

## **Pola Sebaran Parameter Air Limbah (COD, BOD, dan Amonia) dari Kegiatan *Eco Resort* dan Wisata Bahari di Perairan Laut Flores**

Rian Mei Kusuma<sup>1</sup>, Elanda Reinelda Purnama<sup>2</sup>, A'qotrunnada Khalishah Ismaini<sup>3</sup>, Raden Kokoh Haryo Putro<sup>4\*</sup>

<sup>1,4</sup> Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

<sup>2,3</sup> Mitra Hijau Indonesia

Email Korespondensi : [radenkokoh.tl@upnjatim.ac.id](mailto:radenkokoh.tl@upnjatim.ac.id)

### **Kata Kunci:**

*Eco Resort, Kualitas Air, Laut Flores, Mike 21, Pemodelan, Sebaran Air Limbah, Wisata Bahari*

### **ABSTRAK**

Air limbah yang dihasilkan dari pengoperasian *Eco Resort* dan Wisata Bahari bersumber dari kegiatan domestik. Air limbah yang berasal dari kegiatan domestik akan diolah di *Sewage Treatment Plant* (STP) dan akan dibuang ke laut. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang pola sebaran parameter air limbah (COD, BOD, dan Amonia) dari kegiatan *Eco Resort* dan wisata bahari di Perairan Laut Flores. Penelitian ini dilakukan pada musim barat yaitu bulan Januari 2021, dan kemudian melakukan pemodelan dengan MIKE 21 EcoLab, untuk mengetahui besaran dan pola sebaran pencemaran di Laut Flores. Hasil dari pemodelan menunjukkan bahwa *outfall* 3 memiliki pengaruh signifikan terhadap peningkatan nilai konsentrasi COD dan BOD, terutama saat kondisi air mencapai puncak pasang dan saat air pasang menuju surut. Faktor lain yang menyebabkan meningkatnya nilai COD dan BOD adalah pengambilan sampel yang berdekatan dengan *outfall*. Berdasarkan hasil simulasi peningkatan kadar Amonia disebabkan oleh faktor lingkungan dan pasang surut air laut. Pada kondisi surut, arus laut dari Laut Flores mengarah ke Utara, yang dapat mengangkut limbah dari *outfall* 1 dan 2 ke arah utara, menyebabkan peningkatan konsentrasi amonia di daerah tersebut.

### **Keyword:**

*Eco Resort, Water Quality, Flores Sea, Mike 21, Modeling, Wastewater Dispersion, Marine Tourism.*

### **ABSTRACT**

*Wastewater generated from the operation of the Eco Resort and Marine Tourism activities originates from domestic activities. Wastewater from domestic activities is treated at the Sewage Treatment Plant (STP) and discharged into the sea. This research aims to provide a deeper understanding of the spatial distribution patterns of wastewater parameters (COD, BOD, and Ammonia) from Eco Resort and marine tourism activities in the Flores Sea. This study was conducted during the west season in January 2021, followed by modeling using MIKE 21 EcoLab, to determine the magnitude and distribution patterns of pollution in the Flores Sea. The modeling results show that outfall 3 significantly influences the increase in COD and BOD concentrations, especially during peak tide conditions and when the tide is receding. Another factor causing an increase in COD and BOD values is the proximity of the outfall to the wastewater discharge point. Based on the simulation results, the increase in ammonia concentration is influenced by environmental factors and tidal changes. During low tide conditions, the seawater current from the Flores Sea flows northward, transporting wastewater from outfalls 1 and 2 to the north, resulting in increased ammonia concentrations in that area.*

## **1. PENDAHULUAN**

Perairan Laut Flores adalah salah satu dari banyak perairan yang memiliki keindahan alam yang menarik bagi para wisatawan (Anindita, 2018). Keindahan laut dan ekosistemnya telah lama menjadi daya tarik utama bagi ekowisata di wilayah ini. Selain itu, kegiatan ekowisata semakin berkembang pesat, termasuk pendirian *Eco Resort* dan berbagai aktivitas pariwisata bahari di sepanjang pesisir Laut Flores. Meskipun berkontribusi positif terhadap ekonomi lokal dan kesadaran

lingkungan, ekspansi aktivitas ini juga membawa tantangan serius terkait pengelolaan air limbah.

Kegiatan domestik menyebabkan air limbah di *Eco Resort* dan Wisata Bahari dibuang ke laut. Limbah cair domestik terdiri dari bahan organik dan anorganik yang terlarut. Limbah cair memiliki sifat fisika, kimia, dan biologi. Suhu, bau, densitas, warna, *total suspended solid* (TSS), konduktivitas, dan kekeruhan adalah karakteristik fisiknya. Karakteristik kimia termasuk permintaan oksigen biologi (BOD), permintaan oksigen kimiawi (COD), protein, karbohidrat,

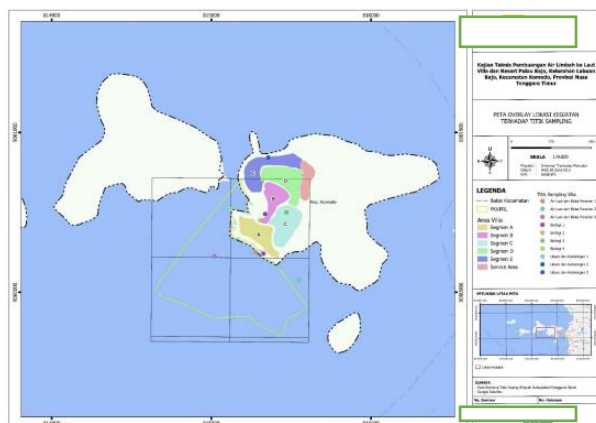
minyak, lemak, dan derajat keasaman (pH). Karakteristik biologi terdiri dari bakteri dan mikroorganisme (Metcalf dan Eddy, 2003).

