

Perhitungan Mutu Air Laut Di Perairan Sekitar Pembangkit Listrik Tenaga Uap

Eka Wardhani¹, Dhea Alya Hanifa²

^{1,2}Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional, Bandung

*Koresponden email: dheal.ya11@mhs.itenas.ac.id, ekawardhani08@gmail.com

Diterima: 12 Desember 2023

Disetujui: 2 Januari 2024

Abstract

One of the causes of the decline in sea water quality is due to industrial activities near sea waters, one of which is Steam Power Plants where the cooling system activity process of the generating equipment becomes a problem because it is thrown into the sea at high temperatures. Based on this, it is necessary to calculate the status of sea water quality in order to find out whether sea water quality has decreased due to the PLTU's activities. The aim of this research is to determine the quality profile of sea water and determine the impact of activities in the surrounding waters at several monitoring points around the waters of the Steam Power Plant. The way to determine or status method for water quality is with a pollution index based on Decree of the Minister of Environment Number 115 of 2003. Water quality can be assessed based on the classification of pollutant indicators, the pollutant index value around the Steam Power Plant in 2020 Quarter II is 7.86 at the point 6. Meanwhile, in 2021 and 2022 there will be a decline in every quarter and at all points, for determining quality status refers to Minister of the Environment Regulation No. 2003 No. 1115, in 2020 Quarter II, the quality status of sea water around the waters of the Steam Power Plant was included in the moderately polluted category and in both 2021 and 2022 the quality status of sea water around the waters of the Steam Power Plant was included in the lightly polluted category.

Keywords: *cooling water, power plant, thermal pollution, sea temperature, seawater quality standard*

Abstrak

Salah satu penyebab penurunan kualitas air laut disebabkan adanya kegiatan industri di dekat perairan laut salah satunya adalah Pembangkit Listrik Tenaga Uap dimana dari proses kegiatan sistem pendinginan peralatan pembangkit tersebut menjadi masalah karena dibuang ke laut dengan suhu tinggi. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan perhitungan status mutu air laut agar dapat mengetahui apakah kualitas air laut mengalami penurunan akibat kegiatan PLTU tersebut. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui profil kualitas air laut serta menentukan dampak dari aktivitas di perairan sekitar di beberapa titik pemantauan sekitar perairan Pembangkit Listrik Tenaga Uap. Cara penentuan atau metode status mutu air adalah dengan indeks pencemaran berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003. Kualitas air dapat dinilai berdasarkan klasifikasi indikator pencemar, nilai indeks pencemar di sekitar Pembangkit Listrik Tenaga Uap tahun 2020 Triwulan II yaitu sebesar 7,86 di titik 6. Sedangkan pada tahun 2021 dan 2022 mengalami penurunan di setiap Triwulan dan di semua titik, untuk penetapan status mutu mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 2003 No. 115, pada tahun 2020 Trwiulan II status mutu air laut di sekitar perairan Pembangkit Listrik Tenaga Uap termasuk kedalam kategori tercemar sedang dan pada kedua tahun 2021 dan 2022 status mutu air laut di sekitar perairan Pembangkit Listrik Tenaga Uap termasuk kedalam kategori tercemar ringan.

Kata Kunci: *air bahang, air pendingin, pencemaran laut, baku mutu limbah, baku mutu suhu, suhu air laut*

1. Pendahuluan

Mayoritas kegiatan Industri energi terletak di wilayah pesisir dan dirancang untuk memfasilitasi ekstraksi air laut untuk digunakan sebagai air pendingin (*cooling water*). Air pendingin ini menghasilkan limbah berupa air panas (air bahang). Meningkatnya suhu air laut akan menyebabkan peningkatan laju metabolisme organisme dan penurunan konsentrasi oksigen terlarut [5]

Salah satu sektor industri yang mengeluarkan limbah ke laut adalah industri Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). PLTU Banten 2 Labuan merupakan fasilitas pembangkit listrik yang menggunakan tenaga uap. menghasilkan daya 600 MW dengan kapasitas 2x300 MW untuk pasokan energi listrik Jawa-Bali. PLTU Banten 2 Labuan menggunakan sistem pendingin siklus terbuka, di mana air laut disuplai

secara berkelanjutan dan mengalir ke kondensor, menghasilkan limbah (bahang) berupa air yang memiliki suhu lebih tinggi daripada air laut yang kemudian kembali dibuang ke laut melalui saluran outlet [24].

Penurunan kualitas air laut terjadi di sekitar area PLTU Banten 2 Labuan disebabkan oleh pengoperasian unit pembangkit, seperti air limbah bahang. Kegiatan operasional PLTU tersebut menimbulkan dampak terhadap turunnya kualitas perairan dan terganggunya ekosistem perairan. Maka, dalam studi ini, dilakukan evaluasi kualitas air laut di sekitar PLTU Banten 2 Labuan dengan menggunakan metode Indeks Pencemar (IP) [5] [18] [22] agar dapat menentukan upaya pengendalian serta memelihara fungsi air sehingga kualitas air memenuhi standar baku mutu sehingga dapat menghindari pembuangan limbah ke perairan melebihi batas ambang yang telah ditetapkan.

Penelitian sejenis pernah dilakukan sebelumnya di Sungai Donan Cilacap, Jawa Tengah menggunakan metode (IP) dan *Water Quality Indeks* (WQI) [12]. Penentuan Status Mutu Air dengan Metode Indeks Pencemaran dan Strategi Pengendalian Pencemaran Sungai Ogan Kabupaten Ogan [22]. Penelitian terdahulu tentang Studi pola sebaran suhu permukaan laut menggunakan di Perairan PLTU Banten 3 Lontar, Tangerang [20]. Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan profil kualitas air laut serta menentukan dampak dari aktivitas di perairan sekitar di beberapa titik pemantauan sekitar perairan Pembangkit Listrik Tenaga Uap.

Kebaruan penelitian ini yaitu dilakukan di PLTU Banten 2 Labuan dan pemantauan kualitas air laut di Pulau Jawa yang dimana belum adanya penelitian di lokasi tersebut dan belum dilakukannya penentuan status mutu air laut pada daerah tersebut. Manfaat dari penelitian ini meliputi pembentukan dasar untuk mengimplementasikan upaya pengendalian sumber pencemaran dan pemantauan kualitas air laut. Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan status mutu air laut dan profil pemantauan kecerahan, TSS (Total Suspended Solids), dan suhu di sekitar perairan Pembangkit Listrik Tenaga Uap dengan menganalisis parameter sumber pencemar.

