fungsi penutup lahan pada data tahun 2013 menjadi kawasan bendungan, waduk dan endapan tanah. Permukiman mengalami penurunan luas wilayah sebesar 0.36 Ha yang beralih menjadi kawasan waduk dan 1.02 Ha menjadi endapan tanah. Penurunan tertinggi terdapat pada penutup lahan perkebunan yang beralih menjadi kawasan Bangunan Bendungan sebesar 11.92 Ha. Alih fungsi lahan terbesar berada pada kelas penutup lahan perkebunan.

Perubahan Tutupan Lahan Pertanian dan Perkebunan Sebelum dan Sesudah Bendungan Gondang dibangun

Kelas tutupan lahan yang didefinisikan sebagai kawasan pertanian dan perkebunan pada penelitian ini meliputi lahan, perkebunan, dan sawah. Perubahan kawasan pertanian umumnya tidak hanya disebabkan oleh pembangunan bendungan, namun juga urbanisasi masal yang mempengaruhi ketersediaan lahan pertanian. Tabel 5 menunjukan perubahan besar luas klasifikasi penutup lahan jenis pertanian dan perkebunan dari data citra satelit GE tahun 2013 dan 2022. Dari hasil pengolahan data, jenis tutupan lahan perkebunan mengalami peningkatan luas wilayah sebesar 29.72 Ha, sedangkan dua kelas lainnya yakni ladang dan sawah mengalami penurunan masing masing 1.22 Ha dan 4.98 Ha. Peningkatan lahan perkebunan ini menandakan pemanfaatan lahan perkebunan yang berkembang juga akan berpengaruh pada produksi hasil perkebunan sesuai dengan data Badan Pusat Statistik Kabupaten Karanganyar yang mengalami peningkatan signifikan. Penutup lahan ladang dan sawah masing – masing mengalami penurunan luas kawasan sebesar 1.22 Ha dan 4.98 Ha. Penurunan luas tutupan lahan ini dapat disebabkan adanya alih fungsi lahan menjadi kawasan permukiman, alih fungsi penutup lahan non vegetasi, dan alih fungsi menjadi tanaman budidaya lain. Visualisasi perubahan tutupan lahan berdasarkan data citra satelit GE ditampilkan pada gambar 6 yang menunjukan perubahan temporal berturut turut searah jarum jam sejak Oktober 2019, Juli 2020, Juli 2021, dan Agustus 2022.

Tabel 5. Perubahan Besar Luas Penutup Lahan Jenis Pertanian dan Perkebunan

Klasifikasi Penutup Lahan Pertanian dan Perkebunan	Tahun 2013 (Ha)	Tahun 2022 (Ha)	Perubahan 2013 ke 2022
Ladang	32.77	31.55	-1.22
Perkebunan	661.75	691.47	29.72
Sawah	714.05	709.07	-4.98

Sumber : Pengolahan Data (2023)

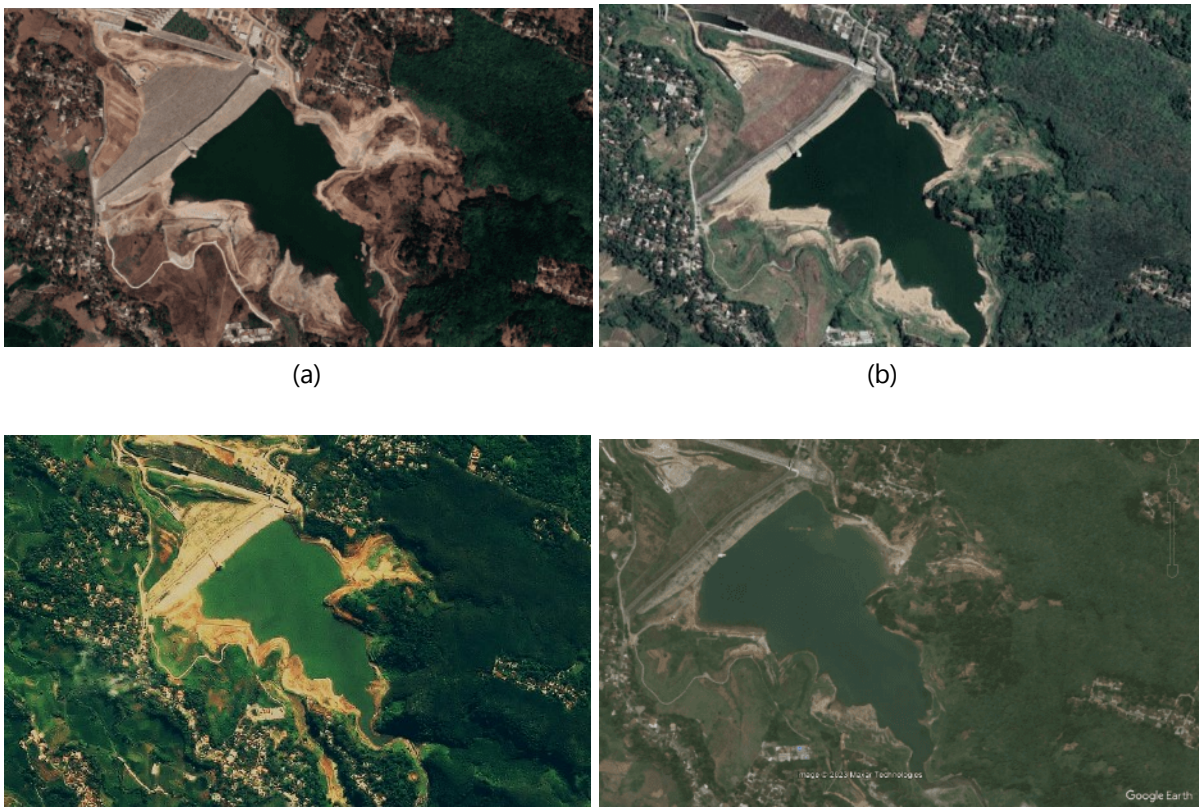
Gambar 6. Perubahan tutupan lahan berdasarkan *Google Earth* Oktober 2019, Juli 2020, Juli 2021, dan Agustus 2022

