

Pemantauan Limbah Industri Tahun 2020-2022 Menggunakan Google Earth Engine Di Perairan Pengambangan, Kabupaten Jembrana

Amalia Rachmawati Sukanto^{1*}, Dan Yuswanti Ariani Wirahayu¹

¹Departemen Geografi, Universitas Negeri Malang, Kota Malang, Jawa Timur, Indonesia

*E-mail: amalia.rachmawati.2107226@students.um.ac.id

Received: 07 06 2024 / Accepted: 09 01 2025 / Published online: 24 07 2025

ABSTRAK

Aktivitas industri menghasilkan limbah yang berpotensi mencemari perairan, hal tersebut berdampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat. Pencemaran air salah satu jenisnya adalah Total Padatan Tersuspensi atau *Total Suspended Solid* (TSS) dengan jumlah partikel tak terlarut berukuran kurang dari 0,004 mm hingga 1 mm. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui dan menganalisis tingkat pencemaran limbah industri di Perairan Pengambangan pada tahun 2020 hingga 2022 menggunakan Google Earth Engine. Metode yang dilakukan dalam menganalisis data menggunakan platform Google Earth Engine dengan sentinel-2 imagery, kemudian dalam mendapatkan hasil *total suspended solid* menggunakan algoritma Laili (2015) yang dilakukan pada studi kasus Perairan Poteran, Jawa Timur. Hasil pemantauan limbah industri dapat diketahui bahwa hasil minimal suspensi di Perairan Pengambangan adalah 16.1296 mg/L hingga maksimal 20 mg/L sedangkan pada kelas dua, total suspended solid mencapai 22.0348 mg/L dari total maksimal 40 mg/L. Hasil suspensi ini masih tergolong rendah disebabkan kelas klasifikasi hanya mencapai kelas dua. Tidak adanya kawasan yang masuk ke dalam kelas 3 ke atas menunjukkan bahwa tingkat pencemaran belum mencapai level kritis.

Kata Kunci: Limbah, Pengolahan Ikan, Total Padatan Tersuspensi, Google Earth Engine

ABSTRACT

These industrial activities produce waste that has the potential to pollute waters, which has a negative impact on the environment and public health. One type of water pollution is Total Suspended Solid (TSS) with the number of undissolved particles measuring less than 0.004 mm to 1 mm. The purpose of this study is to determine and analyze the level of industrial waste pollution in Pengambangan Waters in 2020 to 2022 using Google Earth Engine. The method used in analyzing data uses the Google Earth Engine platform with sentinel-2 imagery, then in obtaining total suspended solid results using the Laili (2015) algorithm conducted in a case study of Poteran Waters, East Java. The results of industrial waste monitoring can be seen that the minimal suspension results in Pengambangan Waters are 16.1296 mg/L to a maximum of 20 mg/L while in the second class, the total suspended solid reaches 22.0348 mg/L from a maximum total of 40 mg/L. This suspension result is still relatively low due to the classification class only reaching class two. The absence of areas that fall into class 3 and above indicates that the level of pollution has not reached critical levels.

Keywords: Sewage, Fish Processing, Total Suspended Solids, Google Earth Engine

PENDAHULUAN

Perairan pengambangan yang terletak di Kabupaten Jembrana Provinsi Bali merupakan salah satu kawasan pesisir

yang memiliki potensi ekonomi tinggi khususnya pada sektor perikanan. Kawasan ini dimanfaatkan oleh pemerintah dan masyarakat untuk industri

pengolahan ikan, rumput laut, dan garam. Kegiatan perikanan di Pengembangan telah dimulai sejak tahun 1977 secara bertahap untuk membentuk kawasan industri yang lebih terorganisir (Suherman et al., 2020). Kawasan industri perikanan akhirnya banyak berdiri di Desa pengembangan dan menjadi Pangkalan Pendaratan Ikan Pengembangan (Suherman et al., 2020).