2. Metode Penelitian

Metode Pengambilan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data sekunder dan data primer. Data sekunder yang dimanfaatkan adalah data kualitas air laut pada tahun tertentu. 2020-2022 dalam satu tahun dilakukan 4 (kali) pemantauan atau 4 triwulan dan dilakukan di 7 titik pantau data tersebut diperoleh dari PLTU Banten 2 Labuan disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Jadwal Pemantauan di PLTU

Pemantauan	Bulan	Musim
Triwulan I	Januari-Maret	Hujan
Triwulan II	April-Juni	Kemarau
Triwulan III	Juli-September	Kemarau
Triwulan IV	Oktober-Desember	Hujan

Sumber: Monitoring RKL-RPL, 2023

Data Primer diperoleh dari pemantauan pada tahun 2022 di tiga titik pemantauan dilakukan pada tanggal 01 Desember 2022 memasuki pemantauan Triwulan IV. Pemantauan situasi lokasi sampling menggunakan foto udara *drone*.

Metode yang digunakan untuk menentukan status mutu air laut mengacu pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 115 Tahun 2003 [9]. Untuk menghitung status mutu air, dapat digunakan metode Indeks Pencemar (IP), di mana kategori nilai mutu (PIj) dapat dilihat pada referensi tersebut. Dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Penentuan Klasifikasi Status Mutu Air

Indeks	Penilaian
$0 \leq P_{ij} \leq 1$	Memenuhi baku mutu (Kondisi baik)
$1 < P_{ij} \leq 5$	Tercemar ringan
$5 < P_{ij} \leq 10$	Tercemar sedang
$P_{ij} > 10$	Tercemar berat

Sumber: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003

Pemantauan di perairan sekitar PLTU ada 7 titik pemantauan yang dipantau dalam 4 Triwulan (musim) selama 3 (tiga) tahun pemantauan yang dapat dilihat pada **Tabel 3**, peta titik pantau di Pembangkit Listrik Tenaga Uap pada **Gambar 1**, dan peta wilayah yang dipantau pada **Gambar 2**.

Tabel 3. Penentuan Klasifikasi Status Mutu Air

Titik Pantau	Titik Koordinat	Keterangan	Letak Titik Pantau
1	06° 24' 26,7"LS: 105° 48' 33,9"BT	Sebelah Selatan Pulau Popole	Dekat dengan ujung kanal limbah bahang.
2	06° 24' 01,5"LS: 105° 48' 33,9"BT	Sebelah Tenggara Pulau Popole	Berada di jalur kapal tongkang
3	06° 23' 24,5"LS: 105° 47' 49,6"BT	Sebelah Timur Pulau Popole	Dekat dengan ujung kanal limbah bahang dan muara sungai cibama
4	06° 24' 26,9"LS: 105° 47' 59,0"BT	Sebelah Barat Daya Pulau Popole	Berada di jalur kapal tongkang
5	06° 23' 38,4"LS: 105° 48' 08,4"BT	Sebelah Barat Laut Pulau Popole	Berada di jalur kapal tongkang
6	06° 23' 04,3"LS: 105° 48' 21,7"BT	Sebelah Utara Pulau Popole	Berada di jalur kapal tongkang
7	06° 22' 36,0"LS: 105° 49' 02,3"BT	Dekat Perairan Pantai Cigondong	Dekat dengan Muara Sungai Citanggok dan aktivitas pemukiman pantai Cigondong

Sumber: Monitoring RKL-RPL, 2023



Gambar 1. Peta Titik Pemantauan Air Laut di Perairan Sekitar PLTU Banten 2 Labuan

3. Hasil dan Pembahasan

a. Analisa Status Mutu air

Hasil perhitungan kualitas air dengan menggunakan metode IP menunjukkan bahwa di sekitar PLTU Banten 2 Labuan pada tahun 2020, 2021, dan 2022, status mutu air laut berfluktuasi. Pada tahun 2020, Indeks Pencemaran menunjukkan bahwa air laut masuk dalam kategori tercemar sedang ($5 < Pij \leq 10$), sementara pada tahun 2021 dan 2022, status mutu air laut termasuk dalam kategori tercemar ringan ($1 < Pij \leq 5$). Penilaian ini mengacu pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Penetapan Status Mutu Air [9]. Hasil status mutu air di perairan sekitar PLTU dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 4. Status Mutu Air Laut Metode Indeks Pencemar

Tahun	Titik Pemantauan	Nilai Indeks Pencemaran				Indeks
		Triwulan I	Triwulan II	Triwulan III	Triwulan IV	
2020	1	1,26	7,70	1,02	0,94	0 ≤ Pij ≤ 1 (Memenuhi Baku mutu)
	2	2,23	7,81	1,80	7,11	
	3	3,74	7,27	5,81	1,99	
	4	3,71	5,68	0,87	1,66	
	5	2,87	7,03	1,35	0,55	
	6	2,20	7,86	0,69	0,58	
	7	3,71	7,28	1,24	1,70	
2021	1	1,00	0,86	1,00	0,67	1 < Pij ≤ 5 (Tercemar Ringan)
	2	1,00	0,53	0,54	0,48	
	3	0,65	0,72	0,51	0,65	
	4	0,51	0,86	0,53	0,61	
	5	0,51	0,50	0,59	0,47	
	6	1,12	0,72	0,43	0,24	
	7	0,52	0,57	0,43	0,16	
2022	1	0,67	1,57	0,73	0,72	5 < Pij ≤ 10 (Tercemar Sedang)
	2	0,57	0,87	0,55	0,69	
	3	0,87	0,52	0,87	0,57	
	4	0,51	0,86	0,86	0,72	
	5	0,72	0,99	0,84	0,76	
	6	0,51	1,44	0,73	0,68	
	7	0,56	1,12	0,88	0,67	

Keterangan:

- Memenuhi Bakumutu
- Tercemar Ringan
- Tercemar Sedang

Ketujuh titik yang dipantau pada tahun 2021 hingga 2022 rata-rata mengalami penurunan status mutu air. Perbedaan hasil perhitungan status mutu air antara tahun 2020 dan 2021-2022 dapat disebabkan oleh penurunan nilai parameter-parameter tertentu yang tidak memenuhi standar baku mutu. Beberapa parameter yang mengalami penurunan tersebut antara lain, Kecerahan, TSS, Suhu, Hidrokarbon Total, Senyawa Fenol Total, PCB (popoliklor bifenil), Surfaktan (deterjen), Raksa (Hg), Kadmium Terlarut (Cd), dan Timbal terlarut (Pb). Meningkatnya beberapa parameter tersebut kemungkinan berasal dari kegiatan PLTU Banten 2 Labuan dan faktor penyumbang lainnya seperti Sungai Cibama [7] [21] dan aktivitas kegiatan di sekitar pantai yang berada di dekat PLTU.

