

PEMODELAN ARUS EDDY 2 DIMENSI DI PERAIRAN SELATAN YOGYAKARTA SERTA HUBUNGANNYA DENGAN SEBARAN SALINITAS DI PERMUKAAN

2-DIMENSIONAL EDDY CURRENT MODELING IN THE WATERS SOUTH OF YOGYAKARTA AND ITS RELATIONSHIP WITH SALINITY DISTRIBUTION ON THE SURFACE

¹Jatnika, ²Nadia Zahrina W, ²Billy Yanfeto, ²Rifqi Noval Agassi

¹Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman

²Pusat Hidro-Oseanografi TNI Angkatan Laut

*Koresponden penulis: jatnika@mhs.unsoed.ac.id

Abstrak

Perairan selatan Yogyakarta mulai dari Sungai Opak hingga Tanjung Mulang, Tasikmalaya, Jawa Timur. Memiliki luas wilayah yang terbentang antara 110°16' 00 BT - 112° 05' 00" BT dan 7° 38' 00" LS - 9° 00' 00" LS. Perairan ini berbatasan langsung dengan Samudera Hindia sehingga mempunyai karakteristik unik dan kompleks karena dinamika perairannya dipengaruhi oleh Samudera Hindia. Informasi model arus ini merupakan sumber informasi yang berguna untuk pelayaran, wilayah penangkapan ikan, dan hal-hal lain yang berkaitan dengan perikanan dan kelautan. Validasi data diperlukan untuk mengetahui keakuratan hasil analisis data dengan data pengukuran lapangan. Pengukuran tingkat akurasi menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fenomena Eddy yang terjadi dan kaitannya dengan sebaran salinitas. Time step dan jumlah *time step* yang digunakan adalah dari tanggal 1-25 Oktober 2022. Validasi pasang surut sebagai parameter model diperoleh nilai RMSE sebesar 0,204 atau 20,4%, hasil ini dapat diterima karena memiliki nilai RMSE <40%. Hasil dari model saat ini mendapatkan 3 kejadian Eddy dalam waktu tersebut.

Kata Kunci: Arus, Eddy, Perairan Selatan Yogyakarta, Salinitas, RMSE

Abstract

Yogyakarta's southern waters from the Opak River to Tanjung Mulang, Tasikmalaya, East Java. It has an area that extends from 110 ° 16' 00 E - 112 ° 05' 00" E and 7° 38' 00" LS - 9° 00' 00" LS. These waters are directly adjacent to the Indian Ocean so that they have unique and complex characteristics because of the dynamics of their waters which are influenced by the Indian Ocean. This flow model information is a useful source of information for shipping, fishing areas, and other matters related to fisheries and marine affairs. Data validation is needed to determine the accuracy of data analysis results with field measurement data. Measuring the level of accuracy using the Root Mean Square Error (RMSE). This study aims to determine the characteristics of the Eddy phenomenon that occurs and its relation to the distribution of salinity. The time step and number of time steps used are from 1-25 October 2022. Tidal validation as a model parameter obtained an RMSE value of 0.204 or 20.4%, this result is acceptable because it has an RMSE value of <40%. The results of this current model get 3 Eddy events in that time.

Keywords: Current, Eddy, Yogyakarta Southern Waters, Salinity, RMSE

1. PENDAHULUAN

Perairan Selatan Yogyakarta juga memiliki karakteristik yang unik dan kompleks karena dinamika perairannya yang dipengaruhi oleh Samudera Hindia. Samudera Hindia dipengaruhi oleh sistem angin muson dan sistem angin pasat (Pranowo dkk., 2016). Perairan ini juga memiliki beberapa fenomena seperti *Indian Ocean Dipole* (IOD), *upwelling*, Arus Khatulistiwa Selatan (AKS), Arus Pantai Jawa (APJ), Arus Lintas Indonesia (ARLINDO) dan Eddy (Martono, 2012). Fenomena arus yang terjadi di perairan ini memiliki arah yang berbeda-beda, sehingga dapat membentuk sebuah pusaran (eddy) yang searah dan berlawanan arah (Pranowo dkk., 2016).