Kemampuan Bendungan Gondang dalam Memberikan Pasokan Air

Kebermanfaatan bendungan gondang dapat ditinjau dari ketersediaan air tampungan dalam Bendungan Gondang selama kurun waktu Oktober 2019 sampai dengan September 2022 pasca bendungan gondang beroperasi yang ditunjukan pada gambar 7. Parameter yang digunakan adalah ketersedian cadangan air pada waduk dan perubahan tutupan lahan pertanian dan perkebunan di sekitar aliran irigasi Bendungan Gondang di Kabupaten Karanganyar. Jika sepanjang tahun cadangan air di waduk selalu tersedia, maka sudah seharusnya daerah yang terdapat irigasi terpenuhi kebutuhan airnya, namun masalah operasional waduk pun dapat

menjadi hambatan dalam manajemen sumber daya air ke saluran irigasi sehingga parameter perubahan tutupan lahan perkebunan dan pertanian menjadi faktor utama yang memperlihatkan kinerja operasional bendungan.

.



(a) (b)

(c) (d)

Gambar 7. (a) Bendungan Gondang Oktober 2019 (b) Bendungan Gondang Agustus 2022 (c) Bendungan Gondang Juni 2020 (d) Bendungan Gondang September 2022
(Sumber : Citra Satelit *Google Earth*)

Melalui hasil interpretasi citra satelit, muka air pada Bendungan Gondang tidak pernah mengalami kekeringan, yang berarti cadangan air di waduk selama Bendungan Gondang beroperasi dapat terjaga dalam memenuhi kebutuhan air ke perkebunan, pertanian, dan lingkungan sekitar. Berdasarkan informasi BPBD Kabupaten Karanganyar, kejadian banjir maupun bencana kekeringan di kawasan irigasi Bendungan Gondang pun tidak ada laporan yang menunjukan manajemen mitigasi bencana banjir di Bendungan Gondang sudah berjalan dengan baik. Hal ini sejalan dengan yang disebutkan pada Buku Bendungan Gondang – Dibalik Tantangan dan Harapan bahwa pembangunan Bendungan Gondang bertujuan untuk menjadi wadah penyediaan air untuk keperluan irigasi dalam rangka menunjang ketahanan pangan sekaligus pengendalian risiko kejadian banjir.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, pengamatan perubahan tutupan lahan pra dan pasca pembangunan Bendungan Gondang menyebabkan alih fungsi lahan dari permukiman, perkebunan, sawah, tanaman campuran non budidaya, dan tanah kosong menjadi bangunan bendungan, badan air waduk, dan endapan tanah/pasir. Alih fungsi lahan terbesar yang terdampak pada pembangunan bendungan dan waduk berada pada kelas penutup lahan perkebunan. Pasca bendungan Gondang beroprasi terjadi perubahan jenis tutupan lahan di kawasan irigasi bendungan gondang dimana perkebunan mengalami peningkatan luas wilayah sebesar 29.72 Ha, sedangkan dua kelas lainnya