Hal ini juga bisa dipengaruhi oleh Kadar garam dalam air laut mengalami fluktuasi yang disebabkan oleh proses pertambahan dan pengurangan molekul-molekul air melalui penguapan dan hujan [23]. Oleh karena itu nilai status mutu air mengalami peningkatan serta penurunan karena parameter-parameter kualitas air yang di pantau tidak sesuai dengan standar baku mutu [2]. Dalam beberapa tahun pemantauan kualitas air laut ada parameter yang melebihi baku mutu secara berturut-turut yaitu Kecerahan, TSS, dan Suhu. Ada perbaikan kualitas air laut pada tahun 2021-2022 sehingga mengalami penurunan nilai status mutu yang memenuhi baku mutu. Hal ini disebabkan karena adanya Upaya pengendalian [8] seperti *dredging* yaitu kegiatan pengambilan material atau sedimen seperti (tanah, batu, lumpur atau pasir) untuk menghilangkan polutan dan meningkatkan kualitas perairan laut. Upaya pengendalian dan penanganan lainnya yang telah dilakukan PLTU Banten 2 Labuan seperti memasang *belt conveyor* untuk membawa abu batubara ke tempat penampungan *coal bunker*, memasang *silt screen* dan membuat tempat penampungan pada tepi kapal tongkang yang membawa batubara untuk menghalau sedimen.

Tabel 5. Perbandingan Penelitian Status Mutu Air Laut

Lokasi	Mutu Air	Sumber
Perairan di sekitar PLTU Banten 2 Labuan	Tercemar Sedang hingga memenuhi baku mutu	Hasil Penelitian, 2023
Perairan di sekitar PLTU Suralaya	Tercemar Sedang hingga memenuhi baku mutu	Syifa Amalia, 2022 [1]
Pulau Baai Kota Bengkulu	Tercemar Ringan	Putri, 2021[17]
Perairan Pesisir Timur Kota Surabaya	Tercemar Ringan	Kurniawan, et al 2019 [2]

Perbandingan mutu air laut di PLTU Banten 2 Labuan dengan penelitian lain yaitu di PLTU Banten 2 Labuan termasuk dalam kategori tercemar sedang hingga memenuhi baku mutu, terjadi penurunan dan memenuhi baku mutu pada PLTU Banten 2 Labuan telah dilakukan Upaya pengendalian atau penanganan sama seperti perairan laut di sekitar PLTU Suralaya termasuk kategori tercemar sedang hingga memenuhi baku mutu, di Pulau Baai Kota Bengkulu termasuk dalam kategori tercemar ringan dan Perairan Pesisir Timur Kota Surabaya Perairan termasuk dalam kategori tercemar ringan.

b. Pemantauan Profil Kecerahan

Kecerahan air adalah indikator kejernihan suatu perairan yang menentukan sejauh mana lapisan produktif dapat terlihat. Penurunan kecerahan air dapat mengakibatkan pengurangan kemampuan fotosintesis tumbuhan air. Selain itu, hal tersebut juga dapat mempengaruhi aktivitas fisiologi biota air. Dalam konteks ini, penambahan bahan suspensi ke dalam perairan dapat menyebabkan penurunan kecerahan air [17]. Meningkatnya nilai kecerahan diakibatkan berasal dari kegiatan pengerukan (*dredging*) [1] dan pengangkutan atau pembongkaran batu bara yang dilakukan PLTU Banten 2 Labuan [25].

Hasil pemantaun profil kecerahan Triwulan I di 7 titik pemantauan dalam 3 tahun pemantauan 4 (empat) Triwulan pada semua titik memenuhi baku mutu yang ditentukan yaitu >5m (**Gambar 2**). Hasil pemantauan parameter kecerahan pada Triwulan I berkisar antara (1-4m) dengan nilai rata-rata sebesar (2,8m). Saat pemantauan sudah memasuki musim hujan yang menyebabkan ketidakjernihan air yang rendah dapat disebabkan oleh banyaknya suplai sedimen secara alami, bersamaan dengan partikel yang tersuspensi dan terlarut, serta masuknya bahan organik melalui aliran Run Off yang terbawa arus [19].

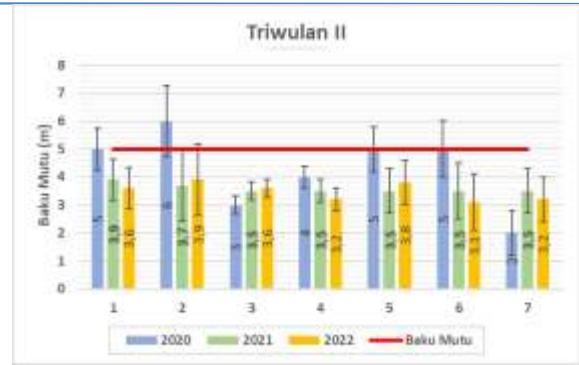
Hasil pemantaun profil kecerahan Triwulan II di 7 titik pemantauan dalam 3 tahun pemantauan 4 (empat) Triwulan pada tahun 2020 mengalami peningkatan dan melebihi baku mutu [Haerudin & Putra, 2019] yang ditentukan yaitu >5m sedangkan pada tahun 2021 dan 2022 mengalami penurunan (**Gambar 3**). Hasil pemantauan parameter kecerahan pada Triwulan II berkisar antara (2-6m) dengan nilai rata-rata sebesar (3,8m). pada titik 2 mengalami peningkatan hal ini dikarenakan titik 2 berada di jalur kapal tongkang terdapat kapal yang membawa batu bara berlalu lalang setiap waktu sehingga terdapat kemungkinan adanya ceceran batubara yang masuk ke perairan laut, saat pemantauan sudah memasuki musim kemarau peralihan dimana masih terjadi hujan di samping itu kondisi arus dan gelombang laut yang tidak menentu arah alirannya dapat menyebabkan tingkat kecerahan menjadi tinggi [6] [19].