Kegiatan industri khususnya sektor pengolahan ikan dan pabrik es menjadi terpusat di Pengembangan, sehingga pemerintah mengembangkan kawasan Perairan Pengembangan menjadi Pelabuhan Perikanan Pantai Pengembangan. Hal ini dengan tujuan mengatur pengolahan ikan yang lebih kompleks seperti pelabuhan perikanan pantai, dermaga, area pelabuhan, tempat pelelangan ikan, pengolahan ikan, pabrik es, dan bangsal penimbangan ikan (Poppo et al., 2009).

Aktivitas industri tersebut menghasilkan limbah yang berpotensi mencemari perairan, hal tersebut berdampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat. Limbah industri mengandung bahan-bahan berbahaya dan beracun tergantung dari jenis ikan yang diolah, proses pengolahan, serta teknologi yang digunakan (Ross & Stock, 2019). Pada kawasan tersebut, tidak hanya berdiri satu industri pengolahan ikan tetapi lebih dari dua dan industri lainnya sehingga jika limbah tersebut tercampur akan meningkatkan tingkat resiko pencemaran (Lim et al., 2009).

Pencemaran air salah satu jenisnya adalah Total Padatan Tersuspensi atau *Total Suspended Solid* (TSS) dengan jumlah partikel tak terlarut berukuran kurang dari 0,004 mm hingga 1 mm (Choo et al., 2022). Pencemaran limbah TSS dapat berupa organik dan anorganik, limbah tersebut akan berdampak negatif karena menyebabkan kekeruhan air (mempengaruhi proses fotosintesis),

terganggunya kehidupan akuatik, meningkatkan sedimentasi karena saat TSS mengendap di dasar laut dapat membekap organisme bentik dan mengganggu ekosistem laut (Dogliotti et al., 2015).

Pemantauan dan identifikasi tingkat pencemaran dapat dilakukan dengan melihat nilai *Total Suspended Solid* menggunakan platform berbasis penginderaan jauh atau *Geographic System Information* (Cao et al., 2022). Penelitian ini menggunakan Google Earth Engine untuk membantu menganalisis TSS, pemantauan dilakukan secara spasial-temporal dari tahun 2020-2022 dengan lokasi di sepanjang Perairan Pengembangan pada kawasan industri. Pemanfaatan *Google Earth Engine* (GEE) dalam penelitian ini didasarkan pada pengolahan data geospasial yang efisien dan terjangkau. GEE menyediakan akses ke berbagai dataset satelit, seperti Landsat dan Sentinel yang diperuntukkan analisis parameter lingkungan (Hariyanto & Krisananda, 2019). GEE memungkinkan pemrosesan dan analisis data yang kompleks secara langsung di *platform cloud* tanpa memerlukan infrastruktur komputasi tambahan sehingga memungkinkan pemantauan yang sistematis, cepat, dan akurat (Sinaga et al., 2023).

Penelitian sebelumnya dilakukan analisis sebaran *total suspended solid* menggunakan citra sentinel 2 di perairan teluk tamian dengan menggunakan software SNAP desktop 8 (Aulia Galuh et al., 2024), penelitian analisis pola sebaran *total suspended solid* di muara sungai bengawan solo serta melakukan uji gravimetri atau pengambilan sampel di lokasi tersebut lalu dibandingkan dengan hasil dari citra (Istriyani & Hidayah, 2021), penelitian evaluasi algoritma paling tepat diterapkan untuk menduga konsentrasi TSS menggunakan citra sentinel 2 di Teluk Kendari (Restele et al., 2022).

GEE menjadi solusi ideal untuk penelitian di kawasan industri khususnya di Perairan Pengambangan, dimana data TSS dapat digunakan untuk memahami dampak limbah industri terhadap kualitas air secara lebih mendalam. Selain itu, penelitian ini juga akan menggunakan korelasi perbandingan antara TSS dengan SST (*Sea Surface Temperature*) dengan tujuan mengetahui hubungan antara konsentrasi TSS dan fluktuasi suhu permukaan laut sehingga memperkuat hasil pemantauan limbah industri (Setyawati et al., 2023).

