

---

---

## **Pemetaan Luas Bangunan di Sempadan Kanal Mangetan Menggunakan Citra Sentinel-2A dan Sitem Informasi Geografis**

Chairul Umam<sup>✉</sup>

Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

### **ABSTRAK**

*Alih fungsi lahan di sempadan Sungai Kanal Mangetan telah menyebabkan konversi tutupan vegetasi menjadi kawasan permukiman, yang berkontribusi pada peningkatan beban pencemaran sungai. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan penggunaan lahan di sempadan sungai dan implikasinya terhadap kondisi lingkungan, khususnya pencemaran, dengan memanfaatkan pendekatan penginderaan jauh dan sistem informasi geografis (SIG). Metode utama yang digunakan adalah analisis spasial berbasis citra Sentinel-2A melalui platform Google Earth Engine, disertai uji akurasi klasifikasi untuk memastikan validitas data. Hasil analisis menunjukkan bahwa kawasan sempadan didominasi oleh lahan tegalan, bangunan, dan semak belukar. Pembangunan permukiman dan keberadaan pabrik pengolahan kertas PT. Tjiwi Kimia di zona sempadan telah memberikan dampak signifikan terhadap degradasi kualitas lingkungan sungai. Penelitian ini menyarankan perlunya penguatan regulasi pemanfaatan sempadan sungai, serta keterlibatan aktif seluruh pemangku kepentingan dalam pemantauan dan pengendalian pembangunan. Keterbatasan studi ini terletak pada belum dilakukannya verifikasi lapangan, sehingga studi lanjutan dengan pendekatan gabungan spasial dan data kualitas air secara langsung sangat disarankan.*

*Kata kunci: Alih fungsi lahan, Sempadan sungai, Penginderaan jarak jauh, Degradasi kualitas air*

**Mapping of Building Areas on the Mangetan Canal Riparian Zone Using Sentinel-2A Imagery and Geospatial Information System**

### **ABSTRACT**

*Land use change in the Mangetan Canal River riparian zone has resulted in the conversion of vegetation cover into residential areas, which contributes to an increase in the river's pollution load. This study aims to analyze changes in land use in the river riparian zone and its implications for environmental conditions, particularly pollution, by utilizing remote sensing and geographic information systems (GIS) approaches. The main method used is spatial analysis based on Sentinel-2A imagery through the Google Earth Engine platform, accompanied by classification accuracy testing to ensure data validity. The analysis results show that the riparian zone is dominated by dry land, buildings, and shrubs. Residential development and the presence of a paper processing plant owned by PT. Tjiwi Kimia in the riparian zone have had a significant impact on the degradation of the river's environmental quality. This study suggests the need to strengthen regulations on riparian use, as well as the active involvement of all stakeholders in monitoring and controlling development. The limitation of this study lies in the fact that field verification has not been carried out, so further studies using a combined spatial approach and direct water quality data are highly recommended*

*Keywords: Land use change, Riparian zone, Remote sensing, Water quality degradation*

### **PENDAHULUAN**

Pencemaran terjadi ketika akumulasi pencemar dari luar melebihi kemampuan *selfpurification* sungai (Zubaidah et al.,

2021). Aktivitas biologis mikroorganisme selama *Selfpurification* sungai menentukan kemampuan sungai dalam memurnikan

---

<sup>✉</sup> Corresponding author  
Address : Malang, Jawa Timur  
Email : cumam721@student.ub.ac.id

airnya akibat bahan pencemar. Sungai Brantas merupakan sungai terpanjang kedua di Jawa Timur serta menjadi salah satu sungai yang berperan penting bagi masyarakat karena dimanfaatkan sebagai pemasok 98% bahan baku air terbesar untuk PDAM Kota Surabaya. Kualitas air Sungai Brantas yang terus mengalami penurunan disebabkan karena tingkat pencemaran yang terus meningkat dan terakumulasi (Triwanda et al., 2023). Tingginya tingkat pencemaran juga dipengaruhi oleh adanya alih fungsi lahan yang terjadi di sempadan sungai kanal Mangetan, dimana zona lahan bervegetasi kini semakin terkonversi menjadi kawasan permukiman atau bangunan.

Permasalahan alih fungsi lahan di sempadan sungai sebenarnya telah diregulasi dalam peraturan perundang-undangan dengan tujuan menjaga kelestarian ekosistem dan badan air sungai. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 63/PRT/1993 Tentang Garis Sempadan Sungai, Daerah Manfaat Sungai, Daerah Penguasaan Sungai Dan Bekas Sungai telah mengatur luas sempadan sungai berdasarkan kedalaman sungai, letak sungai, dan ketersediaan tanggul sungai. Peraturan sempadan sungai disesuaikan dengan fungsi sempadan sungai itu sendiri, dimana sempadan sungai merupakan zona serapan dan memiliki potensi meluap ketika debit air melebihi kapasitas badan air sungai. Selain itu, peraturan mengenai larangan mendirikan bangunan juga di atur pada Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air, yang melarang pembangunan bangunan di sempadan sungai tanpa izin dari pemerintah serta Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28/PRT/M/2015 yang mengatur larangan mendirikan bangunan di kawasan sempadan sungai.