Arus *Eddy* merupakan arus pusar yang memiliki peran penting dalam dinamika perairan laut. Pergerakan arus Eddy dapat mengakibatkan perubahan tinggi muka air laut (Reniato, 2018). Kajian tentang arus Eddy ini memuat informasi seperti karakteristik, kecepatan arus, dan dampak dari pergerakan arus Eddy selama periode 25 hari, dan dapat menjadi acuan bagi kebutuhan masyarakat dan pemerintah dalam melaksanakan kegiatan pelayaran, perikanan, serta penelitian di wilayah perairan Indonesia (Kurniawan dkk., 2011).

Ketika Fenomena Eddy, terjadi pencampuran kolom air antara lapisan bawah dengan permukaan, sehingga pada saat siklonik eddy kondisi salinitas di sekitar *mixed layer* di pusat Eddy menjadi tinggi dan suhu menjadi rendah, sedangkan pada antisiklonik eddy berlaku sebaliknya. Ketika Eddy antisiklonik salinitas di pusat menjadi rendah dan suhu menjadi hangat (Pranowo dkk., 2016). Sebaran suhu dan salinitas ini dipengaruhi oleh hidrodinamika perairan, dimana pola pergerakan massa air akan mempengaruhi fluktuasi parameter oseanografi suhu permukaan laut, klorofil-a dan salinitas (Hadi dkk., 2012). Kondisi sebaran salinitas dan suhu memiliki perbandingan terbalik dimana Ketika suhu tinggi maka salinitas menjadi rendah.

Validasi bertujuan untuk membuat sesuatu yang resmi diterima atau disetujui, terutama setelah memeriksanya. Menurut Putra dkk., (2021) validasi data diperlukan untuk mengetahui tingkat akurasi data hasil analisis dengan data hasil pengukuran di lapangan. Pengukuran tingkat akurasi menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE).

Pembuatan model arus Eddy menggunakan pemodelan numerik dilakukan untuk mengkaji fenomena Eddy yang ada di perairan Selatan Yogyakarta untuk memenuhi informasi arus secara spasial dan temporal di suatu perairan. Pemodelan yang dapat dilakukan dengan menggunakan software pemodelan numerik menggunakan software MIKE 21 untuk mengetahui fenomena Eddy secara spasial dan temporal.

Penggunaan modul untuk mengetahui fenomena Eddy ini yaitu dengan menggunakan modul Hidrodinamika MIKE 21. *Module Hydrodynamic* digunakan untuk memodelkan muka air dan arus di danau, muara, teluk, area pantai dan lautan. Model ini mensimulasikan area *unsteady* dua dimensional dalam satu lapisan fluida dan telah banyak dipergunakan dalam penelitian.

Penelitian ini berupa peninjauan karakteristik arus Eddy yang terjadi di Perairan Selatan Yogyakarta selama 25 hari pada Musim Peralihan II tahun 2022, lalu mendeskripsikan hubungan Eddy dengan sebaran salinitas yang terjadi di permukaan.

2. MATERI DAN METODE

2.1 Materi Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pasang surut yang bersumber dari prediksi *Tidal* pada MIKE 21, data kedalaman yang bersumber dari hasil survei Pusat Hidro- Oseanografi TNI Angkatan Laut, data angin selama 25 hari yang bersumber dari badan riset