Air limbah dari pengoperasian *Eco Resort* dan kegiatan wisata bahari memiliki potensi untuk mencemari perairan Laut Flores jika tidak dikelola dengan baik. Parameter air limbah, seperti *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biological Oxygen Demand* (BOD), dan ammonia merupakan indikator utama yang perlu dipantau untuk menilai kualitas air di perairan tersebut (Kimia *et al.*, 2022). Pola sebaran parameter-parameter ini sangat penting untuk mengevaluasi dampak lingkungan dari kegiatan ekowisata dan menentukan langkah-langkah pengelolaan yang diperlukan untuk menjaga kelestarian ekosistem laut (Choirul Huda *et al.*, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang pola sebaran parameter air limbah (COD, BOD, dan ammonia) dari kegiatan *Eco Resort* dan wisata bahari di Perairan Laut Flores. Informasi yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar untuk pengambilan keputusan yang lebih baik dalam pengelolaan lingkungan di wilayah tersebut.

## 2. METODE PENELITIAN

Sampel pemodelan ini diambil di Laut Flores, tepatnya pada titik pembuangan limbah cair *Eco Resort* dan Wisata Bahari. Kondisi kualitas air laut di Laut Flores diwakili oleh *sampling* air laut di sekitar lokasi. *Sampling* air laut dilakukan pada 3 (tiga) titik yaitu ST A1 (S 8°29'27.66" dan E 119°51'48.03"), ST A2 (S 8°29'33.37" dan E 119°51'57.00") dan ST A3 (S 8°29'28.67" dan E 119°51'39.65") yang dapat dilihat pada peta *sampling* pada gambar 1. Metode *sampling* yang digunakan adalah *Line Intercept Transect* (LIT), *plankton net*, *grab*, dan *jala surber*. Sedangkan metode analisis yang digunakan adalah secara mikroskopis. Pengamatan terhadap karang, lamun dan ikan dilakukan dengan metode *Line Intercept Transect* (LIT) yang bertujuan untuk menentukan komunitas bentik sesil, komunitas karang, dan ikan di terumbu karang berdasarkan bentuk pertumbuhan dalam satuan persen, dan mencatat jumlah biota ikan yang ada sepanjang garis transek.



Gambar 1. Lokasi Kegiatan *Sampling* Air dan Biota

Pengumpulan data yang diperlukan dalam menunjang penelitian ini adalah sebagai berikut :

### 2.1 Data parameter kualitas air

Parameter yang digunakan dalam analisis kualitas air akibat pembuangan limbah cair *eco* wisata dan *resort* adalah BOD, COD, dan ammonia. Data ini diperoleh dari hasil pengujian sampel.

### 2.2 Data pasang surut

Data pasang surut yang digunakan adalah data pasang surut prediksi yang dapat diperoleh melalui website milik Badan Informasi Geospasial (BIG). Pengolahan data pasang surut digunakan untuk mengetahui fluktuasi muka air serta tipe pasang surut yang terdapat di lokasi. Selain itu, data pasang surut juga digunakan untuk menjadi *input* pada model *Mike 21* untuk mendapatkan arah serta kecepatan arus.

### 2.3 Data batimetri

Data mengenai kedalaman perairan yang terdapat pada lokasi kajian diperoleh melalui data DEMNAS. Data bathimetri yang didapat kemudian dilakukan pengolahan untuk mendapatkan nilai x, y, dan z untuk mendapatkan data dengan format xyz dengan area cakupannya adalah area Pulau Bajo dan sekitarnya. Selanjutnya data tersebut akan dimasukkan pada *software Mike 21* untuk menjadi acuan kedalaman dari perairan di Perairan tersebut.

### 2.4 Data angin

Data angin yang digunakan pada penelitian ini adalah berupa data komponen U10 dan V10 angin sekunder yang didapatkan pada website resmi Copernicus (<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/home>). Data angin digunakan untuk menentukan kecepatan serta arah angin datang.

### 2.5 Data gelombang

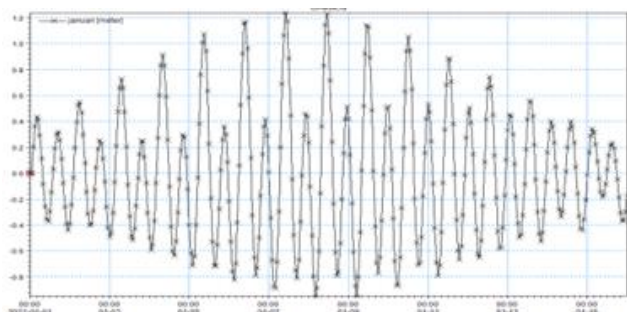
Gelombang yang terdapat pada lokasi pembangunan yang berada di area Pulau Bajo merupakan gelombang peramalan dengan menggunakan bangkitan dari Angin. Hasil peramalan gelombang tersebut dipisahkan pada setiap musim barat.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pasang surut

Berdasarkan nilai konstanta harmonik pasang surut yang didapatkan, maka diperoleh bilangan *Formzahl* (F) sebesar 0,55 atau berdasarkan kriteria *courtier range* nilai tersebut termasuk dalam tipe pasang surut tipe campuran condong kehariian ganda (*mixed tide prevailing semi diurnal*) (Abidin & Kiswono, 2018). Hal ini dapat dilihat pada gambar 2, menunjukkan dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda.

