

## **KAJIAN KONDISI DAN SEBARAN KUALITAS AIR DI PERAIRAN SELATAN KABUPATEN SAMPANG, PROVINSI JAWA TIMUR**

**Dhika Rino Pratama, Muh Yusuf, Muhammad Helmi\*)**

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudarto, SH Tembalang Tlp. / Fax. (024)7474698 Semarang 50275  
E-mail: [dhikarinop@gmail.com](mailto:dhikarinop@gmail.com) [yusuf\\_undip@yahoo.co.id](mailto:yusuf_undip@yahoo.co.id) [dmuhammadhelmi69@gmail.com](mailto:dmuhammadhelmi69@gmail.com)

*Abstrak*

*Perairan selatan Kabupaten Sampang memiliki aktivitas jalur transportasi dan tempat berlabuh kapal – kapal yang limbahnya terbuang ke laut. Beberapa aktivitas perairan laut yang berpotensi terhadap penurunan kualitas air laut seperti kegiatan pelelangan ikan, kegiatan nelayan, kegiatan Kapal Mesin, kegiatan lalu lintas laut dan kegiatan limbah rumah tangga. Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui sebaran konsentrasi parameter kualitas air yang meliputi suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut dan logam berat Pb di Perairan Selatan Kabupaten Sampang. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif, yang diterapkan pada 15 titik stasiun, dan diharapkan dapat menggambarkan kondisi perairan selatan Kabupaten Sampang. Pengambilan sampel dilaksanakan pada tanggal 14-16 Agustus 2015. Data yang dikumpulkan sebagai variabel ukur adalah suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut, logam berat Pb dan kecepatan serta arah arus. Variabel pendukung meliputi peta bathimetri wilayah selatan Kabupaten Sampang dan peta Rupa Bumi Indonesia Kabupaten Sampang. Data Kualitas yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan program arc GIS 10 dan dilakukan pemodelan menggunakan program SMS 10, sehingga menghasilkan output berupa distribusi spasial dan pemodelan arus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk parameter suhu mempunyai nilai sebaran berkisar antara 27,7-28,3 °C. Parameter konsentrasi salinitas memiliki nilai sebaran berkisar antara 33,7-34 ppm. Parameter pH memiliki nilai sebaran berkisar antara 8,15-8,28. Parameter oksigen terlarut memiliki nilai sebaran antara 6,3-6,6 mg/l. Parameter logam berat memiliki nilai sebaran antara 0,53-0,73 mg/l. Sebaran kualitas air yang di pengaruhi arah arus yang dominan ke arah barat yang menyebabkan nilai konsentrasi suhu dan logam berat di perairan bagian barat lebih tinggi daripada perairan bagian timur, sedangkan nilai konsentrasi salinitas, oksigen terlarut dan pH di perairan bagian barat lebih rendah.*

**Kata kunci :** Kualitas Air, Suhu, Salinitas, pH, Oksigen Terlarut, Logam Berat Pb, Arus Laut, Kabupaten Sampang

*Abstrack*

*The southern District Sampang having many activity Transportation and berths ships the waste wasted into the sea. Some activity sea potentially to a decrease in the quality of sea water of fish auction, fishing activities, the ship machine, activity transportation at sea and activities from household. The purpose of this research was to determine the distribution of water quality parameters such as temperature, salinity, pH, dissolved oxygen and heavy metals Pb in the southern District Sampang. The method used in this research was descriptive method, which applied on a 15 point station, and was expected to describe the condition of the southern District Sampang. The sample were taken on 14-16 August 2015. The data were collected as measurement variables were temperature, salinity, pH, dissolved oxygen, heavy metals Pb also velocity and direction of the current. While supported data were the bathimetri District Sampang map and earth forms Indonesia map. Then the data were analyzed using the arcGIS 10.1 program and Conducted modeling on the sms 10, so as to produce output of spatial distribution and modeling current. The results showed that the distribution of temperature have a range between 27,7-28,3 °C. Salinity with range of 33,7-34 ppm. pH with range of 8,15-8,28. Dissolved oxygen with range from in 6,3-6,6 mg/l. Heavy metals Pb with range of 0,53-0,73 mg/l. Distribution of water quality is affected by the current direction of the dominant to the west which caused the temperature and the concentration of heavy metals in the waters of the western part is higher than the waters of the eastern part, while the value of the concentration of salinity, dissolved oxygen and pH in the western part of the lower waters.*

1. **Keywords:** *Water Quality, Temperature, Salinity, pH, Dissolved Oxygen, Heavy Metal Pb, Ocean Currents, Sampang District*

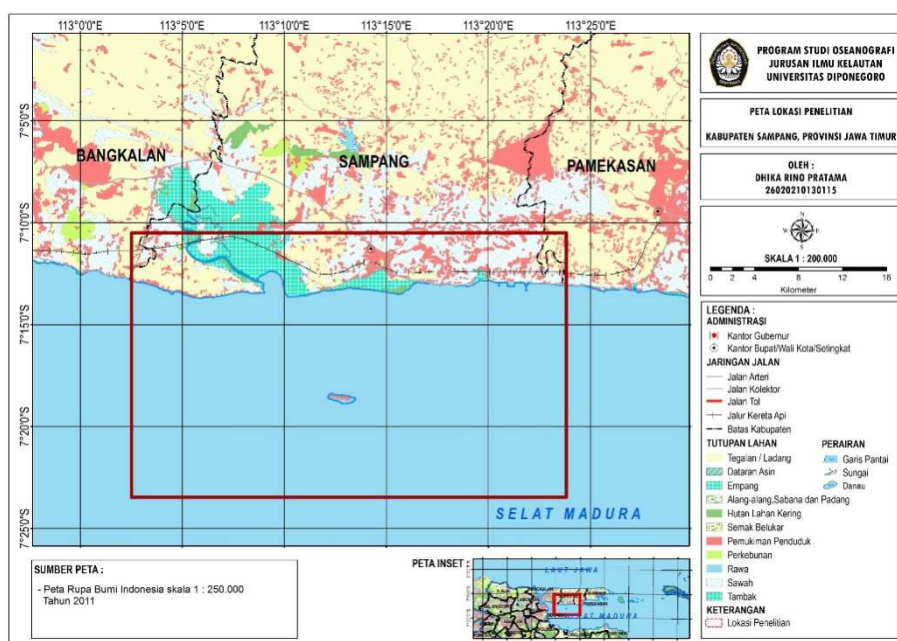
### 1. Pendahuluan

Perairan selatan Kabupaten Sampang merupakan wilayah perairan yang berhadapan langsung dengan Selat Madura, memiliki aktivitas jalur transportasi dan tempat berlabuh kapal – kapal yang limbahnya terbuang ke laut. Limbah dari kegiatan di laut sebagai contoh, pemakaian bensin oleh nelayan dapat menjadi sumber emisi pencemaran Pb di laut, dan unsur Pb merupakan senyawa aditif pada bahan bakar bensin yang digunakan untuk mengawetkan mesin (Palar, 1994).