Pelarangan alih fungsi lahan kawasan sempadan sungai menjadi permukiman merupakan salah satu upaya untuk menjaga integritas ekosistem sungai (Prameswari, 2018). Pendirian bangunan pada sempadan sungai dapat

mengganggu siklus hidrologi alami sungai seperti kapasitas simpanan air. Menurunnya kemampuan sempada dalam menyimpan air dapat menambah risiko banjir serta penurunan ketersediaan air terutama kawasan hilir. Pencemaran yang disebabkan oleh aktivitas manusia juga akan berdampak langsung apabila dilakukan pendirian bangunan di kawasan sempadan sungai.

Salah satu permasalahan sungai berupa pelanggaran izin pendirian bangunan di sempadan sungai adalah Sungai Kanal Mangetan. Sungai Kanal Mangetan merupakan anak Sungai Brantas yang melalui Desa Keraton, Kecamatan Krian, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur dengan luas area sebesar 165 hektar dengan wilayah pemukiman mencapai 95,2 ha; wilayah perindustrian sebesar 27,7 ha; dan wilayah persawahan mencapai 42,1 ha. Sungai Kanal Mangetan memiliki aliran sepanjang  $\pm 36,3$  km, lebar  $\pm 14$  meter dan kedalaman  $\pm 5$  meter (Dewiyanti et al., 2015).

Sungai Mangetan Kanal tergolong ke dalam sungai dengan kategori 2 mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Sepanjang aliran Sungai Kanal Mangetan masih berdiri bangunan pada kawasan sempadan sungai. Selain itu aktivitas buang air besar sembarangan (BABS) juga masih menjadi permasalahan sosial di kawasan tersebut (Destio, 2018). Terdapat pula aktivitas industri dari PT. Tjiwi Kimia yang bergerak disektor industri kertas. Pabrik kertas memanfaatkan aliran kanal mangetan sebagai outlet pembuangan limbah. Limbah yang tidak diolah sesuai dengan standar baku masih mengandung bahan kimia yang dapat mencemari kawasan sungai. Selain itu limbah pulp kertas memiliki dampak pencemaran karena memiliki sifat yang tidak larut di dalam air, memiliki tegangan tarik yang tinggi, berserat, dan pelarut organik (Saputra et al., 2022). Pencemaran ini juga telah terbukti dengan adanya fenomena kematian ikan masal yang terjadi secara berkala pada interval waktu tertentu. Berdasarkan hal tersebut, jika dilihat dari

frekuensi pemanfaatan sungai, Sungai Kanal Mangetan tergolong ke dalam sungai pada kategori 2 yang mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 dimana aktivitas tersebut berpotensi menyebabkan terjadinya penurunan kualitas air.

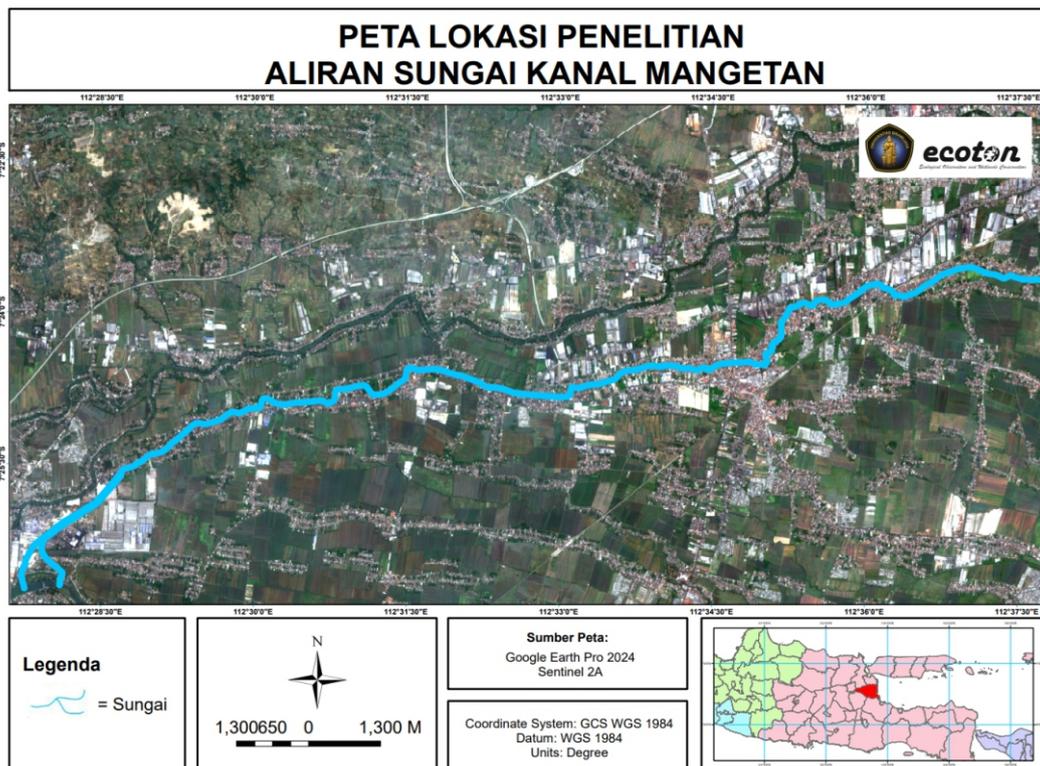
Berbagai penelitian sebelumnya telah memanfaatkan pendekatan penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam pemantauan perubahan tutupan lahan dan dampaknya terhadap kualitas lingkungan perairan, seperti yang dilakukan oleh Fathoni et al. (2025) yang memanfaatkan citra Sentinel-2A untuk klasifikasi penggunaan lahan pada DAS skala besar, serta Kurniawati et al. (2020) yang menekankan peran SIG dalam integrasi data spasial dan atribut dalam pengelolaan lingkungan. Meski demikian, sebagian besar studi tersebut masih berfokus pada kawasan DAS utama atau wilayah hulu sungai dan belum banyak yang mengkaji secara spesifik terhadap dinamika perubahan tutupan lahan pada kawasan sempadan anak sungai seperti Kanal Mangetan termasuk aspek pelanggaran peraturan tata ruang dan pencemaran akibat aktivitas industri. Selain itu, kelemahan pada riset terdahulu umumnya terletak pada penggunaan citra beresolusi rendah dan ketiadaan pendekatan spasial yang mampu mengidentifikasi distribusi spasial permukiman secara akurat di zona sempadan sungai. Oleh karena itu, penelitian ini akan menyempurnakan pendekatan itu dengan menggabungkan citra Sentinel-2A beresolusi spasial 10 meter melalui platform *Google Earth Engine* dan pemrosesan lanjut di ArcMap 10.8, guna memvisualisasikan dan mengkuantifikasi secara lebih tepat alih fungsi lahan di sempadan Sungai Kanal Mangetan sebagai dasar pengambilan kebijakan restoratif dan pengendalian pemanfaatan ruang yang berkelanjutan.