Hasil pemantauan profil kecerahan Triwulan III di 7 titik pemantauan dalam 3 tahun pemantauan 4 (empat) Triwulan pada semua titik memenuhi baku mutu yang ditentukan yaitu >5m (**Gambar 2**). Hasil pemantauan parameter kecerahan pada Triwulan III berkisar antara (2-3,8m) dengan nilai rata-rata sebesar (2,9m). Saat pemantauan sudah memasuki musim kemarau namun masih terdapat hujan yang dimana dari aliran Sungai dan *Run Off* dari dantan membawa sedimen maupun material organik dan anorganik ke perairan laut [6][19].

Hasil pemantaun profil kecerahan Triwulan IV di 7 titik pemantauan dalam 3 tahun pemantauan 4 (empat) Triwulan pada semua titik memenuhi baku mutu yang ditentukan yaitu >5m (**Gambar 2**). Hasil pemantauan parameter kecerahan pada Triwulan IV berkisar antara (1-3,5m) dengan nilai rata-rata sebesar (2,7m). Saat pemantauan sudah memasuki musim hujan sehingga tingkat kecerahan air yang rendah disebabkan oleh adanya suplai sedimen secara alami, bersama dengan partikel yang tersuspensi dan terlarut, serta bahan organik yang masuk melalui aliran Run Off yang terbawa arus [6] [19].



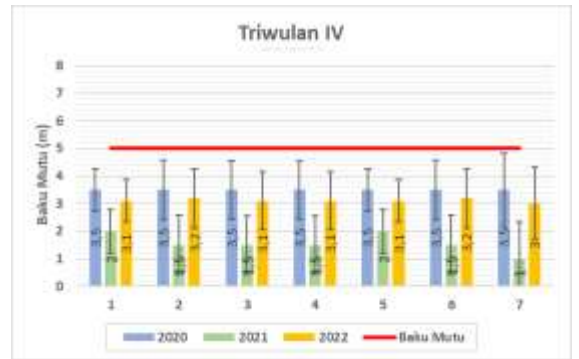
Gambar 2. Triwulan I



Gambar 3. Triwulan II



Gambar 4. Triwulan III



Gambar 5. Triwulan IV

Tabel 6. Perbandingan Penelitian Parameter Kecerahan

Lokasi	Kecerahan	Sumber
Perairan Laut di sekitar PLTU Banten 2 Labuan	Nilai pemantauan tertinggi kecerahan yaitu tahun 2020 Triwulan II (2) yaitu 6 m. Sedangkan pengukuran terendah pada tahun 2021 Triwulan III (1 sampai 7) dan tahun 2021 Triwulan IV (7) yaitu 1 m	Hasil Penelitian, 2023
Perairan Laut Desa Jikumerasa	Nilai kecerahan perairan berada dalam kisaran antara 3 hingga 8,5 meter.	Umasugi, 2021 [27]
Perairan di sekitar PLTU Sumuradem Kabupaten Indramayu Jawa Barat	Rata-rata pengukuran yaitu 1,45 m.	Putri dan Sahara, 2021[17]
Perairan Distrik Depapre, Jayapura	Tingkat kecerahan air laut bervariasi dalam rentang antara 2 hingga 13 meter.	Hamuna, 2018 [4]

Perbandingan mutu air laut di PLTU Banten 2 Labuan dengan penelitian lain yaitu di PLTU Banten 2 Labuan nilai tertinggi didapat 6m dan nilai terendah didapat 1m nilai di PLTU Bnten 2 Labuan terbilang rendah jika dibandingkan dengan Perairan Laut Desa Jikumerasa dan Perairan Distrik Depapre Jayapura. Rendahnya tingkat kecerahan di PLTU Banten 2 Labuan ini penyebab tingkat kecerahan air yang rendah adalah banyaknya suplai sedimen secara alami, bersama dengan partikel yang tersuspensi dan terlarut, serta bahan organik dan anorganik yang masuk melalui aliran *Run Off* dari daratan.

c. Pemantauan Profil TSS

Zat Padat Tersuspensi (TSS) merujuk pada bahan-bahan yang terdapat dalam bentuk tersuspensi dalam air. Ini melibatkan padatan anorganik seperti lumpur, lempung, dan komponen tanah lainnya yang umum ditemukan dalam air permukaan. Selain itu, padatan tersuspensi juga mencakup bahan organik seperti serat tumbuhan (sell alga, lbakteri, ldll), sebagaimana disebutkan dalam referensi [16] [29]. Terdapat juga padatan geologi seperti pasir halus dan partikel kecil yang disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi dan dapat terbawal oleh aliran lair. Meningkatnya nilai TSS diakibatkan berasal dari

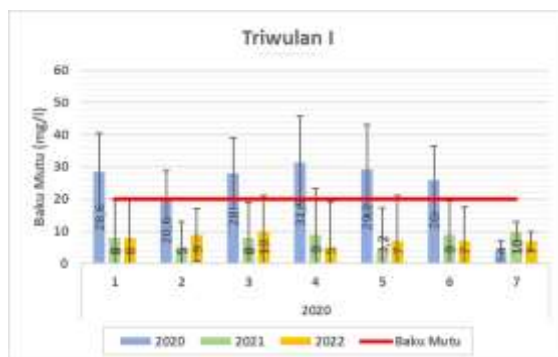
kegiatan pengerukan (*dredging*) [1] dan pengangkutan atau pembongkaran batu bara yang dilakukan PLTU Banten 2 Labuan.

Hasil pemantauan profil TSS Triwulan I di 7 titik pemantauan dalam 3 tahun pemantauan 4 (empat) Triwulan pada tahun 2020 mengalami peningkatan dan tidak memenuhi standar baku mutu yang ditentukan yaitu 20 mg/L, sedangkan pada tahun 2021 dan 2022 mengalami penurunan (**Gambar 6**). Hasil pemantauan parameter kecerahan pada Triwulan I berkisar antara (3,2-31,5 mg/L) dengan nilai rata-rata sebesar (13 mg/L). Meningkatnya nilai TSS pada tahun 2020 kemungkinan diakibatkan adanya kontribusi pencemaran berupa cecceran abu batubara yang berasal dari kapal [1] sehingga terbawa arus dan ombak juga dipengaruhi oleh musim dimana Triwulan I sedang dalam musim hujan yang dapat membuat tingkat zat padat tersuspensi meningkat [19].