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui dan menganalisis tingkat pencemaran limbah industri di Perairan Pengambangan pada tahun 2020 hingga 2022 menggunakan *Google Earth Engine*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Perairan Pengambangan kawasan industri Kabupaten Jembrana, Provinsi Bali (Gambar 1). Kawasan kajian yang digunakan pada Lintang Selatan - 08.40'27"22 dan Bujur Timur 114.59'67" dengan jumlah industri pesisir pantai mencapai kurang lebih 10 industri pengolahan ikan dan penyimpanan hasil laut (Suherman & Dault, 2009). Kawasan ini berbatasan dengan Samudera Hindia di sisi selatan, kondisi lingkungan di kawasan ini dipengaruhi oleh faktor oseanografi seperti arus, suhu, salinitas yang dipengaruhi oleh sistem monsun dan dinamika arus lintas Indonesia (*Indonesian Throughflow*). Di daratan dikelilingi oleh permukiman nelayan, pelabuhan perikanan, serta fasilitas pengolahan hasil tangkapan. Hal ini yang menjadikan ciri khas aktivitas di Perairan Pengambangan yang dapat dijadikan lokasi strategis penelitian.

Metode yang dilakukan menggunakan data sekunder dari citra

satelit dari tahun 2020-2022. Penelitian ini hanya menggunakan *Platform Google Earth Engine* dalam mendapatkan data hingga pada tahap pengolahan data dan mendapatkan hasil. Tahapan dalam penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir (Gambar 2).

Metode yang dilakukan dalam menganalisis data menggunakan platform *Google Earth Engine* dengan *sentinel-2* imagery, kemudian dalam mendapatkan hasil *total suspended solid* menggunakan algoritma Laili (2015) yang dilakukan pada studi kasus Perairan Poteran, Jawa Timur. Algoritma tersebut memungkinkan digunakan disebabkan wilayah studi kasus berdekatan dengan Perairan Pengambangan, nilai evaluasi yang dilakukan pada penelitian sebelumnya mengemukakan bahwa algoritma ini paling baik diantara yang lain. Berikut Algoritma Laili (2015) dapat dilihat pada Persamaan (1).

$$TSS = 31,42 \frac{\log (Band\ 3)}{\log (Band\ 4)} - 12,719 \quad (1)$$

Dalam analisis hasil TSS menggunakan rujukan klasifikasi oleh Zulfikar, A. A., & Kusratmoko, E. (2017) pada "Pola Sebaran Total Suspended Solid (TSS) di Teluk Jakarta Sebelum dan Sesudah Reklamasi". Klasifikasi yang digunakan dalam penentuan TSS dapat dilihat pada (Tabel 1).

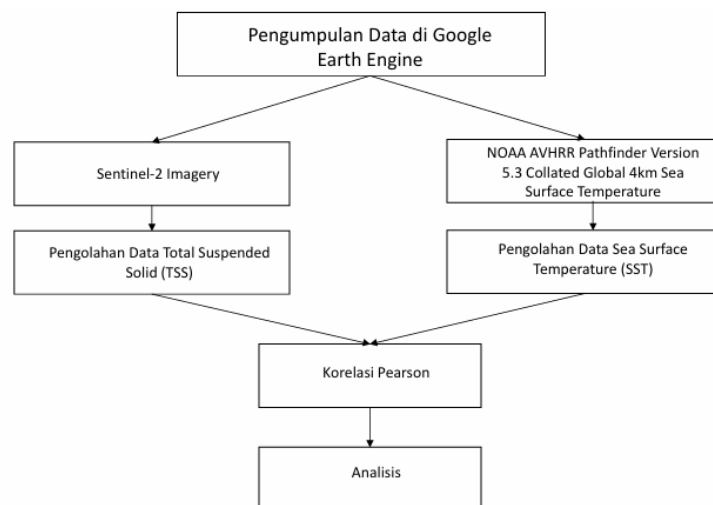
Tabel 1. Klasifikasi Total Suspended Solid