Periode menuju pasang dan surut, masing-masing rata-rata selama 6 jam.



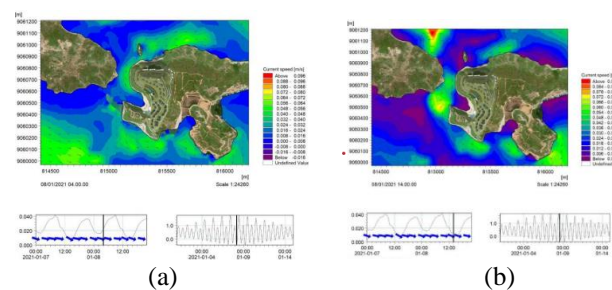
Gambar 2. Diagram Pasang Surut Musim Barat

### 3.2 Pola pergerakan arus

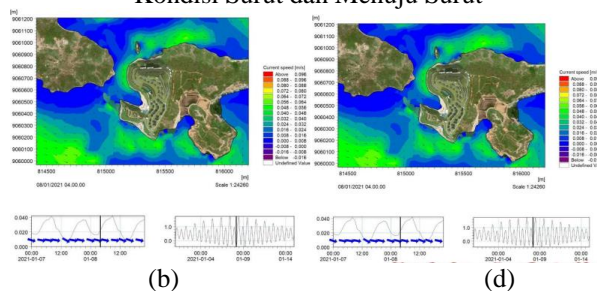
Pola arus musim barat (diwakili pada bulan Januari), sebagaimana disajikan pada gambar 3 dan 4 menunjukkan bahwa saat menuju pasang arus bergerak dari Laut Flores menuju arah Timur dan Tenggara atau ke Pulau Flores dengan kecepatan maksimum 0,064 m/s. Pola arus menuju pasang menunjukkan pola yang sama dengan saat kondisi surut terendah arah arus bergerak menuju Pulau Labuhan Bajo dengan kecepatan arus berkisar 0,008-0,096 m/s kecepatan tertinggi berada di selatan Pulau Tenga. Pola Arus pada saat pasang tertinggi menunjukkan arah arus dari arah Laut Flores.

Menuju Pulau Labuhan Bajo, kecepatan arus menunjukkan adanya penurunan kecepatan dengan kecepatan maksimal yakni 0,005-0,070 m/s dengan rata-rata kecepatan 0,035 m/s, kecepatan tertinggi berada di Selatan Pulau Bajo dengan kecepatan Maksimal sebesar 0,070 m/s. Pola arus pada saat kedudukan air menuju surut menunjukkan pola arus searah dengan datangnya angin yaitu dari arah Barat, pola arus yang berbeda berada di utara Pulau Tenga menuju arah Timur, kecepatan arus berkisar 0,020 m/s, dengan kecepatan maksimal sebesar 0,090 m/s berada di utara Pulau Tenga. Perbedaan kecepatan arus disebabkan oleh pengaruh dorongan angin, di mana pada musim barat (Bulan Januari) arah angin dominan bergerak dari arah Barat sehingga pada saat surut arus yang bergerak keluar teluk akan lebih besar, karena terdorong oleh angin permukaan. Arah angin akan bergerak sesuai dengan dorongan arah angin.

Kecepatan arus di lokasi studi menunjukkan bahwa kecepatannya lebih melemah dibandingkan dengan area di mulut teluk, hal ini karena pada lokasi studi berada pada Laut Flores, sehingga kecepatannya sudah sangat dipengaruhi oleh gaya gesek perairan (Muhammad Aziz *et al.*, 2019). Pola arus pada saat pasang menunjukkan massa air (arus) akan bergerak memasuki perairan Labuhan Bajo. Kecepatan arus pasang surut maksimum terutama terjadi di daerah Pulau Tenga, sedangkan pada daerah laut dangkal (dekat pantai) sangat dipengaruhi oleh arus yang disebabkan oleh gelombang pecah, dimana semakin tinggi dan sudut gelombang pecah, maka arus yang terbentuk juga akan semakin besar (Lubis *et al.*, 2020), selain itu pengaruh topografi dasar laut sangat berpengaruh di mana kecepatan arus semakin dekat dasar perairan, maka gaya gesekan dasar (gaya friksi) perairan akan semakin memperlambat kecepatan arus (Prarikeslan, 2016).



Gambar 3. Pola Arus Saat Kedudukan Muka Air pada Kondisi Surut dan Menuju Surut



Gambar 4. Pola Arus saat Kedudukan Muka Air pada Kondisi Pasang Tertinggi dan Menuju Pasang

### 3.3 Pola sebaran cod

Jumlah oksigen total yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologis (*biodegradable*) maupun yang sulit didegradasi secara biologis (*non biodegradable*), disebut COD (Effendi, 2003). Dalam prosedur pengukuran COD, jumlah oksigen yang dikonsumsi setara dengan jumlah dikromat yang diperlukan untuk mengoksidasi air sampel. Pengukuran COD didasarkan pada kenyataan bahwa hampir semua bahan organik dapat dioksidasi menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O dengan bantuan oksidator kuat (Kalium dikromat/K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>).