Permasalahan dalam monitoring pendirian bangunan di sempadan sungai kerap terkendala berupa lamanya waktu yang dibutuhkan dalam pemantauan cakupan luas. Pendekatan berbasis *remote*

*sensing* dan GIS menawarkan pendekatan yang lebih cepat dan skala yang luas. Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem informasi yang dirancang untuk bekerja dengan data yang terkoordinasi secara geografis untuk menangani data yang bereferensi spasial. SIG memegang peranan penting sebagai sistem informasi yang mampu menggabungkan data grafis (spasial) dengan data tekstual (atribut) objek-objek yang terhubung secara geografis di muka bumi (georeferensi) (Kurniawati et al., 2022). Akan tetapi terdapat permasalahan dimana citra yang digunakan tidak memiliki resolusi tinggi sehingga hasil pemodelan tidak cukup akurat. Citra Sentinel-2A menjadi salah satu citra satelit beresolusi tinggi yang digunakan ketika wilayah pengamatan memiliki cakupan yang sangat luas. Citra Sentinel-2A mampu menghasilkan multispektral dengan 13 band (sensor tampak, inframerah dekat, dan inframerah gelombang pendek) dan resolusi spasial yang cukup tinggi yaitu 10 meter pada band merah, hijau, biru, dan inframerah dekat (Fauzan et al., 2017). Analisis citra satelit Sentinel-2A yang diperoleh dari *Google Earth Engine* (GEE) dapat digunakan untuk memperkirakan penggunaan lahan pada kawasan sempadan Sungai Kanal Mangetan. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan visualisasi dari alih fungsi lahan yang terjadi di sempadan sungai Kanal Mengaten. Hasil visualisasi diharapkan mampu menjadi acuan penentuan kebijakan terkait kelestarian sungai Kanal Mangetan. Penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan metode pendekatan monitoring dalam skala yang luas dan cepat berbasis citra satelit dan Sistem Informasi Geografis (SIG).

## METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain deskriptif spasial yang bertujuan mengidentifikasi perubahan penggunaan lahan dan distribusi permukiman di kawasan sempadan Sungai Kanal Mangetan. Lokasi penelitian dipilih di sepanjang aliran



Sumber: Data Primer Diolah (2024)

**Gambar 1**  
**Peta lokasi penelitian**

Sungai Kanal Mangetan, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur, karena wilayah ini mengalami tekanan alih fungsi lahan yang tinggi akibat aktivitas permukiman dan industri terutama pabrik daur ulang kertas. Lokasi penelitian juga belum terdapat pemantauan spasial yang sistematis guna monitoring penggunaan lahan di sepanjang aliran sungai. Data yang digunakan adalah data sekunder berupa citra satelit Sentinel-2A, yang diperoleh melalui platform *Google Earth Engine*. Citra Sentinel-2A dipilih karena memiliki 13 *band* spektral dengan resolusi spasial mencapai 10 meter, sehingga mampu merepresentasikan variasi tutupan lahan secara detail. Analisis citra dilakukan dengan perangkat lunak ArcMap 10.8 untuk mengekstraksi pola aliran sungai dan distribusi tutupan lahan, khususnya permukiman di zona sempadan. Pendekatan spasial ini dipilih karena dinilai efektif untuk melakukan pemantauan skala luas secara efisien dan berbasis data objektif.