Kualitas air suatu perairan dapat diketahui dengan mengukur parameter fisika dan kimia. Parameter fisika antara lain meliputi suhu, parameter kimia antara lain salinitas, derajat keasaman atau pH, oksigen terlarut dan logam berat. Suhu merupakan salah satu variable yang menentukan reaksi kimia dan proses biologi, salinitas merupakan faktor penting bagi penyebaran biota laut, oksigen terlarut dan pH merupakan indikator kesuburan suatu perairan (Patty, 2013).

Perairan Selatan Kabupaten Sampang merupakan bagian dari Selat Madura, sehingga limbah yang tersebar di daerah Selat Madura akan menyebar ke berbagai arah. Arah sebaran kualitas air dapat di pengaruhi oleh arah dan kecepatan arus yang terbentuk. Untuk mengetahui pola arah dan kecepatan arus, maka perlu dilakukan suatu pendekatan, dan pendekatan yang digunakan melalui pemodelan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai parameter kualitas air meliputi suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut, dan logam berat Pb di perairan Selatan Kabupaten Sampang serta mengetahui Pola Sebaran kualitas air meliputi suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut dan logam berat yang dipengaruhi oleh arus saat pengukuran. Pengambilan data dan sampel di lapangan yang dilaksanakan pada tanggal 14-16 Agustus tahun 2015. Lokasi penelitian ini dilakukan di perairan Selatan Kabupaten Sampang, Provinsi Jawa Timur. Lokasi penelitian memiliki batasan wilayah dari 7o13'45" lintang selatan – 7o21'13" lintang selatan dan 113o04'08" bujur timur – 113o23'56" bujur timur. Peta lokasi penelitian disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

## 1. Materi dan Metode

### A. Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan adalah data yang diperoleh dari hasil pengukuran langsung dan pengambilan sampel di lapangan. Data primer meliputi Suhu, Salinitas, pH, dan Oksigen Terlarut; data analisis laboratorium yaitu Logam Berat Pb dan data pengukuran arus menggunakan Accoustic Doppler Current Profiler (ADCP). Data sekunder berupa Peta Kedalaman Jawa Bagian Timur; Peta Rupa Bumi Indonesia Skala 1:25.000; Peta Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Sampang tahun 2012-2032.

### B. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif. Menurut Sugiyono (2013) metode penelitian kuantitatif dapat diartikan sebagai metode penelitian yang memenuhi kaidah – kaidah ilmiah dan memberikan data penelitian berupa angka-angka dan menganalisisnya menggunakan statistik. Metode analisis yang digunakan adalah metode deskriptif. Metode deskriptif bertujuan untuk membuat deskripsi, gambaran, dan fakta – fakta yang terjadi (Sugiyono, 2013).

#### **Metode Penentuan Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian terletak di perairan selatan Kabupaten Sampang, Pulau Madura, Provinsi Jawa Timur. Penentuan titik sampel dilakukan berdasarkan kondisi yang dapat mewakili keseluruhan daerah penelitian (purposive sampling). Terdapat 15 stasiun pengambilan sampel air, dengan pertimbangan untuk mengetahui konsentrasi pada 3 kelompok stasiun, yang pertama stasiun 1, 2, 3, 4, dan 5 yang mewakili wilayah pesisir, stasiun 6, 7, 8, 9, dan 10 yang mewakili wilayah transisi antara pesisir dengan laut, yang terakhir yaitu stasiun 11, 12, 13, 14 dan 15 yang mewakili wilayah laut yang jauh dari pesisir.

#### **Metode Pengambilan Data**

Dalam pengambilan data ini dilakukan pengambilan secara insitu dan analisa laboratorium. Metode pengumpulan data untuk parameter kualitas air seperti suhu, salinitas, pH, dan oksigen terlarut dilakukan secara insitu dengan menggunakan alat WQC (Water Quality Checker). Pengambilan data logam berat timbal (Pb), sampel air diambil dengan menggunakan botol sampel yang telah disterilkan dengan kapasitas volume 500 ml diambil pada kolom air kurang lebih 25-30 cm dari air permukaan. Pengambilan data arus menggunakan alat Accoustic Doppler Current Profiler (ADCP) yang di tanam selama kurang lebih 72 jam. Penanaman ADCP dilakukan pada kedalaman 14 meter.

#### **Metode Analisa Data Arus**

Dari pengukuran data lapangan didapatkan besar dan arah arus total. Besar dan arah arus ini diuraikan komponennya menjadi komponen U (timur-barat) dan V (utara-selatan). Besar komponen U didapat dari rumus,

$$U = V_{total} \sin \left( \frac{Dir \pi}{180} \right)$$

Sedangkan besar komponen V didapat dari :

$$V = V_{total} \cos \left( \frac{Dir \pi}{180} \right)$$

Dengan nilai  $\pi$  adalah 3.14 dan Dir merupakan arah arus. Hasil dari perhitungan komponen U dan V ini kemudian dilakukan plotting menjadi dua bentuk grafik yaitu scatterplot. Data kecepatan arus dalam cm/s diubah kesatuan m/s. Data kecepatan arus yang dikelompokkan dan diubah kesatuan m/s tersebut digunakan untuk verifikasi dengan kecepatan arus hasil model.