Berdasarkan hasil simulasi pola sebaran COD saat musim Barat (bulan Januari), sebagaimana disajikan pada gambar 5 dan 6 menunjukkan sebaran saat kondisi surut pada *outfall* 1 dan 2 arah sebaran terlihat bersinggungan berada di Selatan Pulau Bajo dengan konsentrasi tambahan COD sebesar 2,25-0,15 mg/l dengan jarak sebaran sejauh 320 meter dari lokasi *outfall*. Sebaran pada *outfall* 3 dan 4 yang bersinggungan yang menunjukkan sebaran menuju Utara dengan penambahan konsentrasi sebesar 1,65-0,15 mg/l. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh adanya arah arus dari Laut Flores yang menyebabkan arah arus pada selat antara Pulau Bajo dan Pulau Tenga mengarah ke Utara.

Sebaran konsentrasi COD saat kondisi menuju puncak pasang menunjukkan pada *outfall* 1 dan 2 terlihat arah sebaran berada di sebelah Selatan Pulau Bajo dengan konsentrasi tambahan COD sebesar 0,15-0,60 mg/l dengan jarak sebaran sejauh 373 meter dari lokasi *outfall*. Sebaran pada *outfall* 3 menunjukkan sebaran menuju Utara dengan penambahan konsentrasi sebesar 1,65-0,15 mg/l dengan sebaran sejauh 210 meter dari lokasi *outfall*, pola sebaran pada *outfall* 4 menunjukkan arah sebaran menuju Timur dengan konsentrasi sebesar 0,15-0,60 mg/l, dengan jarak sebaran sejauh 452 meter.

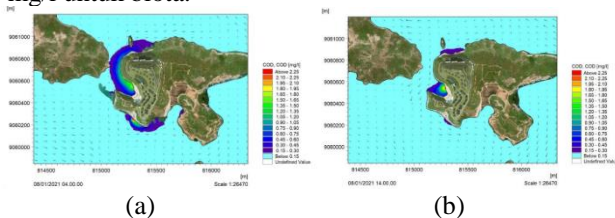
Pola sebaran saat kedudukan air pasang tertinggi menunjukkan pola sebaran konsentrasi COD pada *outfall* 1 dan



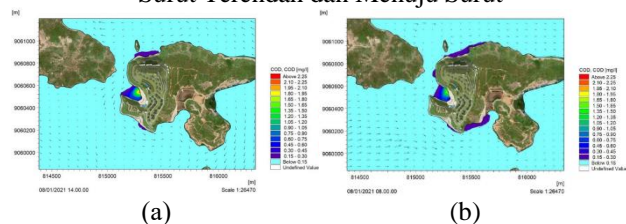
2 terlihat arah sebaran bergerak menuju Timur, dengan penambahan konsentrasi COD 0,15 mg/l dengan kondisi tersebut membuat masa air menjadi lebih banyak sehingga mampu mengurai konsentrasi COD menjadi normal. Sebaran pada *outfall* 3 menunjukkan sebaran berada disekitar teluk dengan penambahan konsentrasi sebesar 0,15-1,95 mg/l, kondisi tersebut disebabkan adanya dorongan masa air dari Laut Flores dengan jarak sebaran sejauh 120 meter dari lokasi *outfall*. Distribusi sebaran pada sebaran pada *outfall* 4 menunjukkan arah sebaran menuju Timur dengan penambahan konsentrasi COD sebesar 0,15-0,30 mg/l, jarak sejauh 130 meter.

Pola sebaran saat kedudukan air pasang menuju surut menunjukkan pola sebaran konsentrasi COD pada *outfall* 1 dan 2 terlihat arah sebaran bergerak menuju Timur dengan penambahan konsentrasi COD 0,15-0,45 mg/l dengan jarak sebaran sejauh 70 meter dari lokasi *outfall*. Sebaran pada *outfall* 3 menunjukkan sebaran berada di sekitar teluk yang condong menuju selatan dengan penambahan konsentrasi sebesar 0,15-2,25 mg/l. Kondisi tersebut disebabkan adanya dorongan masa air dari Laut Flores dengan jarak sebaran sejauh 140 meter dari lokasi *outfall*. Distribusi sebaran pada sebaran pada *outfall* 4 menunjukkan arah sebaran menuju Timur dengan penambahan konsentrasi COD sebesar 0,15-0,45 mg/l, jarak sejauh 230 meter.

Akumulasi terbesar pada sekitar lokasi *outfall* mengalami penambahan sebesar 0,15-0,25 mg/l dengan kondisi saat sebesar 11 mg/l, jika dibandingkan dengan baku mutu yang disyaratkan masih berada dibawah baku mutu yakni diantara 20 mg/l untuk biota.



**Gambar 5.** Pola Sebaran COD saat Kedudukan Muka Air Surut Terendah dan Menuju Surut



**Gambar 6.** Pola Sebaran COD saat Kedudukan Muka Air Pasang Tertinggi dan Menuju Pasang

Dari hasil simulasi tersebut, terlihat bahwa *outfall* 3 memiliki pengaruh yang signifikan terhadap sebaran COD di sekitar lokasi *outfall*, terutama saat kondisi air mencapai puncak pasang dan saat air pasang menuju surut. Akumulasi terbesar COD di sekitar lokasi *outfall* adalah sebesar 11 mg/l, yang masih berada di bawah baku mutu yang disyaratkan sekitar 20 mg/l untuk biota.

Jarak dari lokasi *outfall* memainkan peran penting dalam menentukan sebaran konsentrasi COD. Semakin jauh dari *outfall*, konsentrasi COD biasanya cenderung menurun. Ini dapat dilihat dalam hasil simulasi di mana konsentrasi COD

cenderung menurun dengan meningkatnya jarak dari lokasi *outfall*.