yakni ladang dan sawah mengalami penurunan masing masing 1.22 Ha dan 4.98 Ha. Peningkatan lahan perkebunan ini menandakan pemanfaatan lahan perkebunan yang berkembang juga akan berpengaruh pada peningkatan hasil perkebunan seperti dilansir dalam data BPS. Pengamatan yang dilakukan melalui citra satelit juga menunjukkan bahwa muka air pada Bendungan Gondang tidak pernah mengalami kekeringan, yang berarti cadangan air di waduk selama Bendungan Gondang beroperasi dapat terjaga dalam memenuhi kebutuhan air ke perkebunan, pertanian, dan lingkungan sekitar. Berdasarkan informasi BPBD Kabupaten Karanganyar, kejadian banjir maupun bencana kekeringan di kawasan irigasi Bendungan Gondang pun menunjukkan tidak ada laporan kejadian banjir. Berdasarkan ketiga parameter tersebut, dapat dikatakan bendungan gondang beroprasi dengan baik dan sesuai dengan fungsinya.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Bapak Adi Wibowo selaku Dosen Departemen Geografi – FMIPA UI yang telah memberikan bantuan atas tersusunnya penelitian ini serta Yogyrema Setyanto yang telah membantu penyediaan data dalam penelitian ini.

Referensi

Abdallah, S., Abd elmohemen, M., Hemdan, S., & Ibrahem, K. (2019). Assessment of land use/land cover changes induced by Jizan Dam, Saudi Arabia, and their effect on soil organic carbon. *Arabian Journal of Geosciences*, *12*(11). https://doi.org/10.1007/s12517-019-4474-1

Antwi-Agyei, P., Kpenekuu, F., Hogarh, J. N., Obiri-Danso, K., Abaidoo, R. C., Jeppesen, E., & Andersen, M. N. (2019). Land use and land cover changes in the owabi reservoir catchment, Ghana: Implications for livelihoods and management. *Geosciences (Switzerland)*, *9*(7). https://doi.org/10.3390/geosciences9070286

Astuty, Y. I., & Wibowo, A. (2023). Spatial Temporal Analysis of Land Cover Changes around The Diponegoro Education Reservoir using Google Earth Data. *Spatial : Wahana Komunikasi Dan Informasi Geografi*. http://bpbd.semarangkota.go.id/

Bagwan, W. A., & S Gavali, R. S. (2021). Dam-triggered Land Use Land Cover change detection and comparison (transition matrix method) of Urmodi River Watershed of Maharashtra, India: a Remote Sensing and GIS approach. *Geology, Ecology, and Landscapes*. https://doi.org/10.1080/24749508.2021.1952762

Bonansea, M., Bazán, R., Germán, A., Ferral, A., Beltramone, G., Cossavella, A., & Pinotti, L. (2021). Assessing land use and land cover change in Los Molinos reservoir watershed and the effect on the reservoir water quality. *Journal of South American Earth Sciences*, *108*. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103243

Damtea, W., Kim, D., & Im, S. (2020). Spatiotemporal analysis of land cover changes in the chemoga basin, Ethiopia, using Landsat and google earth images. *Sustainability (Switzerland)*, *12*(9). https://doi.org/10.3390/su12093607

Eka Putri, A., Hari Utomo, D., Mainaki, R., Pendidikan Geografi, J., & Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Siliwangi, F. (2020). *Analisis kesesuaian lahan rawa untuk pengembangan kawasan permukiman di Kecamatan Gondang Kabupaten Tulungagung*. http://journal2.um.ac.id/index.php/jpg/

Fitriatul 'ulya, A., Krisnanda, R., Hidayah, N., & Mamut, J. F. (2023). *DAMPAK LINGKUNGAN AKIBAT PERUBAHAN LAHAN SEKITAR BENDUNGAN LAHOR KARANGKATES, KABUPATEN MALANG*. *4*, xx-yy. https://jurnal.unipasby.ac.id/index.php/jurnal_plano_buana/index

Gondang Dibalik Tantangan dan Harapan, B., Umboro Ruli Wijayanto Baghaskara Bayu Antarikso Tri Agus Hermawan Phonda Hertaman Apriadi Ali R Ian Suherlan Lukman Ari Wibowo Editor, W. R., Kamal Al Ghozali Ir Joko mulyono, S., Koleksi Foto, M., Sda, D., Pupr, K., & Waskita Karya Proyek Bendungan Gondang Desain Sampul dan Lay Out, P. (n.d.). *TIM PENYUSUN/RISET DAN PEWAWANCARA*.