#### **Metode Analisa Data Kualitas Air**

Sampel air laut yang telah dibawa ke Balai Laboratorium Kesehatan kemudian dianalisis konsentrasi logam berat Pb yang terkandung di dalamnya dengan menggunakan Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). Prinsip dari pengujian ini ialah analit logam timbal dalam nyala udara-asetilen diubah menjadi bentuk atomnya menyerap radiasi elektromagnetik yang berasal dari lampu katoda dan besarnya serapan berbanding lurus dengan kadar analit (Badan Standarisasi Nasional, 2009)

#### **Analisa Laboratorium**

Pengambilan data pasang surut diperoleh dari data sekunder berupa data pengamatan pasang surut pada bulan Maret 2015. Data pasang surut air laut menggunakan metode Admiralty untuk memperoleh konstanta pasut. tahapan dalam uji analisis logam berat timbal (Pb) di laboratorium adalah sebagai berikut :

1. Persiapan pengujian sampel timbal total

Sampel air laut dihomogenkan, masukkan sampel air sebanyak 50 ml ke dalam Erlenmeyer 100 ml, kemudian tambahkan 5ml HNO<sub>3</sub>. Dipanaskan perlahan-lahan sampai sisa volumenya 15-20 ml. Jika destruksi belum sempurna (tidak jernih), maka tambahkan lagi 5 ml HNO<sub>3</sub> pekat, kemudian panaskan kembali. Proses ini dilakukan secara berulang-ulang sampai semua logam larut, yang terlihat dari warna endapan dalam sampel uji menjadi agak putih atau sampel uji menjadi jernih. Sampel uji kemudian diukur absorbansinya.

2. Pembuatan larutan standar logam timbal 10 ppm

Logam Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ditimbang sebanyak 1 gr, kemudian dilarutkan dengan aquadest dalam labu takar 1000 ml. Larutan tersebut mengandung 1000 ppm yang dinamakan larutan induk. Sebanyak 10 ml dari larutan induk dipipet lalu dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml kemudian ditambahkan aquadest sampai garis tanda batas. Larutan yang diperoleh mengandung konsentrasi 100 ppm. Dari larutan 100 ppm di pipet sebanyak 10 ml lalu dimasukan ke dalam labu takar 100 ml kemudian di tambahkan aquadest sampai tanda akhir untuk mendapatkan larutan konsentrasi 10 ppm. Sebelum sampel air laut di analisa absorbansinya di AAS, pertama dilakukan pembuatan kurve regresi antara larutan standart dengan absorbansi larutan standart

yang dibuat adalah pada konsentrasi 0,0; 0,2; 0,4; 0,6 0,8; dan 1 ppm, yang dilakukan dengan mengencerkan larutan 10 ppm.

3. Pengukuran sampel uji

Alat AAS diatur terlebih dahulu sesuai dengan instruksi pada petunjuk manual alat tersebut. Kemudian di kalibrasikan dengan kurva standar Pb dengan konsentrasi 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; dan 1 ppm. Setelah dikalibrasi sampel uji diaspirasikan ke dalam AAS lalu ukur serapannya pada panjang gelombang 217 nm. Bila hasil pengukuran untuk timbal total diluar kisaran pengukuran, maka dilakukan pengenceran dan ulangi tahapan persiapan sampel uji timbal total. Kemudian catat hasil pengukuran.

4. Perhitungan Kadar logam timbal (Pb)

$$Pb \text{ (mg/l)} = C \times Fp$$

C = kadar yang didapat dari hasil pengukuran, dinyatakan dalam mg/l

Fp = faktor pengenceran

(Badan Standarisasi Nasional, 2009)

**Metode Pengolahan Data Kualitas Air**

Sebaran parameter tersebut disajikan dengan menggunakan software Arc.GIS 10.1 yang kemudian dibuat peta sebaran parameternya. Interpolasi Arc.GIS 10.1 menggunakan Metode Inverse Distance Weighted (IDW) yang merupakan metode deterministik yang sederhana dengan mempertimbangkan titik disekitarnya (NCGIA, 1997 dalam Pramono, 2008). Asumsi dari metode ini adalah nilai interpolasi akan lebih mirip pada data sampel yang dekat daripada yang lebih jauh. Bobot (weight) akan berubah secara linear sesuai dengan jaraknya dengan data sampel. Bobot ini tidak akan dipengaruhi oleh letak dari data sampel. Adapun data inputan ArcGIS adalah data konsentrasi kualitas air dan Garis Pantai Kabupaten Sampang.

**Metode Pengolahan Data Arus**

Dalam membuat permodelan arus, data yang digunakan sebagai masukan dalam simulasi ini ialah data batimetri dengan menggunakan software SMS (Surface-Water Modelling System) modul ADCIRC. Persamaan yang digunakan dalam simulasi pemodelan hidrodinamika ini ialah persamaan dasar pada hidrodinamika 2 dimensi, yaitu persamaan gerak (momentum) dan persamaan kontinuitas.

Adapun tahap untuk menjalankan ADCIRC adalah sebagai berikut:

a. Masukan data batimetri

Data batimetri yang digunakan berasal dari digitasi titik-titik kedalaman pada peta batimetri daerah penelitian. Semakin jauh dari lokasi penelitian, interval antar titik batimetri semakin lebar.

b. Pembuatan jaring elemen hingga (mesh)

Pada modul SMS, semua titik kedalaman diubah menjadi jaring elemen triangular kuadratik. Jaring elemen yang berada di luar batas model serta elemen yang terlalu tipis dihapus.

c. Setting syarat batas (boundary condition) dan kontrol model

Syarat batas dalam modul ADCIRC terdiri dari pasang surut pada model, sedangkan isian pada kontrol model meliputi kontrol waktu running model.

d. Run SMS

Pemodelan menggunakan SMS menghasilkan pola sirkulasi arus pada lokasi penelitian, selama waktu penelitian berlangsung.

Hasil permodelan yang didapatkan berupa data arah arus (dirrection), kecepatan arus (magnitude), dan koordinat batasan model yang telah dibuat dengan menggunakan software SMS 10.1 yang kemudian disajikan dalam bentuk peta menggunakan software ArcGIS 10.1.

**Tahap Verifikasi Data Arus**

Verifikasi vektor arus dilakukan dengan membandingkan vektor arus hasil pemodelan dengan vektor arus hasil pengamatan lapangan. Dilakukan perhitungan terhadap besar kesalahan yang terjadi dari setiap data menggunakan uji statistic maupun perhitungan. Besar kesalahan yang terjadi dihitung dengan mencari nilai MRE (*Mean Relative Error*) (Riyanto, 2004). Perhitungan untuk mencari nilai tersebut adalah :