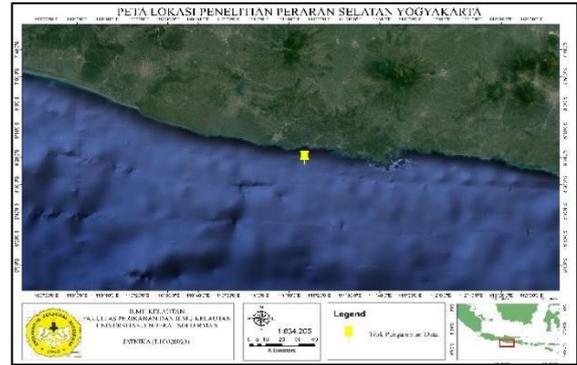
klimatologi Marine Copernicus, serta data salinitas yang didapatkan dari Marine Copernicus. Data garis pantai dan batimetri didapatkan dengan melakukan digitasi pada Peta Laut Indonesia No.451 yang kemudian dijadikan *boundary* pada *software* MIKE 21. Data angin yang digunakan diperoleh dari *website* CDS-Copernicus dan data pasang surut yang digunakan berasal melalui prediksi pada *software* MIKE 21 dan menggunakan data pasut BIG sebagai validasinya.

Alat yang digunakan perangkat lunak yang digunakan adalah *software* MIKE 21 untuk pemodelan arus, ODV (*Ocean Data View*) untuk mengekstrak data dan pembuatan plot sebaran salinitas, Microsoft Excel untuk mensortir data.

2.2 Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 17 Januari-17 Februari 2022 dengan wilayah kajian adalah Perairan Selatan Yogyakarta (Gambar 1). Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode kuantitatif dengan pengamatan arus pada beberapa wilayah yang dilakukan secara visual. Metode penelitian kuantitatif adalah penelitian yang menggunakan data berupa angka-angka, bersifat sistematis dan analisis data menggunakan statistik atau model (Sugiyono, 2014).

Data yang menjadi input penelitian berupa nilai. Data tersebut dianalisis menggunakan hasil model dan hasil survei data lapangan Pusat Hidro-Oseanografi TNI Angkatan Laut (Pushidrosal). Validasi model arus dilakukan dengan membandingkan nilai dari setiap parameter yang dimodelkan dengan nilai observasi. Model yang dibangun dapat dikatakan dengan baik jika model tersebut mendekati kondisi sebenarnya.



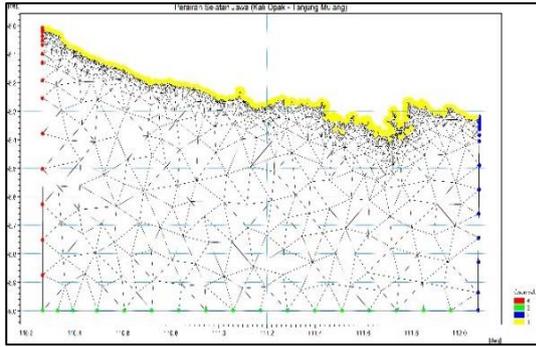
Gambar 1. Peta wilayah kajian

Metode yang paling tepat untuk menjadi validasi kesalahan pengukuran/perhitungan adalah didasarkan pada nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) yang dihasilkan dari perbandingan tersebut. Tahapan dari pembuatan model yakni sebagai berikut:

2.2.1 Penentuan Domain

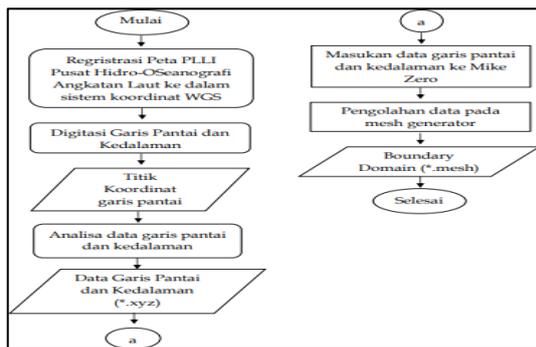
Penggunaan domain model untuk menghasilkan model arus ini terdiri atas wilayah kajian yaitu Perairan Selatan Yogyakarta dengan waktu yang dibatasi yakni selama 25 hari. Batas daerah kajian yang dibuat menjadi 3 *open boundary* yaitu Barat, Timur, Selatan dan *closed boundary* yaitu Daerah Selatan Yogyakarta.