Penyebab utama mengapa konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD) cenderung menurun seiring meningkatnya jarak dari lokasi *outfall* adalah dispersi dan dilusi (Yu *et al.*, 2022). Dispersi adalah penyebaran polutan secara alami di perairan, sedangkan dilusi adalah pengenceran polutan oleh air bersih yang mengalir dari sumber lain. Dispersi dapat terjadi karena berbagai faktor seperti aliran air, angin, dan gelombang. Aliran air akan menyebarkan polutan ke arah hilir. Angin akan menyebarkan polutan ke arah angin. Gelombang akan menyebarkan polutan ke arah gelombang. Dilusi dapat terjadi karena air bersih yang mengalir dari sumber lain akan mencampurkan diri dengan air yang telah tercemar. Air bersih yang mengandung oksigen akan membantu menguraikan polutan organik di perairan.

### 3.4 Pola sebaran bod

Salah satu cara untuk mengukur kadar bahan organik adalah dengan menghitung jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme aerobik untuk mengoksidasi bahan organik (Effendi, 2003). Namun, nilai BOD<sub>5</sub> hanya menunjukkan tingkat bahan organik yang dapat didegradasi secara biologis atau *biodegradable*. Proses dekomposisi biologis di perairan dapat menggabungkan bahan organik menjadi komponen lebih sederhana seperti air, karbondioksida, mineral, dan sisa bahan organik yang tidak dapat didekomposisi secara biologis (*non-biodegradable*) (Novotny dan Olem, 1994). Nilai BOD perairan alami berkisar antara 0,5 mg/liter dan 7 mg/liter, tetapi perairan tercemar jika melebihi 10.0 mg/liter (Effendi, 2003).

Berdasarkan hasil simulasi pola sebaran BOD saat musim barat (bulan Januari), sebagaimana disajikan pada gambar 7 dan 8 menunjukkan sebaran saat kondisi surut pada *outfall* 1 dan 2 arah sebaran terlihat bersinggungan berada di selatan Pulau Bajo dengan konsentrasi tambahan BOD sebesar 0,90-0,12 mg/l dengan jarak sebaran sejauh 685 meter dari lokasi *outfall*. Sebaran pada *outfall* 3 dan 4 menunjukkan sebaran menuju Utara dengan penambahan konsentrasi sebesar 0,90-0,12 mg/l.

Sebaran konsentrasi BOD saat kondisi menuju puncak pasang menunjukkan pada *outfall* 1 dan 2 terlihat arah sebaran berada disebelah selatan pulau bajo dengan konsentrasi tambahan BOD sebesar 0,30-0,12 mg/l dengan jarak sebaran sejauh 473 meter dari lokasi *outfall*. Sebaran pada *outfall* 3 menunjukkan sebaran menuju Utara dengan penambahan konsentrasi sebesar 0,90- 0,12 mg/l, dengan sebaran sejauh 310 meter dari lokai *outfall*. Pola sebaran pada *outfall* 4 menunjukkan arah sebaran menuju Timur dengan konsentrasi sebesar 0,30-0,12 mg/l, dengan jarak sebaran sejauh 400 meter.

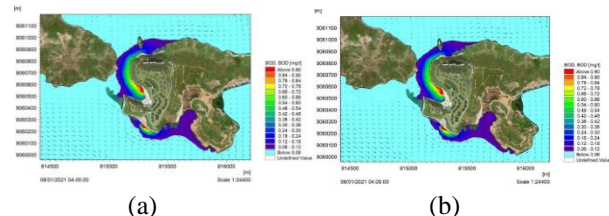
Pola sebaran saat kedudukan air pasang tertinggi menunjukkan pola sebaran konsentrasi BOD pada *outfall* 1 dan 2 terlihat arah sebaran bergerak menuju Timur, dengan penambahan konsentrasi BOD 0,06-0,18 mg/l dengan jarak sebaran sejauh 150 meter dari lokasi *outfall*. Sebaran pada *outfall* 3 menunjukkan sebaran berada di sekitar teluk dengan penambahan konsentrasi sebesar 0,06-0,90 mg/l, kondisi tersebut disebabkan adanya dorongan masa air dari Laut Flores dengan jarak sebaran sejauh 120 meter dari lokasi *outfall*. Distribusi sebaran pada sebaran pada *outfall* 4

menunjukkan arah sebaran menuju Timur dengan penambahan konsentrasi BOD sebesar 0,06-0,18 mg/l dengan jarak sejauh 210 meter.

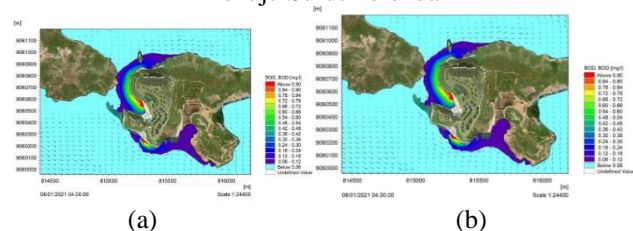
Pola Sebaran saat kedudukan air pasang menuju surut menunjukkan pola sebaran konsentrasi BOD pada *outfall* 1 dan 2 terlihat arah sebaran bergerak menuju Timur, dengan penambahan konsentrasi BOD 0,06-0,18 mg/l dengan jarak sebaran sejauh 170 meter dari lokasi *outfall*. Sebaran pada *outfall* 3 menunjukkan sebaran berada di sekitar teluk yang condong menuju Selatan dengan penambahan konsentrasi sebesar 0,06-0,90 mg/l, kondisi tersebut disebabkan adanya dorongan masa air dari Laut Flores dengan jarak sebaran sejauh 140 meter dari lokasi *outfall*. Distribusi sebaran pada sebaran pada *outfall* 4 menunjukkan arah sebaran menuju Timur dengan penambahan konsentrasi BOD sebesar 0,06-0,18 mg/l dengan jarak sejauh 230 meter.