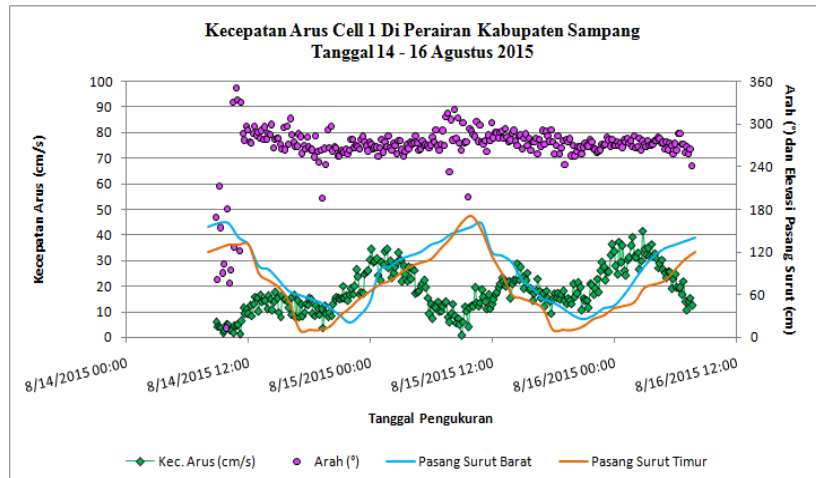
$$RE = \frac{|X - C|}{X} \times 100\% \quad MRE = \sum_{1}^N \frac{RE}{n}$$

keterangan:

- RE = *Relatif Error* (Kesalahan Relatif)
- MRE = *Mean Relatif Error* (Rata – Rata Kesalahan Relatif)
- C = Data Hasil Simulasi
- X = Data Lapangan
- n = Jumlah Data

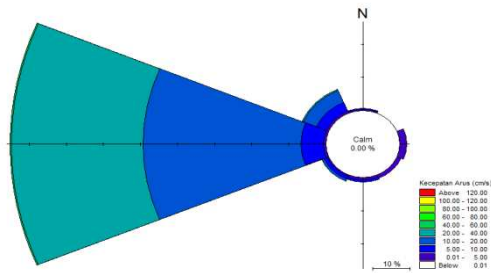
**2. Hasil dan Pembahasan**  
**Arus**

Berdasarkan hasil pengukuran arus menggunakan ADCP, kecepatan arus berkisar antara 0,8 cm/s hingga 41,7 cm/s dengan kecepatan rata – rata 17,9 cm/s, nilai kecepatan dan arah arus selengkapnya dapat di lihat pada gambar 1.



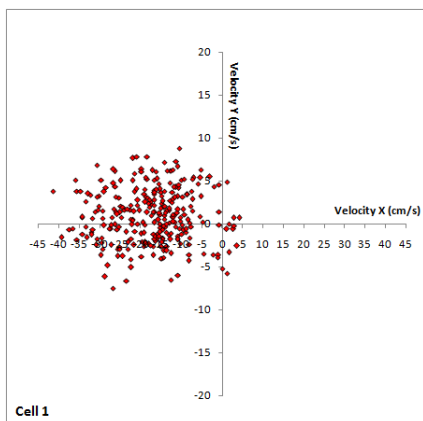
Gambar 1. Kecepatan arus permukaan di Perairan Sampang tanggal 14-16 Agustus 2015

Dari hasil analisa data pengamatan arus di Perairan Selatan Kabupaten Sampang menggunakan *current rose* (Gambar 2) dan *scatter plot*(Gambar 3) dapat disimpulkan arah arus dominan pada permukaan adalah ke arah Barat dengan frekuensi kejadian sebesar 85,11 % dan kecepatan arus dominan adalah >20 cm/s – 40 cm/s dengan frekuensi kejadian sebesar 59,22.



Gambar 2. Current rose di Perairan Kabupaten Sampang tanggal 14-16 Agustus 2015

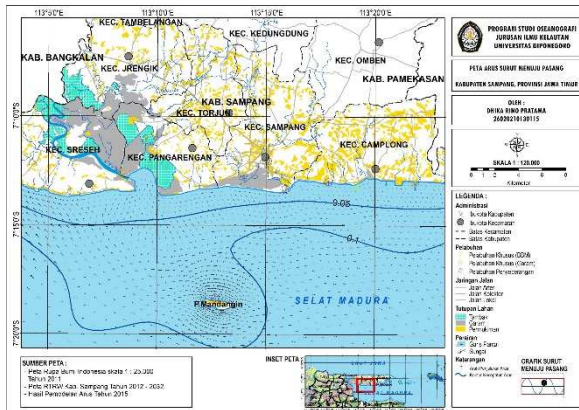
Gambar 3. Scatter plot kecepatan arus Perairan Kabupaten Sampang tanggal 14-16 Agustus 2015



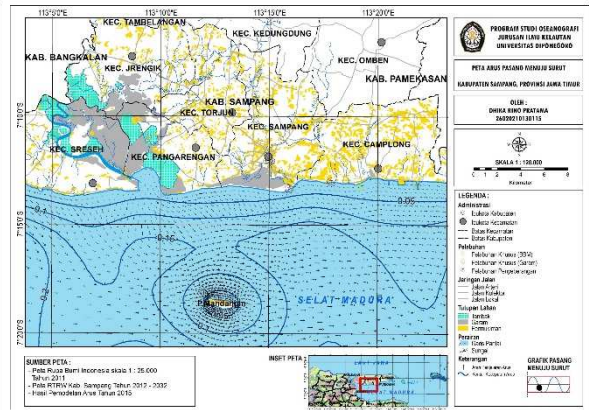
Cell 1



Penggambaran pola arus menggunakan pemodelan hidrodinamika 2D mencakup perairan selatan Kabupaten Sampang sebagai wilayah pemodelan. Hasil simulasi pola arus saat surut menuju pasang menunjukkan pergerakan arus dari timur ke barat (Gambar 4.) dan simulasi arus pada saat pasang menuju surut menunjukkan pergerakan dari barat ke timur (Gambar 5.)

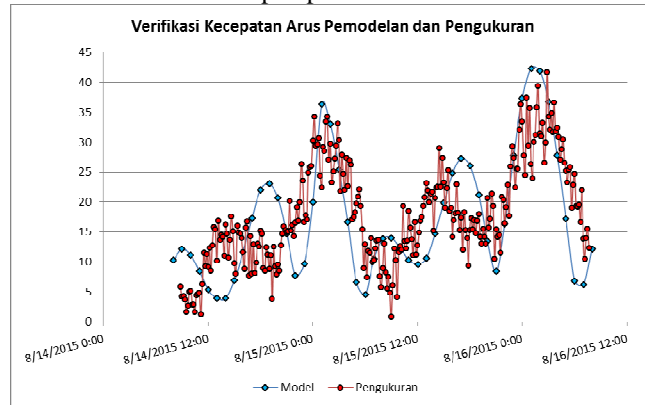


Gambar 4. Peta Model Pola Arus Surut Menuju Pasang



Gambar 5. Peta Model Pola Arus Pasang Menuju Surut

nilai kesalahan (*relative error*) pada arus model. Nilai-nilai kesalahan yang diperoleh dari hasil verifikasi arus model dengan data lapangan sebesar 32.80997% tampak pada Gambar 6.