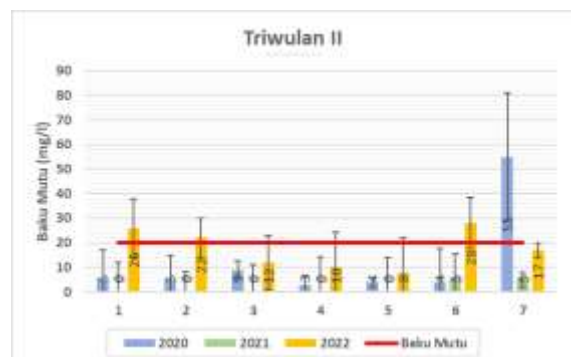
Hasil pemantauan profil TSS Triwulan II di 7 titik pemantauan dalam 3 tahun pemantauan 4 (empat) Triwulan II pada tahun 2020 dan 2022 mengalami peningkatan di beberapa titik dan tidak memenuhi standar baku mutu yang ditentukan yaitu 20 mg/L, sedangkan pada tahun 2021 mengalami penurunan (**Gambar 7**). Hasil pemantauan parameter kecerahan pada Triwulan I berkisar antara (3-55 mg/L) dengan nilai rata-rata sebesar (13,6 mg/L). Meningkatnya nilai TSS pada tahun 2020 dan 2022 kemungkinan diakibatkan adanya kontribusi pencemaran berupa cecceran abu batubara yang berasal dari kapal [1] sehingga terbawa arus dan ombak. Pada Tahun 2020 Triwulan II titik 7 mengalami peningkatan karena pada Trwiulan II sudah memasuki musim peralihan namun masih terjadi hujan yang mengakibatkan adanya erosi tanah sehingga meningkatnya Zat Padat Tersuspensi pada perairan laut [7].

Hasil pemantauan profil TSS Triwulan III di 7 titik pemantauan dalam 3 tahun pemantauan 4 (empat) Triwulan pada semua titik memenuhi standar baku mutu yang telah ditentukan yaitu 20 mg/L (**Gambar 8**), Hasil pemantauan parameter kecerahan pada Triwulan III berkisar antara (3-13 mg/L) dengan nilai rata-rata sebesar (5,6 mg/L). Saat pemantauan sudah memasuki musim kemarau angin yang cenderung lemah dapat menyebabkan permukaan laut menjadi tenang sehingga tidak terjadinya peningkatan karena tidak adanya persebaran padatan organik ataupun anorganik yang terbawa arus atau gelombang laut pada semua titik [11]

Hasil pemantauan profil TSS Triwulan IV di 7 titik pemantauan dalam 3 tahun pemantauan 4 (empat) Triwulan pada tahun 2020 mengalami peningkatan dan tidak memenuhi standar baku mutu yang telah ditentukan yaitu 20 mg/L, sedangkan pada tahun 2021 dan 2022 mengalami penurunan (**Gambar 9**). Hasil pemantauan parameter kecerahan pada Triwulan IV berkisar antara (3-62 mg/L) dengan nilai rata-rata sebesar (18 mg/L). Meningkatnya nilai TSS pada tahun 2020 karena kegiatan yang dilakukan di sekitar PLTU Banten 2 Labuan seperti berlalu lalang nya kapal tongkang yang membawa batubara sehingga menyebabkan cecceran abu batubara dan aliran yang berasal dari Sungai Cibama serta pengaruh musim [28] [30] dimana pada Triwulan IV sudah memasuki musim hujan sehingga Padatan anorganik, seperti lumpur, lempung, dan komponen tanah lainnya, umumnya ditemukan dalam air permukaan. Ini mencakup partikel-partikel kecil yang terdiri dari bahan-bahan mineral dan non-organik. Lumpur dan lempung sering kali berasal dari endapan material yang terbawa oleh aliran air dan kemudian mengendap di dasar perairan terbawa badan air sehingga Zat Padat Tersuspensi meningkat.



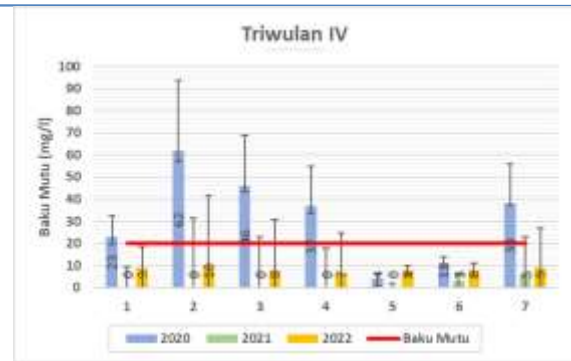
Gambar 6. Triwulan I



Gambar 7. Triwulan I



Gambar 8. Triwulan I



Gambar 9. Triwulan I

Tabel 7. Perbandingan Penelitian Parameter TSS

Lokasi	Konsentrasi TSS	Sumber
Perairan Laut di sekitar PLTU Banten 2 Labuan	Hasil pemantauan Pada triwulan IV tahun 2020, konsentrasi tertinggi dari suatu parameter tertentu mencapai 62 mg/L.. Sedangkan pemantauan terendah pada Tahun 2021 Triwulan II (1,2,3,4,5, dan 6) yaitu 3 mg/L	Hasil Penelitian, 2023
Perairan Pantai Labuhan Haji	Hasil Pemantauan pada stasiun 1 sampai 5 menunjukkan kisaran konsentrasi antara 83,3 hingga 89,1 mg/L. Sementara itu, pada stasiun 6 sampai 10 yaitu (80,1-81,7)mg/L.	Haerudin dan Putra, 2019 [3]
Perairan laut di Pelabuhan Waingapu-Alor Sumba Timur	Hasil pemantauan pada A1 (67,94 mg/l), A2 (78,68 mg/l) dan A3 (74,48 mg/l).	Siburian et al, 2017 [23]