Sedangkan parameter yang dikaji pada penelitian ini adalah pergerakan arus Eddy dan sebaran salinitas sebagai *output* utama dengan data masukkan desain model yaitu garis pantai, batimetri, pasang surut, angin, dan arus serta salinitas di *boundary*-nya. Peta batas wilayah kajian disajikan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Batas wilayah kajian

Secara temporal pemilihan waktu kajian adalah Musim Peralihan II. Musim peralihan pada penelitian ini di wakili Bulan Oktober tanggal 1 sampai 25 Tahun 2022 sebagai pertengahan dari Musim Peralihan II. Secara temporal pembuatan model menggunakan software MIKE 21 membutuhkan waktu sesuai *interval step* dan jumlah *time* yang dibutuhkan. *Time step* yang digunakan menyesuaikan data musim peralihan II selama 25 hari yaitu Bulan Oktober yang diasumsikan dapat mewakili Musim Peralihan II. *Time step* yang digunakan adalah 3600 detik dan jumlah *time step* nya sebanyak 600 *step* atau 25 hari. Tahapan kajian pemodelan disajikan dalam Gambar 3

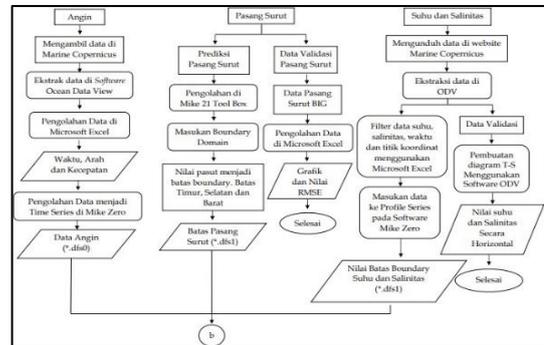


Gambar 3. Pembuatan *boundary*

2.2.2 Preparasi Data

Tahap preparasi data berupa pengumpulan dan pengolahan data mentah menjadi data yang siap digunakan untuk menjadi data masukan pada model. Data yang diperoleh pada penelitian ini berupa data sekunder yang digunakan sebagai data

masukan dan data validasi model. Tahapan pengumpulan dan pengolahan data parameter disajikan dalam diagram alir pada Gambar 4.



Gambar 4. Preparasi data

Data-data diatas didapatkan melalui penyedia data *scientific* yang dapat diperoleh dari Pusat Hidro- Oseanografi Angkatan Laut (Pushidrosal) dan *website* CDS-Copernicus.

2.2.3 Pembuatan Desain Model

Pembuatan desain model dilakukan guna menjadi batasan wilayah dan sebagai wilayah input data masukan pembangunan model. Desain model dibangun sesuai domain model dengan batasan- batasannya serta data masukan model yang diharapkan membangun model dengan simulasi yang baik dengan data *blowup (error)* yang kecil.

Mesh area dibangun sebagai wilayah model yang akan dijalankan dengan batasan-batasan berupa batas terbuka dan batas tertutup sesuai dengan ruang lingkup model yang ditentukan. Batasan yang didefinisikan akan dibangun dengan *Nodes* dan dipisahkan oleh *Vertice*. Lalu, dihubungkan dengan mesh yang dibuat yaitu *Triangular Mesh*.