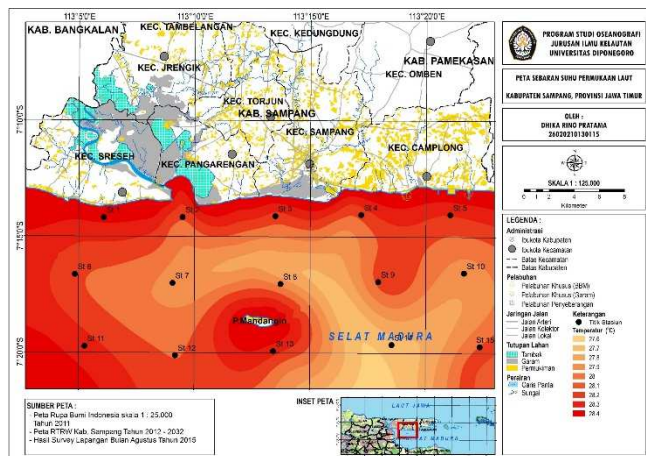
Gambar 6. Grafik Verifikasi Kecepatan Arus Pemodelan dan Pengukuran

### Kualitas Air Suhu

Hasil pengukuran suhu di perairan selatan Kabupaten Sampang berkisar antara 27.7–28.3°C (tabel 1). Konsentrasi tertinggi berada pada stasiun 1 dan 11 dengan nilai 28.3oC, nilai terendah berada pada stasiun 14 dengan nilai 27,7oC, rata – rata nilai suhu lapangan 28.04oC. Peta sebaran suhu menunjukkan warna yang lebih terang memberikan informasi nilai suhu yang lebih rendah dan warna lebih gelap memberikan informasi nilai suhu yang tinggi (gambar 7).

Tabel 1. Hasil Pengukuran Suhu Lapangan

Stasiun	Suhu (°C)	Baku Mutu
1	28.3	
2	27.9	
3	28.1	
4	27.9	
5	28.2	
6	28.1	
7	27.9	coral = 28 – 30 °C
8	27.9	mangrove = 28 – 32 °C
9	28.2	lamun = 28 -30 °C
10	27.9	
11	28.3	
12	28.1	
13	28	
14	27.7	
15	28.2	



Gambar 7. Persebaran Suhu Permukaan Laut

**Salinitas**

Hasil pengukuran salinitas di perairan selatan Kabupaten Sampang berkisar antara 33,7 – 34 ‰, tersaji dalam tabel 2. Nilai salinitas tertinggi berada pada stasiun 14 yaitu 34 ‰, sedangkan nilai terendah berada pada stasiun 1, 3, 4, 6 dan 8 yaitu 33,7 ‰. Peta sebaran salinitas menunjukkan warna yang lebih terang memberikan informasi nilai salinitas yang lebih rendah dan warna lebih gelap memberikan informasi nilai salinitas yang tinggi (gambar 8).

**pH**

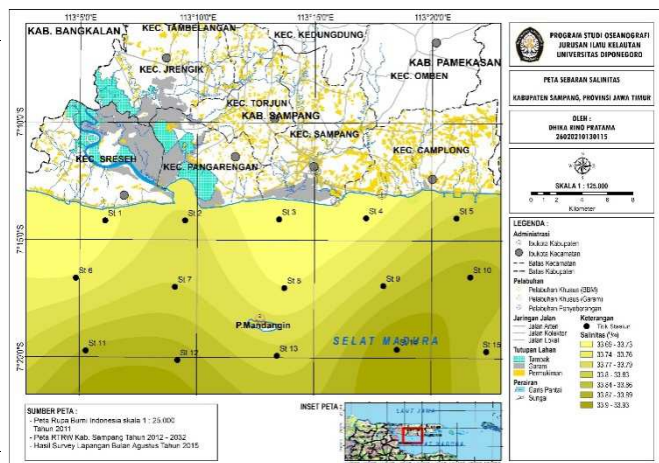
Hasil pengukuran pH di perairan selatan Kabupaten Sampang rata – rata berkisar 8,21. Nilai pH berkisar antara 8,15 – 8,28 dapat dilihat pada tabel 3. Konsentrasi pH tertinggi berada pada stasiun 5 dengan nilai 8,28 dan nilai terendah berada pada stasiun 11 dengan nilai 8,15. Peta sebaran pH menunjukkan warna yang lebih terang memberikan informasi nilai pH yang lebih rendah dan warna lebih gelap memberikan informasi nilai pH yang tinggi (gambar 9).

**Oksigen Terlarut**

Hasil pengukuran oksigen terlarut (tabel 4) di perairan selatan Kabupaten Sampang berkisar antara 6,3 – 6,6 mg/l. Konsentrasi tertinggi berada pada stasiun 3,9,11 dan 15 dengan nilai 6,6 mg/l, untuk nilai terendah berada pada stasiun 2 dengan nilai 6,3 mg/l dan rata – rata hasil pengukuran oksigen terlarut 6,46 mg/l. Peta sebaran oksigen terlarut menunjukkan warna yang lebih terang memberikan informasi nilai oksigen terlarut yang lebih rendah dan warna lebih gelap memberikan informasi nilai oksigen terlarut yang tinggi (gambar 10).