Perbandingan mutu air laut di PLTU Banten 2 Labuan dengan penelitian lain, di PLTU Banten 2 Labuan konsentrasi TSS tertinggi sebesar 62 mg/L sedangkan terendah sebesar 3 mg/L, nilai di PLTU Banten 2 Labuan terbilang rendah jika dibandingkan dengan Perairan Pantai Labuhan Haji dan Perairan laut di Pelabuhan Waingapu -Alor Sumba Timur. Tingginya nilai TSS disebabkan perubahan karena terdapat penambahan zat padat, baik berupa bahan organik maupun anorganik, ke dalam perairan terutama terjadi saat musim hujan dan peralihan musim. Hal ini disebabkan oleh erosi tanah yang terjadi, seperti yang teramati pada pemantauan Triwulan I dan IV. Penambahan ini dapat meningkatkan tingkat kekeruhan air, yang pada gilirannya dapat menghambat penetrasi cahaya matahari ke dalam badan air. Kekurangan penetrasi cahaya matahari ini dapat mempengaruhi proses fotosintesis dan keseimbangan ekosistem perairan.

d. Pemantauan Profil Suhu

Suhu perairan memegang peranan krusial dalam mendukung kehidupan organisme di perairan. Suhu memiliki dampak yang signifikan terhadap kehidupan dan pertumbuhan biota air. Perubahan suhu permukaan dapat mempengaruhi proses fisik, kimia, dan biologi di dalam perairan tersebut [15].

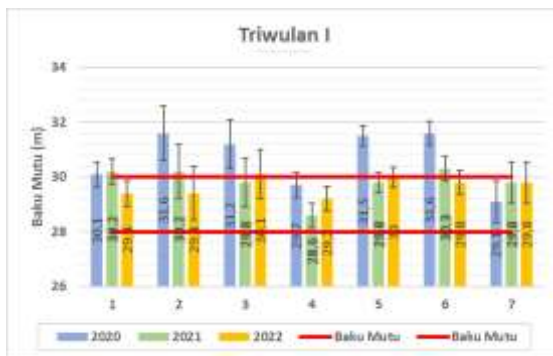
Hasil pemantauan profil suhu Triwulan I di 7 titik pemantauan dalam 3 tahun pemantauan 4 (empat) Triwulan terdapat beberapa titik melebihi baku mutu. Hasil pemantauan pada tahun 2020, 2021, dan 2022 triwulan I hampir di semua titik tidak memenuhi baku mutu yang telah ditentukan yaitu 28-30°C (**Gambar 10**). Hasil pemantauan parameter temperature pada Triwulan I berkisar antara (28,6-31,6) °C dengan nilai rata-rata sebesar 30,1°C saat pemantauan sudah memasuki musim hujan dimana buangan limbah bahang dengan debit yang besar akan terbawa arus dan gelombang laut yang menyebar ke perairan laut, [24] untuk pemantauan di titik 2, 5, 6 dan 7 karena berada di perairan laut diluar jalur arus panas yang seharusnya temperature lebih rendah tetapi karena adanya arus dan gelombang laut yang tidak menentu arah alirannya dapat menyebabkan temperature menjadi tinggi [26].

Hasil pemantauan profil suhu Triwulan II di beberapa titik tidak memenuhi baku mutu yang ditentukan yaitu 28-30°C (**Gambar 11**). Hasil pemantauan parameter temperature pada Triwulan II berkisar antara (28,3-30,6) °C dengan nilai rata-rata sebesar 29,8°C pada saat pemantauan sudah memasuki musim kemarau peralihan, dalam Triwulan II terdapat penurunan dari Triwulan sebelumnya,

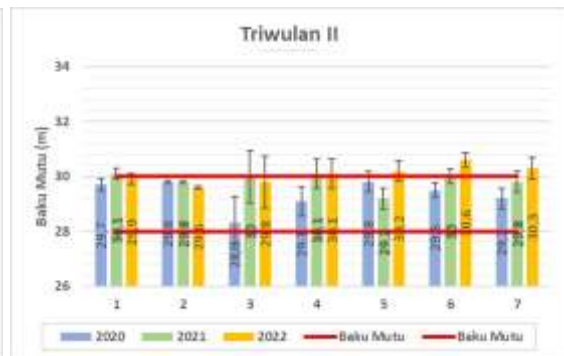
untuk pemantauan di titik 6 dan 7 karena berada di perairan laut diluar jalur arus panas yang seharusnya temperature lebih rendah tetapi karena adanya arus dan gelombang laut yang tidak menentu arah alirannya dapat menyebabkan temperature menjadi tinggi [26].

Hasil pemantaun profil suhu Triwulan III terdapat di beberapa titik tidak memenuhi baku mutu yang ditentukan yaitu 28-30°C namun ada beberapa titik yang memenuhi baku mutu (**Gambar 12**). Hasil pemantauan parameter temperature pada Triwulan III berkisar antara (28,6-30,8) °C dengan nilai rata-rata sebesar 30°C pada saat pemantauan sudah memasuki musim kemarau, dalam Triwulan III pada titik 3 dan 1 yang melebihi baku mutu disebabkan karena berada 100 m dari keluarnya air bahang PLTU Banten 2 Labuan sehingga temperature perairan menjadi tinggi [24].

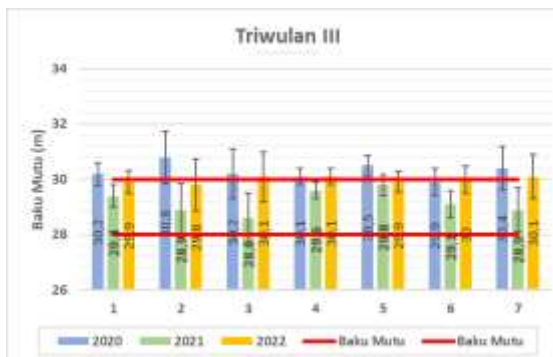
Hasil pemantaun profil suhu Triwulan IV terdapat di beberapa titik tidak memenuhi baku mutu yang ditentukan yaitu 28-30°C namun ada beberapa titik yang memenuhi baku mutu (**Gambar 13**). Hasil pemantauan parameter temperature pada Triwulan IV berkisar antara (27,9-30) °C dengan nilai rata-rata sebesar 28,7°C pada saat pemantauan sudah memasuki musim hujan, dalam Triwulan IV mengalami peningkatan pada tahun 2022 pada titik 3 dan 1 yang melebihi baku mutu disebabkan karena berada 100 m dari keluarnya air bahang PLTU Banten 2 Labuan sehingga temperature perairan menjadi tinggi [25].