2.2.4 Model Hidrodinamika (HD)

MIKE 21 *hydrodynamic (HD) module* adalah model matematik untuk menghitung perilaku hidrodinamika air terhadap berbagai macam fungsi gaya, misalnya kondisi angin tertentu dan muka air yang sudah ditentukan di *open model boundaries*. *Hydrodynamic*

module mensimulasi perbedaan muka air dan arus dalam menghadapi berbagai fungsi gaya di danau, estuari dan pantai (Watofa dkk., 2021). Model HD mensimulasi aliran dua dimensi tidak langgeng dalam fluida satu lapisan (secara vertikal homogen) (Azhar dkk., 2011)

Setting Model Hidrodinamika merupakan salah satu proses pengaturan model (*set up model*) untuk mendapatkan komponen arus sebagai data masukan pada model gelombang. Proses ini meliputi domain model, *setting* waktu dan *setting up model Flow Model FM*. Setelah proses tersebut dilakukan maka dilakukan *running model* pada *software* MIKE 21. *Output* yang dihasilkan merupakan kecepatan arus, arah arus, dan tinggi elevasi permukaan.

2.2.5 Analisis Interpolasi Batimetri

Analisis hasil interpolasi batimetri dilakukan menggunakan *software* MIKE 21 dengan *Module Mesh Generator*. Metode interpolasi yang digunakan adalah Natural Neighbour. Interpolasi natural neighbour merupakan metode dengan sifat lokal, dimana sampel data yang digunakan berdekatan atau berada disekitar hasil yang diperoleh sebagai nilai masukan proses interpolasi. Metode interpolasi didasarkan pada pendekatan dengan poligon thiessen. Metode natural neighbour mempunyai kemiripan dengan metode Inverse Distance Weighting (IDW), yaitu nilai pembobotan (weight) dengan nilai yang berbeda (faktor eksponen/power) (Mitas dan Mitsova, 1999).

2.2.6 Analisis Arus Eddy

Karakteristik Eddy dapat dianalisis dengan melihat arah putarannya, proses terbentuknya, dan juga dengan menghitung besar diameternya. Pengukuran Eddy dilakukan dengan melihat jarak antar tepi dari pusaran dari Eddy itu sendiri. Perhitungan jarak tersebut menggunakan

persamaan sebagai berikut (Nuzula dkk., 2016).

$$D = \sqrt{\frac{[|b| - |a|] \times 111 \text{ km}}{1 \text{ derajat}}}$$

Keterangan :

D : Diameter Eddy

b : Tepi lingkaran lintang yang rendah atau bujurpaling timur (derajat)

a : Tepi lingkaran lintang yang tinggi atau bujurpaling barat (derajat).

2.2.7 Validasi Data Pasang Surut

Root Mean Square error (RMSE) ini adalah Metode validasi ini merupakan penarikan akar dari jumlah kuadrat error terhadap banyaknyawaktu data peramalan (Lareno, 2014). Adapun persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (X_i - Y_i)^2}$$

Keterangan :