Akumulasi terbesar pada sekitar lokasi *outfall* mengalami penambahan sebesar 0,08-0,90 mg/l dengan kondisi saat sebesar 11 mg/l, jika dibandingkan dengan baku mutu yang disyaratkan masih berada dibawah baku mutu yakni di antara 20 mg/l untuk biota.

Polutan di perairan dapat mengalami reaksi kimia dan biologis yang dapat menurunkan konsentrasinya. Misalnya, polutan organik dapat diuraikan oleh bakteri aerobik dan anaerobik (Haerun *et al.*, 2018). Bakteri aerobik menggunakan oksigen untuk menguraikan polutan organik. Bakteri anaerobik menguraikan polutan organik tanpa menggunakan oksigen. Hal ini yang menyebabkan semakin jauh titik *outfall*, maka konsentrasi BOD semakin turun.



**Gambar 7.** Pola Sebaran BOD Saat Kedudukan Muka Air Menuju Surut Terendah



**Gambar 8.** Pola Sebaran BOD Saat Kedudukan Muka Air Menuju Pasang Tertinggi

### 3.5 Pola sebaran amonia

Ammonia di perairan berasal dari sisa metabolisme (ekskresi) hewan dan proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme. Sumber ammonia lainnya di perairan adalah gas nitrogen dari proses difusi udara yang tereduksi di dalam air (Effendi, 2003). Ammonia di perairan akan ditemukan lebih banyak dalam bentuk ion amonium jika pH perairan kurang dari 7, sedangkan pada perairan dengan pH lebih dari 7. Ammonia bebas atau ammonia tak-terionisasi yang bersifat toksik terdapat dalam jumlah yang lebih banyak (Novotny dan Olem, 1994). Tingkat toksisitas ammonia tak terionisasi

tergantungan pada kondisi pH dan suhu di suatu perairan, sehingga kenaikan nilai pH dan suhu menyebabkan proporsi ammonia bebas di perairan meningkat (Abel, 1989). Kadar ammonia pada perairan alami tidak lebih dari 0.1 mg/liter (Effendi, 2003). Kemudian jika konsentrasi ammonia tak-terionisasi lebih dari 0.2 mg/liter akan bersifat toksik bagi beberapa jenis ikan dan udang di perairan. Sementara itu, toksisitas ammonia terhadap organisme akuatik akan meningkat jika terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, pH, dan suhu.

Berdasarkan hasil simulasi pola sebaran amonia saat musim barat (Bulan Januari), sebagaimana disajikan pada gambar 9 - 10 menunjukkan sebaran saat kondisi surut pada *outfall* 1 dan 2 arah sebaran terlihat bersinggungan berada di selatan Pulau Bajo dengan konsentrasi tambahan amonia sebesar 0,375-0,025 mg/l dengan jarak sebaran sejauh 220 meter dari lokasi *outfall*. Sebaran pada *outfall* 3 dan 4 yang bersinggungan yang menunjukkan sebaran menuju Utara dengan penambahan konsentrasi sebesar 0,30-0,025 mg/l. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh adanya arah arus dari Laut Flores yang menyebabkan arah arus pada selat antara Pulau Bajo dan Pulau Tenga mengarah ke Utara.

Sebaran konsentrasi Amonia saat kondisi menuju puncak pasang menunjukkan pada *outfall* 1 dan 2 terlihat sebaran air limbah dengan arah sebaran menuju Timur dengan konsentrasi sebesar 0,025-0,125 mg/l dengan jarak sejauh 350 meter. Sebaran pada *outfall* 3 menunjukkan sebaran menuju Utara dengan penambahan konsentrasi sebesar 0,30-0,025 mg/l dengan sebaran sejauh 210 meter dari lokasi *outfall*, pola sebaran pada *outfall* 4 menunjukkan arah sebaran menuju Timur dengan konsentrasi sebesar 0,025-0,050 mg/l, dengan jarak sebaran sejauh 470 meter.

Pola Sebaran saat kedudukan air pasang tertinggi menunjukkan pola sebaran konsentrasi amonia pada *outfall* 1 dan 2 terlihat terlihat sebaran air limbah sudah tidak terlihat. Kondisi demikian disebabkan sebaran sudah terurai dengan air laut. Sebaran pada *outfall* 3 menunjukkan sebaran berada disekitar teluk dengan penambahan konsentrasi sebesar 0,30-0,025 mg/l, kondisi tersebut disebabkan adanya dorongan masa air dari Laut Flores dengan jarak sebaran sejauh 120 meter dari lokasi *outfall*. Distribusi sebaran pada sebaran pada *outfall* 4 menunjukkan terlihat sebaran air limbah sudah tidak terlihat. Kondisi demikian disebabkan sebaran sudah terurai dengan air laut.

Pola Sebaran saat kedudukan air pasang menuju surut menunjukkan pola sebaran konsentrasi Amonia pada *outfall* 1 dan 2 terlihat konsentrasi berada disekitar *outfall* dengan penambahan konsentrasi sebesar 0,025-0,050 mg/l. Sebaran pada *outfall* 3 menunjukkan sebaran berada di sekitar teluk dengan penambahan konsentrasi sebesar 0,375-0,025 mg/l, kondisi tersebut disebabkan adanya dorongan massa air dari Laut Flores dengan jarak sebaran sejauh 150 meter dari lokasi *outfall*. Distribusi sebaran pada *outfall* 4 menunjukkan sebaran air limbah menuju Timur sejauh 230, dengan penambahan konsentrasi sebesar 0,025-0,050 mg/l.