Tabel 2. Hasil Pengukuran Salinitas Lapangan

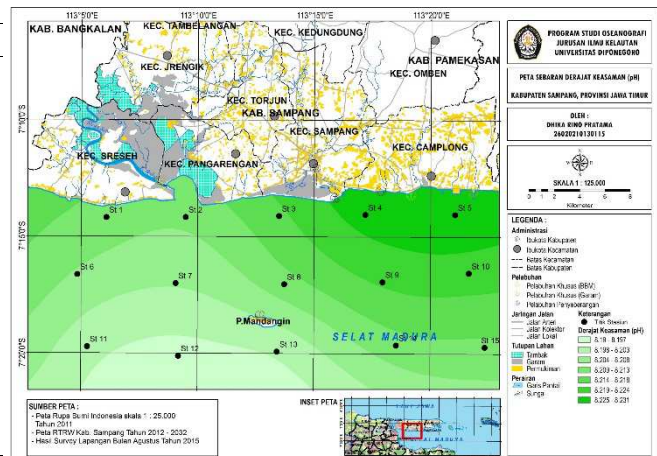
Stasiun	Salinitas (‰)	Baku Mutu
1	33.7	
2	33.8	
3	33.7	
4	33.7	
5	33.8	
6	33.7	
7	33.8	
8	33.7	coral = 33 - 34 ‰ mangrove = s/d 34 ‰ lamun = 33 - 34 ‰
9	33.8	
10	33.9	
11	33.9	
12	33.9	
13	33.8	
14	34	
15	33.8	



Gambar 8. Persebaran Salinitas

Tabel 3. Hasil Pengukuran pH Lapangan

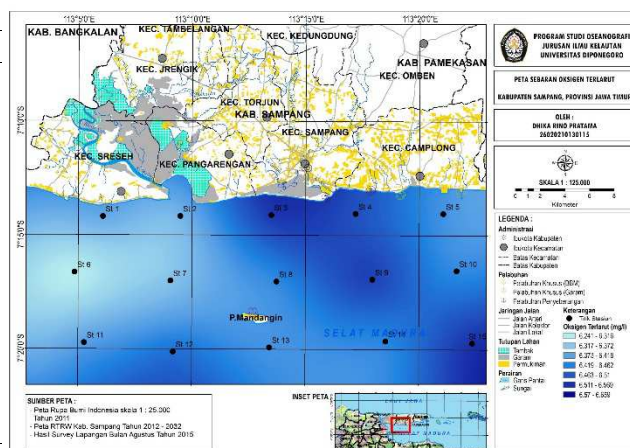
Stasiun	pH	Baku Mutu
1	8.23	7 - 8,5
2	8.19	7 - 8,5
3	8.21	7 - 8,5
4	8.27	7 - 8,5
5	8.28	7 - 8,5
6	8.2	7 - 8,5
7	8.21	7 - 8,5
8	8.25	7 - 8,5
9	8.23	7 - 8,5
10	8.21	7 - 8,5
11	8.15	7 - 8,5
12	8.18	7 - 8,5
13	8.13	7 - 8,5
14	8.22	7 - 8,5
15	8.2	7 - 8,5



Gambar 9. Persebaran pH

Tabel 4. Hasil Pengukuran Oksigen Terlarut Lapangan

Stasiun	DO (mg/l)	Baku Mutu
1	6.4	> 5 mg/l
2	6.3	> 5 mg/l
3	6.6	> 5 mg/l
4	6.5	> 5 mg/l
5	6.4	> 5 mg/l
6	6.4	> 5 mg/l
7	6.5	> 5 mg/l
8	6.4	> 5 mg/l
9	6.6	> 5 mg/l
10	6.4	> 5 mg/l
11	6.6	> 5 mg/l
12	6.5	> 5 mg/l
13	6.4	> 5 mg/l
14	6.4	> 5 mg/l
15	6.6	> 5 mg/l



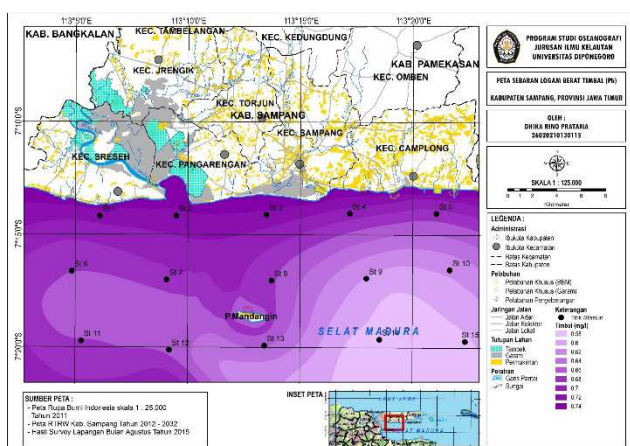
Gambar 10. Persebaran Oksigen Terlarut

### Logam Berat Pb

Hasil analisis laboratorium nilai konsentrasi timbal (tabel 5) yang terukur di perairan selatan Kabupaten Sampang berkisar antara 0.53–0.73 mg/l. Konsentrasi tertinggi berada pada stasiun 3 dengan nilai konsentrasi 0.73 mg/l, konsentrasi terendah pada stasiun 14 dengan nilai 0.53 mg/l. Rata-rata nilai konsentrasi Pb adalah 0.624. Peta persebaran logam berat Timbal secara spasial ditunjukkan pada gambar 11, ditandai oleh warna yang lebih terang menunjukkan konsentrasi logam berat Pb yang lebih rendah.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Timbal (Pb) Lapangan

Stasiun	Pb (mg/l)	Baku Mutu
1	0.7	0,008 mg/l
2	0.68	0,008 mg/l
3	0.73	0,008 mg/l
4	0.69	0,008 mg/l
5	0.59	0,008 mg/l
6	0.54	0,008 mg/l
7	0.69	0,008 mg/l
8	0.59	0,008 mg/l
9	0.56	0,008 mg/l
10	0.56	0,008 mg/l
11	0.66	0,008 mg/l
12	0.69	0,008 mg/l
13	0.59	0,008 mg/l
14	0.53	0,008 mg/l
15	0.56	0,008 mg/l



Gambar 11. Persebaran Logam Berat Timbal (Pb)

Selat Madura tergolong dari perairan yang semi tertutup dan dangkal. Penggunaan model ADCIRC sangat membantu karena model ini didasarkan atas elemen hingga untuk menyelesaikan persamaan perairan dangkal pada grid yang tidak terstruktur (Luetich *et al.*, 1992 dalam Pandoe, 2004).

Berdasarkan hasil perhitungan MRE (*Mean Relative Error*), diperoleh hasil bahwa nilai error antara hasil lapangan dengan simulasi model untuk data arus sebesar 32.80 %. Arah arus lapangan dan hasil model menunjukkan hal yang sama yaitu arah arus bergerak dominan ke arah barat. Dari *output* pemodelan pola arus di perairan selatan Kabupaten Sampang didapatkan, bahwa arus permukaan bergerak ke arah barat, hal ini dapat dipahami karena penelitian dilakukan pada bulan Agustus, Nontji (1993) menerangkan bahwa arus yang terjadi di perairan Indonesia arah dan kekuatannya di lapisan permukaan sebagian besar ditentukan oleh angin. Angin yang berhembus di bulan Agustus tergolong dalam angin musim timur. Arus di musim timur yang lebih menguat arus ke arah barat menuju laut Cina Selatan. Pola arus di perairan selatan Kabupaten Sampang pada musim timur secara umum mengalir dari timur menuju barat.