Hasil digitasi aliran Sungai Kanal Mangetan kemudian di *buffer* sejauh 15

meter dan dilakukan *intersect* untuk mengetahui luasan pemukiman yang berdiri di sempadan Sungai Kanal Mangetan. Perhitungan luasan memanfaatkan sistem informasi geografis pada software ArcGis 10.8. citra yang didapat dari *Google Earth Engine* kemudian diolah dengan mengkombinasikan Band 4 (*Red*), Band 3 (*Green*), dan Band 2 (*Blue*) untuk mendapatkan *natural color* dari citra. Pengolahan citra juga menggunakan band inframerah dengan mengkombinasikan Band 8 (*Visible and Near InfraRed*), Band 4 (*Red*), dan Band 3 (*Green*). Penajaman tampilan bangunan juga memanfaatkan Band 1 atau Band *Ultra Blue* (*Coastal dan Aerosol*). Analisis penggunaan lahan menggunakan metode *supervised* dimana klasifikasi digital number citra dilakukan secara otomatis oleh software *arcgis*. Hasil analisis bangunan pada kawasan sempadan akan dilakukan uji akurasi *kappa* guna mengetahui tingkat akurasi pemodelan yang dibuat. Adapun rumus uji akurasi *kappa* adalah sebagai berikut menurut Serang et al. (2022):

**Tabel 1**  
**Matriks kesalahan Kappa**

Parameter Hasil Interpretasi	Parameter Referensi Pi+ Pi+ P					Jumlah
	Pi+	Pi+	...	...	Pr+	
P+i	Xii					
P+i		Xii				
...			Xii			
...				Xii		
P+r					Xii	
Jumlah	Xi+	Xi+	Xi+	Xi+	Xi+	N

Sumber: Wulansari (2017)

Keterangan: P+i : Jenis parameter hasil interpretasi; Pi+ : Jenis parameter hasil akurasi

**Tabel 2**  
**Tingkat Akurasi Kappa**

Nilai Kappa (%)	Keterangan
20	Buruk
20 - 40	Rendah
40 - 60	Sedang
60 - 80	Baik
> 80	Sangat Baik

Sumber: Wulansari (2017)

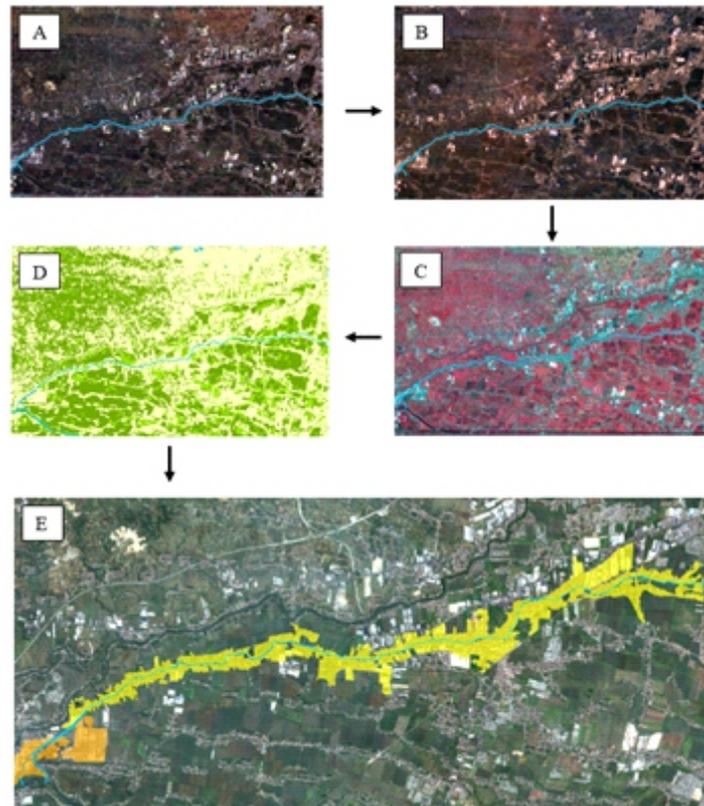
$$K_{\text{hat}} = \frac{N \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r (X_{i+} \cdot X_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (X_{i+} \cdot X_{+i})} \quad (1)$$

Dalam rumus ini, r menyatakan jumlah kelas dalam matriks klasifikasi, Xii adalah jumlah observasi yang diklasifikasikan secara benar untuk kelas ke-i (yakni elemen diagonal dalam confusion matrix), Xi+ adalah jumlah total observasi pada baris ke-i (jumlah hasil klasifikasi untuk kelas ke-i), dan X+i adalah jumlah total observasi pada kolom ke-i (jumlah data referensi untuk kelas ke-i). Sementara itu, N merupakan jumlah total observasi atau piksel sampel yang digunakan dalam validasi. Pembilang rumus ini menggambarkan selisih antara jumlah kesesuaian aktual dengan kesesuaian yang diharapkan secara acak, sedangkan penyebutnya menunjukkan perbedaan antara jumlah kesesuaian maksimum dan kesesuaian acak tersebut. Hasil akhir dari perhitungan ini memberikan nilai Kappa yang menunjukkan tingkat kesepakatan antara hasil klasifikasi dan data referensi yang telah dikoreksi dari pengaruh kebetulan.

Uji akurasi hasil klasifikasi dilakukan untuk menguji tingkat akurasi peta penggunaan yang dihasilkan dari proses klasifikasi digital dengan titik uji dari hasil kegiatan lapangan. Antara titik *training area* dengan titik uji akurasi dibandingkan perbedaan penggunaan lahannya untuk mendapatkan tingkat akurasi pemodelan (Wulansari, 2017). Titik sampel berjumlah 100 titik dengan metode *purposive sampling*. Matriks kesalahan uji statistik kappa di tampilkan dalam tabel perhitungan nilai kappa yang dijelaskan pada Tabel 1. Hasil perhitungan kappa menunjukkan tingkat akurasi terhadap proses klasifikasi yang dilakukan. Kategori kesesuaian akurasi kappa ditampilkan pada Tabel 2.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Kombinasi Band 4 (*Red*), Band 3 (*Green*), dan Band 2 (*Blue*) menghasilkan citra *natural color*. Komposit *natural color* merupakan produk *satellite imagery* yang banyak digunakan untuk menampilkan citra satelit karena mendekati dengan warna yang dilihat oleh mata manusia.