Akumulasi terbesar pada sekitar lokasi *outfall* mengalami penambahan sebesar 0,375- 0,025 mg/l dengan kondisi air laut saat pengamatan sebesar 0,29 mg/l. Jika dibandingkan dengan baku mutu yang disyaratkan sudah melebihi baku mutu yakni 0,3 mg/l untuk biota.

Kenaikan nilai konsentrasi amonia dalam simulasi saat kondisi tertentu, seperti saat kondisi surut, dapat dipengaruhi

oleh berbagai faktor, termasuk arus laut, dilusi, dan proses-proses biologis yang terjadi dalam lingkungan perairan (Dennis *et al.*, 2010).

Pada kondisi surut, berdasarkan hasil pemodelan bahwa arah arus dari Laut Flores mengarah ke Utara. Hal ini bisa menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi peningkatan konsentrasi amonia. Arus laut yang mengarah ke Utara dapat mengangkut limbah dari *outfall* 1 dan 2 ke arah Utara yang dapat mengakibatkan peningkatan konsentrasi amonia di daerah tersebut.

Saat kondisi pasang, berdasarkan hasil pemodelan bahwa sebaran air limbah sudah tidak terlihat, yang menunjukkan bahwa air limbah telah tercampur dengan air laut dan tereduksi secara signifikan. Hal ini bisa menjadi faktor yang menjelaskan penurunan konsentrasi amonia selama kondisi pasang.

Proses biologis yang terjadi dalam perairan juga dapat memengaruhi konsentrasi amonia. Bakteri dalam air laut dapat menguraikan amonia menjadi senyawa lain dan ini dapat terjadi pada tingkat yang berbeda tergantung pada kondisi lingkungan, termasuk ketersediaan oksigen (Ariadi, 2021). Selama kondisi tertentu, seperti kondisi surut, proses biologis ini mungkin tidak terjadi seefisien selama kondisi pasang.

perairan, di mana aliran air, angin, dan gelombang berperan dalam menyebar dan mengencerkan polutan organik. Akumulasi terbesar COD terjadi di sekitar *outfall*, namun masih dalam batas baku mutu yang ditetapkan.

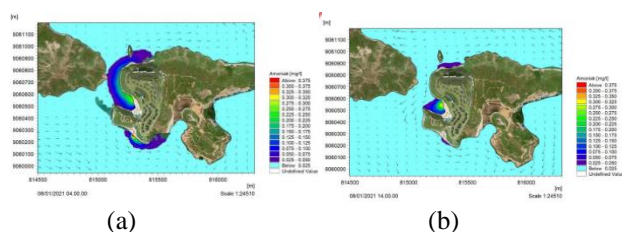
Berdasarkan hasil simulasi pola sebaran BOD di sekitar lokasi *outfall*, terlihat bahwa *outfall* 3 memiliki pengaruh signifikan terhadap sebaran BOD, terutama saat kondisi air mencapai puncak pasang dan saat air pasang menuju surut. Meskipun terjadi penambahan konsentrasi BOD di sekitar *outfall*, konsentrasi tersebut masih berada di bawah baku mutu yang disyaratkan untuk biota (20 mg/l).

Jarak dari lokasi *outfall* juga memainkan peran penting dalam menentukan sebaran konsentrasi BOD. Semakin jauh dari *outfall*, konsentrasi BOD cenderung menurun. Hal ini disebabkan oleh proses dispersi dan dilusi polutan dalam perairan. Dispersi adalah penyebaran polutan secara alami di perairan, sedangkan dilusi adalah pengenceran polutan oleh air bersih yang mengalir dari sumber lain. Dispersi terjadi karena berbagai faktor seperti aliran air, angin, dan gelombang, yang dapat menyebarkan polutan ke arah yang berbeda. Air bersih yang mengandung oksigen juga membantu menguraikan polutan organik dalam perairan.

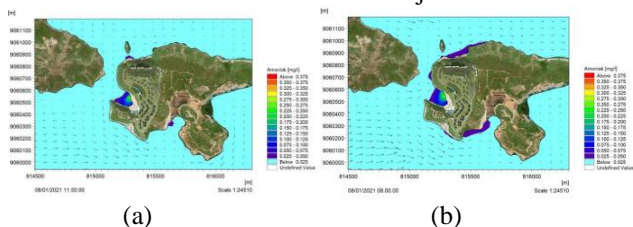
Berdasarkan hasil simulasi pola sebaran amonia di sekitar lokasi *outfall*, terlihat bahwa konsentrasi amonia dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan dan kondisi pasang-surut air laut. Pada kondisi surut, arus laut dari Laut Flores mengarah ke utara, yang dapat mengangkut limbah dari *outfall* 1 dan 2 ke arah utara, menyebabkan peningkatan konsentrasi amonia di daerah tersebut. Namun, selama kondisi pasang, sebaran air limbah tidak terlihat karena sudah tercampur dengan air laut dan tereduksi secara signifikan.

Selain faktor arus laut, proses biologis juga memengaruhi konsentrasi amonia dalam perairan. Bakteri dalam air laut dapat menguraikan amonia menjadi senyawa lain, tergantung pada kondisi lingkungan, seperti ketersediaan oksigen. Selama kondisi tertentu, seperti saat kondisi surut, proses biologis ini mungkin tidak berjalan seefisien seperti saat kondisi pasang.