Selat Madura tergolong dalam kategori perairan yang semi tertutup dan dangkal, perbedaan suhu secara horizontal maupun vertikal tidak terlalu besar, Hal ini dibuktikan dari penelitian Bintoro (2005) bahwa kisaran suhu di Selat Madura secara horizontal 26,5 – 30°C. Rata-rata suhu di perairan selatan Kabupaten Sampang yaitu 28,04°C, dan kondisi ini merupakan suhu optimal untuk pertumbuhan dan kehidupan biota air. Kondisi suhu di perairan selatan Kabupaten Sampang yang berkisar 27.7–28,3°C ini sesuai dengan baku mutu Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota yang



berkisar 28–30°C. Profil sebaran suhu permukaan di perairan selatan Kabupaten Sampang relative normal dan homogen dengan fluktuasi relatif kecil (Prasetyo dan Siswanto, 2013) sehingga memudahkan biota untuk beradaptasi dan berkembang biak.

Stasiun yang jauh dari pesisir, nilai salinitas tinggi ini dapat disebabkan oleh asupan massa air dari laut yang lebih tinggi. Nilai salinitas yang lebih rendah berada di stasiun yang dekat dengan pesisir dan muara sungai. Salinitas yang lebih rendah disebabkan adanya asupan air tawar dari mulut sungai yang bercampur di daerah muara (Supangat dan Susanna, 2013). rata – rata sekitar 33,7–34‰, hal ini menunjukkan profil kondisi salinitas rata–rata di perairan laut daerah tropis (Prasetyo dan Siswanto, 2013). Jika dibandingkan dengan Baku Mutu Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota, kondisi salinitas di lingkungan lokasi penelitian tergolong pada level normal yaitu 33-34 ‰. fluktuasi salinitas diperairan laut tropis, khususnya di perairan Selat Madura, relatif kecil  $\pm 5$  ppt terhadap perubahan rata-rata salinitas musiman (Prasetyo dan Siswanto, 2013). Ditunjang menurut penelitian Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Laut dan Pesisir (P3SDLP) tahun 2013, Salinitas di Selat Madura pada bulan Maret hingga Mei (termasuk musim peralihan I) bervariasi sekitar 29,5 – 32,5 ‰,selanjutnya pada bulan September-November (musim peralihan II) meningkat yaitu antara 32,80 – 35‰.

Menurut Nybakken (1988) perairan laut maupun pesisir memiliki pH relatif stabil dan berkisar antara 7,7 – 8,4. Di perairan Belitung Timur, Bangka Belitung Timur nilai pH berkisar antara 7,98 -8,20 dengan rata – rata 8,09 (Simanjuntak, 2009) dan Penelitian di perairan Banggai, Sulawesi Tengah nilai pH berkisar 7,95 – 8,26 dengan rata – rata 8,11 (Simanjuntak, 2012). Nilai pH di perairan selatan Kabupaten Sampang hampir sama yaitu 8,15 – 8,28 dengan nilai rata – rata 8,21. Nilai pH untuk perairan normal menurut Baku Mutu Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 berkisar 7 – 8,5. Kondisi perairan di Kabupaten Sampang masih dalam kategori baik.

Kondisi perairan dengan nilai oksigen terlarut diatas  $>5$  mg/l tergolong dalam perairan yang baik menurut Baku Mutu Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004. Beberapa faktor seperti pergerakan arus dan proses pencampuran massa air, fluktuasi suhu, penurunan salinitas mempengaruhi perubahan oksigen terlarut (Hutagalung dan Rozak, 1997). Odum (1971) juga menyatakan kadar oksigen mengalami kenaikan seiring tingginya salinitas dan adanya penurunan suhu. Hal ini berbeda dengan nilai stasiun 2, merupakan stasiun yang memiliki nilai oksigen terlarut terendah dengan nilai 6,3 mg/l, nilai suhu di stasiun 2 yaitu 27,9 tergolong suhu yang tinggi dengan nilai salinitas 33,8 ‰ termasuk nilai salinitas yang tinggi pada pengukuran. Ada faktor lain yang menyebabkan menurunnya oksigen terlarut ini, menurut nybakken (1992) kandungan oksigen terlarut di perairan dapat menurun akibat bertambahnya limbah organik. Stasiun 2 letaknya di depan muara sungai yang mungkin buangan limbah organik dari darat meningkat.

Rata – rata hasil pengukuran Pb di Perairan selatan Kabupaten Sampang sebesar 0,624 mg/l. Hasil penelitian (Fuadiyah, 2011) di perairan pantai Kanjeran, Surabaya menunjukkan rata – rata kadar Timbal (Pb) telah melebihi nilai ambang batas yaitu 0,2066 mg/l dan di Pamekasan kadar nilai Pb rata – rata sebesar 0,3466 mg/l. Ketiga tempat ini telah melebihi ambang batas baku mutu Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang biota laut. Hasil ini disebabkan tingginya aktifitas lalu lintas laut di perairan Selat Madura seperti Jalur Transportasi laut, aktifitas Latih Militer TNI Angkatan Laut, aktifitas pengangkutan ikan oleh nelayan, aktifitas eksplorasi dan eksploitasi minyak. Menurut Palar (1994) Pb di dimanfaatkan untuk bahan pencampur bahan bakar minyak untuk melindungi mesin supaya awet. Logam berat Pb yang terkandung dalam bahan bakar ini kemudian di lepaskan ke udara melalui alat pembuangan asap, dan bagian ini kemudian larut dalam badan perairan. Menurut Penelitian Parawita *et al.*, (2009) pembuangan lumpur lapindo melalui sungai porong yang bermuara ke selat Madura mengakibatkan tingginya kandungan Pb yang berkisar 0-0,490 mg/l. Hal ini menandakan Aktifitas di darat juga memberikan kontribusi sumber polutan seperti aktifitas industri di sepanjang pesisir Gresik, Sidoarjo, dan Surabaya.