RMSE : *Root Mean Square Error*

X_i : data hasil simulasi

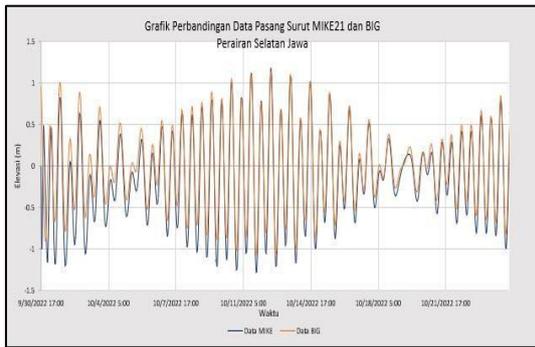
Y_i : data lapangan

N : jumlah data

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

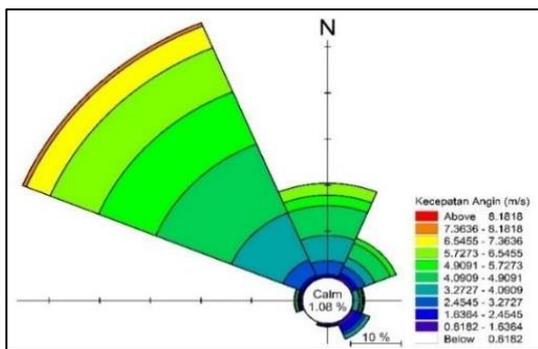
3.1 Nilai Validasi Pasang Surut

Pasang surut merupakan salah satu data masukan dalam membangun suatu model yang diinginkan. Data masukan ini perlu divalidasi agar model yang dibangun dapat mendekati kondisi sebenarnya. Data pasang surut diperoleh dari prediksi *DHI Global Tide* melalui *software* MIKE 21 *toolbox* dengan format data *Line Series (*.dfs1)* terhadap *boundary* yang sudah dibuat (*Open Boundary*). Data ini kemudian dikomparasikan dengan data model pasang-surut dari Badan Informasi Geospasial (BIG). Hasil komparasi data disajikan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Grafik validasi pasang surut model-BIG

Nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) yang didapatkan dari hasil perbandingan pasang-surut BIG dengan pasang surut Simulasi MIKE Flow Model sebesar 0.204 atau sebesar 20%. Darinilai tersebut model dapat diterima jika nilai kurang dari 40% (Watofa *dkk.*, 2021). Data ini diharapkan dapat membangun model yang baik dengan nilai RMSE <40%. Berdasarkan grafik diatas bahwa terjadi dua kali pasang-surut yang terjadi dalam satu hari. Spektrum pasang-surut pada grafik mencirikan bahwa Perairan Selatan Yogyakarta memiliki tipe pasang surut campuran condong harian ganda



Gambar 6. Wind Rose Peralihan II Tahun 2022

Gaya pembangkit utama terjadinya arus permukaan adalah angin. Angin merupakan data pembangun dalam simulasi model. Data angin sebagai masukan digunakan dalam model HD dan Model

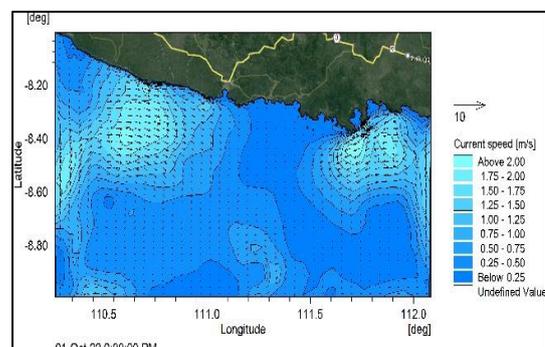
Spectral Waves FM. Data angin Bulan Oktober dianggap dapat mewakili Musim Barat disajikan pada Gambar 6 di atas.

Berdasarkan hasil Gambar 6 diatas dapat dilihat mawar angin (*Wind Rose*) dengan interval waktu pengukuran perjam, arah angin dominan bergerak ke arah barat laut dengan kecepatan tertinggi 8,1818 m/s. Pada Musim Peralihan II (bulan Oktober), angin bertiup ke arah Barat Laut dengan kecepatan rata-rata 7 knot (Rifai *dkk.*, 2020).

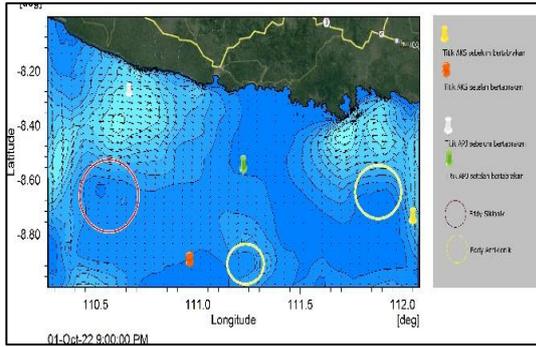
Berdasarkan hasil model dapat dilihat sebaran salinitas di permukaan pada tanggal 11 Oktober 2022 pukul 03.00 UTC. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat pada daerah Eddy memiliki nilai salinitas yang berbeda dengan daerah sekitarnya. Nilai salinitas pada model memiliki kisaran 33,25 – 33,75 PSU. Hasil tersebut menunjukkan persamaan dimana dari kedua jenis Eddy yang ada menunjukkan nilai salinitas yang berbanding terbalik. Perbandingan antara hasil model MIKE dengan data dari Marine Copernicus menghasilkan nilai RMSE sebesar 0.35.