Konsentrasi amonia dalam perairan dapat memiliki dampak toksik terutama jika melebihi batas baku mutu yang ditetapkan. Peningkatan nilai konsentrasi amonia dapat terjadi saat kondisi lingkungan yang menguntungkan, seperti peningkatan pH, dan suhu yang meningkatkan proporsi ammonia bebas yang bersifat toksik. Oleh karena itu, penting untuk memantau dan mengelola limbah cair agar tidak melebihi baku mutu yang disyaratkan, terutama untuk melindungi kehidupan akuatik.



Gambar 9. Pola Sebaran Amonia saat Kedudukan Muka Surut Terendah dan Menuju Surut



Gambar 10. Pola Sebaran Amonia saat Kedudukan Muka Air Pasang Tertinggi dan Menuju Pasang

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemodelan kualitas air menggunakan *MIKE 21 EcoLab*, distribusi parameter kualitas air pada musim barat adalah sebagai berikut.

Dalam hasil simulasi sebaran COD di sekitar lokasi *outfall*, terlihat bahwa *outfall* 3 memiliki pengaruh signifikan, terutama saat kondisi air mencapai puncak pasang dan saat air pasang menuju surut. Meskipun terjadi penambahan konsentrasi COD di sekitar *outfall*, konsentrasi tersebut masih berada di bawah baku mutu yang disyaratkan untuk biota (20 mg/l). Jarak dari lokasi *outfall* memainkan peran penting dalam menentukan sebaran COD, dengan konsentrasi COD cenderung menurun seiring meningkatnya jarak dari *outfall*. Hal ini disebabkan oleh dispersi dan dilusi polutan dalam

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada segenap tim yang membantu dalam penyusunan jurnal ini. Kepada Elanda Reinelda Purnama dan A'qotrunnada Khalishah Ismaini yang telah bersedia membantu dalam penyusunan jurnal pemodelan ini. Terima kasih saya ucapkan pada PT. Mitra Hijau Indonesia yang sudah berkenan memberikan data untuk proses pemodelan pada jurnal ini. Tidak lupa juga saya ucapkan terima kasih kepada Bapak Raden Kokoh Haryo Putro selaku dosen pembimbing yang telah membimbing saya dalam penyusunan jurnal pemodelan ini. Tidak lupa jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur yang telah memberikan dukungan dalam penelitian.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., & Kiswono, B. (2018). *PERENCANAAN STRUKTUR DERMAGA PETI KEMAS KAPET BATULICIN, DI KALIMANTAN SELATAN* (Vol. 3, Issue 1).
- Anindita, G. (2018). *Perancangan Kampanye Wisata Kawasan Riung, Flores, NTT Untuk Wisatawan Asing*. 2(1), 175–187.
- Choirul Huda, A., Prihanesti Kartika Rini, O., Kalimantan, T., Soekarno Hatta NoKM, J., Joang, K., Balikpapan Utara, K., Balikpapan, K., & Timur, K. (2021). *PEMODELAN SEBARAN KUALITAS AIR DI PESISIR SELAT BALI TERHADAP EKOSISTEM PERAIRAN*. 11(2).
- Dennis, R. L., Mathur, R., Pleim, J. E., & Walker, J. T. (2010). Fate of ammonia emissions at the local to regional scale as simulated by the Community Multiscale Air Quality model. *Atmospheric Pollution Research*, 1(4), 207–214.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: Kanisius.
- Haerun, R., Mallongi, A., Fajaruddin Natsir, M., Kesehatan Lingkungan, D., & Kesehatan Masyarakat, F. (2018). *EFISIENSI PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU MENGGUNAKAN BIOFILTER SISTEM UPFLOW DENGAN PENAMBAHAN EFEKTIF MIKROORGANISME 4* Efficiency Toward Liquid Waste of Tofu Industry using biofilter upflow system with Additional Effective Microorganism 4. In *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan (JNIK) LP2M Unhas* (Vol. 1).
- Kimia, D. T., Nabilah, Y., Putri, T. N., Widiassa, N., Tito, A., & Adyaksa, M. N. (2022). *JURNAL TEKNIK KIMIA-USU Performance Evaluation of Wastewater Treatment Plant (WWTP) at PT. Rohul Sawit Industri*. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 11(2), 95–101.
- Lubis, A. M., Veronica, N., Saputra, R., Sinaga, J., Hasanudin, M., & Kusmanto, E. (2020). *Investigasi Arus Sejajar Pantai (Longshore Current) di Daerah Abrasi Bengkulu Utara*. *Jurnal Kelautan Tropis*, 23(3), 316–324.
- Metcalf, dan Eddy. (2003). *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*. Fourth Edition. International edition. New York : McGrawHill.
- Muhammad Aziz, S., Rochaddi, B., Handoyo, G., Ismanto, A., Setyono, H., Kunci, K., Dasar, S., & Kartini, P. (2019). *Pola Arus dan Sebaran Sedimen Dasar di Perairan Jepara*. In *Indonesian Journal of Oceanography*.
- Prarikeslan, W. (2016). *Oseanografi*. Kencana.
- Yu, H., Jin, G., Jin, S., Chen, Z., Fan, W., & Xiao, D. (2022). *Numerical Modeling of COD Transportation in Liaodong Bay: Impact of COD Loads from Rivers Flowing into the Sea*. *Water (Switzerland)*, 14(19).