Pola arus di perairan selatan Kabupaten Sampang pada pengukuran bulan agustus arahnya dominan dari timur ke barat, hal ini dapat mempengaruhi persebaran parameter kualitas perairan. Suhu merupakan salah faktor yang sangat penting dalam mengatur proses kehidupan dan sebaran organisme. Suhu air laut di suatu perairan dapat dipengaruhi oleh kondisi atmosfer dan intensitas penyinaran matahari yang masuk ke laut (Officer, 1976 *dalam* Simanjuntak, 2009). Selain dinamika arus, kondisi geografis perairan, kedalaman laut , angin dan musim juga dapat mempengaruhi kondisi suhu air laut (Sijabat, 1974 *dalam* Patty, 2013). Gambar 6 menunjukkan kondisi suhu air laut di dekat pantai relatif lebih tinggi, kondisi ini dipengaruhi oleh pergerakan massa air tawar dari aliran sungai–sungai yang dengan mudah masuk ke perairan dekat pantai. Gerakan massa air dapat menimbulkan panas akibat adanya gesekan antara molekul air, sehingga suhu air laut di perairan dekat pantai lebih hangat (Tarigan dan Edward, 2000 *dalam* Patty, 2013). Pola arus membawa massa air yang lebih dingin dari timur menuju ke barat, karena adanya perbedaan kedalaman menyebabkan adanya perubahan suhu dan kecepatan arus. Kerapatan air berkurang seiring berkurangnya kedalaman yang menyebabkan naiknya suhu permukaan laut.

Sebaran salinitas di laut dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai. Faktor yang mempengaruhi beda tingginya salinitas adalah cuaca dan angin (Nontji,

2002). *Mixing* akibat gelombang laut ataupun gerakan massa air yang ditimbulkan oleh tipuan angin menjadi penyebab perbedaan nilai salinitas (Banjarnahor, 2000 dalam Patty, 2013). Saat musim timur massa air yang bersalinitas tinggi bergerak dari arah timur dari Selat Makassar dan Laut Flores, yang mendorong air bersalinitas rendah kembali ke arah barat (Nontji, 2007). Masukan salinitas tinggi dari samudra yang dibawa pola arus dari timur ke barat menyebabkan rata-rata nilai salinitas di selatan perairan Kabupaten Sampang sekitar  $33,6 - 34 \text{ ‰}$ . Nilai salinitas di dekat pantai cenderung turun ini disebabkan di dekat pantai dipengaruhi oleh masukan massa air tawar dari daratan.

Pola sebaran DO cenderung menurun ke arah barat, rendahnya nilai oksigen terlarut di bagian barat perairan akibat masukan materi organik dan anorganik dari daratan melalui aliran sungai ke laut akibat limbah buangan rumah tangga yang terbawa arus dari timur ke barat. Keadaan ini membuat perairan di bagian barat terjadi pengkayaan zat hara yang dapat mengakibatkan penurunan nilai oksigen terlarut dalam air. Faktor kenaikan suhu juga dapat mempengaruhi penurunan nilai oksigen terlarut (Mulyanto, 1992 dalam Simanjuntak, 2009).

Pola sebaran pH di laut relatif stabil, berkisar antara 7,7 – 8,4 (Nybakken, 1988). Nilai pH di perairan selatan Kabupaten Sampang relatif stabil berkisar 8.19-8.231, pola sebaran nilai pH cenderung menurun di pantai menuju lepas pantai, nilai pH di stasiun bagian barat dekat dengan Pulau Mandangin lebih rendah hal ini diduga padatnya aktivitas darat dari Pulau Mandangin melakukan pembuangan limbah rumah tangga ke laut, pola arus dari arah timur ke barat menyebabkan limbah rumah tangga terbawa ke arah barat.

Pola sebaran logam berat timbal tinggi atau rendah konsentrasinya tidak dipengaruhi oleh kecepatan arus, arah arus hanya menunjukkan pola sebaran dari logam berat timbal. Menurut penelitian (Fuadiyah, 2011) di Pamekasan kadar nilai Pb rata – rata sebesar 0,3466 mg/l. kondisi perairan di pamekasan sudah melebihi ambang batas baku mutu, arah arus dari timur membawa konsentrasi logam berat timbal dari polutan yang bersumber di perairan Kabupaten Pamekasan.

## **Kesimpulan**

Hasil pengukuran kualitas air meliputi suhu berkisar 27.7–28,3°C; salinitas 33,7–34‰; derajat keasaman (pH) 8,15–8,28, oksigen terlarut 6,3 – 6,6 mg/l; logam berat Pb 0.53–0.73mg/l.0. Arah arus yang dominan ke arah barat mempengaruhi pola penyebaran kualitas air yang menyebabkan nilai konsentrasi suhu dan logam berat di perairan bagian barat lebih tinggi daripada perairan bagian timur, sedangkan nilai konsentrasi salinitas, oksigen terlarut dan pH di perairan bagian barat lebih rendah.

## **Daftar Pustaka**

- Hutagalung, H.P & A. Rozak. 1997. Metode Analisis air laut, sedimen dan biota. Buku 2. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi LIPI, Jakarta.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2004. Baku Mutu Air Laut. Keputusan Meneg. KLH No 51 tahun 2004, tanggal 8 April 2004, Jakarta.
- Nontji, A. 1993. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Nybakken, J. W. 1988. Biologi Laut, Suatu Pendekatan Ekologi. Alih bahasa oleh M. Eidman, Koesoebiono, D.G. Bengen, M. Hutomo & S. Sukarjo. Gramedia . Jakarta. 459 hal.
- Odum, E.P. 1971. Fundamentals of Ecology. 3rd ed. W. B. Saunders Company. Philadelphia.
- Palar, H. 1994. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta: Jakarta.
- Pandoe, W. W. 2004. *Extended Three Dimensional ADCIRC Hydrodynamic Model to Include Baroclinic Flow and Sediment Transport*. (Disertasi). Doctor of Phylosophy, Texas A&M University, Texas, 164 hlm.
- Parawita, D., Insafitri, dan W. A. Nugraha. 2009. Analisis Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb) Di Muara Sungai Porong. Jurnal Kelautan, Universitas Trunojoyo 2(2):117-124.
- Patty, S. I. 2013. Distribusi Suhu, Salinitas Dan Oksigen Terlarut Di Perairan Kema, Sulawesi Utara. Jurnal Ilmiah Platax, 1(3):148-157.
- Simanjuntak, M. 2009. Hubungan Faktor Lingkungan Kimia, Fisika Terhadap Distribusi Plankton Di Perairan Belitung Timur, Bangka Belitung. Jurnal Perikanan, Penelitian Oseanografi-LIPI, Jakarta, 11(1):31-45.
- Sugiyono. 2012. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta.