

Perbandingan Total Suspended Solid (TSS) Di Pesisir Pantai Tuban Menggunakan Data Citra Satelit Serta Kaitannya Dengan pH Air

Amrulah Wahyu Syahputra¹, Hendrata Wibisana², Novie Handajani³

¹Fakultas Teknik dan Sains, UPN “Veteran” Jawa Timur,
22035010146@student.upnjatim.ac.id

²Fakultas Teknik dan Sains, UPN “Veteran” Jawa Timur,
hendrata.ts@upnjatim.ac.id

³Fakultas Teknik dan Sains, UPN “Veteran” Jawa Timur, novie.ts@upnjatim.ac.id

Abstrak

Wilayah pesisir Pantai Tuban merupakan kawasan yang memiliki aktivitas pemanfaatan yang tinggi, seperti permukiman, perikanan, industri, dan transportasi laut, sehingga berpotensi memengaruhi kualitas perairan, khususnya terhadap konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) dan derajat keasaman (pH) air. Penelitian ini bertujuan membandingkan nilai TSS hasil pengukuran lapangan dengan hasil estimasi menggunakan Citra Satelit Landsat 8 periode tahun 2022-2026, menentukan algoritma empiris yang paling sesuai untuk estimasi TSS, menganalisis hubungan antara TSS dan pH air, serta menyusun peta tematik sebaran TSS di wilayah pesisir Pantai Tuban. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi penginderaan jauh menggunakan Citra Satelit Landsat 8 mampu menggambarkan distribusi spasial konsentrasi TSS di pesisir Pantai Tuban serta dapat digunakan sebagai alternatif pemantauan kualitas perairan secara efektif dan efisien. Perbandingan antara data citra satelit dengan data lapangan menunjukkan adanya hubungan yang baik sehingga algoritma yang memiliki tingkat akurasi terbaik dapat digunakan untuk pemetaan TSS pada wilayah penelitian. Analisis korelasi juga menunjukkan adanya hubungan antara konsentrasi TSS dengan nilai pH air, sehingga kedua parameter tersebut dapat digunakan sebagai indikator dalam evaluasi kualitas perairan pesisir. Peta tematik yang dihasilkan memberikan informasi spasial mengenai kondisi sebaran TSS sebagai dasar dalam pengelolaan dan pemantauan lingkungan pesisir secara berkelanjutan.

Kata Kunci: *Total Suspended Solid (TSS), pH air, Citra Satelit Landsat 8.*

Abstract

The coastal region of Tuban Beach is an area characterized by high human activity, including residential settlements, fisheries, industry, and maritime transport, which have the potential to affect water quality—particularly Total Suspended Solid (TSS) concentrations and water acidity (pH). This study aims to compare field-measured TSS values with estimated values obtained using Landsat 8 satellite imagery for the 2022-2026 period, determine the most suitable empirical algorithm for TSS estimation, analyze the relationship between TSS and water pH, and construct a thematic map of TSS distribution in the coastal area of Tuban Beach. The results demonstrate that remote sensing technology using Landsat 8 satellite imagery can effectively portray the spatial distribution of TSS concentrations along the Tuban Beach coast, providing an effective and efficient alternative for water quality monitoring. Comparison between satellite imagery and field data showed a strong correlation, indicating that the algorithm with the highest accuracy can be reliably used for TSS mapping in the study area. Furthermore, correlation analysis revealed a relationship between TSS concentrations and water pH, establishing both parameters as viable indicators for coastal water quality evaluation. The resulting thematic map provides spatial information on TSS

distribution to serve as a baseline for sustainable coastal management and environmental monitoring.

Keywords: *Total Suspended Solid (TSS), water pH, Landsat satellite imagery.*

Corresponding Author:

Amrullah Wahyu Syahputra

UPN "Veteran" Jawa Timur; 22035010146@student.upnjatim.ac.id

PENDAHULUAN

Wilayah pesisir merupakan kawasan peralihan antara daratan dan lautan yang memiliki peran strategis dalam mendukung aktivitas sosial, ekonomi, dan lingkungan. Kawasan ini menjadi pusat berbagai kegiatan, seperti permukiman, perikanan, pelabuhan, industri, dan pariwisata, sehingga memiliki kontribusi penting terhadap pembangunan wilayah. Namun, tingginya intensitas pemanfaatan kawasan pesisir juga berpotensi menimbulkan tekanan terhadap kualitas lingkungan perairan akibat meningkatnya masukan sedimen maupun bahan pencemar yang berasal dari limpasan permukaan (runoff), limbah domestik, limbah industri, serta aktivitas transportasi laut.

Kabupaten Tuban merupakan salah satu wilayah pesisir di Pantai Utara (Pantura) Pulau Jawa yang memiliki garis pantai sepanjang ± 65 km dengan luas wilayah sekitar 1.904,70 km². Letak geografis yang strategis menjadikan wilayah ini sebagai kawasan dengan aktivitas ekonomi pesisir yang terus berkembang, terutama pada sektor perikanan, industri, pelabuhan, dan transportasi. Kondisi tersebut berpotensi memengaruhi kualitas perairan pesisir sehingga diperlukan upaya pemantauan secara berkala sebagai dasar dalam pengelolaan wilayah pesisir yang berkelanjutan.

Salah satu parameter penting dalam menilai kualitas perairan adalah Total Suspended Solid (TSS). TSS merupakan jumlah padatan tersuspensi yang terdapat di dalam kolom air dan berperan dalam menentukan tingkat kekeruhan perairan. Konsentrasi TSS yang tinggi dapat mengurangi penetrasi cahaya matahari, menghambat proses fotosintesis organisme perairan, serta memengaruhi produktivitas ekosistem pesisir. Selain TSS, derajat keasaman (potential of hydrogen atau pH) juga merupakan parameter kualitas air yang penting karena mencerminkan keseimbangan kimia perairan. Perubahan nilai pH akibat masukan limbah maupun proses biogeokimia dapat memengaruhi kelangsungan hidup biota laut, khususnya organisme yang sensitif terhadap perubahan kondisi lingkungan.

Pemantauan TSS dan pH secara konvensional melalui pengukuran lapangan umumnya memerlukan waktu, biaya, dan tenaga yang relatif besar, terutama untuk wilayah pesisir yang memiliki cakupan luas. Oleh karena itu, pemanfaatan teknologi penginderaan jauh menjadi salah satu alternatif yang efektif untuk memperoleh informasi kualitas perairan secara spasial dan temporal. Citra satelit Landsat 8 menyediakan data multispektral dengan resolusi spasial yang memadai sehingga banyak dimanfaatkan dalam pemetaan parameter kualitas perairan, termasuk TSS, melalui berbagai algoritma empiris yang telah dikembangkan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sebaran konsentrasi TSS dan kondisi pH perairan pesisir Kabupaten Tuban menggunakan data citra satelit Landsat 8 periode

2022–2026. Analisis dilakukan dengan membandingkan beberapa algoritma estimasi TSS untuk menentukan algoritma yang memiliki hubungan paling baik terhadap data pengukuran lapangan, kemudian digunakan sebagai dasar penyusunan peta tematik sebaran TSS. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai dinamika kualitas perairan pesisir Kabupaten Tuban serta menjadi dasar ilmiah dalam mendukung pengelolaan wilayah pesisir yang berkelanjutan, khususnya dalam pengendalian aktivitas yang berpotensi menurunkan kualitas lingkungan perairan.

METODE

Penelitian dilaksanakan di wilayah pesisir Kabupaten Tuban, Provinsi Jawa Timur, tepatnya di Kecamatan Jenu. Pengambilan data lapangan dilakukan pada 20 titik pengamatan yang mewakili kondisi perairan pesisir sebagai lokasi validasi hasil pengolahan citra satelit.

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer berupa hasil pengukuran Total Suspended Solid (TSS) dan pH pada 20 titik pengamatan di lapangan. Data sekunder berupa citra satelit Landsat 8 Collection 2 Level 2 yang diperoleh dari USGS Earth Explorer untuk periode 2022–2026.

Pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak SeaDAS 10.0.0, Microsoft Excel 365, Google Earth Pro, dan Microsoft Office 365. Pengambilan data lapangan didukung oleh GPS, pH meter, kamera digital, serta peralatan laboratorium untuk analisis TSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Total Suspended Solid (TSS)

Penelitian ini m data spasial dari Citra Satelit Landsat 8 (Path 119 Row 65) periode 2022–2026 dengan data in-situ kualitas air yang diambil di Pesisir Pantai Semilir, Tuban. Pengambilan sampel in-situ dilakukan pada 20 titik amat secara simultan untuk parameter *Total Suspended Solid* (TSS) dan derajat keasaman (pH).

Tabel 1. Data Citra Landsat 8 Tahun 2022 sampai dengan 2026

No	Tanggal	Nama File
1.	14 September 2022	LC08_L2SP_119065_20220914_20220922_02_T1
2.	31 Juli 2023	LC08_L2SP_119065_20230731_20230805_02_T1
3.	30 Mei 2024	LC08_L2SP_119065_20240530_20240611_02_T1
4.	25 November 2025	LC08_L2SP_119065_20251125_20251203_02_T1
5.	02 April 2026	LC08_L2SP_119065_20260402_20260408_02_T1

Data lapangan yang diambil digunakan untuk validasi data citra Landsat 8. Data in situ pengambilan sampel dapat dilihat pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Pengambilan Data *In-situ* (2026)

Titik	Koordinat		TSS <i>in situ</i> mg/l	Nilai pH Air
	X	Y		
1	111°54'8" E	6°47'11" S	91,8	8,4
2	111°54'12" E	6°47'8" S	80,6	7,93
3	111°54'14" E	6°47'7" S	97,4	7,55
4	111°54'15" E	6°47'6" S	94	8,4
5	111°54'17" E	6°47'6" S	98,2	7,93
6	111°54'12" E	6°47'10" S	103,6	7,9
7	111°54'10" E	6°47'11" S	98	8,2
8	111°54'5" E	6°47'13" S	104,5	8,25
9	111°53'58" E	6°47'13" S	108,4	8,33
10	111°53'55" E	6°47'11" S	96,8	8,35

Titik	Koordinat		TSS <i>in situ</i> mg/l	Nilai pH Air
	X	Y		
11	111°53'56" E	6°47'10" S	99,1	8,41
12	111°53'57" E	6°47'10" S	92,7	8,43
13	111°54'0" E	6°47'11" S	105,3	8,1
14	111°54'7" E	6°47'10" S	102	7,9
15	111°54'9" E	6°47'9" S	101,6	7,23
16	111°54'13" E	6°47'8" S	99,4	8
17	111°54'15" E	6°47'7" S	105,2	7,83
18	111°54'18" E	6°47'6" S	89,5	8,15
19	111°54'13" E	6°47'11" S	108	8,43
20	111°54'9" E	6°47'12" S	110,6	8,5

(Sumber: pengolahan data *In-situ*)

Dengan menggunakan data penerapan 4 algoritma yang berbeda pada tahun 2026 dengan *Total Suspended Solid* (TSS) *in-situ* sebagai data acuan, dilakukan uji ANOVA untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan pada hasil estimasi TSS yang dihasilkan oleh masing-masing algoritma. Hasil dari Uji ANOVA dirangkum dalam tabel 5 berikut:

Tabel 3. Hasil Uji ANOVA tahun 2026

<i>Source of Variation</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Degrees of Freedom</i>	<i>Mean Square</i>	<i>(F-hitung)</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
<i>n</i>	<i>SS</i>	<i>m df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>		
Rows	4718,39	19	248,34	7,773	3,0447E-11	1,725029
Columns	74524,5	4	18631,12	583,133	3,482E-56	2,492049
Error	2428,20	76	31,95			
Total	81671,06	99				

Pada analisis kolom dan baris karena $P\text{-value} < \alpha = 0,05$ maka H_0 ditolak, artinya bahwa ada perbedaan yang signifikan antara 4 algoritma pada tahun 2026 dengan data *in situ* yang diambil pada setiap titik koordinat.

Uji validasi dilakukan menggunakan data Citra Landsat 8 pada tanggal 2 April 2026, sedangkan pengambilan data *In Situ* diambil pada 18 Maret 2026. Pada uji validasi dilakukan perhitungan korelasi dengan membandingkan data olahan citra dengan data hasil *Total Suspended Solid* (TSS) yang ada di lapangan.

Uji korelasi data *in situ Total Suspended Solid* (TSS) dengan data hasil olahan *Total Suspended Solid* (TSS) Citra Landsat 8 menggunakan 4 Algoritma didapatkan nilai koefisien korelasi terbesar pada tahun 2026 yaitu 0,4431. Hal ini menjelaskan bahwa hubungan antara nilai *Total Suspended Solid* (TSS) data citra dengan data *in situ* memiliki korelasi positif sedang.

Berikut adalah rekapitulasi nilai korelasi setiap tahun dari tahun 2022 sampai dengan 2026 yang di dapatkan dengan metode yang sama seperti mencari pada tahun 2026.

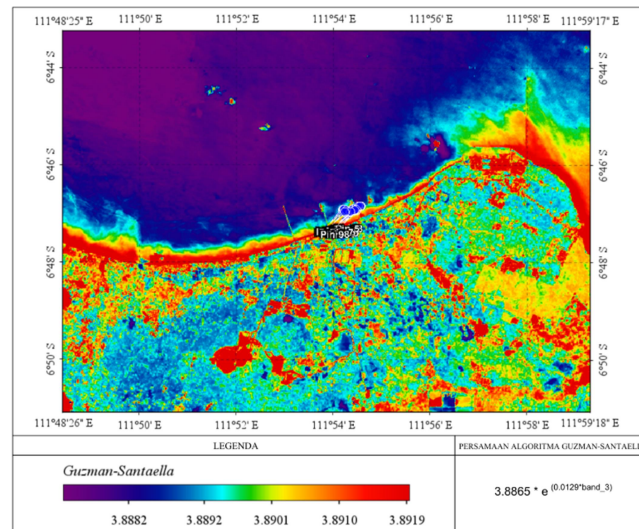
Tabel 4. Rekapitulasi Nilai Korelasi 4 Algoritma Tahun 2022 sampai 2026

	2022	2023	2024	2025	2026
Syarif Budiman	0,3511	0,3429	0,4244	0,5088	0,4195
Guzman Santaella	0,3572	0,3432	0,4252	0,5150	0,4431
Ety Parwati	0,3608	0,3431	0,4264	0,5187	0,4412
H. Wibisana	0,3394	0,3421	0,4226	0,5000	0,3872

Dari hasil validasi pengolahan data citra dengan data lapangan nilai korelasi yang tertinggi yaitu pada tahun 2025 menggunakan algoritma Ety Parwati dengan nilai sebesar 0,5187. Dengan nilai korelasi yang didapatkan dapat disimpulkan bahwa *Total Suspended Solid* (TSS) Citra dan *Total Suspended Solid* (TSS) In-situ ada sedikit perbedaan. Data citra dengan data lapangan memiliki perbedaan *Total Suspended Solid* (TSS) yang cukup jauh hal ini dapat disebabkan karena:

1. Perbedaan waktu perekaman data citra dan waktu pengambilan data in situ. Hal ini dapat mengakibatkan perubahan / dinamika kondisi perairan yang mengakibatkan perubahan nilai dan sebaran *Total Suspended Solid* (TSS).
2. Perbedaan Algoritma yang digunakan untuk mengelola data citra satelit dari reflektan menjadi *Total Suspended Solid* (TSS).

Berdasarkan perbandingan 4 algoritma pada tahun 2026 didapatkan algoritma Guzman-Santaella dinilai memiliki kemampuan yang lebih baik dalam merepresentasikan sebaran TSS pada periode tersebut dibandingkan dengan ketiga algoritma lainnya. Sehingga didapatkan Peta tematik Sebaran *Total Suspended Solid* (TSS) dengan Algoritma Guzman-Santaella pada tahun 2022 dan 2026 yang akan ditunjukkan pada gambar sebagai berikut.



Gambar 1. Peta Tematik Sebaran TSS Menggunakan Algoritma Guzman-Santaella tahun 2026

Derajat Keasaman (pH)

Dalam penelitian ini dilakukan mencari persamaan regresi Derajat Keasaman (pH) air dengan menggunakan 4 persamaan regresi yang berbeda dan dilakukan kombinasi antara 2 kanal. Penerapan regresi tersebut digunakan untuk menghitung nilai Derajat Keasaman (pH) air pada pesisir pantai seperti daerah pesisir Pantai Tuban.

Panjang gelombang Citra Satelit Landsat 8 digunakan 4 metode persamaan dan kombinasi antar kanal scatter untuk mendapatkan nilai derajat determinasi (R^2) yang ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 5. Rekapitulasi Data pH pada Tahun 2026 (In-situ)

Band Citra Satelit	Jenis Persamaan	Model Algoritma	Derajat Determinasi
band 2	Linear	$y = 4,6145x + 7,8902$	$R^2 = 0,011$
	Eksponen	$y = 7,8915e^{0,5564x}$	$R^2 = 0,0111$
	Logaritmik	$y = 0,1672\ln(x) + 8,6211$	$R^2 = 0,0063$

Band Citra Satelit	Jenis Persamaan	Model Algoritma	Derajat Determinasi
	Power	$y = 8,6133x^{0,02}$	$R^2 = 0,0064$
band 3	Linear	$y = -4,6789x + 8,4972$	$R^2 = 0,0138$
	Eksponen	$y = 8,5033e^{-0,582x}$	$R^2 = 0,0142$
	Logaritmik	$y = -0,463\ln(x) + 6,954$	$R^2 = 0,0223$
	Power	$y = 7,0188x^{0,058}$	$R^2 = 0,0228$
band 4	Linear	$y = 3,4237x + 7,9686$	$R^2 = 0,0075$
	Eksponen	$y = 7,9619e^{0,4264x}$	$R^2 = 0,0076$
	Logaritmik	$y = 0,0374\ln(x) + 8,2308$	$R^2 = 0,0006$
	Power	$y = 8,2266x^{0,0047}$	$R^2 = 0,0006$
band 4/3	Linear	$y = 1,1655x + 7,5286$	$R^2 = 0,0413$
	Eksponen	$y = 7,5374e^{0,1452x}$	$R^2 = 0,042$
	Logaritmik	$y = 0,5201\ln(x) + 8,4752$	$R^2 = 0,0327$
	Power	$y = 8,4801x^{0,0647}$	$R^2 = 0,0332$
band 4/2	Linear	$y = -0,3988x + 8,4557$	$R^2 = 0,0061$
	Eksponen	$y = 8,4274e^{-0,045x}$	$R^2 = 0,0062$
	Logaritmik	$y = -0,431\ln(x) + 8,0471$	$R^2 = 0,0098$
	Power	$y = 8,0446x^{-0,05}$	$R^2 = 0,0100$
band 3/2	Linear	$y = -0,6695x + 9,2779$	$R^2 = 0,1012$
	Eksponen	$y = 9,3456e^{-0,082x}$	$R^2 = 0,1013$
	Logaritmik	$y = -1,188\ln(x) + 8,7667$	$R^2 = 0,1018$
	Power	$y = 8,7802x^{-0,145}$	$R^2 = 0,1018$

Dari hasil persamaan band citra satelit, dapat disimpulkan bahwa yang memiliki derajat determinasi (R^2) terbesar adalah persamaan power pada citra satelit band 3/2 dengan model algoritma yang didapat yaitu $y = 8,7802x^{-0,145}$ dan nilai $R^2 = 0,1018$.

Pada uji validasi dilakukan perhitungan korelasi dengan membandingkan data olahan citra dengan data hasil Derajat Keasaman (pH) yang ada di lapangan. Setelah dilakukan validasi data, kemudian dilakukan uji korelasi antara data pH *in-situ* dengan data pH citra untuk mencari perbandingan nilai korelasi terbesar sehingga dapat digunakan sebagai model algoritma terbaik untuk perhitungan selanjutnya. Perbandingan nilai korelasi ditunjukkan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Korelasi pH *In-situ* Terhadap 4 Model Algoritma

	pH <i>In-situ</i>	Linear	Eksponen	Logaritmik	Power
pH <i>In-situ</i>	1				
Linear	0,31818	1			
Eksponen	0,318307	0,999993	1		
Logaritmik	0,31901	0,999628	0,999724	1	
Power	0,319115	0,999509	0,999621	0,999992	1

Dari tabel diatas perbandingan nilai korelasi pH insitu yang memiliki nilai korelasi terbesar adalah persamaan algoritma power dengan nilai korelasi 0,319115 dengan klasifikasi korelasi positif sedang. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model algoritma terbaik tahun 2026 yaitu pada citra landsat 8 band 3/2 persamaan power dengan model algoritma $y = 8,7802x^{-0,145}$ dan nilai $R^2 = 0,1018$.

Hasil pengolahan data citra satelit dengan model matematis pada tahun 2022-2026, selanjutnya dianalisa menggunakan aplikasi Microsoft Excel dengan model ANOVA: *Two-Factor Without Replication*. Pengolahan data dengan ANOVA untuk derajat keasaman (pH) ditunjukan pada tabel berikut:

Tabel 7. Uji ANOVA Terhadap Derajat Keasaman (pH)

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Rows	0,295386	19	0,015547	1,246176	0,245503	1,725029
Columns	1,546312	4	0,386578	30,98708	2,67E-15	2,492049
Error	0,948135	76	0,012475			
Total	2,789833	99				

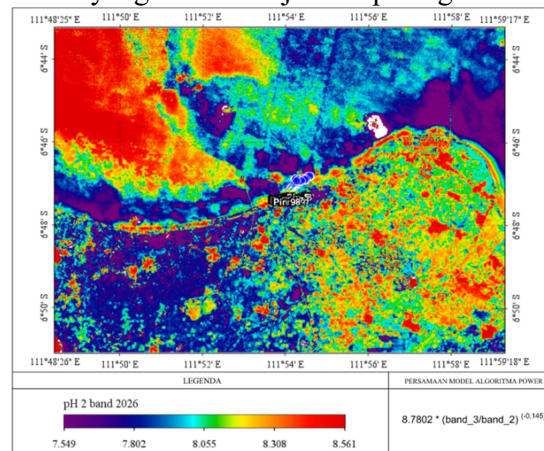
Pada analisis baris karena $P\text{-value} = 0,245503 > \alpha = 0,05$ maka H_0 diterima, artinya bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara 4 algoritma pada tahun 2026 dengan data in situ yang diambil pada setiap titik koordinat. Pada analisis kolom karena $P\text{-value} = 2,67E-15 < \alpha = 0,05$ maka H_0 ditolak, artinya bahwa ada perbedaan yang signifikan antara 4 algoritma pada tahun 2026 dengan data in situ yang diambil pada setiap titik koordinat.

Setelah mengetahui hasil pengolahan data dari tabel diatas, selanjutnya dilakukan validasi data citra satelit dengan menggunakan nilai korelasi terbesar antara data pH *in-situ* dengan pH citra yang ditunjukkan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 8. Korelasi pH In-situ dengan pH Citra tahun 2022-2026

	pH <i>insitu</i>	pH 2022	pH 2023	pH 2024	pH 2025	pH 2026
pH <i>insitu</i>	1					
pH 2022	-0,19379	1				
pH 2023	-0,43962	-0,12606	1			
pH 2024	0,287051	0,220318	-0,14381	1		
pH 2025	-0,08037	0,12321	-0,53415	-0,10102	1	
pH 2026	0,319115	-0,03859	-0,77286	-0,1021	0,6656128	1

Peta tematik Sebaran derajat keasaman (pH) dengan model Algoritma *Power* pada tahun 2022 dan 2026 yang akan ditunjukkan pada gambar sebagai berikut.



Gambar 2. Peta Tematik Sebaran pH air Menggunakan Algoritma *Power* tahun 2026

SIMPULAN

Penelitian pemetaan parameter kualitas air di Pesisir Pantai Semilir, Tuban, menggunakan citra Landsat 8 periode 2022–2026 menghasilkan beberapa temuan utama:

1. Formulasi algoritma empiris Total Suspended Solid (TSS) bervariasi setiap tahunnya, didominasi oleh bentuk eksponensial ($y = 6,9399e0,0101x$) pada 2022; ($y = 31,471e0,0042x$) pada 2024; ($y = 11,838e0,0107x$) pada 2025; dan ($y =$

- 12,927e0,0147x) pada 2026, serta satu model linier pada tahun 2023 ($y = -0,191x + 86,125$).
2. Pemodelan derajat keasaman (pH) menunjukkan peningkatan akurasi saat menggunakan rasio kanal (Band 3/2) dengan persamaan $y = 8,7802x - 0,145$ ($R^2 = 0,1018$), dibandingkan penggunaan tunggal Band 3 ($y = 7,0188x - 0,058$, $R^2 = 0,0228$),
 3. Sebaran konsentrasi TSS di lokasi penelitian berkisar antara 8,711 mg/L (nilai terendah pada 2022 algoritma Guzman-Santella) hingga 79,112 mg/L (nilai tertinggi pada 2026 algoritma Ety Parwati).
 4. Korelasi pH in-situ dengan estimasi citra tunggal mencapai nilai tertinggi pada tahun 2022 ($r = 0,3941$), sedangkan model rasio dua kanal mencapai korelasi tertinggi pada tahun 2026 ($r = 0,3191$).

DAFTAR PUSTAKA

- Andini, V. M., Mutiara, I., & Witasari, Y. (2015). STUDI PERSEBARAN TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) MENGGUNAKAN CITRA AQUA MODIS DI LAUT SENUNU, NUSA TENGGARA BARAT. *GEOID Vol. 10, No. 02*.
- Budhiman, S. (2005). PEMETAAN SEBARAN TOTAL SUSPENDED MATTER (TSM) MENGGUNAKAN DATA ASTER DENGAN PENDEKATAN BIO-OPTICAL MODEL. *Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV*.
- Budianto, S., & Hariyanto, T. (2017). Analisis Perubahan Konsentrasi Total Suspended Solids (TSS) Dampak Bencana Lumpur Sidoarjo. *JURNAL TEKNIK ITS*.
- Budianto, S., & Haryanto, T. (2016). *Analisis Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) Dampak Bencana Lumpur Sidoarjo Menggunakan Citra Landsat Multi Temporal*. Surabaya: JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Candra, D. (2023). *ANALISIS SEBARAN OKSIGEN TERLARUT TERHADAP PH*.
- Hendri, & Setiawan, R. (2017). PENGARUH MOTIVASI KERJA DAN KOMPENSASI TERHADAP KINERJA KARYAWAN DI PT. SAMUDRA BAHARI UTAMA. *AGORA Vol. 5, No. 1*.
- Krisna, T. C., Cahyono, A. B., & Khomsin. (2012). ANALISA SEBARAN TSS (TOTAL SUSPENDED SOLID) DENGAN MENGGUNAKAN CITRA SATELIT AQUA MODIS TAHUN 2005-2011. *GEOID*.
- Lalu Muhamad Jaelani, G. A. (2021). Perbandingan Metode Koreksi Atmosfer Dark Spectrum Fitting dan Exponential. *Journal of Geodesy and Geomatics*.
- Nastiti, A. e. (2012). DISTRIBUSI SPASIAL DAN TEMPORAL JUVENIL UDANG DALAM KAITANNYA DENGAN LINGKUNGAN PERAIRAN DI TELUK JAKARTA. *J. Lit. Perikan. Ind*.
- Parwati, E., & Purwanto, A. D. (2014). ANALISIS ALGORITMA EKSTRAKSIINFORMASI TSS MENGGUNAKAN DATA LANDSAT 8 DI PERAIRAN BERAU. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh*.
- PASYA, M. F. (2021). *PERBANDINGAN TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) DI MUARA*.
- Rinawati, Hidayat, D., Suprianto, R., & Dewi, P. S. (2016). PENENTUAN KANDUNGAN ZAT PADAT (TOTAL DISSOLVE SOLID. *Analytical and Environmental Chemistry*, 37.
- Setiady, D., N.Geurhaneu, & Usman, E. (2010). PROSES SEDIMENTASI DAN EROSI PENGARUHNYA TERHADAP PELABUHAN, SEPANJANG PANTAI BAGIAN BARAT DAN BAGIAN TIMUR, SELAT BALI. *JURNAL GEOLOGI KELAUTAN*.

- Sukojo, B. M., & Amalina, N. C. (2019). ANALISIS PERUBAHAN KONSENTRASI TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) DI TELUK LAMONG MENGGUNAKAN CITRA LANDSAT MULTITEMPORAL. *Geoid*.
- Suyarso. (2019). *Teknik Eksplorasi Sumber Daya Pesisir*. Yogyakarta: Andi.
- Syah, A. F. (2010). PENGINDERAAN JAUH DAN APLIKASINYA DI WILAYAH PESISIR DAN LAUTAN. *Jurnal KELAUTAN*.
- Syahputra, A. S. (2023). *PERBANDINGAN TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) DI MUARA KALI PORONG SIDOARJO MENGGUNAKAN DATA CITRA SATELIT*.
- Tri Cahyono, S. M. (2017). *STATISTIK UJI KORELASI*. Yayasan Sanitarian Banyumas (Yasamas).