Kelas	TSS (mg/Liter)
1	< 20
2	20 – 40
3	40 – 60
4	60 – 80
5	>80

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2010) dalam Zulfikar, A. A., & Kusratmoko, E. (2017)



Gambar 1. Peta Daerah Kajian Perairan Pengambengan



Gambar 2. Diagram Alir

Data *Sea Surface Temperature* (SST) menggunakan *NOAA AVHRR Pathfinder Version 5.3 Collated Global 4km Sea Surface Temperature* dari GEE dengan mengambil beberapa titik untuk dijadikan sampel, disesuaikan dengan resolusi agar mendapatkan hasil yang baik.

Hasil dari TSS dan SST ini akan dikorelasikan menggunakan *Pearson* yakni ukuran statistik untuk menilai kekuatan dan arah hubungan linear antara dua variabel numerik. Koefisien ini memiliki nilai antara -1 dan 1 dengan interpretasi 1 adalah hubungan linear positif sempurna (satu variabel meningkat,

variabel lainnya juga meningkat proporsional), kemudian -1 adalah hubungan linear negatif sempurna (satu variabel meningkat maka variabel lainnya menurun secara proporsional), dan 0 adalah tidak ada hubungan linear antara dua variabel. Korelasi pearson dapat menggunakan Persamaan 2.

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2)$$

x_i dan y_i : Observasi individu untuk dua variabel

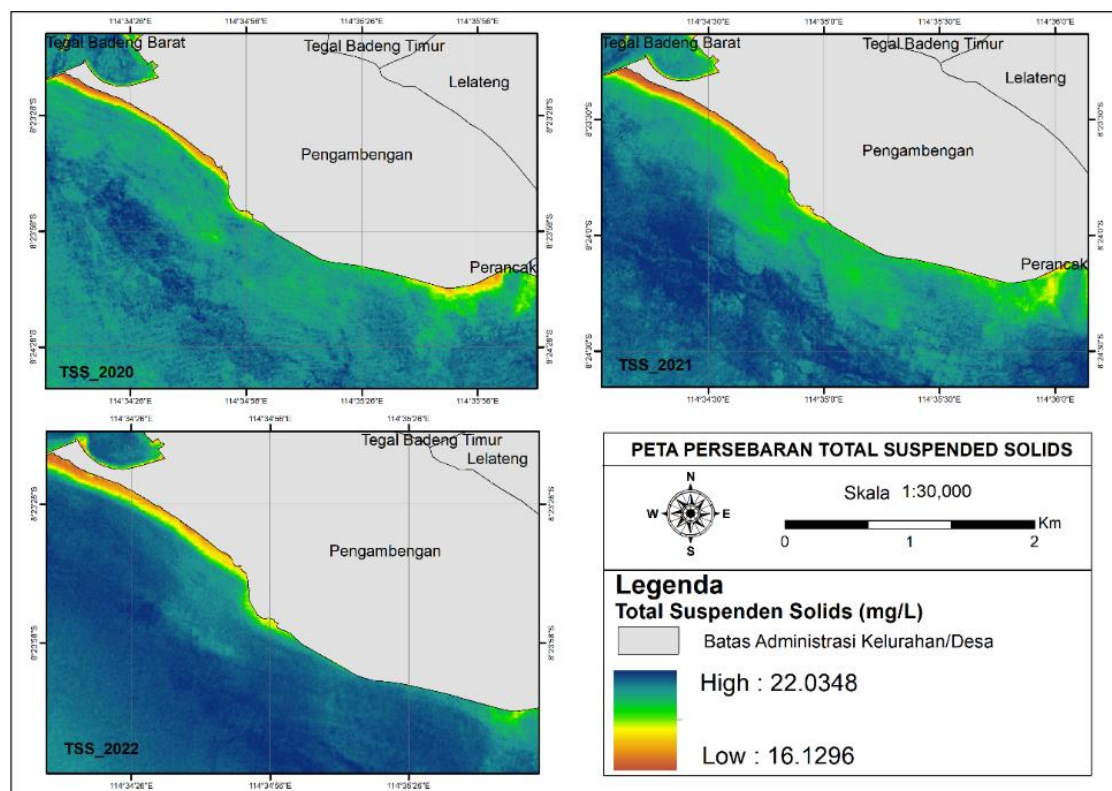
\bar{x} dan \bar{y} : Rata-rata setiap variabel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Garis pantai di daerah ini ditandai dengan singkapan batuan dan pantai sehingga hanya air tawar dan sungai kecil mengalir menuju perairan Pengambangan. Selain itu, terdapat drainase yang mengalir

ke pantai Desa Pengambangan sehingga akan memberikan kontribusi pada tingkat *Total Suspended Solid* (TSS) khususnya pada musim hujan. Hasil pemantauan persebaran limbah industri di Desa Pengambangan dapat diketahui melalui Gambar 3 yang memvisualisasikan persebaran suspensi di tahun 2020 hingga 2022.

Pengambangan merupakan kawasan pesisir yang terhubung langsung dengan Selat Bali, kondisi geografis pesisirnya memungkinkan terjadinya sedimentasi alami akibat pasang surut dan arus laut. Wilayah ini juga menerima limpasan material dari aliran sungai di darat. Kawasan ini memiliki aktivitas industri seperti pengolahan hasil laut dan fasilitas lainnya sehingga menghasilkan limbah dari aktivitas tersebut dan menyumbang material tersuspensi di laut (Riszi Indah Dewi Shara, 2019).



Gambar 3. Hasil Persebaran Total Suspended Solids

Hasil sebaran *total suspended solid* di Perairan Pengambengan dari tahun 2020 hingga 2022 masuk ke dalam kelas satu dan dua yang dimana hasil suspensi mencapai maksimal 40 mg/L (Tabel 2). Suspensi di Perairan Pengambengan mengalami fluktuasi namun tidak terlalu jauh bahkan mencapai kelas tiga hingga lima (Gambar 3). Hasil minimal suspensi di Perairan Pengambengan adalah 16.1296 mg/L hingga maksimal 20 mg/L sedangkan pada kelas dua, *total suspended solid* mencapai 22.0348 mg/L dari total maksimal 40 mg/L. Hasil suspensi ini masih tergolong rendah disebabkan kelas klasifikasi hanya mencapai kelas dua.

Total Suspended Solid hanya mengukur jumlah padatan tersuspensi dalam air yang biasanya digunakan untuk mengevaluasi tingkat sedimentasi dan kondisi perairan. Tahun 2020 hingga 2022 masuk dalam kategori sangat baik atau menunjukkan sangat sedikit partikel tersuspensi dan jumlah padatan tersuspensi masih dalam batas wajar. Aktivitas manusia belum terlalu mempengaruhi kualitas air laut (Restele et al., 2022).

Kelas 1 dan 2 menunjukkan bahwa perairan masih dalam kondisi baik dan sebagian besar penyebabnya masih minim pengaruh manusia. Kawasan ini juga memiliki kontrol pencemaran yang relatif baik disebabkan hasil persebaran TSS yang tidak memasuki kategori tinggi (Hariyanto & Krisananda, 2019).

Tabel 2. Hasil Total Suspended Solid Tahun 2020

Kelas	TSS (mg/L)	Luas (Ha)
1	<20	578.1291
2	20-40	1571.587
3	40-60	0
4	60-80	0
5	>80	0

Hasil luas (*ha*) pada setiap tahun mengalami fluktuasi. Tahun 2020 pada kelas 1 mencapai 578 (*ha*), 1291 *ha*

menunjukkan perairan bersih namun tidak dominan. Kelas 2 mencapai 1.571 (*ha*), 587 *ha* menunjukkan kondisi sedang lebih dominan dibandingkan kondisi sangat bersih (Tabel 2). Tahun 2021 pada kelas 1 mencapai 57.263 (*ha*), 98 *ha* menunjukkan peningkatan signifikan pada luasan air yang bersih dibandingkan tahun sebelumnya, kemudian pada kelas 2 mencapai 157.703 *ha* menunjukkan perairan pada kondisi sedang mendominasi (Tabel 3). Tahun 2022 hanya mencapai kelas 1 dengan luas 2.149,67 *ha* menunjukkan penurunan luas sangat bersih dibandingkan tahun sebelumnya (Tabel 4).