Handayani, A., & Wibowo, A. (2023). Utilizing Google Earth Data to Assess Spatial-Temporal Land Use Changes around

Jatibarang Reservoir, Semarang City. *Indonesian Journal of Earth Sciences*, *3*(1), A612. https://doi.org/10.52562/injoes.2023.612

Hu, Q., Wu, W., Xia, T., Yu, Q., Yang, P., Li, Z., & Song, Q. (2013). Exploring the use of google earth imagery and object-based methods in land use/cover mapping. *Remote Sensing*, *5*(11), 6026–6042. https://doi.org/10.3390/rs5116026

Ihsan, A. (2021). *ANALISIS DAMPAK PEMBANGUNAN BENDUNGAN GONDANG TERHADAP KONDISI SOSIAL EKONOMI MASYARAKAT PETANI DI KECAMATAN KERJO TAHUN 2020*.

Indri Astuty, Y., Mardalena, A., & Wibowo, A. (2023). Analysis of Land Use Changes in Cianjur Regency Sejarah artikel. *Spatial : Wahana Komunikasi Dan Informasi Geografi*, *23*(1), 48–59. https://doi.org/https://doi.org/10.21009/spatial.231

Lucchetta, B. C., Watanabe, F. S. Y., & do Carmo, N. M. R. B. (2023). A spatiotemporal classification approach to evaluate the impacts of land use and land cover changes before and after the Três Irmãos reservoir formation in the Tietê River, Brazil. *Modeling Earth Systems and Environment*, *9*(4), 4425–4435. https://doi.org/10.1007/s40808-023-01757-8

Madarasinghe, S. K., Yapa, K. K. A. S., & Jayatissa, L. P. (2020). Google earth imagery coupled with on-screen digitization for urban land use mapping: Case study of Hambantota, Sri Lanka. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka*, *48*(4), 357–366. https://doi.org/10.4038/jnsfsr.v48i4.9795

Matlhodi, B., Kenabatho, P. K., Parida, B. P., & Maphanyane, J. G. (2019). Evaluating land use and land cover change in the Gaborone dam catchment, Botswana, from 1984-2015 using GIS and remote sensing. *Sustainability (Switzerland)*, *11*(19). https://doi.org/10.3390/su11195174

Musaoglu, N., Tanik, A., & Kocabas, V. (2005). Identification of land-cover changes through image processing and associated impacts on water reservoir conditions. *Environmental Management*, *35*(2), 220–230. https://doi.org/10.1007/s00267-003-0270-4

Ridayani, W., Alwi, M., & Suprianto. (2023). DAMPAK PEMBANGUNAN BENDUNGAN BATU BULAN TERHADAP KONDISI SOSEK PETANI PADI SUMBAWA. *Jurnal Oportunitas Ekonomi Pembangunan*, *2*(2).

Sang, C. C., Olago, D. O., & Ongeri, Z. J. (2023). The factors driving land cover transitions and land degradation and the potential impacts of the proposed developments in the Isiolo dam watershed, LAPSSET corridor, Kenya. *Discover Sustainability*, *4*(1). https://doi.org/10.1007/s43621-023-00126-w

Shrestha, B., Cochrane, T. A., Caruso, B. S., Arias, M. E., & Wild, T. B. (2021). Sediment Management for Reservoir Sustainability and Cost Implications Under Land Use/Land Cover Change Uncertainty. *Water Resources Research*, *57*(4). https://doi.org/10.1029/2020WR028351

Swe, K. N., Funakawa, S., Okamoto, Y., & Chan, N. (2023). Assessment on land use changes and livelihood transition under the hydropower dam construction in Paunglaung Township, Southern Shan Highlands, Myanmar. *Land Degradation and Development*, *34*(17), 5647–5661. https://doi.org/10.1002/ldr.4844

Tilahun, A. (2015). Accuracy Assessment of Land Use Land Cover Classification using Google Earth. *American Journal of Environmental Protection*, *4*(4), 193. https://doi.org/10.11648/j.ajep.20150404.14

Wiejaczka, L., Olędzki, J. R., Bucała-Hrabia, A., & Kijowska-Strugała, M. (2017). A Spatial and Temporal Analysis of Land Use Changes in Two Mountain Valleys: With and without Dam Reservoir (Polish Carpathians). *Quaestiones Geographicae*, *36*(1), 129–137. https://doi.org/10.1515/quageo-2017-0010

Wildan Pratama Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional, A. (2023). Implikasi Pembangunan Bendungan Ciawi Pada Perubahan Penggunaan Lahan dan Kesesuaian Lahan Terhadap Rencana Tata Ruang Wilayah. In *Jurnal Geosains West Science* (Vol. 1, Issue 03).

Woldemichael, A. T., Hossain, F., Pielke, R., & Beltrán-Przekurat, A. (2012). Understanding the impact of dam-triggered land use/land cover change on the modification of extreme precipitation. *Water Resources Research*, *48*(9). https://doi.org/10.1029/2011WR011684