

Pemantauan Perubahan *Total Suspended Solid* di Sungai Mahakam Kota Samarinda Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2 Tahun 2018, Tahun 2021, dan Tahun 2024

Sinthia Putri Agustin^a, Nia Kurniadin^b, Dwi Agung Pramono^c, & Shabri Indra Suryalfihra^b

^a Program Diploma 3 Teknologi Geomatika, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Kota Samarinda.

^b Program Studi Teknologi Rekayasa Geomatika dan Survei, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Kota Samarinda.

^c Program Studi Teknologi Geomatika, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Kota Samarinda.

ABSTRACT

This research is motivated by the importance of the Mahakam River as a vital source of livelihood and economic activity in the city of Samarinda, where water quality requires special attention. One of the key parameters in determining water quality is Total Suspended Solids (TSS), which indicates the amount of suspended particles in the water and affects both water clarity and aquatic ecosystems. Conventional water quality monitoring methods are often time-consuming and costly. Therefore, remote sensing technology using Sentinel-2 satellite imagery provides a more efficient alternative for monitoring TSS changes in the Mahakam River over time. Based on the analysis of Total Suspended Solids (TSS) using the Budhiman and Parwati algorithms in the Mahakam River, it was found that TSS values changed during the period from 2018 to 2024. In 2018, TSS values based on the Budhiman algorithm ranged from 101.4181 mg/L to 151.0301 mg/L, while the Parwati algorithm showed a range from 125.1161 mg/L to 221.8730 mg/L. The highest TSS level in 2018 was recorded at STA 06 according to both algorithms. In 2021, the highest TSS value based on the Budhiman algorithm reached 538.0830 mg/L at STA 17, while the Parwati algorithm recorded a peak of 897.9948 mg/L at STA 01. In 2024, the Budhiman algorithm noted a significantly high value of 227.9285 mg/L at STA 21, while the Parwati algorithm showed the highest value of 954.8387 mg/L at STA 04.

How to cite: Agustin, S. P., Kurniadin, N., Pramono, D. A., & Suryalfihra, S. I. (2025). Pemantauan Perubahan Total Suspended Solid di Sungai Mahakam Kota Samarinda Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2 Tahun 2018, Tahun 2021, dan Tahun 2024. *Journal of Geomatics Engineering, Technology, and Science*, 4(1), 26-32. <https://doi.org/10.51967/gets.v4i1.56>

1. PENDAHULUAN

Samarinda adalah ibu kota Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia, dan merupakan kota terbesar di Pulau Kalimantan dengan jumlah penduduk sekitar 856.360 jiwa. Terletak di pesisir Sungai Mahakam, Samarinda merupakan kota yang penting dalam bidang ekonomi dan industri, terutama di sektor energi, seperti

minyak dan gas. Kota ini juga dikenal dengan kekayaan alamnya, termasuk hutan tropis dan berbagai sumber daya alam lainnya. Selain itu, Samarinda merupakan pusat pemerintahan, pendidikan, dan perdagangan di Kalimantan Timur.

Aliran sungai di Kalimantan memiliki fungsi yang penting dalam perkembangan perekonomian dan bagian yang vital dalam hubungannya dengan aktifitas penduduk secara keseluruhan, berbagai aktifitas

CONTACT Nia Kurniadin  niakurniadin@politanisamarinda.ac.id

© 2025 The Author(s). Published by Tanesa Press, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda.

This is Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits, unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

masyarakat dilakukan, baik aktifitas permukiman maupun aktifitas sosial lainnya. Hal ini juga dapat kita lihat di Kota Samarinda provinsi Kalimantan Timur yang memiliki Sungai Mahakam dengan anak sungai yang membelah bagian-bagian wilayah di Kota Samarinda (Sari & Khadiyanto, 2014).

Kualitas air di Sungai Mahakam, Kalimantan Timur, diukur berdasarkan parameter tertentu sesuai peraturan perundang-undangan (Pasal 1 Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003). Parameter kualitas air meliputi aspek fisik, kimia, dan mikrobiologis, yang diuji melalui analisis kimia, fisik, biologi, maupun uji kenampakan seperti bau dan warna (Utara, 2013).