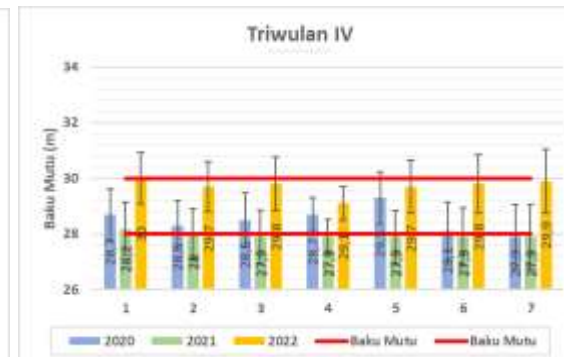
Gambar 10. Triwulan I



Gambar 11. Triwulan II



Gambar 12. Triwulan III



Gambar 13. Triwulan IV

Tabel 8. Perbandingan Penelitian Parameter Suhu

Lokasi	Temperatur	Sumber
Perairan Laut di sekitar PLTU Banten 2 Labuan	Hasil pemantauan tertinggi yaitu pada tahun 2020 Triwulan I (2 & 6) yaitu 31,6°C sedangkan konsentrasi terendah yaitu pada tahun 2020 Triwulan IV (7) yaitu 27,9°C	Hasil Penelitian, 2023
PLTU Teluk Sepang Kota Bengkulu	Suhu perairan sebelum adanya PLTU yaitu (28,0-29,0)°C dan adanya PLTU yaitu (29,7-33,4)°C.	Lizaidiawati, et al 2021[11]
PLTU Kuala Tungkal Jambi	Sebaran air bahang, dengan perbedaan temperatur terhadap suhu air ambien (ΔT) yang lebih besar dari 2°C, terjadi sekitar 45 meter ke arah timur dari lokasi outfall.	Wibowo dan Asvaliantina , 2018 [31]

Lokasi	Temperatur	Sumber
Perairan Laut di Pelabuhan Waingapu-Akir Sumba Timur	Suhu air di lokasi pengamatan dikategorikan sebagai baik dan berada dalam kisaran suhu normal yang umum. Berada pada kisaran (29,8-30,5)°C.	Sibirian et al, 2017 [23]

Perbandingan mutu air laut di PLTU Banten 2 Labuan dengan penelitian lain, di PLTU Banten 2 Labuan nilai suhu tertinggi sebesar 31,6°C sedangkan terendah sebesar 27,9°C, nilai di PLTU Banten 2 Labuan terbilang rendah jika dibandingkan dengan PLTU Teluk Sepang Kota Bengkulu dan PLTU Kuala Tungkal Jambi. Tingginya nilai suhu di lokasi ini disebabkan karena adanya pengaruh temperatur air bahang yang dibuang ke laut.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa status mutu air laut di perairan sekitar Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Banten 2 Labuan termasuk ke dalam kategori tercemar sedang pada tahun 2020 dan termasuk kategori tercemar ringan pada tahun 2021 dan 2022. Pada tahun 2020 Triwulan II hampir di setiap titik mengalami peningkatan pada titik 6 didapat nilai IP sebesar 7,86. Pada Tahun 2021 dan 2022 mengalami penurunan di setiap Triwulan dan titik pantau. Hal ini diakibatkan karena aktivitas kegiatan operasional PLTU Banten 2 Labuan seperti proses *dredging*, proses bongkar muat batu bara dan membuang limbah bahang ke perairan laut dengan debit yang besar akan terbawa arus dan gelombang laut sehingga menyebar ke perairan laut serta pengaruh musim yang dapat mengakibatkan Kadar garam dalam air laut mengalami fluktuasi yang disebabkan oleh pertambahan dan pengurangan molekul-molekul air melalui proses penguapan dan hujan.. Serta penyumbang dampak lainnya seperti Sungai Cibama. Oleh karena itu nilai status mutu air mengalami peningkatan serta penurunan karena parameter-parameter kualitas air yang dipantau tidak memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan.

5. Daftar Pustaka

- [1] Amalia, S., & Wardhani, E. (n.d.). *Dampak Penimbunan Batu Bara Terhadap Kualitas Air Tanah*. <https://doi.org/10.26760/rekakarya.v2i1.55-65>
- [2] Guntur, G., Yanuar, A. T., Sari, S. H. J., & Kurniawan, A. (2017). Analisis kualitas perairan berdasarkan metode indeks pencemaran di Pesisir Timur Kota Surabaya. *Depik*, 6(1), 81–89. <https://doi.org/10.13170/depik.6.1.5709>
- [3] Haerudin, H., & Putra, A. M. (2019). Analisis Baku Mutu Air Laut Untuk Pengembangan Wisata Bahari di Perairan Pantai Labuhan Haji Kabupaten Lombok Timur. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu Dan Pendidikan Geografi*, 3(1), 13. <https://doi.org/10.29408/geodika.v3i1.1473>
- [4] Hamuna, B., Tanjung, R. H., Maury, H. K., Alianto, dan, & Ilmu Kelautan dan Perikanan, J. (2018). *Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Di Perairan Distrik Depapre, Jayapura*. 16, 35–43. <https://doi.org/10.14710/jil.16.135-43>
- [5] Hermawan, Y. I., & Wardhani, E. (2021). Status Mutu Air Sungai Cibeureum, Kota Cimahi. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 8(1), 28–41. <https://doi.org/10.21776/ub.jjal.2021.008.01.4>
- [6] Indrayana, R., Yusuf, M., Rifai, A., Ilmu Kelautan, J., Perikanan dan Ilmu Kelautan, F., Diponegoro Jl Soedharto, U. H., & Semarang, T. (2014). *Pengaruh Arus Permukaan Terhadap Sebaran Kualitas Air Di Perairan Genuk Semarang* (Vol. 3, Issue 4). <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jose.50275Telp/Fax>
- [7] Juniarti, E., & Harlianto Jurusan Fisika FMIPA Universitas Bengkulu, B. (2021). Sebaran Kualitas Air Laut Di Perairan Sekitar Pltu Teluk Sepang Kota Bengkulu Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia. In *Journal of Physics* (Vol. 2, Issue 1). <https://www.ejournal.unib.ac.id/index.php/nmj>
- [8] Keputusan Kepala Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Banten Nomor : 902/Kep.0081/DLHK/IV/2021 tentang Rekomendasi Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Upaya Pemantauan Lingkungan Hidup (UKL-UPL)
- [9] Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Penetapan Status Mutu Air.
- [10] Laporan monitoring RKL-RPL PLTU Banten 2 Labuan.
- [11] Lizalidiawati, L., Juniarti, E., & Harlianto, B. (2021). Sebaran Kualitas Air Laut Di Perairan Sekitar Pltu Teluk Sepang Kota Bengkulu Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia. *Newton-Maxwell Journal of Physics*, 2(1), 27–34. <https://doi.org/10.33369/nmj.v2i1.15256>