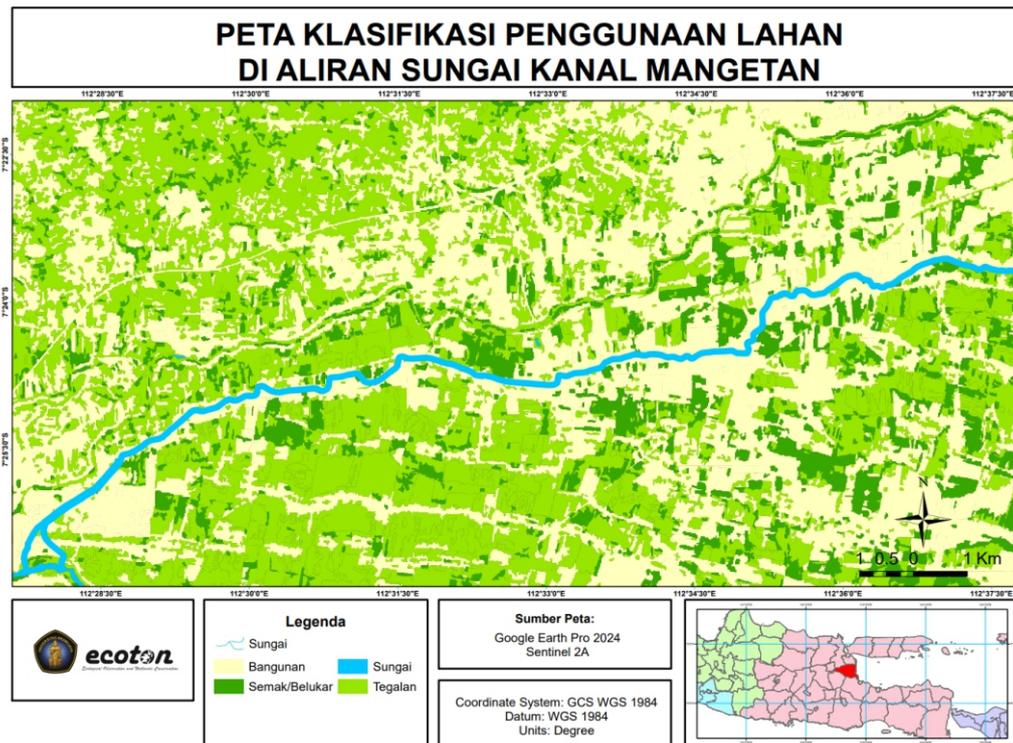
Sumber: Data Primer Diolah (2024)

**Gambar 2**  
**Pengolahan Citra Sentinel 2**

Produk warna asli juga penting untuk analisis ilmiah lebih lanjut guna memaparkan citra sealam mungkin bagi pengguna untuk mendukung keputusan dalam analisis lebih lanjut dan kualitas yang lebih baik (Sovdat et al., 2019). Kombinasi band inframerah warna ditujukan untuk menghasilkan nilai citra dimana klasifikasi spesifik berada pada vegetasi yang sehat dan tidak sehat. Penggunaan Band 8 (*Visible and Near InfraRed*) pada kombinasi Band 8 (*Visible and Near InfraRed*), Band 4 (*Red*), dan Band 3 (*Green*) digunakan karena dapat memantulkan penggunaan lahan dengan tutupan bervegetasi atau beklorofil (Yang et al., 2021). Hasil pengolahan citra menggunakan band tersebut dapat menghasilkan warna dimana vegetasi yang lebih rapat berwarna merah sedangkan daerah perkotaan/bangunan berwarna putih (Marini et al., 2014). Pemanfaatan band 1 atau Band *Ultra Blue* (*Coastal and Aerosol*) digunakan untuk mempertajam kenampakan penggunaan lahan berupa bangunan (Gambar 2.C).

Setelah melakukan pengolahan citra dengan memanfaatkan band inframerah dan klasifikasi unsupervised dihasilkan peta penggunaan lahan. Penggunaan lahan dapat dikategorikan menjadi empat klasifikasi penggunaan lahan yaitu sungai, bangunan, tegalan, dan semak/belukar (Gambar 2.D).

Penggunaan lahan merupakan upaya pemanfaatan suatu lahan dari waktu ke waktu untuk memperoleh hasil dari lahan yang tersedia (Asfiati & Zurkiyah, 2021). Berdasarkan hasil interpretasi citra Sentinel-2A pada kawasan sempadan Sungai Kanal Mangetan, ditemukan bahwa luasan bangunan mencapai 409.925,16 m<sup>2</sup>, yang menunjukkan intensitas pemanfaatan lahan untuk permukiman dan industri yang sangat tinggi di wilayah zona penyangga. Tingginya persentase lahan terbangun ini berkorelasi langsung dengan menurunnya fungsi ekologis sempadan sungai, seperti infiltrasi dan penyaringan pencemar sebelum mencapai badan air. Akibatnya, limbah dari aktivitas



Sumber: Data Primer Diolah (2024)

**Gambar 3**  
**Peta Klasifikasi Penggunaan Lahan**

rumah tangga dan industri memiliki peluang besar untuk langsung memasuki badan sungai sehingga memperparah beban pencemaran. Hasil temuan ini memperkuat pernyataan Saputra *et al.* (2022) bahwa penggunaan lahan yang tidak ideal, terutama di wilayah sensitif seperti sempadan sungai, dapat memicu permasalahan lingkungan yang kompleks dan berkepanjangan. Di sisi lain, hasil observasi juga menunjukkan masih rendahnya kesadaran masyarakat terhadap larangan pembangunan di sempadan, yang memperkuat temuan Destio (2018) terkait praktik buang air besar sembarangan dan rendahnya kepatuhan terhadap tata ruang di wilayah Sungai Kanal Mangetan. Hasil analisis menggunakan klasifikasi citra didapati hasil pemetaan yang tergambar dalam Gambar 3.

Hasil pemodelan klasifikasi penggunaan lahan kemudian di uji akurasi menggunakan uji akurasi kappa. Titik akurasi berjumlah 30 sampel dengan metode *purposive sampling*. Penentuan titik sampel disesuaikan dengan lokasi

penelitian yang terletak di aliran Kanal Sungai Mangetan. Titik akurasi digunakan untuk membandingkan antara jenis penggunaan lahan pada hasil klasifikasi citra dengan data lapangan. Adapun hasil uji akurasi dengan metode kappa yang dituliskan dalam Tabel 3.

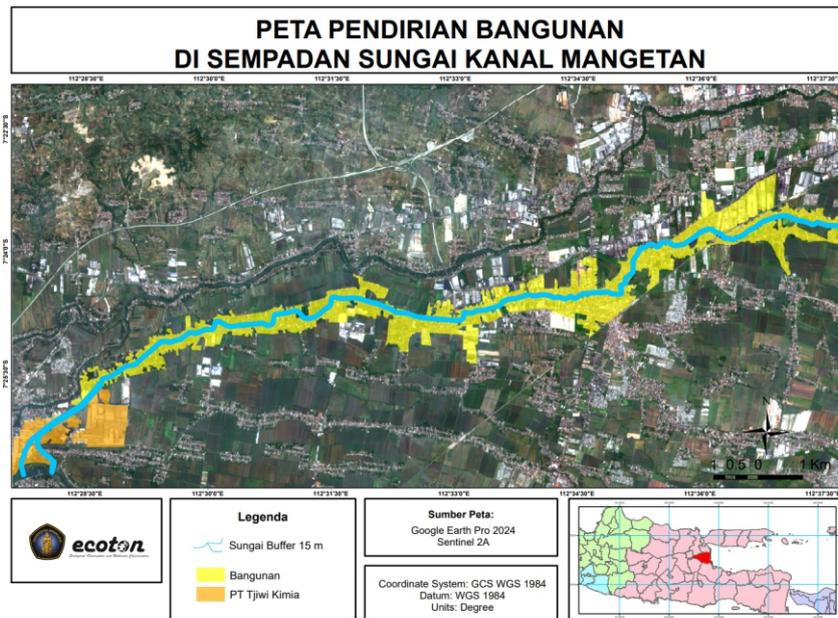
Berdasarkan Tabel 3, hasil uji akurasi kappa didapati presentase sebesar 76%. Berdasarkan klasifikasi tingkat akurasi nilai 76% tergolong baik. Hasil uji akurasi baik menandakan bahwa pemodelan masih layak dan dapat digunakan sebagai acuan klasifikasi penggunaan lahan (Wulansari, 2017). Pengolahan data spasial dilanjutkan dengan menghitung luasan pada masing-masing penggunaan lahan.

*Buffer* sungai menyesuaikan peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 63/PRT/1993 Tentang Garis Sempadan Sungai, Daerah Manfaat Sungai, Daerah Penguasaan Sungai Dan Bekas Sungai dimana pada sungai tak bertanggung dengan ke dalaman 3 sampai 20 meter memiliki lebar sempadan sejauh 15 meter. Hasil klasifikasi penggunaan

**Tabel 3**  
**Matriks Kesalahan (*error matrix*)**

Klasifikasi Gambar	Data Referensi			
	Bangunan	Tegalan	Semak/Belukar	Jumlah
Bangunan	74	0	5	79
Tegalan	0	5	0	5
Semak/Belukar	3	1	12	16
Jumlah ( <i>producer</i> )	75	7	18	100

Sumber: Data Primer Diolah, 2024



Sumber: Data Primer Diolah (2024)

**Gambar 4**

### Peta Pendirian Bangunan di Sempadan Sungai Kanal Mangetan

lahan kemudian dilakukan intersek menggunakan software Arcgis untuk mengetahui luasan bangunan yang berada pada kawasan sempadan Sungai Kanal Mangetan (Tabel 1.) *Digitasi on screen* dilakukan untuk memberikan gambaran lebih jelas mengenai kompleks bangunan yang terdapat pada sempadan Sungai Kanal Mangetan. Pemetaan menunjukkan bahwa masih terdapat kelemahan dalam penerapan regulasi peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 63/PRT/1993 Tentang Garis Sempadan Sungai, Daerah Manfaat Sungai, Daerah Penguasaan Sungai Dan Bekas Sungai. Dibutuhkan pemantauan terhadap regulasi pendirian bangunan serta pengolahan limbah baik dari aktivitas rumah tangga masyarakat di sempadan sungai maupun aktivitas industri seperti PT. Tjiwi Kimia.

Sepanjang aliran Sungai Kanal Mangetan terdapat banyak pendirian bangunan pada sempadan sungai. Pemukiman membentuk pola mengikuti aliran Sungai Kanal Mangetan. Terdapat pula Pabrik pengolahan kertas PT. Tjiwi Kimia yang terletak pada kawasan hulu Sungai Kanal Mangetan. Kawasan pabrik PT. Tjiwi Kimia terlihat belum mengikuti batasan izin pendirian bangunan di sempadan sungai sejauh 15 meter. Hasil observasi selama uji akurasi jugamenunjukkan bahwa banyak rumah yang berdiri tepat di samping badan air sungai dimana penopang rumah terbuat dari pilar-pilar kayu. Saluran pembuangan rumah juga dialirkan langsung menuju kawasan perairan sungai.

Berdasarkan Tabel 4, pendirian bangunan dan pabrik pengolahan kertas PT. Tjiwi Kimia di sempadan Sungai



Sumber: Data Primer Diolah (2024)

**Gambar 5**

**Outlet Pabrik PT. Tjiwi Kimia pada malam (kiri) dan siang hari (kanan)**

**Tabel 4**  
**Bangunan pada Sempadan Sungai**  
**Kanal Mangetan**

Penggunaan	Luasan	
	Lahan	
	(m <sup>2</sup> )	(%)
Bangunan	409.925,1637	43,3
Tegalan	520.344,8118	54,97
Semak/Belukar	16.223,4289	1,71
<b>Total</b>	<b>946.493,4044</b>	<b>100</b>

Sumber: Data Primer Diolah, 2024

Kanal Mangetan dengan luas 409.925,1637 m<sup>2</sup> dapat menimbulkan beberapa implikasi gangguan lingkungan yang signifikan. Dikaji pada aspek ekologis, sempadan sungai menjadi zona *buffer* atau penyangga dengan salah satu fungsi berupa menjaga kualitas air dan mencegah erosi dan banjir. Bangunan di kawasan sempadan sungai meningkatkan risiko kerusakan fungsi alami sungai, mengganggu siklus hidrologi, memburuknya kualitas air, dan mempengaruhi kondisi fisik tepi sungai. Pendirian bangunan di area sempadan sungai dapat mengganggu fungsi alami sempadan sungai seperti menjaga siklus hidrologi sungai (Risdiyanto, 2019). Sempadan sungai menjadi zona penyerapan air hujan dan filtrasi polutan sebelum masuk ke sungai (Prameswari, 2018). Potensi kontaminasi air sungai akibat aktivitas rumah tangga dan limbah industri PT. Tjiwi Kimia selama proses pengolahan limbah kertas juga menimbulkan permasalahan lingkungan. Limbah industri kertas mengandung bahan kimia berbahaya seperti klorin yang

digunakan dalam proses pemutihan kertas serta berbagai bahan kimia lain seperti lignin dan *sludge* tinta yang dapat mencemari ekosistem perairan dan berdampak negatif pada kehidupan biota di Sungai Kanal Mangetan (Wardhani & Rosmeiliyana, 2020). Selain itu limbah pulp kertas juga memiliki dampak pencemaran karena memiliki sifat yang tidak larut di dalam air, memiliki tegangan tarik yang tinggi, berserat, dan pelarut organik (Dewanti et al., 2015). Pabrik Tjiwi Kimia yang terletak di hulu Sungai Kanal Mangetan juga akan berdampak pada hilir sungai.

**SIMPULAN**

Pemanfaatan penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografi (SIG) telah berhasil mengidentifikasi perubahan penggunaan lahan di sempadan Sungai Kanal Mangetan, dengan hasil klasifikasi menunjukkan dominasi lahan berupa tegalan, bangunan, dan semak belukar. Keberadaan bangunan dan pabrik di zona sempadan berpotensi mengganggu fungsi ekologis bantaran, seperti kapasitas infiltrasi, penyerapan pencemar, dan ketersediaan air. Ini mengindikasikan bahwa pembangunan di sempadan sungai telah melewati ambang yang dapat diterima secara ekologis. Meskipun pemodelan berbasis citra Sentinel-2A menunjukkan nilai akurasi kappa yang baik, penelitian ini belum mencakup validasi lapangan atau data kualitas air secara aktual. Oleh karena itu, studi lanjutan disarankan mengintegrasikan pengamatan lapangan dan data limnologi untuk memberikan gambaran dampak