Sumber air untuk kebutuhan sehari-hari tidak hanya berasal dari satu jenis, tetapi beragam, seperti air hujan, air permukaan, air tanah, hingga air laut (Schroeder). Meski ketersediaannya melimpah, kualitasnya perlu diperhatikan, apalagi dengan meningkatnya jumlah penduduk. Aktivitas manusia yang mencemari air, seperti limbah domestik dan industri, telah memperburuk kondisi perairan. Berdasarkan laporan KLHK (2015), 68% mutu air sungai di 33 provinsi Indonesia tercemar berat.

Sungai Mahakam sebagai sumber daya air utama di Kalimantan Timur dimanfaatkan untuk PDAM, budidaya ikan, pariwisata, dan transportasi. Namun, kegiatan manusia seperti penambangan emas ilegal, pembuangan limbah pabrik, dan sampah domestik turut mencemari sungai tersebut (Randayuk, 2021).

Total Suspended Solid (TSS) adalah parameter penting kualitas air yang menunjukkan jumlah partikel padat tersuspensi dalam air, memengaruhi tingkat kekeruhan. Pengukuran TSS dilakukan dengan menyaring sampel air, mengeringkan filter, dan menimbang partikel padat yang tertahan. TSS menjadi indikator penting untuk mengetahui tingkat polusi perairan.

Teknologi penginderaan jauh mempermudah pemantauan TSS dengan jangkauan luas dan efisiensi waktu serta biaya. Warna air yang terekam pada citra satelit memberikan informasi tentang sifat optik perairan, sehingga teknologi ini efektif dalam pemantauan kualitas air.

Penginderaan jauh merupakan teknik untuk memperoleh informasi objek dan lingkungan dari jarak jauh tanpa kontak langsung. Data yang dihasilkan berupa citra yang diproses dan diinterpretasikan untuk berbagai bidang seperti pertanian, kehutanan, dan geologi (Faridah & Krisbiantoro, 2014).

Sentinel adalah citra satelit dengan resolusi spasial sedang, cakupan wilayah luas (swath

lebar), dan periode ulang 5 hari. Sentinel memiliki saluran multispektral dan radar, serta dapat diakses gratis. Semua satelit ini berada pada orbit *sunsynchronous* dan menggunakan pantulan sinar matahari yang direkam oleh sensor *Multispectral Instrument* (MSI). Setiap band pada sensor memiliki panjang gelombang berbeda (Sihombing, 2023).

Metode NDWI digunakan untuk membedakan daratan dan perairan pada citra satelit dengan memanfaatkan Band Hijau (Green, Band 3) dan Inframerah Dekat (NIR, Band 8). Pantulan tubuh air lebih kuat pada band hijau, sedangkan serapan lebih dominan pada band NIR. Nilai NDWI > 0 menunjukkan permukaan air, sedangkan nilai ≤ 0 menunjukkan daratan (Erlansari dkk., 2020).

$$\frac{Green - NIR}{Green + NIR} \dots \dots \dots \quad (1)$$

Keterangan:

NDWI = Normalized Diffrence Water Index

Green =hijau terdapat pada band 3 di citra satelit sentinel-2

NIR = Near Infra Red (Infra Merah Dekat) terdapat pada band 8 di citra satelit sentinel2

Total Suspended Solid (*TSS*) adalah zat-zat padat/padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat mengendap langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen. Analisa *TSS* sebagai metode untuk mengetahui jumlah dan sebaran material tersuspensi pada suatu perairan. Kisaran *TSS* dapat menunjukkan kondisi sedimentasi pada suatu perairan (Khairiyah, 2018).

Menurut Muliddin dkk. (2022) ada beberapa algoritma yang digunakan untuk TSS. Dua di antaranya adalah algoritma yang digunakan Budhiman dan Parwati sebagai berikut.

- a. Algoritma Budhiman (2004), dengan studi kasus di perairan Delta Mahakam, Kalimantan Timur.

$$\text{TSS} = 8,1429 \exp(23,70(\text{band 4})) \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

TSS = Total Suspended Solid

Band 4 = Red

- b. Algoritma Parwati (2014), dengan studi kasus di Perairan Berau, Kalimantan Timur.

Keterangan

TSS = *Total Suspended Solid*

Band 4 = Red

Platform Aplikasi Sentinel ESA (SNAP) menyediakan akses data penginderaan jauh dari berbagai misi, seperti Sentinel-1, Sentinel-2, dan Sentinel-3 dalam program Copernicus Uni Eropa. SNAP memungkinkan analisis, pemrosesan, dan eksplorasi data untuk penelitian ilmiah, pendidikan, pelatihan, hingga pengembangan aplikasi operasional. Platform ini banyak digunakan oleh komunitas akademik, penyedia layanan pengamatan bumi, dan industri penginderaan jauh (Junita, 2024). ArcGIS merupakan produk pemetaan digital yang dikembangkan oleh ESRI dan digunakan untuk solusi pemetaan terintegrasi di berbagai bidang (Wijaya & Ayundha, 2014).

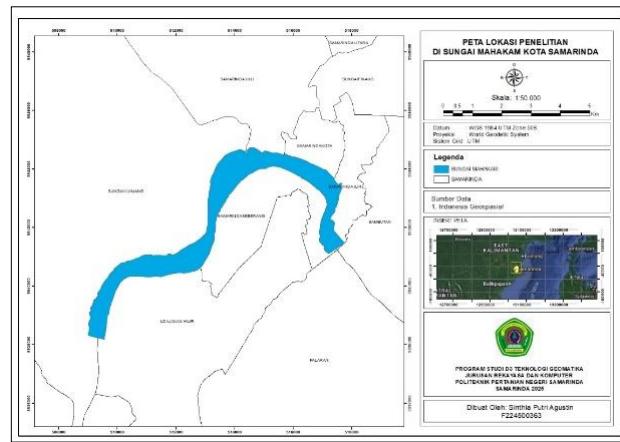
Pemetaan adalah ilmu yang mempelajari kenampakan muka bumi menggunakan alat tertentu untuk menghasilkan informasi yang akurat. Pemetaan erat kaitannya dengan geografi karena keduanya membahas fenomena yang memengaruhi permukaan bumi (Ambarwati & Johan, 2016).

Berdasarkan uraian di atas, permasalahan yang ada berupa bagaimana citra Sentinel-2 dapat memberikan Informasi tentang perubahan dan sebaran TSS di Sungai Mahakam Kota Samarinda. Sehingga tujuan akhir dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sebaran dan perubahan TSS di Sungai Mahakam Kota Samarinda tahun 2018, 2021, dan 2024. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam mengembangkan teknologi penginderaan jauh dan pemanfaatan citra Senrinel-2 untuk memantau kualitas air Sungai Mahakam dan kondisi lingkungan lainnya.

2. METODE

2.1. Lokasi dan Waktu

Pemilihan lokasi penelitian ini didasarkan pada kawasan Sungai Mahakam, yang terletak di Kota Samarinda, Kalimantan Timur, sebagai area yang relevan untuk mengetahui kualitas air dan konsentrasi TSS.



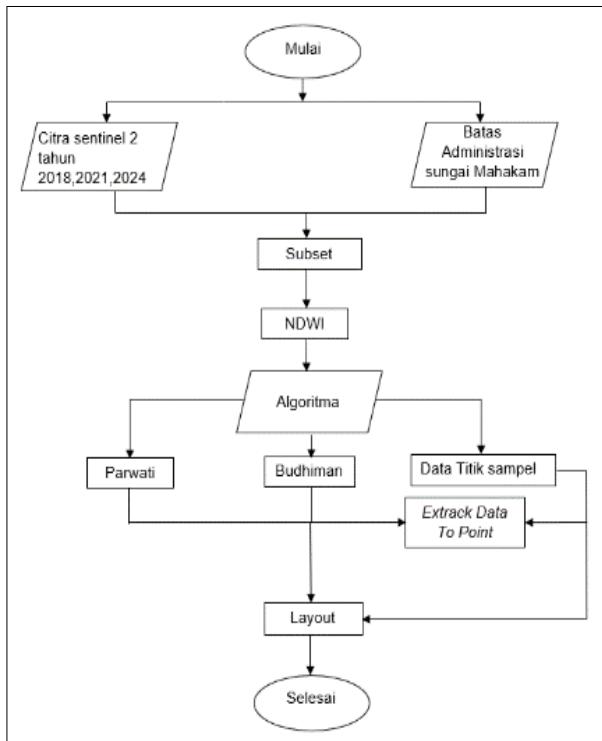
Gambar 1. Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan Selama 6 bulan mulai bulan Januari s/d bulan Juni 2025, meliputi penyusunan proposal, pengumpulan data, pengolahan data dan penyusunan laporan.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi perangkat keras dan lunak serta data pendukung. Alat yang digunakan berupa laptop Axioo Ryzen7 AMD yang dilengkapi dengan software SNAP dan ArcGIS untuk memproses dan menganalisis data penginderaan jauh.