Tabel 3. Total Suspended Solid Tahun 2021

Kelas	TSS (mg/L)	Luas (Ha)
1	<20	57263.98
2	20-40	157703
3	40-60	0
4	60-80	0
5	>80	0

Tabel 4. Total Suspended Solid Tahun 2022

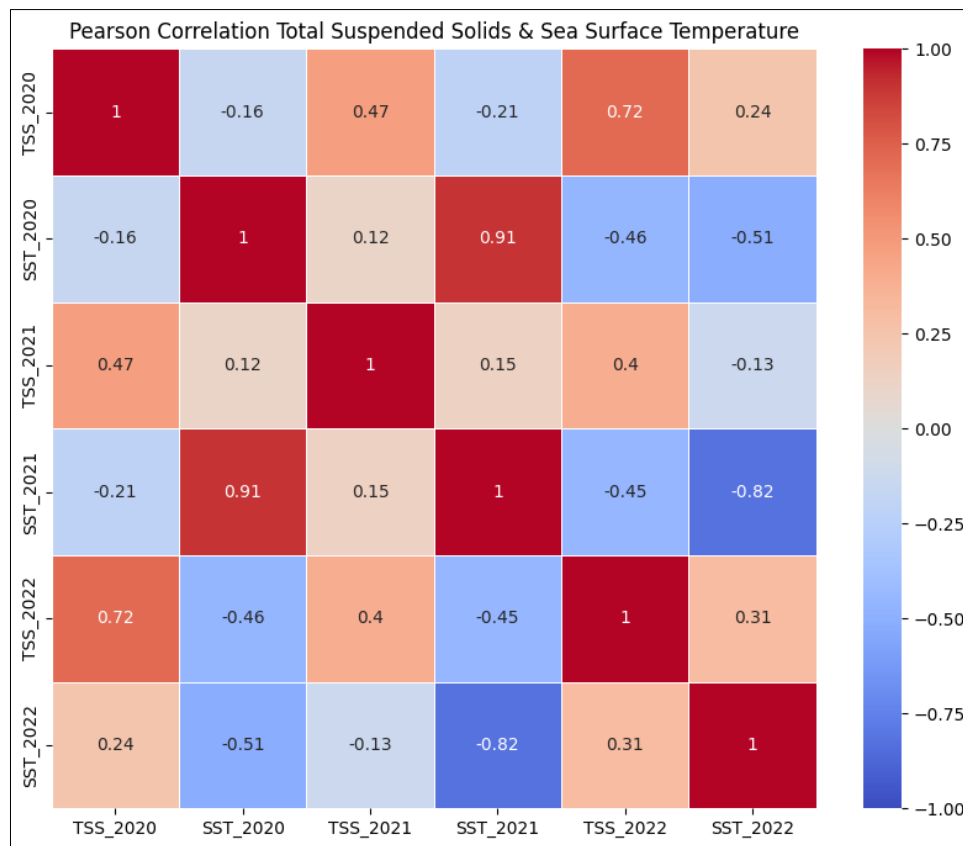
Kelas	TSS (mg/L)	Luas (Ha)
1	<20	2149.67
2	20-40	0
3	40-60	0
4	60-80	0
5	>80	0

Tidak adanya kelas TSS yang lebih tinggi (Tabel 3, 4, 5) menunjukkan bahwa wilayah ini bebas dari pencemaran berat selama tiga tahun berturut-turut. Data TSS dapat digunakan untuk menentukan area yang paling rentan terhadap dampak pencemaran industri, dari hasil pengolahan data dapat diketahui bawah wilayah dengan TSS rendah (kelas 1) dapat diprioritaskan sebagai zona konservasi atau wisata bahari dan wilayah dengan TSS sedang (kelas 2) dapat dioptimalkan untuk aktivitas industri berkelanjutan

dengan pengolahan limbah terpadu (Restele et al., 2022).