3.2 Karakteristik Eddy

Berdasarkan hasil dari model arus di Perairan Selatan Yogyakarta terdapat 3 kejadian Eddy (Gambar 7. dan Gambar 8.) selama 25 hari yakni dari tanggal 30 September pukul 17.00 UTC sampai dengan 25 Oktober 16.00 UTC.



Gambar 7. Model arus dua dimensi



Gambar 8. Fenomena Eddy

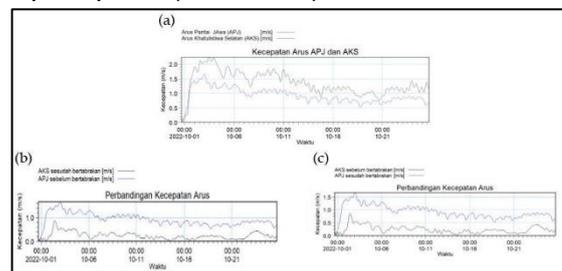
Dari kedua gambar diatas terlihat fenomena ketiga Eddy tersebut memiliki arah yang berbeda, dimana terdapat satu jenis siklonik (searah jarum jam) dan dua antisisiklonik (berlawanan arah). Pengelompokan Eddy juga dapat dibedakan berdasarkan aliran putarannya, dimana jika aliran berputarnya searah dengan jarum jam maka termasuk jenis siklonik sedangkan jika aliran berputarnya berlawanan arah jarum jam maka termasuk jenis Antisisiklonik (Stewart dan Stewart, 2008). Berdasarkan pengukuran diameter yang dilakukan (Tabel 1.) didapatkan karakteristik bahwa pada jenis siklonik termasuk jenis mesoscale dan dua antisisiklonik lainnya bertipe *submesoscale*

Tabel 1. Nilai diameter Eddy

	Batas paling Barat	Batas paling Timur	Diameter
Eddy Siklonik	110.3	110.8	55,83 km
Eddy Antisisiklonik k1	111.2	111.53	36.922 km
Eddy Antisisiklonik k2	111.73	112.05	35.571 km

Berdasarkan hasil dari ketiga kejadian tersebut, diindikasikan terjadi karena adanya

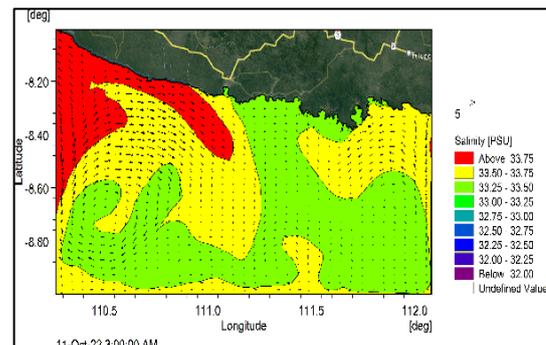
tabrakan dari AKS yang bergerak menuju barat laut dengan APJ yang bergerak dari arah Barat laut. (Pranowo dkk., 2016). Sesuai dengan arah datangnya APJ dan AKS, dapat kita lihat bahwa arus Eddy siklonik terjadi di daerah yang didominasi oleh APJ (bagian Barat), sedangkan arus Eddy antisisiklonik terjadi di daerah yang didominasi oleh AKS (bagian Selatan dan Timur). Berkaitan dengan hal tersebut perbedaan arah gerak yang terjadi diduga disebabkan sebuah perbedaan kecepatan seperti pada (Gambar 9).