Bahan penelitian terdiri atas data citra satelit Sentinel-2 wilayah Sungai Mahakam, Kota Samarinda, dengan nama file S2B_MSIL2A_20180831T021559_N0500_R003_T50MNE_20230712T131236.SAFE, S2A_MSIL2A_20240923T021531_N0511_R003_T50MNE_20240923T065250.SAFE, dan S2A_MSIL2A_20210522T021601_N0500_R003_T50MNE_20230207T181301.SAFE. Selain itu, digunakan juga data shapefile poligon Sungai Mahakam (SUNGAI_AR_50K.shp) sebagai batas wilayah penelitian.

2.2. Pengolahan Data



Gambar 2. Diagram Alir Pengolahan Data

Proses penelitian diawali dengan tahap persiapan, di mana seluruh data dan informasi yang diperlukan dikumpulkan untuk mendukung analisis perubahan *Total Suspended Solid* (TSS) di Sungai Mahakam.

Setelah data dikumpulkan, dilakukan proses pemotongan atau *clip* untuk menyesuaikan area kajian dengan batas administrasi Sungai Mahakam. Langkah ini bertujuan agar analisis hanya berfokus pada wilayah yang relevan dan tidak mencakup area di luar batas sungai yang tidak diperlukan dalam penelitian.

Selanjutnya, diterapkan indeks NDWI yang digunakan untuk mendeteksi badan air dengan membedakannya dari area daratan. Teknik ini membantu mengidentifikasi wilayah perairan yang akan dianalisis lebih lanjut, sehingga data yang diproses benar-benar berasal dari bagian sungai dan bukan dari area sekitarnya.

Setelah area air terdeteksi, dilakukan pemrosesan menggunakan dua metode analisis, yaitu algoritma Parwati dan algoritma Budhiman. Kedua algoritma ini digunakan untuk menghitung nilai TSS berdasarkan karakteristik spektral citra Sentinel-2, yang nantinya akan memberikan informasi mengenai tingkat kekeruhan air di Sungai Mahakam pada berbagai periode waktu.

Guna meningkatkan akurasi analisis, dilakukan pengambilan data titik sampel, yang merupakan titik-titik spesifik di sungai yang dijadikan referensi dalam pemetaan TSS. Proses ini melibatkan teknik *Extract*

Data to Point, di mana data yang berbentuk raster (gambar) dikonversi/diekstrak menjadi data berbasis titik sehingga lebih mudah dianalisis dan dibandingkan.

Nilai TSS yang diekstrak dari data raster kemudian dianalisis sebaran dan tingkat konsentrasi berdasarkan kelas nilai TSS berdasarkan Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Klasifikasi Nilai TSS

Kelas	Klasifikasi	Rentang Konsentrasi TSS (mg/l)
1	Rendah	≤ 50
2	Agak rendah	$51 - \leq 100$
3	Sedang	$101 - \leq 150$
4	Agak tinggi	$151 - \leq 200$
5	Tinggi	≥ 200

Sumber: (Septiani, 2017).

Setelah seluruh proses analisis selesai, hasil pemetaan yang diperoleh dari algoritma dan data sampel disusun dalam bentuk layout peta. Tahap ini bertujuan untuk menyajikan informasi dalam format visual yang mudah dipahami, baik dalam bentuk peta distribusi TSS, grafik, maupun tabel.

Hasil akhir dari pemetaan ini diharapkan dapat memberikan informasi yang akurat mengenai perubahan sebaran TSS di Sungai Mahakam dalam kurun waktu yang telah ditentukan, serta memberikan dasar ilmiah untuk pengelolaan kualitas air sungai secara lebih efektif di masa mendatang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan algoritma Budhiman dan Parwati, diperoleh nilai konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) di Sungai Mahakam untuk tahun 2018, 2021, dan 2024. Data menunjukkan bahwa nilai TSS bervariasi di setiap titik pengamatan (STA), dengan perbedaan yang signifikan antara tahun-tahun tersebut.