Pemanfaatan *Google Earth Engine* memungkinkan pengolahan data historis dan analisis area luas dengan cepat tanpa perlu survei lapangan secara berkala.

Kapasitas spasial yang diberikan GEE lebih luas sehingga mencakup seluruh kawasan pesisir dengan resolusi tinggi dan memungkinkan identifikasi *Sea Surface Temperature* lebih efektif.



Gambar 4. Hasil Korelasi Pearson

Hasil korelasi pearson antara TSS dengan SST setiap tahun mengalami variasi dengan sebagian besar hubungan bersifat lemah hingga sedang (Gambar 4). Korelasi tinggi antara SST tahun 2020 dan 2021 menunjukkan kestabilan suhu permukaan laut pada periode tersebut, tetapi hubungan negatif antara SST tahun 2021 dengan variabel lain menandakan perubahan tren lingkungan yang signifikan. TSS tahun 2020 dan 2022 memiliki hubungan kuat dan menunjukkan kemungkinan adanya faktor lingkungan yang konsisten memengaruhi TSS di kedua tahun ini.

KESIMPULAN

Hasil analisis *Total Suspended Solid* di kawasan Perairan Pengambengan selama periode 2020-2022 menunjukkan perubahan signifikan pada pola pencemaran. Hasil sebaran TSS minimal mencapai 16.1296 mg/L dan nilai maksimal 22.0348 mg/L yang masuk dalam kategori kelas 1 dan 2. Hal ini mencerminkan bahwa aktivitas manusia masih menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi pencemaran, meskipun dalam batas yang terkendali. Tidak adanya kawasan yang masuk ke dalam kelas 3 ke

atas menunjukkan bahwa tingkat pencemaran belum mencapai level kritis.

Data ini dapat digunakan untuk evaluasi pemantauan limbah dari aktivitas industri di Perairan Pengambangan. Hasil analisis ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi area prioritas yang membutuhkan peningkatan infrastruktur pengolahan limbah, seperti instalasi pengolahan air limbah (IPAL) di kawasan industri. Pola TSS ini membantu merancang mitigasi yang sesuai dengan perubahan musiman seperti kontrol erosi saat musim hujan atau pembatasan aktivitas industri di kawasan pesisir tertentu (Hawkins, S. J., Burcharth, H. F., Zanuttigh, B., & Lamberti, 2010).