lingkungan yang lebih komprehensif juga mendukung perumusan kebijakan zonasi sempadan sungai secara berkelanjutan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Al Fathoni, H., Junaidi, A., & Prima Aditiawan, F. (2025). Klasifikasi Tutupan Lahan Pada Citra Sentinel-2 Di Kawasan Ikn Menggunakan Google Earth Engine. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 9(3), 4982–4991. <https://doi.org/10.36040/jati.v9i3.13652>
- Asfiati, S., & Zurkiyah, Z. (2021). Pola Penggunaan Lahan Terhadap Sistem Pergerakan Lalu Lintas di Kecamatan Medan Perjuangan, Kota Medan. *Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU*. <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/semnastek/article/view/4167>
- Destio, R. I. (2018). *Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah dan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kelurahan Putat Jaya Surabaya* [Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember]. <https://repository.its.ac.id/53679/>
- Dewiyanti, G. A. D., Bambang, I., & Moehammadi, N. (2015). Kepadatan dan Keanekaragaman Plankton di Perairan Mangetan Kanal Kabupaten Sidoarjo Provinsi Jawa Timur dari Daerah Hulu, Daerah Tengah dan Daerah Hilir Bulan Maret 2014. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 3(1), 37–46.
- Fauzan, M. A., Kumara, I. S. W., Yogyantoro, R., Suwardana, S., Fadhilah, N., Nurmalasari, I., Apriyani, S., & Wicaksono, P. (2017). Assessing the capability of sentinel-2A data for mapping seagrass percent cover in Jerowaru, East Lombok. *Indonesian Journal of Geography*, 49(2), 195–203. <https://doi.org/10.22146/ijg.28407>
- Kurniawati, U. F., Handayani, K. E., Nurlaela, S., Idajati, H., Firmansyah, F., Pratomoadojo, N. A., & Septriadi, R. S. (2020). Pengolahan Data Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) di Kecamatan Sukolilo. *Sewagati*, 4(3), 190. <https://doi.org/10.12962/j26139960.v4i3.8048>
- Marini, Y., Emiyati, Hawariyah, S., & Hartuti, M. (2014). Perbandingan Metode Klasifikasi Supervised Maximum Likelihood dengan Klasifikasi Berbasis Objek untuk Inventarisasi Lahan Tambak di Kabupaten Maros. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh, November*, 505–516.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. (1993). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 63/PRT/1993 Tentang Garis Sempadan Sungai, Daerah Manfaat Sungai, Daerah Penguasaan Sungai dan Bekas Sungai*.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2015). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28/PRT/M/2015 Tentang Penetapan Garis Sempadan Sungai dan Garis Sempadan Danau*.
- Peraturan Pemerintah. (2021). *Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*.
- Prameswari, Y. P. (2018). Waterfront city development di kawasan sempadan sungai: Studi kasus Sungai Wisu dan Kanal, Jepara. *Jurnal Ilmiah Ilmu Pemerintahan*, 3(1), 51. <https://doi.org/10.14710/jiip.v3i1.3233>
- Risdiyanto, I. (2019). *Mapping High Conservation Value Area for Ecosystem Services at Streams and Mengukur Lebar Sempadan Sungai untuk Penetapan Batas Area Konservasinya*. August 2016.
- Saputra, R., Tjahjono, B., & Pravitasari, A. E. (2022). Analisis Kemandirian Pangan Berbasis Perubahan Penggunaan Lahan di Kota Metro, Provinsi Lampung. *Jurnal Pembangunan Wilayah Dan Kota*, 18(4), 336–350. <https://doi.org/10.14710/pwk.v18i4.38728>
- Serang, L. K. O., Enni Dwi Wahjunie, & Yayat Hidayat. (2022). Pemanfaatan

- Data Penginderaan Jauh untuk Analisis Perubahan Penggunaan dan Tutupan Lahan di Sub DAS Biyonga, Kabupaten Gorontalo. *Majalah Ilmiah Globe*, 24(1), 51–60. <https://doi.org/10.24895/mig.2022.24.1.51-60>
- Sovdat, B., Kadunc, M., Batič, M., & Milčinski, G. (2019). Natural color representation of Sentinel-2 data. *Remote Sensing of Environment*, 225(May), 392–402. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.01.036>
- Sulastri Dewanti, Elisabet Aprilyanti, & Taslim. (2015). Penghilangan Tinta Pada Kertas Thermal Bekas : Pengaruh Konsistensi Dan Konsentrasi Pendispersi Flotasi. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 3(4), 58–62. <https://doi.org/10.32734/jtk.v3i4.1657>
- Triwanda, D., Moch Sholichin, & Emma Yuliani. (2023). Studi Analisa Kualitas Air Hulu Sungai Brantas Ruas Kota Malang Menggunakan Program QUAL2Kw. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 3(2), 550–563. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2023.003.02.047>
- Undang-undang. (2019). *Undang-undang Nomor 17 Tahun 2019 Tentang Sumber Daya Air*.
- Wardhani, E., & Rosmeiliyana, R. (2020). Identifikasi Timbulan dan Analisis Pengelolaan Limbah B3 di Pabrik Kertas PT X. *Jurnal Serambi Engineering*, 5(3). <https://doi.org/10.32672/jse.v5i3.2150>
- Wulansari, H. (2017). Uji Akurasi Klasifikasi Penggunaan Lahan dengan Menggunakan Metode Defuzzifikasi Maximum Likelihood Berbasis Citra Alos Avnir-2. *BHUMI: Jurnal Agraria Dan Pertanahan*, 3(1), 98. <https://doi.org/10.31292/jb.v3i1.96>
- Yang, Y., Jiang, Z., Liu, S., & Li, Y. (2021). An eogenetic karst in lacustrine carbonates and its influence on reservoir development: A case study of the Eocene Dongying Depression, Bohai Bay Basin, East China. *Marine and Petroleum Geology*, 125(July 2020), 104860. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2020.104860>
- Zubaidah, T., Hamzani, S., & Arifin. (2021). Pencemaran Air dan Penentuan Titik Self-Purification Sungai di Kabupaten Banjar. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 7(1), 18–24. <https://doi.org/10.29080/alard.v7i1.1335>