Pada tahun 2018, nilai TSS relatif lebih rendah dibandingkan tahun 2021, di mana terjadi peningkatan signifikan pada hampir semua titik pengamatan. Tahun 2024 menunjukkan adanya penurunan kembali nilai TSS dibandingkan tahun 2021, namun masih lebih tinggi dibandingkan tahun 2018 pada beberapa lokasi tertentu. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk peningkatan aktivitas manusia, perubahan pola curah hujan, sedimentasi alami, serta gangguan eksternal seperti keberadaan kapal dan awan yang mengganggu akuisisi data pada tahun 2021 dan

2024. Hasil analisis menunjukkan adanya fluktuasi nilai TSS dari tahun ke tahun. Perbandingan antara tahun 2018, 2021, dan 2024 berdasarkan kedua algoritma dapat diuraikan sebagai berikut:

Tabel 2. Nilai TSS Berdasarkan Algoritma Budhiman

No Stasiun	Nilai TSS (mg/L)		
	2018	2021	2024
STA 01	138,0207	399,1522	176,8351
STA 02	146,1003	297,4998	128,6115
STA 03	142,6779	402,9549	202,1575
STA 04	118,5931	182,5659	375,1891
STA 05	141,3314	195,0942	363,2628
STA 06	151,0301	518,0580	190,3862
STA 07	116,3653	378,8704	145,6776
STA 08	121,4378	(A)	149,7676
STA 09	116,9183	277,0787	139,7511
STA 10	101,4181	243,7882	137,1951
STA 11	102,8086	221,7352	165,7715
STA 12	110,9774	(A)	170,4257
STA 13	108,3777	(A)	193,0403
STA 14	127,9386	386,1236	(A)
STA 15	127,3335	447,2520	NaN
STA 16	120,2918	(A)	(A)
STA 17	122,5947	538,0830	391,1000
STA 18	124,3507	508,3265	188,6371
STA 19	110,9774	391,6544	234,3277
STA 20	118,0322	287,7891	252,2845
STA 21	115,2672	482,4971	2279285
STA 22	123,7626	346,2354	(A)

Ket: (A) = Awan, NaN = No Data, (K) = Objek Kapal

No Stasiun	Nilai TSS (mg/L)		
	2018	2021	2024
STA 19	142,4254	873,8293	476,2406
STA 20	155,6291	560,9312	531,1476
STA 21	150,4118	(A)	457,1467
STA 22	166,6130	731,8462	(A)

Ket: (A) = Awan, NaN = No Data, (K) = Objek Kapal

Pada tahun 2018, algoritma Budhiman menunjukkan sebagian besar perairan berada dalam kategori rendah–sedang (10–150 mg/L) dengan warna biru-hijau, dan hanya sedikit area (terutama tengah dan hilir) yang melebihi 350 mg/L (warna merah). Sementara itu, peta Parwati didominasi warna kuning–merah (100–400 mg/L), menandakan estimasi TSS yang lebih tinggi dibandingkan algoritma Budhiman.

Pada tahun 2021, algoritma Budhiman menunjukkan sebaran TSS bervariasi dari sedang hingga tinggi (75–400 mg/L), sementara Parwati menunjukkan TSS tinggi dan merata (300–400 mg/L). Perbedaan disebabkan oleh metode perhitungan: Budhiman sensitif terhadap variasi pantulan, sedangkan Parwati lebih responsif terhadap pantulan tinggi, menghasilkan estimasi TSS yang lebih besar dan seragam.

Pada tahun 2024, Algoritma Budhiman menunjukkan TSS bervariasi (13,44–400 mg/L), dengan dominasi konsentrasi sedang (75–250 mg/L) dan konsentrasi tinggi di wilayah barat dan timur (350–400 mg/L). Peta Parwati memperlihatkan sebaran TSS lebih tinggi dan merata (6,97–400 mg/L), didominasi warna oranye–merah (200–400 mg/L), menandakan potensi kekeruhan dan penurunan kualitas air. Perbedaan ini berasal dari karakter algoritma: Parwati lebih sensitif terhadap partikel kecil, sedangkan Budhiman cenderung konservatif. Pemilihan algoritma perlu disesuaikan dengan kondisi perairan untuk hasil yang akurat.

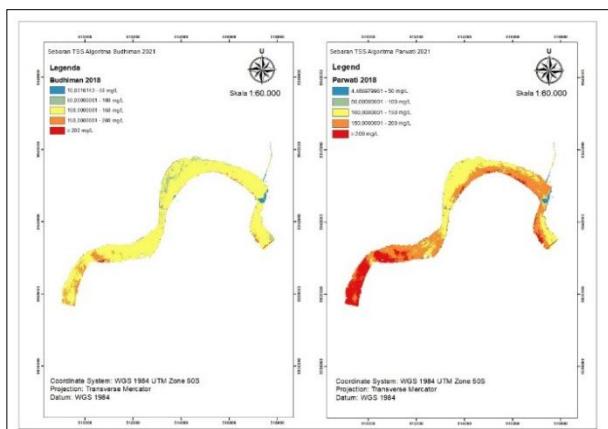
Algoritma Budhiman cenderung menunjukkan peningkatan nilai TSS dari tahun 2018 ke 2021, tetapi mengalami penurunan atau fluktuasi pada tahun 2024. Algoritma Parwati menghasilkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan Budhiman, terutama pada tahun 2021 dan 2024, yang mengindikasikan bahwa metode ini lebih sensitif terhadap perubahan kualitas air. Perbedaan antara kedua algoritma ini menunjukkan bahwa pendekatan yang digunakan dalam perhitungan dapat mempengaruhi hasil estimasi TSS.

Perubahan konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) dari tahun 2018 hingga 2024 dipengaruhi oleh beberapa faktor utama. Salah satunya adalah curah hujan dan limpasan permukaan, di mana hujan deras meningkatkan erosi dan membawa lebih banyak

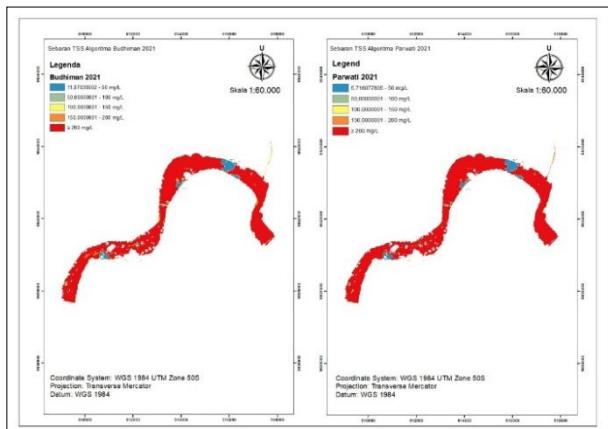
Tabel 3. Nilai TSS Berdasarkan Algoritma Parwati

No Stasiun	Nilai TSS (mg/L)		
	2018	2021	2024
STA 01	194,9083	897,9948	314,1639
STA 02	211,5300	588,3589	196,2420
STA 03	204,4386	910,3272	382,8677
STA 04	156,6941	291,4584	954,8387
STA 05	201,6691	320,6579	910,3272
STA 06	221,8730	(A)	350,3849
STA 07	152,4774	833,0942	235,9178
STA 08	162,1294	(K)	245,7716
STA 09	153,5208	531,1476	221,8730
STA 10	125,1161	441,8212	215,9023
STA 11	127,7022	385,4878	285,5560
STA 12	142,4254	(A)	297,4829
STA 13	137,6507	(A)	357,6273
STA 14	174,7598	856,1331	(A)
STA 15	173,5720	105,7687	NaN
STA 16	159,9330	(A)	(A)
STA 17	164,3559	(A)	(A)
STA 18	167,7531	(A)	345,6381