Gambar 9. Perbandingan kecepatan arus

3.3 Sebaran Salinitas

Nilai salinitas pada ketiga Eddy yang terjadi memiliki perbedaan dimana pada siklonik Eddy memiliki nilai salinitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan kedua antisisiklonik Eddy (Gambar 10). Hal tersebut dikarenakan ketika fenomena Eddy, terjadi pencampuran kolom air antara lapisan bawah dengan permukaan, sehingga pada saat siklonik eddy kondisi salinitas di sekitar *mixed layer* di pusat Eddy menjadi tinggi, sedangkan pada antisisiklonik eddy berlaku sebaliknya (Pranowo dkk., 2016).



Gambar 11. Sebaran salinitas

4. KESIMPULAN

Model arus dua dimensi menunjukkan bahwa pada Musim Peralihan II tahun 2022 di Perairan Selatan Yogyakarta terjadi 3 fenomena Eddy. Masing-masing Eddy tersebut memiliki karakteristik yang berbeda, berdasarkan arah gerakannya didapatkan satu jenis siklonik dan dua antisiklonik, dimana pada Eddy siklonik memiliki diameter 55,83 km sehingga termasuk jenis *Mesoscale Eddies*, sedangkan dua jenis eddy antisiklonik memiliki diameter masing-masing 36,92 km dan 35,57 km sehingga keduanya terasuk kedalam jenis submesoscale. Perbedaan jenis Eddy tersebut memiliki pengaruh terhadap sebaran salinitas pada permukaan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Azhar, R. M., Wurjanto, A., dan Yuanita, N. 2011. Studi pengamanan pantai tipe pemecah gelombang tenggelam di pantai tanjung kait. *Tesis Magister Manajemen Pengelolaan Sumber Daya Air*. (10): 1–24.
- Kurniawan, R., Najib Habibie, M., dan Suratno. 2011. Variasi Bulanan Gelombang Laut Di Indonesia Monthly Ocean Waves Variation Over Indonesia. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*. **12**(3): 221–232.
- Lareno, B. 2014. Analisa dan perbandingan akurasi model prediksi rentet waktu arus lalu lintas jangka pendek. **6**(3): 148–158.
- Martono. 2012. Pengaruh Tekanan Arus Permukaan Terhadap Arus Eddy Di Perairan Barat Sumatera. *Buku Ilmiah PSTA.2*: 36–46.
- Mitas, L. dan Mitasova, H. 1999. Spatial Interpolation. Geographical Information System Principles, Management and Application. Wiley, New York.
- Nuzula, F., Y., L. P. S., Laksmini, M., Martono², dan Purba, N. P. 2016. Variabilitas Temporal Eddy di Perairan Makassar – Laut Flores. *Jurnal Perikanan Kelautan*. **VII**(1): 130–138.
- Pattiapon, M. L. 2015. Peningkatan Kinerja Perusahaan Dengan Menggunakan Metode Supply Chain. *Arika*. **09**(1)
- Pranowo, W. S., Tussadiah, A., Syamsuddin, M. L., Purba, N. P., dan Riyantini, I. 2016. Karakteristik Dan Variabilitas Eddy Di Samudera Hindia Selatan Jawa Widodo. *Segara*. **12**(3): 129–137
- Rifai, A., Rochaddi, B., Fadika, U., Marwoto, J., dan Setiyono, H. 2020. Kajian Pengaruh Angin Musim Terhadap Sebaran Suhu Permukaan Laut (Studi Kasus : Perairan Pangandaran Jawa Barat).
- Sri Suharyo, O. dan Adrianto, D. 2018. Studi Hasil Running Model Arus Permukaan Dengan Software Numerik Mike 21/3 (Guna Penentuan Lokasi Penempatan Stasiun Energi Arus Selat Lombok-Nusapenida). *Applied Technology and Computing Science Journal*. **1**(1): 30–38
- Sugiyono. 2014. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Alfabeta, Bandung.