- [12] Mukti, G. T., Prayogo, T. B., & Haribowo, R. (2021). Studi Penentuan Status Mutu Air dengan Menggunakan Metode Indeks Pencemaran dan Metode Water Quality Index (WQI) Di Sungai Donan Cilacap, Jawa Tengah. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 1(1), 238–251. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2021.001.01.21>
- [14] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- [15] Peter, E., Telussa, R. F., & Rahmani, U. (2022). Pola Perubahan Suhu Permukaan Laut Akibat Air Bahang PLTU Lontar Di Perairan Kronjo Tangerang. *Jurnal Ilmiah Satya Minabahari*, 7(2), 12–19. <https://doi.org/10.53676/jism.v7i2.132>
- [16] Prasiwi, I., & Wardhani, E. (2018). Analisis Hubungan Kualitas Air Terhadap Indeks Keanekaragaman Plankton dan Bentos Di Waduk Cirata. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 2(3). <https://doi.org/10.26760/jrh.v2i3.2510>
- [17] Putri, D. A., & Sahara, L. (2021). Pengaruh Limbah Air Panas Pada Kualitas Hasil Tangkapan Di Perairan Laut Di Sekitar PLTU Sumuradem Kabupaten Indramayu, Jawa Barat. *Saintek Perikanan : Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 17(4), 262–270. <https://doi.org/10.14710/ijfst.17.4.262-270>
- [18] Rafianto, M. V., & Wardhani, E. (2021). Peningkatan Status Mutu Sungai Cimahi dengan Penyusunan Rencana Induk Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik. *Jurnal Serambi Engineering*, 6(2). <https://doi.org/10.32672/jse.v6i2.2893>
- [19] Rahmawan, G., & Wisna, U. (2020). Pemetaan Morfologi Dasar Perairan dan Pola Arus Pasang Surut di Teluk Bungus, Kota Padang. *Jurnal Segara*, 16, 175. <https://doi.org/10.15578/segara.v16i3.9052>
- [20] Ramdhani, G. P., Kunarso, K., Rifai, A., Satriadi, A., & Ismunarti, D. H. (2021). Studi Pola Sebaran Suhu Permukaan Laut Menggunakan Citra Landsat 8 TIRS di Perairan PLTU Banten 3 Lontar, Tangerang. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(4), 388–399. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v3i4.12415>
- [21] Saraswati, N. L. G. R. A., Arthana, I. W., & Hendrawan, I. G. (2017). Analisis Kualitas Perairan Pada Wilayah Perairan Pulau Serangan Bagian Utara Berdasarkan Baku Mutu Air Laut. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 3(2), 163. <https://doi.org/10.24843/jmas.2017.v3.i02.163-170>
- [22] Sari, E. K., & Wijaya, O. E. (2019). Penentuan Status Mutu Air Dengan Metode Indeks Pencemaran Dan Strategi Pengendalian Pencemaran Sungai Ogan Kabupaten Ogan Komering Ulu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(3), 486. <https://doi.org/10.14710/jil.17.3.486-491>
- [23] Siburian, R., Simatupang, L., & Bukit, M. (2017). Analisis Kualitas Perairan Laut Terhadap Aktivitas Di Lingkungan Pelabuhan Waingapu-Alor Sumba Timur. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 23(1), 225. <https://doi.org/10.24114/jpkm.v23i1.6639>
- [24] Sitinjak, D. F., P, A. A. D. S., & Helmi, M. (2017). Sebaran Suhu Permukaan Laut Akibat Air Bahang Berdasarkan Analisa Citra Satelit Landsat-8 Di Perairan PLTU Labuhan Angin Sibolga, Sumatera Utara. *Jurnal Oseanografi*, 6(1).
- [25] Subardjo, P., Ario, R., & Handoyo, G. (2016). Pola Persebaran Limbah Air Panas PLTU Di Kolam Pelabuhan Tambak Lorok Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 19(1), 48. <https://doi.org/10.14710/jkt.v19i1.600>
- [26] Surinati, D., & Marfatah, M. R. (2019). Pengaruh Faktor Hidrodinamika Terhadap Sebaran Limbah Air Panas Di Laut. *OSEANA*, 44(1), 26–37. <https://doi.org/10.14203/oseana.2019.Vol.44No.1.29>
- [27] Umasugi, S., Ismail, I., Studi Budidaya Perairan, P., & Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Iqra Buru, F. (2021). *Kualitas Perairan Laut Desa Jikumerasa Kabupaten Buru Berdasarkan Parameter Fisik, Kimia Dan Biologi* (Vol. 8, Issue 1).
- [28] Wardhani, E., Fitriani, N. A., Vania Gary Apsari, V., Kamilah Kusnadi, F., & Insyirah Rachmanita, F. (2023). Analysis of Lake Water Quality in Cimahi City, West Java Province. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 20(1), 67–76. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v20i1.67-76>
- [29] Wardhani, E., & Primalaksono, Y. (2022). Pollutant Index Method in Determining the Water Quality Status of the Cimahi River in West Bandung Regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 999(1), 012025. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/999/1/012025>
- [30] Wardhani, E., Zahrani Irmansyah, A., Oktaviani, S. B., & Rindiantika, A. U. (2023). *Perbandingan Mutu Air di Bendungan yang Berada di Provinsi Jawa Timur*. *Jurnal Serambi Engineering Vol VIII* (4).

-
- [31] Wibowo, M., & Asvaliantina, V. (2018). Kajian Dispersi Panas Akibat Air Limbah Rencana Pembangunan PLTU Kuala Tungkal - Provinsi Jambi. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(1), 1. <https://doi.org/10.29122/jtl.v19i1.1736>