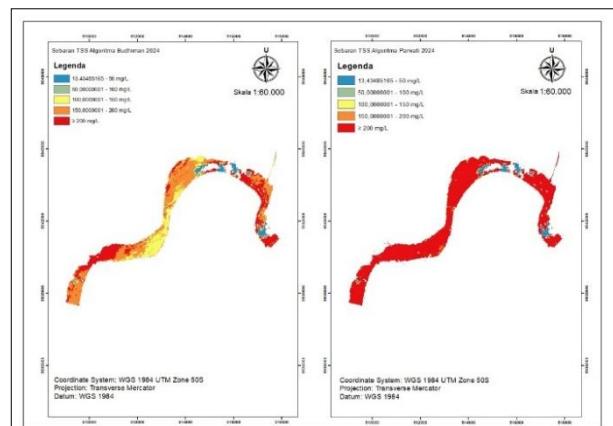
sedimen ke dalam sungai, sehingga meningkatkan nilai TSS. Peningkatan yang signifikan pada tahun 2021 kemungkinan besar akibat curah hujan yang lebih tinggi dibandingkan tahun 2018. Menjaga kualitas TSS di Sungai Mahakam dapat dilakukan dengan mencegah erosi melalui penghijauan DAS, mengelola limbah industri dan domestik, serta mengatur aktivitas kapal. Pemantauan rutin dengan teknologi satelit dan pengukuran lapangan juga penting untuk memastikan kualitas air tetap terjaga.



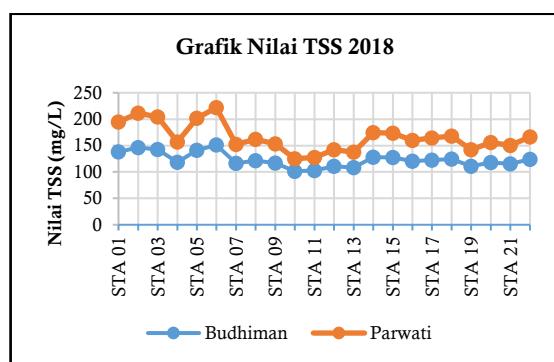
Gambar 3. Perbandingan Nilai TSS Berdasarkan Hasil Algoritma Tahun 2018



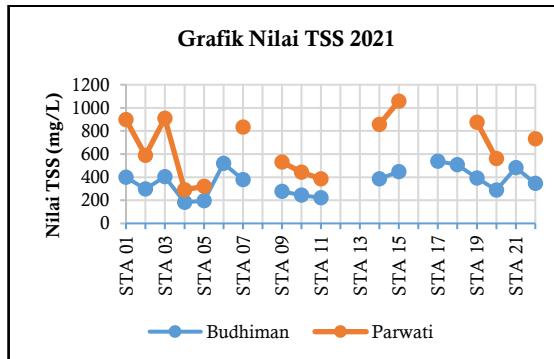
Gambar 4. Perbandingan Nilai TSS Berdasarkan Hasil Algoritma Tahun 2021



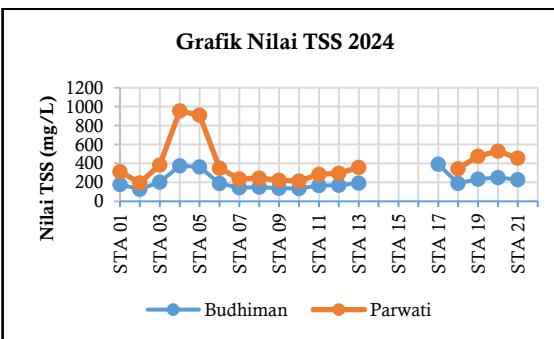
Gambar 5. Perbandingan Nilai TSS Berdasarkan Hasil Algoritma Tahun 2024



Gambar 6. Grafik Nilai TSS 2018



Gambar 7. Grafik Nilai TSS 2021



Gambar 8. Grafik Nilai TSS 2024

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis Total Suspended Solid (TSS) menggunakan algoritma Budhiman dan Parwati di Sungai Mahakam, diperoleh kesimpulan, nilai TSS tahun 2018, 2021, dan 2024. Tahun 2018 memiliki nilai TSS tertinggi sebesar 151,03 mg/L dan terendah 101,42 mg/L pada algoritma Budhiman. Serta algoritma Parwati menunjukkan nilai tertinggi 221,8730 mg/L dan nilai terendah 125,1161 mg/L. Tahun 2021 mengalami peningkatan yang signifikan dengan nilai tertinggi 538,08 mg/L dan terendah 182,56 mg/L pada algoritma Budhiman. Sementara algoritma Parwati mencatat nilai tertinggi 897,9948 mg/L di STA 01. Dan nilai terendah 105,7687 mg/L di STA 15. Tahun 2024 menunjukkan penurunan dibanding tahun 2021, dengan nilai tertinggi 391,10 mg/L dan terendah 128,61 mg/L pada algoritma Budhiman. Sementara Algoritma Parwati menunjukkan nilai tertinggi 954,8387 mg/L di STA 04. Dan nilai terendah 196,2420 mg/L.