DAFTAR PUSTAKA

- Aulia Galuh, G. N., Baharuddin, B., & Dewi, I. P. (2024). Analisis Sebaran Total Suspended Solid (Tss) Menggunakan Citra Sentinel 2 Di Perairan Teluk Tamiang Kabupaten Kotabaru. *Marine Coastal and Small Islands Journal - Jurnal Ilmu Kelautan*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.20527/m.v3i1.11760>
- Cao, Z., Shen, M., Kutser, T., Liu, M., Qi, T., Ma, J., Ma, R., & Duan, H. (2022). What water color parameters could be mapped using MODIS land reflectance products: A global evaluation over coastal and inland waters. *Earth-Science Reviews*, 232(November 2021), 104154. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2022.104154>
- Choo, J., Cherukuru, N., Lehmann, E., Paget, M., Mujahid, A., Martin, P., & Müller, M. (2022). Spatial and temporal dynamics of suspended sediment concentrations in coastal waters of the South China Sea, off Sarawak, Borneo: ocean colour remote sensing observations and analysis. *Biogeosciences*, 19(24), 5837–5857. <https://doi.org/10.5194/bg-19-5837-2022>
- Dogliotti, A. I., Ruddick, K. G., Nechad, B., Doxaran, D., & Knaeps, E. (2015). A single algorithm to retrieve turbidity from remotely-sensed data in all coastal and estuarine waters. *Remote Sensing of Environment*, 156, 157–168. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.09.020>
- Hariyanto, T., & Krisananda, H. R. (2019). Pemantauan Perairan Teluk Lamong Dengan Pengembangan Algoritma Total Suspended Solid (Tss) Dari Data Citra Satelit Multitemporal Dan Data Insitu. *Geoid*, 14(2), 69. <https://doi.org/10.12962/j24423998.v14i2.3908>
- Hawkins, S. J., Burcharth, H. F., Zanuttigh, B., & Lamberti, A. (2010). *Environmental design guidelines for low crested coastal structures*. Elsevier.
- Istriyani, I. K., & Hidayah, Z. (2021). Analisa Sebaran Total Suspended Solid (Tss) Menggunakan Data in Situ Dan Citra Sentinel – 2 Multitemporal Di Muara Sungai Bengawan Solo , Gresik Jawa Timur. 2021, 8–9.
- Lim, D. H. S., Matjafri, M. Z., Abdullah, K., & Wong, C. J. (2009). Total Suspended Solids (TSS) Mapping Using ALOS Imagery over Penang Island, Malaysia. *Proceedings of the 2009 6th International Conference on Computer Graphics, Imaging and Visualization: New Advances and Trends, CGIV2009, August*, 503–509. <https://doi.org/10.1109/CGIV.2009.39>
- Poppo, A., Mahendra, S. M., & Sundra, K. I. (2009). Studi Kualitas Perairan Pantai di Kawasan Industri Perikanan, Desa Pengambangan,

- Kecamatan Negara, Kabupaten Jembrana. *Ecotropia*, 3(2), 98–103.
- Restele, L. O., Jaya, L. O. M. G., Muliddin, M., Sabaruddin, L., & Utami, L. N. D. T. (2022). Evaluasi Algoritma Total Suspended Solid (Tss) Pada Citra Sentinel-2 Di Teluk Kendari. *Sebatik*, 26(2), 495–501. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v26i2.2015>
- Riszi Indah Dewi Shara, A. (2019). Analisis Kawasan Minapolitan Di Desa Pengembangan. *Media Komunikasi Geografi*, 19(2), 194–201.
- Ross, A. C., & Stock, C. A. (2019). An assessment of the predictability of column minimum dissolved oxygen concentrations in Chesapeake Bay using a machine learning model. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 221(December 2018), 53–65. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.03.007>
- Science, E. (n.d.). *Spatio-temporal Analysis of Total Suspended Solids Concentration in Porong River Estuary using Sentinel-2 Satellite Imageries*. *Spatio-temporal Analysis of Total Suspended Solids Concentration in Porong River Estuary using Sentinel-2 Satellite Imageries*.
- <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1418/1/012070>
- Setyawati, D. A., Nuzula, N. I., Jayanthi, O. W., Kartika, A. G. D., & Rahayu, E. P. (2023). Pola Persebaran Vertikal dan Horizontal Total Suspended Solid di Perairan Padelegan, Pamekasan. *Buletin Oseanografi Marina*, 12(2), 213–222. <https://doi.org/10.14710/buloma.v12i2.49510>
- Sinaga, M. P., Sianipar, J. B., Simanullang, A. F., Sinaga, G. H. D., & Sianipar, M. S. (2023). TSS (Total Suspended Soil) Analysis Using GEE (Google Earth Engine) Cloud Technology In Sibolga Waters. *Journal of Applied Geospatial Information*, 7(2), 883–890. <https://doi.org/10.30871/jagi.v7i2.5856>
- Suherman, A., & Dault, A. (2009). Dampak Sosial Ekonomi Pembangunan Dan Pengembangan Pelabuhan Perikanan Nusantara (Ppn) Pengembangan Jembrana Bali. *J Saintek Perikanan*, 4(2), 24–32.
- Suherman, A., Mudzakir, A. K., Hadi, D. U., & Lukman Hadi. (2020). Pelabuhan Perikanan Nusantara Pengembangan (Profil dan Kinerja). In *Badan Penerbit Universitas Diponegoro*.