Tren perubahan TSS menunjukkan peningkatan signifikan dari tahun 2018 ke 2021, kemudian mengalami penurunan pada tahun 2024. Sebaran nilai TSS berdasarkan data menunjukkan bahwa konsentrasi tertinggi ditemukan di beberapa titik tertentu, kemungkinan dipengaruhi oleh aktivitas manusia, limpasan permukaan, dan faktor geomorfologi sungai. Pemantauan menggunakan citra satelit Sentinel-2 memberikan gambaran spasial distribusi TSS di Sungai Mahakam, membantu memahami pola sebaran dan perubahan kualitas air. Identifikasi titik pencemaran dengan citra satelit memungkinkan deteksi area dengan nilai TSS tinggi, yang dapat menjadi indikasi potensi sumber pencemaran dan perlu ditindaklanjuti lebih lanjut.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kepada pihak yang telah memberikan dukungan dan bimbingan selama pelaksanaan penelitian ini berlangsung, utamanya untuk tenaga pendidik dan tenaga kependidikan di Program Studi D3 Teknologi Geomatika Politeknik Pertanian Negeri Samarinda. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif bagi pembaca.

6. REFERENSI

Ambarwati, W., & Johan, Y. (2016). Sejarah Dan Perkembangan Ilmu Pemetaan. *Jurnal Enggano*, 1(2), 80–82.

- Erlansari, A., Susilo, B., & Hernoza, F. (2020). Optimalisasi Data Landsat 8 untuk Pemetaan Daerah Rawan Banjir dengan NDVI dan NDWI (Studi Kasus: Kota Bengkulu). *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, 6(1), 57–65.
- Faridah, S. A. N., & Krisbiantoro, A. (2014). Analisis Distribusi Temperatur Permukaan Tanah Wilayah Potensi Panas Bumi Menggunakan Teknik Penginderaan Jauh Di Gunung Lamongan, Tiris-Probolinggo, Jawa Timur. Berkala Fisika, 17(2), 67–72.
- Junita, S. (2024). *Analisis Total Suspended Solid Di Sungai Karang Mumus Kota Samarinda Menggunakan Citra Satelit Sentinel 2*.
- Khairiyyah, I. N. (2018). Gambaran kadar total suspended solid (tss) pada limbah cair laundry dengan serbuk biji buah kelor (*Moringa Oleifera La* [Undergraduate, Universitas Muhammadiyah Samarang]. <http://repository.unimus.ac.id/2489/>
- Randalayuk, J. (2021). Perlindungan Hukum Terhadap Kualitas Air Sungai Mahakam Dari Kegiatan Pengelolaan Lahan Di Kota Sendawar Kalimantan Timur [PhD Thesis, Universitas Atma Jaya Yogyakarta]. <http://ejournal.uajy.ac.id/24477/>
- Sari, N. R., & Khadiyanto, P. (2014). Kualitas Lingkungan Permukiman Ditepi Sungai Kelurahan Pelita, Samarinda [Other, UNIVERSITAS DIPONEGORO]. <http://eprints.undip.ac.id/61981/>
- Sendow, T. K., & Longdong, J. (2012). Studi Pemetaan Peta Kota. *Media Eng*, 2(1), 35–46.
- Sihombing, E. A. T. (2023, June 12). Perubahan Garis Pantai Pesisir Desa Way Muli dan Sekitarnya Pasca Tsunami 2018 Kecamatan Rajabasa Kabupaten Lampung Selatan [Diploma/Tugas Akhir]. <https://digilib.unila.ac.id/73141/>
- Utara, U. N.-P. S. & T. W. M. (2013). Pembuatan Sistem Aplikasi Basis Data Kualitas Air Sungai (*Data Environmen*) Berbasis Web Di Kecamatan Weda Tengah. *Indonesian Journal of Networking and Security (IJNS)*, 5(4), Article 4. <https://doi.org/10.55181/ijns.v5i4.125>
- Wijaya, A., & Ayundha, O. (2014). Sistem informasi geografis pemetaan kantor dinas pemerintah kota palembang menggunakan arcgis. *Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan*, 129–134.